"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

Universidad Nacional de Huancavelica

(Creada por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MINAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
WANKA WILLKA
PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
SECRETARIO DOCENTE
LIRCAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
Facultad de Ingeniería de Minas Civil
DECANO
LIRCAY

TESIS

"OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN SEGÚN EL REDISEÑO DEL PROGRAMA DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE Nº 03 MINA TERESITA - UNIDAD RECUPERADA - CÍA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A."

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Bach. RODRIGUEZ VILLANTOY, Etson

Bach. SUBILETE ARECHE, Rubén

ASESOR:

MSc. Ing. HUAMANCAJA ESPINOZA, Rodrigo

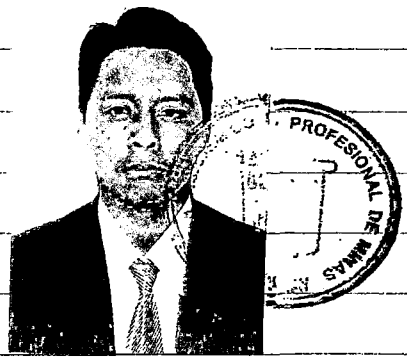
HUANCAVELICA - PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
SECRETARIA GENERAL

Acta de Sostentacion de tesis de los Bachilleres:

Rodriguez Villantoy Etson Sobilete Areche Ruben



, la ciudad de Yauli, Paraninfo de la Facultad de ingeniería de Minas - Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica a los dieciciete días del mes de Enero del 2013 Siendo las 11:15 a.m Reunidos los miembros del jurado Calificador, conformado por: Presidente Msc. Cesar Salvador Guzman Ibañez, Secretario: Ing Freddy Paredes Rodriguez y Vocal: Msc. Manuel Emiliano Esteves Pairazaman; El presidente del jurado da lectura de la Resolución de Consejo de Facultad de ingeniería de Minas- Civil. Nº 058 - 2012 - FIMC - D - UNH, Para la cual se le entrega 25 minutos para la Exposición de la tesis titulado:

"OPTIMIZACION DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN SEGÚN EL REDISEÑO DEL PROGRAMA DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE Nº 03 MINA TERESITA - UNIDAD RECUPERADA - CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A." Por los Bachilleres Rodriguez Villantoy Etson y Sobilete Areche Ruben, Una vez Concluida la sustentación de la tesis, se pasa a la ronda de preguntas por parte de los Miembros del Jurado los que son respondidas por los sostenantes, Seguidamente invita a todo el publico asistente incluido los sostenantes a dejar el auditorio para que el jurado Calificador pueda deliberar sobre el resultado de la Sostentación, el presidente del jurado Calificador comunica retornar a los sostenantes y publico retornar al Auditorio. Seguidamente el Secretario del jurado Calificador da lectura del Acta de sostentación donde el resultado Final es APROBADO POR UNANIMIDAD.

De esta Manera se da por Concluida la sustentación de la tesis siendo Horas 12:30 P.M Firmando los miembros de jurado en señal de conformidad.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
SEDE LICENCIADO
CERTIFICO: QUE LA PRESENTE ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA
Ing. JOSUE NAHUI CASPER
(e) FEDATARIO
NOV 2013

MSC. Cesar Guzman Ibañez
PRESIDENTE

ING. Freddy Paredes Rodriguez
SECRETARIO

MSC. Manuel Esteves Pairazam
VOCAL

106

A mis Padres, Alcibíades y Aidé, a mis Hermanos Romel, Rogerio y Mijael.
Por su soporte infinito, luz y guía para mi formación como persona y profesional.

Etson.

A mis hermanos, Iris, Elías, Ana, Jimena y David, por su apoyo absoluto y longanimidad infinita durante mi formación profesional.

Rubén.

105

AGRADECIMIENTO

A los ingenieros que laboran en CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UP RECUPERADA, personas que nos apoyaron para la elaboración y ejecución de la presente tesis.

Ing. Alfredo Bendezú Anyaipoma.	Gerente de Unidad CMBSAA
Ing. Ignacio Patiño Quinto	Jefe de planeamiento CMBSAA
Ing. Jorge Suarez Tocas	Jefe de Sección CMBSAA
Ing. Tulio Villantoy Lolay	Jefe de Sección CMBSAA

Y a todos los trabajadores de la mina Teresita del área de Mina Recuperada.

Los autores.

104

Índice

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Introducción	ix
Resumen	xi

Capítulo I
PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. JUSTIFICACIÓN	17

Capítulo II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES	19
2.1.1. A nivel Internacional	19
2.1.2. A nivel Nacional	19
2.2. BASES TEÓRICAS	20
2.3. FUNDAMENTO TEORICO	22
2.3.1. Generalidades	22
2.3.2. Perforación y voladura en piques y pozos mineros	25
2.3.3. Alineamiento	27
2.3.4. Limpieza del producto del disparo y elementos de sostenimiento definitivo.	29
2.3.5. Sistema de izaje	30
2.3.6. Estaciones	38
2.3.7. Bolsillos, pockets	39
2.3.8. Optimización	39
2.3.9. Ciclo operativo	39
2.3.10. Operaciones unitarias	39
2.3.11. Perforación	39
2.3.12. Profundización	41
2.3.13. Eficacia	41
2.3.14. Eficiencia	41
2.3.15. Rendimiento	41
2.3.16. Sistema de bombeo	41
2.1.17. Sistema de ventilación	42
2.4. HIPÓTESIS	43

2.5. VARIABLES DE ESTUDIO 43
2.5.1. Variable Independiente 43
2.5.2. Variable Dependiente 43
2.5.3. Definición operacional de las variables 44

Capítulo III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO 45
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 45
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 45
3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 45
3.4.1. Método General 45
3.4.2. Método Específico 46
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 46
3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO 47
3.6.1. Población 47
3.6.2. Muestra 47
3.6.3. Muestreo 47
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 47
3.7.1. Técnicas 47
3.7.2. Los instrumentos 47
3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 47
3.8.1. Revisión de datos 47
3.8.2. Codificación de datos 47
3.8.3. Clasificación de datos 48
3.8.4. Presentación de datos 48
3.8.5. Análisis de datos 48
3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS 48

Capítulo IV
RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 49
4.1.1. Conceptualización de método y ciclo de operación en la profundización del pique N° 03 50
4.1.2. Requerimientos 50
4.1.3. Sostenimiento 50
4.1.4. Perforación y Voladura 51
4.1.5. Izaje 57
4.1.6. Detalles del izaje y la limpieza del fondo del pique 57
4.1.7. Cable de izaje 58
4.1.8. Calculo de peso del cable 60
4.1.9. Calculo de factor de seguridad del cable. 61
4.1.10. Calculo de factor de seguridad. 61
4.1.11. Calculo del diámetro de la polea 62
4.1.12. Calculo de winche. 62

4.1.13. Calculo del fleet angle (ángulo de desviación). 64
4.1.14. Hallando en ángulo de desviación 65
4.1.15. Requerimiento de fuerza 65
4.1.16. Bombeo 66
4.1.17. Ventilación 68
4.1.18. Pert costo 71
4.1.19. Evaluación Pert costo 71
4.2. PRUEBA DE TESIS 75
4.2.1. Cálculo del estadístico de prueba 75
4.2.2. Decisión Estadística 76
4.2.3. Conclusión Estadística 77
4.3. DISCUSIÓN 77
CONCLUSIONES 82
RECOMENDACIONES 83
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 84
ANEXO 85

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Mineral Cubicado Debajo del Nv. 370 16
Cuadro N° 02: Factores de seguridad de los cables de izaje 33
Cuadro N° 03: Definición operativa de variables 44
Cuadro N° 04: Costo total del cuadro con enrejado 51
Cuadro N° 05: Valores de (dt) Y (K) 53
Cuadro N° 06: Características técnicas de los explosivos a usar 53
Cuadro N° 07: Resumen perforación y voladura 56
Cuadro N° 08: Calculo de N° de baldes/Gda 57
Cuadro N° 09: Datos de la limpieza 58
Cuadro N° 10: Peso y resistencia aproximada de los cables. 59
Cuadro N° 11: Resumen de tiempos de izaje de personal. 60
Cuadro N° 12: Resumen de cálculos para el Winche de izaje 66
Cuadro N° 13: Requerimiento en cfm de aire para la Mina Teresita. 69
Cuadro N° 14: Balance de aire en cfm para la Mina Teresita. 70
Cuadro N° 15: Elección de la red óptima tiempo costo. 72
Cuadro N° 16: Rediseño del programa de profundización del proyecto Mina Teresita. 72
Cuadro N° 17: Presupuesto para el Bombeo de Agua 73
Cuadro N° 18: Presupuesto para la ventilación de la mina 73
Cuadro N° 19: Presupuesto general Pique N° 02 y N° 03. 73
Cuadro N° 20: Presupuesto ejecutado para el Pique N° 03 en la profundización del proyecto Mina Teresita del Nv. 4000 al Nv. 3980. 74
Cuadro N° 21: Costos actuales de la prfundizacion con piloto y ciego. 74
Cuadro N° 22: Presupuesto programado para la profundizacion del pique N° 03 Mina Teresita del Nv. 4000 al Nv. 3980 76
Cuadro N° 23: Matriz de consistencia. ANEXO
Cuadro N° 24: Operacionalización de variables ANEXO

Cuadro N° 25: Cronograma del sistema de bombeo Mina Teresita ANEXO
Cuadro N° 26: Precios unitarios de construcción de Pique N° 03 Mina Teresita ANEXO
Cuadro N° 27: Cronograma de actividades construcción Pique N° 03 desde el nivel 4370 Mina Teresita. ANEXO
Cuadro N° 28: Presupuesto designado Pique N° 03, desde el nivel 4370 Mina Teresita. ANEXO
Cuadro N° 29: Cuantiles de la distribución. ANEXO

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01: Forma rectangular de la sección transversal de un pique 25
Grafico N° 02: Forma circular de la sección transversal de un pique 25
Grafico N° 03: Perforación y voladura método de espiral 26
Grafico N° 04: Trazo de perforación para un pique de sección rectangular 27
Grafico N° 05: Diseño de la malla de perforación para un pique de sección circular con cueles cónicos a sección completa 27
Grafico N° 06: Partes principales del cuadro de un pique de triple compartimiento 28
Grafico N° 07: Componentes de un winche de izaje en un pique 31
Grafico N° 08: Cable tipo Lang 33
Grafico N° 09: Estructura de los cables 34
Grafico N° 10: Polea de izaje minero de 72" de diámetro 35
Grafico N°11: Malla de perforación Pique 56
Grafico N° 12: ángulo de desviación 65
Grafico N° 13: Circuito del sistema de ventilación de la Mina Teresita. 70
Grafico N° 14: Evaluación del proyecto. 71
Grafico N° 15: Modelamiento de actividades en el Pert costo. 71
Grafico N° 16: Región critica 75
Grafico N° 17: Región crítica 76
Grafico N° 18: Plano de propiedades ANEXO
Grafico N° 19: Sección Longitudinal De Veta Ramal 95 – Mina Teresita ANEXO
Grafico N° 20: Collarín de concreto armado y refuerzo de corona ANEXO

INDICE DE PLANOS

Plano N° 01: Proyecto de profundización de la Mina Teresita 49
Plano N° 02: Detalles de la cámara de winche 64
Plano N° 03: Sistema de bombeo de agua Mina Teresita 67
Plano N° 04: Niveles operativos actuales de la mina Teresita. 69
Plano N° 05: Plano de ubicación UP. Recuperada. ANEXO
Plano N° 06: Proyecto de profundización del Nv. 4000 al Nv. 3980 Mina Teresita. ANEXO
Plano N° 07: Detalle de los compartimientos del pique N° 03 Mina Teresita ANEXO
Plano N° 08: Ubicación y acceso de la cámara de winche con el Pique N° 03 – Mina Teresita. ANEXO
Plano N° 09: Detalle del bombeo de agua en Pique N° 03 y Nv. 4040. ANEXO
Plano N° 10: Detalle de la ventilación de Pique N° 03 y Nv. 4040. ANEXO
Plano N° 11: Extractor ubicado en el RB-13 superficie. ANEXO

100

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N° 01: Ubicación geográfica de UP. Recuperada. ANEXO
Fotografía N° 02: Estación de pique N° 03, Nv. 4370 – Mina Teresita ANEXO
Fotografía N° 03: Extractor ubicado en el RB-13 superficie. ANEXO

INTRODUCCION

Sabemos que los piques son labores permanentes que sirven de comunicación entre niveles de una mina subterránea, con el objetivo de subir o bajar al personal, material, servicios y el mineral. Dada su importancia, debe escogerse adecuadamente su ubicación, su área, el método de profundización, sostenimiento temporal y definitivo, los enganches en los niveles y maquinaria de extracción. La capacidad del pozo se diseña pensando en posibles ampliaciones de la profundización posterior. Así mismo las construcciones de estas labores mineras involucrarán un estudio detallado de los principales tópicos como son: Perforación, Voladura, Limpieza, Ventilación, Sostenimiento, Bombeo, etc. y en cada uno de ellos se efectuará un análisis de costos el cual determinará que el método a proponer es económicamente aceptable para ponerlo en operación. Existe información que describen algunas fórmulas teóricas para el cálculo de las características geométricas del diseño y operacionalidad del pique, los resultados de las operaciones de la profundización se miden en función de las eficiencias operativas y de los costos de operación.

La presente investigación intenta demostrar que la profundización del pique requiere ser optimizada para mejorar la eficiencia en el ciclo de operación de modo que se minimice el tiempo de construcción del pique y no afecte la extracción y producción de mineral de los niveles superiores, por medio de los métodos tradicionales. Las características geométricas permitirán aplicar un diseño y planeamiento adecuados.

Actualmente en la Cía. de Minas Buenaventura - Unidad de producción Recuperada, se encuentra profundizando el Pique N°3 de la mina Teresita en el cual el ciclo operativo no es el adecuado ya que se observa deficiencias en cuanto a limpieza, sostenimiento, perforación y voladura las cuales incrementan los costos de operación y perjudican a la producción de mineral.

La presente investigación se divide en IV capítulos de la siguiente manera:

CAPITULO I: Planteamiento del problema, formulación del problema, objetivo general y específicos, justificación; en este capítulo definimos el problema en función a una matriz de consistencia.

CAPITULO II: Marco teórico, bases teóricas, hipótesis, definición operativa de las variables e indicadores, en este capítulo se describe y determina los procesos de la optimización limpieza, sostenimiento, perforación y voladura de rocas como alternativa al problema identificado en el CAPITULO I.

CAPITULO III: Metodología de la investigación, ámbito de estudio, diseño de investigación, población, muestra y muestreo; en este capítulo se describe la situación actual de los ciclos operativos y la metodología del tema.

CAPITULO IV: Resultados, presentación de resultados y discusión; los resultados obtenidos son analizados y discutidos.

Los autores.

RESUMEN

Aunque la profundización de un pique siempre sea complicada por la infraestructura superficial y subterránea requerida, por los sub proyectos necesarios y por la precisión de la secuencia de sus operaciones, siempre será necesario que todo ingeniero evalué sus operaciones con criterio de optimización esto con el fin de obtener la mayor eficiencia para la profundización del pique en el menor tiempo y costo posible.

La construcción del pique Teresita Nro. 03 se inició en el 2007, se construyó la estación de la cabina del winche que se ubica en el nivel 4370 y la profundización e infraestructura de madera del pique por los niveles 4330, 4290, 4240, 4200, 4150, 4100, 4040, actualmente nos encontramos en la cota 3980 y se está realizando la construcción de las cámaras de tolvas, dosificador y las chimeneas para los bolsillos 1 y 2 (excavación minera).

La culminación del montaje y puesta en marcha de winche del pique Nro. 03, obligo a realizar las labores de exploraciones y preparatorias en el nivel 4040 izando el desmonte primeramente por un sistema de balde hasta el nivel 4150 y del nivel 4150 a nivel 4370 por medio del Pique Nro. 02, con los consecuentes sobre costos que nos han hecho sobrepasar el presupuesto asignado para este fin en 1'274,207 $.

Por ello la presente investigación está enfocada en el rediseño del programa de profundización del Pique Nº 03 Mina Teresita, que viene dado por todo el conjunto de actividades en la profundización de un pique, para cumplir el ciclo productivo en la cantidad de tiempo estimada, con el objetivo de optimizar los costos de las operaciones como la evacuación de escombros, sostenimiento, perforación y voladura de rocas para la profundización del pique.

En base a principios, cálculos teóricos y experiencias llegando a obtener la malla de perforación apropiada así como la carga y la distribución de la misma para el tipo de roca que se tiene que atravesar y evitar inestabilidad del contorno del pique con un sostenimiento definitivo realizado con cuadros colgantes de madera pino con tres compartimientos, peso del cable de izaje adecuado, diámetro de polea, diámetro del tambor, longitud del tambor, ángulo de desviación, requerimiento de fuerza del winche, sistema de ventilación y sistema de bombeo.

Los autores.

95

ABSTRACC

Although a pique's deepening always be complicated for the superficial infrastructure and subterranean redarling, for them sub necessary projects and for the precision of his operations's sequence, always will be necessary I evaluated than all engineer his operations with opinion of optimization this with the aim of obtaining the principal efficiency in order to the deepening of the pique in the younger time and possible cost.

The Pique Teresita Nro.'s construction 03 was initiated in the 2007, he forged for himself the season of the winche's cabin than finds his place in the level 4370 and the deepening and wooden infrastructure of the pique for the levels 4330, 4290, 4240, 4200, 4150, 4100, 4040, at present we met in the height 3980 and is accomplishing me the construction of the chambers of hoppers, dosifier and the chimneys in order to the pockets 1 and 2 (mining excavation).

The set-up's culmination and made going of the pique's winche Nro. 03, I force to accomplish the explorations chores and preparatory in the level 4040 pulling up the levelled ground firstly for a system for nothing to the level 4150 and of the level 4150 level 4370 by means of the Pique Nro. 02, with the consequent on costs that they have done us surpassing the assigned budget to this end in 1'274,207 dollars.

Therefore this research focuses on the redesign of the program of deepening Pique No. 03 Mina Teresita, which is given by the full range of activities in deepening a resentment, to meet the production cycle in the estimated amount of time, with in order to optimize the cost of operations and the evacuation of debris, maintenance, drilling and blasting of rocks to deepen the shaft.

Based upon principles and theoretical calculations reaching experiences drilling obtain the appropriate mesh as well as the load and the distribution thereof to the type of rock that has to pass through and avoid instability pique contour performed with a final support with pine wood hanging pictures with three compartments weight suitable hoisting cable, pulley diameter, drum diameter, drum length, angle of deviation, winch power requirement, ventilation system and pumping system.

The authors.

Capítulo I
PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

El avance tecnológico en todas las áreas del conocimiento permite el desarrollo de técnicas de optimización, de esta manera las empresas deberán adecuarse a los grandes cambios; pues de lo contrario sucumbirán ante la competencia. En la industria minera aún existe una resistencia al cambio, debido a paradigmas Pre existentes que los técnicos e ingenieros toman como base para diseñar las técnicas de optimización o cambiar los mismos. Los beneficios que darán como resultado un proceso de optimización serán (mejorar la eficiencia en la limpieza, sostenimiento, perforación y voladura, reducir considerablemente los costos de operación).

Durante la culminación del montaje y puesta en marcha de winche del pique Nro. 03 de la Mina Teresita en la Unidad Recuperada de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., obligo a realizar las labores de exploraciones y preparatorias en el nivel 4,040 izando el desmonte primeramente por un sistema de balde hasta el nivel 4,150 y del nivel 4,150 a nivel 4,370 por medio del Pique Nro. 02, con los consecuentes sobre costos que nos han hecho sobrepasar el presupuesto asignado para este fin en 1'274,207 $, y encontrándose actualmente la mina en una etapa de desarrollo a un 20%, preparación a un 50% y explotación a un 30%, en el cual los yacimientos que presenta son del tipo rosario con presencia de vetas cuyas potencias varían desde 0.10 metros hasta una potencia ≤ a 1.80 metros con leyes que varían entre rangos de: **% Pb:** 0.5% a 8.9%; **% Zn:** 1% a 12%; **Oz Ag/Tc:** 3.1 a 40

Utilizando métodos de minado de corte y relleno ascendente y cuya producción mensual llega a **12000 TM/Mes.**

La etapa del desarrollo se encuentra en el Nv. 4,040 en el cual se profundiza el pique N° 03 hasta el Nv. 3,980 y posteriormente al Nv. 3,940.

La profundización del pique se efectuará por el método convencional de profundización en ciego, se armará cuadros de pino con 3 compartimientos.

El objetivo principal de este sector es accesar al mineral cubicado en Teresita que suma un total 852,375.00 TCS que saldrá por el pique N° 03.

Cuadro N° 01: Mineral Cubicado Debajo del Nv. 370

Mineral Teresita (debajo Nv 370)

VETA	T.C.S	Oz Ag/TCS	%Pb	%Zn	Ancho	AgEq
V-1	147330	2.74	5.08	8.08	2.01	32.23
R-95	80535	1.95	5.34	8.25	1.36	32.24
Otras vetas	1845	2.30	5.29	6.27	1.14	26.73
Total	**229710**	**2.5**	**5.2**	**8.1**	**1.78**	**32.19**

Inferido + Potencial

VETA	T.C.S	Oz Ag/TCS	%Pb	%Zn	Ancho	AgEq
Inferido	386020	2.8	6.0	8.0	1.78	33.06
Potencial	236645	3.1	7.4	8.3	1.89	35.84
Total	**622665**	**2.9**	**6.5**	**8.1**	**1.82**	**34.12**

Total Teresita (debajo Nv 370)

VETA	T.C.S	Oz Ag/TCS	%Pb	%Zn	Ancho	AgEq
	229710	2.5	5.2	8.1	1.78	32.19
	622665	2.9	6.5	8.1	1.82	34.12
Total	**852375**	**2.8**	**6.2**	**8.1**	**1.81**	**33.60**

El mineral cubicado en la parte baja suma 548,610 TCS, 2.7 Oz Ag/TCS, 5.9 %Pb y 8.1 %Zn en un ancho de 1.82 metros, este mineral se va extraer por el nuevo pique en construcción. Además se tiene un potencial de 235,295 TCS, 2.8 OzAg/TCS, 6.2 %Pb y 7.6 %Zn en un ancho de 1.88 metros, sumando un total de 783,905 TCS. Actualmente la profundización se encuentra en el nivel 980, y se está construyendo labores complementarias como las cámaras de bombas y bolsillos del nivel 980.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿En qué porcentaje el rediseño del programa de profundización del Pique, optimizarán los costos de operación en el Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.?

1.2.2. Problemas específicos

a. ¿Cómo el rediseño del pique evita la pérdida del ciclo operativo contra los problemas actuales en la profundización del Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.?

b. ¿Cómo efectiviza el ciclo operativo con el rediseño del programa de profundización para minimizar costos de operación en el Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICO

1.3.1. Objetivo general

Optimizar los costos de operación en la profundización del Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

1.3.2. Objetivos específicos

a. Rediseñar el ciclo operativo del pique para evitar la pérdida en la profundización del Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

b. El ciclo operativo con el rediseño del programa de profundización minimizara los costos de operación en el Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad uno de los desafíos que debe afrontar el ingeniero minero, es optimizar los costos en forma científica en el ciclo operativo de una operación minera, con relación a los programas y diseños existentes. Los beneficios que resultan de este tipo de rediseño van a permitir obtener el mínimo tiempo de extracción de desmonte con una fragmentación de material cuyos tamaños estén comprendidos

dentro de un rango especifico y un apilamiento adecuado para facilitar la operación de carguío, mejorar el rendimiento el sostenimiento preventivo, reducir el costo de perforación y voladura en el fondo del pique aumentando efectivamente el avance, debido a un plan de optimización efectivo y eficiente eliminando en lo posible las perdidas y tiempos improductivos.

El minimizar la pérdida es tan provechoso como maximizar las utilidades.

Capítulo II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A nivel Internacional

- **A.J. Hargraves y C.H. Martin. "Sistema general de trasporte en interior mina" Australasian Coal Mining Practice. (1993).**

  El proyecto describe el principal sistema de extracción de mineral, considerando el diseño de la excavación, de forma inclinada o vertical, proponiendo equipos y accesorios modernos que efectivizaran la extracción.

2.1.2. A nivel Nacional

- **Barrios Quispe, Alberto "Profundización del pique 447 sección 3 en Cía. Minera Atacocha S. A." (2009).**

  El trabajo de investigación permite la exploración en los niveles inferiores de la zona 03 con objetivo de acceder a los niveles inferiores de la zona, preparar y explotar reservas probadas, probables de mineral, centralizando la extracción mediante el izaje, aumentando las reservas y el tiempo de vida de la mina.

- **Rodríguez Abad, José Luis "Optimización de la gestión operativa en interior mina en la unidad Parcoy - Consorcio Minero Horizonte (2006).**

  El proyecto de investigación eleva el cumplimiento de los estándares de operación a un nivel que facilite un óptimo uso de la infraestructura, incrementa las horas efectivas de trabajo de modo que redunde en una mayor productividad, establece controles eficaces e integrados a lo largo de la cadena de producción, establece la diferencia de costos de operación en los escenarios actual y el propuesto, implementar metodologías que contribuyan a elevar la productividad.

2.2. BASES TEÓRICAS

a. **Teoría Administración (Frederick Taylor (1)):** La única manera de aumentar la productividad era elevando la eficiencia de los trabajadores. Para esto, propuso seleccionar y entrenar adecuadamente a los operarios, ubicándolos según sus cualidades físicas, en aquellas actividades en las que aseguraran mejores resultados; a través del estudio de tiempos y movimientos en el trabajo, estableció estándares de producción que debían ser alcanzados por los operarios. Sostenía que a mayor productividad, o mayor cantidad de unidades producidas por un trabajador se generarían ganancias para la empresa, lo que lleva al trabajador a obtener mayores beneficios económicos. Es decir, habría beneficios para ambas partes. Se logra un mayor grado de prosperidad permanente, tanto como para el trabajador como para el empresario, cuando el trabajo se realiza con el menor gasto de esfuerzo humano, recursos naturales e inversión del capital.

b. **Teoría Administrativa (Henri Fayol, (2)):** Determino las bases de la teoría administrativa modernas conjuntamente con la administración científica de Taylor. Los postulados básicos: La capacidad administrativa para su actividad gerencial, la administración como ciencia, los enfoques anatómico (estructura) y fisiológico (funcionamiento), cuyo objetivo era la eficiencia organizacional y finalmente la enseñanza administrativa en donde los gerentes hacen conocer sus investigaciones y conclusiones generando una doctrina que sea enseñada. Los procesos administrativos son: Planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar.

c. **Teoría Económica (John Maynard Keynes, (3)):** La oferta y demanda agregada, teoría cuantitativa del dinero, equilibrio de producción; la cual está basada o depende de la oferta y la demanda agregada, en la terminología macroeconómica, el mercado de bienes estaría en una situación de equilibrio de subempleo al no permitir el equilibrio del mercado del trabajo, por lo tanto, en este último, los empresarios no contratan a los trabajadores que necesitarían para maximizar beneficios si hubiera suficiente demanda en el mercado de bienes. En parte se pudo iniciar el desarrollo la contabilidad nacional y de conceptos tales como el gasto total de consumo, en formación de capital (producción de maquinaria, fabricas), en consumo público y en exportaciones e importaciones,

que constituyen los elementos claves que componen la demanda final agregada (en contraposición con la demanda de bienes intermedios) de la economía. El equilibrio solo tendrá lugar cuando la demanda agregada planeada sea exactamente la suficiente para adsorber la cantidad ofrecida, es decir, la producción total. Es la relación entre consumo e ingreso, cuando más alto sea el ingreso de una persona, tanto más alto será probablemente su consumo. Así, las personas con un ingreso mayor tienden a consumir más que las personas con un ingreso menor.

Respecto a la función de consumo, este modelo supone que el consumo aumenta cuando se incrementa el ingreso, pero en una proporción menor a como lo hace este. Este comportamiento se debe a que, conforme se incrementa el ingreso, los individuos destinan una mayor porción de este al ahorro.

d. **Teoría de la calidad (Andrés I. Zavala Medellín, (4)):** según la Teoría de la calidad en su definición la calidad es la capacidad de producir un servicio con un sentido definido. Todo producto natural es una extensión de esa condición y ese producto es totalmente independiente por sí mismo de la acción y actuación del ser humano. La calidad es un principio filosófico, es decir nos proporciona la generosa y noble oportunidad de ser mejores, de una mejora continua, y de llegar a ser lo que realmente somos.

Ya que la calidad es un principio, también es causa y efecto al mismo tiempo, es decir el efecto es extensión de la misma causa. Causa y Efecto son iguales en su naturaleza, por lo que el efecto no abandona la fuente que lo causo.

Esto quiere decir que la persona al ejercer el valor de la calidad, el efecto se manifestara en sí misma, no será una condición externa, sino totalmente interna. Y esto es precisamente el terreno de la Teoría de la calidad, el cambio amable, la mejora continua, la mejor forma de hacer las cosas todo enfocado a la persona. De acuerdo a la Teoría de la calidad, siempre existe y debe existir en cualquier sistema los siguientes principios: definición, orden y disciplina, es decir el ¿por qué? y él ¿para qué? Y la forma o manera de relacionarlos. Dicho de otra manera, la causa, proceso y efecto. Van unidos y separarlos es crear problemas.

e. **(Lefcovich, Mauricio (5)):** La productividad mejora cuando una menor cantidad de insumos genera la misma producción, o cuando la producción se incrementa con la misma cantidad de insumos. Insumos, en este caso, se refiere a elementos tales como recursos humanos, equipos, servicios públicos y materiales. Producción implica elementos como productos, servicios, rendimiento y valor agregado. Reduciendo el número de personal en la línea de producción no sólo se reduce el coste, sino que además se incrementa la calidad, ya que menos manos presentan una menor oportunidad de cometer errores.

f. **(Jorge Rionda Rodríguez, 2008, (6)):** La teoría de la utilidad es el marco teórico en que se desarrolla toda la ciencia microeconómica. Donde la utilidad es la capacidad de satisfacer una necesidad especifica. La contabilidad de costos es un sistema de información para predeterminar, registrar, acumular, distribuir, controlar, analizar, interpretar e informar de los costos de producción, distribución, administración y financiamiento.

   Se relaciona con la acumulación, análisis e interpretación de los costos de adquisición, producción, distribución, administración y financiamiento, para el uso interno de los directivos de la empresa para el desarrollo de las funciones de planeación, control y toma de decisiones.

2.3. FUNDAMENTO TEORICO

2.3.1. Generalidades

a. **Pique:** Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral.

b. **Pique ciego**: Es aquel pique que tiene una sola cara libre.

c. **Profundización a sección completa**: Cuando el terreno tiene poca filtración de agua existe la posibilidad de perforar a sección completa con cualquier tipo de arranque y que generalmente se utiliza el corte en cuña o en "V".

d. **Profundización en gradines horizontales**: Generalmente se utiliza este método cuando hay mucha filtración de agua de los hastiales, y consiste en disponer de media sección del pique como una poza para acumular el agua

y el respectivo bombeo y la perforación se realiza en desquinche con la cara libre de la poza. Se inicia dividiendo en dos partes iguales la sección del pique, si se dispone profundizar con barreno de 6 pies, la primera sección se excava con barreno de 3 pies, se limpia y queda una poza, con cara libre de esta poza se perfora en abanico la otra mitad con barreno de 6 pies, esta voladura de 6 pies permitirá la formación de otra poza.

e. **Profundización en gradines inclinados**: Cuando la filtración de agua de los hastiales del pique es muy elevada y hay dificultades para la perforación se opta por este método, en este caso las dos secciones son inclinadas uno a continuación de la otra. En piques circulares se conoce con el método del tirabuzón. En este caso todos los taladros que se perforan son sub verticales.

f. **Pique con chimenea piloto**: Para este método se excava en primer lugar una chimenea en el punto centro del futuro pique y que servirá de cara libre a la profundización del pique.

g. **Pique con piso plano**: Como su nombre lo indica el piso del pique es horizontal y el producto del disparo que no cae por la chimenea piloto se debe limpiar a pulso.

h. **Pique con piso inclinado**: En el pique rectangular, estando la chimenea piloto en el centro del pique se excava el piso de tal manera que el piso quede inclinado hacia la chimenea piloto, en piques circulares quedará como un tronco de cono invertido. Esté método hará que la carga producto del disparo caiga casi en su totalidad, se utiliza para facilitar la limpieza.

i. **Factores para su construcción**:
   - Necesidades de extracción de mineral.
   - Reducción de los costos de producción.
   - Profundización de los niveles de extracción.

j. **Consideraciones de diseño**:
   - Análisis de costos en relación a otros piques.
   - El área debe ser favorable y suficientemente grande para las instalaciones de superficie.

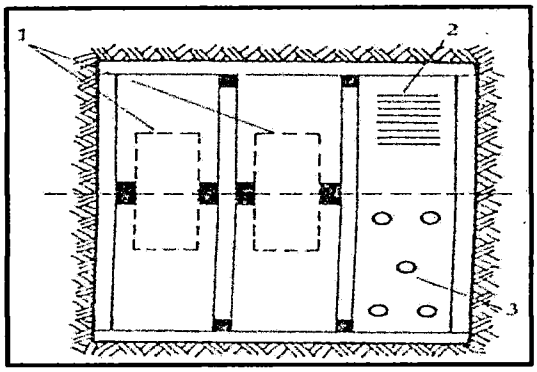
- La naturaleza del suelo debe ser adecuada para las cimentaciones,
- realizando para ello estudios de geotecnia conducentes a la clasificación del macizo en el área destinada para el diseño del pique.
- La mina, debe tener buenas vías de acceso y espacio libre para favorecer el trabajo.

k. **Estructura de un pique**: La estructura de un pique, puede ser de madera o de acero. En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede practicar con un equipo raise borer, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada. En todos los casos el terreno debe ser competente y debe ser una zona donde no exista agua de filtración.

l. **Sección transversal de un pique**: Los piques de mina, por lo general son de forma rectangular y circular, son menos frecuentes y muy raramente los de sección elíptica o curvilínea.
   - Para elegir la forma de la sección transversal, es necesario tener en cuenta lo siguiente.
   - La calidad del macizo rocoso.
   - El tiempo de servicio y el destino final del pozo.
   - El material de fortificación a ser utilizado.

m. **Sección rectangular**: Es la forma más empleada; sin embargo, ofrece las siguientes desventajas:
   - Dificultad en la formación de ángulos rectos, particularmente en rocas duras.
   - Posibilidad de una deformación significativa de la fortificación en caso de rocas débiles e inestables.
   - Mala distribución de esfuerzos alrededor de la excavación.
   - Mala distribución de esfuerzos alrededor de la excavación.

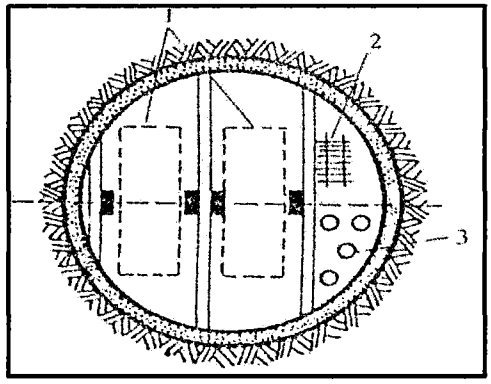
Grafico N° 01: Forma rectangular de la sección transversal de un pique.



Compartimientos: 1: de ascenso; 2: de escalera; 3: de tuberías y cables.

n. **Sección circular**: La sección circular garantiza una mayor estabilidad, debido a que la fortificación va a resistir mejor la presión causada por la roca circundante; ya que ésta, se distribuye más uniformemente. Además los piques de sección circular poseen un menor coeficiente de resistencia aerodinámica.

Grafico N° 02: Forma circular de la sección transversal de un pique



Compartimientos: 1: de ascenso; 2: de escalera; 3: de tuberías y cables

2.3.2. Perforación y voladura en piques y pozos mineros.

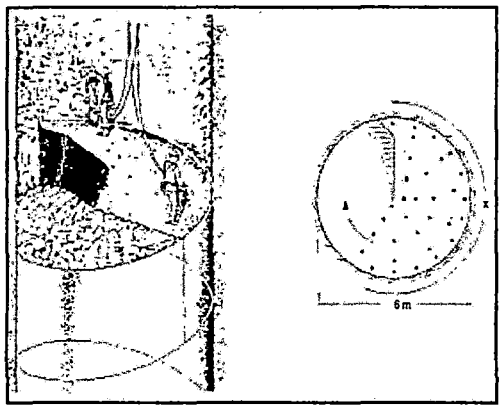
a. **Método de banqueo**: Este método es adecuado para pozos de sección rectangular o cuadrada, consiste en perforar en cada avance la mitad del piso. Primero el que se encuentra a una mayor altura, dejando a la otra mitad como cara libre o para el bombeo de agua, de ser el caso.

El método es en gradines rectos o pequeños bancos, donde la perforación suele ser manual, con martillos neumáticos.

b. **Método de espiral**: Consiste en excavar el fondo del pozo en forma de un espiral, cuya altura de paso dependerá del diámetro del pozo y el tipo de terreno a fragmentar. Dentro de cada corte se vuela una sección del espiral con un ángulo lo suficientemente grande, como para que el tiempo que exige realizar un corte completo, coincida con un múltiplo entero del tiempo de trabajo disponible. Los taladros en cada radio se perforan paralelos y con la misma longitud, ya que siempre existirá una cara libre en cada posición descendente.

Con ventajas como el alto rendimiento, bajo costo, no se requiere perforistas de gran experiencia, son sencillos los esquemas de perforación y voladura.

Grafico N° 03: Perforación y voladura método de espiral



c. **Método de sección completa**: Los métodos de sección completa se utilizan con mucha frecuencia en la excavación de pozos y piques tanto de sección rectangular como circular. En forma similar a lo que sucede en túneles y galerías es necesario crear inicialmente una cara libre. Los tipos de voladura empleados son: con cuele en "V", cónico, paralelo y con barreno de expansión. Los cueles en "V" se aplican a los pozos con sección rectangular. El ángulo de inclinación de los taladros deben estar entre 50° y 75° y deben estar en la dirección de las discontinuidades a fin de aprovecharlas en el arranque.

Los cueles cónicos son los más empleados en los pozos y piques circulares debido a que se puede mecanizar la perforación de los taladros y por otro

lado el menor consumo de explosivos con respecto al cuele de taladros paralelos. El cuele de taladros paralelos trabaja de forma semejante a como lo hacen en las galerías o túneles, presentando ventaja adicional de una mayor sencillez en la perforación.

Grafico N° 04: Trazo de perforación para un pique de sección rectangular

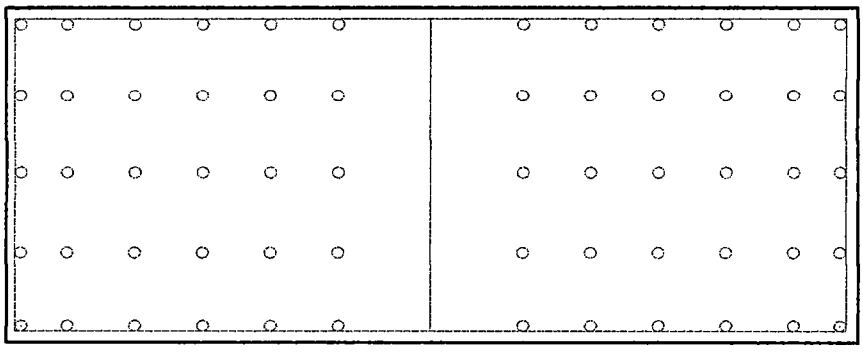
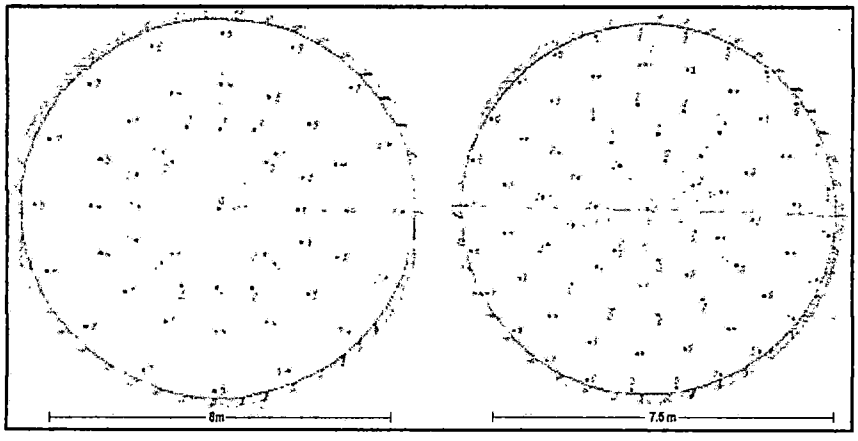


Grafico N° 05: Diseño de la malla de perforación para un pique de sección circular con cueles cónicos a sección completa



2.3.3. Alineamiento

a. Herramientas básicas para el control de alineamiento:

- Ángulos metálicos: Son escuadras fabricadas de ángulos de 5 cm x 5 cm x 90°.
- Plomadas de forma cilíndrica de 6 cm x 12 cm.
- Cable de acero o nylon de 1.5 mm x 200 m.
- Soporte metálico accesorio de enrollamiento seguro del cable.

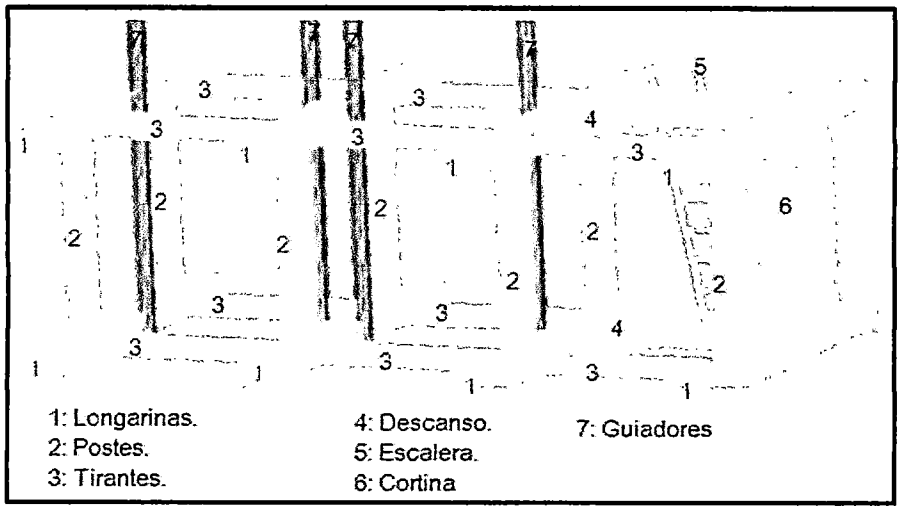
- Flexómetro de 5 metros, escuadra de 50 cm y nivel de mano de 50 cm.

b. **Alineamiento del cuadro base**: Con los Planos, la cota y los ejes proporcionados por Topografía se nivelará y alineará el conjunto cuadro base y solera, la solera debe estar apoyada en roca, nivelada y bloqueada de ser necesario con una sola cuña de madera. El cuadro maestro debe estar sujetado a la solera en los tirantes con dos pernos pasantes de 5/8". Antes de llenar el concreto del anillo se debe levantar un acta de "Conformidad de Alineamiento" con Topografía.

c. **Control de alineamiento vertical descendente**: Lo que se trata es que los cuadros ascendentes o descendentes estén en la misma línea vertical, para ello las escuadras se instalan en los cuatro vértices del Cuadro Maestro, se bajan las plomadas y las medidas de la escuadra deben repetirse en el "cuadro por alinear", si esto no sucede por las irregularidades de la madera y los destajes del cuadro hay que mover el cuadro y "compartir" las medidas frente a frente.

d. **Control de alineamiento vertical ascendente**: Para este caso las escuadras se instalan en el "cuadro por alinear" y las medidas se toman en el cuadro base, el cuadro base es fijo y el "cuadro por alinear" debe moverse con toda su escuadra hasta que las mediciones coincidan o se compartan.

Grafico N° 06: Partes principales del cuadro de un pique de triple compartimiento



2.3.4. Limpieza del producto del disparo y elementos de sostenimiento definitivo

a. **Pique ciego**: Cuando se trata de limpiar al skip, se debe disponer de varios juegos de guías de avance y que deben ser empalmados con pernos pasantes de ½" x 4". Llenado el skip comunicar al compuertero que se subirá el skip y el winchero debe izar lentamente hasta el cuadro colgante mientras dos colaboradores ajusta las guías flotantes hacia el skip, en cuanto pase el cuadro los colaboradores se retiran a su esquina para protegerse de posibles caídas de material al momento del volteo del skip. Cuando se limpia con balde se debe utilizar dos, mientras uno sube el otro debe estar llenándose, en este caso se debe tener cuidado de cerrar la compuerta mientras el balde es izado hasta la zona de descargue. Solo en compartimiento de izaje debe tener compuerta, los otros si lo hubiera deben tener guarda cabeza y deben bajarse constantemente conforme se instalan los cuadros, el guarda cabeza debe estar lo más cerca posible.

b. **Pique con chimenea piloto**: Lo primero es bajar la parrilla de seguridad y taponear la chimenea piloto, esta actividad debe realizarse desde la plataforma de trabajo. Mientras se baja la plataforma se debe desatar los hastiales de arriba hacia abajo. Como producto del disparo dependiendo de la sección y la inclinación del piso un buen porcentaje de la carga cae por la chimenea piloto y el sobrante se limpia a pulso o con una chorrera de agua a presión hacia la chimenea piloto a través de la parrilla.

c. **Cuadros colgantes**: Los cuadro son preparados en carpintería siguiendo un diseño de ensamblaje con destajes en la madera para formar el cuadro, el diseño de los destajes debe ser de tal manera que cuando se requiera cambiar un elemento estos deben desarmarse como un rompecabezas y no haya cortes innecesarios. Los cuadros colgantes requieren de templadores metálicos de fierro corrugado de 5/8", estos en un lado tienen rosca y en el otro una argolla abierta. Estos elementos metálicos solo sirven para colgar el cuadro, ya que el cuadro debe sostenerse con topes de madera a los hastiales.

d. **Soleras o bearing set**: Son soleras instaladas en el eje menor, estos deben estar empatillados y de ser necesarios deben descansar en un anillo de concreto armado denominado "bearing set" de 0.40m x 0.20m, la estructura de soporte debe estar sujeta a pernos helicoidales de 5 pies. Los "bearing set" se instalan cada cierta cantidad de cuadros dependiendo del tipo de terreno, para terreno tipo III se instalan cada 5 pisos.

e. **Collar del pique**: Es la estabilización del primer tramo del pique, normalmente este primer tramo del pique está emplazada en material cuaternario o en roca fuertemente alterada y disgregable presentando condiciones de gran inestabilidad. Generalmente en todas la Estaciones se estabilizan el primer tramo con el collar del pique. El collar del pique es de concreto armado en forma de "L" invertido, la estructura de fierro corrugado se sostiene de pernos helicoidales de 7 pies. En el caso del pique rectangular los dos primeros disparos de 5 pies se limpian y sobre el material roto del tercer disparo se instalan los pernos helicoidales siguiendo el diseño, se arma la estructura con fierro corrugado de 3/4" y ½" para concluir con el armado del encofrado con madera de 1", la altura es de 2.00 metros. El diseño de mezcla lo determina Geo mecánica.

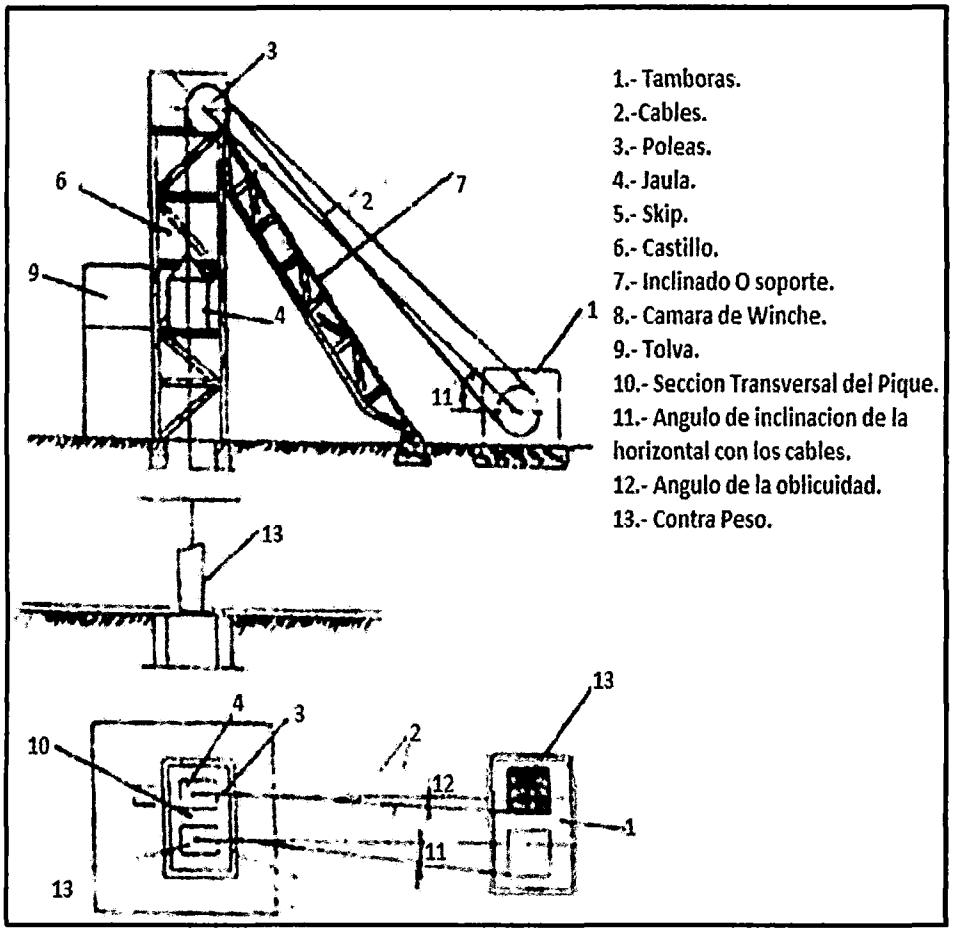
2.3.5. Sistema de izaje

a. **Winche de izaje**: Es una maquinaria utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga; el Winche de izaje, es utilizado también para bajar e izar personal del interior de la mina ; siempre que cumpla con exigencias mínimas de seguridad. En otras palabras el sistema de izaje a través de los Piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios; en las minas importantes del Perú, se utiliza el Winche como maquinaria principal de transporte vertical (para el arrastre de mineral, se utilizan los winches de rastrillaje). Equipos similares de izaje son los elevadores eléctricos de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes-grúa y teclees.

b. **Componentes de un winche de izaje**: Dependiendo de las dimensiones y necesidades, un Winche de izaje tiene los siguientes componentes:

- Tambora (una o dos).
- Cables
- Poleas.
- Jaula, baldes o skips.
- Estructura de desplazamiento o castillo.
- Sistema de seguridad, Lilly control, frenos, etc.
- Palancas de control.

Grafico N° 07: Componentes de un winche de izaje en un pique



c. **Tamboras**:

- **Tambor cilíndrico**: En este sistema, uno o dos tambores cilíndricos están fijados sobre un mismo eje y accionados por un motor sea directamente o por medio de engranajes, siendo el sentido de giro de ambos tambores, el mismo. El más simple de los sistemas es la wincha de una sola tambora.

La wincha de doble tambora con una tambora embragada tiene la ventaja del rápido ajuste de la longitud de los cables. Para asegurar a subida de una jaula o skip durante el descenso de la otra, los cables pasan uno por encima del tambor correspondiente y el otro por debajo de su tambor. En la subida, uno de los cables se enrolla sobre su tambor al mismo tiempo que el otro cable se desenrolla. Para lograr que el cable se enrolle corno es debido y sufra lo menos posible, el tambor debe tener un revestimiento de madera con ranuras en forma de hélice, con separaciones de 3 a 6 milímetros según el grosor del cable, entre vuelta y vuelta. El diámetro mínimo del tambor debe ser 60 veces el diámetro del cable. El ángulo de desviación lateral del cable entre la polea y el tambor no debe exceder de 1.5 grados desde el centro hacia cada lado; de otra forma el cable no se enrollará regularmente, ya que saltará las ranuras.

- **Tambor cónico**: Estos aparatos están formados por dos tambores simétricos que trabajan uno enrollando y el otro desenrollando sus cables, con lo que sube y baja respectivamente el vehículo de transporte. Actualmente su uso es raro por los diámetros prohibitivos. Se llegaron a utilizar tambores cónicos de hasta 13 m de diámetro. El esfuerzo de tracción disminuye a medida que asciende la jaula o skip, por la disminución del peso del cable.
- **Tambor bicilindro cónico**: Está constituido de 2 tamboras que a su vez cuentan con 2 partes cónicas y 1 cilíndrica cada una. Mientras que en uno de los tambores el cable de a jaula o skip al subir se enrolla sobre la porción cilíndrica de menor diámetro, pasando a la parte cónica y finalmente a la cilíndrica de mayor diámetro, en el otro tambor sucede lo contrario pequeño. Su uso es cada vez menor.

d. Cables de izaje: Dependiendo del tipo de izaje en los winches; ya sea por fricción o enrollamiento; los cables de izaje pueden ser fabricados de aluminio o de alambre de acero; los mismos que, son colocados ordenadamente para desempeñar el trabajo de izar los skip o las jaulas.

Para formar cables, se arrolla un gran número de hilos de aluminio o acero de alta resistencia (entre 130 y 180 kg/mm2). Estos hilos se disponen en cordones y torones, según sea el caso.

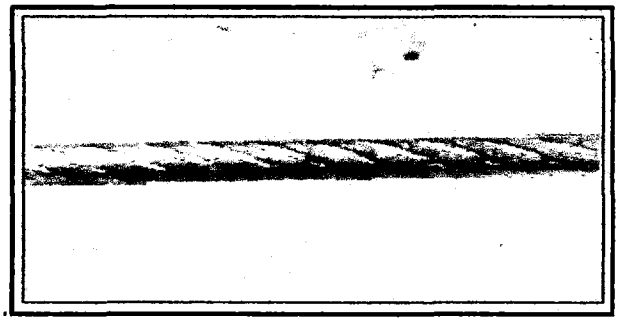
Cuadro N° 02: Factores de seguridad de los cables de izaje

APLICACIÓNO O DESCRIPCION	*FACTOR DE SEGURIDAD*
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3.5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3.5 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	5 a 6
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas - excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	*7 a 8*
Grúas tecles y polipastos industriales	6 (mínimo)
Ascensores - elevadores - para personal	12 a 15
Ascensores - elevadores - para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)

e. Tipos de cables: De acuerdo a su torcido pueden ser:

- **Regular**: Los alambres del torón, están torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones del cable.
- **Tipo Lang**: Los torones en un cable tipo Lang, están torcidos en la misma dirección (lang derecho o lang izquierdo). Los cables con torcido lang son ligeramente más flexibles y muy resistentes a la abrasión y fatiga, pero tiene el inconveniente de tener tendencia a destorcerse por lo que únicamente deberán utilizarse en aquellas aplicaciones en que ambos extremos del cable están fijos y no le permitan girar sobre sí mismo.

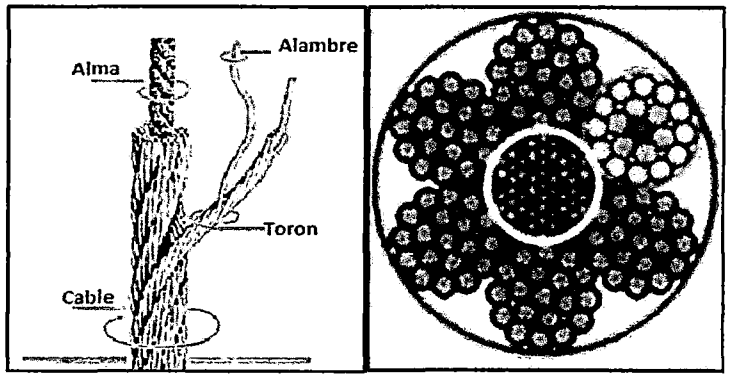
Grafico N° 08: Cable tipo Lang



f. **Estructura de los cables**: Los cables se componen de:

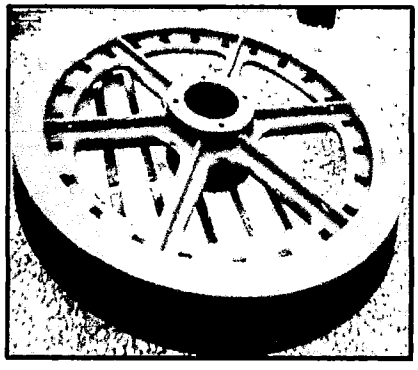
- **Núcleo o alma**: El alma del cable sirve como soporte a los torones que están enrollados a su alrededor. El alma se fabrica de diversos materiales, dependiendo del trabajo al cual se va a destinar el cable, siendo lo más usual el de alambre de acero o el alma de torón que está formado, como su nombre lo indica, por un torón igual a los demás que componen el cable; hay alma de fibra que puede ser de fibras vegetales o fibras sintéticas. El alma de acero se utiliza para zonas donde el cable está sujeto a severos aplastamientos o cuando el cable trabaja en lugares donde existen temperaturas muy elevadas que ocasionen que el alma de fibra se dañen con el calor. También este tipo de alma proporciona una resistencia adicional a la ruptura, de aproximadamente un 10%, dependiendo de la construcción del cable.
- **Torones o cordones**: Un cable está formado por un conjunto de torones o enrollados. Cada torón, está formado por un conjunto de hilos. La mayoría de hilos utilizados en la construcción de cables son redondos y de diámetros comprendidos corrientemente entre 2 y 3 mm. El alma de acero se utiliza para zonas donde el cable está sujeto a severos aplastamientos o cuando el cable trabaja en lugares donde existen temperaturas muy elevadas que ocasionen que el alma de fibra se dañen con el calor. También este tipo de alma proporciona una resistencia adicional a la ruptura, de aproximadamente un 10%, dependiendo de la construcción del cable.

Grafico N° 09: Estructura de los cables



g. **Polea**: Es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula o skips (resistencia) y en la otra el winche o tambora (potencia).
   - Las poleas se pueden construir de 3 formas.
   - Por fundición.
   - Por acero moldeado.
   - Por construcción soldada.
   - Las poleas soldadas son menos pesadas y las más resistentes y son las más empleadas en la construcción de piques.
   - La polea de izaje debe ser hecha y mantenida para acomodar adecuadamente el cable.
   - El diámetro de la polea está establecido por reglas de seguridad para piques.

Grafico N° 10: Polea de izaje minero de 72" de diámetro



h. **Jaula balde o skips**: Son recipientes que se llenan por volteo de los vagones o por acción de tolvas de almacenamiento. Pueden ser descargados mediante volteo (basculante) y por descarga inferior cuyo fondo se abre y se cierra gracias a sistemas especiales. Pueden contar con un piso superior para el transporte de personal y materiales.

i. **Sistema de descarga Inferior**: En la estación de descarga exterior, los rodillos de apertura del skip ingresan en las guiaderas curvas, giran las manivelas y dispuestas a ambos lados del skip, abriendo la compuerta,

para evitar la caída lateral del mineral, a compuerta cuenta con aleros. Concluido el vaciado, al bajar el skip vuelve a cerrarse la compuerta.

Las ventajas de su uso son:

- No requiere de carros mineros en el exterior.
- El carguío/descarguío del skip se simplifica.
- Se extrae mayor cantidad de mineral.
- Se elimina el peso de los carros (peso muerto).
- No se requiere personal de descarguío.
- La duración de las maniobras es pequeña.

El izaje mediante cables supone movimientos transversales de las jaulas O skips que deben ser controlados a fin de evitar choques que dañarían la Estructura, los recipientes, y también al cable.

Este control se efectúa mediante zapatas de acero que se colocan en la parte superior e inferior de los costados exteriores de los recipientes. Esta zapatas cuenta con estribos a fin de coger lateralmente las guiaderas.

Existen zapatas con estribos ajustables por medio de aditamentos especiales resortes, cauchos); también se usan rodillos con llantas neumáticas o de caucho macizo montados sobre resortes.

j. **Jaulas de extracción**: Son montacargas (ascensores) destinados a elevar carga, de 1 ó más pisos que levan vías para permitir el ingreso y salida de las vagonetas de mineral; la capacidad de cada piso varia de 1 a 4 carros. También se usan para el transporte de personal; en este caso, debe tener indicado claramente la capacidad máxima. La armazón de la Jaula está constituida por vigas en U, T, o angulares, revestidos con planchas de acero. Se encuentra sujeta en la parte superior por medio de piezas metálicas (atalaje y atadura). Las paredes laterales llevan exteriormente Fiadas zapatas o rodillos de guía que se deslizan por las guiaderas, suprimiéndose el balanceo de la jaula. Cuentan con puertas corredizas o que se abren hacia el exterior, las dimensiones son determinadas por los carros mineros.

Las ventajas de su uso son:

- Puede transportarse personal, mineral, materiales, etc.
- El mineral se transporta en carros, evitando su dilución.
- No requiere de instalaciones de volteo.

Requiere de castillete o torre de menores alturas.

k. **Castillo o estructura de desplazamiento**: Es la cúspide de la estructura del pique donde se encuentra la polea que dirige el movimiento del cable. Es una estructura vertical que se levanta por encima del collar del pique.

De la cúspide de la torre o del castillo baja una estructura inclinada que sirve de sostén a toda la torre y contrarresta la tensión de los cables. La torre vertical y la estructura inclinada son las partes fundamentales del castillo y soportan en su cima la caseta de las poleas. La estructura del castillo puede ser de madera o de acero y se debe construir respetando los reglamentos de seguridad existente. Hay una escalera de servicio que sube a lo largo del pique. Junto al pique hay una tolva donde se descarga el mineral para luego transportarse a la planta concentradora.

l. **Guiaderas**: Todo sistema de izaje debe tener guías de recorrido de las jaulas, skips y contrapesos.

Son estructuras que dirigen el movimiento ascendente o descendente de las jaulas o skips; pueden ser de madera o metal (rieles, cables, o ángulos de acero). En el caso de guiaderas de acero puede ser solo por un costado y exigen poco espacio. Las guiaderas de madera son preferidas por permitir una circulación suave de los recipientes y ser su preparación, montaje y mantenimiento o reparación bastante cómodos, rápidos y fáciles. Las maderas escogidas deben ser muy duraderas y deben soportar a humedad, considerando la presencia de agua (Roble, alerce rico en resma). Se montan en secciones de 4 a 10 metros o más, a fin de reducir el número de juntas. Sus secciones van de 20 a 25 centímetros. El desgaste máximo tolerado de las guiaderas de madera es de 3 cm lateral y 1 cm frontal Las guiaderas se sujetan a las traviesas con pernos cuyas cabezas se embuten.

Las guiaderas de metal son huecas de sección rectangular, siendo el espesor de la plancha de 1/2" para jaula o skip y 3/8 para contrapesos. Existen guiaderas que se montan teniendo en cuenta los movimientos originados por las presiones del terreno para poder mantener una separación conveniente entre estos elementos aunque el enmaderado ceda algo. Estas guiaderas se sujetan en las traviesas en ranuras, de modo que reajustan la separación de acuerdo a necesidades.

m. **Grapas de seguridad, paracaídas o leonas**: Son mecanismos de freno de emergencia que en caso de rotura del cable de acero enganchan al skip jaula contrapeso en la guiadera. Esta grapa de seguridad es activada por un resorte macizo que se encuentra fuertemente presionado, normalmente. Al romperse el cable de acero, este resorte adquiere su forma inicial (alargada) y activa todo un sistema de componentes que obligan a las grapas a incrustarse con sus dientes en la guiadera con lo que se logra detener la caída libre del vehículo en el pique. Existen grapas de seguridad de varios dientes (garfios) y de un solo diente que trabajan en guiaderas de madera, como grapas de seguridad tipo cuña (deslizante) de varios dientes que trabajan en guiaderas de madera o de metal. En cada vehículo trabajan simultáneamente 4 grapas.

2.3.6. Estaciones

Al profundizar el pique y llegar a los niveles principales (generalmente cada 50 metros), se excavan las estaciones consistentes en un crucero que luego se ensancha, con determinada altura que permita el ingreso de tubos, rieles y equipos de mina. Los cuadros que quedarán libres en esta zona (3 Cuadros Maestros) son asegurados transversalmente con topes de madera y tirantes de fierro.

Las espigas de las guías permitirán sacarlos fácilmente cuando haya necesidad. Concluida esta preparación, se reinicia la profundización del pique en 4 metros de profundidad, ensanchando radialmente la comunicación con el nivel; en este ensanche se arma una estructura de fierro, se encofra y se llena de concreto; sobre este anillo se instalan 4 longarinas que soportarán los

cabezales y divisores del cuadro superior y contendrán a los cuadros inferiores. El cuadro superior contendrá sus propias longarinas, las mismas que se asegurarán con pernos a sus similares. El collar y las estaciones deben tener puertas que cierren su acceso.

2.3.7. Bolsillos, pockets

Pueden ser en número de 2 (para mineral y desmonte) y se excavan en cada nivel. Luego se instalarán sus compuertas.

2.3.8. Optimización

La optimización es la búsqueda y el hecho de mejorar el rendimiento de las operaciones mineras, a partir de determinados cambios en diseños anteriores.

2.3.9. Ciclo operativo

El ciclo operativo viene dado por todo el conjunto de actividades realizadas por la empresa y que se deben llevar a cabo para cumplir el ciclo productivo en la cantidad de tiempo estimada.

2.3.10. Operaciones unitarias

Son cada uno de los trabajos secuenciales necesarios para profundizar un pique, como la evacuación de escombros, sostenimiento, perforación y voladura de rocas.

2.3.11. Perforación

Es el método más común de penetrar la roca por efecto de la percusión (golpe) o por rotación (fricción) por lo que es la primera operación para la voladura de rocas. Cuyo objetivo es conseguir un taladro en la roca con elementos definidos como: el diámetro, la longitud, alineación y estabilidad en las paredes del mismo.

a. Factores que influencian en la perforación:

- Máquina perforadora.
- Barrenos de perforación.
- Brocas de perforación.
- Circulación de fluido de agua y aire
- Dimensiones del taladro.
- Masa rocosa.

b. **Técnicas de perforación utilizadas**: La malla de perforación está formada por taladros alternados y largos casi verticales con inclinación promedio de 60 a 75° en "V" para el arranque y el resto de taladros en forma vertical espaciados a 0.50 a 045 mts de burden y 050 a 0.55 mts de espaciamiento.

c. **Perforación óptima**: Es aquella que minimiza el tiempo de perforación y aumente la eficiencia y la productividad con el fin de eliminar los tiempos improductivos que afecten al ciclo de perforación y voladura. Por lo que se debe hacer eficiente todas operaciones de perforación controlando y realizando los siguientes cálculos:
   - Eficiencia de avance y el avance real de perforación.
   - Tiempo de perforación de un taladro.
   - Tiempo neto de perforación de todos los taladros.
   - Rendimiento de la perforación.
   - Tiempo productivo en %, de cada guardia.
   - Factor y eficiencia de perforación.
   - Calculo de la capacidad de perforación

d. **Voladura óptima**: Aquella que minimiza el costo unitario total, es decir que el costo de perforación, voladura, carguío, izaje, sea mínimo. General mente un costo menor de voladura, en ciertas condiciones, implica una fragmentación deficiente y por lo consiguiente los costos de carguío, acarreo y se verán incrementados. Por otro lado para obtener una voladura optima se requiere en primer lugar conocer los parámetros relacionados a: Explosivo, Roca y geometría del disparo y su interrelación, entre ellas, esto significa que debe evaluarse en base a un parámetro común a las operaciones unitarias mencionadas anteriormente.

e. **Limpieza óptima**: Aquella que minimiza el tiempo total de limpieza, es decir que el costo de izaje, sea mínimo. General mente un tiempo menor de limpieza, en condiciones normales implica un mayor avance en cuanto a la profundización y por lo consiguiente los costos de operación se verían disminuidos. Por otro lado para obtener una limpieza optima se requiere

en de mejorar el sistema de limpieza seguro y rentable de tal manera que se elimine completamente los tiempos muertos mejorando considerablemente la eficiencia.

2.3.12. Profundización: La profundización es un movimiento paralelo al de la ampliación y a menudo se ha presentado como una premisa de la misma.

2.3.13. Eficacia: Capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles en un tiempo predeterminado. Capacidad para cumplir en el lugar, tiempo, calidad y cantidad las metas y objetivos establecidos.

2.3.14. Eficiencia: Uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado; es el requisito para evitar o cancelar dispendios y errores. Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

2.3.15. Rendimiento: Beneficio antes de intereses e impuestos/Activo total. Esta medida nos da el grado de eficacia operativa de todos los bienes y derechos que constituyen el patrimonio de la empresa, o lo que es lo mismo, de todos los recursos comprometidos en la empresa prescindiendo de la procedencia de estos recursos (deuda o fondos propios).

2.3.16. Sistema de bombeo: Los equipos de bombeo son equipos de tipo mecánico que imparten energía al fluido. Ellas se utilizan normalmente en los predios para elevar agua o agregar presión a un sistema de riego. La selección de un equipo de bombeo para un sistema de riego es crítica en su desempeño y eficiente operación. Un equipo es característico para una determinada condición o para operar en un equipo bajo condiciones específicas como es el caso de aspersión. Es necesario enfatizar que un equipo se selecciona sobre la base del caudal requerido y la presión necesaria. Las bombas para elevar agua utilizan energía eléctrica, eólica o petróleo y la transforman en energía cinética que mueva el caudal del fluido a una velocidad tal que logra vencer la energía gravitacional y las pérdidas de carga por roce.

a. Ecuaciones fundamentales continuidad: La ecuación de continuidad relaciona la descarga con la velocidad del flujo en la tubería y el área.

$$Q = V/A$$

Q es el caudal en m^3/seg, V la velocidad en m/ seg y A es el área en m^2.

b. **El área de una tubería**: Se puede calcular conociendo el diámetro (D).

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

c. **Perdidas de carga:** La ecuación más utilizada en determinar las pérdidas de carga es la Darcy Weishbach.

$$\mathbf{Hf = f * (L/D) * (V2/2g)}$$

Donde L es el largo m, D el diámetro m, V la velocidad m/seg., y g es la aceleración de gravedad.

d. **Parámetros de funcionamiento de un equipo de bombeo**:

- **Caudal**: El caudal es el volumen que entrega la bomba por unidad de tiempo. Esto es litros por segundo, o litros por minutos, o metros cúbicos por segundo. Se determina vaciando el flujo que sale de la tubería en un tambor de capacidad conocida y se registra el tiempo en que el agua alcanza el volumen total del envase.
- **Potencia de la bomba**: De este modo, la potencia en el eje de la bomba, considerando su eficiencia, es aquella que corresponde para elevar una determinada masa de agua por unidad de tiempo, comunicándole una cierta presión al fluido para vencer la carga magnética.

2.3.17. Sistema de ventilación

a. **El caudal de aire o flujo**: Es la cantidad de aire que ingresa a la mina y que sirve para ventilar labores, cuya condición debe ser que el aire fluya de un modo constante y sin interrupciones. El movimiento del aire se produce cuando existe una alteración del equilibrio diferencia de presiones entre la entrada y salida de un ducto, por causas naturales (gradiente térmica) o inducida por medios mecánicos (ventiladores).

b. **Ventiladores axiales**: En este tipo de ventiladores, el aire ingresa a lo largo del eje del rotor y luego de pasar a través de las aletas del impulsor

o hélice, es descargado en dirección axial. También se les llama ventiladores de hélice.

- Presión estática media.
- Ofrece el más alto flujo de aire.
- Eficiencia entre 70 y 80%.
- Son capaces de trabajar a las velocidades (RPM) más altas.
- Presentan una gama de fuerte inflexión e inestabilidad.
- Producen los niveles de ruido más altos.
- Son más flexibles, es decir versátiles.
- Son más baratos y compactos.

2.4. HIPÓTESIS

- **H_1:** Rediseñando el programa de profundización del Pique Nº 03 se optimizarán los costos de operación en la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

- **H_0:** Rediseñando el programa de profundización del Pique Nº 03 **no** se optimizarán los costos de operación en la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

2.5. VARIABLES DE ESTUDIO

2.5.1. Variable Independiente

X1: Rediseño del programa de profundización del Pique Nº 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada - Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

2.5.2. Variable Dependiente

Y1: Costos de operación.

2.5.3. Definición operacional de las variables

Cuadro N° 03: Definición operativa de variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADORES
Variable independiente	X1: Rediseño del programa de profundización del Pique N° 03 Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.	Es un cambio drástico de un proceso para adoptar nuevas reglas y procedimientos y estar abierta a cambios por medios de los cuales sus negocios puedan llegar a ser más productivos.	Viene a ser la modificación de las actividades programadas que permitirán obtener un tiempo distinto en la extracción de desmonte con una fragmentación de material que estén comprendidos dentro de un rango especifico y un apilonamiento en la operación de carguío, el sostenimiento preventivo, el costo de perforación y voladura y los tiempos	Eficiencia (ml/dia), Capacidad de izaje (m3/dia)
Variable dependiente	Y1: Costos de operación	Se define como el valor de los insumos que requieren las unidades económicas para realizar un proceso de trabajo y la obtención de ganancias; ejemplo: capital, constituido por los pagos al empresario, al trabajo, pagos de sueldos, así como también los bienes y servicios consumidos en el proceso productivo (materias primas, combustibles, energía eléctrica, servicios, etc.).	Este es un tipo de costo que está involucrada directamente a cada uno de los trabajos secuenciales necesarios como la perforación, voladura de rocas, carguío e izaje. para profundizar el Pique N° 03 en Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.	Optimización de costos ($/ml)

Capítulo III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

Distrito : Lircay

Provincia : Angaraes

Departamento : Huancavelica

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es ***aplicado.*** Puesto que persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar. En la actualidad este método está aplicándose en el pique N°03 Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. De Minas Buenaventura S.A.A. con un rediseño del programa de profundización, para optimizar los costos de operación.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El estudio es ***explicativo***. Puesto que permite explicar sobre el diseño, ejecución, costos en el ciclo de operación y profundización del pique N°03 Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. De Minas Buenaventura S.A.A. el cual tiene el propósito de llegar al conocimiento de sus causas, de ¿Por qué ocurren? y ¿En qué condiciones?

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Método General

La presente investigación utilizara el ***Método Científico***. Puesto que usamos un conjunto de técnicas y procedimientos que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación, formulación, análisis y modificación de las hipótesis.

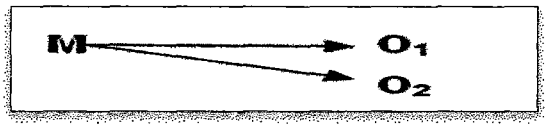
3.4.2. Método Especifico

La investigación es de ***método experimental.*** Consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular "El método experimental es un proceso lógico, sistemático que responde a la incógnita: ¿Si esto es dado bajo condiciones cuidadosamente controladas; que sucederá? es decir cómo medir, en qué orden, y qué precauciones tomar al hacerlo.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es ***Pre – experimental.*** Es el diseño de investigación que nos permitirá analizar las variables intervinientes en la hipótesis. Los resultados de estudio esta relacionados a causa – efecto, diseños de un grupo con medición antes y después así como diseños de comparación.

Modelo matemático.



Dónde:

O_1: Observación con el modelo tradicional.

O_2: Observación de resultado con el nuevo modelo.

$$M = \frac{\text{T1 T2}}{\text{O1 X O2}}$$

Dónde:

M: Muestreo en el pique N° 3

O_1 y O_2: Observación del resultado con el nuevo modelo.

X: Aplicación de un proceso empírico y verídico.

T_1 y T_2: Muestreos que se hacen de las observaciones.

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

3.6.1. Población

Los piques de la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

3.6.2. Muestra

Considerando el alcance citado en la presente investigación, la muestra es el Pique N° 03 Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

3.6.3. Muestreo

El número de muestras a tomar en el ciclo de profundización del pique será en relación al tiempo y costo.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnicas

Para el presente trabajo de investigación se utilizaran las técnicas de observación, sistema de registros y las muestras a fin de analizar los contenidos de los diseños y programas para la optimización de la profundización.

3.7.2. Los instrumentos

Los instrumentos usados en la presente investigación serán cálculos, planos, hojas de registros, datos adquiridos del terreno, etc.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.1. Revisión de datos

Se realizó a través de fuentes de información aportadas por la empresa, libros especializados de perforación y voladura en piques, así como datos extraídos de páginas relacionados a profundización en piques en internet.

3.8.2. Codificación de datos

Parámetros:	**Codificación**
Ancho sección:	2.5 mts
Largo sección:	5.8 mts

3.8.3. Clasificación de datos

Se clasificara la totalidad de la información según el rubro donde pertenezca mediante al diseño de investigación realizada.

3.8.4. Presentación de datos

Esta se realizara mediante el diseño de cuadros estadísticos, histogramas, cuadros de comparación, etc., que reflejen los resultados obtenidos.

3.8.5. Análisis de datos

Una vez recopilada y registrada la información, se sujetara a un proceso de análisis para que se pueda precisar las causas que llevaron a tomar la decisión de realizar el estudio.

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

- Se utilizara el programa Auto Cad 2009 para el diseño de la construcción.
- Además el programa Ms Proyect 2006 para el control de operaciones.
- El programa Excel para cálculos de costos, eficiencia, etc.
- Las Medidas de Tendencia Central (la media aritmética, la mediana y la moda), de Dispersión (La varianza y la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad). Las de forma: la Kurtosis.

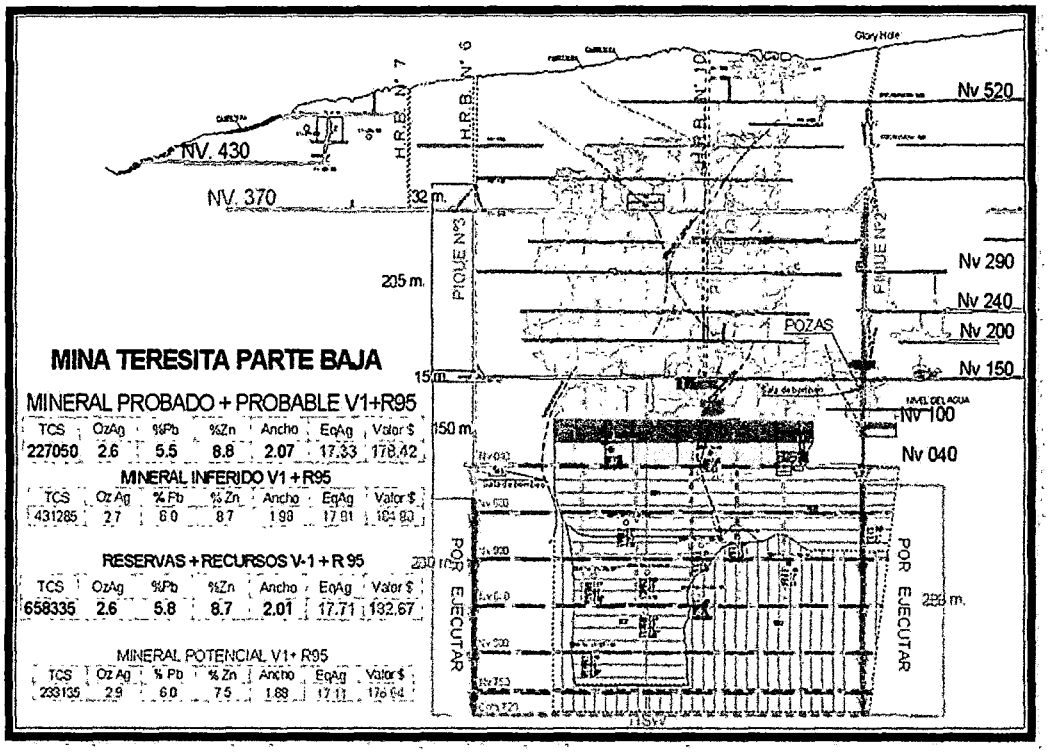
Capítulo IV

RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El diseño del pique N° 03 se inicia con el winche en el nivel 4,370 en el eje del R.B N°6. Previamente la rehabilitación de la galería sobre la veta 1 hasta el R.B N°6 y el pique N°2 hasta el Nv. 150, y luego continuar con la profundización en ciego hacia la parte baja de la Mina Teresita y tener acceso a las reservas de mineral mostrados por el sondeo diamantino, con un presupuesto total hasta su culminación de 9'753,985.00 $. El proyecto considera un sistema de bombeo que garantiza la máxima efectividad de las aguas subterráneas, para lo cual se ha mejorado los diseños teniendo en cuenta las características del agua, alcalinidad y su alta temperatura, actualmente la profundización se encuentra en el Nv. 3,980.

Plano N° 01: Proyecto de profundización de la Mina Teresita



Plano del proyecto por ejecutar. ***Fuente:*** *Planeamiento Recuperada 2010*

4.1.1. Conceptualización de método y ciclo de operación en la profundización del pique N° 03

La profundización del pique se efectuará por el método convencional de profundización en ciego, se armará cuadros de pino con 3 compartimientos.

De todas las aperturas realizadas en las minas la profundización de **piques son las obras que demandan tiempo y dinero**, además de ser un procedimiento complicado y de alto riesgo.

4.1.2. Requerimientos

Los equipos que se utilizan en la construcción del pique son los siguientes:

- 3 bombas sumergibles, una neumática y 2 eléctricos.
- Una plataforma de trabajo metálica
- 04 tecles de 02 ton.
- Dos baldes de 0.5 m^3
- Adaptador para instalación de pernos y Split set.
- Una perforadora Jack Leg y sus accesorios.
- Dos barras de avance de 1,20 y 1,60 m.
- Un Pick Hammer, para el picado de patillas.
- Un ventilador de 12 HP, con manga de 18 pulg.

4.1.3. Sostenimiento

a. Sostenimiento temporal

Se utilizarán malla de 2" x 2" de cocado, las mallas tienen un ancho de 3.00 m x 1.50 m y se fijaran en el contorno por los Split set de 5 pies de longitud, instalados sistemáticamente a 1.5 m.

Si: 1.50 m = 59.055 Pulg.

Los paños se traslapan a 3 cocadas = 6 pulg.

- N° de mallas:

$$N^{\circ}\ Mallas = \frac{20\ m}{1.50\ \frac{m}{malla}} - 1.6764 = 11.657\ \approx 12\ mallas.$$

$$N^{\circ}\ de\ mallas\ en\ el\ contorno = 12\ mallas\ X\ 4\ lados = 48\ Mallas$$

- **N° de Split set:**

$$N^{\circ}\ Split\ set = \left(12\ mallas\ x\ 5\frac{split\ set}{malla}\right) - \left(11\ traslapes\ x\ 2\frac{split\ set}{traslape}\right)$$

$$= 38\ split\ set.$$

$$N^{\circ}\ de\ split\ set\ en\ el\ contorno = 38\ split\ set\ x\ 4\ lados = 152\ split\ set.$$

- **Precio por instalación de malla y Split set (NV. 4000 AL NV. 3980 ($)):**

Precio de instalación = 48 (mallas + Split set) X 9.68 $/ (malla + Split set) = 464.64 $

Precio de instalación de Split set = 152 Split set X 7.68 $/ Split set = 1167.36 $.

b. Sostenimiento definitivo

Además del sostenimiento con Split set y malla se realizara el sostenimiento definitivo con cuadros colgantes de tres compartimientos cuyos postes son de 8"x8"x7', divisores 8"x8"x5', largueros de 8"x8"x18', templadores verticales de 5/8" x 1.30 m y templadores horizontales de 5/8" x 1.00 m y un collarín de concreto armado en cada nivel.

Cuadro N° 04: Costo total del cuadro con enrejado

								PROFUNDIZACIÓN DEL NV. 3,980 AL NV. 3,940	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB TOTAL	CANTIDAD	PRECIO		
1	Longarinas	und	2	300.08	600.15	26	7802.01	36	10802.79
2	Tirantes	und	4	225.06	900.23	52	11703.02	72	16204.18
3	Postes	und	8	150.04	1200.31	104	15604.03	144	21605.58
4	Cortina	und	1	75.02	75.02	13	975.25	18	1350.35
5	Enrejado	und	8	75.02	600.15	104	7802.01	144	10802.79
6	Descanso y escaleras	und	0.5	225.06	112.53	6.5	1462.88	9	2025.52
	COSTO TOTAL CUADRO COMPLETO CON ENREJADO (S/.)				3488.40		45349.20		62791.20

Sostenimiento definitivo con cuadros colgantes de tres compartimientos

4.1.4. Perforación y Voladura

Para la perforación se emplea la máquina Jack Leg con barrenos de 6 pies, se perfora el frente completo en corte en "V" con arranque y taladros de alivio, la malla cubrirá los taladros cargadas según el comportamiento de estructura rocoso, para la voladura se utiliza detonadores no eléctricos, en el caso de que se utilice detonadores eléctricos se usarán explosivos para su detonación.

El personal utilizado son 02 Piqueros y tres ayudantes piqueros.

El carguío se realizará manualmente.

Sección rectangular: 2.50 m x 5.80 m.

a. **Calculo del número requerido de taladros en un pique:** El número de taladros requerido para una voladura de un pique depende del tipo de roca a volar, del grado de confinamiento del frente, del grado de fragmentación que se desea obtener y del diámetro de las brocas de perforación disponibles; factores que individualmente pueden obligar a reducir o ampliar la malla de perforación y por consiguiente aumentar o disminuir el número de taladros calculados teóricamente. Influyen también la clase de explosivo y el método de iniciación a emplear.

   La siguiente formula empírica es usada para determinar el número de taladros para los diferentes tamaños de piques en rocas duras.

b. **Cálculo del número de taladros a perforar (N)** según el MANUAL DE EXPLOSIVOS de Química Sol S.A. para un frente ciego.

$$N = 0.234 * A + 22$$

Dónde:

- N = Numero de taladros en el pique
- A= Área del pique en pies^2
- A = 2.5*5.8=14.5 m^2
- A = 14.5 m^2; (156.07 pies^2); N = 0.234 * 156 + 22 = 58.52 ≅ 60 taladros

c. **También se puede calcular con al siguiente expresión.**

$$N°. Tal. = (P/dt) + (kxS)$$

Dónde:

- A: Ancho del pique
- H: Altura de Pique.
- S: Área.
- P: Perímetro

$$P = 2(A+b)$$

Dónde:

A: ancho del pique.

b: largo del pique.

- **Dt = e** Distancia entre los taladros de la circunferencia o periféricos.
- **K**: Coeficiente o factor de roca.

Cuadro N° 05: Valores de (dt) Y (K)

Dureza de roca	Distancia entre taladros (dt) en metros	Coeficiente de roca (k)
Tenaz	0.50 a 0.55	2
Intermedia	0.60 a 0.65	1.5
Friable	0.70 a 0.75	1

Parámetros según la dureza de la roca. ***Fuente:*** *Geomecanica, Recuperada 2011*

Distancia entre los taladros, para arranque de 10 a 30 cm, para ayudas de 60 a 90 cm y para los cuadradores de 50 a 70 cm.

N.t. = (P/e) + K S.

N.t. = (16.6/0,5) + 2 x 14.5 =62.2

N.t = 60 taladros.

d. Características de perforación del Pique

- N° de Taladros perforados = 60
- N° de taladros cargados = 60
- Longitud del taladro = 6 pies
- Tipo de corte = "V" de 12 taladros.
- Explosivo = SEMEXA 45% y SEMEXA 65%

Cuadro N° 06: Características técnicas de los explosivos a usar

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDADES	SEMEXSA 65	SEMEXSA 45
Densidad	g/cm³	1.12± 3 %	1.08 ± 3 %
Velocidad de detonación *	m/s	4200	3800
Velocidad de detonación **	m/s	5000	4700
Presión de detonación	kbar	70	60
Energía	kcal/kg	950	900
Volumen normal de gases	l/kg	932	939
Potencia relativa por peso (Anfo = 100)	%	104	99
Potenc relativa por volumen (Anfo = 100)	%	144	132
Resistencia al agua (Norma Técnica Peruana)	hora	3	2
Categoría de humos		1	1
Vida útil	meses	18	18

Explosivos que se utiliza. ***Fuente:*** *Catalogo Exsa, Recuperada 2010*

e. **Cargado de Taladros**

- **Área**:

$$Area = A * L * 0.90$$

Área= 2.5*5.8*0.90=13.05 m3

- **Longitud de taladro (Lt):**

$$Lt = Longitud\ de\ barreno * 95\%$$

Lt=2.40*95%=2.28 m

- **Avance estimado (Ae):**

$$Ae = Lt * 92\%$$

Ae=2.28*92%=2.10 m

- **Peso de explosivo (Pe):**

11 cartuchos por taladro

4 cartuchos de Seméxa de 65%

$$\text{N° Cart.} = 50\ \text{tal.} * 4\frac{\text{cart.}}{\text{tal.}} = 200\ \text{Cartuchos}$$

7 cartuchos de Seméxa de 45%

$$\text{N° Cart.} = 50\ \text{tal.} * 7\frac{\text{cart.}}{\text{tal.}} = 350\ \text{Cartuchos}$$

$$Pe = N°Cartuchos * peso\ de\ cartucho\ (kg)$$

Pe =200 cartuchos (0.109kg/cartucho)+350 cartuchos (0.108 kg/cartucho)=59.60 kg

- **Longitud de barrenación (Lb):**

$$Lb = Lt * \#taladros\ perforados$$

Lb=2.28metros/taladro*60taladros=136.80 m

- **Volumen roto (Vr):**

$$Vr = Ae * A * L$$

Vr=2.10*2.50*5.80=30.45 m3

- **Esponjamiento 35%**:

Esponjamiento = 30.45 m3* 0.35 =10.6575 m3

- **Volumen roto total (Vt):**

$$Vt = Vr + Volumen\ esponjado$$

$$Vt = 30.45 + 10.6575 = 41.1075\ m3$$

- **Tonelaje roto (Tr):**

$$Tr = Vr * peso\ especifico\ de\ desmonte$$

Tr=30.45 m3*2.20tn/m3=66.90 tn

- **Factor de avance (Fa):**

$$Fa = \frac{Peso\ total\ de\ explosivos}{Avance\ estimado}$$

Fa=59.60kg /2.10m =28.38 kg/ml

- **Factor de carga (Fc):**

$$Fc = \frac{Peso\ total\ de\ explosivos}{volumen\ roto\ de\ desmonte}$$

Fc=59.60kg /30.45 m3 =1.957 kg/m3

- **Facto de potencia (Fp):**

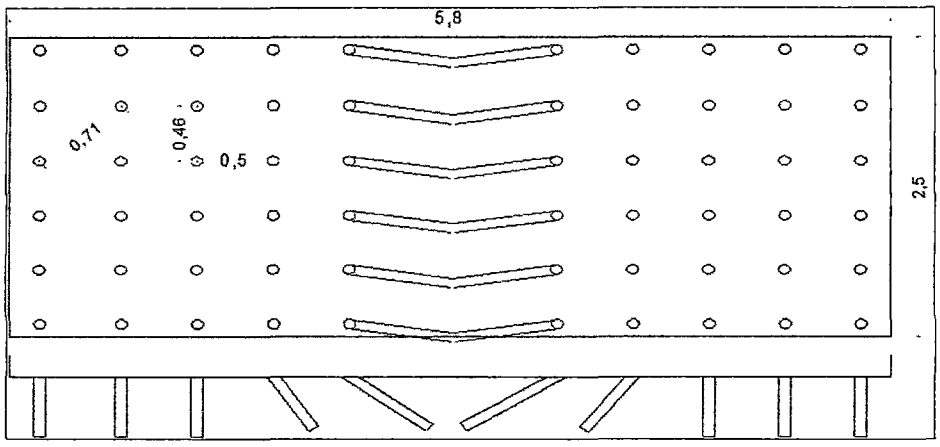
$$Fp = \frac{Peso\ total\ de\ explosivos}{Tonelaje\ roto\ de\ desmonte}$$

Fc=59.60kg /66.90 tn =0.89 kg/tn

- **Accesorios:**

- Consumo De Cordón detonante = 30 m
- Carmex = 02
- Detonador eléctrico = 01
- Explosor (600 disparos) = 01.

Grafico N°11: Malla de perforación Pique.



Distribución de taladros en sección completa del Pique. ***Fuente:*** *Dpto. de Minas, Recuperada 2011*

Cuadro N° 07: Resumen perforación y voladura

BASE DE DATOS			
TIPO LABOR / SECCION	LABOR	EFICIENCIA	SECCION
LONGITUD DE AVANCE			2.50*5.80
Datos Generales			
TIPO DE ROCA	MEDIA		
ANCHO FRENTE	m		**2.50**
LARGO FRENTE	m		**5.80**
AREA DEL FRENTE	m2		13.05
LONGITUD DE BARRENO	pies		8.00
LONGITUD DE BARRENO	m		2.40
LONGITUD DE TALADRO	m	**95%**	2.280
AVANCE ESTIMADO	m	**92%**	2.098
DIAMETRO DE TALADRO	mm		38.000
Nº TALADRO DE ALIVIO	und.		10.000
TALADROS DISPARADOS	und.		50.000
CARTUCHOS POR TALADRO	und.		11.000
SEMEXA 65%	und.		200.000
SEMEXA 45%	und.		350.000
PESO TOTAL DE EXPLOSIVO	kg.		59.600
TALADROS PERFORADOS	und.		60.000
LONGITUD DE BARRENACION	ml		136.800
PIES PERFORADO	pp		448.819
PESO ESPECIFICO DESMONTE	tn/m3		2.200
VOLUMEN ROTO DE DESMONTE	m3		30.450
EXPONJAMIENTO		35%	10.658
VOLUMEN ROTO TOTAL	m3		**41.108**
TONELAJE ROTO	tm		66.990
FACTOR DE AVANCE	Kg/ml		28.413
FACTOR DE CARGA	Kg/m3		1.957
FACTOR DE POTENCIA	Kg/tm		0.890

Características generales de una voladura en sección completa del Pique. ***Fuente:*** *Dpto. de Minas, Recuperada 2011*

4.1.5. Izaje

El izaje del material roto se realiza manualmente hacia el balde se utiliza 07 personas, el winchero, timbrero/volteador y 05 paleros, el izaje se realiza hasta el bolsillo del nivel 150 donde se encuentra una placa de volteo.

El balde se moviliza sobre las guías de madera con una guía metálica en triangulo para darle mayor estabilidad al momento del izaje los cuales contará con señalización de luces en cada nivel (luz roja subiendo, luz verde bajando) también contará con timbres para indicar el accionar del winche (1 parar, 2 bajar, 3 subir y timbrado continuo emergencia), también contamos con red de teléfono.

4.1.6. Detalles del izaje y la limpieza del fondo del pique

Cuadro N° 08: Calculo de N° de baldes/Gda

FONDO DE PIQUE N° 3					
LABOR	CARGUIO	SALIDA C/C	DESCARGUE	RETORNO S/C	TIEMPO CICLO (Min.)
PIQUE N°3	4.45	3.11	3.00	2.5	13.0
				NUMERO DE BALDES POR HORA	7.0
				NUMERO PROMEDIO DE BALDES POR GDA	30.0

IMPRODUCTIVIDAD					
LABOR	CARG/DESC.	SALIDA C/C	DESCARGUE	RETORNO S/C	TIEMPO MUERTO (Min.)
PIQUE N°3	4.45	3.11	3.00	2.50	

dimensiones del Balde					
LABOR	FORMA	Diametro (m)	PROFUN. (m)	AREA (m2)	VOLUMEN BALDE (M3)
BALDE N° 1	Circular	0.86	1.00	0.58	0.58
BALDE N°2	Circular	0.86	1.00	0.58	0.58
VOLUMEN TOTAL EN LOS DOS BALDES					1.16
FACTOR DE LLENADO (95%) M3 DE UN SOLO BALDE					0.55

dimensiones del pique					
LABOR	ANCHO (m)	LARGO (m)	PROFUN. (m)	AREA (m2)	VOLUMEN ROTO (M3)
PIQUE N°3	2.50	5.80	2.10	14.50	30.45
FACTOR DE ESPONJAMIENTO 35%					10.66
				TOTAL (M3)	41.11

DESCRIPCION	N° BALDES/GDA	HORAS /GDA
SISTEMA ACTUAL CON UN BALDE Y CASTILLO	30	8

Cuadro N° 09: Datos de la limpieza

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	263	34	487	0.37
2	260	21	489	0.37
3	259	19	482	0.37
4	262	22	494	0.36
5	261	15	499	0.36
6	262	14	510	0.35
7	255	21	487	0.37
8	289	11	536	0.34
9	276	15	501	0.36
10	273	18	496	0.36
11	277	21	486	0.37
12	245	34	482	0.37
13	288	10	481	0.37
14	302	26	510	0.35
15	265	14	525	0.34
16	273	13	497	0.36
17	279	56	497	0.36
18	255	12	494	0.36
19	281	10	491	0.37
20	244	9	526	0.34
21	265	12	516	0.35
22	284	15	430	0.42
23	265	43	367	0.49
24	263	23	455	0.40
25	245	21	456	0.39
26	273	32	478	0.38
27	254	9	433	0.42
28	256	11	489	0.37
29	267	16	468	0.38
30	272	19	468	0.38
PROMEDIO	**267.10**	**19.87**	**484.33**	**0.37**
TOTAL	**8013**	**596**	**14530**	

Limpieza en base a tiempos luego de una voladura. ***Fuente:*** *Dpto. de Minas, Recuperada 2011*

4.1.7. Cable de izaje

Los cables utilizados en las explotaciones mineras, en caso del Pique N° 03 Mina Teresita se están utilizando un cable de acero galvanizado con resistencia de rotura comprendida entre los 140 a los 180 kg/mm2.

El cable de izaje para el balde va enganchado en el pin debajo de la jaula el cual tiene un diámetro de ¾" con una longitud de 30 mts. y una lora con seguro de 5 Tn. para enganche en la cadena del balde.

a. **Cables de extracción**: En pique N° 03 se está utilizando cables de 6 torones de 19 y 37 alambres por torón, con torcido Lang.

Estos cables pueden estar parcialmente equilibrados mediante un alma central mixta o enteramente metálica. Los cables de extracción suelen estar montados, ya sobre una máquina de tambor cilíndrico, bicilíndrico-cónico o bicónico, ya sea sobre una polea de adherencia Koepe. Los cables de extracción constituidos por 8 torones sobre un alma mixta se encuentran en muchos pozos equipados con polea Koepe. Ellos son semi-anti giratorios. En caso de profundidades importantes hay que recurrir al cable anti giratorio más equilibrado, con el fin de evitar las reacciones de este sobre las guías de la jaula.

b. **Cables de profundización**: Estos cables han de ser anti giratorios y muy flexibles, lo que permite el uso de poleas de menores diámetros que los pozos de extracción.

En cuanto al coeficiente de seguridad, se admite 7 para el transporte de materiales y 10 para personas.

Cuadro N° 10: Peso y resistencia aproximada de los cables.

Diametro			6 X 37 Alma de fibra, acero arado mejorado		6 X 37 Alma de acero, acero arado mejorado
		peso aprox.	resistencia a la roptura	peso aprox.	resistencia a la roptura
mm	pulgadas	En Kg/m	en TONELADAS	En Kg/m	en TONELADAS
6.35	1/4"	0.15	2.4	0.16	2.59
7.94	5/16"	0.24	3.66	0.29	4.03
9.53	3/8"	0.35	5.23	0.38	5.75
11.11	7/16"	0.48	7.09	0.54	7.8
12.7	1/2"	0.62	9.7	0.7	10.4
14.3	9/16"	0.78	12.2	0.88	13.2
15.9	5/8"	0.97	15.1	1.09	16.2
19.05	3/4"	1.38	21.6	1.57	23.2
22.23	7/8"	1.9	29.2	2.15	31.4
25.4	1"	2.47	37.9	2.78	40.7
28.6	1-1/8"	3.12	47.7	3.54	51.3
31.75	1-1/4"	3.85	58.6	4.35	63
34.93	1-3/8"	4.66	70.5	5.28	75.7
38.1	1-1/2"	5.56	83.5	6.27	89.7
41.27	1-5/8"	6.42	97.1	7.37	104
44.45	1-3/4"	7.49	112	8.58	121
47.62	1-7/8"	8.67	128	9.79	138
50.8	2"	9.84	145	11.15	156
54	2-1/8"	11.2	162	12.57	174
57.15	2-1/4"	12.4	181	14.1	195

Detalle de los cables empleados en la profundización del Pique. ***Fuente:*** *Dynatec mining limited of Canadá, 2010*

4.1.8. Calculo de peso del cable

MINE ACCESS DESING de DYNATEC MINING LIMITED DE CANADA; determina mediante la fórmula el cálculo del diámetro del cable: Para las profundidades inferiores a 4500 pies (1371.6 metros).

La profundidad máxima de la mina Teresita – UP. Recuperada, del Pique Nro. 03 llega hasta el nivel 980, un total de 350 metros, por lo tanto este cálculo desarrollado es operable.

$$W = \frac{PX(1+S)X1000}{1377 - Ls}$$

Dónde:

W: Peso del cable en (Kg/m).

P: Carga (payload) en (Ton).

S: Masa de jaula/Masa de carga.

Ls: Lu/5

Lu: Longitud máxima del cable que puede ser suspendido. (m).

Cuadro N° 11: Resumen de tiempos de izaje de personal.

Tipo de jaula	Altura de izaje (metros) Del Nv 980 a Nv 370	Velocidad (m/s)	Capacidad de Jaula (pasajeros)	Tiempo de Izaje (minutos) Del Nv 980 a Nv 370
01 Piso	390	3.15	9	4.33

Tiempos empleados en el traslado de personal en la jaula a través del Pique. ***Fuente****: Dpto. de Minas, Recuperada 2011*

Hallando el peso del cable:

Datos:

P: 1 ton

Peso de jaula: 1200 kg

Lu: 390 m.

$$W = \frac{1X(1+2200/1000)X1000}{1377 - 390/5}$$

$$W = \frac{1X(1+2.2)X1000}{1377 - 78.0}$$

$$\boldsymbol{W = 2.463 = 2.46\ Kg/m}$$

Este dato esta en este rango mayor de 1.9 y menor de 3.12 entonces el 2.46 pertenece al cable de 1 pulgadas de diámetro.

Con este dato que es 2.46 se busca en el cuadro N° 07 de cables y conseguimos que corresponde a diámetro 1 pulgadas con esfuerzo a la rotura de 37.90 toneladas.

El cable debe ser de tipo "ROUND STRAND" 6 X 37 Alma de fibra, acero arado mejorado.

4.1.9. Calculo de factor de seguridad del cable.

El factor de seguridad de un cable de acero es la relación entre la resistencia a la ruptura mínima garantizada del cable y la carga o fuerza de trabajo a la cual está sujeta. No es posible detallar el factor de seguridad para todas las aplicaciones, porque también hay que considerar el ambiente y circunstancias en el área de trabajo, pero en el siguiente cuadro se observa una guía general para la selección del correspondiente factor de seguridad para distintos trabajos con cables.

4.1.10. Calculo de factor de seguridad.

a. Tomando la fórmula de DYNANTEC - CANADÁ se tiene el siguiente formula.

$$F.s = 8 - 0.0005xd$$

Dónde:

- Fs.: Factor de seguridad
- d: Longitud de cable desde la polea hasta el fondo del pique en pies.

Datos: la longitud de cable desde el Nv. 4,370 hasta el Nv. 3,980 es 390 metros, equivalente en pies es igual a 1,279.528 ≈ 1,280 pies.

Por lo tanto en factor de seguridad es:

$$F.s = 8 - 0.0005x1280$$

$$\boldsymbol{F.s = 8 - 0.640 = 7.3}$$

Entonces deducimos de este resultado, que este factor está dentro de los rangos exigidos para cables de izaje en minas (vertical e inclinado) que tiene una factor de 7 a 8, tal como indica el cuadro Nro. 09.

b. Por otro método para calcular el factor de seguridad

$$F.s = \frac{Resistencia\ ala\ Rotura}{Peso\ total}$$

Peso total se calcula de esta manera:

$$\boldsymbol{P.t = peso\ del\ cable + peso\ jaula + peso\ a\ trasportar}$$

Peso del cable = 2.47 kg/m de la tabla 01. =2.47kg/m*390m=963.3 kg

Peso de la jaula = 2.8 ton = 2800 kg

Peso a transportar = 1200 kg

$$P.t = 963.3 + 2800 + 1200 = 4963.3\ kg$$

$$\boldsymbol{F.s = \frac{37.90}{4.963} = 7.637}$$

Demostrado que por las dos maneras del cálculo el factor de seguridad está en el rango indicado de la cuadro Nro. 10.

4.1.11. Calculo del diámetro de la polea

La polea es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula o skip (resistencia) y en la otra el winche o tambora (potencia).

Según PEELE, para cables de 6x19 el diámetro mínimo de la polea debe ser 50 veces el diámetro del cable.

$$\emptyset\ de\ polea = 50 * \emptyset\ de\ cable$$

$$\emptyset\ de\ cable\ que\ tiene\ el\ winche\ de\ izaje\ del\ pique\ N°03\ es\ de\ 1\ pulgada$$

$$\boldsymbol{\emptyset\ de\ polea = 50 * 1\ pulgada = 50\ pulgadas = 1.27\ m}$$

4.1.12. Calculo de winche.

a. Calculo del tambor

- **Diámetro del tambor.-** para el cálculo del diámetro del tambor hay diversidad de criterios. Algunos fabricantes recomiendan:

$$D = 45 * d$$

Dónde:

D: Diámetro del tambor.

d: diámetro del cable.

DYNANTEC - CANADÁ en base a sus leyes, indica que la relación de estos diámetros debe ser por lo menos 60 a 1, para cables de 1 pulgada

de diámetro o inferiores a este. PEELE, indicaba que D = 60*d, "por lo menos". Considerando D = 60*d.

Entonces en pique 03 el diámetro de tambor es:

D = 60*1 = 60pulg = 1.524 m = 5 pies.

b. Longitud del tambor

- Longitud del cable desde el tambor al fondo del pique N° 03 que es hasta el nivel 920 es de 450 metros.
- Longitud adicional para amarres, etc. 10% = 45 m
- Sub total = 495 metros (1624.01 pies).
- El diámetro Winche de Mina Teresita – UP. Recuperada - pique N° 03 es 5.0 pies; (1.524 m),
- Capacidad de cable enrollado.
- Primera capacidad: 7 vueltas muertas.
- Número de vueltas de todo el cable en el tambor analizado para Winche de Teresita: Capacidad de cable enrollado.

c. Calculo de numero de vueltas

$$N.v = \frac{1624\,pies}{\emptyset\ tambor * \pi} + 7\ Vueltas;$$

$$N.v = \frac{1624\,pies}{5\,pies * 3.142} + 7\ Vueltas$$

$$N.v = 110\ Vueltas$$

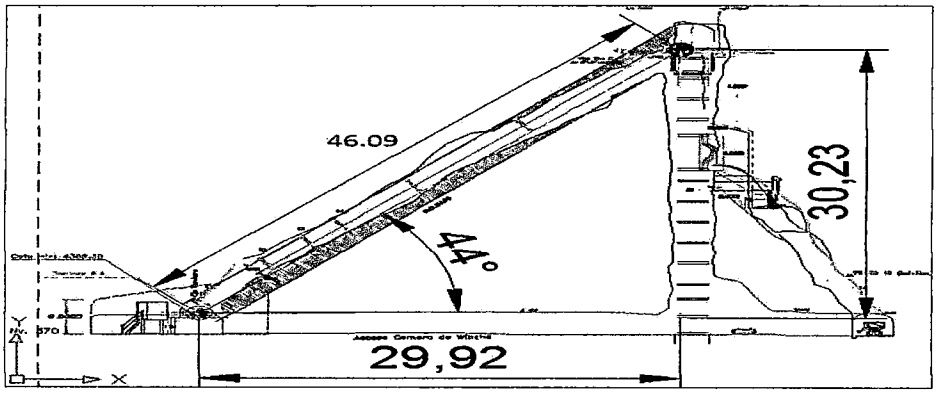
Finalmente longitud del tambor:

$$Lt = Nv * \emptyset\ de\ cable$$

$$\mathrm{Lt} = 110 * 1\,pulg = 110\,pulgadas; (2.584\,m \cong\ 2.6\,m)$$

4.1.13. Calculo del fleet angle (ángulo de desviación).

Plano N° 02: Detalles de la cámara de winche



Longitud e inclinación de los cables de izaje sobre la polea y el winche. ***Fuente:*** *Dpto. de Minas, Recuperada 2011.*

El ángulo de desviación llamado también ángulo de fuga, es el ángulo que forma, el cable en su posición externa con el plano perpendicular a los ejes de la polea, y del tambor pasando por sus centros.

A fin de evitar el rozamiento del cable sobre el borde de la polea, el rozamiento de los torones entre si y del cable con las otras vueltas sobre el tambor, este ángulo debe ser lo más pequeño posible.

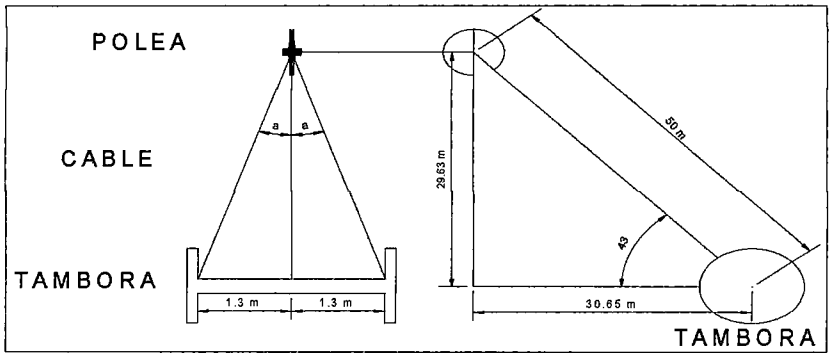
Un ángulo de desviación muy grande, puede ser la causa del resquebrajamiento del cable.

Un ángulo de desviación muy pequeño, hace que el cable se amontone en las bridas del tambor.

- Longitud del tambor: 2.6 m.
- Distancia del eje del tambor al eje de la polea.
- Horizontal: 30.59 m.
- Vertical: 29.47 m.
- Inclinado: 46.09 m.
- Fleet Angle Permisible, el ángulo de desviación permisible esta entres estés rangos. Mínimo 0 ° 30', Máximo 1° 30'.

4.1.14. Hallando en ángulo de desviación

Grafico N° 12: ángulo de desviación



Consideraciones generales para el cálculo del ángulo de desviación. ***Fuente:*** *Dpto. de Minas, Recuperada 2011*

$$tg\alpha = \frac{2.6\ m/2}{50\ m} = 0.026$$

$$tg\alpha = 0.026$$

$$\alpha = tg^{-1}\ 0.026$$

$$\boldsymbol{\alpha = 1°29'21.68''}$$

Demostrando así que estamos dentro del rango permisible del ángulo de desviación.

4.1.15. Requerimiento de fuerza

Para los hp requeridos, una forma simple de calcular es mediante la fórmula:

$$\boldsymbol{HP = \frac{V * P}{75 * E}}$$

Dónde:

- V: Velocidad 1.5 m/seg.
- P: Carga (peso) Total toneladas: P1+P2+P3
  - P1: Peso del Cable
  - P2: Peso de Jaula
  - P3: Peso a Transportar
- E: Eficiencia mecánica y eléctrica.

Los datos son:

- V: 3.15 m/s

- P1: 2.470 Kg/m para cable de 1 pulgada = 2.470 kg/m* 390m = 963.3 kg.
- P2: Peso de jaula = 2800kg
- P3: Peso a transportar = 1000kg
- P. total = 963+2800+1000 = 4763.0 kg.
- E: El eficiencia mecánica y eléctrica es al 80%

$$HP = \frac{3.15\frac{m}{seg} * 4763.0kg}{75 * 0.8}$$

$$HP = \frac{15003.45\frac{m}{seg} * kg}{60} = 250.057 \cong 250\ HP.$$

El balde será izado por el winche de 2 tamboras principal Electro - Mecanico de 250 HP de potencia en una capacidad de izaje de 8.5 toneladas, con una longitud de enrollamiento efectivo de 390 mt. y una velocidad constante de 3.15 mt/seg. La capacidad del skip es de 3,5 ton. La capacidad del balde es de 0.5 m^3 para la extracción del material roto en el fondo del pique, hecho de planchas de acero.

Cuadro N° 12: Resumen de cálculos para el Winche de izaje

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
1	Marca y N° de tambores	Ingersoll Rand de 02 Tamboras
2	Tipo/Diámetro del cable	ROUND STRAND/ 1 Pulgada
3	Peso del Cable	2.46 Kg/m
4	Factor de Seguridad	7.3
5	Esfuerzo a la rotura del Cable	37.90 toneladas
6	Diámetro de Polea	50 Pulgadas; 1.27 m
7	Diámetro del Tambor	5 pies; 1.52 m
8	Longitud del tambor	110 pulgadas; 2.60 m
9	Fleet Angle/Angulo de Desviación	1°30°
11	Requerimiento de fuerza	250 HP
12	Capacidad del Skip	3.5 Ton
13	longitud de enrollamiento efectivo	390 m

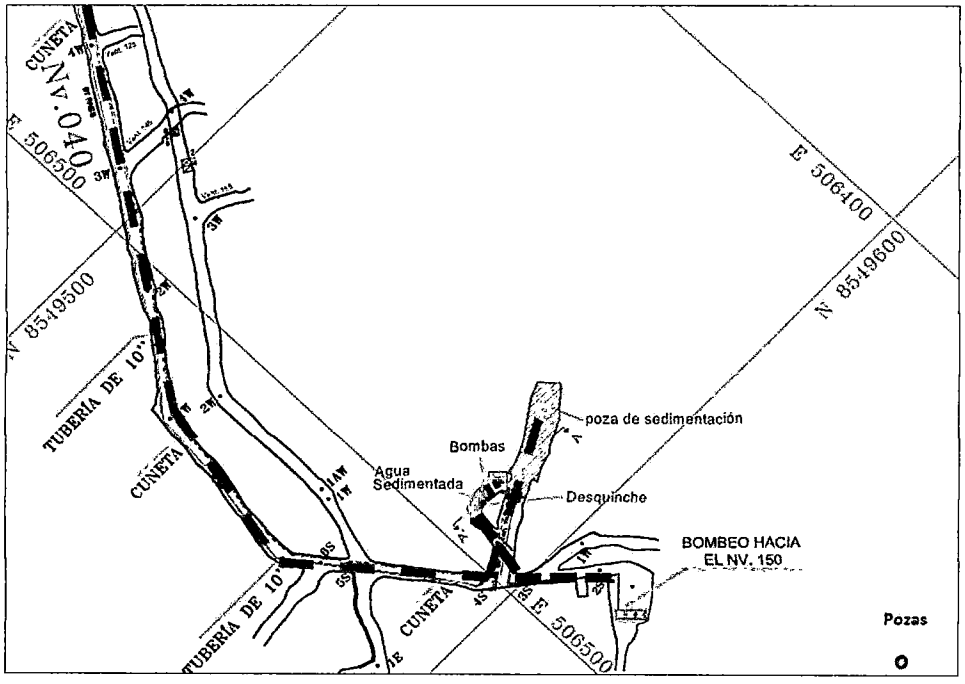
Descripción de las recomendaciones principales para el montaje del winche. ***Fuente:*** *Dpto. de Minas, Recuperada 2011.*

4.1.16. Bombeo

El objetivo es captar el caudal de agua proveniente de las labores del Nivel 4,040 de mina Teresita, instalando un sistema de bombeo práctico, la captación se realizará por medio de cunetas con tapa para evitar la reacción de los carbonatos con el oxígeno, el agua es conducida por la cuenta hasta la

estación de bombeo cerca al pique Nro. 2, posteriormente mediante el uso de bombas estacionarias se bombea hasta el nivel 4,150 donde tenemos el actual sistema de bombeo, este sistema bombea hasta el nivel superior de drenaje Nv. 4,370, en este nivel por medio de cunetas herméticas (con tapa) y por gravedad sacar el agua a superficie.

Plano N° 03: Sistema de bombeo de agua Mina Teresita



Captación del agua mediante cunetas hasta la cámara de bombas. ***Fuente:*** *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

a. Consideraciones generales

- Consideramos una temperatura ambiente de trabajo desde 40 hasta 45°C, la misma que se da por la reacción exotérmica que se produce al entrar en contacto el CaO (Oxido de calcio) con el agua.
- Consideramos un caudal de 60 a 70 lts/seg, de acuerdo a las estadísticas de bombeo.
- Consideramos un 15% de sólidos en suspensión.
- Consideramos que existen fracturas que actualmente drenan el agua producto de las filtraciones y de acuíferos de la mina aproximadamente entre las cotas 4,050 y 4040.

- Consideramos que existe infraestructura en el Nivel 4040, poza de bombeo y poza de sedimentación la misma que podremos utilizar como la primera etapa para el bombeo de agua en la profundización.

b. Infraestructura de Bombeo.

- La construcción de un sumidero, que consta de 2 pozas revestidas de concreto, 1 de sedimentación y 1 poza de agua limpia o bombeo; 4 muros de concreto; Cámara de bombas.
- Instalación de Bombas estacionarias Hidrostal de 200 HP, e instalación de tuberías de Fe de 10" de diámetro hasta el nivel 4,150.
- Profundización de cunetas en el Nv. 4040.
- Construcción dados de concreto para evitar la vibración.

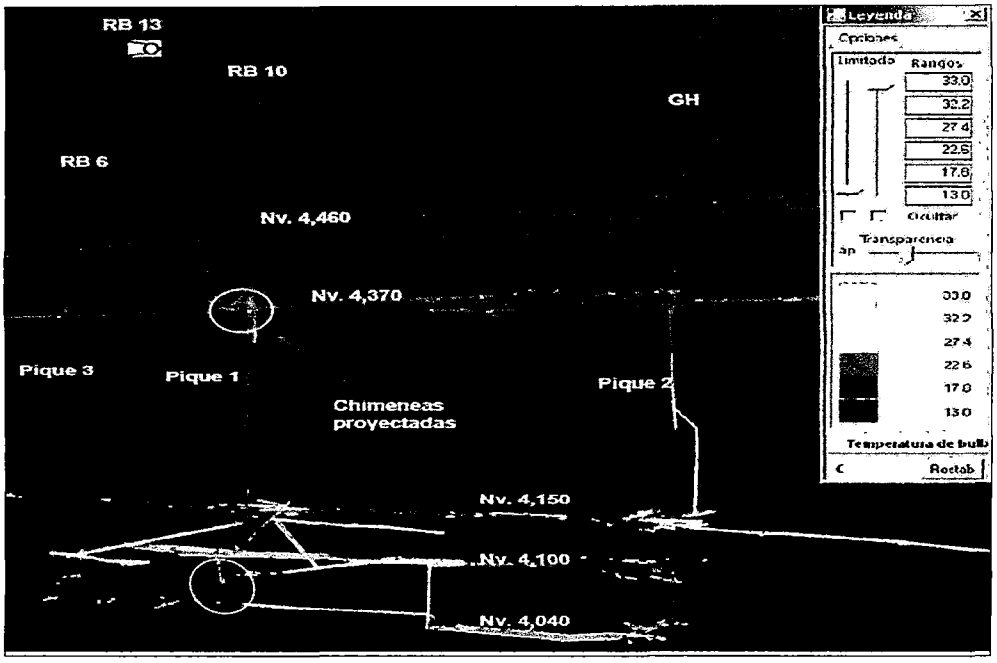
c. Equipos de Bombeo.

- 2 bombas estacionarias de 200 HP c/u, una para operación y otra para stand by.
- Altura geométrica o topográfica desde el nivel 4040 (piso cota 4062.84) al 4150 (techo cota 4176.88) 114.04 m.; en el Nivel 4040, 60 metros (horizontal); en el Nv. 4150, 30 metros (horizontal).
- Longitud de Tubería 204 m.
- Caudal 70 litros/seg
- Tubería de Fe de 10", temperatura del agua 40 – 45 ° C
- 4 desincrustantes FLUID FORCE que evitarán la formación de caliche.

4.1.17. Ventilación

La Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Actualmente cuenta con los siguientes niveles operativos: Nv. 4,460 - Nv. 4,370 - Nv. 4,150 - Nv. 4,100 - Nv. 4,040 y la profundización del pique N° 03 a los Nv. 3,980 – Nv. 3,940 y el registro de temperatura en cada labor.

Plano N° 04: Niveles operativos actuales de la mina Teresita.



Situación de la mina y las temperaturas en las zonas de trabajo. ***Fuente:*** *BISA, Recuperada 2011*

Los conductos principales de ventilación poseen secciones transversales de 8 x 8' exceptuando el nivel 4,460 cuyas medidas son 4,9 x 6,6'. Con algunas excepciones puntuales, las secciones del conjunto de chimeneas es de 5 x 8'. Los raise boring tienen un diámetro de 5'.

Los requerimientos de caudal en esta instancia, se ven reflejados según el número de personal y las condiciones termo-ambientales imperantes para el bienestar de los trabajadores, especialmente en el nivel 4,040 (40 – 45°C aprox.)

Cuadro N° 13: Requerimiento en cfm de aire para la Mina Teresita.

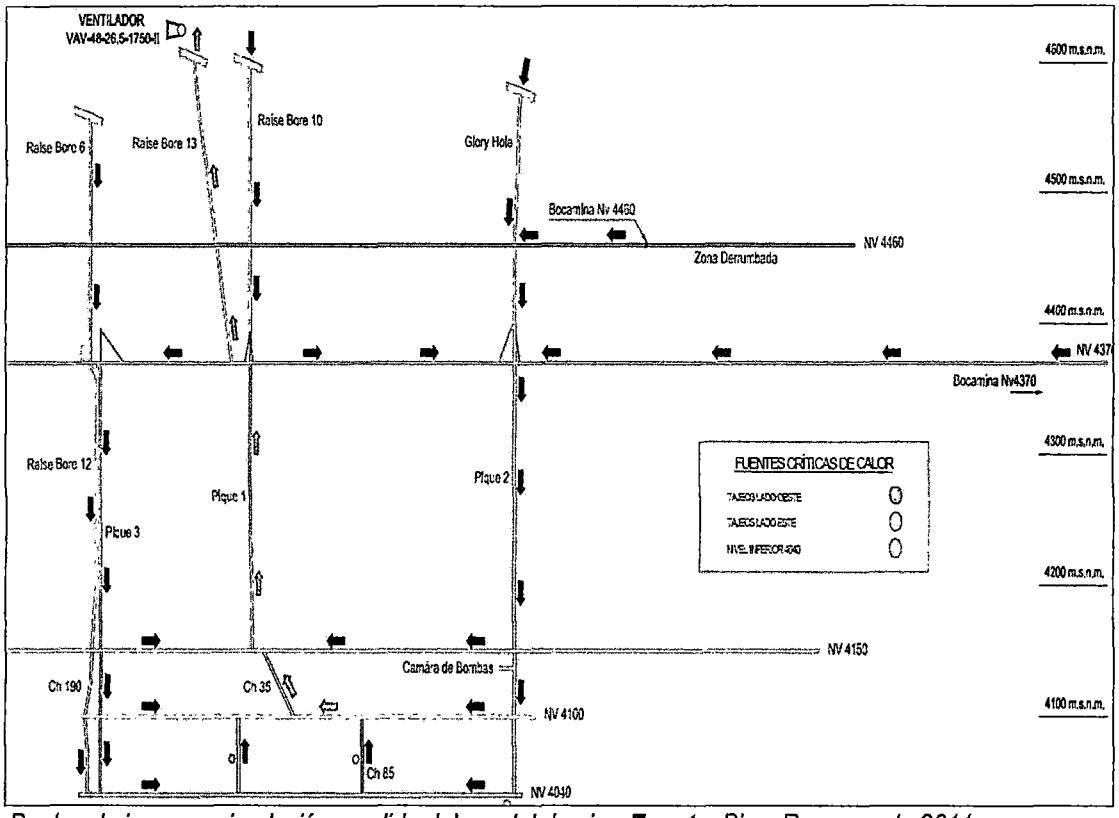
Concepto y parametros	cantidad	consumo de caudal/persona (cfm)	area promedio (m2)	N° de niveles de altas temperaturas	V del aire (m/min)	aire requerido (cfm)
Personal	117	212	.....	.....	.....	24,792
Condiciones termo-ambientales	.....	.....	4	2	120	34,173
Total caudal para condiciones optimas (cfm)						58,966
Factor de seguridad	25%					14,741
Total aire requerido (cfm)	**73,707**					

Requerimiento de aire en CFM para la Mina Teresita. ***Fuente:*** *Bisa, Recuperada 2011*

Actualmente en el nivel 4,460 se instaló 02 extractores de 250 Hp cada uno, de la marca AIRTEC, en el eje del RB 13 para alcanzar el caudal citado de 73,707 cfm, y garantizando a su vez una efectiva reducción de las temperaturas en el nivel 4,040.

En el esquema que se presenta a continuación se muestra de manera general el circuito de ventilación.

Grafico N° 13: Circuito del sistema de ventilación de la Mina Teresita.



Puntos de ingreso, circulación y salida del caudal de aire. ***Fuente:*** *Bisa, Recuperada 2011*

Cuadro N° 14: Balance de aire en cfm para la Mina Teresita.

Labor	Nivel	Caudal cfm
Entrada		
Bocamina Nv. 4,460	NV. 4,460	20,354
Bocamina Nv. 4,370	NV. 4,370	15,754
Glory hole	NV. 4,370	7,300
RB 10	NV. 4,370	10,800
RB 06	NV. 4,370	19,500
total entrada		**73,707**
Salida		
RB 13	NV. 4,370	
total salida		**76,400**

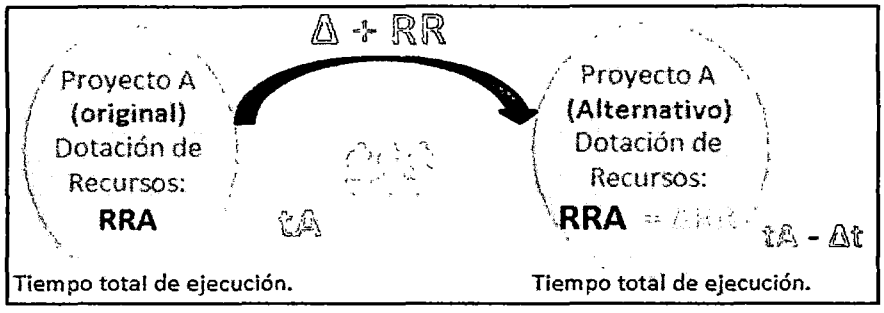
CFM por labores de ingreso y salida de la Mina Teresita. ***Fuente:*** *Bisa, Recuperada 2011*

Para que el circuito de ventilación funcione adecuadamente se llevó a cabo la construcción de un pequeño inclinado de 5x8' en el Pique 3 (Nv. 4,370) para evitar instalar tapones en los bolsillos circundantes.

4.1.18. Pert costo

Se busca evaluar diferentes condiciones de realización para un proyecto, asumiendo que si se inyectan recursos adicionales al proyecto, se lograría disminuir el plazo de término del mismo.

Grafico N° 14: Evaluación del proyecto.

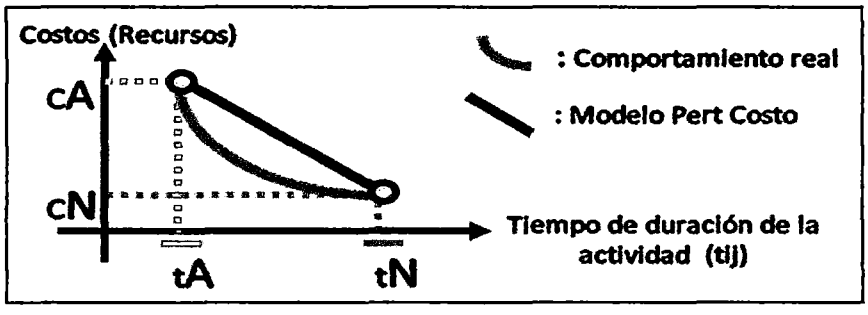


Evaluación de la ruta crítica durante la realización del proyecto. ***Fuente:*** *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

4.1.19. Evaluación Pert costo

Añadiendo recursos extras, disminuye el tiempo de culminación del proyecto, sin embargo falta saber cuáles son las actividades a las que se les inyectarán recursos adicionales (Δ + RR), además de cuánto cuestan tales recursos adicionales. Desde luego, la inyección de recursos adicionales es conveniente sólo en la medida de que así el proyecto obtenga beneficios adicionales superiores a los costos incurridos.

Grafico N° 15: Modelamiento de actividades en el Pert costo.



Representación del comportamiento pert costo en forma independiente. ***Fuente:*** *propia, Recuperada 2011.*

Cuadro N° 15: Elección de la red óptima tiempo costo.

	TIEMPO	COSTO
RED TODO NORMAL	MAXIMO	MINIMO
RED TODO INTENSIVO	MINIMO	MAXIMO

Determinación de la ruta crítica durante la realización del proyecto. ***Fuente:*** *Propia, Recuperada 2011*

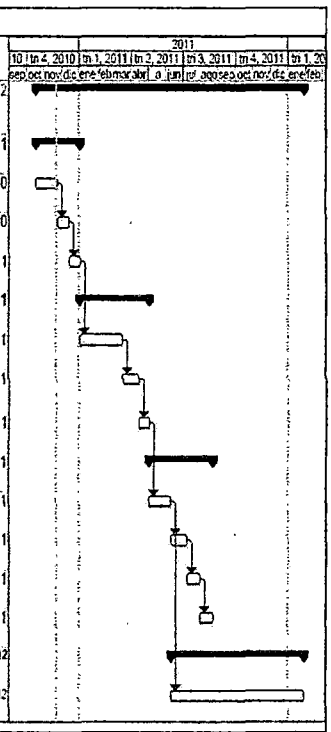
En la medida que las disminuciones de tiempo en el plazo del proyecto lleven asociadas un beneficio económico, entonces es posible evaluar la conveniencia acerca de efectuar algunas actividades en sus tiempos acelerados.

El algoritmo de decisión implica comenzar con la ruta crítica de la red toda normal e ir evaluando el costo mínimo asociado a las reducciones de tiempo, si es que esto conviene económicamente durante la ejecución del proyecto de profundización del pique N° 03 – mina Teresita.

Cuadro N° 16: Rediseño del programa de profundización del proyecto Mina Teresita.

PROYECTO PROFUNDIZACION PIQUE NRO. 3 TERESITA

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	PIQUE N° 3 TERESITA	502 días	lun 18/10/10	lun 30/01/12
2	PROFUNDIZACION EN CIEGO NIVEL 4000 - 3980	82 días	lun 18/10/10	lun 03/01/11
3	Profundización del Nv. 4000 al 3980	40 días	lun 18/10/10	jue 25/11/10
4	Armado de cuadros (13) y Colocación de guias y caminos	22 días	jue 25/11/10	mié 15/12/10
5	Construccion collarin, Sostenimiento	20 días	mié 15/12/10	lun 03/01/11
6	PROFUNDIZACION EN CIEGO NIVEL 3980 - 3940	130 días	lun 03/01/11	mié 04/05/11
7	Profundización del Nv. 3980 al 3940	80 días	lun 03/01/11	sáb 19/03/11
8	Armado de cuadros (18) y colocación de guias y caminos	30 días	sáb 19/03/11	sáb 16/04/11
9	Construccion collarin, Sostenimiento	20 días	sáb 16/04/11	mié 04/05/11
10	INSTALACIONES, ECHADEROS, TOLVAS, BOLSILLOS, DOSIF	120 días	mié 04/05/11	mié 24/08/11
11	Echaderos	40 días	mié 04/05/11	sáb 11/06/11
12	Tolvas de Precarga	30 días	sáb 11/06/11	sáb 09/07/11
13	Tolvas de Carga	25 días	sáb 09/07/11	lun 01/08/11
14	Dosificador	25 días	lun 01/08/11	mié 24/08/11
15	Crucero de Integración	250 días	sáb 11/06/11	lun 30/01/12
16	Crucero, chimenea (400 metros)	250 días	sáb 11/06/11	lun 30/01/12



Actividades programadas en días, para la profundización del Pique. ***Fuente:*** *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

Cuadro N° 17: Presupuesto para el Bombeo de Agua

RUBRO	$
Infraestructura	**37,970.00**
Rotura, profund. Pozas, Concreto,	
Puertas, Piso.	
Instalaciones.	**4,600.00**
Electromecánicas, Tuberias.	
Maquinaria y equipos	**166,512.00**
Bomba Sumergible	
Tuberías, Valvulas	
Sub_Total	**209,082.00**
Imprevistos 10%	20,908.20
TOTAL	**229,990.20**

Trabajos realizados en el sistema de bombeo. ***Fuente:*** *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

Cuadro N° 18: Presupuesto para la ventilación de la mina

RUBRO	$
Obras Civiles	6,000.00
Bases y Otros	
Equipos	153,000.00
Ventiladores, Tableros, Transformadores	
Transporte y Montaje	7,000.00
Transporte, Montaje Electro_Mecánico	
Sub total	166,000.00
Imprevistos 10%	16,600.00
TOTAL	**182,600.00**

Trabajos realizados en el sistema de ventilación. ***Fuente:*** *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

Cuadro N° 19: Presupuesto general Pique N° 02 y N° 03.

RUBRO	$	$
Profundizacion Piques 2 y 3		1,689,710.00
Pique 2	1,119,151.00	
Pique 3	570,595.00	
Sistema de Bombeo Nv. 040		229,990.00
Infraestructura	41,767.00	
Instalaciones	5,060.00	
Maquinaria y Equipos	183,163.00	
Sistema de Ventilación		182,600.00
Obras Civiles	6,600.00	
Equipos	168,300.00	
Transporte y Montaje	7,700.00	
Sub Total		**2,102,300.00**
TOTAL US $		2,102,300.00

Asignación de presupuesto en la profundización, bombeo y ventilación de la Mina Teresita.

Fuente: *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

Cuadro N° 20: Presupuesto ejecutado para el Pique N° 03 en la profundización del proyecto Mina Teresita del Nv. 4000 al Nv. 3980.

Rubro		set. 10 - ago. 11
Rehabilitación		$ 10,150
Ambientales		$ 370,000
Acceso a niveles		
Equipo minero		
	Pique n° 03	
	Winche	
	Madera	
Profundización		$ 68,000
Equipos varios		$ 57,500
	Sist. de alimentación eléctrica	
	Tuberías	
	Obras civiles	
	Bombas	
Total		$ 505,650

Presupuesto ejecutado en la profundización, del Nv. 4,000 al Nv. 3,980. ***Fuente:*** *Dpto. Planeamiento, Recuperada 2011*

Cuadro N° 21: Costos actuales de la prfundizacion con piloto y ciego.

PRECIOS UNITARIO DE PIQUE N°3 DE TERESITA U.P. T.C. (S/./$) : 2.575		
	S/.	$
Pique con piloto (ml)	**5,761.49**	2,237.47
m3 en Pique	**557.59**	216.54
Pique ciego (ml)	**8,766.28**	3,404.38
m3 en Pique	**724.49**	281.35

Sostenimiento	S/.	$
Patillas 8"x8" x10" c/u (sin explosivo)	**200.68**	77.93
Split Set + malla Instalación c/u	**24.91**	9.68
Split Set Instalación c/u - 7"	**26.07**	10.12
Split Set Instalación c/u - 5"	**19.78**	7.68
Perno helicoidal + malla Instalación c/u	**24.91**	9.68

Precios por metro lineal, metro cubico e instalación de sostenimiento temporal del Pique. ***Fuente:*** *Dpto. Minas, Recuperada 2011.*

Se considera: perforación, voladura, limpieza a pulso desde el tope (fondo) al balde, izaje y extracción al echadero, preparación, traslado e instalación de cuadros colgantes, descansos, escaleras, protección de cuadros en compartimientos de skip, cortinas, tuberías. Las labores de infraestructura en el interior de pique (cámara de poleas, de descarga, de carga y estación serán valorizadas con precio m3.). En estos cálculos no están considerados el izaje y la extracción a superficie.

4.2. Prueba de hipótesis

H_0: Rediseñando el programa de profundización del Pique N° 03 **no** se optimizaran los costos de operación en la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

H_1: Rediseñando el programa de profundización del Pique N° 03 se optimizaran los costos de operación en la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

Por lo que el nivel de significancia será:

α = P (Rechazar H0 / H1 es cierta)

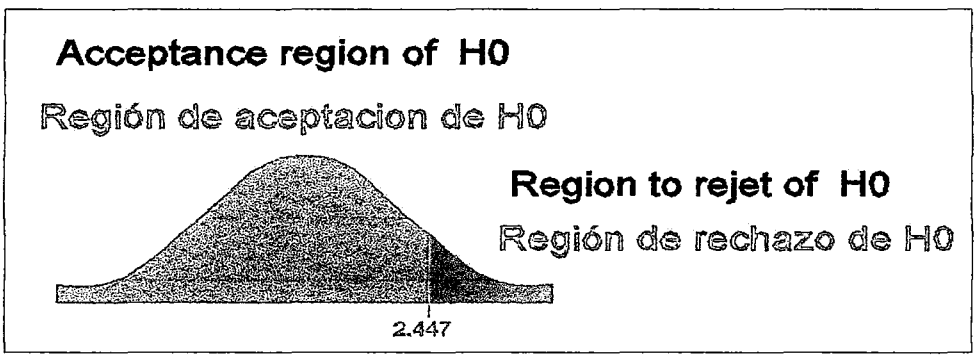
El nivel de significancia: α = 5%; α = 0,05.

Grado de Libertad = $(n_1-1) + (n_2-1)$; **Grado de Libertad** = (4-1) + (4–1) = 6.

Buscando a 5% de significancia y 6 grados de libertad en la prueba "t" de Student se tiene que los puntos críticos o "t" teórica es igual a 2.447; por lo tanto (Según tabla):

Valor crítico: 2.447

Grafico N° 16: Región critica



Curva de Gauss. ***Fuente:*** *Propia, Recuperada 2011*

$$Aceptar\ H_0\ si:\ \ \boldsymbol{tc \leq 2.447}$$

$$Rechazar\ \ H_0\ si:\ \ \boldsymbol{2.447 < tc}$$

4.2.1. Cálculo del estadístico de prueba:

El estadígrafo de prueba más apropiado para este caso es la Prueba "t", ya que el tamaño de la muestra es menor que 30 (n<30) y como en la hipótesis

alterna (H1) existe una posibilidad (H_1: $\mu_1 > \mu_2$) se aplicó la prueba de una cola.

Cuadro N° 22: Presupuesto programado para la profundizacion del pique N° 03 Mina Teresita del Nv. 4000 al Nv. 3980

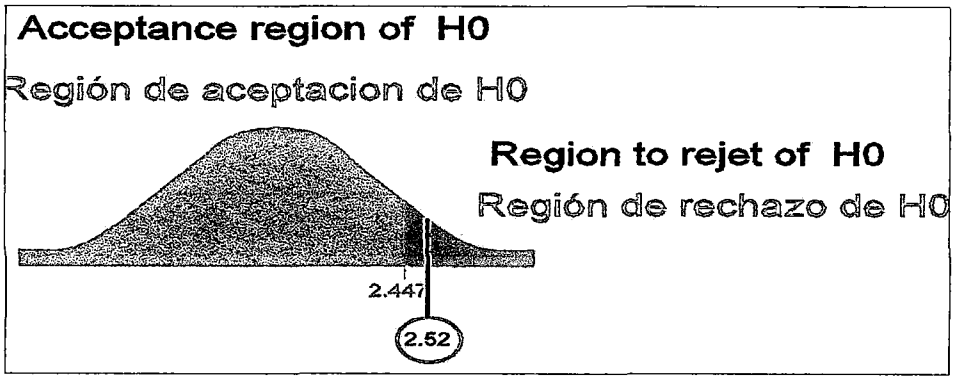
DURACIÓN DEL PROYECTO			PRESUPUESTO PROGRAMADO PRE TEST ($)	PRESUPUESTO EJECUTADO POST TEST ($)	% EJECUTADO POR TRIMESTRE	% REDUCIDO POR TRIMESTRE	COSTO OPTIMIZADO ($)
1 año	set-10	1er. trimestre de ejecucion	122832.25	122590.82	99.80	0.20	241.43
	oct-10						
	nov-10						
	dic-10	2do. trimestre de ejecucion	135000.25	128411.28	95.12	4.88	6588.97
	ene-11						
	feb-11						
	mar-11	3er. trimestre de ejecucion	156673.25	138141.91	88.17	11.83	18531.34
	abr-11						
	may-11						
	jun-11	4to. trimestre de ejecucion	156089.25	116505.98	74.64	25.36	39583.27
	jul-11						
	ago-11						
Total			570595.00	505650.00			64945.00
Media			145544.75	125501.05			
Desviacion estandar			14392.0713	7973.684197			

Presupuesto para la profundización distribuido por trimestre. ***Fuente****: propia, Recuperada 2011*

Calculo de la "tc" en:

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \qquad t_c = \frac{145836.75 - 125501.05}{\sqrt{\frac{(145836.75)^2}{4} + \frac{(7973.684)^2}{4}}} = \mathbf{2.52}$$

Grafico N° 17: Región crítica



Contrastación del Ho en la región critica. ***Fuente****: propia, Recuperada 2011*

4.2.2. Decisión Estadística:

Puesto que la t calculada (tc) es diferente que la t teórica (tt); es decir en el

segundo caso donde ($2.447 < tc$), en consecuencia se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (H_1).

4.2.3. Conclusión Estadística:

Se ha demostrado con un nivel de significancia del 5% y la prueba "t" de Student que el rediseño del programa de profundización del Pique N° 03, optimizan los costos de operación en la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

4.3. DISCUSIÓN

- De acuerdo al **plano N° 01**, el diseño del pique N° 03 se inicia con el winche en el Nv. 4,370 en el eje del R.B N°6, y luego continuar con la profundización en ciego hacia la parte baja de la Mina Teresita, con un presupuesto total hasta su culminación de 9'753,985.00 $. El gasto ejecutado al 30 de agosto del año 2,010 hasta el Nv. 4,000, asciende a 10'959,598.36 $; de acuerdo a este resultado hay un sobre gasto de 1'205,613.36 $. y para continuar la profundización del Nv. 4,000 al Nv. 3,980, se asignó un presupuesto de 570,595.00$. y acceder a las reservas de mineral mostrados por el sondeo diamantino.
- El **cuadro N° 04,** puntualiza el costo total del sostenimiento definitivo con cuadros colgantes de tres compartimientos cuyos postes son de 8"x8"x7', divisores 8"x8"x5', largueros de 8"x8"x18', templadores verticales de 5/8" x 1.30 m y templadores horizontales de 5/8" x 1.00 m y un collarín de concreto armado en cada nivel.
- El **cuadro N° 05**, indica los valores en la distancia entre taladros (dt) y coeficiente de roca (k) según la dureza de esta. Estos datos ya son establecidos, según el tipo de roca RQD = 80%, optando realizar un nuevo trazo de perforación, en cuanto los kilos de explosivo, menor consumo de explosivos por guardia, menos taladros y perforación relativamente fácil.
- El **cuadro N° 07**, señala el resumen general del número de taladros, cartuchos por taladro, pies perforados, longitud de taladro, esponjamiento,

factor de potencia, factor de carga, factor de avance. Que se considera en el diseño de malla de perforación para la profundización del Pique N° 03.

- En la **grafico N° 12**, se demuestra el rango permisible del ángulo de desviación en la polea, necesario para el izaje como mínimo debe de ser 0°30" y máximo 1°30", cuyo resultado *según el rediseño* α = 1° 29' 21.68" la interpretación del resultado del Angulo de desviación está entre los rangos establecidos (pequeño) hace que el cable se amontone en las bridas del tambor.
- De acuerdo a los cálculos resumidos en el **cuadro N° 12,** el Winche de izaje cuenta con la siguientes: Tipo/diámetro del cable ROUND STRAND/ 1 Pulgada, peso del cable 2.46 Kg/m, factor de seguridad 7.3, esfuerzo a la rotura del cable 37.90 toneladas, diámetro de polea 50 pulgadas; 1.27 m, diámetro del tambor 5 pies; 1.52 m, longitud del tambor 110 pulgadas; 2.60 m, Fleet Angle/Angulo de Desviación 1´30°, requerimiento de fuerza 250 HP, capacidad del Skip 3.5 toneladas y longitud de enrollamiento efectivo 390 m.
- El **plano N° 03,** representa el sistema de bombeo de agua Mina Teresita para captar el caudal de agua proveniente de las labores del Nivel 4,040 de mina Teresita, instalando un sistema de bombeo práctico, la captación se realizará por medio de cunetas con tapa para evitar la reacción de los carbonatos con el oxígeno, el agua es conducida por la cuenta hasta la estación de bombeo cerca al pique Nro. 2
- En el **plano N° 04,** se muestran niveles operativos el Nv. 4,460 - Nv. 4,370 - Nv. 4,150 - Nv. 4,100 - Nv. 4,040 y la profundización del pique N° 03 a los Nv. 3,980 – Nv. 3,940. de la Mina Teresita. En el Nv. 4,040, donde la operación en la actualidad está pleno ejecución. Las labores con temperaturas de agua que alcanzan los 57°C, lo que origina condiciones termo-ambientales no aptas (38°C) para trabajo, según este variable se llega calcular que el aire que se necesita en toda la mina teresita debe de ser de 73,707 cfm. Que anteriormente fluía solo a 21, 900 cfm. A si mismo se está implementándose con dispensadores (equipo que mantiene el agua helada), esta agua tiene un contenido de sales hidratantes, que al beberlo te hidratas

y a la vez te da energía para que puedas continuar con la tarea. De esta manera se está empleándose los estándares de trabajo, dando las condiciones necesarias para los colaboradores.

- El **cuadro N° 13,** detalla el requerimiento en cfm de aire para la Mina Teresita considerando los parámetros siguientes: 117 personales, condiciones termo ambientales y con factor de seguridad al 25%, haciendo un total de **73,707 cfm** de requerimiento, caudal que proporciona las condiciones óptimas de trabajo.
- El **grafico N° 13,** muestra el circuito, el flujo y/o trayecto de aire fresco que ingresa del glory hole, bocamina del Nv. 4,370, el RB 10, el RB 06, bocamina del Nv. 4,460 y la salida del aire viciado por el RB 13, ventilando toda la mina.
- En el **cuadro N° 14,** se realiza el balance de aire en cfm requerido para la Mina Teresita, el ingreso de aire fresco requerido es de 73,707 cfm, por los accesos detallados en el grafico N° 02, y expulsando un caudal de 76,400 cfm de aire viciado por el RB 13.
- En el **grafico N° 14**, se asume la inyección de recursos adicionales al ciclo de operación en la profundización y de esta manera buscar evaluar diferentes condiciones de realización del proyecto en menor tiempo.
- En el **grafico N° 15**, representamos el comportamiento pert costo en forma independiente y de esta manera determinar qué actividades requieren la inyección de recursos para la disminución de su tiempo programado. Desde luego, esta inyección de recursos adicionales es conveniente sólo en la medida de que así el proyecto obtenga beneficios adicionales superiores a los costos incurridos.
- De acuerdo al **cuadro N° 15,** se determinó la elección de la red óptima tiempo costo, en base a un algoritmo de decisión que implica comenzar con la ruta crítica de la red todo normal e ir evaluando el costo mínimo asociado a las reducciones de tiempo, si es que esto conviene económicamente durante la ejecución del proyecto de profundización del pique N° 03 – Mina Teresita.

- El **cuadro N° 16**, detalla el programa del rediseño y su duración en trimestres de la profundización del Nv. 4,000 al Nv, 3,980 y un presupuesto de 570,595.00 $, armado de cuadros, construcción de collarín, guías, caminos, instalaciones, echaderos, tolvas, bolsillos, dosificador, entre otros.
- En el **cuadro N° 17,** se indica el presupuesto programado para el sistema de bombeo considerando la rotura y profundización de pozas, armado de concreto, puertas, pisos además de las instalaciones electromecánicas y tuberías, el uso de bombas sumergibles e imprevistos. Con un total de 229,990.20 $.
- En el **cuadro N° 18,** se indica el presupuesto programado para el sistema de ventilación considerando la construcción de las bases de los ventiladores, la instalación de tableros, trasformadores, ventiladores, el trasporte, montaje electromecánico e improvisto. Con un total de 182,600.00 $.
- En el **cuadro N° 19,** se detalla el presupuesto general para la profundización del Pique N° 02 y N° 03 Mina Teresita con un total de 2'102,300.00 $. **En el cual se encuentra el presupuesto para la ejecución del Pique N° 03 de 570,595.00 $.**
- El **cuadro N° 20,** indica el presupuesto ejecutado en la profundización de Pique N° 03 del proyecto Mina Teresita del Nv. 4000 al Nv. 3980, el cual se ejecutó con un 88.62% del presupuesto asignado de 570,595.00 $, optimizando el costo en 64,945.00 $.
- El **cuadro N° 21**, detallan los costos actuales del ciclo operativo en la profundización del Pique N° 03 Mina Teresita, el tipo de cambio de dólar es: 2.575 S/. el metro lineal (ml) en la profundización en ciego tiene un costo de 3,404.38 $. y los m^3 disparados tienen un costo de 281.35 $., se considera: perforación, voladura, limpieza a pulso desde el tope (fondo) al balde, izaje y extracción al echadero, preparación, traslado e instalación de cuadros colgantes, descansos, escaleras, protección de cuadros en compartimientos de skip, cortinas, tuberías. Las labores de infraestructura en el interior de pique (cámara de poleas, de descarga, de carga y estación serán valorizadas

con precio m3.). En estos cálculos no están considerados el izaje y la extracción a superficie.

- En el **Grafico N° 16,** se indica la prueba de hipótesis a un nivel de significancia de 5% y 6 grados de libertad en la prueba "t" de Student los valores de los puntos críticos o "t" teórica que es igual a 2.447; por lo tanto (Según tabla): Valor crítico: 2.447.
- En el **cuadro N° 22** se muestra el presupuesto programado 570,595.00$, el presupuesto ejecutado 505,650.00 $, y el presupuesto optimizado 64,945.00 $, en la profundizacion del pique N° 03, datos para la validacion de la hipotesis planteada en el proyecto.
- El **grafico N° 17** representa el estadígrafo de prueba de cola, de la región crítica con los valores de la t calculada (tc = **2.52**) y la t teórica (t = 2.447), en consecuencia se rechaza el H_0 con un nivel de significancia de 5%.
- La **conclusión estadística** ha demostrado con un nivel de significancia del 5% y la prueba "t" de Student que el rediseño adecuado del programa y los métodos del ciclo de operación de la profundización del Pique Nº 03, optimizan los costos de operación en la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.

CONCLUSIONES

1. El presupuesto general para la profundización del Pique N° 02 y N° 03 Mina Teresita es con un total de 2'102,300.00 $. En el cual se encuentra el presupuesto para la ejecución del Pique N° 03 de 570,595.00 $. Cuya ejecución se realizó con un 88.62% del presupuesto asignado, optimizando el costo en 64,945.00 $. Y en 11.38%.
2. El rediseño del pique evita la pérdida del ciclo operativo contra los problemas actuales que se presentan por la presencia agua caliente proveniente de las labores del Nivel 4,040 de mina Teresita, instalando un sistema de bombeo práctico, la captación se realiza por medio de cunetas con tapa para evitar la reacción de los carbonatos con el oxígeno, el agua es conducida por la cuenta hasta la estación de bombeo cerca al pique Nro. 2, y mediante el uso de bombas estacionarias se bombea hasta el nivel 4,150 donde tenemos el anterior sistema de bombeo, este sistema bombea hasta el nivel superior de drenaje Nv. 4,370, en este nivel por medio de cunetas herméticas (con tapa) y por gravedad sacar el agua a superficie, del mismo modo se instaló 02 extractores de 250 Hp cada uno en el nivel 4,460, de la marca AIRTEC, en el eje del RB 13 para alcanzar el caudal citado de 73,707 cfm, y garantizando a su vez una efectiva reducción de las temperaturas en el nivel 4,040.
3. Se efectivizo el ciclo operativo del rediseño del programa, con la culminación del montaje y la puesta en marcha del Winche del pique N° 03, izando el desmonte directamente desde el tope del pique hasta el nivel superior, remplazando el sistema anterior que izaba el desmonte primeramente por un sistema de balde hasta el nivel 4,150 y del nivel 4,150 a nivel 4,370 por medio del Pique Nro. 02, provocando los consecuentes sobre costos que han hecho sobrepasar el presupuesto asignado en la profundización.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con la inyección de recursos en el izaje, diseño de malla de perforación, minimizar consumo de explosivos ser eficiente en la voladura y hacerlo más eficaz para optimizar los costos y así el proyecto obtenga beneficios a los costos designados.
2. Puntualizar y caracterizar el problema actual del ciclo operativo controlando los tiempos improductivos y riesgos en los trabajadores, creando un área seguro de trabajo, manteniendo un caudal de 73,707 cfm de ingreso de aire fresco cumpliendo con los estándares de seguridad y de operación, captando el caudal de agua proveniente de las labores del Nivel 4,040, por medio de cunetas herméticas (con tapa) para evitar la reacción exotérmica que se produce al entrar en contacto el CaO (Oxido de calcio) con el agua.
3. Mantener el ciclo operativo del rediseño del programa de profundización precisando los parámetros adecuados de diseño de mallas de perforación, el grado de fragmentación del desmonte y el izaje.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ARTHUR B. CUMMINS. Mining Engineers Handbook (1973).
2. BURBANO, Antonio (5) "Costos y presupuestos", 2006.
3. CUMMNIS, Arthur B. 1973, (3), "Mining Engineering Handbook" – In one Volumes
4. CHURCH, Jhon A. 1966, (4), "Mining Engineering Handbook" – In two Volumes
5. DELACRUZ CANCHARI, Wilian Hernry. Consideraciones de Diseño de Pique.
6. JOHN WILEY y Sons Mining Engineers Handbook (1966).
7. LEFCOVICH, Mauricio (1), "Sistema de Costeo de Kaisen"
8. LÓPEZ JIMENO E. (1980) "Parámetros críticos de la fragmentación de rocas con explosivos".
9. MANUAL DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA (Métodos y casos prácticos), Puno 1999
10. MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS (Exsa).
11. MALLQUI TAPIA, Aníbal Nemesio Servicios Auxiliares Mineros.
    MACKENZIE, 1967, Gama, 1970 (6), "Microcomputer simulation of rock blasting to predict fragmentation"
12. OSEDA, Dulio y otros, Metodología de la investigación. Edit. Pirámide. 1° Edición. Huancayo-Perú 2008. 184 pp.
13. OSORIA, Rodrigo. Trabajo de Izaje.
14. RODRIGUEZ, Abel Los maestro, protagonistan del cambio. Convenio Andrés Bello. Seminario de integración Educativa Andrés Bello. Noviembre, 2007.457 pp.
15. RODRÍGUEZ RIONDA, Jorge, 2008, (2), "Economía Administrativa"

23

ANEXO

22

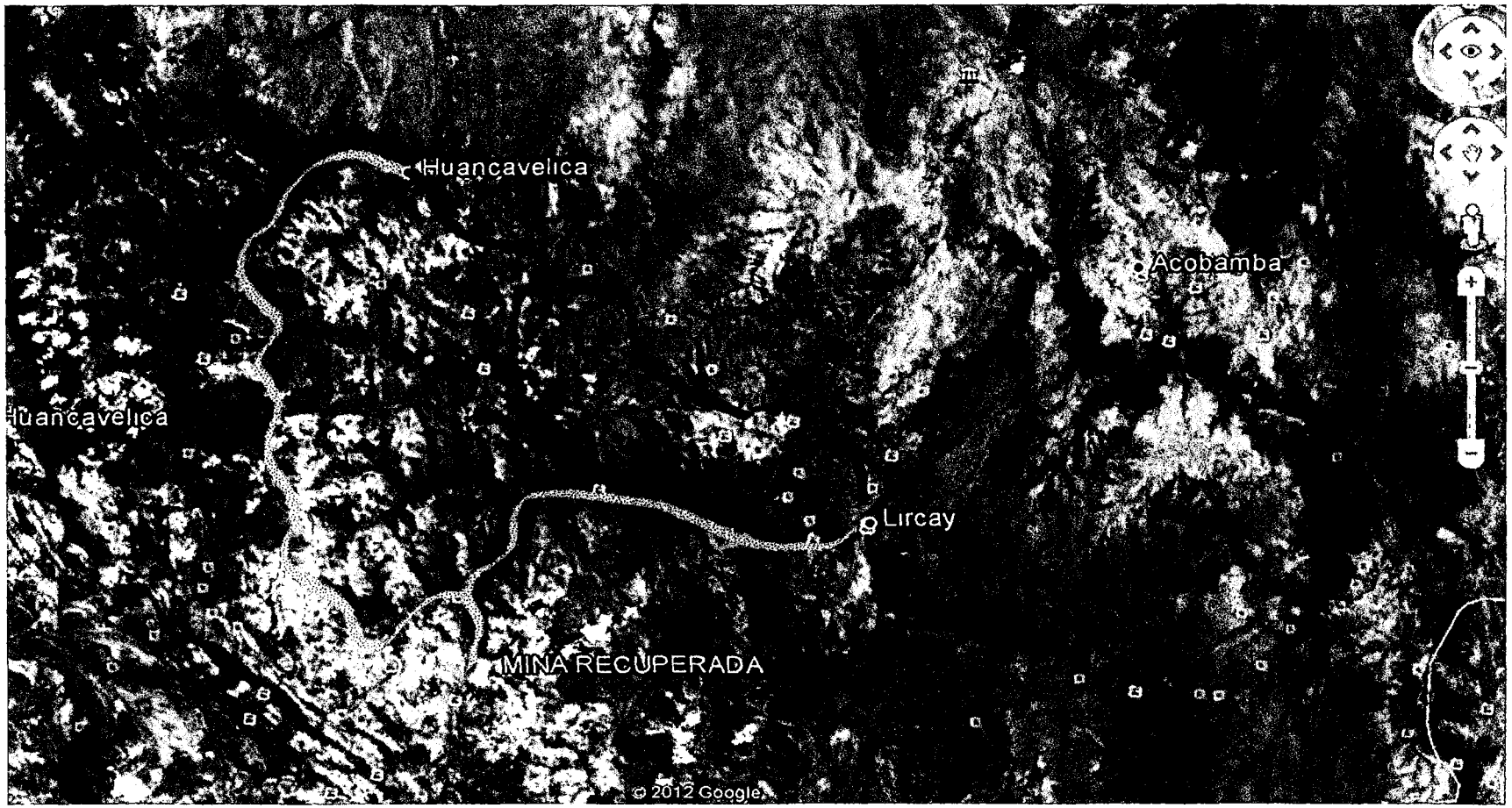
Cuadro N° 23: Matriz de consistencia.
TITULO: OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN SEGÚN EL REDISEÑO DEL PROGRAMA DE PROFUNDIZACIÓN DEL PIQUE N° 03 MINA TERESITA – UNIDAD RECUPERADA – CÍA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS Y VARIABLE	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL: ¿En qué porcentaje el rediseño del programa de profundización del Pique, optimizará los costos de operación en el Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.? **PROBLEMAS ESPECÍFICOS:** **a.** ¿Cómo el rediseño del pique evita la pérdida del ciclo operativo contra los problemas actuales en la profundización del Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.? **b.** ¿Cómo efectiviza el ciclo operativo con el rediseño del programa de profundización para minimizar costos de operación en el Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.?	**OBJETIVO GENERAL:** Optimizar los costos de operación en la profundización del Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** **a.** Rediseñar el ciclo operativo del pique para evitar la pérdida en la profundización del Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. **b.** Efectivizar el ciclo operativo con el rediseño del programa de profundización para minimizar los costos de operación en el Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.	**HIPÓTESIS GENERAL:** - H1: Rediseñando el programa de profundización del Pique N° 03 se optimizarán los costos de operación en la Mina Teresita - Unidad Recuperada-CIA. De Minas Buenaventura S.A.A. - H0: Rediseñando el programa de profundización del Pique N° 03 **no** se optimizarán los costos de operación en la Mina Teresita - Unidad Recuperada - Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. **VARIABLES:** **Variable Independiente: X1**: Rediseño del programa de profundización del Pique N° 03 Mina Teresita - Unidad Recuperada - Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. **Variable Dependiente: Y1**: costos de operación.	**TIPO DE INVESTIGACION:** Aplicada. **NIVEL DE INVESTIGACION:** Explicativo. **MÉTODO DE INVESTIGACION:** Método General – Método Científico. **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:** Pre – experimental. **POBLACIÓN Y MUESTRA:** **Población** Los piques de la Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. **Muestra**: El pique N° 03 **TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS** **Documentales**: Datos de campo las técnicas de observación, sistema de registros y las muestras. **TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE ANALISIS DE DATOS:** Las Medidas de Tendencia Central, de Dispersión y Forma.

Cuadro N° 24: Operacionalización de variables

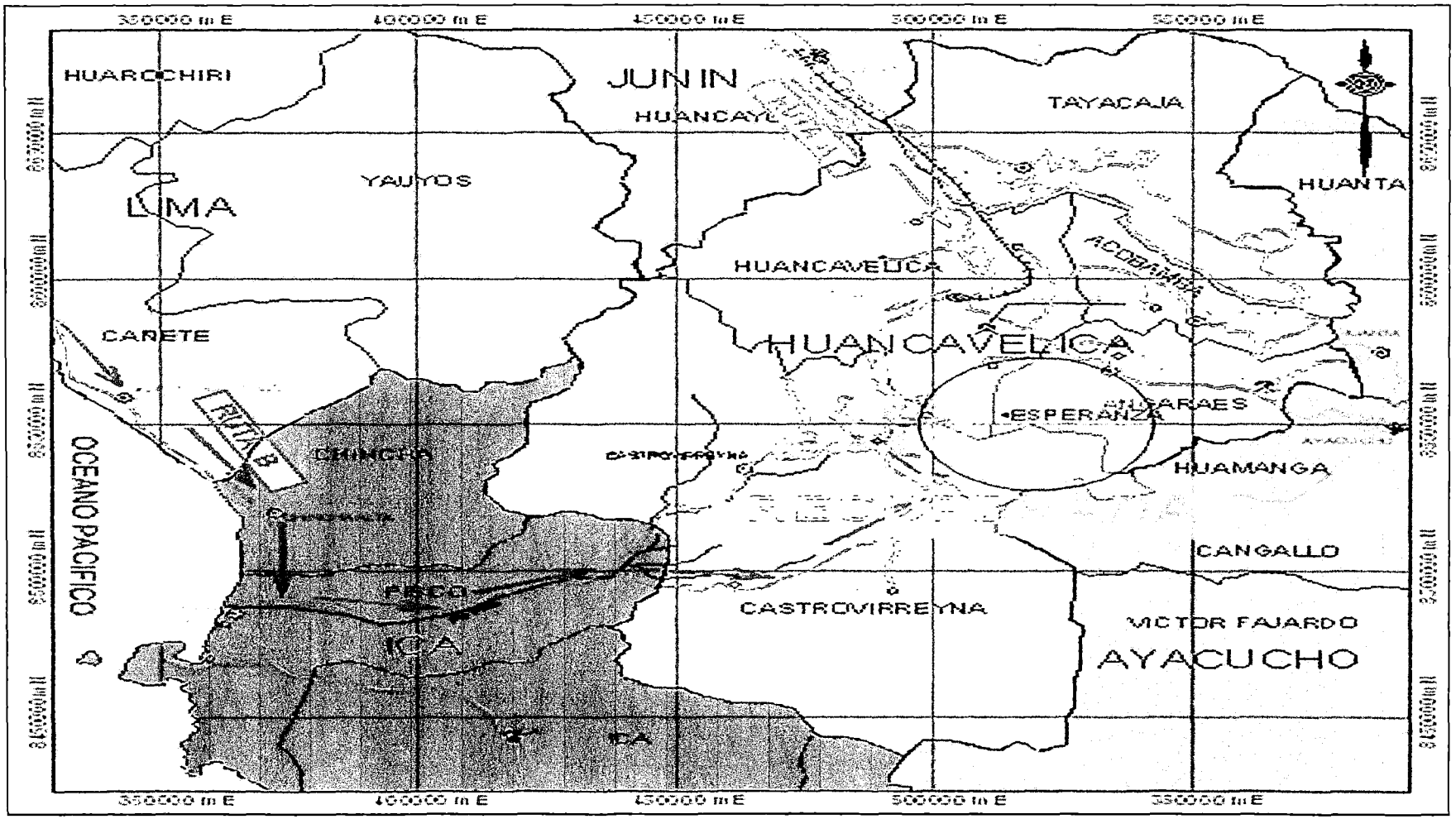
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADORES
Variable independiente	X1: Rediseño del programa de profundización del Pique N° 03 Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.	Es un cambio drástico de un proceso para adoptar nuevas reglas y procedimientos y estar abierta a cambios por medios de los cuales sus negocios puedan llegar a ser más productivos.	Viene a ser la modificación de las actividades programadas que permitirán obtener un tiempo distinto en la extracción de desmonte con una fragmentación de material que estén comprendidos dentro de un rango especifico y un apilonamiento en la operación de carguío, el sostenimiento preventivo, el costo de perforación y voladura y los tiempos	Eficiencia (ml/dia), Capacidad de izaje (m3/dia)
Variable dependiente	Y1: Costos de operación	Se define como el valor de los insumos que requieren las unidades económicas para realizar un proceso de trabajo y la obtención de ganancias; ejemplo: capital, constituido por los pagos al empresario, al trabajo, pagos de sueldos, así como también los bienes y servicios consumidos en el proceso productivo (materias primas, combustibles, energía eléctrica, servicios, etc.).	Este es un tipo de costo que está involucrada directamente a cada uno de los trabajos secuenciales necesarios como la perforación, voladura de rocas, carguío e izaje. para profundizar el Pique N° 03 en Mina Teresita – Unidad Recuperada – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.	Optimización de costos ($/ml)

Fotografía N° 01: Ubicación geográfica de UP. Recuperada.



Fotografía satelital, que detalla la ubicación de la mina Recuperada. ***FUENTE:*** *copilado de http://www.google.com.pe/earth,2011*

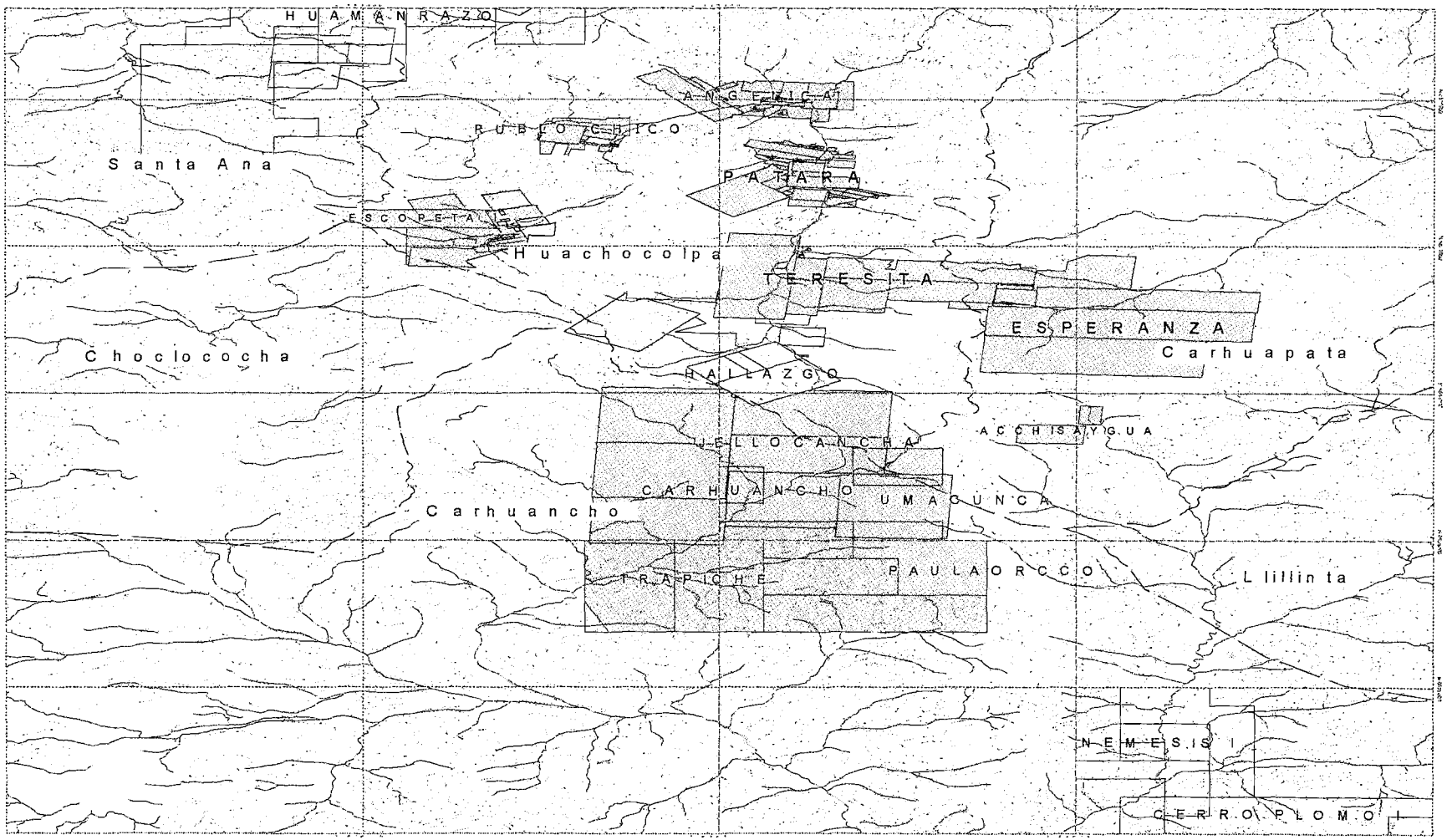
Plano N° 05: Plano de ubicación UP. Recuperada.



Plano de Ubicación de la mina - U.P Recuperada.

***FUENTE**: Ing. Alfonso Inga, Geología, Recuperada 2011*

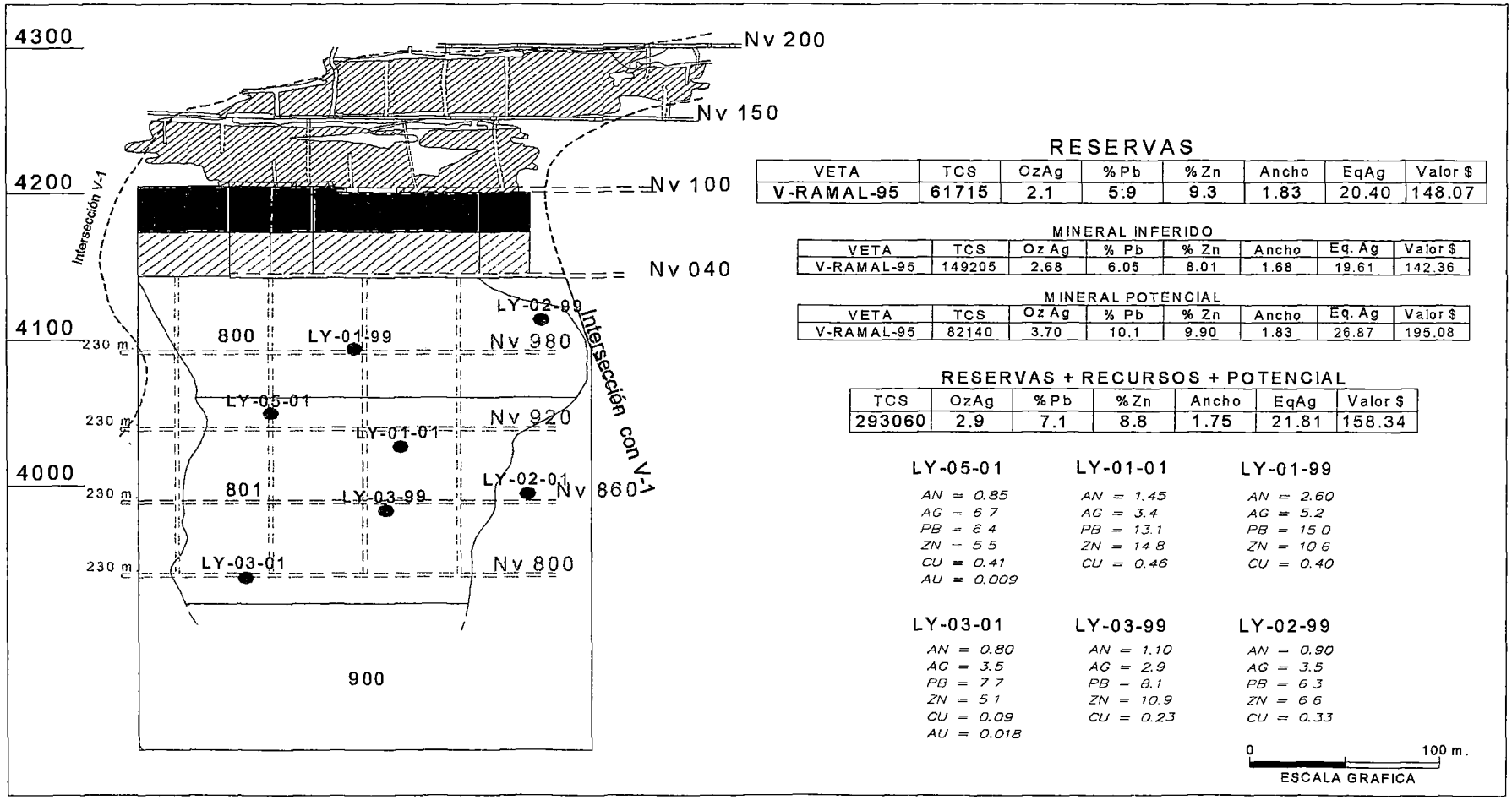
Grafico N° 18: Plano de propiedades



Plano que indica las propiedades que la mina recuperada posee.

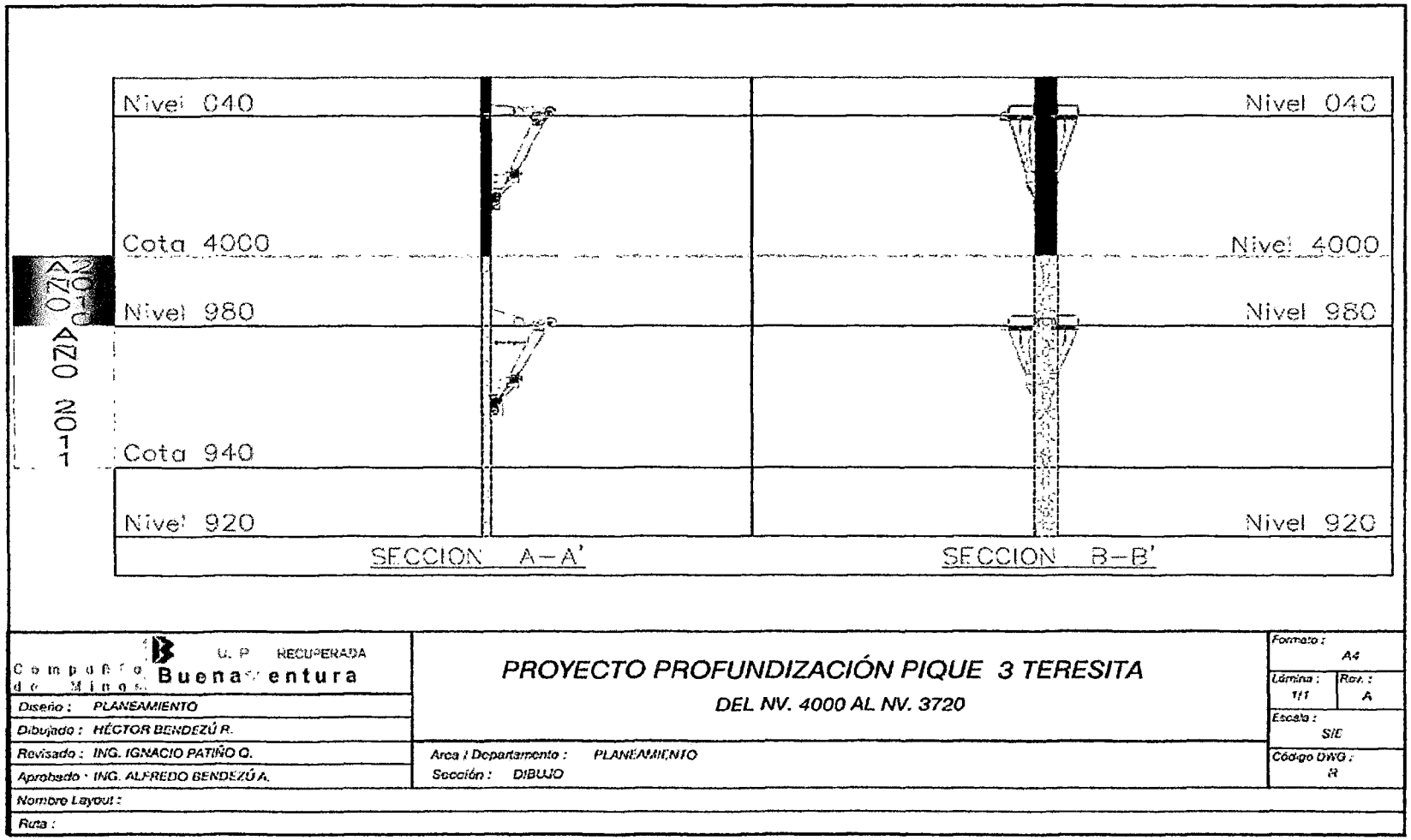
FUENTE: *Ing. Alfonso Inga, Geología Recuperada 2011*

Grafico N° 19: Sección Longitudinal De Veta Ramal 95 – Mina Teresita



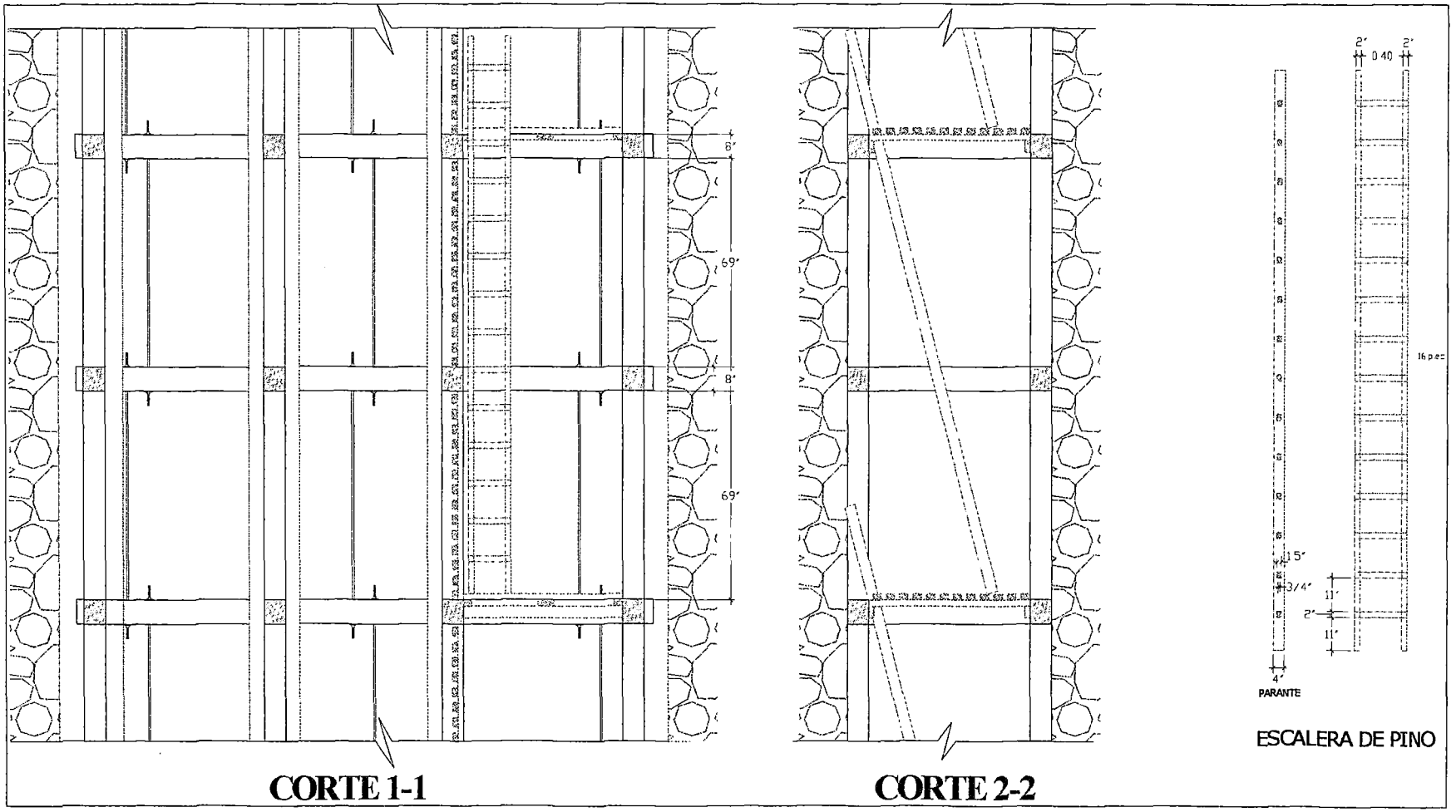
Indica la Veta Ramal-95, paralela a la profundización se observa las leyes, reservas, cubicación de mineral, son explotables. ***FUENTE:*** *Ing. Alfonso Inga, Geología Recuperada 2011.*

Plano N° 06: Proyecto de profundización del Nv. 4000 al Nv. 3980 Mina Teresita.



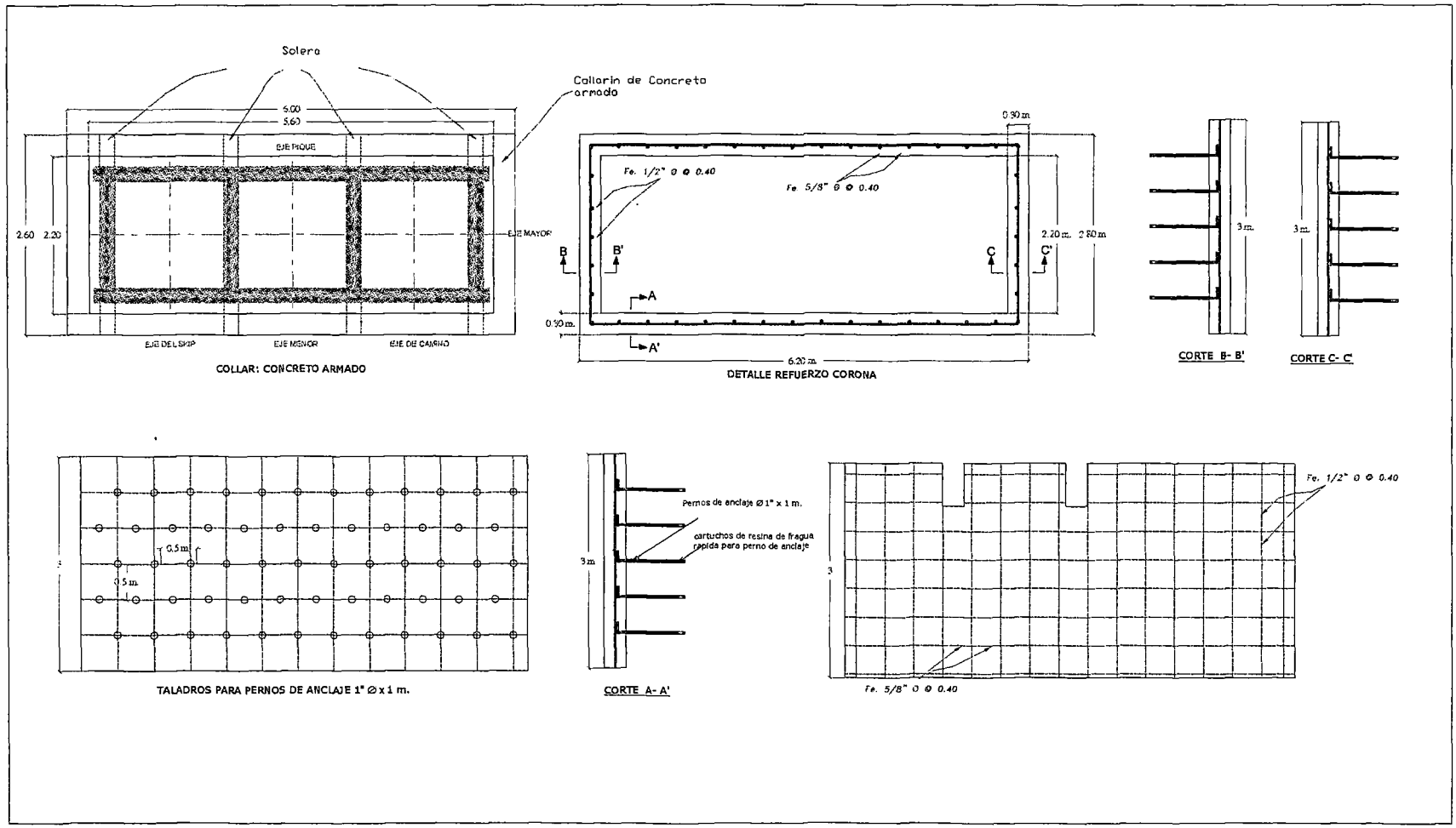
Detalle de la profundización del pique N°03, de cota 4000 a la cota 3980, según el proyecto. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2011.*

Plano N° 07: Detalle de los compartimientos del pique N° 03 Mina Teresita



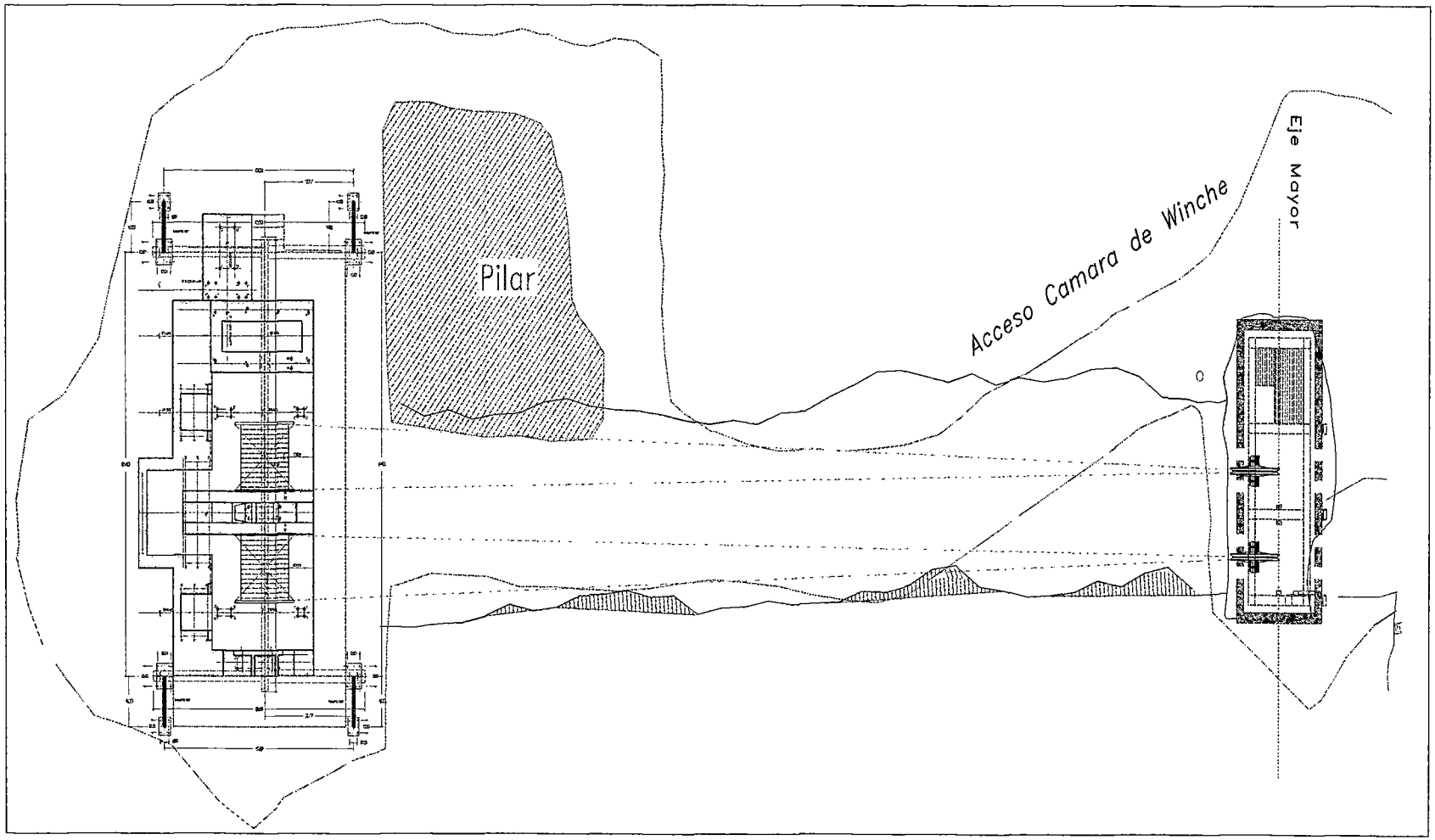
Detalle de los compartimientos del pique, longitud de la escalera y compartimiento (madera de pino). ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2011.*

Grafico N° 20: Collarín de concreto armado y refuerzo de corona



Collarín de concreto armado de refuerzo en cada estación principal, tipo de acero a utilizar y Mezcla. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2011*

Plano N° 08: Ubicación y acceso de la cámara de winche con el Pique N° 03 – Mina Teresita.

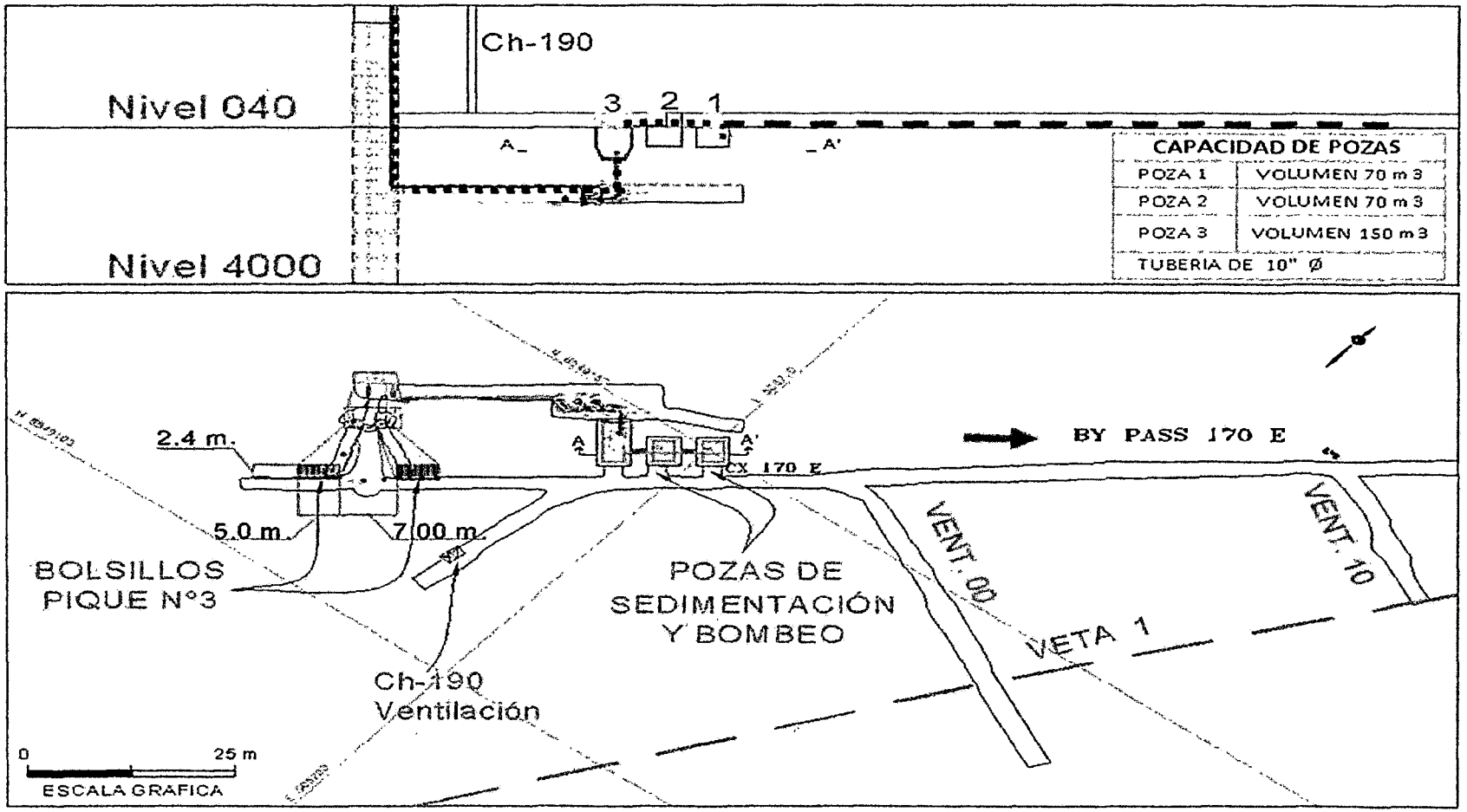


Detalla la ubicación y las medidas de la cámara de Winche del Nv. 370 y N° de poleas, y tambores. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2011*

12

Fotografía N° 02: Estación de pique N° 03, Nv. 4370 – Mina Teresita

Plano N° 09: Detalle del bombeo de agua en Pique N° 03 y Nv. 4040.

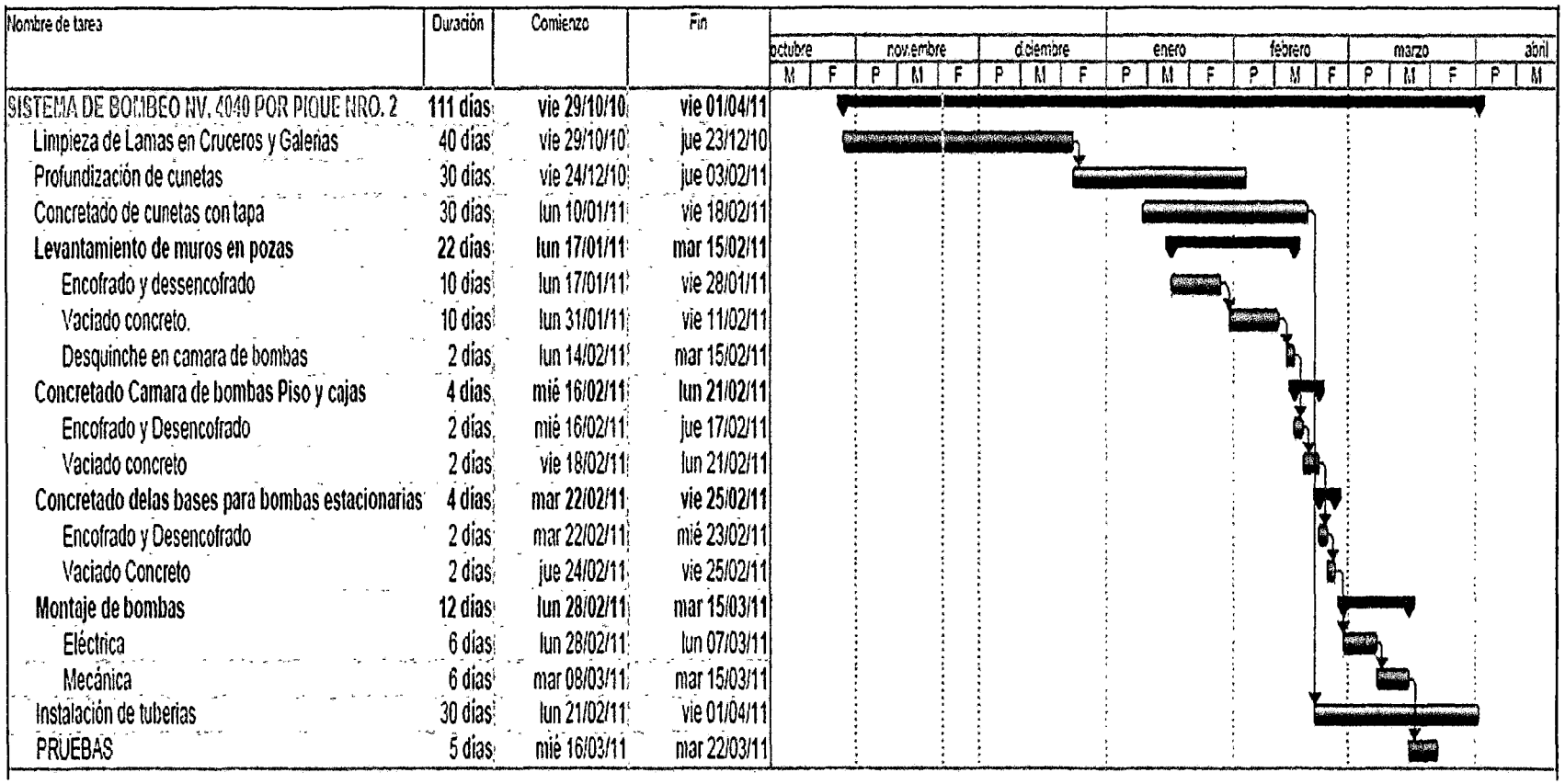


Detalla la ubicación de Pozas de bombeo, N° de pozas y capacidad c/u.

***FUENTE:** Planeamiento Recuperada 2011.*

Cuadro N° 25: Cronograma del sistema de bombeo Mina Teresita

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
SISTEMA DE BOMBEO NV. 4040 POR POQUE NRO. 2	111 días	vie 29/10/10	vie 01/04/11
Limpieza de Lamas en Cruceros y Galerías	40 días	vie 29/10/10	jue 23/12/10
Profundización de cunetas	30 días	vie 24/12/10	jue 03/02/11
Concretado de cunetas con tapa	30 días	lun 10/01/11	vie 18/02/11
Levantamiento de muros en pozas	22 días	lun 17/01/11	mar 15/02/11
Encofrado y dessencofrado	10 días	lun 17/01/11	vie 28/01/11
Vaciado concreto.	10 días	lun 31/01/11	vie 11/02/11
Desquinche en camara de bombas	2 días	lun 14/02/11	mar 15/02/11
Concretado Camara de bombas Piso y cajas	4 días	mié 16/02/11	lun 21/02/11
Encofrado y Desencofrado	2 días	mié 16/02/11	jue 17/02/11
Vaciado concreto	2 días	vie 18/02/11	lun 21/02/11
Concretado delas bases para bombas estacionarias	4 días	mar 22/02/11	vie 25/02/11
Encofrado y Desencofrado	2 días	mar 22/02/11	mié 23/02/11
Vaciado Concreto	2 días	jue 24/02/11	vie 25/02/11
Montaje de bombas	12 días	lun 28/02/11	mar 15/03/11
Eléctrica	6 días	lun 28/02/11	lun 07/03/11
Mecánica	6 días	mar 08/03/11	mar 15/03/11
Instalación de tuberías	30 días	lun 21/02/11	vie 01/04/11
PRUEBAS	5 días	mié 16/03/11	mar 22/03/11

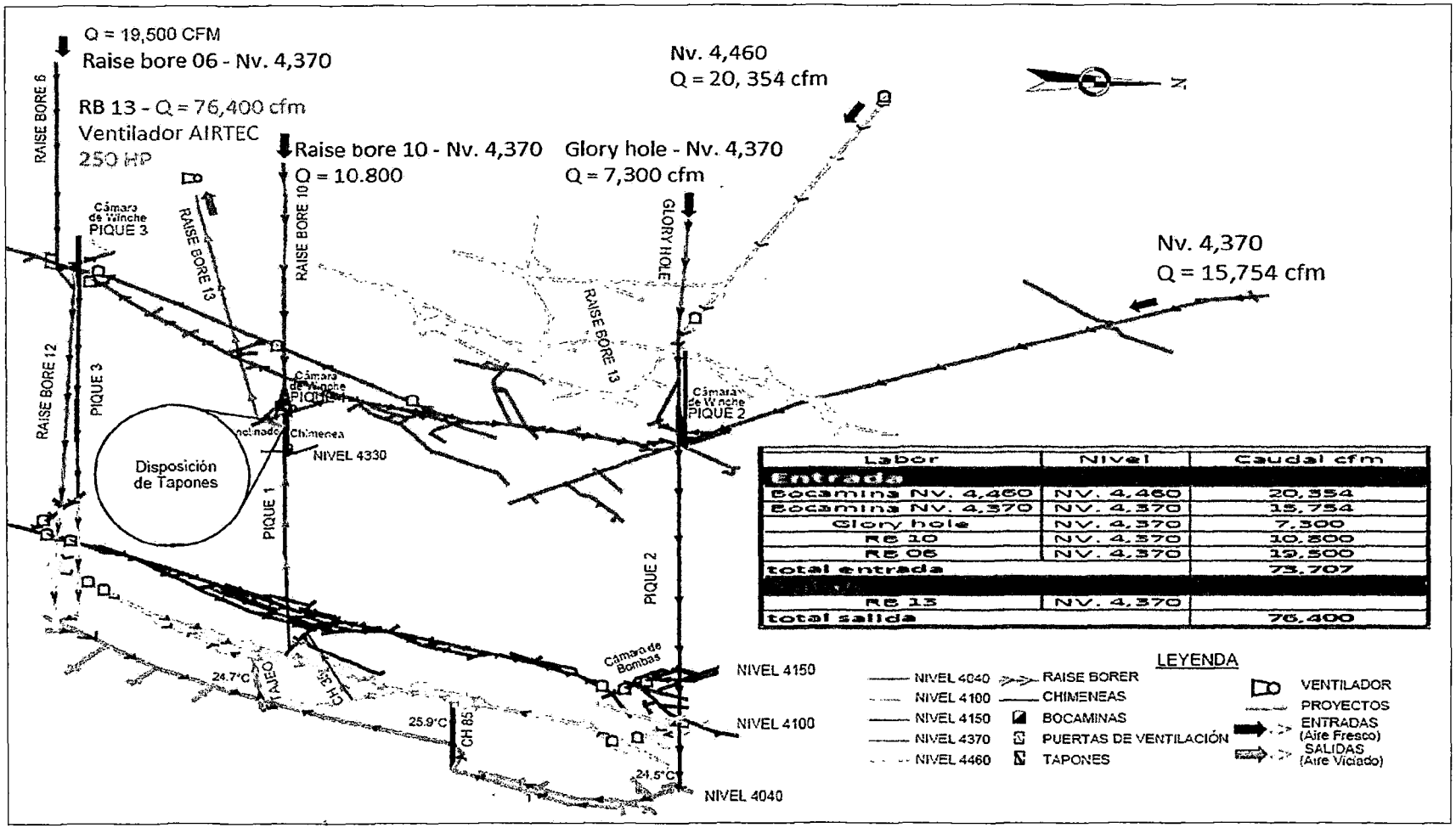


Proyecto: SISTEMA DE BOMBEO TER
Fecha: lun 22/11/10

Tarea — Hito — Tareas externas
División — Resumen — Hito externo
Progreso — Resumen del proyecto — Fecha límite

Detalla que rubros se realizaran, parámetros y total de días en que se ejecutara la cámara de bombas. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2011*

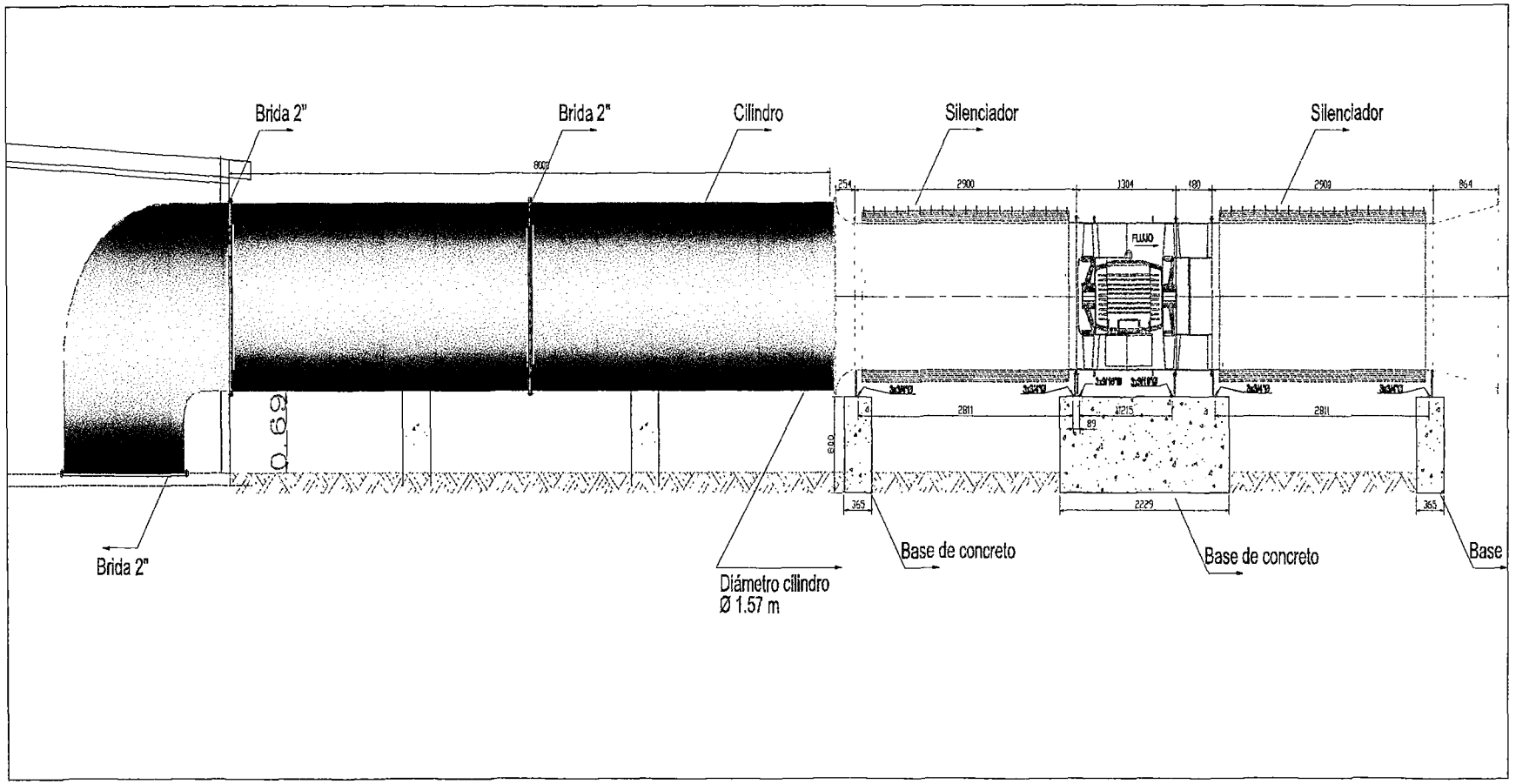
Plano N° 10: Detalle de la ventilación de Pique N° 03 y Nv. 4040.



Labor	Nivel	Caudal cfm
Entrada		
Bocamina NV. 4,460	NV. 4,460	20,354
Bocamina NV. 4,370	NV. 4,370	15,754
Glory hole	NV. 4,370	7,300
RB 10	NV. 4,370	10,500
RB 06	NV. 4,370	19,500
total entrada		73,707
Salida		
RB 13	NV. 4,370	
total salida		76,400

Sistema de ventilación, muestra el circuito por donde ingresa el aire y por donde es expulsado. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2011.*

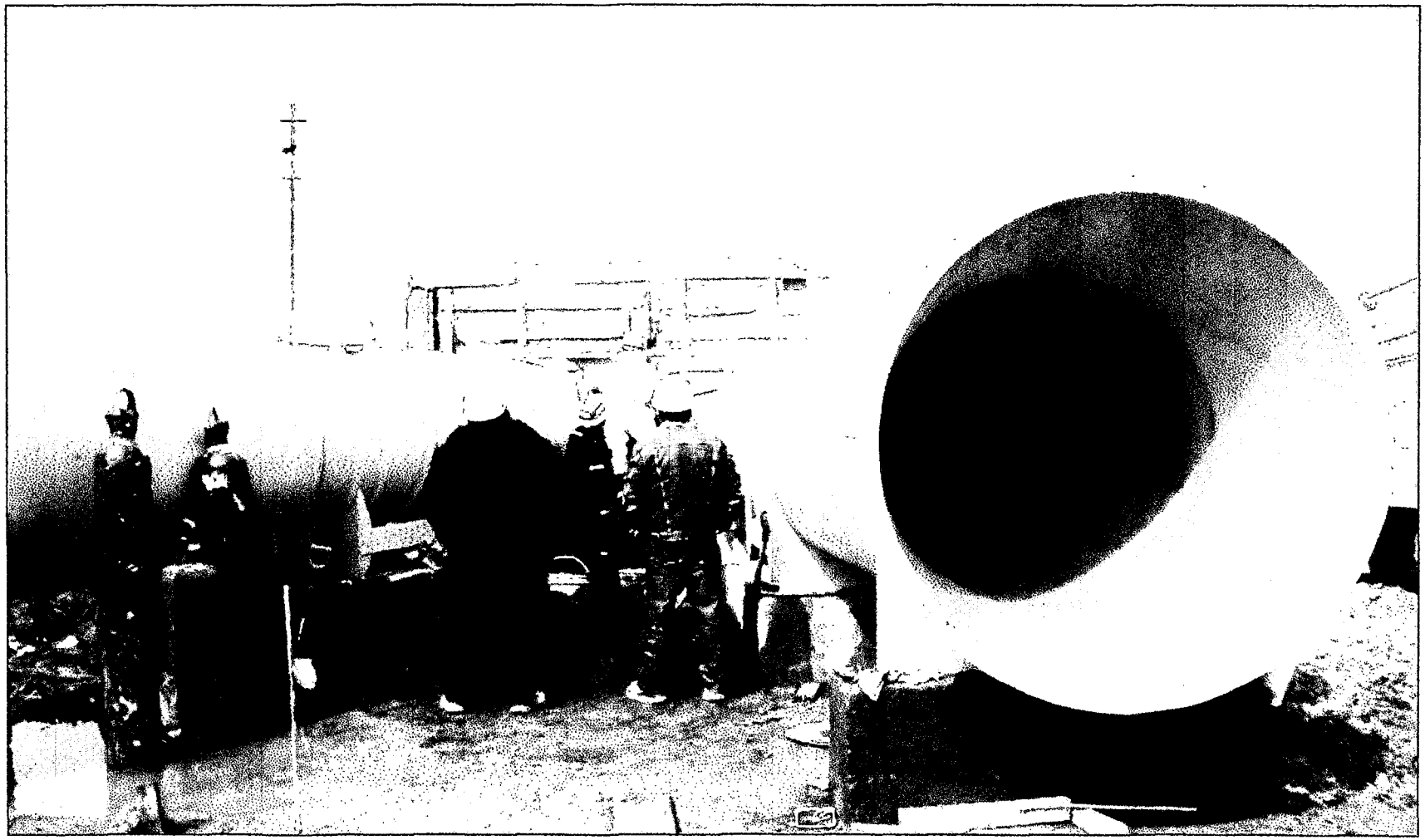
Plano N° 11: Extractor ubicado en el RB-13 superficie.



Medidas y capacidad de la ventiladora expelente a usar en el eje del RB-13.

***FUENTE:** Planeamiento Recuperada 2011*

Fotografía N° 03: Extractor ubicado en el RB-13 superficie.



Cuadro N° 26: Precios unitarios de construcción de Pique N° 03 Mina Teresita

MINA RECUPERADA						
PIQUE CIEGO						
CARACTERISTICAS						
Tipo de roca	IIIA Y IIIB					
Sostenimiento final	Cuadros colgantes					
Sostenimiento temporal	geomecánica					
Compartimientos de 1.5 x 1.5	tres					
Sistema de trabajo	**un turno nocturno de 11 horas**					
I. COSTO FIJO						
1. MANO DE OBRA	Cantidad	jornal	2H 25%	1H 35%	TOTAL	MENSUAL SOLES
Capataz	1	119.19	37.25	20.11	176.55	4413.84
Winchero	1	93.84	29.33	15.84	139.01	3475.17
Piquero/enmaderador	2	93.84	29.33	15.84	139.01	3475.17
Ayud.Piquero (compuerta)	3	86.89	27.15	14.66	128.71	3217.69
Timbreros	1	86.89	27.15	14.66	128.71	3217.69
Motorista	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ayud. Motorista	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Parrillero	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Carpintero	1	93.84	29.33	15.84	139.01	3475.17
Ayud carpintero (ingreso mad)	1	86.89	27.15	14.66	128.71	3217.69
Bodeguero	1	79.46	24.83	13.41	117.70	2942.56
Mecánico perforadoras/herrero	1	83.43	26.07	14.08	123.59	3089.69
Chofer	1	79.46	24.83	13.41	117.70	2942.56
Mano de Obra	13					33467.23
ASIGNACION FAMILIAR (67.50 MENSUAL)						877.50
TOTAL MANO DE OBRA						34344.73

2. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	Cantidad	P.U.				Duración en d.	Costo diario S/
Casco minero	16	47.25				180	4.20
Anteojos	16	19.74				45	7.02
Tapon d oido	16	2.35				75	0.50
Respirador	16	36.64				120	4.89
Filtro p respirador	16	8.37				30	4.46
Mameluco	16	71.71				180	6.37
Botas de jebe	16	35.34				75	7.54
Ropa de agua	5	51.87				75	3.46
Arnes + linea de vida	8	271.05				180	12.05
Correa p lámpara	16	6.67				180	0.59
Guantes neoprene	16	12.47				30	6.65
TOTAL DIARIO							57.73
TOTAL MENSUAL EPP							1443.31

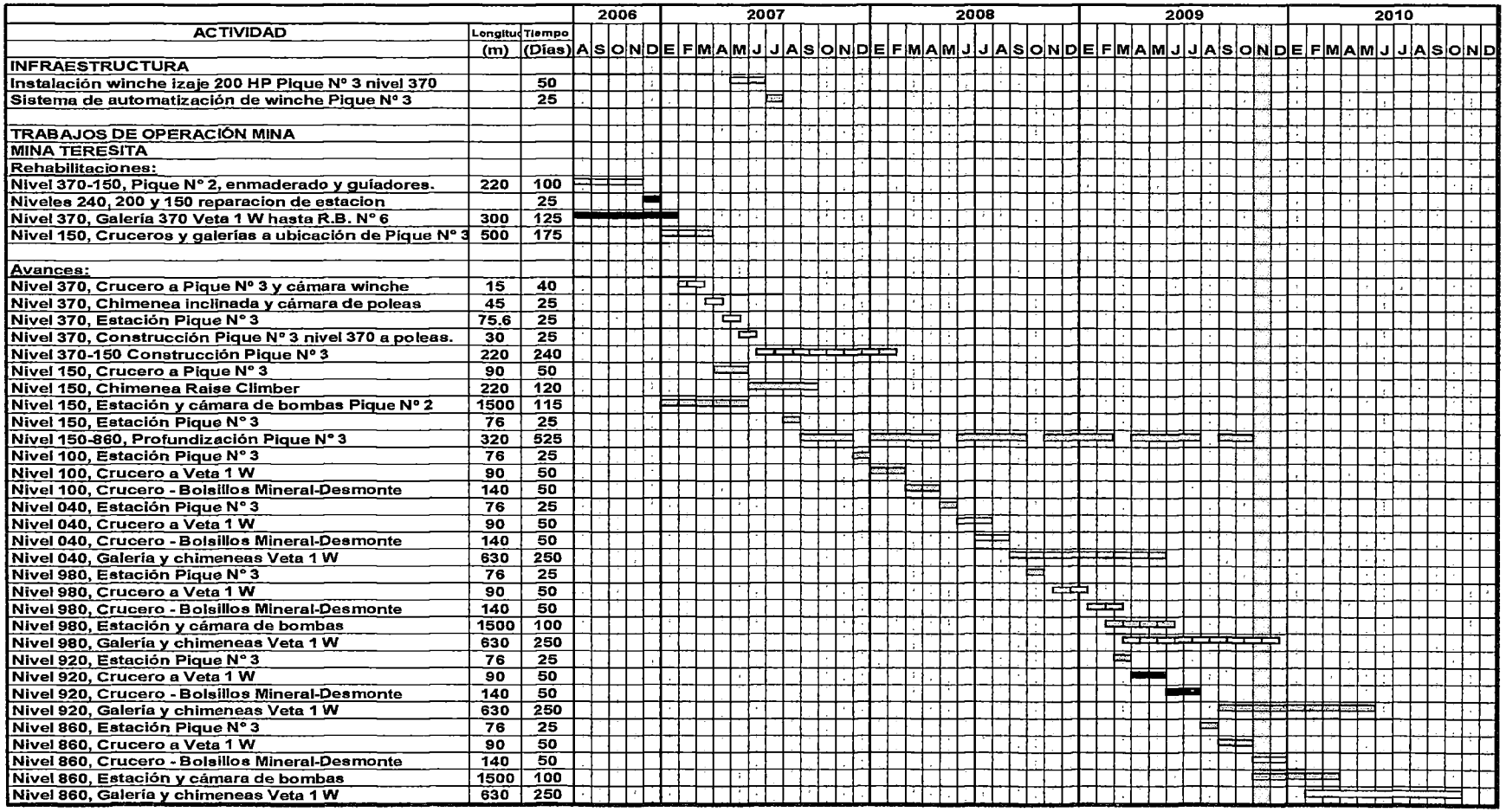
TOTAL COSTO FIJO MENSUAL		
Mano de Obra		34344.73
Implemento de Seguridad		1443.31
Costo fijo mensual		**35788.04**
II. COSTO VARIABLE		
COSTO VARIABLE POR DISPARO		
Dimensiones 2,2 x 5,5 m	12.10	
Profundización: por bancos		
Malla de perforación: 0,55 x 0,40	35	
Taladros de alivio para contorneo	16	
Perforación en pies	5	
Tipo de roca: semi-dura		
Pies perforados por barreno	700	
Dinamita semexa 65 %	5	
Accesorio fanel		
Cordon detonate 5P		

1. PERFORACION						
MAQ. PERFORADORA Y ACCESORIOS						
a) Costo inicial perf. (S/.11137.74)						
con 20% repuestos para 60,000 pies						
Para 51 taladros		56.80				11137.743
b). Costo manguera de jebe de 1"						
(30 mts a S/.6.615 para 150 disp)		1.323				6.615
c) Costo manuera de jebe de 1/2"						
(30 mts a S/.3.24 para 150 disp.)		0.65				3.24
d) Grampas y accesorios						
(10% de (b +c)		0.20				
e) Aceite perforación						
S/.gl 8.559 para 4 disparos		2.14				
Costo por disparo						**61.11**
2. BARRENOS Y ACCESORIOS						
a) Aguzadora, costo inicial S/.6690.6						
en 36 meses para 40000 pies/mes	0.93					
con 40% de mant y reparación	0.37	1.30				
b) Piedra de copa a S/.81.00						
para 25 afiladas y 60 pies/afilada		0.05				
c) Barreno de 3 pies (S/.164.59)		35.97				
d) Barreno de 5 pies (S/.198.83)		28.97				
Costo por disparo						**66.30**
3. Explosivos (*)						0
4. HERRAMIENTAS						
Costo por disparo						**14.17**
III. COSTO VARIABLE MENSUAL						
Costo por disparo		141.58				
Disparos posibles por mes	6	849.47				
Eficiencia	90%	764.52				
Disparos soplados	0%	0.00				
Total costo variable mensual						**764.52**
IV. COSTO TOTAL PIQUE VERTICAL						
Costo fijo mensual		35788.04				
Costo variable mensual		764.52				
COSTO TOTAL						36552.57
Gastos Generales						40869.75
Utilidad	15%					5482.88
Costo del contratista						82905.20
3. COSTO DE EXPLOSIVOS						
	Cantidad	P.U. US$				Total
a) Dinamita c/u	175	0.16				28
b) Fanel c/u	35	1.3				45.5
c) Cordon detonate 5P mts	3	0.12				0.36
d) Carmex	2	0.47				0.94
f) Cordon de encendido en mts	20	0.25				5
Costo por disparo						0
Avance mensual metros	9.00					82905.20
PRECIO POR METRO DE AVANCE EN SOLES						9211.69
PRECIO M3 EN PIQUE EN SOLES						761.30

P.U de construcción de pique, incluye leyes sociales, supervisión, M.O obrero, herramientas, Movilidad y utilidades. ***FUENTE:*** *E.C.M JCB-Recuperada 2011*

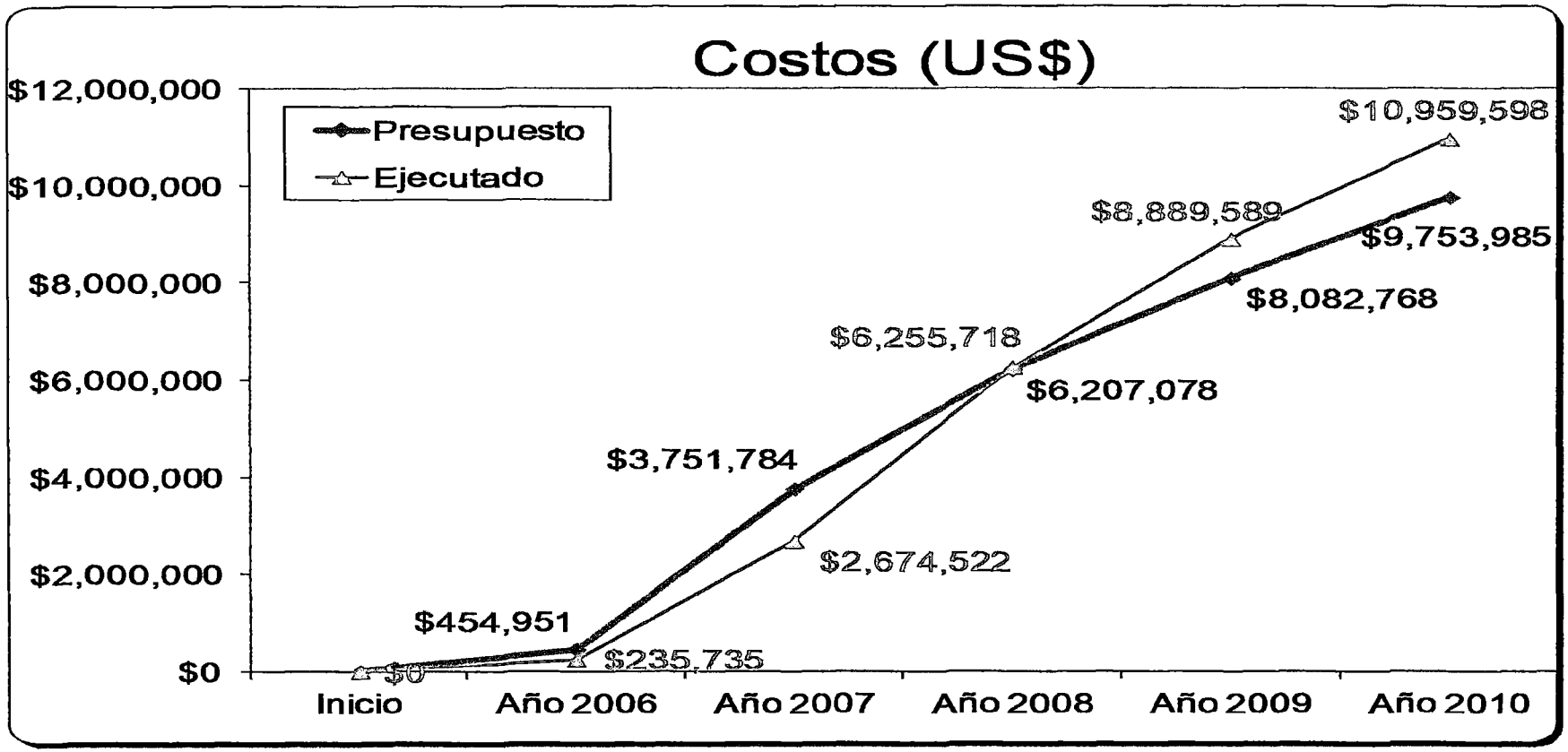
Cuadro N° 27: Cronograma de actividades construcción Pique N° 03 desde el nivel 4370 Mina Teresita.

ACTIVIDAD	Longitud (m)	Tiempo (Días)
INFRAESTRUCTURA		
Instalación winche izaje 200 HP Pique N° 3 nivel 370		50
Sistema de automatización de winche Pique N° 3		25
TRABAJOS DE OPERACIÓN MINA		
MINA TERESITA		
Rehabilitaciones:		
Nivel 370-150, Pique N° 2, enmaderado y guíadores.	220	100
Niveles 240, 200 y 150 reparacion de estacion		25
Nivel 370, Galería 370 Veta 1 W hasta R.B. N° 6	300	125
Nivel 150, Cruceros y galerías a ubicación de Pique N° 3	500	175
Avances:		
Nivel 370, Crucero a Pique N° 3 y cámara winche	15	40
Nivel 370, Chimenea inclinada y cámara de poleas	45	25
Nivel 370, Estación Pique N° 3	75.6	25
Nivel 370, Construcción Pique N° 3 nivel 370 a poleas.	30	25
Nivel 370-150 Construcción Pique N° 3	220	240
Nivel 150, Crucero a Pique N° 3	90	50
Nivel 150, Chimenea Raise Climber	220	120
Nivel 150, Estación y cámara de bombas Pique N° 2	1500	115
Nivel 150, Estación Pique N° 3	76	25
Nivel 150-860, Profundización Pique N° 3	320	525
Nivel 100, Estación Pique N° 3	76	25
Nivel 100, Crucero a Veta 1 W	90	50
Nivel 100, Crucero - Bolsillos Mineral-Desmonte	140	50
Nivel 040, Estación Pique N° 3	76	25
Nivel 040, Crucero a Veta 1 W	90	50
Nivel 040, Crucero - Bolsillos Mineral-Desmonte	140	50
Nivel 040, Galería y chimeneas Veta 1 W	630	250
Nivel 980, Estación Pique N° 3	76	25
Nivel 980, Crucero a Veta 1 W	90	50
Nivel 980, Crucero - Bolsillos Mineral-Desmonte	140	50
Nivel 980, Estación y cámara de bombas	1500	100
Nivel 980, Galería y chimeneas Veta 1 W	630	250
Nivel 920, Estación Pique N° 3	76	25
Nivel 920, Crucero a Veta 1 W	90	50
Nivel 920, Crucero - Bolsillos Mineral-Desmonte	140	50
Nivel 920, Galería y chimeneas Veta 1 W	630	250
Nivel 860, Estación Pique N° 3	76	25
Nivel 860, Crucero a Veta 1 W	90	50
Nivel 860, Crucero - Bolsillos Mineral-Desmonte	140	50
Nivel 860, Estación y cámara de bombas	1500	100
Nivel 860, Galería y chimeneas Veta 1 W	630	250



Cronograma de profundización anterior donde se ejecutó del Nv 370 A Nv 040 en Agostos 2006 hasta agosto del 2010. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2010*

Cuadro N° 28: Presupuesto designado Pique N° 03, desde el nivel 4370 Mina Teresita.



Presupuesto de profundización anterior donde se ejecutó del Nv. 370 A Nv. 040 en Agostos 2006 hasta agosto del 2010. ***FUENTE:*** *Planeamiento Recuperada 2010.*

Cuadro N° 29: Cuantiles de la distribución.

(a) El área de las dos colas está sombreada en la figura.
(b) Si H_A es direccional, las cabeceras de las columnas deben ser divididas por 2 cuando se acota el P-valor.

	ÁREA DE DOS COLAS						
gl	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,161	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	4,966
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	4,897
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	4,837
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	4,784
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	4,736
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767	4,693
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	4,654
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	4,619
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	4,587
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690	4,558
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	4,530
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659	4,506
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	4,482
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	4,321
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	4,169
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,390	4,053
140	1,288	1,656	1,977	2,353	2,611	3,361	4,006
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	3,891

Tabla de valores para determinar un valor crítico o "t" teoría.

***FUENTE**: Dpt. Estadística i Inv. Operativa Universitat de Valencia.*