



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

TEMA: PLAN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS MINERO UTILIZANDO HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS PERT- CPM: CASO TÚNELES MILLÓN 1 Y 2 MINERA TRES CHORRERAS, UBICADA EN LA PROVINCIA DEL AZUAY.

AUTOR: Luis Eduardo Calderón Yanchapaxi

TUTOR: Mg John Bravo Pardo

TUTOR/A TÉCNICO: ING. Fausto Pazmiño Muñoz

QUITO- ECUADOR

AÑO: 2018

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis Eduardo Calderón Yanchapaxi, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor y que se ha presentado las diferentes fuentes de información.

.....

Luis Eduardo Calderón Yanchapaxi

CI: 0501339956

CERTIFICACIÓN

Ing. Fausto Pazmiño Muñoz

Tutor Técnico del proyecto de titulación

MG. John Bravo Pardo.

Tutor Metodológico

Certificamos:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes del de la facultad de Ingeniería en Administración de Empresas, de la Universidad Israel, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Dirección General Académica en consecuencia está apto para su preparación y sustentación.

.....

Ing. Fausto Pazmiño Muñoz

CI: 1710051978

.....

MG. John Bravo Pardo.

CI:

AGRADECIMIENTO

A DIOS, sobre todas las cosas por brindarme la oportunidad de respirar y bendecirme con la salud, por enseñarme a distinguir el bien y el mal, por darme la oportunidad de poder contribuir mis aprendizajes y conocimientos con las demás personas.

A la universidad Tecnológica Israel, la cual me abrió sus puertas para así poderme formarme profesionalmente.

A mis profesores por sus diferentes formas de transmitir su sabiduría, los que me incentivaron de diferentes formas y sentidos a seguir adelante ya que sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

DEDICATORIA

A mi madre, por la inculcación del trabajo y sacrificio abnegado hacia sus hijos.

A mi amada esposa Cecilia, por su amor incondicional, lo cual ha sido el pilar fundamental para poder concluir esta carrera, con su amor y comprensión que solo ella lo puede brindar.

Pero sobre todo a mis hijos Ian y Dorian, los cuales han sido mi inspiración y el motivo para que me levante todos los días a luchar y dar lo mejor de mí, esperando poder ser el ejemplo para ellos.

Resumen.

La dirección de proyectos, en los últimos tiempos se ha presentado como una herramienta fundamental para el desarrollo y culminación de estos trabajos, se ayuda de herramientas administrativas para poder cumplir este objetivo como es la Investigación Operativa, la estadística etc. En el contexto nacional se presenta este problema en el área ingenieril, es por lo que se desea realizar un plan de administración de proyectos con herramientas administrativas, PERT-CPM, mediante un análisis de costo - tiempo probados y posibles, para los túneles Millón 1 y Millón 2 de la mina Tres Chorreras ubicado en la provincia del Azuay. Utilizando la metodología mixta en la que analizaremos las cualidades y cuantificaremos los resultados transformando en una idea de redes matemáticas que serán la base del proyecto planteado, con lo que se lograra tener proyectos con mejor planificación, dirección y un control adecuado, mitigando los problemas propios del trabajo, y fortaleciendo los esfuerzos bien hechos.

El no planificar o no tener una herramienta que ayude a la culminación de un proyecto es llevar al fracaso, la innovación es el éxito en el mundo globalizado en que vivimos.

Palabra claves

Proyectos, planificar, dirección, Investigación Operativa, minería.

Summary.

The direction of projects, in recent times has been presented as a fundamental tool for the development and completion of these works, it helps administrative tools to meet this objective as is Operational Research, statistics etc. In the national context this problem is presented in the engineering area, which is why we want to make a project management plan with administrative tools, PERT-CPM, through a cost-time analysis, tested and possible, for the Millón 1 tunnels and Millón 2 of the Tres Chorreras mine located in the province of Azuay. Using the mixed methodology in which we will analyze the qualities and quantify the results, transforming them into an idea of mathematical networks that will be the basis of the proposed project, thus achieving projects with better planning, direction and adequate control, mitigating the own problems of work, and strengthening well-made efforts.

Not planning or not having a tool that helps the culmination of a project is to lead to failure, innovation is success in the globalized world in which we live.

Keyword

Projects, planning, direction, Operational Research, mining.

Contenido

| | |
|---|-----|
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD | ii |
| CERTIFICACIÓN | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| Resumen | vi |
| Palabra claves | vi |
| Summary. | vii |
| Keyword | vii |
| Introducción | 1 |
| Planteamiento del problema | 2 |
| Objetivo general | 3 |
| Objetivos Específicos | 3 |
| CAPÍTULO I | 4 |
| MARCO TEÓRICO | 4 |
| 1.1 Contextualización espacio temporal del problema | 4 |
| 1.1.1 Nivel Macro | 4 |
| 1.1.2 Nivel Meso | 5 |
| 1.1.3 Nivel Micro | 5 |
| 1.2 Investigaciones previas sobre el objeto de estudio..... | 6 |
| 1.2.1. Antecedente investigativo 1 | 6 |
| 1.2.2 Antecedente investigativo 2 | 6 |
| 1.2.3 Antecedente investigativo 3 | 7 |
| 1.2.4 Antecedente investigativo 4 | 7 |
| 1.3 Marco conceptual. | 8 |
| 1.3.1 Yacimiento Minero | 8 |
| 1.3.2 La minería en el Ecuador..... | 9 |
| 1.3.3 Proyecto..... | 9 |
| 1.3.4 Gestión de Proyectos | 10 |
| 1.3.5 Gestión de integración de proyecto | 10 |
| 1.3.6 Gestión de alcance | 11 |
| 1.3.7 Gestión de tiempos | 11 |
| 1.3.8 Gestión de costos..... | 12 |

| | |
|--|----|
| 1.3.9 Gestión de calidad | 12 |
| 1.3.10 Administración | 13 |
| 1.3.11 PERT-CPM | 13 |
| 1.3.12 Explotación..... | 14 |
| 1.3.13 Exploración..... | 14 |
| 1.3.14 Métodos de Subniveles | 14 |
| 1.3.15 Minería Subterránea | 15 |
| 1.3.16 Iniciación. | 15 |
| 1.3.17 Planeación..... | 16 |
| 1.3.18 Ejecución. | 16 |
| 1.3.19 Monitoreo y Control..... | 16 |
| 1.3.20 Cierre. | 17 |
| 1.3.21 Holguras | 17 |
| 1.3.22 Actividades | 17 |
| CAPÍTULO II | 19 |
| MARCO METODOLÓGICO..... | 19 |
| 2.1- Introducción..... | 19 |
| 2.2- Enfoque metodológico de la investigación..... | 19 |
| 2.3 Métodos a emplearse en la investigación..... | 20 |
| 2.4 Tipo de investigación | 20 |
| 2.5 Población..... | 20 |
| 2.6 Muestra..... | 21 |
| 2.7 Técnicas de recolección de información..... | 21 |
| 2.7.3 Encuestas | 21 |
| 2.7.4 Aplicación y Análisis de la Encuesta | 22 |
| 2.8 Resultados del diagnóstico..... | 28 |
| CAPÍTULO III | 31 |
| PROPUESTA..... | 31 |
| 3.1 Introducción | 31 |
| 3.3 Matriz de tiempos PERT con ayuda de computadora POM | 38 |
| 3.4 Desarrollo de las redes del proyecto. | 41 |
| 3.5 Administración y diseño para el proyecto de explotación Millón 1 y 2 utilizando tiempos determinísticos CPM..... | 45 |

| | |
|---|----|
| 3.5.1 identificación de tareas criticas | 45 |
| 3.5.2 Cálculo ayuda del programa POM | 49 |
| 3.5.3 Cálculo de la holgura Total. | 50 |
| 3.6 Utilización de técnicas de crashing | 51 |
| 3.5.1 Desarrollo el modelo de choque. | 52 |
| CONCLUSIONES | 56 |
| RECOMENDACIONES..... | 58 |
| Bibliografía | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Identificación de las tareas individuales | 35 |
| Figura 2 Identificación de las tareas individuales en el sub suelo..... | 36 |
| Figura 3 Formulación geométrica de los subniveles | 36 |
| Figura 4 Página principal del programa POM..... | 39 |
| Figura 5 Ingresos de datos generales | 39 |
| Figura 6 Ingreso de los diferentes tiempos..... | 40 |
| Figura 7 Resolución cálculo de tiempos estimado con la varianza. | 41 |
| Figura 8 Figura de redes para la explotación de los túneles Millón 1 y 2..... | 47 |
| Figura 9 Resolución de la Ruta Crítica por el programa POM | 49 |
| Figura 10 Gráfico por el programa POM | 49 |
| Figura 11 Ingreso de datos en POM | 54 |
| Figura 12 Resultados utilizando el POM..... | 54 |
| Figura 13 Disminución de tiempos y aumento de costo según POM..... | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Dirección desarrollo y control de proyecto | 23 |
| Tabla 2 Dirección de Proyectos..... | 23 |
| Tabla 3 Estructura organizacional de la Empresa | 24 |
| Tabla 4 Simulaciones Matemáticas | 24 |
| Tabla 5 Tiempos de cumplimiento | 25 |

| | |
|---|----|
| Tabla 6 Recursos extras para el cumplimiento de tareas..... | 25 |
| Tabla 7 Costo de tareas y duración de tareas..... | 26 |
| Tabla 8 Plan para desarrollar proyectos | 26 |
| Tabla 9 Implementación de herramientas PERT-CPM | 27 |
| Tabla 10 Ayuda al desarrollo de proyectos | 27 |
| Tabla 11 Resumen de Hallazgos en la Encuesta | 29 |
| Tabla 12 Identificación de las tareas individuales..... | 33 |
| Tabla 13 Matriz de tiempos | 38 |
| Tabla 14 Estimación del tiempo de conclusión de cada tarea | 43 |
| Tabla 15 Identifique las relaciones de tiempo entre las tareas | 44 |
| Tabla 16 Cálculo de los tiempos más tempranos y más tardíos de las actividades..... | 48 |
| Tabla 17 Holguras de las actividades | 50 |
| Tabla 18 Costo de choque para cada tarea individual | 52 |
| Tabla 19 Restricciones de límite y de terminación de proyecto..... | 53 |

ANEXOS

| | |
|--|----|
| ANEXO 1 Ubicación geográfica del Área | 62 |
| ANEXO 2 Pregunta de la encuesta | 63 |
| ANEXO 3 Levantamiento topográfico, geológico mineralógico..... | 64 |
| ANEXO 4 Simulación matemática y geométrica del proyecto..... | 65 |
| ANEXO 5 Tabla de distribución Normal..... | 66 |
| ANEXO 6 Area Tres Chorreras | 67 |
| ANEXO 7 Area de trabajo Millón 1 y Millón 2..... | 68 |
| ANEXO 8 Diseño del proyecto | 69 |

Introducción

Atlas Moly SA. Es una empresa canadiense, que pertenece al grupo AMSA, la cual está ubicada físicamente en las Islas Vírgenes Británicas.

La concesión Tres Chorreras que está ubicada en la provincia de Azuay Ecuador, es adquirida por parte de Atlas Moly el 19 de noviembre del 2008 en un 100%. Con lo cual comienzan a realizar el estudio y el diseño de prefactibilidad.

Con los antecedentes que la concesión minera Tres Chorreras es un polimetálico que ha mostrado una presencia significativa de Oro Au cerca de la superficie, lo que fue explotado por los mineros de la zona que se encontraban laborando en túneles artesanales por más de 25 años. La explotación y comercialización del material extraído de los mismos en la década de los 90 dio una nueva visión del área ya que se encontró minerales como, el Oro Au, la Plata Ag, el Cobre Cu y el Molibdeno Mo, que son rentables para la explotación y comercialización y se encuentra situada al Sur-Occidente del Ecuador como se muestra en el anexo N 1

Con los estudios geológicos y más de 6000 m de perforación realizados por Atlas Moly SA. con perforaciones de que oscilan en 600 m de profundidad, obtuvieron un cálculo de reservas alentador para la explotación de este yacimiento mineral.

Los problemas y cambio de la visión política suscitados en el 2008 en el estado ecuatoriano, publicándose un mandato minero que atentaba para la inversión de riesgo, se toman la decisión de suspender las labores.

Por el año 2009 retoma la idea de desarrollar el proyecto ya que sería económicamente rentable para el Ecuador y los inversionistas, con los precios de los minerales que se cotizaban en ese momento en el mercado internacional. Pero en el 2012 sufre una invasión a la mina por parte de los mineros informales, tornándose un caos y sufriendo una destrucción en los implementos existentes en ese entonces, propios para las labores mineras que sobrepasando el 90% de los mismos. Luego de un arduo trámite legal, con disposición de ARCOM (Agencia de regulación y control minero) y la intervención del ejército ecuatoriano se logra el desalojo de dichos invasores, retornado el área a la empresa Atlas Moly SA.

Los directivos de la empresa toman la decisión de vender las acciones y estudios que han obtenido hasta la fecha, para lo cual en el 2013 seden a la empresa Exel Moro SA. La cual era propietaria los hermanos Pachecos, encontrándose de gerente el señor Jorge Pacheco, por lo que

se le nombra como presidente de Atlas Moly SA. A su hermano el Arquitecto Carlos Pacheco. La venta se la realiza con una entrada y el saldo pagadero a tres años en cuotas semestrales. No se cumple con lo pactado llegando a otro conflicto entre las dos empresas, razón por lo cual los directivos de Atlas Moly SA. deciden retomar el control de la concesión minera Tres Chorreras desde diciembre del 2016.

Luego de diversos procesos ambientales y de limpieza del área y en vista que no sé encontrado clientes potencialmente fiables, se ha visto la posibilidad de proceder a una explotación del mineral existente en los ocho túneles artesanales para lo cual se plantea una explotación por sub niveles. Dividendo el área en dos partes: la zona denominada túneles Millón que será el motivo del estudio, y la zona alta que se encuentra concentrado seis túneles artesanales (Incas, Alcaldes, Unión, Tigres, Tigrillos, Chorrone)

En vista que la mayoría de los proyectos en el Ecuador no han llegado a su culminación, ya sea por falta de recursos, tiempos no cumplidos, por una mala programación, quedándose simplemente en “proyecto”, es necesario que exista un programa administrativo que gestione los recursos, controle los gastos, encaminado a cumplir con las diferentes metas planteadas, respetando siempre los presupuestos preestablecidos y que han sido asignados por la empresa para cumplir dicho proyecto. Este programa administrativo debe ser claro y entendible, para poder resolver, administrar recursos, tiempos, estandarizar actividades, documentos. Nos ayudaremos con las herramientas PERT-CPM para la planificación, evaluación y control de la explotación por sub niveles de los túneles Millón 1 y Millón 2. Con lo que se tendrá un plan administrativo en el proyecto, porque en la actualidad las empresas que se dedican a temas ingenieriles necesitan desarrollar estrategias para la innovación como respuesta a los rápidos cambios tecnológicos y de mercado en el mundo globalizado que se desarrolla.

Planteamiento del problema

En los últimos cuatro años, a raíz de la caída del precio del petróleo, el país volvió la vista hacia otras fuentes de ingresos y una que es la más importantes es la minería, con otro antecedente que en la actualidad el gramo de Oro Au oscila entre los \$40, oo (cuarenta) dólares, se ha vuelto muy atractiva la explotación minera.

Atlas Moly SA. luego experimentar, una invasión a su área minera y de una venta fallida de la concesión minera a la empresa Exelmoro SA. Desea realizar una explotación, por sub niveles,

el problema es que tiene un plan de administración incipiente de sus operaciones que involucre tareas múltiples interrelacionadas, por lo que ha pedido a sus técnicos un diseño de tareas, que involucren tiempos y costos de las mismas, es necesario un sistema para la dirección de proyecto, que se pueda controlar de una manera eficiente, eficaz y oportuna, porque con las experiencias anteriores se observó que la mayoría de los proyectos, de esta índole, no llegan a concluir, por falta de planificación y control en las tareas interrelacionadas y el desconocimiento de las que son críticas.

Objetivos

Objetivo general

Realizar un plan de administración de proyectos con herramientas administrativas, PERT-CPM, mediante un análisis de costo - tiempo probados y posibles, para los túneles Millón 1 y Millón 2 de la mina Tres Chorreras ubicado en la provincia del Azuay.

Objetivos Específicos

- Fundamentar teóricamente el trabajo de investigación, por medios bibliográficos para la elaboración de un método teórico PERT-CPM.
- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área minera, mediante la metodología de la investigación, para ver la viabilidad de realizar un plan de explotación minera.
- Establecer un diseño administrativo para controlar el proyecto, por medio de la ruta crítica, utilizando el gráfico de redes y el cálculo de holguras.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Contextualización espacio temporal del problema

1.1.1 Nivel Macro

Para entender el problema sobre la falta de una adecuada planificación de proyectos, es necesario mencionar los comentarios emitidos en la reunión, de mecanismo, gestión y ejecución de proyectos Kick-Off, que nos señala la falta de normas globales específicas y coherentes a nivel internacional, en donde se emitan compromisos y aprobaciones, con lo que se podrá guiar la ejecución y control del proyecto. En vista de que en los últimos diez años se han visto altibajos en el sector minero, surgiendo empresas innovadoras, con técnicas de planificación y control adecuadas que involucran a la tecnología, como una herramienta de diseño.

El crecimiento de las empresas mineras en todo el mundo, se debe al avance de la tecnología y sobre todo al requerimiento como materia prima de casi todo lo que se construye. Las inversiones a nivel mundial para la exploración de yacimientos metálicos en el 2012 fue de 20,5 millones de dólares, al tratarse de inversiones de riesgo es necesario tener una planificación y control, que se cumpla costos y fechas por los diversos problemas políticos sociales que surgen con el apareamiento minero en las diferentes zonas y la cambiante situación política, a esto se suma que son bienes no renovables, que no solo es costosa su inversión a esto se suma el costo ambiental, el costo social, y costo político.

Pero tenemos que tener en cuenta que es generadora de empleos, que es fuente de riqueza para los países que poseen este bien.

Todo financiamiento implica un riesgo y los Inversionistas e instituciones financieras deben tener la habilidad de identificar y cuantificar los diversos niveles de riesgo que separan las buenas decisiones de las malas, es donde sobrevive la mejor decisión y dirección del proyecto a desarrollarse. En vista que el tiempo es un factor importante, para lograr la recuperación y estabilidad de la empresa.

A nivel de América del Sur la problemática se aumenta, ya que la mayoría de las minas son de tipo artesanal que no poseen una planificación adecuada, en un bajo porcentaje son

industrializadas, las que están en esta categoría tienen o trabajan con capitales extranjeros, son los que se llevan la mayor parte de las utilidades al tratarse de una inversión riesgosa.

1.1.2 Nivel Meso

El problema de la minería en el Ecuador igual que a nivel mundial radica en el impacto ambiental que esta produce, conjuntamente con el problema social y económico, a pesar que la mayor parte de estos problemas son los que provienen de parte del minero artesanal, el cual tiene una insuficiencia de control por parte de los entes reguladores.

A pesar que el 13% del territorio nacional esta entregado a trans nacionales, esta entrega fue emitida en los últimos meses del gobierno de Rafael Correa. Todo este ambiente ha generado una incertidumbre en los procesos de inversión, mucho más crítica se convierte cuando en la última consulta popular en una de las preguntas, están relacionadas directamente a la no explotación de minerales, la cual gano el SI y por último con la reactivación del precio del petróleo no se ve con buenos ojos la explotación de yacimientos minerales metálicos.

El sustento económico que se mantiene para trabajar y crear estos proyectos es la subida del precio del Oro, el cual oscila entre los \$38 y \$40 dólares por gramo. Conjuntamente con el descubrimiento de minas de tipo pórfido, con una cantidad económicamente rentable de Cobre y Oro.

1.1.3 Nivel Micro

Atlas Moly SA. a partir del 2008 con el dictamen minero, redujo el área de exploración a 39 hectáreas, limitándose en realizar una exploración para pequeña minería, con la brecha hidrotermal identificada, la cual está controlada su mineralización por la quebrada Gigantones no tiene mayor campo de acción para su explotación, pero los valores del logeo obtenidos de los 6000 m de perforaciones que se han realizado en 10 posos con profundidades que sobrepasan los 600 m cada uno, se tiene resultados interesantes en lo que se refiere a Cobre, Oro, Plata y Arsénico. A pesar que sufrió una invasión por parte de los mineros de la zona, se logró recuperar y hoy la empresa se ha decidido explotar, este yacimiento con la recuperación de oro microscópico, aplicando la técnica residual, en vista de que las arenas producto de este ejercicio tienen un precio rentable, se está comercializando a la República de China.

El área Tres Chorreas está compuesta por 16 túneles artesanales, en la parte baja se encuentran los túneles Millón 1 y Millón 2, aprovechando las trabajos y socavaciones, la directiva ha solicitado realizar un plan de explotación racional y sustentable, aprovechando la información y mapeos geológico previamente realizado, esperando tener una producción bruta de 60 Tn de material mineralizado diarios.

1.2 Investigaciones previas sobre el objeto de estudio

1.2.1. Antecedente investigativo 1

El estudio económico que puede generar la minería es un tema de estudio actual, al ser un país que sus divisas principales provienen de los bienes no renovables, así lo podemos ver en el trabajo siguiente.

La actividad minera constituye uno de los principales ejes para el desarrollo de la economía ecuatoriana en los próximos años, ya que en los últimos 4 años hasta el 2012; el sector minera ha tenido un incremento en la participación promedio en el PIB real y se espera que con el desarrollo de los grandes proyectos mineros este crezca de manera significativa, además los ingresos del Estado se verán afectados de igual forma por las regalías, utilidades y otros ingresos provenientes de la actividad minera con lo cual podrá utilizar para desarrollo de las zonas cercanas y de sus habitantes (XAVIER DARÍO , 2014).

La actividad minera a influenciado a través de los tiempos en la economía del país, en una forma directa e indirecta siendo el pilar fundamental, del gobierno de turno para la obtención de recursos.

1.2.2 Antecedente investigativo 2

El Ecuador a partir de la década del 70 se ha establecido como un productor y exportador de materia prima no renovable, a pesar que existen datos que cuentan que la extracción minera remonta a época de la colonia, en las últimas décadas viene a jugar un papel importante en la economía nacional como lo menciona Mero.

El Ecuador esta insertado en la economía mundial como un proveedor de materias primas, o en otras palabras sigue con el modelo primario exportador y esto nos generó a

ser dependientes de la volatilidad de precios de las materias primas en el mercado mundial, (...), como el proyecto Mirador donde estos bienes primarios son realizados en el largo plazo, este modelo extractivo nos ha resultado negativo como consecuencia del deterioro de los términos de intercambio entre los bienes que exportamos y los bienes que importamos por lo que no se genera un valor agregado, (...) desarrollado que mantienen una brecha de desarrollo más amplio donde su industria es difícil de alcanzar para nuestro país (ANDRADE MADERO , 2015).

Las operaciones mineras son propias de algunos pueblos del Ecuador, la economía gira alrededor de este trabajo, por lo que es muy difícil cuantificar los daños colaterales o los beneficios que se han obtenido con este trabajo.

1.2.3 Antecedente investigativo 3

En el último quinquenio se ha visto una mejor y sustantiva recaudación de tributos provenientes de las labores mineras, así lo asegura (AGUILAR ESPINOSA, 2016). “En el periodo analizado 2010-2015 el volumen del pago de impuestos al Estado creció en un promedio 177.5%”

Las regalías según datos del SRI han mejorado en una forma extraordinaria con lo que se refiere al área minera, el País pierde el cobro de estos tributos con la minería ilegal la cual mantiene sus operaciones en una forma clandestina.

1.2.4 Antecedente investigativo 4

La modernización en las diferentes partes del planeta no siempre son los más alentadores, porque toda actividad humana produce un impacto ambiental y mucho más la minería que una de las áreas más delicadas y sensibles como lo expresa Bruno Milanez

Actualmente estos productos se consideran estratégicos por los sectores de comercio exterior vinculados a la “competitividad”, presentada por Brasil. Estas exportaciones generan importantes ingresos para el país; por otra parte, no siempre la riqueza se distribuye entre la sociedad en su conjunto. Al mismo tiempo, de forma contradictoria se reduce el potencial de ingresos y generación de riqueza, creación de empleo y de impuestos que estos recursos naturales podrían generar si se orientan a satisfacer las necesidades del país (Milanez & Salles Pereira, 2017).

La orientación y canalización de los recursos naturales es de mucha importancia para el desarrollo de los pueblos, más en el tramo administrativo es en donde se pierde la dirección y se convierte en un botín político.

1.3 Marco conceptual.

Para tener la capacidad de racionalizar horarios, estimar presupuestos, realizar cronogramas, proyectar de una forma efectiva un trabajo, se necesita tener claro los conceptos de dirección de proyectos, como del área a donde se le va a aplicar. La minería en el Ecuador se tiene indicios de su existencia desde el periodo Incaico, con evidencias indudables que se han encontrado, es así que a unos 15 Km hacia el Oeste del área minera Las Tres Chorreras se encuentra un cementerio de los Incas, también por la parte superior de la cordillera (5 Km. del sitio en mención) está un monumento denominado el Inca que se puede observar claramente que es construido con herramientas rudimentarias propias de esa época incaica. Lo que demuestra la importancia de la búsqueda de los yacimientos minerales metálicos desde mucho tiempo atrás.

1.3.1 Yacimiento Minero

Las concentraciones de uno o más minerales, que están en la tierra debido a procesos geológicos y tectónicos, se las denomina concentraciones anómalas. Las que se extrae por la condición, químicas, físicas que poseen los minerales que son parte de estas y pueden ser utilizados por los seres humanos, según Lavandaio, (2008)

Se define a un yacimiento mineral, como el cuerpo mineralizado que está en la superficie de la tierra que tiende a ser económicamente rentable, por sus características mineralógicas, estructurales, facilidad que tiene para ser explotado y sobre todo cantidad y precio que se encuentra los minerales a explotarse, la concentración de minerales por lo general se encuentran asociadas con los diferentes eventos geológicos, sucedidos en el transcurso del tiempo, han formado lo que se les denomina yacimientos, los cuales pueden se pueden clasificar de acuerdo a su orogénesis, composición, morfología economía, etc. (Lavandaio, 2008).

La cantidad de mineral que posea un yacimiento o mena como también se la conoce, es atractivo para su explotación, según el volumen o lo valioso que este sea y sea factible su extracción, va a depender de la cantidad que esta posea a lo que se le denomina reserva.

La cantidad de mineral o reservas que se encuentran en un yacimiento se encuentran identificadas, por el volumen existente de ese mineral en una determinada zona, este material es evaluado y se determina si es factible su explotación, la reserva de este yacimiento se va a determinar basándose en la cantidad o calidad del mismo y a la facilidad de extracción y su traslado. Se debe tomar en cuenta costo/ beneficio que se va a obtener, estos parámetros son los que van a definir la viabilidad de explotación. (Lavandaio, 2008)

1.3.2 La minería en el Ecuador

En los últimos tiempos se ha tornado un tema político, en donde se ha comprometido enormes extensiones de tierras a transnacionales, que, si bien son generadoras de recursos y empleos, son también causantes de impactos en el medio ambiente, se tornan un problema social y ambiental que se le está saliendo de las manos al actual presidente Licenciado Lenin Moreno y mucho más con el feriado de las áreas mineras producida por el anterior régimen.

La política que se ha vivido en las última década, no ha favorecido a la minería, las concepciones fueron dadas u obtenidas de una manera apresurada con la salida del antiguo gobierno de Rafael Correa Delgado es así que se tiene que más del 13% del territorio nacional están concesionadas a empresas internacionales, esto equivale a que 3,7 millones de hectáreas se ha otorgado para la exploración y explotación por un lapso de 25 años, en este tiempo pueden explorar, explotar, fundir el material que son recursos inrenovables, a los gobiernos seccionales no se les ha tomado en cuenta siendo estos los que son parte esencial de las zonas mineras, pero lo más preocupante es que no se ha socializado con las comunidades, las cuales temen por los pasivos ambientales propias de la extracción minera.

No se ha respetado la constitución según los artículos 398 y 57, haciendo un lado a las opiniones y deseos de los pueblos a centrales y comunidades rurales que habitan en la zona, llevándolos más bien a una pobreza y desigualdad de vida (Zorrilla, 2018, pág. 1).

1.3.3 Proyecto

Existen diferentes normativas para definir lo que es un proyecto, esto va a depender de los autores que se estén tomando como referencias, los cuales conjugan las variables tiempo, alcance, propósito, así según el Guía del PMBOK, (2008) “La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos” (pág. 3). Refiriéndonos a los destinados del área de ingeniería. Manifestando que no solo se puede crear sino también modificar o mejorar un producto.

Lo que nos dice que es, “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana” (Urbina, 2013, pág. 14).

Los proyectos de ingeniería no son como otros proyectos. Desde esta especialidad se sacan adelante proyectos diferentes, complejos, innovadores y encuadrados en una industria competitiva, donde el tiempo de salida al mercado es todo. Es por eso que los directores de proyectos de ingeniería no tienen el lujo de poder disfrutar de un periodo de

aceleración, por frugal que sea. Deben ser rigurosos y estar listos desde el minuto cero. (OBS, 2018, pág. 3)

En proyectos de ingeniería los controles de tiempos y costos son de suma importancia, es lo que les convierten en proyectos complejos y audaces, donde se tiene que cumplir las metas establecidas con el escaso recurso de las empresas.

1.3.4 Gestión de Proyectos

Se considera el planeamiento o la optimización de una determinada organización, siempre enfocada al cumplimiento con objetivos, metas previamente establecidos así. “Las actividades formales involucradas en la dinámica de los proyectos: formulación, ejecución y evaluación” (Gómez Arias, et al 2013).

Mientras que para la guía de dirección de proyectos (PMBOK, (2008^a) nos dice. Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. La guía de proyectos (PMBOK) nos indica que existe cinco grupos de procesos los cuales se interrelacionan para dar cumplimiento con la dirección de proyectos, estos son. (pág. 5)

- ✓ Iniciación
- ✓ Planificación
- ✓ Ejecución
- ✓ Seguimiento y control
- ✓ Cierre.

Las diferentes labores que se realice para cumplir con el objetivo, se van a interrelacionar entre ellas para poder llegar a una culminación eficiente y eficaz del proyecto, tomando en cuenta que la mayoría de proyectos se pueden enmarcar en este modelo, a pesar de que ningún proyecto es igual entre sí, por lo que tenemos que comenzar diseñando las gestiones que llevara a la conclusión exitosa de los proyectos.

1.3.5 Gestión de integración de proyecto

Todo trabajo tiene su principio y es en este, dónde se expresa o se escribe las reglas del juego, cuál va a hacer las condiciones de inicio, el grupo que lo va a ejecutar, quien lo va a dirigir, el tiempo, el costo y algo que es muy importante hasta donde va a llegar. Es necesario que la parte ejecutora como la parte contratante pongan sus condiciones y se fije el tipo de apoyo mutuo, sin descuidar algo muy importante que son imprevistos y reajustes propios del trabajo, al respecto la PMBOK, (2008) “Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para

identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos” (pág. 16).

Otros actores toman esta parte como alcance de proyecto, destacando que es el cumplimiento de sus metas, planes, objetivos, este es el fin que se persigue. “La administración del alcance debe incluir los procesos necesarios para asegurar que el proyecto comprenda todo el trabajo que permita completarlo en forma exitosa” (Riviola, 2007, pág. 16).

1.3.6 Gestión de alcance.

La guía metodológica (PMBOK) nos indica. “Planificar la Gestión del Alcance es el proceso de crear un plan de gestión del alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto” (Project Management Institute, 2008a, p. 107). Luego del proceso de inicio se plantea las interrogativa del desarrollo el control el monitoreo que se debe realizar en el alcance del proyecto.

“Antes de tomar una decisión, es fundamental lograr el consenso de los interesados acerca de las características evaluadas, para comprometerlos en la selección” (Riviola, 2007, pág. 19). Las decisiones fundamentales que se debe tomar en cuenta para un director de proyectos son, lo económico como lo técnico, ya que va a depender de esta situación hasta donde va a llegar y si se va a poder concluir.

1.3.7 Gestión de tiempos

El control de los tiempos en un proyecto es de suma importancia ya que de este depende muchas veces el éxito o el fracaso del mismo. “La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto” (PMI, 2008, pág. 114). Para lo cual hace falta una calendarización o cronograma, para lo cual utilizamos herramientas informáticas o de diseño como pueden ser PERT-CPM, Project etc. Siempre se debe tener en cuenta los atrasos y adelantos que puede suceder, por lo que es necesario una programación adecuada y es donde nos ayuda las matemáticas con sus cálculos y diseños para obtener el menor error posible de programación.

Mientras que, para Rivarola, (2007) es “La administración del tiempo debe incluir los procesos necesarios para asegurar que el proyecto se cumpla dentro del horizonte temporal preestablecido” (pág. 33). La secuencia de las actividades es un parámetro importante de este va a depender que se cumpla el cronograma establecido, como la dependencia de las tareas, es de suma importancia la designación de recursos. Uno de los métodos más adecuados para la programación de tiempos y recursos son el diagrama de red.

1.3.8 Gestión de costos

El correcto cierre de presupuestos en los proyectos se basa en un control de los mismos, los cuales tienen que estar perfectamente identificados. “La estimación de costos consiste en hacer aproximaciones de cuánto costarán los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto” (Riviola, 2007, pág. 66). En estas estimaciones se toman en cuenta los diferentes autores que intervienen como mano de obra, logística, materiales, equipos a utilizarse etc. Las estimaciones deben ser realizadas por las personas expertas o las que diseñan los diferentes trabajos, estos costos deben ser fijados de una manera real ya sin exceso ya que podría no aprobarse el presupuesto y no muy bajos, esto implicaría a la no culminación del proyecto.

Mientras que PMBOK,(2008) nos indica “El beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan con objeto de tomar acciones correctivas y minimizar el impacto” (pág. 215). La finalidad es poder controlar los recursos que la empresa pone a disposición para el cumplimiento de las tareas, el desvío de los mismos repercutirán en él costo y la culminación de los trabajos.

1.3.9 Gestión de calidad.

Con respecto a esta gestión la PMBOK, (2008) “La Gestión de la Calidad del Proyecto utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto, apoya las actividades de mejora continua del proceso” (pág. 233).

La propuesta de calidad está presente en todas las etapas del proyecto y va a depender de los reglamentos internos y externos que esté enmarcada la empresa, para poder desarrollarse en una forma efectiva.

De la misma manera Lledó & Rivarola, (2007). Propone que “En la planificación de los niveles de calidad que requerirá el proyecto se deben identificar cuáles serán los estándares de

calidad relevantes y cómo se alcanzarán” (p. 86). El manual de políticas es una de las partes fundamentales, como los programas estratégicos a seguir

1.3.10 Administración

“Todas las actividades relacionadas con la producción de bienes (productos) o con la presentación de servicios (actividades especializadas) las planean, coordinan dirigen y controlan las organizaciones.” («Introducción a la Teoría General de la Administración.pdf», s. f., p. 2). Se evidencia que son procesos eficientes de personas y por medio de estas se logran que realicen ciertas actividades por medio de otras personas. La administración es una ciencia compleja que se conoce, desde los principios de la humanidad, ya que toda actividad para llegar a un feliz término debe ser planificada, diseñada, pero en la actualidad se le ha dado una estructura de procedimiento, para enmarcar los diferentes proyectos, trabajos, a realizarse.

La administración busca realizar trabajos por otras personas, pero enmarcadas en la eficiencia y eficacia, en las diferentes organizaciones, ya que cada una de estas tiene sus propios objetivos metas visiones y misión, por lo que se torna complejo en enmarcar en un modelo general.

1.3.11 PERT-CPM

Las herramientas administrativas, que ayudan a dirigir proyectos con tiempos probados y posibles describen Taha, (2012) “Son métodos basados en redes diseñados para ayudar a planificar, programar y controlar proyectos. El objetivo de CPM y PERT es idear herramientas analíticas para programar las actividades. Las dos técnicas, CPM y PERT, se desarrollaron de forma independiente” (pág. 247). La programación de los proyectos se basa en tareas que están interrelacionadas y con tiempos probados en proyectos semejantes o con experiencias pasadas y con tiempos probables que son un promedio del mejor y peor de los escenarios. Las tareas o actividades se encuentran interrelacionadas entre sí.

“PERT se concentra en aquellas tareas en que hay incertidumbre en cuanto a los tiempos de terminación. Sin embargo, con CPM se supone que las experiencias pasadas nos libran de esta incertidumbre de tiempos, pero sí existe la de costes” (Derby González, pág. 56). Los costes que demanda la ejecución de las tareas, dependiendo del método de evaluación que se utilice va a variar, ya que no es lo mismo que trabajen 10 obreros por 100 días, que 100 obreros en 10 días.

“PERT y CPM no resuelven los problemas por sí solos, sino que relacionan todos los factores del problema de manera que presentan una perspectiva más clara para su ejecución” (Crespo,

1999, pág. 3). La dirección de proyectos utilizando estas herramientas son de ayuda para dirigir los proyectos más en ningún momento van a sustituir al director, puesto que es sumamente difícil coordinar y organizar las diferentes tareas nos valemos de las matemáticas y técnicas informáticas para diseñar de una manera gráfica el camino a seguir de las diferentes tareas, lo que hace comprensible y fácil de entender para corregir oportunamente en caso que así se amerite.

1.3.12 Explotación

Para la explotación de una mina, se puede hacer de dos formas diferentes: a cielo abierto y subterráneo, en el país no existe una ley que permita la explotación a cielo abierto para minerales metálicos, por lo que se opta por la subterránea, la cual se comienza por una abertura en la tierra denominada frente de explotación, por lo general al inicio se procede a entibar esta entrada (Túnel) todo depende de la morfología y litología del terreno, las formas y modos de explotación subterráneas son diferentes depende de la forma del cuerpo mineralizado como también de la morfología del terreno (Rábago, 2015).

Es una de las ultimas etapas que se realiza, en las labores mineras, en donde se extrae el material util que sera procesado y separado, del cual se tendra un beneficio economico.

1.3.13 Exploración

El geólogo es el encargado de estudiar la historia de formación de la Tierra, la estructura de nuestro planeta, su naturaleza, su formación y su composición, también se encarga de estudiar los cambios y alteraciones que ha tenido a lo largo del tiempo. A través de procedimientos científicos estos profesionistas determinan la constitución de los terrenos. Durante millones de años, los se han ido formando en ubicados en el subsuelo en condiciones muy especiales, por lo que son escasos y difíciles de ubica” (Rábago, 2015, pág. 50).

Esta acción se realiza por medio de diferentes métodos o técnicas, el objetivo principal es descubrir y cuantificar si la mina es rentable entre las técnicas que se aplica son la geoquímica, la geomorfología, estudio de suelos, trincheras, túneles exploratorios, logeo, etc.

1.3.14 Métodos de Subniveles

Este método se emplea en zona mineralizadas de formas muy regulares, una de las características principales del yacimiento que debe tener para poder emplear este método

es que los hastiales sus rocas son muy resistentes, la ventaja de utilizar es que la producción es muy alta, se emplea en lugares donde la morfología del terreno tiene una pendiente pronunciada, para que el material caiga por medio de gravedad en este trabajo se puede utilizar barrenos largos que pueden ser de banqueo o de abanico. La ventaja de este método es que se necesita poco mano de obra en relación producción, el trabajo es continuo, el tema de seguridad es muy alto para los obreros, la ventilación es muy buena y todas la maquinaria se recupera al terminar la (Pardo, 2014)

Generalmente se aplica en donde se tiene un cuerpo delimitado, aprovechando la gravedad se realiza cortes transversales para que el material se acumule en la parte inferior, es muy recomendable cuando se tiene yacimientos con bloques bien determinados.

1.3.15 Minería Subterránea

La minería subterránea es una de las operaciones de la minería que requiere de mayor especialización por parte de sus ejecutores, entre otras cosas, debido al gran número de operaciones unitarias que la componen, tales como; perforación y tronadura, manejo de materiales, ventilación, geomecánica, entre otras.

Por otra parte, para explotar un yacimiento de forma subterránea las alternativas son diversas a diferencia de la explotación a cielo abierto que es única. Llevar a cabo una operación minera subterránea requiere de una planificación que permita diseñar la mejor estrategia productiva en función de los recursos minerales existentes y de los objetivos.

1.3.16 Iniciación.

Está relacionado con el comienzo de un proyecto o de una fase del mismo, se debe tener en cuenta que cada evento se puede convertir en un proyecto. Se relaciona con el visto bueno OK de iniciación. En esta etapa se recopila toda la información anterior estableciendo una base cero, proporcionando los límites y alcance. (PMI, 2008, pág. 53)

Es la primera etapa en todo proyecto en donde se define el alcance del proyecto, y se fija los permisos necesarios para poder comenzar a trabajar, está muy relacionada con la calidad ya que en esta etapa se pone en claro las reglas de juego que se van a seguir en el proyecto.

1.3.17 Planeación.

Es un proceso en el cual se determina hasta donde va a llegar el proyecto y cuáles van a ser los parámetros que se van a tomar, es aquí donde se van a replantear los objetivos tomando en cuenta los planes a seguir para cumplir con estos, en la planeación se escribe los procesos, a ejecutarse, es la segunda etapa del importante en el desarrollo del proyecto, es necesario que el director de proyectos tenga una gran experticia y conozca sobre el tema para que pueda poner en el papel los innumerables pasos a seguir con tiempo y costo, conjuntamente con los otros pasos de la administración va a depender del éxito o fracaso del proyecto (PMI, 2008).

Es en esta etapa donde se responde la pregunta del, ¿Qué? Se va hacer para lo cual se planifica el trabajo que se va a llevar acabo y por supuesto se fija el presupuesto, también se elige la ruta crítica a seguir del proyecto, delimitando con el comienzo de una línea base, que es como un faro de guía donde se establece si está bien planteado las tareas para que se pueda cumplir con los objetivos

1.3.18 Ejecución.

Es la puesta en marcha de los planes previamente programados, se debe tener en cuenta en esta etapa la ejecución a la perfección lo planificado, sin esto significar que es una camisa de fuera ya que en el transcurso se puede reprogramar dependiendo esto de las circunstancias y desarrollo del proyecto, como también se puede afianzar las programas que se estén ejecutando a la perfección, esto implica también coordinar recurso mano de obras en si gestionar las expectativas de los accionistas o directores de la empresa (PMI, 2008, pág. 55).

Aquí respondemos las preguntas del ¿Cómo? Y es más quien cuando se van a realizar las tareas previamente establecidas, se afina detalles que enrumben el proyecto

1.3.19 Monitoreo y Control.

Este proceso actúa con su grupo de especialistas desde el inicio de del proyecto, el proceso se encarga de vigilar y controlar los diferentes procesos a realizarse, mide y evalúa los mismos ya que todo lo que puede ser medido puede ser controlado y viceversa, ejecuta cambios y afianza procesos, es un proceso clave para el éxito, por lo general es un grupo de especialistas destinados a reforzar y abalar las etapas del proyecto, está en todos los estamentos que de una u otra forma se relaciona con el desarrollo, una de las partes más

cruciales es en el control económico, lo que permite que no se exagere en el precio del valor del proyecto, este proceso viene a ser necesario para la tranquilidad tanto del director de proyectos como para la contraparte (interesados) (PMI, 2008).

Es en donde vamos a trabajar con datos reales, pero no para saber sino para controlar y mitigar los posibles errores, así como afianzar los trabajos bien hechos.

1.3.20 Cierre.

Es el final de todo programa, en este interviene todo los procesos anteriores en una culminación de todas sus actividades sin olvidarnos, sin olvidarse la verificación de la parte ambiental, en los proyectos ingenieriles, verifican que todos los eventos realizados y programados se hayan cumplido a un 100%, para poder dar el visto bueno de culminación, de estos va a depender el visto bueno para la entrega recepción del proceso culminado, como se ve es una parte importante del proyecto (PMI, 2008, pág. 57).

Es la última etapa del proyecto aquí se establece los resúmenes ejecutivos, están involucrados todos los departamentos, dichos resúmenes servirán para dar fe del cumplimiento de objetivos, como también servirá de una fuente de información para futuros proyectos.

1.3.21 Holguras

La holgura total de un proyecto se mide por la diferencia entre la duración estimada y la duración real que debería tener el proyecto. Si la holgura total fuese positiva, estaría representando la cantidad máxima de tiempo que podrían excederse las actividades del proyecto sin necesidad de extender la fecha de. La holgura libre es el tiempo que se puede demorar una actividad sin retrasar el tiempo de inicio más temprano de sus actividades sucesoras. (Riviola, 2007, pág. 57)

La holgura total nos informa el tiempo permisible que tiene cada actividad para poder concluir sin que el proyecto sufra una modificación en su tiempo de culminación como en el costo. Esta holgura se puede calcular de forma gráfica o analítica.

1.3.22 Actividades

Las Actividades son las acciones que se realizan para elaborar o desarrollar un proyecto, estas se suscriben para que tengan validez en su ejecución, están presentes desde la programación la

ejecución monitoreo, el control y el cierre de todo proceso, en pocas palabras diríamos que son las acciones para el desarrollo del proyecto (PMI, 2008).

Son tareas o ejercicios que se realizan para el cumplimiento de un proyecto, esta puede ser de tipo manuales como intelectuales, cada tarea en sí, puede convertirse en un proyecto aislado dependiendo de la extensión, tiempo que se demore y sub tareas que esta involucre.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1- Introducción.

Analizando los proyectos anteriores realizados en el área minera Las Tres Chorreras se ha detectado que la falta de un control adecuado en los tiempos y costos han producido un deficiente sistema de explotación, de los túneles que se encuentran en el área minera, por lo que se propone utilizar una técnica de investigación para poder mitigar estos problemas y esa es por medio de estudio mixto, que comprende la investigación cuantitativa y cualitativa, las que se utilizan en las ciencias sociales. Por medio de experiencias obtenidas, en los demás túneles del área minera las Tres Chorreras, se elaborará un diagrama de redes y una simulación matemática que sirva para la dirección y control del proyecto de explotación minera en los túneles Millón 1 y Millón 2. De tareas individuales y relacionadas entre sí.

Tomando en cuenta los diferentes parámetros, como son la observación, análisis anteriores, pronósticos, con la ayuda de herramientas informáticas.

2.2- Enfoque metodológico de la investigación

La metodología que se empleo es de tipo mixto.

Para resolver el primer objetivo específico, hemos utilizado el método cualitativo, por medio de la investigación bibliográfica de diferentes autores y experiencias en minas semejantes, se realiza un corpus teórico que contiene definiciones que afianzan los conocimientos el objeto de estudio. Con respecto al segundo, se centra en la observación actual que se encuentra la mina. Para finalmente utilizando la metodología cuantitativa realizar un diagrama de redes enfocado a la evaluación de tiempos y costos de las diferentes tareas. Creando un modelo estático donde se va a resaltar los diferentes atributos propios del yacimiento, como la dureza de la roca, la permeabilidad, fractura.

Para desarrollar el siguiente trabajo, partimos de dos fuentes importantes:

Con el apoyo de los diferentes departamentos técnicos, se realiza una estimación de tiempos y recursos, Y el segundo de las experiencias obtenidas en proyectos similares con características semejantes.

2.3 Métodos a emplearse en la investigación

Para la dirección de proyectos mineros, se identificó la necesidad de crear o diseñar un plan para dirección y control, con ayuda de herramientas de la Investigación Operativa, para lo que se utilizó el método DEDUCTIVO-INDUCTIVO, por medio de los cuales nos permiten plantear el diseño apropiado para la dirección de este proyecto.

2.4 Tipo de investigación

La investigación será descriptiva y de campo, con los que se quiere obtener es el cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo.

- Se procedió a la recolección de información en los diferentes trabajos similares, que pertenece a la empresa Atlas Moly SA. dentro y fuera del Ecuador.
- Se pidió la colaboración de los técnicos de las diferentes áreas que de una u otra manera tienen o tendrán una relación con la explotación de los túneles, motivo de este trabajo, con los cuales se elaboró lo referente a la duración y costo de las distintas tareas.
- Se identifico, que tareas debe terminar para que las otras comiencen o si es posible que mientras una esté en ejecución la otra comience con su elaboración. Se estableció por medio de experiencias propias de cada departamento involucrado.
- Pasa a dibujar una red de tareas para tener en claro los pasos anteriores e identificar el desarrollo del proyecto como tal.

2.5 Población

Atlas Moly SA. es una empresa sucursal de AMSA la cual labora a nivel internacional, es por lo que es necesario pedir la autorización, para poder realizar o implementar cambios, las personas que se relacionan de una forma directa son 14 los cuales se detalla a continuación:

Dos directivos que se encuentran en el Ecuador, los cuales tiene la función de dirección y control técnicos, teniendo como profesión Geólogos.

Dos del departamento de Administración, sus integrantes es el administrador y el director de proyectos.

Tres del departamento de Geología los Ingenieros encargados de la dirección en el campo.

Uno del departamento de Minería, el encargado del diseño y la construcción de los diferentes modelos y control de explotación.

Un ambientalista, que es el controlador de que se cumpla con el reglamento emitido por el MAE, y cuida que no se realice o mitiga la contaminación ambiental.

Tres representantes obreros (capataz, perforador, Obrero con experiencia), que son las personas que sin ser técnicos tienen la experticia de evaluar y opinar sobre decisiones en la mina.

Dos consultores particulares o externos, los cuales están contratados por parte de los inversionistas y que por lo general son Ingenieros geólogos o mineros.

2.6 Muestra

En el presente caso no se considera el tamaño de la muestra en vista que su población es pequeña.

2.7 Técnicas de recolección de información.

Para obtener la información necesaria en el proceso de esta investigación, se utilizó el método de la encuesta, con las que quedo perfectamente identificado y definido el problema y la necesidad de crear un plan para el diseño, la dirección y el control en el proyecto que se va a ejecutar en el área denominada Las Tres Chorreras, se utilizó dos métodos:

- Encuesta.

2.7.3 Encuestas

Con la información obtenida en la observación y la medición, se elaboró un cuestionario de 12 preguntas cerradas, con respuestas de SI o NO, las cuales nos servirán para identificar las fortalezas y debilidades en el proceso de explotación de los túneles, por la experiencia de cada uno de los departamentos, en sus respectivas labores las preguntas son comprensivas, pero con una estructura técnica.

Por medio de esta vamos a reforzar lo que hemos observado en el campo, pero desde la perspectiva de las demás personas, que están involucradas en el desarrollo del proyecto, con la cual se tabulará y se podrá tener una visión clara de la viabilidad de la propuesta de la investigación.

La encuesta y su tabulación (ANEXO 2) se realizó en dos partes, la primera fue con los departamentos que funcionan en la mina Las Tres Chorreras como son: Geología, Minas, Ambiental, y obreros, la segunda se hizo en la ciudad de Quito, en las oficinas donde se encuentran funcionando el departamento de Administración, Alta Gerencia y Consultorías externas, al ser una encuesta con preguntas cerrados se facilitó el tiempo de consulta de la misma.

Al mantener un lineamiento de un sistema innovador, para la dirección de proyectos las preguntas fueron siempre casi de desconocimiento por parte de los encuestados, pero al mismo tiempo de satisfacción, ya que están convencidos de que la existencia de parámetros medibles e identificados, de los diferentes problemas van a tener una solución y una modificación oportuna.

Finalmente se ordenó y realizó la tabulación con las doce preguntas elaboradas, las que nos brindan una visión clara de la necesidad de tener un modelo matemático para la dirección, ejecución y desarrollo de los proyectos de este tipo, con la ayuda de Investigación Operativa que es una herramienta propia y adecuada para este tipo de trabajos.

2.7.4 Aplicación y Análisis de la Encuesta

La encuesta se realizó a las 14 personas involucradas en la dirección o desarrollo de proyecto, para proceder a la tabulación de las mismas, expresando en el análisis de estas en forma gráfica y por último proceder al análisis respectivo.

Pregunta 1 ¿Conoce usted si la empresa tiene un programa de dirección, desarrollo y control de proyectos?

Tabla 1 Dirección desarrollo y control de proyecto

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 0 | 0% |
| NO | 14 | 100% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Los 14 trabajadores de Atlas Moly SA. que es la totalidad de los encuestados, respondieron, que NO conocen un plan para la dirección y control de proyectos en la empresa Atlas Moly.

Pregunta 2 ¿Sabe usted en que consiste los métodos de dirección de proyectos PERT-CPM?

Tabla 2 Dirección de Proyectos

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 8 | 57% |
| NO | 16 | 43% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Ocho personas, que trabajan para Atlas Moly SA. Que corresponde a la mitad de la muestra, afirman tener conocimiento sobre método de dirección y control de proyectos PERT-CPM, mientras que la otra parte desconoce, de que se trata y la utilización de este método, en la dirección de proyectos.

Pregunta 3 ¿Conoce usted, si existe una estructura organizacional de la empresa?

Tabla 3 Estructura organizacional de la Empresa

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 6 | 43% |
| NO | 8 | 57% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Seis trabajadores de la empresa nos respondieron que conocen la existencia de una estructura organizacional, mientras que ocho trabajadores no saben o no les han comunicado la existencia de una estructura organizacional.

Pregunta 4 ¿Conoce si la empresa trabaja con simulaciones matemáticas, aplicada a la dirección de proyecto?

Tabla 4 Simulaciones Matemáticas

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 8 | 57% |
| NO | 6 | 43% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Ocho encuestados respondieron que, si lo que corresponde a más de la mitad, mientras que seis encuestados respondieron que no, lo que nos indica que la parte operacional desconoce lo que se trata una simulación.

Pregunta N° 5. ¿Usted sabe si en la empresa cumple con los tiempos preestablecidos?

Tabla 5 Tiempos de cumplimiento

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 8 | 57% |
| NO | 6 | 43% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Ocho encuestados respondieron que sí, esto nos indica que más de la mitad han controlado los tiempos en las diferentes tareas de explotación minera, mientras que un poco menos de la mitad han trabajado de una forma empírica.

Pregunta N° 6 ¿Sabe usted si la empresa tuvo que desembolsar recursos adicionales para cumplir las tareas propuestas?

Tabla 6 Recursos extras para el cumplimiento de tareas

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 6 | 43% |
| NO | 8 | 57% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Seis de los encuestados respondieron que si, nos hace ver la flexivilidad de los proyectos con respecto a la planificación de sus fondos, los mismos que son esclusibos su desembolso y peticion la alta gerencia y mandos medios, siendo estos la base fundamental para el desarrollo de los proyectos.

Pregunta 7 ¿Tiene conocimiento de cuánto cuesta cada tarea y que tiempo se demora en concluir cada una de ellas?

Tabla 7 Costo de tareas y duración de tareas

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 13 | 93% |
| NO | 1 | 7% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Casi en una totalidad los encuestados respondieron que sí, lo que hace ver que están involucrados de una forma directa con el costo y desarrollo del proyecto. Apenas una persona no tiene conocimiento.

Pregunta N° 8 ¿Cree usted que es necesario tener un plan para el desarrollo del proyecto?

Tabla 8 Plan para desarrollar proyectos

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 13 | 93% |
| NO | 1 | 7% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Trece encuestados contestaron que sí, con la experiencia obtenida en proyectos similares, reconocen que es necesario una programación y sobre todo un control de este proyecto en donde intervienen diferentes tareas lo que suele ser complejo para su dirección y llegar a un feliz término del mismo.

Pregunta 9 ¿Tiene conocimiento de empresas mineras, donde se haya implementado las herramientas PERT-CPM?

Tabla 9 Implementación de herramientas PERT-CPM

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 4 | 29% |
| NO | 10 | 71% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

Se puede observar que solo los altos mandos tienen conocimiento de técnicas para desarrollar proyectos, mientras que los departamentos operativos han trabajado de una forma empírica, sin tener un conocimiento de control de las diferentes etapas de proyectos similares.

Pregunta N° 10 ¿Cree que ayudara la modelación matemática en el desarrollo del proyecto?

Tabla 10 Ayuda al desarrollo de proyectos

| ALTERNATIVA | FRECUENCIA ABSOLUTA | FRECUENCIA RELATIVA |
|-------------|---------------------|---------------------|
| SI | 13 | 93% |
| NO | 1 | 7% |
| TOTAL | 14 | 100% |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

ANÁLISIS

La utilización de técnicas personas de la alta gerencia como la parte técnica en la dirección de proyectos, es necesario en las instancias tecnológicas que nos encontramos.

2.8 Resultados del diagnóstico

Los implementos utilizados para la investigación fueron, la observación, medición y encuesta, enfocados a resolver los problemas.

Con respecto a la pregunta 8 de la encuesta, ¿Cree usted que es necesario tener un plan para el desarrollo del proyecto? el 100% de los encuestados que son 14 contestaron que sí, con lo que se sustenta la necesidad de tener un plan de dirección de proyectos, y por ende realizar este trabajo investigativo.

Adicional se fortifica, esta necesidad con la respuesta de la pregunta número 10, qué dice ¿Cree que ayudara la modelación matemática en el desarrollo del proyecto?, la que el 93% de los encuestados que son 13 respondieron que sí, mientras que el 7% respondió que no que equivale a 1 encuestado, teniendo coherencia en esta respuesta ya que en la encuesta también se entrevistó a personas representantes del sector operativo los cuales desconocen de técnicas y modelaciones experimentales con herramientas matemáticas y administrativas. La tabulación se encuentra en el Anexo N 3 mientras que los gráficos se encuentran en el anexo N 4.

Tabla 11 Resumen de Hallazgos en la Encuesta

| PREGUNTAS | CUANTITATIVO | | CUALITATIVO |
|--|--------------|------|--|
| | SI | NO | |
| Pregunta 1. ¿Conoce usted si la empresa tiene un programa de dirección, desarrollo y control de proyectos? | 0% | 100% | No existe un plan o programa de dirección de proyectos |
| Pregunta 2. ¿Sabe usted en que consiste los métodos de dirección de proyectos PERT-CPM? | 57% | 43% | Los mandos operativos desconocen la dirección de proyectos con ayuda de herramientas Administrativas |
| Pregunta 3 ¿Conoce usted, si existe una estructura organizacional de la empresa? | 43% | 57% | La empresa tiene una estructura organizacional pero no es difundida para todos sus departamentos. |
| Pregunta 4 ¿Conoce las políticas de la empresa? | 79% | 21% | Los representantes de los obreros, no conocen por falta de interés |
| Pregunta 5 ¿Usted sabe si en la empresa cumple con los tiempos preestablecidos para cada tarea? | 29% | 71% | Hay una falta de interés por las planificaciones preestablecidas |
| Pregunta 6 ¿Sabe usted si la empresa tuvo que desembolsar recursos adicionales para cumplir las tareas propuestas? | 43% | 57% | Al no cumplir con lo programado siempre se busca un culpable y se llega a difundir los perjuicios. |

| | | | |
|--|------|-----|--|
| Pregunta 7 ¿Tiene conocimiento de cuánto cuesta cada tarea y que tiempo se demora en concluir cada una de ellas? | 93% | 7% | La mayoría de los departamentos están preocupados por el costo de sus trabajos y el interés en saberlo |
| Pregunta 8 ¿Cree usted que es necesario tener un plan para el desarrollo del proyecto? | 100% | 0% | El 100% de los encuestados responden la necesidad de tener un plan para el desarrollo del proyecto, abaliza tener un plan de dirección de proyecto |
| Pregunta 9 ¿Tiene conocimiento de empresas mineras, donde se haya implementado las herramientas PERT-CPM? | 29% | 71% | Al tratarse de un tema innovador es muy difícil el conocimiento por los departamentos operativos |
| Pregunta 10 ¿Cree que ayudara la modelación matemática en el desarrollo del proyecto? | 97% | 3% | La utilización de técnica en la dirección de proyectos, hace necesario en las instancias globalizadas que se desarrolla los proyectos de esta envergadura. |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

Cumpliendo los estudios investigativos sobre la necesidad de implementar un plan de dirección de proyectos, en el que se involucran tareas individuales, pero al mismo tiempo que se interrelacionen entre ella, se ha establecido la matriz de resultados, la que nos ayuda a obtener el resultado, la conclusión y recomendaciones, que serán expresados en el capítulo próximo.

CAPÍTULO III PROPUESTA

3.1 Introducción

En este capítulo se diseñará, un sistema de redes con sus respectivos cálculos que nos ayudaran administrar el proyecto de explotación de los túneles Millón 1 Millón 2, los que están dentro del área minera Las Tres Chorreras, usando una de las técnicas de la Administración, que es la Investigación Operativa (PERT-CPM), la que ayuda a comprobar y controlar las diferentes tareas individuales interrelacionadas entre ellas. Nos ayuda a responder las siguientes preguntas.

1. ¿Cuándo sería lo más pronto que el proyecto pudiera estar terminado?
2. Para cumplir con este tiempo de conclusión, ¿qué tareas son críticas, en el sentido de que un retraso en cualquiera de esas tareas provoca un retraso en la conclusión de todo el proyecto?
3. ¿Es posible acelerar ciertas tareas para terminar todo el proyecto más pronto? Si es así, ¿qué tareas serían éstas y cuál sería el costo adicional?

3.2 Administración de proyectos usando tiempos de tarea probabilísticos (PERT)

La gerencia esta consiente que, para el desarrollo del proyecto, es necesario tener en cuenta por diferentes motivos, los tiempos más probables los optimistas y los menos probables, llevándonos a una incertidumbre, para tratar de solucionar este problema nos ayudamos del método PERT el cual nos indica que el tiempo igual a tiempo esperado está dada por la ecuación:

$$te = \frac{a + (4 \times m) + c}{6}$$

Lo primero que hacemos es identificar las tareas como se muestra en la tabla N 12.

a. Identificación de las tareas individuales que componen el proyecto.

Al tratarse de tareas individuales va a depender de la complejidad de cada una de estas, convirtiéndose a veces en verdaderos proyectos. Se comienza con la:

- ✓ Identificación de las tareas individuales que componen el proyecto.
- ✓ Se obtiene una estimación del tiempo de conclusión de cada tarea.
- ✓ Se procede a identificar las relaciones de tiempo entre las tareas. ¿Qué tareas deben concluirse antes de que otras puedan iniciarse?
- ✓ Y por último se dibuja un diagrama de red de proyecto para reflejar la información de los pasos anteriores.

La identificación de las tareas es una tarea en la cual están involucradas los departamentos técnicos de geología, minería, mecánica y medio ambiente. La precisión de los tiempos va a depender de la experiencia que tengan cada uno de estos departamentos, para lo cual se toma en cuenta parámetros de suma importancia como son los estructurales, morfológicos, litológicos de las rocas que van a estar involucradas en el desarrollo de las tareas, con estos antecedentes anotamos las diferentes tareas.

El orden de las diferentes tareas se ha tomado de una forma de la más relevante al principio, para ir desarrollando las labores mineras, hay que tomar en cuenta que en el desarrollo del proyecto se pueden presentar tareas que no están contempladas debido a la complejidad propia del proyecto como, una aparición de falla geológica por la cual se puede filtrar agua proveniente de la quebrada, cambio de litología, estructuras de la roca, lo que provocaría un retraso del proyecto, también pueden ser motivos humanos como algún accidente, la falta de presupuesto para realizar las tareas, son factores que igual van a influir en la culminación de a tiempo del proyecto.

Las tareas llevan su identificación propia, con su descripción, es de suma importancia tratar de enumerar todas, ya que de estas va a depender el tiempo en que se va a tomar en desarrollar el proyecto como los recursos y mano de obra necesarios para concluir el mismo, no nos olvidemos que se necesita involucrar a las personas más idóneas para el trabajo, de esta fase va a depender el éxito o fracaso del proyecto.

A continuación, en la tabla N 12 describiremos las tareas que se van a ejecutar, estas tareas son agrupadas de una manera que se desarrollan en una forma individual.

Tabla 12 Identificación de las tareas individuales

| NOMBRE | DESCRIPCIÓN |
|--------|---|
| A | Nivel |
| B | Subnivel I |
| C | Subnivel II |
| D | Transversal II |
| E | Chimenea de acceso |
| F | Chimenea o coladera de mineral |
| G | Chimenea de ventilación |
| H | Instalación de tolvas |
| I | Chimenea de corte A |
| J | Chimenea de corte B |
| K | Instalación de cabrestales |
| L | Socavación |
| M | Parte inicial de galería de rastrillaje |
| N | Parte final de galería de rastrillaje |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

La identificación de las tareas es uno de los principales problemas que se suscita, es por lo que se mantiene un estricto control por cada uno de los departamentos técnicos, involucrados en el desarrollo del proyecto, para lo cual se estima que es necesario, comenzar con:

- A Nivel Es el piso que se comienzan las labores mineras, el cual no tiene antecesores, pero sí de él van a partir las diferentes tareas. De esta comienzan cuatro tareas
- E Chimeneas de acceso, es de preparación la cual es una excavación de vertical que sirve para el ingreso del personal como para el abastecimiento de material, para realizar las labores mineras.
- G chimenea de ventilación. Que conecta la parte exterior con la galería más inferior para ventilar la mina.
- D Transversal II la que estará en comunicación la chimenea de acceso con el sub nivel II, con lo que nos facilitará la evacuación del material, también se la conoce como galerías que su función esencial es la comunicación en el interior de la mina, puede ser de forma horizontal o inclinada, es una galería específica de preparación y explotación de yacimientos, además delimita el bloque mineralizado.

- F Chimenea de coladera de materiales que es por donde se va a evacuar el material extraído del yacimiento.

A partir de estas tareas se realiza las siguientes:

- N parte final de la galería de rastrillaje.
- M Galería de rastrillaje, lo que consiste en situar al mineral de los tajeos adyacentes al shut, tender el relleno en dicho tajeo, llenar carros de $\frac{1}{4}$ a 1 Tn de mineral, el cual será arrastrado por un winche y finalmente depositado en la tolva.
- B subnivel I, este horizonte nos servirá para la llegada a la zona mineralizada. Por la parte inferior.
- C subnivel II el cual servirá para la explotación del mineral.
- H tolvas tanto la de recepción de mineral como la de recepción del estéril (material no mineralizado), con lo que quedaría listo para la recepción y el traslado de material.
- L la socavación con lo que quedaría al descubierto la zona mineralizada, se lograra dar el acceso directo al depósito mineral.
- I y J que serán las chimeneas de corte las que servirán directamente para la explotación del mineral.

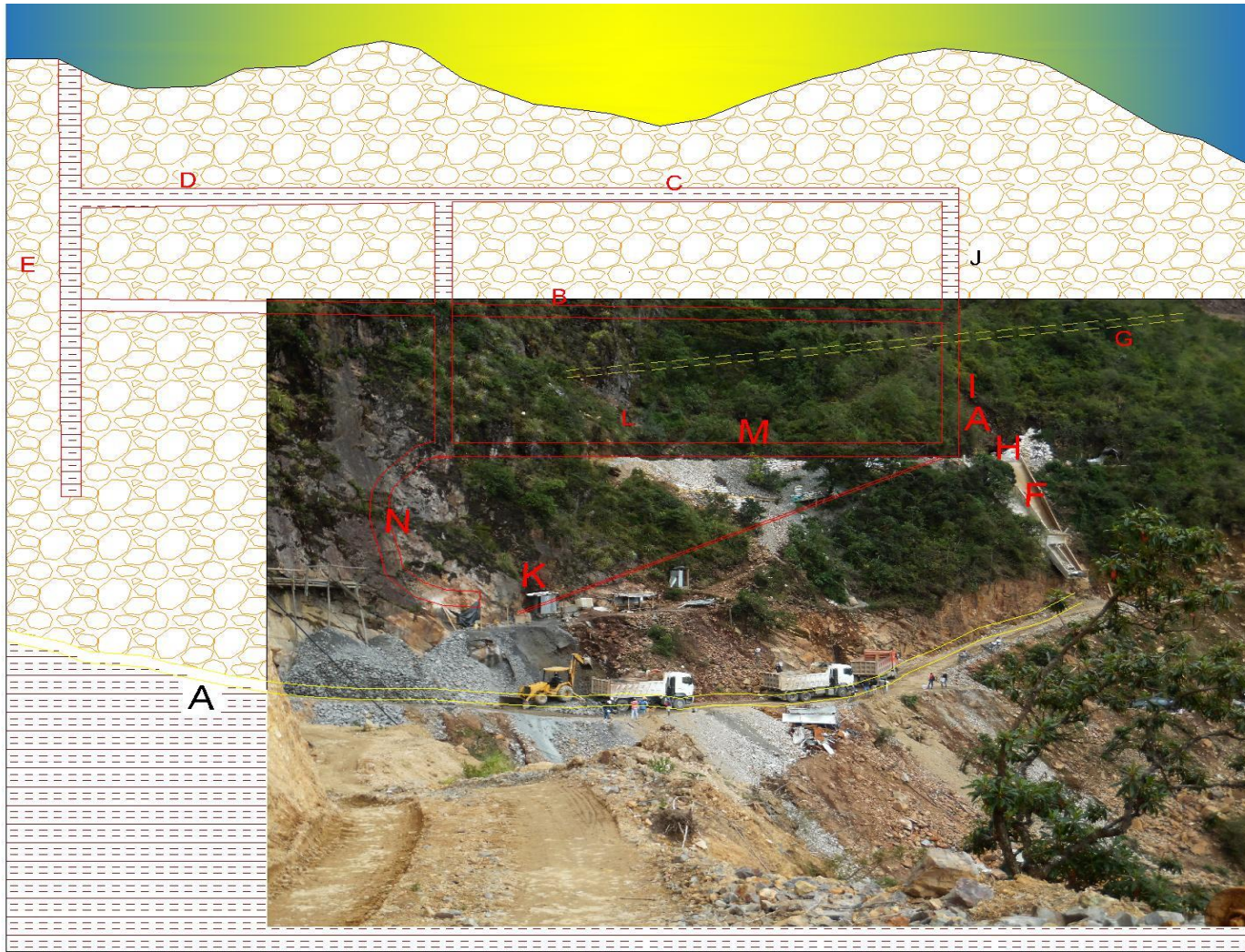


Figura 1 Identificación de las tareas individuales

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

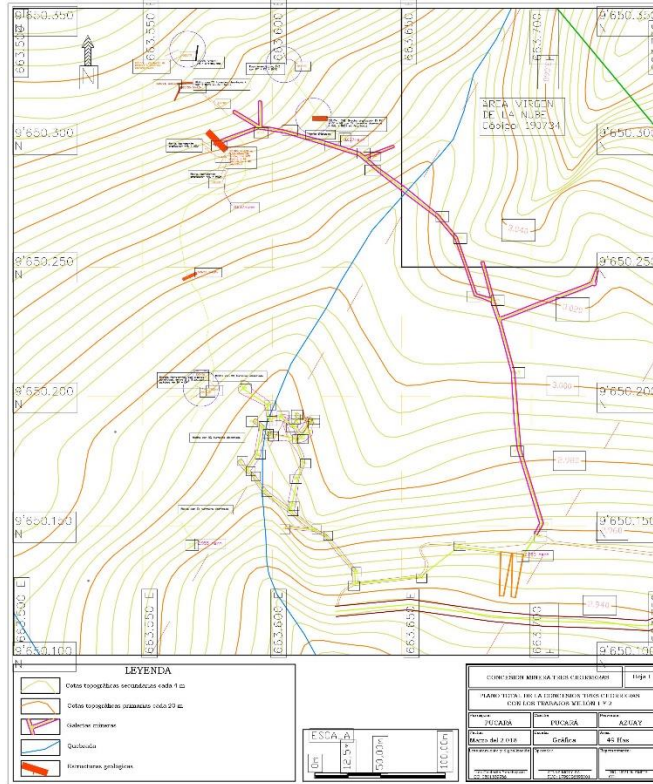


Figura 2 Identificación de las tareas individuales en el sub suelo

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

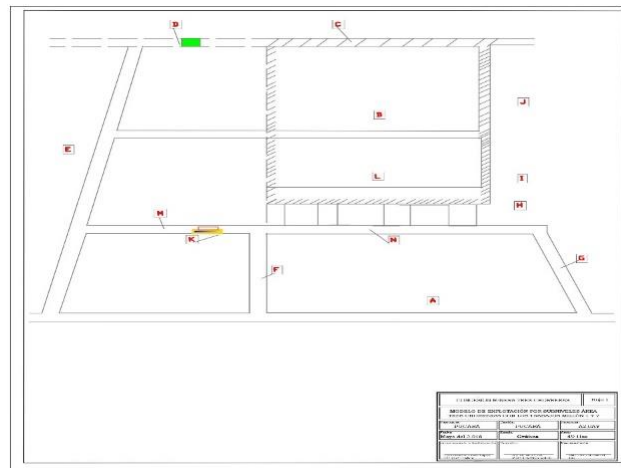


Figura 3 Formulación geométrica de los subniveles

b Matriz de Tiempos

Para la obtención de los tiempos te es necesario tomar la duración del tiempo optimo que siempre es el que desea la administración, la del más probable por la experiencia en programas anteriores y la más negativa o pesimista previendo que suceda algunas fallas en la conclusión de dicha tarea, con estos tres tiempos tenemos el tiempo esperado **te**. Como se muestra en la tabla N13.

Adicional a esto procedemos a calcular lo que se denomina como varianza elevada al cuadrado, que vendría a ser la resta de la duración más pesimista con respecto a la más optimista entre seis:

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\delta^2 = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

Es necesario calcular esta medida de dispersión, con lo cual se puede ver la incertidumbre que se presenta en la culminación del proyecto, dicha medida se calcula para cada tarea en el caso de que esta de cero nos indica que el grado de incertidumbre es nula. En proyectos grandes la incertidumbre aumenta por el cálculo y estimación de los tiempos que intervienen en el proceso.

Tabla 13 Matriz de tiempos

| Actividad | Precedencia | Duración Optimista a | Duración + probable m | Duración pesimista b | t esperado | Varianza δ^2 |
|-----------|----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------|---------------------|
| A | NINGUNA | | | | | |
| B | M | 62 | 82 | 90 | 80 | 21,78 |
| C | D | 79 | 79 | 85 | 80 | 1,00 |
| D | A | 8 | 10 | 12 | 10 | 0,00 |
| E | A | 126 | 130 | 170 | 136 | 53,78 |
| F | A | 24 | 38 | 40 | 36 | 7,11 |
| G | A | 25 | 43 | 55 | 42 | 25,00 |
| H | G,K | 13 | 30 | 35 | 28 | 13,44 |
| I | L,B | 24 | 32 | 40 | 32 | 7,11 |
| J | I, C | 28 | 34 | 40 | 34 | 4,00 |
| K | N | 14 | 30 | 34 | 28 | 11,11 |
| L | H | 44 | 58 | 60 | 56 | 7,11 |
| M | E | 17 | 23 | 35 | 24 | 9,00 |
| N | R,M | 29 | 32 | 35 | 32 | 1,00 |

Elaborado Por: Luis Calderón Yanchapaxi.

3.3 Matriz de tiempos PERT con ayuda de computadora POM

Utilizamos el software POM

1 ingresamos al Programa POM y señalamos la opción de Project Management

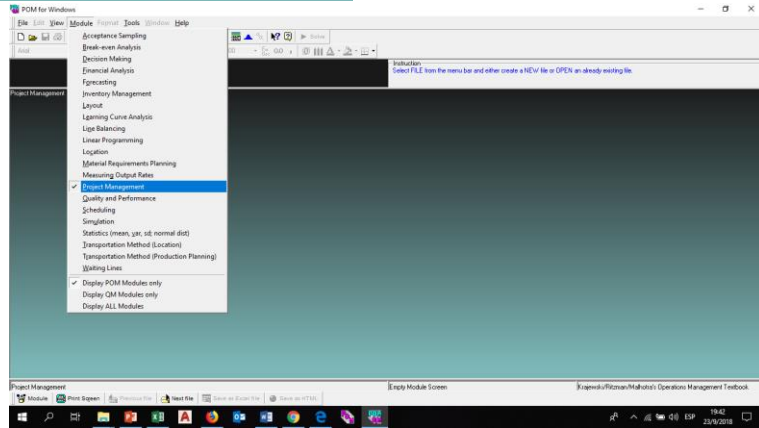
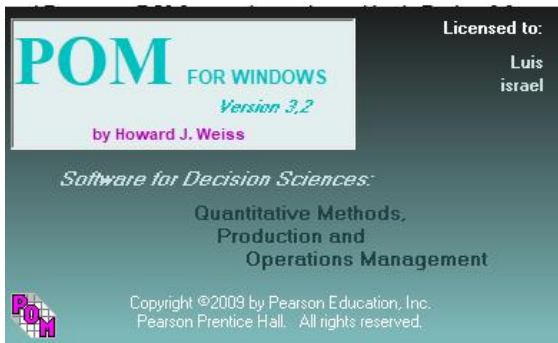


Figura 4 Página principal del programa POM

2 ingreso de datos de información general

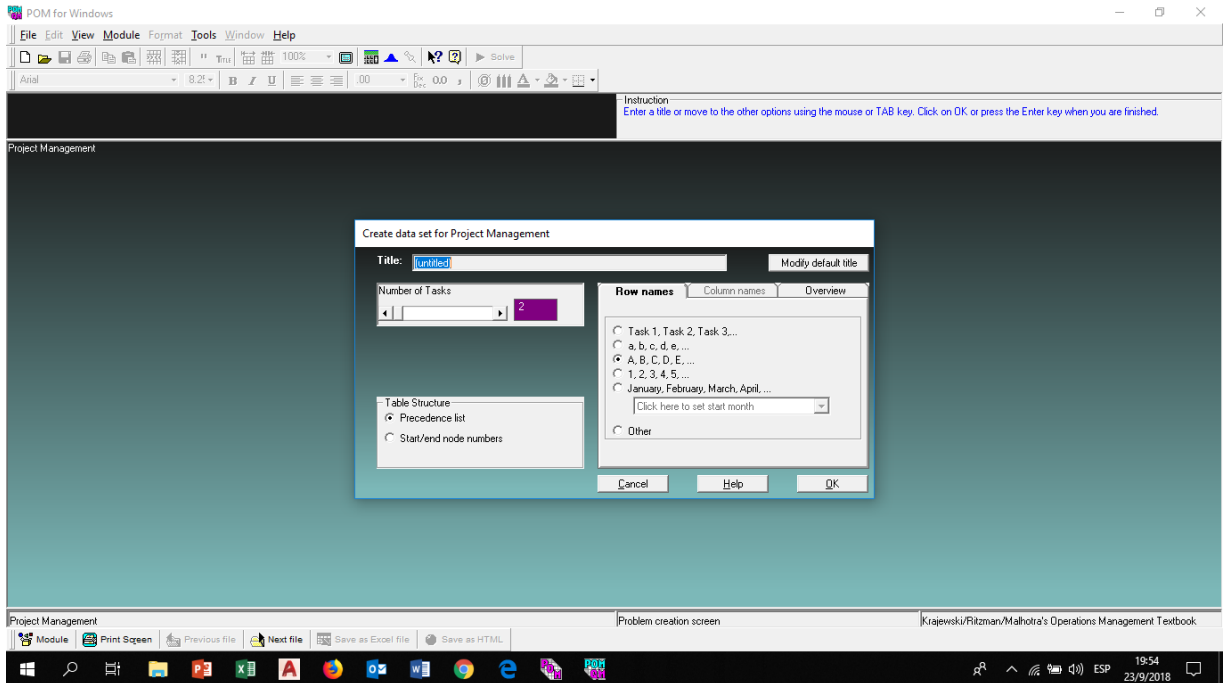


Figura 5 Ingresos de datos generales

3 Ingreso de tiempos más pesimista, más probable y más optimista

The screenshot shows the POM for Windows software interface. The window title is "POM for Windows - [Data Table]". The menu bar includes File, Edit, View, Module, Format, Tools, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and solving. The interface is set to Arial font, 8.25 size, with bold, italic, and underline options. The "Network type" is set to "Precedence list" and the "Method" is "Triple time estimate". An instruction reads: "Enter the value for d for most likely time. Any real value is permissible".

| PERT | | | | | | | | |
|------|-----------------|------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|-----|
| | Optimistic time | Most Likely time | Pessimistic time | Prec 1 | Prec 2 | Prec 3 | Prec 4 | Pre |
| A | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| B | 62 | 82 | 90 | M | | | | |
| C | 79 | 79 | 85 | D | | | | |
| D | 8 | 10 | 12 | A | | | | |
| E | 126 | 130 | 170 | A | | | | |
| F | 24 | 38 | 40 | A | | | | |
| G | 25 | 43 | 55 | A | | | | |
| H | 13 | 30 | 35 | G | K | | | |
| I | 24 | 32 | 40 | B | L | | | |
| J | 28 | 34 | 40 | C | I | | | |
| K | 14 | 30 | 34 | N | | | | |
| L | 44 | 58 | 60 | H | | | | |
| M | 17 | 23 | 35 | E | | | | |
| N | 29 | 32 | 35 | F | M | | | |

Figura 6 Ingreso de los diferentes tiempos

4 Resolución y tabulación de datos

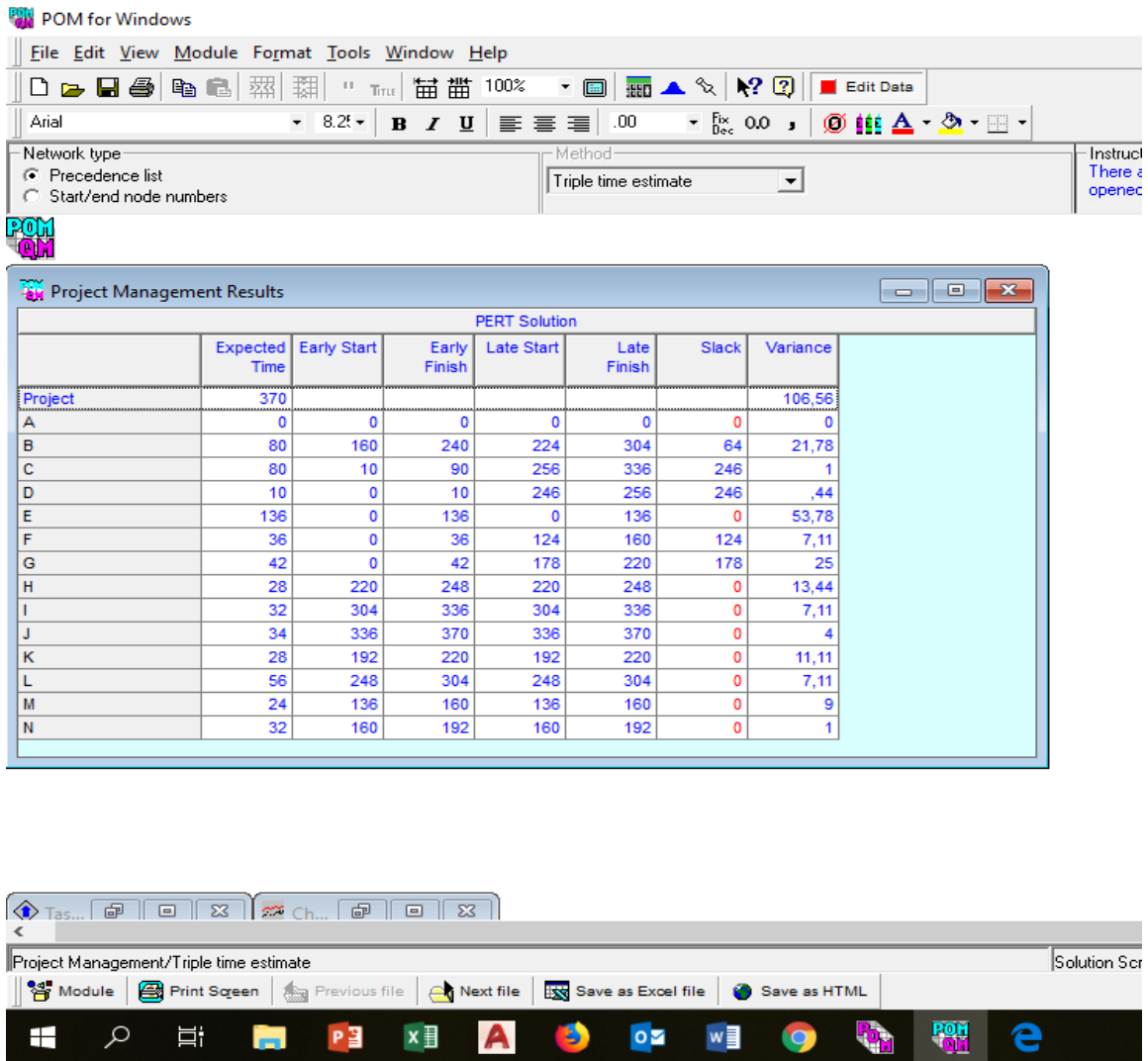


Figura 7 Resolución cálculo de tiempos estimado con la varianza.

3.4 Desarrollo de las redes del proyecto.

Para el desarrollo de las redes tenemos que realizar un listado, de las diferentes tareas y tiempos:

- “a) Identifique las tareas individuales que componen el proyecto.
- b) Obtenga una estimación del tiempo de conclusión de cada tarea.
- c) Identifique las relaciones de tiempo entre las tareas. ¿Qué tareas deben concluirse antes de que otras puedan iniciarse?
- d) Dibuje un diagrama de red de proyecto para reflejar la información de los pasos a y b.”

a. La identificación de las tareas

El proceso se realizó en la tabla N 13, en vista que es el mismo proyecto nos servirán para el desarrollo de todo el programa, es por lo que se recalca en que la identificación debe de ser muy precisa y concisa, como se indica en el Anexo N 5 en el mapa de los túneles Millón 1 y 2 realizados en AutoCAD. Y en el Anexo N 6 se ha hecho la simulación geométrica y matemática del proyecto.

b. Estimación del tiempo de conclusión de cada tarea.

El tiempo que se va a demorar en la conclusión del proyecto, va a estar directamente relacionado con la sumatoria de las diferentes tareas que están involucradas en el desarrollo del mismo, para lo cual vamos a elaborar con los autores de las diferentes tareas a realizarse por:

- La experiencia que tienen en trabajos similares, incluso en la misma área, pero en diferentes cotas, de explotación.
- Tomando en cuenta los diferentes apuntes de proyectos similares.
- Involucrando y diseñando con las personas que van a desarrollar las diferentes tareas en el proyecto.

Luego de realizar las reuniones y entrevistas correspondientes se ha obtenido la siguiente información, con lo que se ha procedido al cálculo de los tiempos que se demoraría cada tarea. Los cuales se detalla en la siguiente tabla 13.

Los tiempos para algunas tareas están bien definidas por la experiencia y en el trabajo con características geológicas y estructurales semejantes, mientras que otras tareas se debe tomar una aproximación lo más cerca posible, en este punto van a intervenir los factores ya mencionados.

Tabla 14 Estimación del tiempo de conclusión de cada tarea

| ETIQUETA | PREDECESORAS INMEDIATAS | DESCRIPCIÓN | Longitud (m) | Sección (m) ² | Tipo de Roca | m Avance disparo | disparo/mes | N° Taladro | Kg explo m avance | \$/m avance | Tiempo medio | Costo |
|----------|-------------------------|--|--------------|--------------------------|--------------|------------------|-------------|------------|-------------------|-------------|--------------|--------|
| A | NINGUNA | Nivel | | | | | | | | | | |
| B | M | Subnivel I | 155 | 2,80 X 3,20 | DURA | 10 | 30 | 28 | 28 | 130 | 80 | 20150 |
| C | D | Subnivel II | 194 | 2,80 X 3,20 | DURA | 10 | 30 | 28 | 28 | 130 | 80 | 25220 |
| D | A | Transversal II | 25 | 2,80 X 3,20 | DURA | 1,3 | 30 | 28 | 28 | 140 | 10 | 3500 |
| E | A | Chimenea de acceso | 121 | 2,80 X 3,20 | DURA | 1,3 | 30 | 28 | 28 | 140 | 136 | 16940 |
| F | A | Chimenea o coladera de mina | 58 | 2,80 X 3,20 | | 15 | 30 | 28 | 28 | 120 | 36 | 6960 |
| G | A | Chimenea de ventilación | 42 | 2,80 X 3,20 | DURA | 8 | 30 | 28 | 28 | 120 | 42 | 5040 |
| H | G,K | Instalación de tolvas | | | | | | | | | 28 | 860 |
| I | L,B | Chimenea de corte | 39 | 2,80 X 3,20 | SDURA | 1,3 | 30 | 28 | 28 | 120 | 32 | 4680 |
| J | I | Chimenea de corte II | 61 | 2,80 X 3,20 | SDURA | 1,3 | 30 | 28 | 28 | 120 | 34 | 7320 |
| K | N | Instalación de cabrestales | | | | | | | | | 28 | 700 |
| L | H | Socavación | 95 | | | | | | | 160 | 56 | 15200 |
| M | E | Parte inicial de la galería de rastrillaje | 18 | 2,80 X 3,20 | DURA | 9 | 30 | 28 | 28 | 130 | 24 | 2340 |
| N | R,M | Parte final de rastrillaje | 26 | 2,80 X 3,20 | DURA | 13 | 30 | 28 | 28 | 130 | 32 | 3380 |
| | | | | | | | | | | | 618 | 112290 |

Realizado por Luis Calderón Yanchapaxi

c) Identifique las relaciones de tiempo entre las tareas. ¿Qué tareas deben concluirse antes de que otras puedan iniciarse?

Se analizado y calculado el tiempo que se demora en terminar las diferentes tareas, pero se debe tener en cuenta que la sumatoria de estos tiempos no va a ser el tiempo total que se va a emplear en la conclusión del proyecto, ya que abran tareas que necesiten que se terminen otras para ellas comenzar, pero así mismo abran otras que se podrán realizar de una forma simultánea, es por lo cual es necesario tener bien claro cuáles son las tareas que necesitan ser predecesoras de otras y culés son las que se podría realizar simultáneamente.

De lo mencionado tenemos que fijarnos que tarea puede comenzar sin esperar que otra haya terminado, y que tarea no puede comenzar sin que termine su antecesora.

Tabla 15 Identifique las relaciones de tiempo entre las tareas

| ETIQUETA | DESCRIPCIÓN | ESTIMACIÓN TIEMPO (DÍAS) | PREDECESORAS INMEDIATAS |
|----------|---|--------------------------------|----------------------------|
| A | Nivel | | NINGUNA |
| B | Subnivel I | 80 | M |
| C | Subnivel II | 80 | D |
| D | Transversal II | 10 | A |
| E | Chimenea de acceso | 136 | A |
| F | Chimenea o coladera de mina | 36 | A |
| G | Chimenea de separación | 42 | A |
| H | Instalación de tolvas | 28 | G,K |
| I | Chimenea de corte I | 32 | L,B |
| J | Chimenea de corte II | 34 | I |
| K | Instalación de cabrestales | 28 | N |
| L | Socavación | 56 | H |
| M | Parte inicial de galería de rastrillaje | 24 | E |
| N | Parte final de galería de rastrillaje | 32 | R,M |

Realizado por Luis Calderón Yanchapaxi

d) Dibuje un diagrama de red de proyecto para reflejar la información de los pasos a y b.

Para tener una comprensión más clara de la dirección de proyectos es necesario realizar un diagrama de Red según, Taha “Una red se compone de un conjunto de nodos unidos por arcos. La notación para describir una red es (N, A), donde N es el conjunto de nodos, y A es

el conjunto de arcos”. En la representación de Arco es una flecha y su conector un círculo sería el Nodo

En el desarrollo de las actividades está compuesta gráficamente por dos partes que son: una flecha que tiene su comienzo en la izquierda y su final en la derecha la longitud no es importante ya que no define la cantidad ni calidad de actividad, la longitud del arco no es vectorial y no siempre es recto, la segunda es lo que se denomina un suceso que es representada por un círculo, indican el inicio y la finalización de la actividad y sirve como punto de control de la ejecución de los trabajos, se denomina nodo.

3.5 Administración y diseño para el proyecto de explotación Millón 1 y 2 utilizando tiempos determinísticos CPM

Se ha realizado la planeación del proyecto, lo que nos traslada al segundo paso que es la programación con estos tiempos adquiridos de la experiencia de cada una de las personas que intervienen en el desarrollo del Proyecto.

Se estima los tiempos $t(i; j)$ (ocurrencia temprana) en que pueden terminar una actividad, así para nuestro caso vamos a calcular los tiempos que más pronto van a comenzar las actividades y el tiempo más temprano que va a terminar dicha actividad.

En el caso de la actividad E (Chimenea de acceso)

Tiempo de inicio más temprano es = 0

E tiempo de culminación más temprano = (tiempo de inicio más inmediato) + (tiempo de tarea)

$$= 0 + (136) = 136.$$

Mientras que para la actividad M (galería)

Tiempo de inicio más temprano es = 136

El tiempo de culminación más temprana = $136 + 24 = 160$. Los cálculos y representación respectiva están en la figura N 2 y en la tabla N 15.

3.5.1 identificación de tareas críticas

Se va a calcular las tareas que no pueden retrasarse en su ejecución, ya que esto significaría un retraso en la totalidad del proyecto significando que se aumente el costo del proyecto y ocasione un incumplimiento de contrato. Para lo cual procedemos a calcular las ocurrencias

tardías para lo cual comenzamos por el tiempo total que termino el proyecto de redes tenemos para nuestro caso,

$$L_{10} = \text{tiempo concluyo el proyecto} - \text{tiempo de la tarea} \therefore 370 - 0 = 370$$

$L_9 = 370 - 34 = 336$. Los cálculos y representación respectiva están en la figura N 4 y en la tabla N 15.

Con lo la explicación procederemos a continuación a realizar la red para la explotación de los túneles Millón 1 y 2.

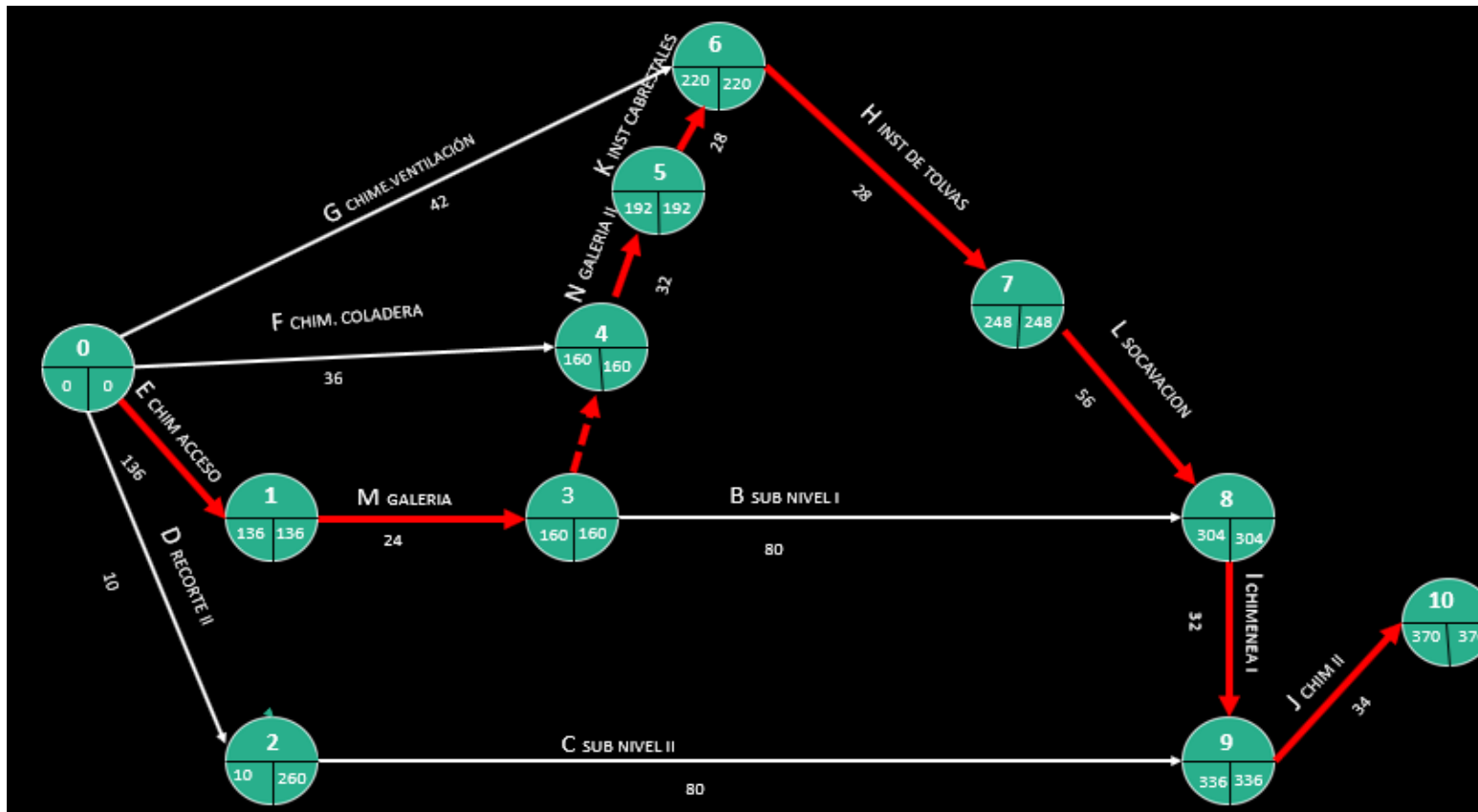


Figura 8 Figura de redes para la explotación de los túneles Millón 1 y 2

Realizado por: Luis Calderón Yanchapaxi

Tabla 16 Cálculo de los tiempos más tempranos y más tardíos de las actividades

| actividad | duración | nodos | nodo inmediato anterior | tiempo más + cercano | tiempo de la actividad | tiempo más cercano | nodos | nodo inmediato posterior | tiempo más lejano | tiempo de la actividad | tiempo más lejano |
|-----------|----------|-------|-------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-------|--------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 370 |
| 0,1 | 136 | 1 | 0 | 0 | 136 | 136 | 9 | 10 | 370 | 34 | 336 |
| 0,2 | 10 | 2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 8 | 9 | 336 | 32 | 304 |
| 1,3 | 24 | 3 | 1 | 136 | 24 | 160 | 7 | 8 | 304 | 56 | 248 |
| 0,4 | 36 | 4 | 0 | 36 | 0 | 36 | 6 | 7 | 248 | 28 | 220 |
| 3,4 | 0 | 4 | 3 | 0 | 160 | 160 | 5 | 6 | 220 | 28 | 192 |
| 4,5 | 32 | 5 | 4 | 160 | 32 | 192 | 4 | 5 | 192 | 32 | 160 |
| 0,6 | 42 | 6 | 0 | 0 | 42 | 42 | 3 | 4 | 160 | 0 | 160 |
| 5,6 | 28 | 6 | 5 | 192 | 28 | 220 | 3 | 8 | 304 | 80 | 224 |
| 6,7 | 28 | 7 | 6 | 220 | 28 | 248 | 2 | 9 | 336 | 80 | 256 |
| 7,8 | 56 | 8 | 7 | 248 | 56 | 304 | 1 | 3 | 160 | 24 | 136 |
| 3,8 | 80 | 8 | 3 | 160 | 80 | 240 | | 6 | 220 | 42 | 178 |
| 2,9 | 80 | 9 | 2 | 10 | 80 | 90 | 0 | 4 | 160 | 36 | 124 |
| 8,9 | 32 | 9 | 8 | 304 | 32 | 336 | 0 | 1 | 136 | 136 | 0 |
| 9,10 | 34 | 10 | 9 | 336 | 34 | 370 | | 2 | 80 | 10 | 70 |
| 618 | | | | | | | | | | | |

Realizado por: Luis Calderón Yanchapaxi

3.5.2 Cálculo ayuda del programa POM

Se introduce los datos que requiere y se tiene resuelto el problema, se le puede ver el grafico que nos da el programa.

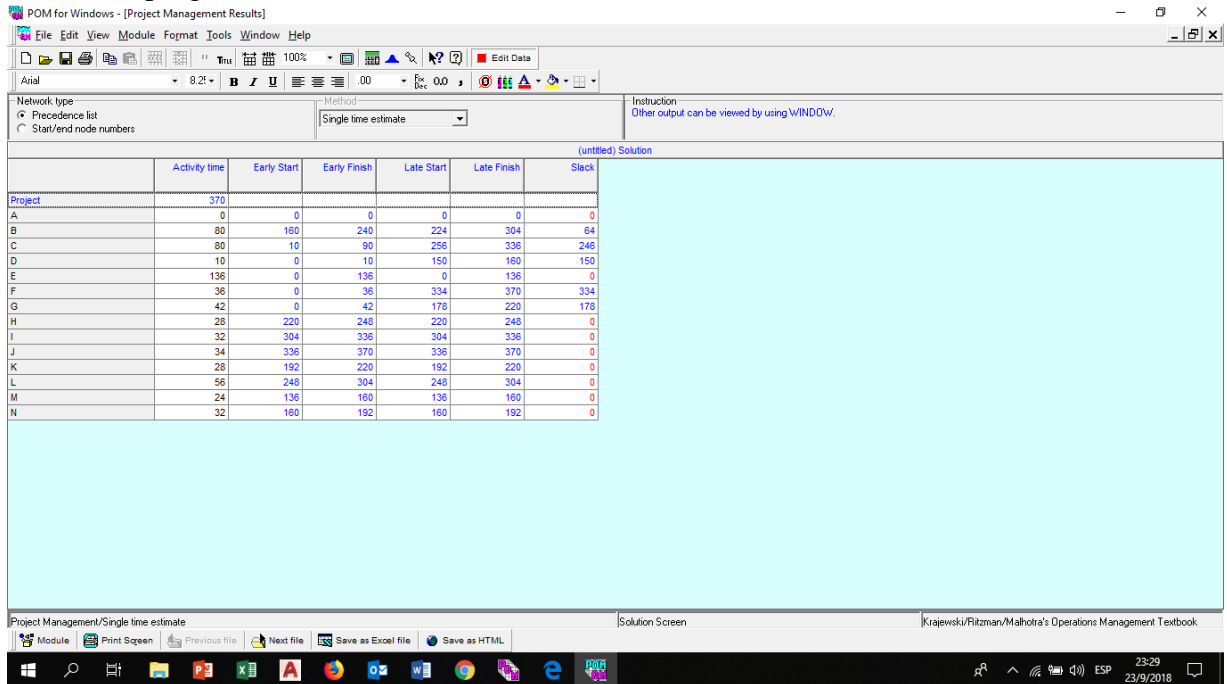


Figura 9 Resolución de la Ruta Crítica por el programa POM

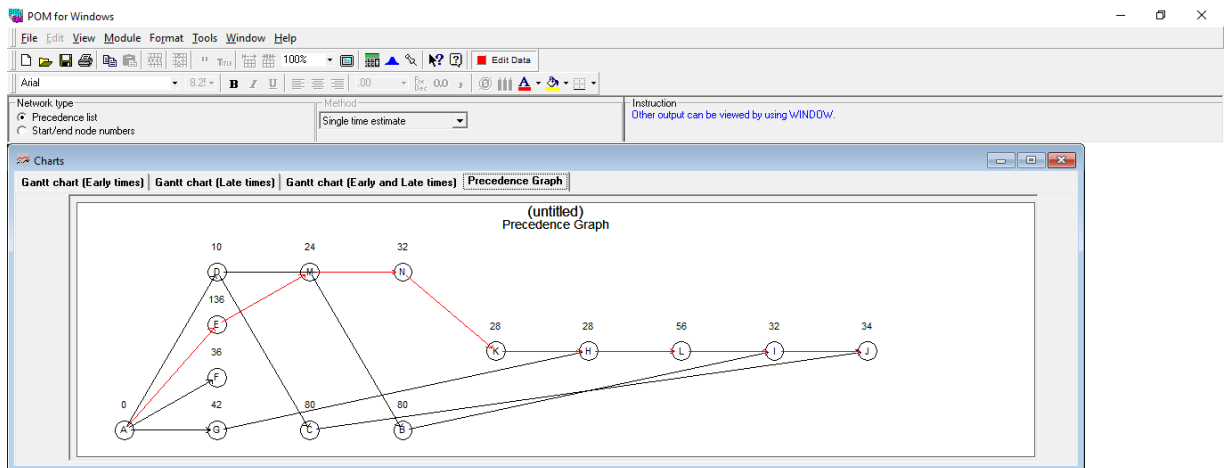


Figura 10 Gráfico por el programa POM

3.5.3 Cálculo de la holgura Total.

H (i,J) se denomina holgura total la cual es igual a tiempo más lejano resta a la suma de tiempo más cercano más el tiempo que dura la tarea. $L_j - (E_i + t_{ij}) = H_{ij}$. La holgura total se denomina al tiempo que puede retrasarse una tarea sin que por eso el proyecto sufra modificación en su tiempo de culminación, en nuestro caso vemos que cuando la holgura es cero es la ruta crítica, lo que significa que estas tareas no pueden retrasarse así para la instalación de Tolvas tiene que ser en 28 días lo que se estableció, mientras que para la Chimenea de ventilación se dijo que se iba a construir en 42 días, pero esta puede alargarse hasta 220 días y esto no significa gasto extra ni el retraso del proyecto, los cálculos se encuentran en la tabla N 16 y en la figura 2 se ha dibujado la Ruta Crítica línea de rojo.

Tabla 17 Holguras de las actividades

| ACTIVIDADES (I, J) | Lj (tiempo más lejano J) | E tiempo + cerca | tij | $L_j - (E_i + t_{ij}) = H_{ij}$ |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------|-----|---------------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0,1 | 136 | 0 | 136 | 0 |
| 0,2 | 256 | 0 | 10 | 246 |
| 1,3 | 160 | 136 | 24 | 0 |
| 0,4 | 160 | 0 | 36 | 124 |
| 3,4 | 160 | 160 | 0 | 0 |
| 4,5 | 192 | 160 | 32 | 0 |
| 0,6 | 220 | 0 | 42 | 178 |
| 5,6 | 220 | 192 | 28 | 0 |
| 6,7 | 248 | 220 | 28 | 0 |
| 7,8 | 304 | 248 | 56 | 0 |
| 3,8 | 304 | 160 | 80 | 64 |
| 2,9 | 336 | 10 | 80 | 246 |
| 8,9 | 336 | 304 | 32 | 0 |
| 9,10 | 370 | 336 | 34 | 0 |

Realizado por: Luis Calderón Yanchapaxi

Para el cálculo probabilístico se determina la varianza y la desviación estándar, pero se toma en cuenta solo las actividades que están en la ruta crítica.

$$\sigma^2 \text{ del proyecto} = \sigma^2 E + \sigma^2 M + \sigma^2 N + \sigma^2 K + \sigma^2 H + \sigma^2 L + \sigma^2 L + \sigma^2 I + \sigma^2 J$$

$$\sigma^2 \text{ del proyecto} = 53,78+9,00+1,00+11,11+13,44+7,11+7,11+4,00 = 106,56$$

$$\Rightarrow \text{la } \sigma = \sqrt{106,56} = 10,32$$

$$\mu = 370$$

$$X = 400$$

$$Z = \frac{X-\mu}{\delta} \quad Z = \frac{400-370}{10.32} = 2,9$$

Buscando este dato en una tabla de distribución normal se tiene que es igual

Con estos valores nos vamos a la tabla de distribución normal y podemos observar que: para $Z = 2,9$ la probabilidad de que ocurra es del $0,998 \times 100 = 99,8\%$ de que se cumpla.

3.6 Utilización de técnicas de crashing

Vamos a suponer que el tiempo más temprano que en nuestro caso fue 370 días, queremos acortar ya que por el precio que se encuentra el Oro (Au) es conveniente vender el material lo más pronto posible, para lo cual vamos a utilizar la técnica del crashing, para lo cual se debe inyectar recursos adicionales. La gerencia de Atlas Moly ha decidido que el tiempo es muy largo y que se debería acortar por lo menos un 13%. Se debe recalcar y analizar que el costo que produciría esta operación, como el contratar más empleados, el pago de horas extras, va a aumentar el presupuesto, lo primero que debemos, a este tiempo los vamos a denominar **tiempo de choque**.

$$\text{COSTO POR UNIDAD} = \frac{(\text{costo al tiempo de choque}) - (\text{costo al tiempo normal})}{(\text{tiempo normal}) - (\text{tiempo de choque})}$$

Tabla 18 Costo de choque para cada tarea individual

| Etiqueta | DESCRIPCIÓN | Tiempo normal | Costo normal | Tiempo de choque | Costo de Choque | reducción máxima | Costo por día |
|----------|--|---------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|---------------|
| A | Nivel | | | | | | |
| B | Subnivel I | 80 | 20150 | 72 | 21600 | 8 | 181 |
| C | Subnivel II | 80 | 25220 | 72 | 27600 | 8 | 298 |
| D | Transversal II | 10 | 3500 | 8 | 3800 | 2 | 150 |
| E | Chimenea de acceso | 136 | 16940 | 110 | 21000 | 26 | 156 |
| F | Chimenea o coladera de mina | 36 | 6960 | 30 | 9500 | 6 | 423 |
| G | Chimenea de ventilación | 42 | 5040 | 36 | 8500 | 6 | 577 |
| H | Instalación de tolvas | 28 | 860 | 24 | 1100 | 4 | 60 |
| I | Chimenea de corte | 32 | 4680 | 30 | 5600 | 2 | 460 |
| J | Chimenea de corte II | 34 | 7320 | 32 | 8200 | 2 | 440 |
| K | Instalación de cabrestales | 28 | 700 | 22 | 950 | 6 | 42 |
| L | Socavación | 56 | 15200 | 56 | 15200 | 0 | 0 |
| M | Parte inicial de la galería de rastrillaje | 24 | 2340 | 20 | 2800 | 4 | 115 |
| N | Parte final de la galería de rastrillaje | 32 | 3380 | 28 | 3500 | 4 | 30 |
| | | | 112290 | | 129350 | 78 | |

Realizado por: Luis Calderón Yanchapaxi

Para la obtención o estimación de este tiempo es necesario conversar y preguntar a las personas que van a realizar estas tareas para ver lo máximo que se podría recortar el tiempo, así en nuestra mina por ejemplo, el tiempo estimado en la construcción de la chimenea de acceso es de 136 días, pero se reconsidero que se podría terminar en 128 días, como se manifestó la reducción de este tiempo, costaría un capital extra y es lo que se va a calcular con lo que se evaluaría si conviene la inversión ya que el tiempo de terminar el proyecto este directamente relacionado con el costo. Se ha calculado el costo por cada tarea en la tabla N 17.

3.5.1 Desarrollo el modelo de choque.

Se puede elaborar un modelo de programación lineal con la tabla N° 15 en el cual se refleje que tareas se acorta para cumplir con un tiempo pre establecido, produciendo el menos costo posible para el proyecto. Yn será la cantidad que se acorten las tareas para dar un ejemplo el nuevo tiempo para la tarea J = 34 -Yj se tendrá que minimizar

$$= 181 Y_B + 298 Y_C + 150 Y_D + 156 Y_E + 423 Y_F + 577 Y_G + 60 Y_H + 460 Y_I + 440 Y_J + 42 Y_K + 115 Y_M + 30 Y_N.$$

restricciones

Se sabe que inicio es $X_0 = 0$ y finaliza $X_n \leq 370$

Tabla 19 Restricciones de límite y de terminación de proyecto

| Restricciones de límite | Restricciones de terminación de proyecto |
|------------------------------------|--|
| $0 \leq Y_B \leq 8$ (límite de B) | $X_1 \geq X_0 + (136 - Y_E)$ (tarea E) |
| $0 \leq Y_C \leq 8$ (límite de C) | $X_2 \geq X_0 + (10 - Y_D)$ (tarea D) |
| $0 \leq Y_D \leq 2$ (límite de D) | $X_3 \geq X_1 + (24 - Y_M)$ (tarea M) |
| $0 \leq Y_E \leq 26$ (límite de E) | $X_4 \geq X_0 + (36 - Y_F)$ (tarea F) |
| $0 \leq Y_F \leq 6$ (límite de F) | $X_4 \geq X_3 + 0$ (tarea figurada) |
| $0 \leq Y_G \leq 6$ (límite de G) | $X_5 \geq X_4 + (32 - Y_N)$ (tarea N) |
| $0 \leq Y_H \leq 4$ (límite de H) | $X_6 \geq X_5 + (28 - Y_K)$ (tarea K) |
| $0 \leq Y_I \leq 2$ (límite de I) | $X_6 \geq X_0 + (42 - Y_G)$ (tarea G) |
| $0 \leq Y_J \leq 2$ (límite de J) | $X_8 \geq X_7 + (56 - Y_L)$ (tarea L) |
| $0 \leq Y_K \leq 6$ (límite de K) | $X_8 \geq X_3 + (80 - Y_B)$ (tarea B) |
| $0 \leq Y_L \leq 0$ (límite de L) | $X_9 \geq X_8 + (32 - Y_I)$ (tarea I) |
| $0 \leq Y_M \leq 4$ (límite de M) | $X_9 \geq X_2 + (80 - Y_C)$ (tarea C) |
| $0 \leq Y_N \leq 4$ (límite de N) | $X_{10} \geq X_9 + (34 - Y_J)$ (tarea J) |

Realizado por: Luis Calderón Yanchapaxi.

Utilizando la herramienta informática Win QSB se puede determinar que para que, Y termine el proyecto en 160 días, es necesario acortar los tiempos en la tarea E 26 días, en la tarea H 4 días, en la I 2 días, en la tarea J 2 días, en la K 6 días, en la M 4 días en la N 4 días. Y el costo subirá, \$3105,59.

El cálculo se realizó en el programa WinQSB, se cómo se ve en la captura de pantalla de la figura

Con ayuda del programa POM calculamos.

1. Ingresamos los datos tiempos normales, tiempos de choque, así como los costos normales y los costos que se producen al disminuir el tiempo, se debe tener en cuenta que los tiempos de choque tienen que ser menores a los tiempos estimados, y los costos de choque tienen que ser mayor a los costos del proyecto en circunstancia de disminución del proyecto.

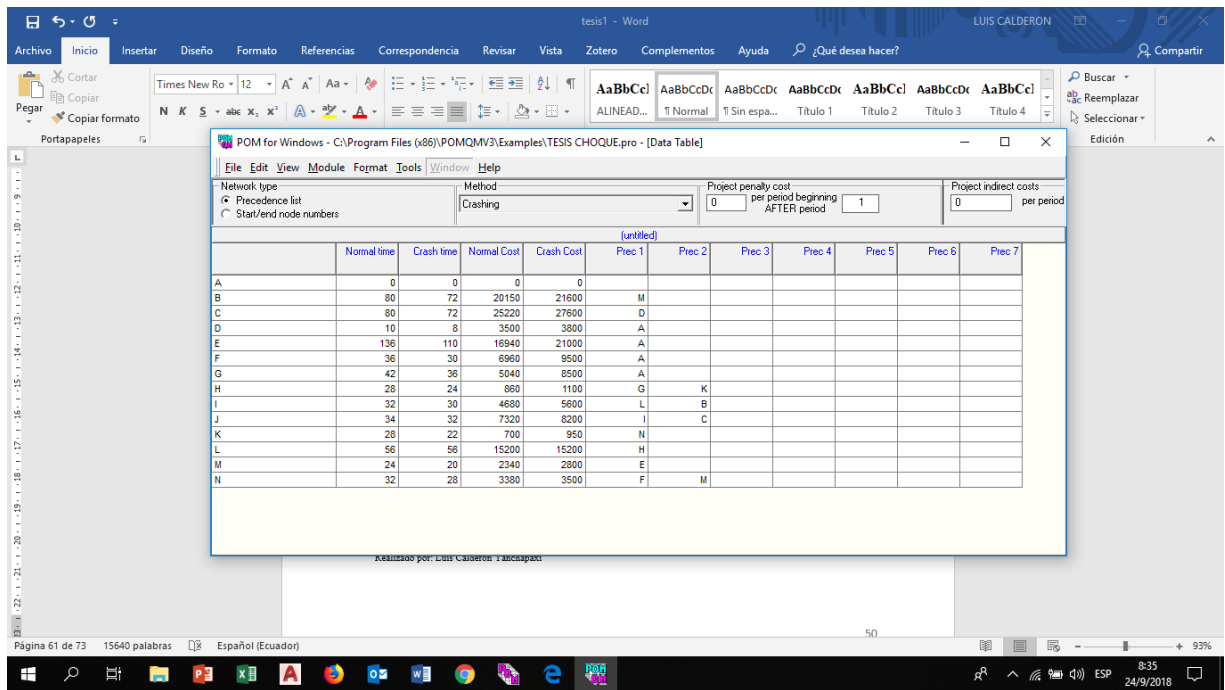


Figura 11 Ingreso de datos en POM

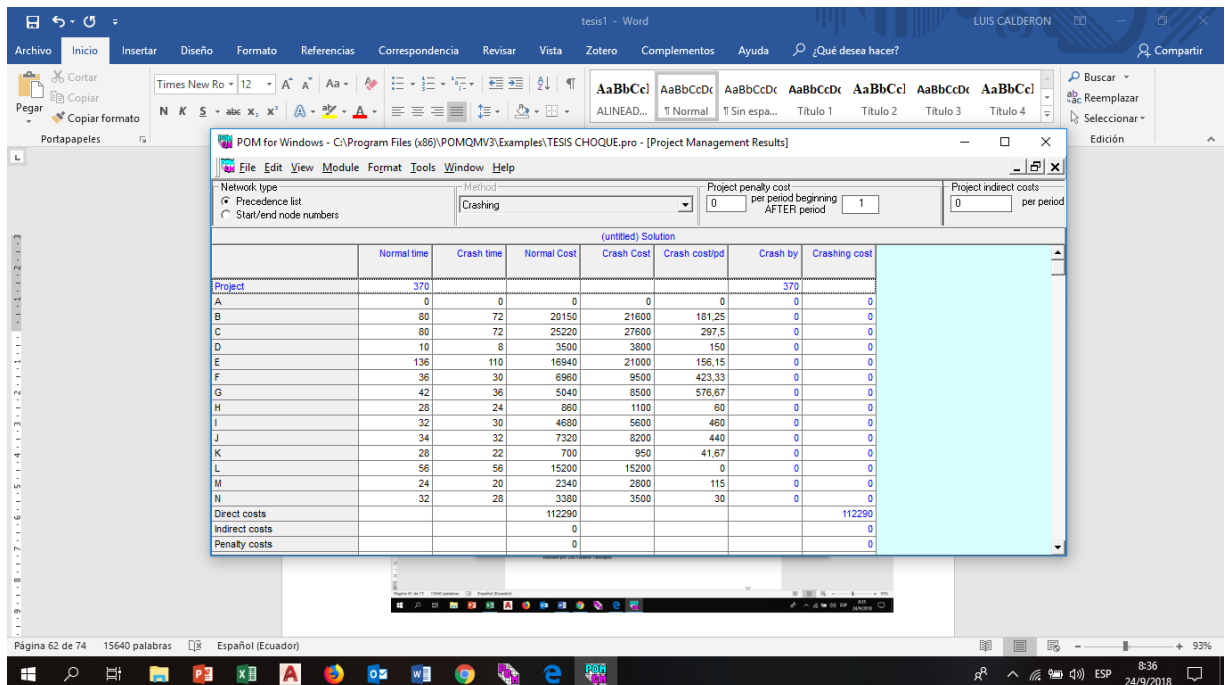


Figura 12 Resultados utilizando el POM

POM for Windows - C:\Program Files (x86)\POMQM\3\Examples\TESIS CHOQUE.pro - [Crash Schedule Sensitivity]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Network type: Precedence list Start/end node numbers

Method: Crashing

Project penalty cost: 0 per period beginning AFTER period 1

Project indirect costs: 0 per period

Instruction: There are more results available in additional windows. These may be opened by using the WINDOW option in the Main Menu.

(untitled) Solution

| Project time | Period crash cost | Cumulative crash cost | Original costs | Indirect costs | Penalty costs | Total project cost | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 370 Minimal cost schedule | 0 | 0 | 112290 | 0 | 0 | 112290 | | | | | | | | | | | | |
| 369 | 30 | 30 | 112290 | 0 | 0 | 112320 | | | | | | | | | | | | |
| 368 | 30 | 60 | 112290 | 0 | 0 | 112350 | | | | | | | | | | | | |
| 367 | 30 | 90 | 112290 | 0 | 0 | 112380 | | | | | | | | | | | | |
| 366 | 30 | 120 | 112290 | 0 | 0 | 112410 | | | | | | | | | | | | |
| 365 | 41,67 | 161,67 | 112290 | 0 | 0 | 112451,7 | | | | | | | | | | | 1 | |
| 364 | 41,67 | 203,33 | 112290 | 0 | 0 | 112493,3 | | | | | | | | | | | 2 | |
| 363 | 41,67 | 245 | 112290 | 0 | 0 | 112535 | | | | | | | | | | | 3 | |
| 362 | 41,67 | 286,67 | 112290 | 0 | 0 | 112576,7 | | | | | | | | | | | 4 | |
| 361 | 41,67 | 328,33 | 112290 | 0 | 0 | 112618,3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 360 | 41,67 | 370 | 112290 | 0 | 0 | 112660 | | | | | | | | | | | 6 | |
| 359 | 60 | 430 | 112290 | 0 | 0 | 112720 | | | | | | | | 1 | | | 6 | |
| 358 | 60 | 490 | 112290 | 0 | 0 | 112780 | | | | | | | | 2 | | | 6 | |
| 357 | 60 | 550 | 112290 | 0 | 0 | 112840 | | | | | | | | 3 | | | 6 | |
| 356 | 60 | 610 | 112290 | 0 | 0 | 112900 | | | | | | | | 4 | | | 6 | |
| 355 | 115 | 725 | 112290 | 0 | 0 | 113015 | | | | | | | | 4 | | | 6 | |
| 354 | 115 | 840 | 112290 | 0 | 0 | 113130 | | | | | | | | 4 | | | 6 | |
| 353 | 115 | 955 | 112290 | 0 | 0 | 113245 | | | | | | | | 4 | | | 6 | |
| 352 | 115 | 1070 | 112290 | 0 | 0 | 113360 | | | | | | | | 4 | | | 6 | |
| 351 | 156,15 | 1226,15 | 112290 | 0 | 0 | 113516,2 | | | | | 1 | | | 4 | | | 6 | |
| 350 | 156,15 | 1382,31 | 112290 | 0 | 0 | 113672,3 | | | | | 2 | | | 4 | | | 6 | |
| 349 | 156,15 | 1538,46 | 112290 | 0 | 0 | 113828,5 | | | | | 3 | | | 4 | | | 6 | |
| 348 | 156,15 | 1694,62 | 112290 | 0 | 0 | 113984,6 | | | | | 4 | | | 4 | | | 6 | |
| 347 | 156,15 | 1850,77 | 112290 | 0 | 0 | 114140,8 | | | | | 5 | | | 4 | | | 6 | |
| 346 | 156,15 | 2006,92 | 112290 | 0 | 0 | 114296,9 | | | | | 6 | | | 4 | | | 6 | |
| 345 | 156,15 | 2163,08 | 112290 | 0 | 0 | 114453,1 | | | | | 7 | | | 4 | | | 6 | |
| 344 | 156,15 | 2319,23 | 112290 | 0 | 0 | 114609,2 | | | | | 8 | | | 4 | | | 6 | |
| 343 | 156,15 | 2475,39 | 112290 | 0 | 0 | 114765,4 | | | | | 9 | | | 4 | | | 6 | |
| 342 | 156,15 | 2631,54 | 112290 | 0 | 0 | 114921,5 | | | | | 10 | | | 4 | | | 6 | |
| 341 | 156,15 | 2787,69 | 112290 | 0 | 0 | 115077,7 | | | | | 11 | | | 4 | | | 6 | |
| 340 | 156,15 | 2943,85 | 112290 | 0 | 0 | 115233,8 | | | | | 12 | | | 4 | | | 6 | |
| 339 | 156,15 | 3100 | 112290 | 0 | 0 | 115390 | | | | | 13 | | | 4 | | | 6 | |

Figura 13 Disminución de tiempos y aumento de costo según POM.

El tiempo máximo que se podría disminuir es hasta llegar a 322 días, y tendríamos un costo \$119220,00 dólares.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación, se diseñó una herramienta adecuada para la planificación, ejecución y control de las diferentes tareas individuales que llevara a la ejecución, en el proceso de explotación, de los Túneles Millón 1 y Millón 2, en el área minera Tres Chorreras, ubicada en la Provincia del Azuay, cuyo concesionario es Atlas Moly SA.

Con la realización de un corpus teórico del ámbito administrativo y minero se, tiene una base extensa y clara del problema administrativo en el área de dirección de proyectos mineros.

En este estudio de investigación se realiza el análisis de las encuestas, se llega a establecer la importancia que la empresa Atlas Moly SA. tenga un plan de dirección de proyectos, para mitigar los errores y fortalecer sus destrezas,

Con el desarrollo del presente trabajo, se analizó los costos y el tiempo de las diferentes tareas, para optimizar el tiempo de ejecución del proyecto, con una simulación probada y probabilística como también los costos que se producirían al disminuir el tiempo de las tareas, en vista que este es inversamente proporcional al costo de realización.

Por ser este proyecto un producto único y al depender su existencia de las políticas gubernamentales, es necesario tener un sistema de diseño, ejecución y control adecuado, para que su finalización sea en los tiempos y costos preestablecidos, ya que se tiene el problema cambiante del precio de los minerales en el mercado mundial. De este valor depende la estabilidad de la mina.

La planificación con las herramientas PERT-CPM nos ayudad a tener un control y administración efectiva, tanto de costos como de tiempos, se identifica cuanto se designa a cada tarea lo que necesita para que se ejecute en el tiempo esperado.

el gráfico de redes nos ayuda a identificar de una manera simple y rápida las tareas que no se pueden retrasar ya que esto provocaría el retraso del proyecto en general y se complementa con la asistencia de la informática, la cual hace los cálculos y las proyecciones de manera efectiva y eficaz. Convirtiendo el proyecto factible en todas sus etapas.

Es una herramienta valiosa el PERT-CPM para el director de proyectos, ya que en cualquier momento puede priorizar los aspectos que el considere importante, como reducir el tiempo sin que se suba demasiado el costo de las diferentes tareas, pero sobre todo se tiene claro cuáles son

las tareas críticas del proyecto, lo que nos ayudara al cumplimiento del objetivo general planteado en la etapa primaria del proyecto.

RECOMENDACIONES

Crear un departamento de dirección de proyectos, el cual tenga autonomía propia con fondos preestablecidos para la planificación, ejecución y control del proyecto, con un análisis preestablecido de obra.

Dar a conocer el corpus creado, a los diferentes departamentos técnicos, como una política de la empresa, para que estos puedan entender y comprender el desarrollo de la administración y minería.

Capacitación de dirección de proyectos que se puede obtener con Project Management instituto PMI, con lo que crearemos una cultura institucional, fortaleciendo con el ayuda de las TIC's.

Las personas que deben integrar el departamento de proyectos, deben ser del área de geología, minería, mecánica y un administrador experto en Project manager operacional PMO, es decir un experto en administración de operaciones mineras.

Diseñar estrategias que estén encaminadas, al apoyo del departamento de dirección de proyectos, con presupuestos rápidos y seguros, con lo que se obtendrá experiencias para futuros proyectos de parecida índole.

Capacitar al personal en técnicas de planeación de proyectos, con herramientas administrativas que vayan de acuerdo a la necesidad y estructura del proyecto.

Comprar software adecuado e implementar en el sistema informático de la empresa, sobre todo en el área de proyectos, para el mejoramiento en el tiempo de planeación de los proyectos.

Mantener muy en cuenta la ruta crítica, con un especial énfasis en las tareas que conforman estas, previendo lo que produzca un posible retraso, por lo que es necesario tener un presupuesto extra para el cumplimiento de estas tareas y así el proyecto no vaya a sufrir un desfase en los tiempos, con lo que se precautelala el cumplimiento del mismo como se estableció en la etapa primera de inicio.

Poner el gráfico de redes en un sitio visible, para poder verificar los avances diarios en el proyecto, y poder corregir oportunamente en caso sea necesario, de esto va a depender el cumplimiento de objetivos.

Recalcular las probabilidades de cumplimiento, según se siga avanzando en el proyecto, con tiempos más seguros y sobre todo controlar los cambios de litología que se presente ya que esto

está tomado estándar de túneles adyacentes o perforaciones, ya que la practica nos enseña que siempre existe fallas en los contactos de rocas, lo que produce una demora o aumento de costos en el avance de los túneles.

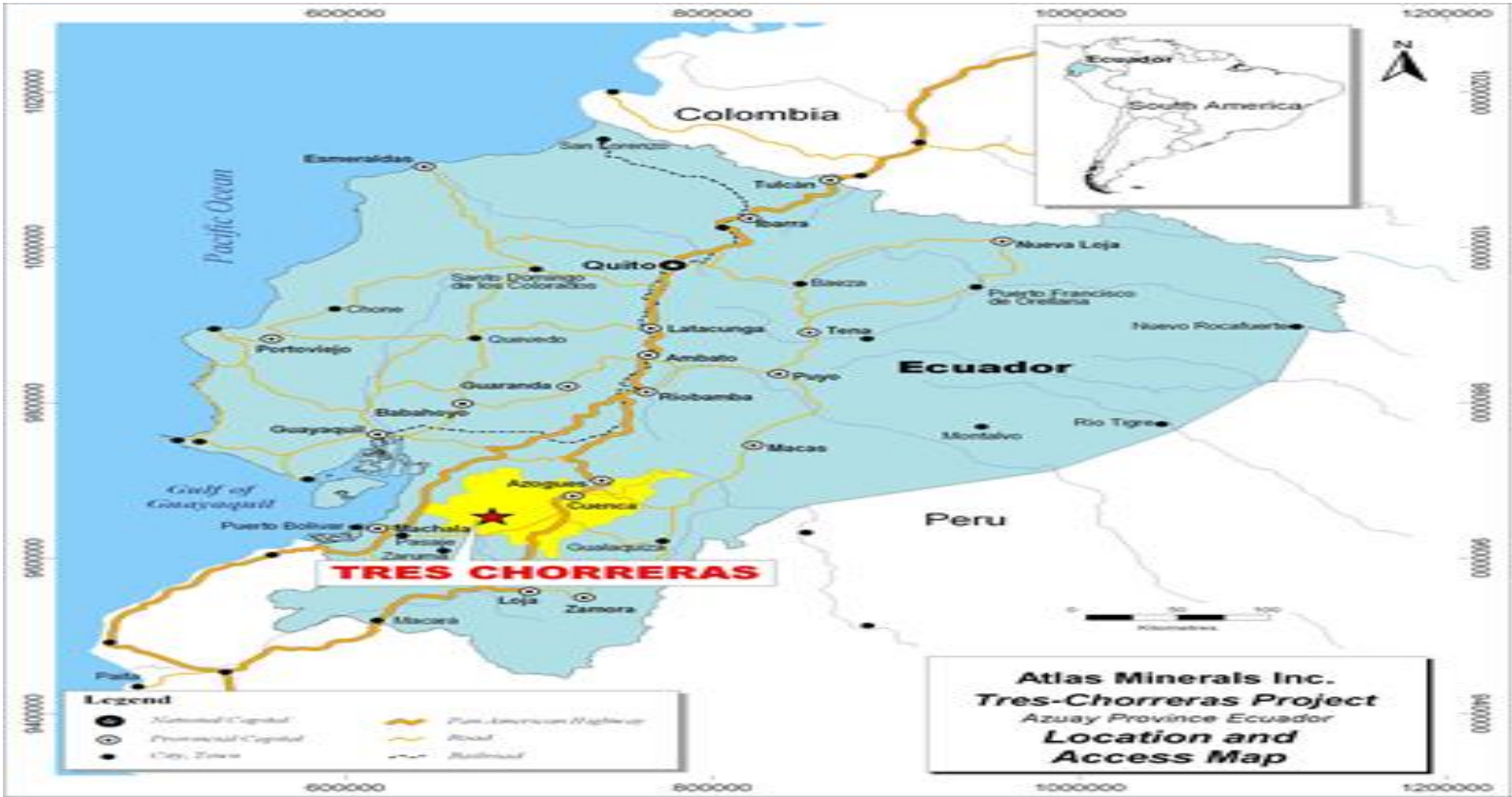
Bibliografía

- AGUILAR ESPINOSA, M. (2016). *"LAS REGALÍAS MINERAS Y SU AFECTACIÓN A LA*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- ANDRADE MADERO, J. (2015). *ANÁLISIS DEL SECTOR MINERO ECUATORIANO Y EL IMPACTO (Tesis)*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Milanez, B., & Salles Pereira, R. (2017). *Minería en Brasil: problemas, perspectivas y desafíos*. Brasil: UnB.
- Alvarado, M. M. (2009). *INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES MINERAS*. Facultad de Ingeniería de Minas Universidad Nacional del Altiplano, Altiplano. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/CLASES/tesis/184376285-Investigacion-Operaciones-Mineria-v1%20(1).pdf
- Crespo, L. B. (1999). *Técnicas de planificación de proyectos: CPM*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/CLASES/tesis/Tecnicas%20de%20planificacion%20de%20proyectos%20CPT.pdf
- Derby González, J. B. (s.f.). *Camino_Critico_CPM-PERT.pdf*. Obtenido de Maestría en Ciencias de la Administración de la Construcción: file:///C:/Users/Usuario/Zotero/storage/KSYVBUJH/Camino_Critico_CPM-PERT.pdf
- Galiani, J. C. (2012). *Patrimonio Mineralógico de la Universidad de Huelva*. doi:978-84-16621-17-0
- Gladys, D. N. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y. (U. P. Libertador, Ed.) *Laurus*, 12, 180-2005. doi:1315-883X
- Lavandaio, E. (2008). *Conoscamos más sobre la minería* (168° edición ed.). (s. G. Instituto Geológico y Recursos Minerales, Ed.) Buenos Aires: SEGEMAR. Recuperado el 11 de 05 de 2018
- Lavandaio, E. (2008). *Conoscamos más sobre la minería* (168° edición ed.). (s. G. Instituto Geológico y Recursos Minerales, Ed.) Buenos Aires: SEGEMAR. Recuperado el 11 de 05 de 2018
- Lenntench. (2016). Obtenido de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/as.htm>
- Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista Perfiles Libertadores*, 4, 73-80.
- OBS. (2018). *Proyectos de ingeniería*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/CLASES/tesis/Ebook_Proyectos_Ingeniera.pdf
- Ortiz, J. M. (2008). *MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN – SELECCIÓN DE MÉTODO*. Chile. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Apunte_MI57E_26_32.pdf
- Pardo, A. T. (2014). *Metodos de Explotacion Subterranea*. Obtenido de BS Grupo: file:///C:/Users/Usuario/Zotero/storage/LCWSQN76/Metodos-de-Explotacion-Subterranea-1135.html
- Pardo, A. T. (2014). *Metodos de Explotacion Subterranea*. Obtenido de BS Grupo: file:///C:/Users/Usuario/Zotero/storage/LCWSQN76/Metodos-de-Explotacion-Subterranea-1135.html
- PMI. (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: (Guía del PMBOK)*. (Vol. 8). (PMI, Ed.) Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute. doi:978-1-62825-009-1
- Prominer. (25 de 01 de 2010). *Info-minerales*. Obtenido de <http://mundo-mineral.blogspot.com/2010/01/cobre-nativo.html>
- Prominer. (25 de 01 de 2010). *Info-minerales*. Obtenido de <http://mundo-mineral.blogspot.com/2010/01/cobre-nativo.html>

- Rábago, D. R. (2015). *Mi Mexico es Minero, tres*, 98. Obtenido de https://www.geomin.com.mx/publicaciones/pub3_MEXICO%20MINERO%203%20edicion.pdf
- Rábago, D. R. (2015). *Mi Mexico es Minero, tres*, 98. Obtenido de https://www.geomin.com.mx/publicaciones/pub3_MEXICO%20MINERO%203%20edicion.pdf
- Rábago, D. R. (09 de 2015). *Mi Mexico es Minero. Mi Mexico es Minero, tercera edición*. doi: 978-607-95292-9-
- Riviola, P. L. (2007). *GESTIÓN DE PROYECTOS*. Buenos Aires: Prentice Hall - Pearson Education, 2007. doi:658.409 1
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones* (Novena edición ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN. Obtenido de www.freelibros.org
- Urbina, G. B. (2013). *Evaluación de proyectos*. doi:1456245104, 9781456245108
- Valenzuela, C. (2018). *Minería Subterránea*. Obtenido de [mine-class](http://mine-class.com).
- XAVIER DARÍO , R. (2014). *ANÁLISIS FINANCIERO Y ECONÓMICO DEL SECTOR MINERO (tesis de pre grado)*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR , Quito.
- Zorrilla, C. (9 de 1 de 2018). *EL ABC DE LA PROBLEMÁTICA MINERA EN EL ECUADOR*. Obtenido de <https://lalineadefuego.info/2018/01/09/el-abc-de-la-problematika-minera-en-el-ecuador-por-carlos-zorrilla/>

ANEXOS

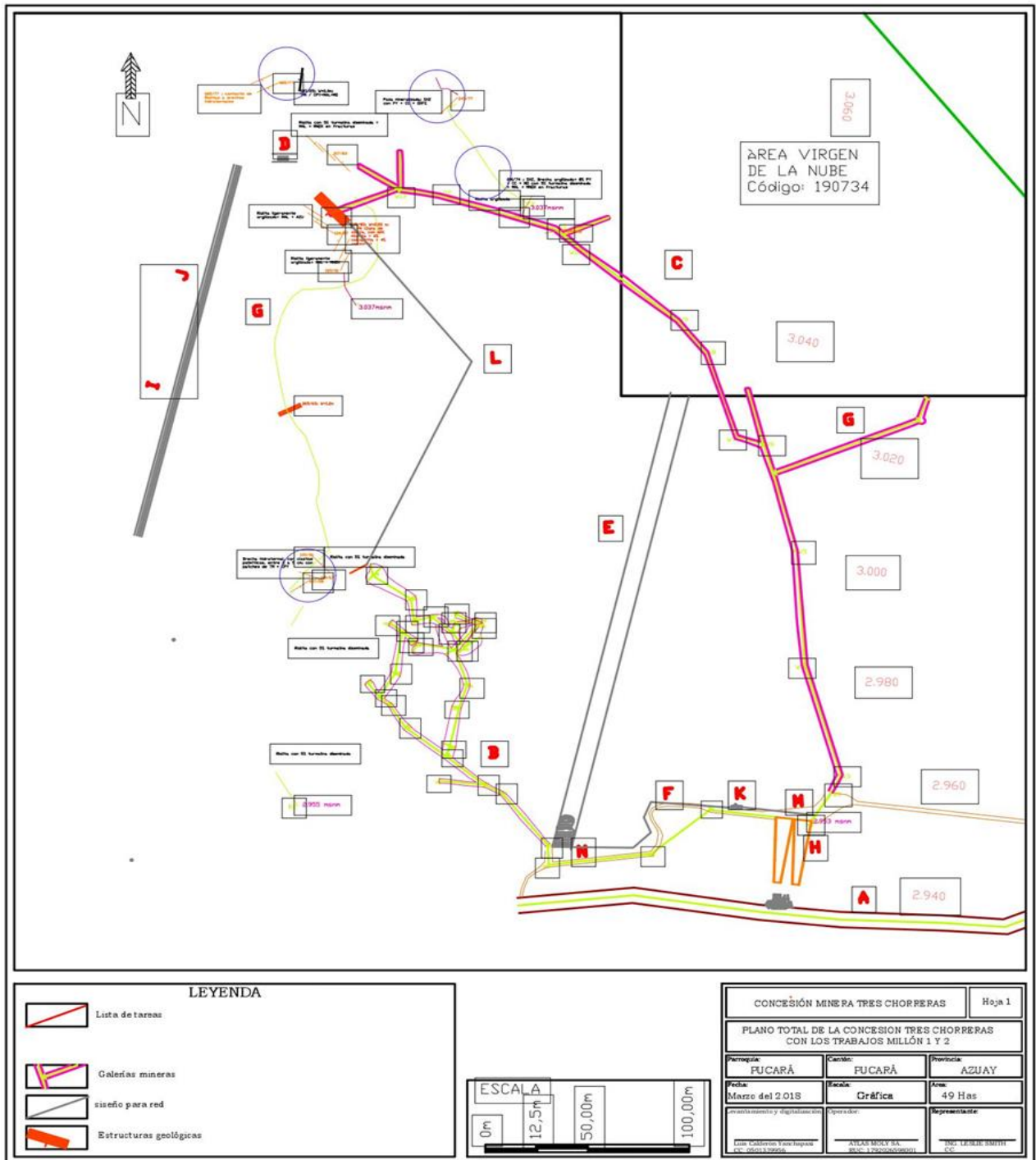
ANEXO 1 Ubicación geográfica del Área



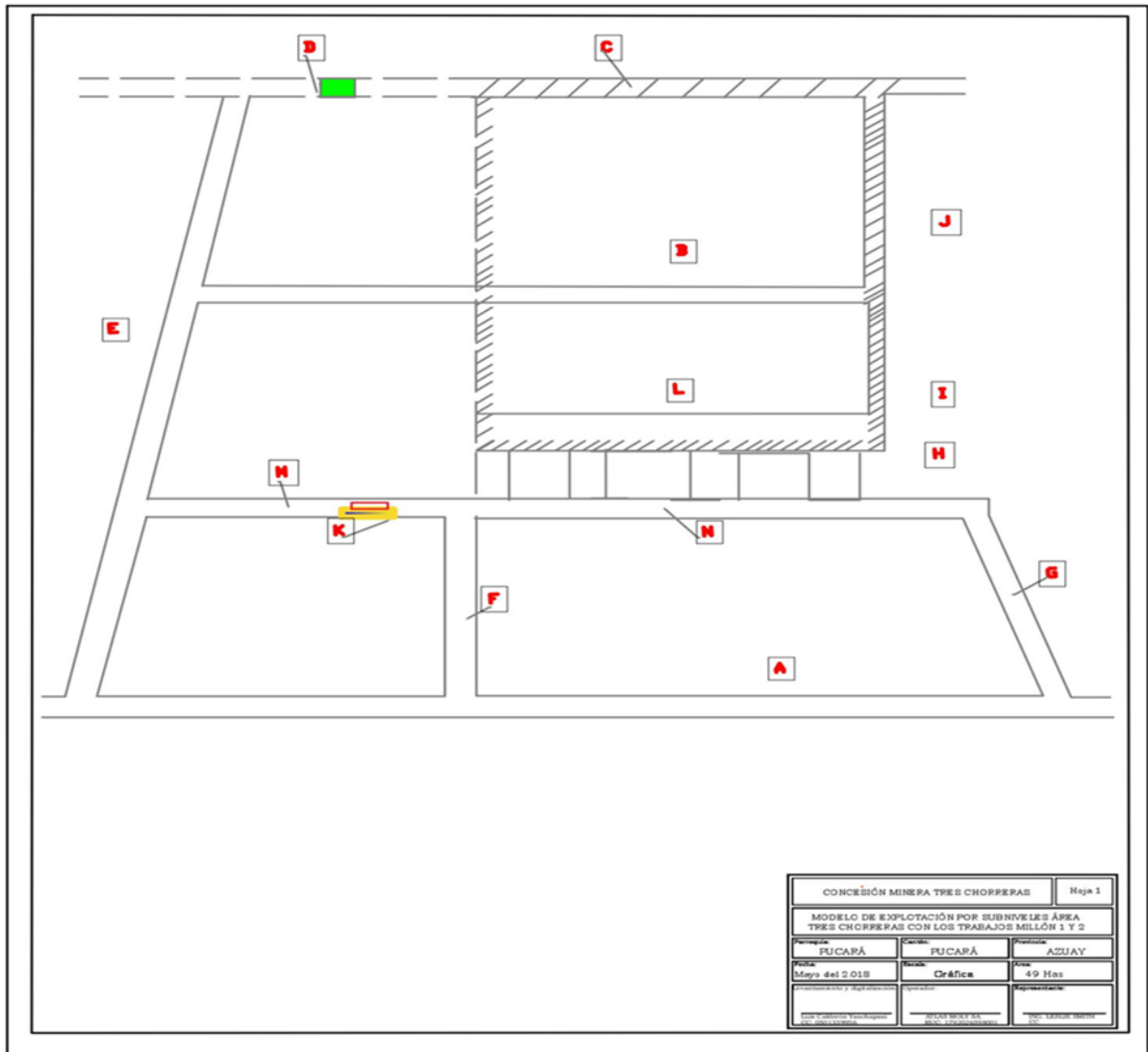
ANEXO 2 Pregunta de la encuesta

| PREGUNTAS | TOTAL | | PORCENTAJE | |
|--|-------|----|------------|---------|
| | SI | NO | SI | NO |
| Pregunta 1. ¿Conoce usted si la empresa tiene un programa de dirección, desarrollo y control de proyectos? | 0 | 14 | 0,00% | 100,00% |
| Pregunta 2. ¿Sabe usted en que consiste los métodos de dirección de proyectos PERT-CPM? | 8 | 6 | 57,14% | 42,86% |
| Pregunta 3 ¿Conoce usted, si existe una estructura organizacional de la empresa? | 6 | 8 | 42,86% | 57,14% |
| Pregunta 4 ¿Conoce las políticas de la empresa? | 3 | 11 | 21,43% | 78,57% |
| Pregunta N° 5. ¿Usted sabe si en la empresa cumple con los tiempos preestablecidos para cada tarea? | 4 | 10 | 28,57% | 71,43% |
| Pregunta 6 ¿Sabe usted si la empresa tuvo que desembolsar recursos adicionales para cumplir las tareas propuestas? | 6 | 8 | 42,86% | 57,14% |
| Pregunta 7 ¿Tiene conocimiento de cuánto cuesta cada tarea y que tiempo se demora en concluir cada una de ellas? | 13 | 1 | 92,86% | 7,14% |
| Pregunta 8 ¿Cree usted que es necesario tener un plan para el desarrollo del proyecto? | 14 | 0 | 100,00% | 0,00% |
| Pregunta 9 ¿Tiene conocimiento de empresas mineras, donde se haya implementado las herramientas PERT-CPM? | 4 | 10 | 28,57% | 71,43% |
| Pregunta 10 ¿Cree que ayudara la modelación matemática en el desarrollo del proyecto? | 13 | 1 | 92,86% | 7,14% |

ANEXO 3 Levantamiento topográfico, geológico mineralógico



ANEXO 4 Simulación matemática y geométrica del proyecto



ANEXO 5 Tabla de distribución Normal

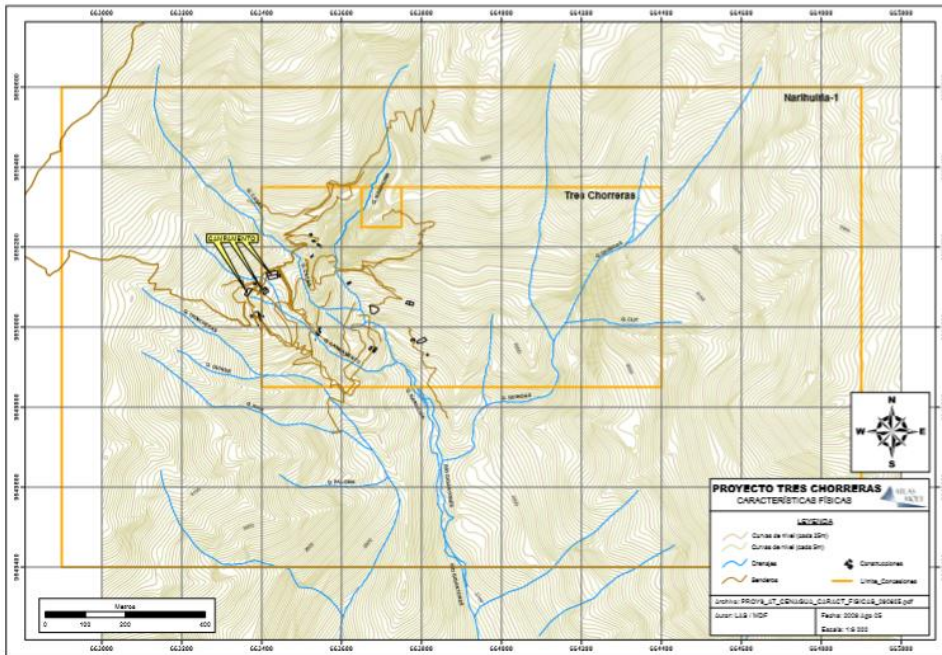
TABLA A: Probabilidades de la normal estándar

| z | .00 | .01 | .02 | .03 | .04 | .05 | .06 | .07 | .08 | .09 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -3.4 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0002 |
| -3.3 | .0005 | .0005 | .0005 | .0004 | .0004 | .0004 | .0004 | .0004 | .0004 | .0003 |
| -3.2 | .0007 | .0007 | .0006 | .0006 | .0006 | .0006 | .0006 | .0005 | .0005 | .0005 |
| -3.1 | .0010 | .0009 | .0009 | .0009 | .0008 | .0008 | .0008 | .0008 | .0007 | .0007 |
| -3.0 | .0013 | .0013 | .0013 | .0012 | .0012 | .0011 | .0011 | .0011 | .0010 | .0010 |
| -2.9 | .0019 | .0018 | .0018 | .0017 | .0016 | .0016 | .0015 | .0015 | .0014 | .0014 |
| -2.8 | .0026 | .0025 | .0024 | .0023 | .0023 | .0022 | .0021 | .0021 | .0020 | .0019 |
| -2.7 | .0035 | .0034 | .0033 | .0032 | .0031 | .0030 | .0029 | .0028 | .0027 | .0026 |
| -2.6 | .0047 | .0045 | .0044 | .0043 | .0041 | .0040 | .0039 | .0038 | .0037 | .0036 |
| -2.5 | .0062 | .0060 | .0059 | .0057 | .0055 | .0054 | .0052 | .0051 | .0049 | .0048 |
| -2.4 | .0082 | .0080 | .0078 | .0075 | .0073 | .0071 | .0069 | .0068 | .0066 | .0064 |
| -2.3 | .0107 | .0104 | .0102 | .0099 | .0096 | .0094 | .0091 | .0089 | .0087 | .0084 |
| -2.2 | .0139 | .0136 | .0132 | .0129 | .0125 | .0122 | .0119 | .0116 | .0113 | .0110 |
| -2.1 | .0179 | .0174 | .0170 | .0166 | .0162 | .0158 | .0154 | .0150 | .0146 | .0143 |
| -2.0 | .0228 | .0222 | .0217 | .0212 | .0207 | .0202 | .0197 | .0192 | .0188 | .0183 |
| -1.9 | .0287 | .0281 | .0274 | .0268 | .0262 | .0256 | .0250 | .0244 | .0239 | .0233 |
| -1.8 | .0359 | .0351 | .0344 | .0336 | .0329 | .0322 | .0314 | .0307 | .0301 | .0294 |
| -1.7 | .0446 | .0436 | .0427 | .0418 | .0409 | .0401 | .0392 | .0384 | .0375 | .0367 |
| -1.6 | .0548 | .0537 | .0526 | .0516 | .0505 | .0495 | .0485 | .0475 | .0465 | .0455 |
| -1.5 | .0668 | .0655 | .0643 | .0630 | .0618 | .0606 | .0594 | .0582 | .0571 | .0559 |
| -1.4 | .0808 | .0793 | .0778 | .0764 | .0749 | .0735 | .0721 | .0708 | .0694 | .0681 |
| -1.3 | .0968 | .0951 | .0934 | .0918 | .0901 | .0885 | .0869 | .0853 | .0838 | .0823 |
| -1.2 | .1151 | .1131 | .1112 | .1093 | .1075 | .1056 | .1038 | .1020 | .1003 | .0985 |
| -1.1 | .1357 | .1335 | .1314 | .1292 | .1271 | .1251 | .1230 | .1210 | .1190 | .1170 |
| -1.0 | .1587 | .1562 | .1539 | .1515 | .1492 | .1469 | .1446 | .1423 | .1401 | .1379 |
| -0.9 | .1841 | .1814 | .1788 | .1762 | .1736 | .1711 | .1685 | .1660 | .1635 | .1611 |
| -0.8 | .2119 | .2090 | .2061 | .2033 | .2005 | .1977 | .1949 | .1922 | .1894 | .1867 |
| -0.7 | .2420 | .2389 | .2358 | .2327 | .2296 | .2266 | .2236 | .2206 | .2177 | .2148 |
| -0.6 | .2743 | .2709 | .2676 | .2643 | .2611 | .2578 | .2546 | .2514 | .2483 | .2451 |
| -0.5 | .3085 | .3050 | .3015 | .2981 | .2946 | .2912 | .2877 | .2843 | .2810 | .2776 |
| -0.4 | .3446 | .3409 | .3372 | .3336 | .3300 | .3264 | .3228 | .3192 | .3156 | .3121 |
| -0.3 | .3821 | .3783 | .3745 | .3707 | .3669 | .3632 | .3594 | .3557 | .3520 | .3483 |
| -0.2 | .4207 | .4168 | .4129 | .4090 | .4052 | .4013 | .3974 | .3936 | .3897 | .3859 |
| -0.1 | .4602 | .4562 | .4522 | .4483 | .4443 | .4404 | .4364 | .4325 | .4286 | .4247 |
| -0.0 | .5000 | .4960 | .4920 | .4880 | .4840 | .4801 | .4761 | .4721 | .4681 | .4641 |

TABLA A: Probabilidades de la normal estándar (cont.)

| z | .00 | .01 | .02 | .03 | .04 | .05 | .06 | .07 | .08 | .09 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .5000 | .5040 | .5080 | .5120 | .5160 | .5199 | .5239 | .5279 | .5319 | .5359 |
| 0.1 | .5398 | .5438 | .5478 | .5517 | .5557 | .5596 | .5636 | .5675 | .5714 | .5753 |
| 0.2 | .5793 | .5832 | .5871 | .5910 | .5948 | .5987 | .6026 | .6064 | .6103 | .6141 |
| 0.3 | .6179 | .6217 | .6255 | .6293 | .6331 | .6368 | .6406 | .6443 | .6480 | .6517 |
| 0.4 | .6554 | .6591 | .6628 | .6664 | .6700 | .6736 | .6772 | .6808 | .6844 | .6879 |
| 0.5 | .6915 | .6950 | .6985 | .7019 | .7054 | .7088 | .7123 | .7157 | .7190 | .7224 |
| 0.6 | .7257 | .7291 | .7324 | .7357 | .7389 | .7422 | .7454 | .7486 | .7517 | .7549 |
| 0.7 | .7580 | .7611 | .7642 | .7673 | .7704 | .7734 | .7764 | .7794 | .7823 | .7852 |
| 0.8 | .7881 | .7910 | .7939 | .7967 | .7995 | .8023 | .8051 | .8078 | .8106 | .8133 |
| 0.9 | .8159 | .8186 | .8212 | .8238 | .8264 | .8289 | .8315 | .8340 | .8365 | .8389 |
| 1.0 | .8413 | .8438 | .8461 | .8485 | .8508 | .8531 | .8554 | .8577 | .8599 | .8621 |
| 1.1 | .8643 | .8665 | .8686 | .8708 | .8729 | .8749 | .8770 | .8790 | .8810 | .8830 |
| 1.2 | .8849 | .8869 | .8888 | .8907 | .8925 | .8944 | .8962 | .8980 | .8997 | .9015 |
| 1.3 | .9032 | .9049 | .9066 | .9082 | .9099 | .9115 | .9131 | .9147 | .9162 | .9177 |
| 1.4 | .9192 | .9207 | .9222 | .9236 | .9251 | .9265 | .9279 | .9292 | .9306 | .9319 |
| 1.5 | .9332 | .9345 | .9357 | .9370 | .9382 | .9394 | .9406 | .9418 | .9429 | .9441 |
| 1.6 | .9452 | .9463 | .9474 | .9484 | .9495 | .9505 | .9515 | .9525 | .9535 | .9545 |
| 1.7 | .9554 | .9564 | .9573 | .9582 | .9591 | .9599 | .9608 | .9616 | .9625 | .9633 |
| 1.8 | .9641 | .9649 | .9656 | .9664 | .9671 | .9678 | .9686 | .9693 | .9699 | .9706 |
| 1.9 | .9713 | .9719 | .9726 | .9732 | .9738 | .9744 | .9750 | .9756 | .9761 | .9767 |
| 2.0 | .9772 | .9778 | .9783 | .9788 | .9793 | .9798 | .9803 | .9808 | .9812 | .9817 |
| 2.1 | .9821 | .9826 | .9830 | .9834 | .9838 | .9842 | .9846 | .9850 | .9854 | .9857 |
| 2.2 | .9861 | .9864 | .9868 | .9871 | .9875 | .9878 | .9881 | .9884 | .9887 | .9890 |
| 2.3 | .9893 | .9896 | .9898 | .9901 | .9904 | .9906 | .9909 | .9911 | .9913 | .9916 |
| 2.4 | .9918 | .9920 | .9922 | .9925 | .9927 | .9929 | .9931 | .9932 | .9934 | .9936 |
| 2.5 | .9938 | .9940 | .9941 | .9943 | .9945 | .9946 | .9948 | .9949 | .9951 | .9952 |
| 2.6 | .9953 | .9955 | .9956 | .9957 | .9959 | .9960 | .9961 | .9962 | .9963 | .9964 |
| 2.7 | .9965 | .9966 | .9967 | .9968 | .9969 | .9970 | .9971 | .9972 | .9973 | .9974 |
| 2.8 | .9974 | .9975 | .9976 | .9977 | .9977 | .9978 | .9979 | .9979 | .9980 | .9981 |
| 2.9 | .9981 | .9982 | .9982 | .9983 | .9984 | .9984 | .9985 | .9985 | .9986 | .9986 |
| 3.0 | .9987 | .9987 | .9987 | .9988 | .9988 | .9989 | .9989 | .9989 | .9990 | .9990 |
| 3.1 | .9990 | .9991 | .9991 | .9991 | .9992 | .9992 | .9992 | .9992 | .9993 | .9993 |
| 3.2 | .9993 | .9993 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9995 | .9995 | .9995 |
| 3.3 | .9995 | .9995 | .9995 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9997 |
| 3.4 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9998 |

ANEXO 6 Area Tres Chorreras



ANEXO 7 Area de trabajo Millón 1 y Millón 2



ANEXO 8 Diseño del proyecto

