



**MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS PARA
LA CONSTRUCCIÓN DE SALAS DE CHANCADO SUBTERRÁNEAS**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Esteban Enciso Grajales

Profesor guía:
Francisco Lagos Peralta

Diciembre 2018
Santiago, Chile

AGRADECIMIENTOS

Llegar a esta instancia tiene una historia llena de dificultades, llantos y alegrías, pero acá llegamos y la realización de esta investigación no es más que la prueba de cuando algo se desea con el corazón, todas las dificultades que puedan existir no son impedimento para cumplir lo que te propones.

Dar las gracias a mi familia, destacando a mi madre Judy Enciso por ser mi fan número uno, a mi padre William Celis por su empeño en terminar la carrera y enseñanzas de vida, mi abuela Miriam Grajales por su incondicionalidad, mis primos Cristian Enciso y Brian Enciso que vieron mis trasnoches al momento de estudiar para alguna evaluación o simplemente me dieron acogida la noche posterior a mis clases, mi tío Alejandro por su apoyo, ánimo y alegrías a lo largo de estos cinco años, a Cristian Medina junto a Marisela Carrasco, una familia que sin conocerme me apoyaron como mi segunda familia desde mi educación básica hasta el día de hoy. También agradecer a mis amigos que vieron todo mi desarrollo académico, logros obtenidos a lo largo de esta trayectoria estudiantil, que siempre a pesar de las peleas y diferencias me apoyaron sin pedirme nada a cambio y de manera incondicional.

Gracias aquellas personas que sin conocerme apostaron por mí, el profesor Francisco Lagos que desde un principio encontré una acogida a mis puntos de vista y una motivación a realizar mis ideas con el fin de hacerme un mejor profesional el día de mañana, Al equipo de trabajo del proyecto CDEP destacando al administrador de obra Rodrigo Cuneo, Administrador de terreno Edwin Vallejos, Jefe General de terreno Carlos Ramírez, Jefa OF. Técnica Tannia Carrasco que me aportaron con su experiencia en la materialización de las ideas propuestas en esta investigación.

A veces en la vida la ayuda llega de la forma más impredecible, conocer una persona en los momentos y circunstancias menos esperados, hace necesario agradecer a esta persona que decidió ayudarme de manera desinteresada a que esta memoria de título fuera posible con gotas de esfuerzo, dedicación y entrega.

GRACIAS TOTALES

***“La mejor forma de predecir el futuro,
es creándolo.”***

(Peter Drucker)

RESUMEN

La construcción es una de las industrias más grandes a nivel mundial. Dado el conglomerado de recursos que convergen para la realización de cada proyecto, posee un rol protagónico a nivel mundial y Chile no es la excepción. Reflejo de aquello, son las alzas de inversiones en proyectos a nivel nacional que tienen entre sus filas a la construcción como pilar fundamental de la puesta en marcha de las ideas.

Dentro de las inversiones, gran porcentaje de la industria corresponde a la minería, con el desarrollo de nuevos proyectos que tienden a la innovación como eje fundamental. Debido a su innovación, dichas inversiones realizan un llamado de atención a la industria constructora para generar nuevas metodologías en estos desafíos.

Cada uno de los factores de esta clase de proyectos innovadores, nos hace ver administración como un elemento relevante a considerar, haciendo énfasis al enfoque y aplicación de dichos proyectos. En este sentido, una buena planificación, administración y ejecución aseguran un proyecto exitoso.

La construcción de salas chancadoras subterráneas es un proyecto de innovación para la explotación minera y, dado los riesgos y factores nuevos que complejizan el proceso, es necesario contar con todas las herramientas y estrategias metodológicas que puedan facilitar al éxito de estos proyectos.

La presente investigación se enfoca en el desarrollo de una propuesta de administración como proceso a través de una metodología estandarizada, la cual ayuda a la toma de decisiones respecto a las problemáticas existentes a lo largo de la construcción y permite anticiparse a los diferentes contratiempos que puedan aparecer, haciendo eficaz el proceso constructivo. Esto es posible a través de la identificación de las 6M que intervienen en todo proceso constructivo y a una tabulación de los datos obtenidos, que permiten una visión del problema, cuantificando cada factor, determinando responsables y decidiendo acciones correspondientes.

Los proyectos mineros innovadores obligan a tener un pensamiento constructivo nuevo respecto al estándar actual de llevar a cabo los proyectos. La administración 6M es una herramienta que para el profesional constructor permite llevar el control, planificación y programación de toda obra, considerando de manera unitaria cada factor que compromete el éxito del proyecto; bajo la sumatoria de actividades que cumplen el objetivo y aseguran la filosofía del arte del buen construir, junto a una responsabilidad social y ética profesional.

SUMMARY

Construction is one of the largest industries worldwide. Given the conglomerate of resources that converge for the realization of each project, it has a leading role worldwide and Chile is not the exception. Reflection of that, are the increases of investments in projects at national level that have among their ranks the construction as a fundamental pillar of the implementation of ideas.

Within investments, a large percentage of the industry corresponds to mining, with the development of new projects that tend to innovation as a fundamental axis. Due to their innovation, these investments make a call to the construction industry to generate new methodologies in these challenges.

Each one of the factors of this kind of innovative projects, makes us see administration as a relevant element to be considered, emphasizing the approach and application of said projects. In this sense, good planning, administration and execution ensure a successful project.

The construction of underground crushing rooms is an innovation project for mining exploitation and, given the risks and new factors that make the process more complex, it is necessary to have all the tools and methodological strategies that can facilitate the success of these projects.

The present investigation focuses on the development of a management proposal as a process through a standardized methodology, which helps to make decisions regarding the existing problems throughout the construction and allows anticipating the different setbacks that may arise, making the constructive process effective. This is possible through the identification of the 6M that intervene in all constructive process and a tabulation of the data obtained, which set a vision of the problem, quantifying each factor, determining responsible and deciding corresponding actions.

Innovative mining projects require new constructive thinking, regarding the current standard of carrying out projects. The 6M administration is a tool for the professional builder to control, plan and schedule any work, considering each factor that compromises the success of the project in a unitary way, under the sum of activities that meet the objective and ensure the philosophy of the art of good construction, together with a social responsibility and professional ethics.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1. El problema	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Antecedentes teóricos y/o empíricos observados	13
1.3 Pregunta de investigación	16
1.4 Justificación e importancia	17
1.5 Limitaciones del estudio	17
1.6 Supuestos de investigación	18
1.7 Objetivos	18
1.7.1 Objetivo General	18
1.7.2 Objetivos Específicos	18
1.8 Metodología de trabajo	19
1.8.1 Diagrama de investigación	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2. Marco Teórico	21
2.1 Construcción	21
2.2 Minería en Chile	22
2.2.1 Tipos de yacimientos mineros en Chile	23
2.3 Proceso de explotación minero	24
2.3.1 Geología	24
2.3.2 Extracción	26
2.3.3 Chancado	27
2.3.4 Molienda	28
2.3.5 Fundición	28

2.4 Proyectos mineros emblemáticos en Chile	31
2.5 Proceso de Chancado	32
2.5.1 Definición y relevancia	32
2.5.2 Esquemmatización del proceso de chancado	33
2.5.3 Ejemplos de chancadoras subterráneas	35
2.6 Proyecto salas chancadoras subterráneas	36
2.6.1 Contexto	36
2.6.2 Administración	36
2.6.3 Responsabilidades	37
2.6.4 Etapas del proyecto	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	44
3. Marco Metodológico	45
3.1 La Administración	45
3.2 La Administración como proceso	48
3.2.1 Enfoque 6M	48
3.2.2 Modelo 6M en proyecto de salas chancadoras	51
CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN	68
4. Implementación	69
4.1 Implementación 6M	69
4.1.1 Caso 6M	69
4.1.2 Análisis 6M, para actividad de pavimentación	70
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	78
5. Conclusiones Generales	79
BIBLIOGRAFÍAS	82
ANEXOS	85

INTRODUCCIÓN

La minería es conocido como un proceso de extracción y explotación de minerales agolpados en los suelos y subsuelos de la corteza terrestre, dada la infinita cantidad de minerales presentes en el territorio nacional, la investigación se abocará al sistema administrativo de la construcción de plantas mineras en dicho proceso, dado su rol protagónico en la economía del país, considerando que en las últimas décadas se forja como un elemento fundamental para la economía Chilena y su nexos con el mundo.

En la actualidad la explotación del suelo se da por yacimientos a cielo o rajo abierto y de tipo subterráneo, dependiendo de la profundidad en la que se encuentre dicha sustancia, dos de las mineras más reconocidas son la de Chuquicamata en la Región de Antofagasta y El Teniente en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, debido a su importancia y funcionalidad en el último tiempo se ha hecho un llamado de atención a la industria, en donde se debe llevar a cabo una trabajo consiente de los daños medioambientales y de la seguridad para los trabajadores. Es por ello que cada año se generan prácticas innovadoras, apuntando a una mínima intervención de la naturaleza a través de nuevas formas de explotación del mineral.

El proceso de la extracción del Cobre comienza con el estudio de la tierra, en donde se toman muestras representativas del suelo con la finalidad de reconocer su estructura y formación, posteriormente se produce la extracción del mineral de forma rocosa siendo trasladado al sector de chancado. La roca extraída se procesa reduciendo su tamaño a través de la molienda (solo para Cobre sulfurado), triturando el mineral de forma fina permitiendo la liberación de las partículas de Cobre, finalizando dicho procedimiento llevando a cabo un método fisicoquímico por concentrado basándose en la flotación del mineral separándolo de la roca. Posteriormente se traslada dicho material a una plaza de filtración en donde se extrae el agua dejando concentrado el mineral, para luego pasar a una extracción iónica que se redirige a una corriente continua para depositar la sustancia en placas de acero y así obtener Cobre de alta pureza, permitiendo finalmente su exportación.

El puntapié inicial de la liberación y concentración de las partículas de Cobre que se encuentra en las rocas mineralizadas, función que permite continuar con posteriores etapas de su proceso productivo, se inicia con el chancado, el cual para efectos de la presente investigación será el eje principal para desarrollar un proceso efectivo en proyectos de salas chancadoras subterráneas, debido al desafío constructivo que significa en la actualidad y la necesidad de exponer nuevas miradas respecto a la administración para la materialización de este.

Considerando el método de las seis M (Mano de Obra, Maquinaria, Materia prima, Medición, Métodos y Medio Ambiente) como procedimiento administrativo en distintos niveles de mando dentro de los proyectos constructivos, se identificará cada una de estos ejes permitiendo reconocer detalladamente el proceso de ejecución de cada partida y su desarrollo en la construcción de salas chancadoras subterráneas. De este modo generar indicadores evaluativos de variables, incidencia y sensibilización de cada una.

Reconocer dichos ejes permite generar una perspectiva incidente de cada M, mejorando los métodos que facilita la visualización de cada etapa como un proceso que en consecuencia hace la realización del proyecto más factible y con un mayor control de la incertidumbre, proporcionando factibilidad en la toma de decisiones respecto a las operaciones del desarrollo de la construcción, de este modo optimizar las sub partidas a través de análisis y evaluaciones detalladas que generen avances significativos tanto en el proceso constructivo como en el económico.

Llevar a cabo este proceso administrativo permite cumplir con el objetivo de hacer de las salas chancadoras, proyectos de construcción más eficientes y eficaces.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO I PLATEAMIENTO DE PROBLEMA

1. EL PROBLEMA

1.1 EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el cobre es el sueldo de Chile, por ende, su relevancia económica y social, pero dada su condición de recurso no renovable hace una limitancia a largo plazo de dicho sustento y surge la duda si la inversión que se requiere para esta explotación aportara a un desarrollo del país, logrando establecernos como “Un país desarrollado”.

Los optimistas creen que sí, pero la necesidad de seguir explotando este mineral es inminente hasta generar reservas que permitan un desarrollo no dependiente de este ingreso.

La forma de seguir extrayendo y generar ingresos inicia a partir de una explotación subterránea de dimensiones importantes, determinando barreras significativas como es el impacto ambiental, social y factibilidad constructiva, pero surgen factores que complejizan esta clase de proyectos que generan altos desafíos e incertidumbre en su materialización.

Según el Ingeniero Civil Patricio Meller (2014)

“El cobre siempre ha sido considerado una especie de “vaca lechera” que produce dos tipos de output: divisas y recursos fiscales. ¿Puede desempeñar un rol adicional y contribuir a “saltar” la trampa de los países de ingreso medio? En este escenario, el Programa Proveedores Clase Mundial para la Minería sugiere un nuevo rol del cobre: la generación de innovación tecnológica. Hay que recordar que la innovación tecnológica es la base para aumentar la productividad y llegar a ser un país desarrollado” (La Tercera)

En temas de construcción debemos tener una mirada un poco más detallada de cómo se lleva a cabo estos proyectos, sabemos que existe un proceso de planificación, explotación y ventas del mineral o bien llamado “Oro de Chile”. Pero cómo hacemos esto posible, la respuesta parece simple, construir una planta minera con una infraestructura de acuerdo a cada yacimiento y sus características, ya sean a cielo abierto o subterráneo, desde ahí la dificultad dado que surgen diversas variables que dificultan la materialización, puesto que para la construcción de estas plantas mineras y posterior explotación, el riesgo de llevarse a cabo es significativo, debido a la falta de profesionales y mano de obra directa con la capacitación apropiada para proyectos de esta envergadura y lo más importante las adecuada secuencia, metodología y la administración tanto de procesos, recursos como de un personal óptimo para dicha realización.

Según el Vicepresidente de CCHC Raúl Ravanal

“El sector cuenta a nivel local con cerca de 70 mil ocupados, cifra que en la realidad debería estar bordeando los 90 mil, ya que existe una alta ejecución de proyectos. Hoy muchas empresas para cumplir con sus compromisos han debido contratar a trabajadores de otras áreas para suplir esta carencia.

Pero esta solución es insuficiente. Además, ha generado otros inconvenientes como el aumento de la tasa de accidentabilidad (6%), la que históricamente ha estado por debajo de la cifra nacional (5,2%).” (CCHC)

1.2 ANTECEDENTES TEÓRICOS Y/O EMPÍRICOS OBSERVADOS

La construcción de proyectos relacionados con la ejecución de chancadoras subterráneas deben tener una dirección y estrategia que cumpla el objetivos propuestos inicialmente y permita una operatividad minera exitosa, tomando como punto de partida una ingeniería al detalle, una planificación sustentable y la secuencia de obra efectiva acorde a los plazos y planteamientos propuestos, considerando como ejes principales variables que hace de éste un proyecto exitoso: Calidad, Costo, Plazo, Seguridad y Medio Ambiente.

- **Calidad:** Que cumpla el estándar de las especificaciones técnicas, planos y funcionalidad de producto final.
- **Costo:** Itemizado de los gastos del proyecto y ganancias.
- **Plazo:** Estipular tiempos de ejecución acorde al proyecto.
- **Seguridad:** Bajos o nulos niveles de accidentabilidad y capacitación del personal.
- **Medio Ambiente:** Misión de sustentabilidad saludable del proyecto, que no invada la flora, fauna, agua, aire, cultura y población.

La forma de tener un proyecto exitoso es cumplir a cabalidad con estas cinco aristas, lo cual se lleva a cabo mediante una administración idónea y una planificación asertiva

Existen modelos de administración y planificación clásicos y efectivos en la actualidad de acuerdo al tipo de organización, ya sea jerárquico o matricial, pero dado lo complejo e innovador de esta clase de proyectos mineros, es necesario dar una mirada innovadora, una esquematización enfocada en dichos modelos, fundado en la mejora de los proceso y no en la interacción de recurso a disposición para materializar lo que indican los planos y las especificaciones técnicas de todo proyecto, sino más bien en el manejo de los recursos basado en los criterios de decisiones dada en la ponderación relevante de los factores incidentes (modelos 6M).

Según Ingeniero de Sigdo Koppers Eric Fuentes:

“El uso de metodologías de planificación y administración innovadora permitió que algunos proyectos realizados por Sigdo Koppers como las celdas de flotación de Ministro Hales, el taller de camiones de Proyectos de Caserones y la correa alimentadora de pila del proyecto Olap, aumentaran sus promedios de cumplimiento de plazos en un 70 y 75%.” (2013)

Como ya se ha mencionado anteriormente es fundamental reconocer estrategias de planificación y administración en procesos de construcción, desde este enfoque reconocer los actuales modelos de monitoreo utilizados por grandes empresas.

✓ SALFACORP - ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO

TECSA	Análisis de cumplimiento de programa semanal					26-10-2018
						ADT-10011461-r01 CDEP
Áreas del proyecto	Actividades completadas	Actividades no completadas	% de cumplimiento	Mayor causas del no cumplimiento	Acción de mejora	Responsable
Área A						
Área B						
Área C						
Área D						
Área E						
Área F						
Área G						
Área H						
Área I						
Área J						

*no se realizó análisis de cumplimiento de programa semanal

Tabla Resumen	Causas de no cumplimiento	Suma
Cambio de Prioridades	13%	80
Interferencias	4%	27
Método Constructivo / Actividad Previa	31%	193
No se revisó programa	1%	8
Falta de documentación/procedimiento	0%	0
Mala Planificación	16%	99
Indefinición/cambio de Proyecto	4%	24
Equipos	3%	21
Falta Material	7%	42
Falta M.O.	3%	16
Falta MO Subcontrato	10%	61
Rendimiento	5%	31
Problemas de Calidad	0%	0
Condición ITO/Mandante	1%	4
Evento fortuito/clima	3%	20
TOTAL	100%	624

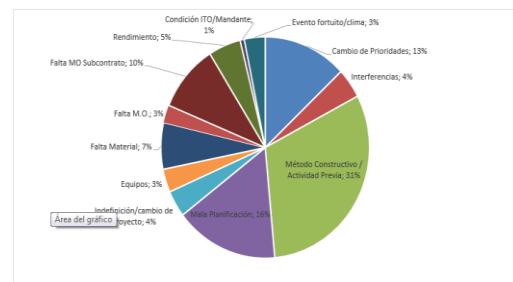
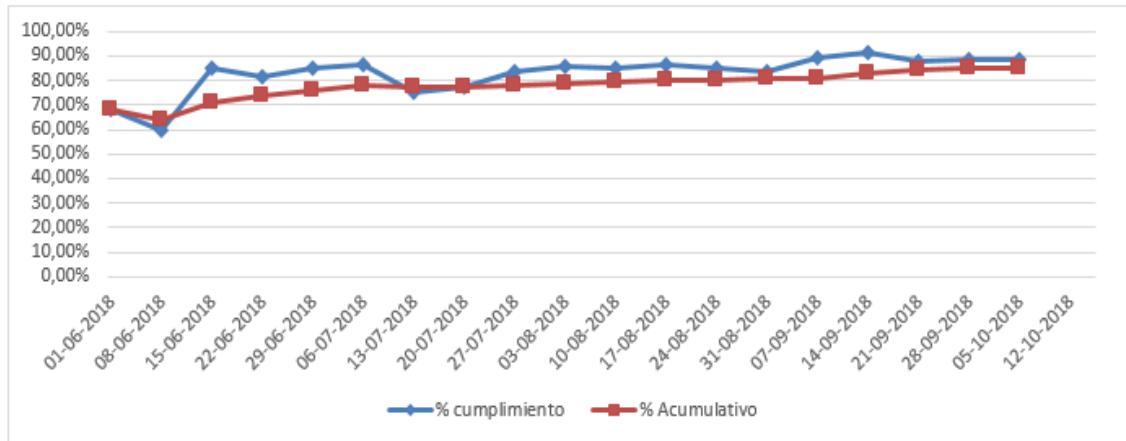


GRÁFICO DE PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS



FUENTE: SALFACORP

Una herramienta de planificación detallada tal como Last Planner, estipula un sistema de control que genera indicadores fundamentales para la toma de decisiones, en relación con las causas de falta de cumplimientos, se pueden destacar aspectos tales como: Materiales, mano de obra, equipos, rendimiento, diseño, clima, entre otros. El reconocimiento de estos factores permite facilitar la administración, puesto que el conocimiento de las restricciones que se generan en todo proyecto de manera temprana, da el tiempo para una acción correctiva, disminuyendo así la incertidumbre y aumentando la confiabilidad de la planificación.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En el contexto de la realidad actual en temas de construcción y la importancia de la planificación en dichos procesos descritos con anterioridad, surge el planteamiento de las siguientes interrogantes:

- a) ¿Cómo es la administración de un proyecto sin precedentes?
- b) ¿Cómo se piensa la planificación de un proyecto?
- c) ¿Cómo asegurar la fiabilidad la ejecución del proyecto y su control?

A raíz de los antecedentes propuestos y las interrogantes propuestas se desprende la pregunta central del estudio:

¿Se puede mejorar la administración de proyecto de salas chancadoras subterráneas si estas se visualizan y se lleva a cabo como un proceso?

Para responder a esta interrogante se centrará este estudio en diversas publicaciones, análisis, ilustraciones, ediciones nacionales e internacionales, entrevistas, visita a terreno y toma de antecedentes de forma empírica sobre el tema investigativo.

1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

El proceso constructivo se destaca como un elemento fundamental y transversal en el desarrollo global de la industria, puesto que otorga la operatividad y realización concreta a cada una de las ideologías empresariales, productivas y arquitectónicas. Los tiempos avanzan y surgen nuevas necesidades de satisfacer dichas tendencias productivas, especialmente la prolongación del ciclo de vida minera, con este fin, es que se presentan nuevos desafíos que generan incertidumbre en su viabilidad.

La velocidad de cambio actual hace necesario que las empresas constructoras de esta clase de proyectos posean un alto nivel de operatividad, adaptabilidad, actualización y desarrollo para una eficiente capacidad de respuesta frente a estos avances, de forma tal, que actúe de manera sistemática y efectiva con una innovadora visión de la administración en respuesta al desafío que conlleva la construcción en condiciones extremas.

Es fundamental y altamente necesario dar un enfoque al proceso administrativo con un sentido de mejora continua, considerar matices de lo ya existente permitirá a todo administrador tener una base clara para la toma de decisiones, con el fin de fundamentar en evidencia documentada y una asignación apropiada de responsabilidades las tareas que permiten una comprensión de la morfología de la obra que conlleven resultados positivos al final del ciclo de vida.



1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente estudio muestra dificultades para llevarse a cabo debido a la ausencia de estadística actualizada de funcionamiento del enfoque administrativo como proceso constructivo de salas chancadora subterránea, ya que no es posible acceder a tales antecedentes de evaluación administrativa, debido al hermetismo de quienes aplican este tipo de proyectos, es por ello que se desconocen modelos administrativos que respalden la presente investigación.

1.6 SUPUESTOS DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio tiene como objeto la propuesta de una nueva visión de administración genérica basándose en un método de análisis de dispersión para la mejora de procesos, desde el punto de vista de la calidad, con la idea existente de un método estandarizado para el análisis de procesos y su mejora continua. Tomar la administración como un proceso de mejora a través de la identificación de las 6M, permite visualizar su rol, importancia y contexto dentro de un todo llamado proyecto y la incidencia para la factibilidad del cumplimiento de las propuestas planificadas.

1.7 OBJETIVOS

Para orientar de forma más efectiva esta investigación, presentamos los siguientes objetivos.

1.7.1 OBJETIVO GENERAL:

Esquematizar y modelar la construcción de una sala chancadora subterránea, para lograr una mejora en la identificación del proceso de construcción, enfocando el análisis en los factores constructivos incidentes en este tipo de proyectos.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Examinar metodología de mejora de proceso a través Modelo 6M involucradas en la construcción de salas chancadoras subterráneas.
- ✓ Analizar secuencias constructivas para determinar estrategia de materialización del proyecto.
- ✓ Establecer los criterios de control y decisión para la administración de proyecto de salas chancadoras subterráneas.

1.8 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo del trabajo, se tomarán distintas experiencias de administradores de contrato, alta gerencia de proyectos mineros y datos empíricos de variados proyectos, para el desarrollo de un modelo de administración basado en una metodología de mejora de procesos desde el punto de vista de la calidad, en busca de una eficiente administración.

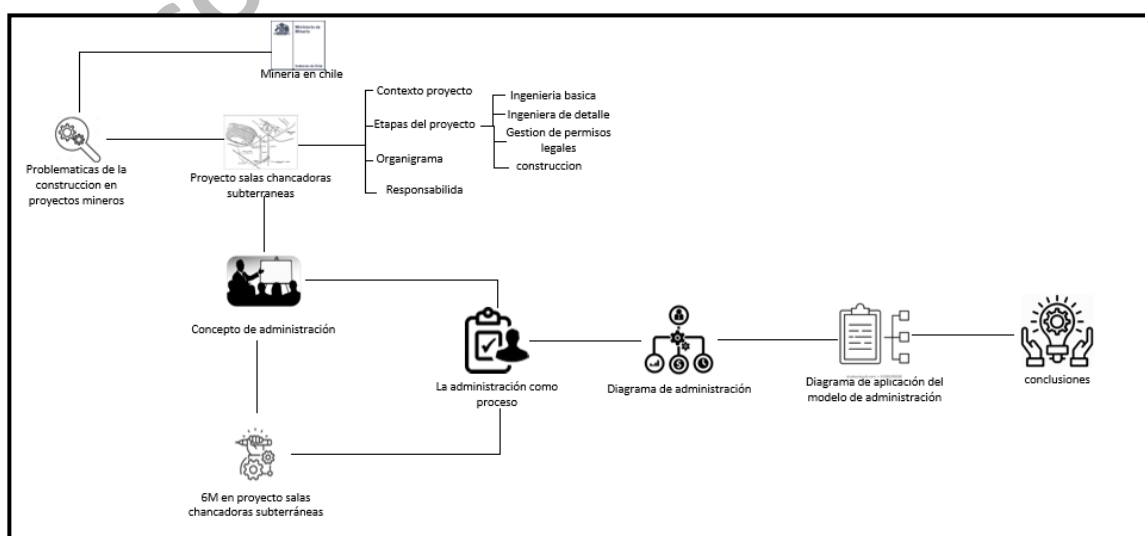
Se desarrollará una contextualización del proyecto al cual aplicaremos el modelo a proponer denominado 6M, una pequeña introducción al concepto administración para luego exponer de manera teórica y grafica el funcionamiento del modelo 6M, dividido en tres fases.

- Qué es la administración 6M
- Identificación de las 6M en un proyecto de salas chancadoras subterráneas
- Aplicación del modelo a situaciones cotidianas del proyecto

En cada capítulo y en la medida que sea necesario se desarrollada la parte teórica que da sustento a las diferentes alternativas del proyecto.

1.8.1 DIAGRAMA DE INVESTIGACIÓN

Trazabilidad de la metodología que se usara en la presente memoria



SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CONSTRUCCIÓN

La construcción en Chile es uno de los sectores de mayor relevancia económica, puesto que abarca las diversas áreas de desarrollo económico del país. Más allá de su respaldo en términos de calidad en consecuencia del contexto sísmico reconocido a nivel mundial, los productos que genera esta industria son altamente heterogéneos, debido a las diversas características físicas y requerimientos de recursos empleados que atraviesan de forma transversal todas las industrias, otorgando infraestructura física en casi todos los sectores económicos.

Según el informe de estudio comparativo realizado en el Foro Internacional de Construcción el cuál cataloga los países con mejor infraestructura a nivel mundial, Chile se posiciona en el puesto 45, destacándose como el segundo mejor de Latinoamérica, superando a países como Uruguay y México, esto se debe principalmente por temas relacionados con el contexto sismológico y el incremento de inversión en desafíos constructivos de nuestro país.



2.2 MINERIA EN CHILE

La minería es conocida como un proceso de extracción de un determinado mineral, entiéndase mineral como una “Sustancia Inorgánica, que se halla en la superficie o en las diversas capas de la corteza terrestre” (RAE. 2018), da cuenta de que Chile es un país con una identidad minera integra, debido a que cuenta con una reserva de minerales significativa a nivel mundial. Reflejado de esto son los indicadores económicos del Producto Interno Bruto (P.I.B.), donde Chile cierra su participación con un 9% durante el año 2017, conjuntamente en el área de inversión extranjera se hace presente con el 33,3% de la participación (cifras Banco Central), demostrando ser una potencia minera.

Cabe destacar que el mineral símbolo de toda industria minera en Chile es el Cobre, sustancia que se resalta dentro de las materias primas nacionales que generan los más grandes ingresos al país, permitiendo un sustento económico a largo plazo. Es importante considerar que Chile posee un tercio del total de reservas mineras conocidas a nivel mundial (COCHILCO 2018), cifra que permite una oportunidad de desarrollo, crecimiento e innovación en los procesos existentes de explotación minera, apuntando una nueva visión de compromiso y responsabilidad empresarial para el constructor civil, esto por encontrarse involucrado activamente con proyectos en el rubro.

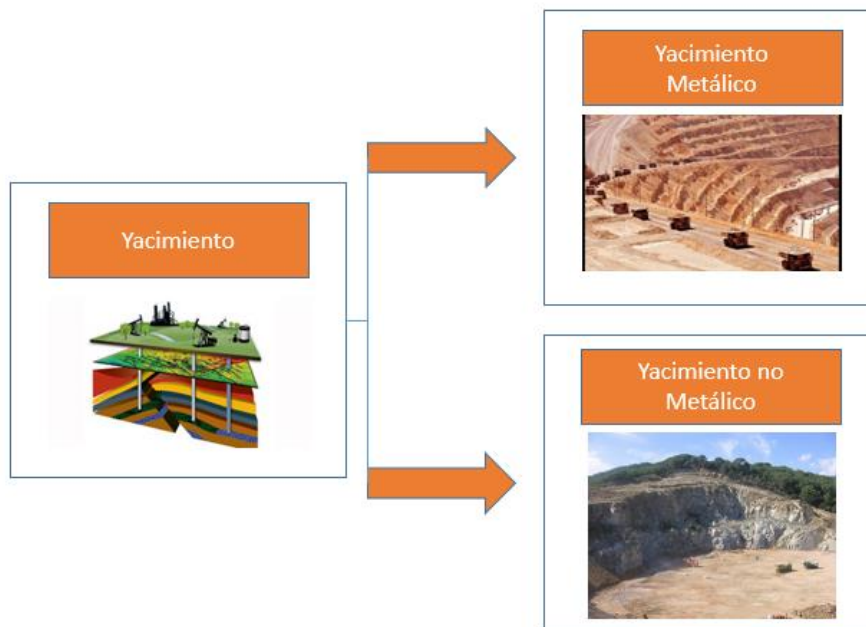
Producción y reservas en Chile 2017				
				
Mineral	Producción en Chile	Participación en la producción mundial	Ranking en la producción mundial	Participación en reservas mundiales
Cobre	5,50 millones de TM	27%	1	22%
Oro	35,83 TM	1%	14	7%
Plata	1.260 TM	5%	6	5%
Molibdeno	62,75 mil TM	20%	2	11%
Hierro	16,1 millones de TM	<1%	13 - 15	< 1%

FUENTE: CONSEJO MINERO 2017

2.2.1 TIPOS DE YACIMIENTOS MINEROS EN CHILE

Se entenderá por yacimiento minero la concentración de una o más sustancias útiles rodeada de materiales no aprovechables, los cuales se denominan como estéril o ganga; Ganga dependerá de la ley de corte, alojados en los diferentes estratos de la corteza terrestre. Estas sustancias pueden ser de carácter metálico o no metálico, para objeto de esta investigación nos concentraremos en los yacimientos de carácter metálico, pues se destacan para efectos geológicos aquellos de forma pórfidos, cupríferos o estratoligados vulcanogénicos, haciendo referencia aquellas sustancias como el Cobre, Hierro y Oro ubicados en el área limítrofe correspondiente a nuestro país.

Los yacimientos se encuentran a través de técnicas de geolocalización para determinar su ubicación, la cual se confirma con sondajes exploratorios, una mecánica de suelo que tiene como estrategia realizar sondajes en la zona donde se estima una alta probabilidad de alojamiento de un mineral de alto valor económico, de este modo identificar un levantamiento de volumen minero correspondiente a la zona estudiada, reconociendo así la planimetría del macizo rocoso y los antecedentes de la composición del suelo, que nos permitirá saber de manera prejuiciosa a lo que nos enfrentamos y los factores a considerar para una posible explotación del mineral.



2.3 PROCESO DE EXPLOTACIÓN MINERO

Una vez definido el tipo de yacimiento, consecuentemente aparece un informe preliminar de la geología que ratifica el volumen considerable de mineral para explotar. Seguido de dichos resultados geológicos la topografía toma un rol protagónico en dicho proceso, puesto que, será el punto de partida a la definición y toma de decisiones correspondiente a la forma de explotación del mineral, debido a que se conocerán las características planimétricas de la superficie territorial donde se aloja el yacimiento de Cobre, permitiéndonos definir de manera preliminar la directriz de trabajo de extracción.



2.3.1 GEOLOGÍA

Se define como la ciencia que estudia el origen, formación y evolución del interior y exterior del globo terrestre, analiza los materiales que componen su estructura y mecanismos de formación, también se enfoca en las alteraciones que éstas experimentan a través del tiempo.

Desde una mirada industrial la geología tiene como primicia el reconcomiendo del mineral desde el contexto de la petrología, dando una mirada al núcleo de la estructura mineralizada analizando a través de muestras, de este modo identificar aspectos relevantes para una posterior explotación.

Aspectos a considerar:

- Condiciones del suelo
- Fracturas del macizo rocoso
- Zonas de inestabilidad
- Forma de presentación del mineral
- Petrología y mineralogía de la zona
- Cantidad ponderada de mineral que se puede encontrar

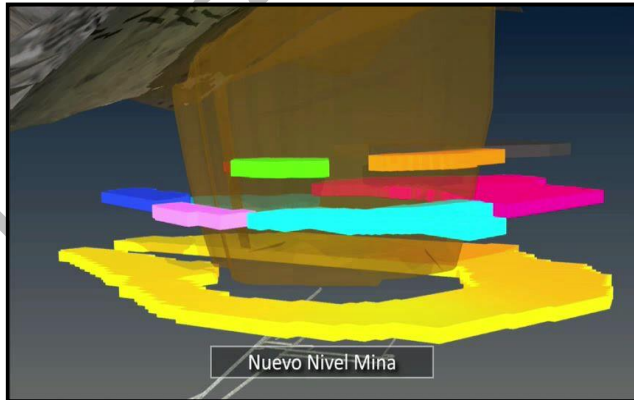
La geología será la ciencia sustentadora de todos los argumentos posibles para definir la forma de explotación más adecuada del yacimiento, considerando la posibilidad de trabajo en:

- **Minería a rajo abierto:** Estas minas se explotan en la superficie terrestre utilizando una línea de explosivos. Luego de la tronadura que remueve el material mineralizado se realiza el carguío en camiones o en cintas transportadoras para luego chancar, limpiar y extraer el mineral.



Minera Chuquicamata – CODELCO

- **Minería Subterránea:** Se entiende por minería subterránea, vale destacar aquella que realiza su proceso de extracción minera bajo tierra debido a la inviabilidad respecto a una explotación a rajo abierto, por dificultades relacionadas al medio ambiente, emplazamiento del mineral (profundidad) y sustentos económicos. (CODELCO, 2018)



Minera El Teniente - CODELCO

2.3.2 EXTRACCIÓN

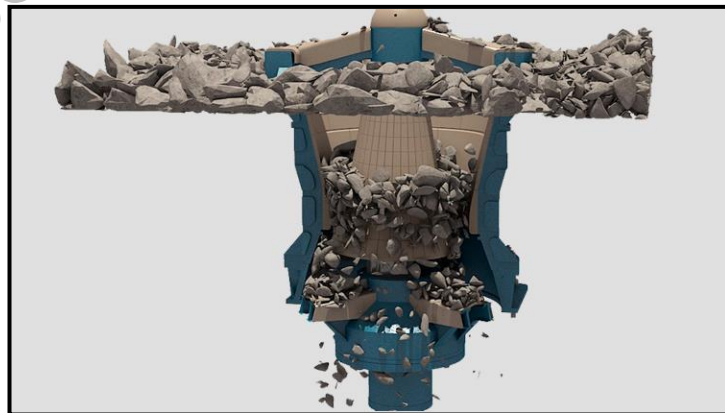
Para dar inicio a la extracción del mineral desde los yacimientos antes mencionados se realizan las primeras operaciones de producción, este consiste en arrancar el mineral del macizo rocoso a través de uso de explosivo controlados. Con estas operaciones se generan excavaciones o bancos, según se trate del tipo de minería en que se realiza dicha

actividad. En cualquier caso, una buena operación de perforación y tronadura permite obtener un material tronado de tamaño adecuado que facilita el transporte de dichas rocas para su próxima etapa de producción, denominada chancado y molienda permitiendo disminuir el consumo de elementos explosivos.

- **Tronadura:** Es la operación que tiene por finalidad el arranque del mineral desde el macizo rocoso, aprovechando de la mejor forma posible la energía liberada por el explosivo colocado en la etapa de perforación.
- **Perforaciones:** Es la operación que tiene como finalidad abrir huecos en el macizo rocoso con una distribución y geometría adecuada para una correcta ubicación y encaje de las cargas explosivas.

2.3.3 CHANCADO

Etapa que consta de la reducción de las dimensiones de la roca previamente extraída de la mina a través del proceso antes mencionado, se caracteriza por la trituración de la ésta mediante maquinaria especializada para esta tarea, denominada Chancadoras.



Maquina Chancadora

2.3.4 MOLIENDA

Proceso mediante el cual se reduce el tamaño del material mineralizado a menos de 0,2 milímetros con una granulometría de 0,18 milímetros, de manera que sea factible para la fundición de éste considerando su estructura sulfurada y oxidado. Conjuntamente todo el material mineralizado que viene de la planta de chancado se le agrega agua y algunos reactivos para ser llevados a los molinos de barra y de bolas que giran y trituran el material.



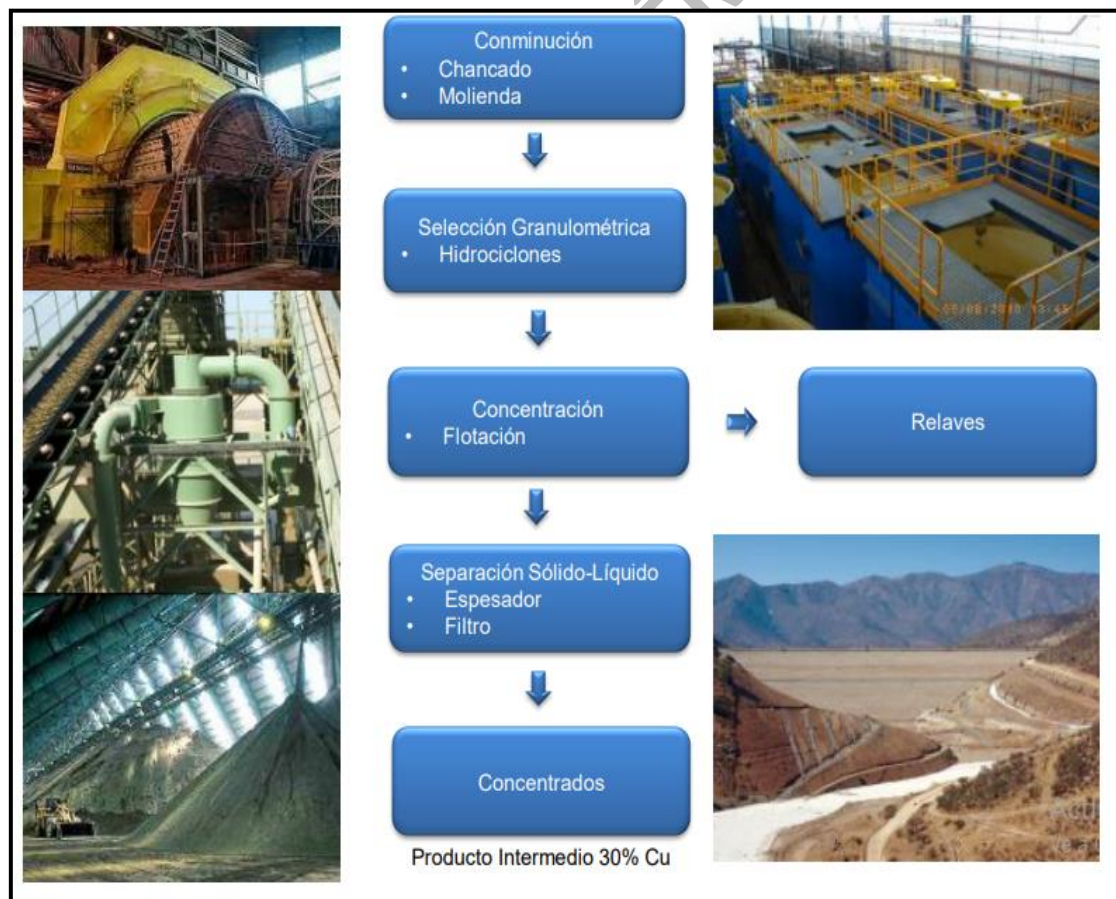
Máquina de molienda – Empresa Metsu

2.3.5 FUNDICIÓN

Corresponde a la etapa en la cual la roca proveniente de la molienda es sometida a varios procesos químicos o eléctricos que tienen como objetivo aumentar su concentración de contenido metálico para hacer posible el producto final y próxima venta.

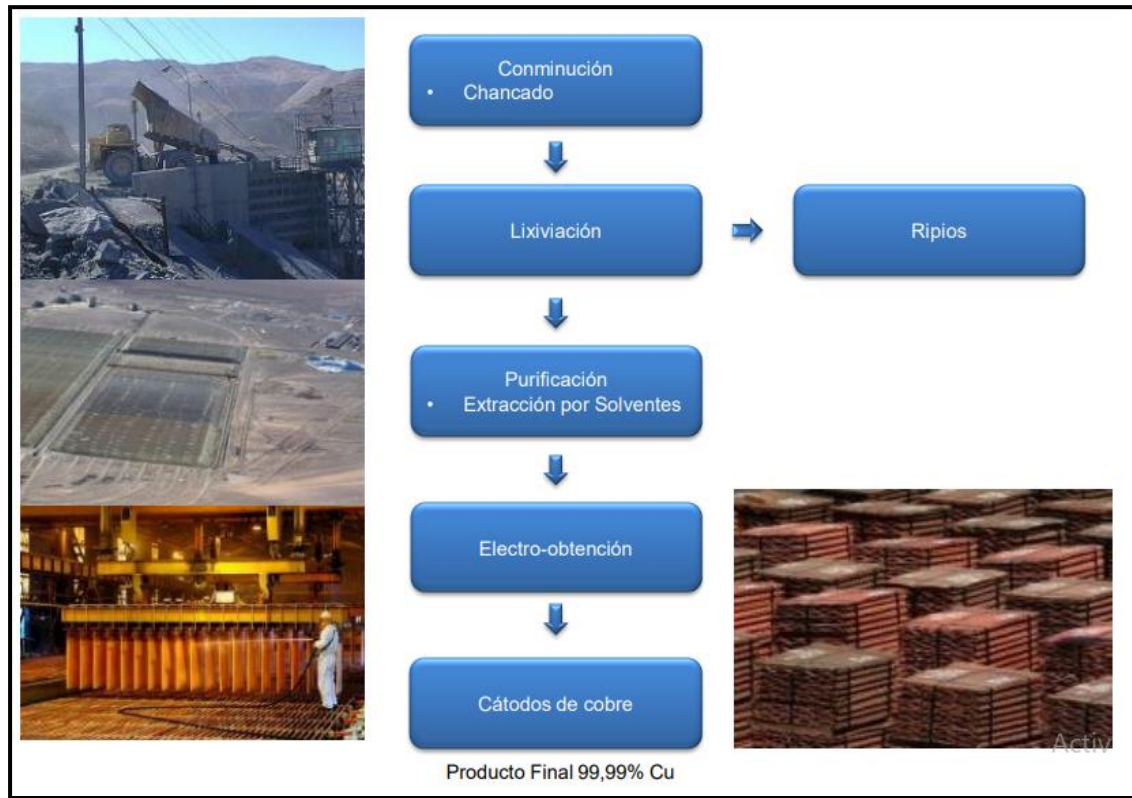
Actualmente destacan dos procesos metalúrgicos que hacen posible dicho objetivo, cada uno dependerá el tipo de mineral y su composición, estos tratamientos son:

- **Flotación: Sulfuros (minerales profundos):** Procedimiento que permite concentrar el cobre que viene del proceso de molienda. En las celdas de flotación se hace burbujear oxígeno desde el fondo de manera que las partículas de cobre presentes en la pulpa se adhieran a las burbujas de aire y así suben con ellas acumulándose en una espuma. La espuma rebasa hacia canaletas que bordean las celdas y la llevan al proceso de decantación.



Esquema de flotación - Grupo Antofagasta Minerals (2012)

- **Lixiviación: Óxidos (minerales de superficie):** Es un proceso de carácter hidrometalúrgico, el cual consiste en la obtención de cobre que se encuentra en minerales oxidados, los cuales son separados a través de la aplicación de una disolución de ácido sulfúrico y agua.



Esquema de Lixiviación - Grupo Antofagasta Minerals (2012)

Esta última etapa de procesamiento de la explotación del cobre tanto por flotación o lixiviación, independiente el método utilizado es altamente contaminante, debido al tipo de residuos producidos, por lo que es importante considerar que la industria realice una mirada con enfoques en las políticas públicas y leyes con el objetivo de cuidar el medio ambiente y quienes vivimos en él.

2.4 PROYECTOS MINEROS EMBLEMÁTICOS DE CHILE

A continuación, se describen tres de las minas más importantes del territorio nacional.

- **Mina Los Bronces – Anglo American:** Se encuentra ubicada en la Región Metropolitana a 65 kilómetros de Santiago y a 3.500 metros sobre el nivel del mar. Los Bronces es una mina de cobre y molibdeno que se explota a rajo abierto



- **Mina La Escondida Norte – Minera La Escondida Ltda.:** Se ubica a 170 km del sur-este de la ciudad de Antofagasta. Es la mina más grande del país produciendo el principal concentrado de cobre del territorio nacional.



- **Mina El Teniente – CODELCO:** El Teniente es el yacimiento de cobre subterráneo más grande del planeta. Está ubicado en la comuna de Machalí, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, a 50 kilómetros de la ciudad de Rancagua. Comenzó a ser explotado en 1905, y ya cuenta con más de 3.000 kilómetros de galerías subterráneas.



2.5 PROCESO DE CHANCADO

2.5.1 DEFINICIÓN Y RELEVANCIA

Es importante destacar la relevancia de este asunto debido al enfoque del objetivo planteado inicialmente. Así mismo se reconoce el proceso de chancado que se inicia una vez extraída la roca de la corteza terrestre mediante maquinaria de proporciones gigantescas, posteriormente son transportarlas a la planta donde son procesadas. Sin embargo, este material extraído no tiene un tamaño regular, por el contrario, puede contener fragmentos de menos de un milímetro y otros de más de un metro de diámetro, por lo que se requiere un proceso de reducción estándar de la roca.

2.5.2 ESQUEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CHANCADO

A continuación, se presenta el flujo de proceso chancado, el cual, a pesar de la simpleza a primera vista, existen múltiples factores a tomar en cuenta al momento de diseñar, construir y operar en este proceso.

- **Chancadoras Subterráneas:** Las chancadoras subterráneas tienen como característica el aprovechamiento de la gravedad como medio de transporte y correas de conexión entre sus diferentes niveles de proceso, Siendo su concepto como etapa de explotación minera, igualitario al de un yacimiento a rajo abierto.



Extracción de la roca mediante tronadura y perforaciones



Transporte mediante tolvas de alta capacidad, cargadas a través de excavadoras, desde el lugar de la extracción a máquina chancadora.

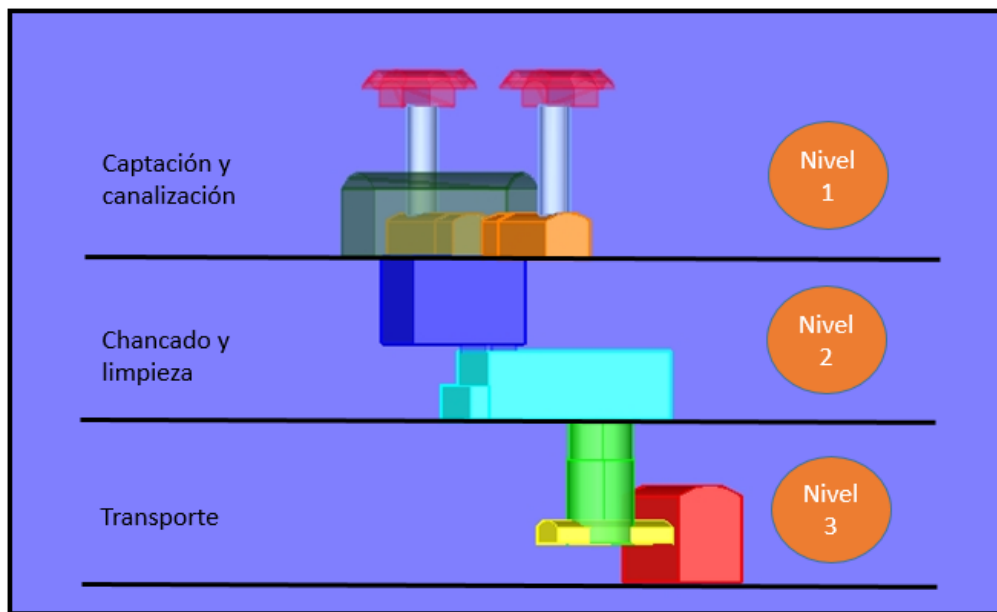


Etapa de chancado, consta del punto en que el camión tolva vacía las rocas de dimensiones variadas y a través de la trituración de la maquina chancadora se obtienen rocas de similares características, facilitando su transporte y procesamiento



Acopio de material chancado llevado a través de correas transportadoras y permitiendo una regulación de frecuencia en el llenado de las tolvas para su posterior transporte

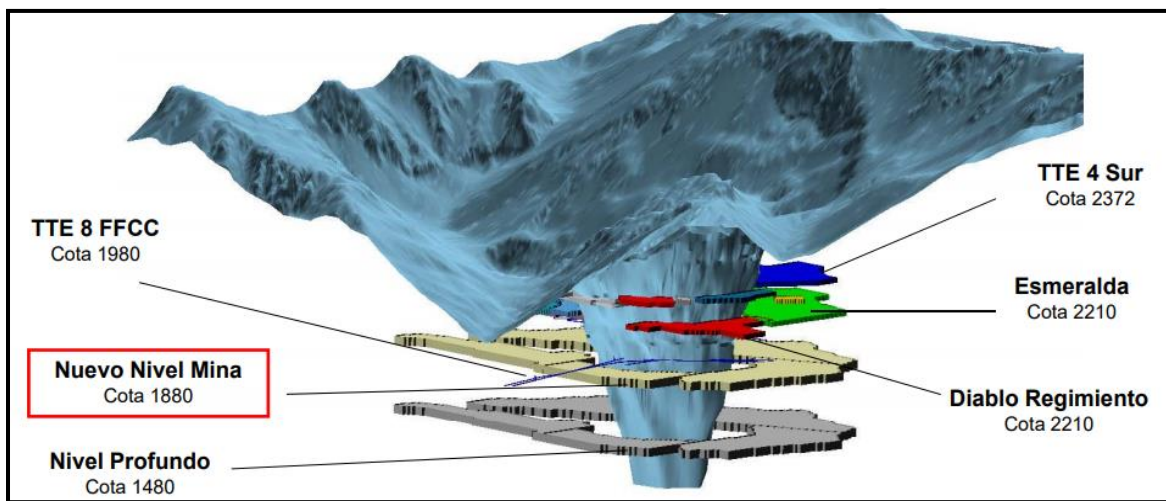
A diferencia de las chancadoras en mina a rajo abierto, esta clase de proyectos son una respuesta a factores medios ambientales, económicos y constructivos a razón del aprovechamiento del mineral de acuerdo a su método de explotación, dentro de éste, podemos identificar las estaciones de trabajo, estando sujetas a la tipología del yacimiento y características geológicas determinando así sus respectivos niveles.



Las chancadoras subterráneas son un desafío constructivo a desarrollar puesto que posee una compleja ingeniería y diseño debido a las dificultades de trabajar en las profundidades de la tierra para acceder a dichas sustancias, desde ahí la importancia de generar eficientes métodos administrativos que permita una impecabilidad en sus procesos.

2.5.3 EJEMPLO DE CHANCADORAS SUBTERRÁNEOS

CODELCO, Nuevo Nivel Mina (NNM) consiste en ampliar la mina El Teniente en un sector más profundo del cerro (cota 1.880), sumando una nueva superficie de 2 millones 50 mil metros cuadrados y asegurando la continuidad operacional de la División El Teniente. Su proyecto de reestructuración, consiste en la transformación del actual rajo en una operación subterránea, que permitirá explotar parte de los recursos bajo el actual yacimiento.



Expomin 2010 - CODELCO

2.6 PROYECTO SALAS CHANCADORAS SUBTERRÁNEAS

2.6.1 CONTEXTO

Las salas chancadoras subterráneas son un tipo de proyecto ingeniado a partir de la necesidad de una continuidad en la explotación de yacimientos mineros a mayor profundidad, esta clase de obras de ingeniería tienen un grado de complejidad sin precedentes en Chile, lo cual conlleva una serie de dificultades que hacen un llamado a la innovación de operación minera como tal y con ello desafíos constructivos.

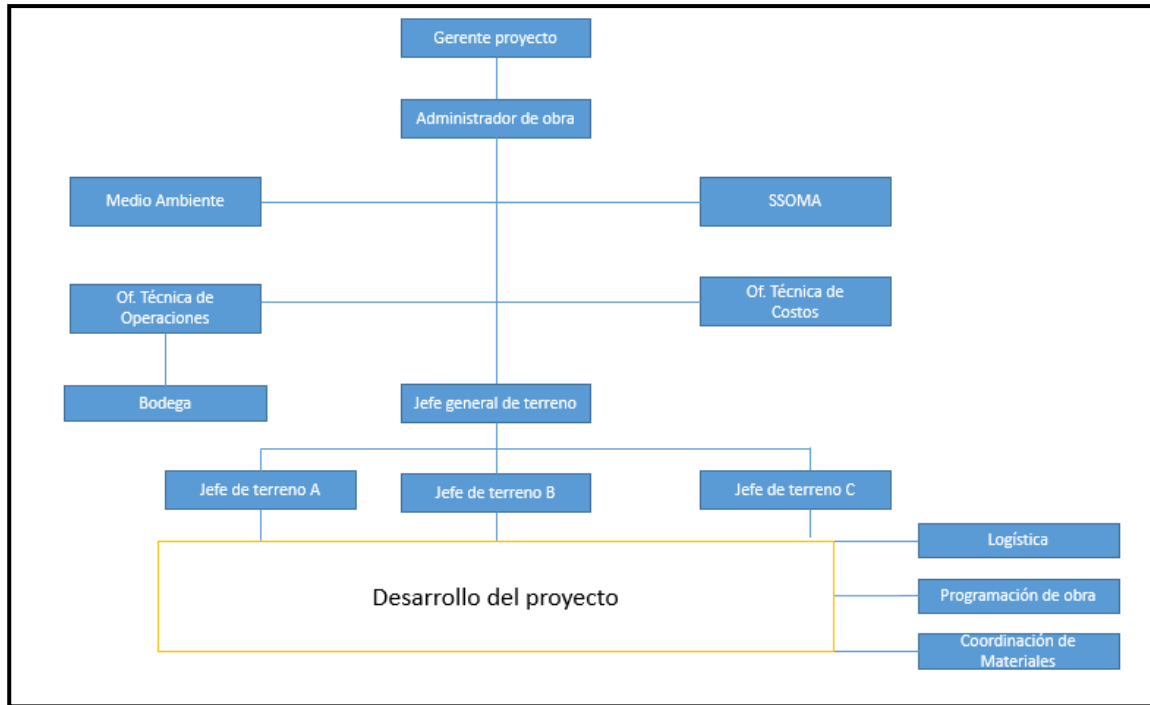
La construcción de plantas mineras requiere un arduo trabajo de planificación y programación de las actividades, ya que los proyectos representan una inversión importante cuantitativa y cualitativa a nivel de la economía nacional.

Cómo llevar a cabo esta clase de proyectos, en relación a la materialidad, maquinaria y metodologías constructivas, nos lleva a dar una mirada más estratégica al trazado de acción para el fiel cumplimiento de los objetivos, es por ello que la administración es considerada como un factor relevante para el éxito.

2.6.2 ADMINISTRACIÓN

La administración es la guía de todos los agentes participantes en la realización del proyecto, se refleja en un organigrama, el cual se demuestra la interacción de cada una de las partes activas y con ello sus compromisos con el cumplimiento de los objetivos programados.

ORGANIGRAMA



2.6.3 RESPONSABILIDADES

ADMINISTRADOR DE OBRA

- Debe proveer los recursos necesarios para la correcta ejecución del proyecto.
- Debe asegurar que la metodología de trabajo y flujo de proceso sea conocido por todo su personal y efectivamente aplicado.
- Aprobar las modificaciones y revisiones del proyecto para cumplir de mejor manera con el aseguramiento de la calidad del proyecto contratado.
- Es responsable de verificar que se adopten las medidas de seguridad que las labores requieren en terreno y de entregar los recursos necesarios para ello.
- Es el responsable de la seguridad, la calidad, la salud ocupacional y de la protección del medio ambiente en la obra.
- Es el responsable de dar cumplimiento a los plazos acordados

JEFE GENERAL DE TERRENO Y JEFE DE ÁREA OOC

- Programar el desarrollo armónico de cada una de las áreas, de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- Coordinar con otras especialidades las interferencias de terreno.
- Programar y controlar la asignación y uso de recursos de las distintas especialidades.
- Verificar la aplicación del método de trabajo del sistema de gestión y calidad en terreno.
- Verificar la correcta y completa confección de los registros de respaldo de la calidad de las actividades ejecutadas.
- Aprobar las etapas y avance de ejecución a lo largo del proyecto.
- Realizar la planificación de actividades semanales para el cumplimiento de cada Hito según programa.
- Coordinar con el departamento de calidad la presencia de los certificados de cumplimiento de los materiales empleados en terreno.

JEFE OFICINA TÉCNICA OPERACIONAL

- Velar por el cumplimiento y conocimiento de los procedimientos de calidad, seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente en terreno.
- Establecer e implementar los métodos de control del proyecto.
- Dar cumplimiento a lo solicitado en los documentos del contrato para cumplir con los aspectos comerciales y técnicos.
- Controlar el proyecto en base a la programación, chequeando recursos, avance, rutas críticas y desviaciones que se presenten.

JEFE OFICINA TÉCNICA COSTOS

- Velar por el cumplimiento y conocimiento de las proyecciones en tema cuantitativo del presupuesto del proyecto.
- Establecer e implementar los métodos de control del proyecto.
- Dar cumplimiento a lo solicitado en los documentos del contrato para cumplir con los aspectos económicos y utilidades de la empresa.
- Controlar el proyecto en base a la programación, chequeando recursos, avance, rutas críticas y desviaciones que se presenten a lo largo del proyecto, bajo la mirada económica de este.

BODEGA

- Es el área que se encarga de solicitar, decepcionar y almacenar los materiales, servicios, equipos y herramientas necesarios para la ejecución del proyecto. Tiene a cargo el abastecimiento de la obra y el registro de la información asociada.

MEDIO AMBIENTE

- Es el área que se encarga de velar con el cumplimiento de las normas y leyes medio ambientales requeridas para el fiel cumplimiento de los estándares exigidos por ley al momento de llevar a cabo la realización del proyecto.
- Chequear los procedimientos de ejecución e información documentada con tal de asegurar el cumplimiento de los requerimientos legales para preservar la integridad del medio ambiente.

SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE (SSOMA)

- Es el área que se encarga de velar con el cumplimiento de las normas y leyes de seguridad requeridas para el fiel cumplimiento de los estándares exigidos al momento de llevar a cabo la realización del proyecto.
- Chequear los procedimientos de ejecución de actividades en terreno e información documentada con tal de asegurar el cumplimiento de los estándares de seguridad y mitigar los accidentes de los participantes a lo largo del proyecto.

2.6.4 ETAPAS DEL PROYECTO



INICIO

Bajo la perspectiva de seguir explotando los yacimientos mineros a una profundidad considerable como solución a la continuidad de la extracción del mineral, se llega a una explotación minera subterránea y dado los factores tales como profundidad, geología y un territorio sísmico, se plantean las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo se hará?
- ¿Metodología constructiva?
- ¿Operatividad minera?
- ¿Financiamiento del proyecto?
- ¿Mano de obra capacitada para la realización de este proyecto?

En la presente investigación, se dará punto de inicio a los aspectos aprobados tales como diseño, factibilidad económica, permisos legales y rentabilidad del proyecto, no obstante, se tienen dos puntos iniciales determinantes para la ejecución del proyecto, la ingeniería básica y la ingeniería de detalle, dado que nos enfocaremos en el proyecto de salas chancadoras subterráneas del punto de vista de construcción.

PLANIFICACIÓN

A partir de la ingeniería de detalle y un contrato ya adjudicado, se inicia de forma más acertada una planificación real de ejecución a puertas de la operatividad de materialización del proyecto, teniendo como marco de trabajo los plazos amarrados por contrato en la realización de esta clase de propósitos.

Dada la incertidumbre y riesgos es necesario tener variadas estrategias y metodologías de planificación y programación, permitiendo una visión clara de las partes interesadas respecto al contexto de lo que se va a realizar y a los hitos de cumplimiento que se deben cumplir en fechas estipuladas de forma contractual.

La planificación marca una etapa sumamente importante, puesto que demuestra de manera gráfica en un calendario las partidas críticas para el fiel cumplimiento de la realización del proyecto.

En esta etapa del proyecto destacan las partidas más importantes o críticas que permiten la trazabilidad del ciclo de vida del mismo y con ello su fecha de término, en el caso de la construcción de salas chancadoras subterráneas, las partidas críticas se reconocen como:

- **Excavación:** Métodos de excavaciones masivas a partir de coordenadas diferentes para cada nivel del proyecto que convergen en el núcleo de la sala chancadora subterránea.
- **Fortificación:** Metodología constructiva que resguarda la seguridad de la excavación como túnel a modo de contención de la fuerza de presión que genera el material rocoso sobre el vacío generado una vez excavado.
- **Hormigón:** Conglomerado de cemento y árido que da resistencia a la compresión y tracción de los elementos definidos por ingeniería y participa de manera transversal a todas las partidas.
- **Montaje:** Partida que contempla todas aquellas actividades referentes a estructura metálica e instalación de maquinaria.

La planificación y la programación se tornan indicadores de chequeo para el administrador de obra a lo largo de la ejecución del proyecto, permitiéndole a su vez una alerta de los recursos necesarios a medida que avanza el proyecto.

EJECUCION

La ejecución del proyecto recae en los profesionales de terreno que a través de los recursos entregados por el administrador de obra y su expertiz de soluciones constructivas y habilidades blandas, velan por el cumplimiento de los plazos otorgados por contrato, siempre con la primicia de terminar cada partida de manera temprana, bajo un estándar de calidad, seguridad, costos, medio ambiente optimo al sistema de administración y plan de gestión de los procesos en que se lleva el proyecto.

CONTROL

El control es un proceso que se realiza a lo largo de la ejecución del proyecto, puesto que chequea los indicadores respecto al funcionamiento del proyecto de manera transversal a todas las áreas participantes, facilitando al administrador de obra la toma de decisiones correctivas en el momento oportuno con razón de cumplir los objetivos.

CIERRE

La etapa de cierre del proyecto, permite las conclusiones del éxito o no del proyecto, principalmente de la arista económica involucrada. Un proceso de ejecución documentado como tal, permite que el equipo de trabajo y el administrador de obra tome noción del desempeño, factores a mejorar, soluciones efectivas y el cumplimiento del estándar de calidad del producto para su operatividad, todo a razón del ciclo de mejora continua.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 LA ADMINISTRACIÓN

La minera como carta de presentación y su consensada responsabilidad de la vitalidad económica del país, enfrenta desafíos en términos de su capacidad de crecimiento, costos, productividad y sustentabilidad. Uno de estos desafíos es la innovación en términos de proceso constructivos, por ende, se tiene una base estructural de proyectos que debe proyectar una nueva visión de administración de los recursos incidentes en la ejecución de la obra.

El Ingeniero Constructor a lo largo de su vida profesional se encuentra con el deber de manejar grupos humanos, tiempos, materiales, equipos y presupuestos. El requerimiento más importante es entender el contexto de cómo llevar a cabo el manejo de cada una de estas variables para el fiel cumplimiento del propósito en la realización del proyecto, entender el contexto en el cual se encuentra sumergido nos da una idea generalizada de lo importante y muchas veces poco valorada actividad, dejándose simplemente a la expertiz de aquel que tomara la decisión en los momentos críticos dentro del ciclo de vida del proyecto y no al cumplimiento de un procedimiento previamente establecido.

La Administración en la Construcción es definida como un sistema integrado de métodos aplicables en la directriz de todas las fases de los proyectos, abarcando los procedimientos técnicos necesarios desde su inicio o concepción a nivel de ideas y/o planes hasta su construcción y posterior finalización. Este proceso incluye las etapas de planificación, programación, implementación, dirección y control de proyectos, constituyéndose una metodología administrativa racional formada por un conjunto integral de procesos y técnicas organizadas.

Henry Fayol, considerado como uno de los padres de la administración moderna distingue 6 tipos de operaciones dentro de una empresa:



A diferencia de los primeros cinco criterios, la administración es una tarea intangible, medida de forma ambigua a través de los resultados organizacionales. En este contexto constructivo el cumplimiento del contrato tiene como objetivo llegar de forma más productiva a las metas lucrativas, el cuidado del medio ambiente y la seguridad de los trabajadores que se ven involucrados en el proyecto, lo anteriormente descrito expone cinco conceptos necesarios en toda administración

- Prever
- Organizar
- Dirigir
- Coordinar
- Controlar

En el proyecto de construcción de salas chancadoras subterráneas estos conceptos son fundamentales en la dirección del cumplimiento de los objetivos de la organización, dado la condición de innovación y desafíos de ingeniería que esto conlleva, no obstante, el tener claro los conceptos no es suficiente, dada la limitante que significa el dinamismo que caracteriza la construcción y lo nuevo que representa esta clase de proyectos para los profesionales de la industria.

En la presente investigación desarrollaremos el concepto de administración como un proceso en razón de una metodología existente basado en el análisis de mejora de procesos de calidad llamada 6M. Esta visión nace a partir de nuevas formas de llevar a cabo el manejo de personal, nuevos instrumentos, metodologías de ejecución y desafíos constructivos, facilitando la toma de decisiones respecto a cada etapa que presenta la construcción de este tipo de proyectos innovadores, para lograr una mejora continua a medida que avanza el proyecto.

El ejercer la administración como proceso de 6M permitirá dar una nueva mirada en relación a los factores tradicionales de la construcción y estructuración de presupuesto.

- Mano de obra
- Maquinaria
- Materiales

Ejercer la administración como proceso hace mención a una subdivisión macro de cada problemática posible a lo largo de la ejecución del proyecto permitiendo al administrador de contrato una plana de control de las 6M siempre presentes a lo largo del ciclo de vida.

El poseer una ponderación de participación que da valor a la ejecución misma, a través de representaciones gráficas que determinan la tendencia de proceso en cuanto a cumplimientos y fallas, permite establecer nuevas estrategias de trabajo para lograr el cumplimiento de las metas a largo y mediano plazo.

3.2 LA ADMINISTRACIÓN COMO PROCESO

3.2.1 ENFOQUE 6M

La administración 6M, consta del control de las variables participantes en el proyecto desde un inicio hasta la evaluación de las dificultades, ya sea a partir de una decisión económica macro del itemizado, como, por ejemplo, la selección de un subcontrato según la faena a ejecutar, hasta la decisión respecto a la ejecución misma de la falta de cumplimiento en las actividades del programa semanal.

En obra, los jefes de terreno y administradores de contrato constan de una evaluación de sus actividades ejecutadas a partir de tres variables:

- Mano de obra
- Materiales
- Equipos y herramientas

Dicha evaluación profesional diaria se hace producto de una materialización del proyecto basado en que las variables son aquellas que conforma el presupuesto administrativo controlado por el administrador de obra.

El modelo 6M, amplía el abanico de la administración clásica, catalogando a la administración como un proceso, el cual puede mejorar bajo un concepto arraigado en la ISO 9001, el ciclo de mejora continua, distinguiendo las siguientes variables

- Material
- Mano de obra
- Maquinaria
- Metodología de trabajo
- Medición
- Medio Ambiente

La evaluación 6M en cada actividad, asegura una mayor cobertura de cada variable, aumentado su confiabilidad en la correcta ejecución de ésta, en caso de una falla en el éxito de una tarea, logra identificar de manera minuciosa la real causa del no cumplimiento y con ellos los responsables y las posibles medidas correctivas.

La administración 6M presenta las siguientes ventajas:

a) Facilidad para la toma de decisión frente a una problemática o mejora de cada ejecución de actividad

Reconociendo los factores involucrados en cada actividad o etapa del proyecto a través de una métrica 6M y una programación acertada permite trazar estrategias de trabajo que optimicen los costos, faciliten la ejecución y con ello todas aquellas decisiones pertinentes al caso.

b) Estrategias de acción para la realización de actividades en un programa semanal

Al programarse una actividad dentro de la semana, generalmente está vinculado a un trabajo anterior, muchas veces se deja pasar por alto todas aquellas acciones que posibilitan y facilitan la materialización de la partida, entiéndase éstas como traslado de material dentro de la misma faena, combustible de maquinaria, ejecución, adjudicación de subcontrato en el caso fuese necesario y condiciones de la zona de trabajo reales que pudieran comprometer lo planificado, incorporando temáticas relacionada con la seguridad y el cuidado del medio ambiente

Tomar en cuenta estas variables aumenta las probabilidades de cumplimiento del plazo inicialmente acordado, una forma de estandarizar dicho proceso es a través de la evaluación detallada de la partida, considerando la administración

6M. Al identificar cada una de las éstas, es fácil concluir la trazabilidad de interacción en un orden secuencial de cada M para concretar la tarea.

c) Evaluación de la incidencia en cada una de las variables convergentes en una partida

Es importante señalar que una exitosa ejecución implica considerar un margen de error respecto a cada decisión que se toma a lo largo del proyecto constructivo, en este caso cuando la ejecución de una tarea no resulta según lo planeado, se deben tomar medidas correctivas a son de evitar la pérdida y repetición de los errores en el futuro, al aplicar una administración 6M, se considera la subdivisión de la tarea en las diferentes variables permitiendo encontrar una real causa del no cumplimiento, facilitando su corrección.

El administrador de contrato, llevando a cabo la administración general 6M, puede identificar la tendencia de errores que provocan una fuga de avances y económica del presupuesto, con ello tomar las medidas correctivas necesarias para una proyección exitosa de cada partida siendo más preciso y menos engorroso.

d) Control de costos efectivos

A partir de la identificación precisa de la causal de pérdida en la obra, es más fácil reconocer su impacto económico, dada la estandarización de evaluación que permite la administración 6M y la generación de gráficos de tendencia de cada una de las variables, obteniendo así una proyección de alta confiabilidad de los costos asociados y con ello estrategias de mejora.

3.2.2 MODELO 6M EN PROYECTO DE SALAS CHANCADORAS

El modelo de administración 6M, es un modelo detallado respecto a la interacción de cada una de las variables, por ello cabe señalar cada una de las M en el proyecto de salas chancadoras subterráneas.

a) MATERIALES: De los materiales dentro del proyecto salas chancadoras, resaltan:

- **Hormigón:** En la construcción, la sub partida de obra gruesa “hormigón” pueden clasificar en:
 - Vaciado simple → Se hormigonan elementos puntuales de envergadura no importante y su cantidad se aproxima a 20 mt³.
 - Hormigón masivo → Mayor a 20 mt³, presenta en un elemento crítico que obliga una continuidad y enfoque mayor dado su rol de fundamental en la secuencia constructiva a lo largo de la faena.

La especificación del tipo de hormigón corresponde a **H30-10-20-10** o según especificación del ingeniero calculista.

Se usará cemento Portland Puzolámico de acuerdo a “Cemento, Terminología, Clasificación y Especificaciones Generales” NCh148.

La puzolana deberá cumplir los requerimientos de la Norma Chilena NCh161.

Un mismo tipo de cemento deberá usarse en todas las obras para mantener uniformidad de calidad y no dividir responsabilidades de

subcontratistas, salvo autorización expresa de Ingeniería. (Procedimiento de Gestión de Hormigón, SALFAMONTAJE).

- **Enfierradura:** Doble malla Ø22 – Ø16 @10

Los materiales, fabricación y colocación de las armaduras de refuerzo deberán cumplir con ACI 301 Capítulo 3 y ACI SP-66.

Las armaduras de refuerzo serán del tipo A630-420H, con resaltes según denominación de Normas Chilenas (equivalente a ASTM A615 grade 60, deben ser dobladas de acuerdo a ASTM A615/A615M.

Alambre soldado de fábrica será soldado eléctricamente de acuerdo a NCh218 o ASTM A185.

Alambre negro a usar para amarras será calibre BWG N° 16 o de diámetro superior.

Las armaduras de refuerzo deberán ser almacenadas bajo techo, separadas por diámetros y largos, evitando que se deformen, ensucien u oxiden. Las barras no podrán quedar en contacto con el suelo.

Antes de colocar las armaduras de refuerzo, la enfierradura deberá estar libres de toda suciedad, hielo, lodo, escamas sueltas, óxido, pintura, aceites o cualquier otra sustancia extraña que pueda reducir o eliminar la adherencia entre el acero y el hormigón.

Sólo se podrá proceder al hormigonado una vez que la ITO revise que las armaduras, insertos, sellos, materiales, entre otros, se ajusten a los planos de proyecto. No se podrán soldar cruces de armaduras.

Se podrá utilizar mallas electro soldadas de alta resistencia sólo si están indicadas en los planos de diseño.

- **Estructura**

El acero estructural deberá ser de calidad A270ESP compatible con las exigencias de la Norma NCh203 Of.2006, salvo indicación contraria en los planos. En caso de emplearse aceros importados, estos deberán ser ASTM A36. Los tubos de uso estructural serán de calidad A270ESP, ASTM A500 grado B o ASTM A53 grado B. El acero inoxidable, cuando sea aplicable, será de calidad AISI 316L.

Los electrodos deben cumplir con las normas AWS-A D1.1 calidad E70XX para acero A270ESP, para corriente continua y posición adecuada, que no requiere alivio de tensiones. No se aceptarán electrodos con polvo de hierro en el revestimiento, ya que disimulan los defectos de terminación y dificultan la inspección visual.

Los pernos de anclaje, tuercas y golillas deben cumplir las normas NCh300 y NCh301, calidad A42-23 o equivalentes, en caso de usarse aceros importados estos serán de calidad ASTM A307 o ASTM A36.

Los pernos de conexión deben ser de calidad A325 para elementos principales y A42-23 o A307 en elementos secundarios como barandas escaleras, costaneras de cierre, etc. salvo indicación contraria en planos de diseño. La maestranza deberá verificar que se certifique la calidad y composición de todos los materiales. La inspección técnica de obra no aceptará el empleo de materiales cuya composición y/o calidad sea

cuestionada o no esté claramente definida. (Procedimiento de Estructura, SALFAMONTAJE)

- b) MAQUINARIA:** Identificar los equipos importantes a lo largo de la ejecución del proyecto y su relevancia para cada partida.

El hormigonado se lleva a cabo con bombas de hormigón, lo cual facilitan su aplicación y tiempo de descarga.

En faenas de hormigón masivo, se emplean dos bombas y una tercera en caso de falla de alguna de las anteriores (Proyecto Sierra Gorda).

La enfierradura, llega a obra de manera prefabricada de acuerdo a plano de cálculo, su descarga se hace a partir de camiones pluma, que permiten su distribución de acuerdo a la zona de trabajo correspondiente.

- **Chancador:** Maquinaria a instalar en el proyecto según determinadas dimensiones y especificaciones de ejecución para su montaje.

Los chancadores pueden ser de tres tipos:

- ✓ Giratorios
- ✓ Mandíbulas
- ✓ Conos

Los criterios de selección son relevantes para decidir qué tipo de Chancador utilizar, si se quiere alta capacidad, comúnmente se prefieren los chancadores giratorios. Como norma general se debe tener muy en claro la capacidad requerida y el tamaño máximo a tratar.

- **Grúa:** Izaje de maquinaria y estructura generalmente de 160 Toneladas de capacidad

La pieza de mayor masa corresponde al “main” del Chancador, correspondiente a 106 T. (Proyecto Sierra Gorda)

- **Tolva:** Se denomina tolva a un elemento similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros. En ocasiones, se monta sobre un chasis que permite el transporte.

Su montaje consta de requerimientos topográficos de alta precisión y grúas de tonelaje considerable para su instalación.

- **Jumbos:** Se utilizan en perforación de barrenos para voladura en minería de interior y excavación de túneles. Los equipos están dotados de hasta cuatro brazos, lo que permite cubrir unas secciones transversales de 6 m² a 206 m². La ventaja de esta maquinaria, posee un nivel de automatización, la cual permite un control remoto de la actividad.

- **Camiones Mineros:** Eslabón fundamental de la cadena de producción es el camión de gran tonelaje para la carga del mineral (300 toneladas aprox.) que luego pasará a la fase de chancado y molienda. Además de la tendencia hacia el gigantismo, las diferentes marcas están trabajando permanentemente en la introducción de mejoras, principalmente para optimizar la confiabilidad de la máquina, eficiencia y productividad (determinadas por la relación consumo/tonelada transportada), así como la seguridad en la operación.

- **Fortificación:** (Robochott) Equipo mecánico usado para la proyección de shocrett, (hormigón fluido) ya sea vía húmeda o seca el cual facilita el trabajo de proyección de este material permitiendo avance y calidad, brindando seguridad, puesto que se complementa con sistema perno-malla para el soporte de esfuerzos de la geología producida por la excavación realizada por los jumbos.

c) **METODOLOGÍA:** Esta M, dentro del concepto de administración como proceso, consta de la identificación de las partidas mayormente relevantes, junto a su contextualización de avance y significancia constructiva

- **Excavación:** La excavación como partida constructiva, destaca en el itemizado como una de las actividades de mayor relevancia económica, dada su complejidad de ejecución, volumen y relevancia para el éxito de la construcción de la planta minera, puesto que habilita los espacios dentro del macizo rocoso para las operaciones de explotación minera y su construcción.

Las excavaciones subterráneas para minería, persiguen los siguientes principios:

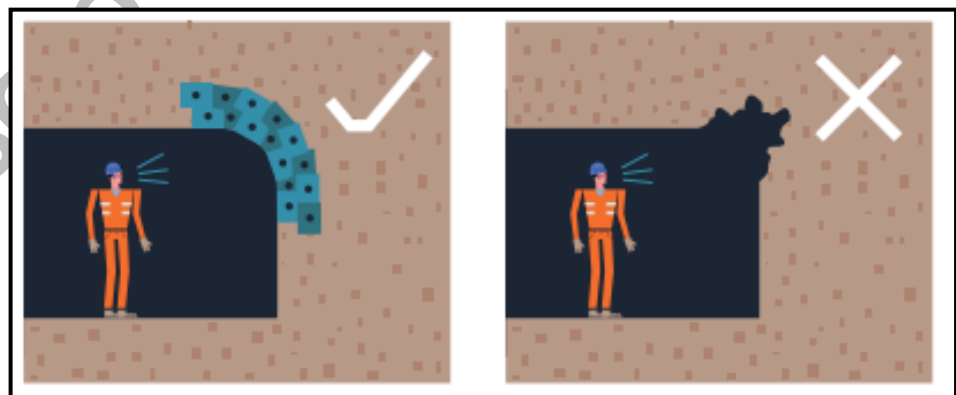
- ✓ Lograr generar un diseño de explotación que se acomode a la forma del cuerpo mineralizado.
- ✓ Maximizar la extracción del mineral de interés, minimizando el movimiento de material estéril o de poco valor económico.
- ✓ Poseer la capacidad de desestabilizar y reducir de tamaño las zonas que poseen valor económico (mena) y mantener estables las que actuarán como pilares estructurales del diseño minero.

A continuación, se presenta una metodología tipo de excavación y avance para la construcción de accesos y emplazamiento de las diferentes áreas de la planta minera y más específicamente de salas chancadoras subterráneas.

- **Fortificación:** En los proyectos de minera subterránea, destaca dentro de las problemáticas, la forma de asegurar la integridad física de los trabajadores, los equipos y las instalaciones.

Es ahí cuando la fortificación aparece con el objetivo de mantener la estabilidad de las labores, durante la construcción y explotación, compensando la condición inestable de la masa rocosa.

A través del sistema tradicional perno-malla y proyección de Shocrett, el cual se basa en la inyección de pernos de una longitud 10 mt generalmente a modo disipar los esfuerzos geológicos y la impulsión de hormigón sobre las paredes de las galerías para la contención de material suelto producto de la excavación.



- **Enfierradura:** El suministro de acero calidad A630-420H, será responsabilidad del subcontratista de Enfierradura, el corte y doblado de armadura se realizará en el taller del proveedor y se despachará a obra de acuerdo a requerimientos de terreno.

El doblado de las armaduras deberá realizarse en frío, en forma manual o máquinas dobladoras, estando prohibido doblar las barras a golpes.

El supervisor de Enfierradura chequeará los planos de diseño y detalles de armaduras con respecto a los planos de forma, para comprobar las cantidades y largos respecto de lo enviado desde taller. En caso de detectar elementos que falte para ejecutar algún elemento, debe solicitarlos en forma inmediata al taller.

Las armaduras deben colocarse limpias, exentas de polvo, barro, escamas de óxido, grasas, aceites, pintura, lechada de cemento y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con el hormigón.

- **Planilla de recubrimientos**

recubrimiento libre mínimo de hormigón a la armadura	
bases de fundación	50 mm
Muros y pilares	20 mm
Muros de contención contra terreno	40 mm
Muros de contención cara interior	20mm

- **Moldaje:** El TOP/TRAZ es responsable de materializar los ejes y niveles, verificando la verticalidad y horizontalidad definidas para el proyecto.

Previamente a la colocación del Moldaje TOP/TRAZ Trazara sobre el emplantillado o sobre elementos de hormigón existente, las formas y dimensiones correspondientes a los elementos a moldear, dejando documentado este trazado en la lista de chequeo del elemento.

El SUP/CAP respectivo verificara que los moldajes estén limpios antes de ser colocados y con desmoldante, para facilitar su posterior descimbre. Especial cuidado se debe tener de no manchar el fierro con desmoldante, ya que este impide la adherencia del hormigón al fierro.

Tolerancias dimensionales	
verticalidad	0,2 cm. Por cada metro
horizontalidad	0,3 cm. Por cada metro
nivel de piso	1 cm
Variacion de seccion	Hacia dentro 0,5 cm
	Hacia fuera : 1,2 cm

El SUP/CAP debe verificar el comportamiento el Moldaje durante la faena de vaciado de hormigón, controlando los plomos, niveles de mano o equipos topográficos, la verticalidad de los moldes ante cualquier variación deberá repararse de inmediato.

Cuando existan diferentes etapas de hormigonado, los moldajes deberán apoyarse en el hormigón endurecido de la capa anterior de cada faja de por lo menos 20 cm controlando que se produzcan un alineamiento correcto de las superficies para evitar fuga de lechada y generación de posibles nidos.

- **Hormigón:** En esta etapa se debe tener cuidado con las alturas de vaciado y las cargas, a fin de asegurar la ausencia de sobreesfuerzo en los moldajes.

Al momento de ingresar cada camión mixer, debe estar coordinado con el jefe de logística y por el supervisor de hormigón, los cuales designaran a una persona para dirigir y tomar los datos especificados en la guía de despacho correspondiente.

El hormigón que acuse un principio de fraguado o haya sido contaminado con sustancias extrañas, no será colocado en obra, el espesor máximo de la capa de hormigón que se esté colocando no excederá de 50 cm. Ni del espesor que pueda ser perfectamente compactado. El hormigón será compactado hasta alcanzar la máxima densidad posible.

La operación se hace preferentemente mediante vibración mecánica suplementada por apisonado y compactación manual. El tiempo de aplicación de la vibración dependerá de la consistencia del hormigón, de su composición y de la potencia del vibrador, la cual debe realizarse hasta que la lechada empiece aflorar en la superficie de la capa colocada. No se debe aplicar vibradores en las armaduras.

El hormigón es una faena húmeda crítica en el proyecto salas chancadoras, producto de las condiciones exógenas que convergen en esta clase de proyectos, las responsabilidades y análisis de maniobras de vaciado son fundamentales para el éxito de esta faena.

- **Montaje:** Se determina una base de secuencia de actividades, las cuales son un marco general para la ejecución del proceso. Estas pueden verse alteradas en su orden por factores ambientales y/o por complejidad del proyecto, decisión que estará fundada en la experiencia y competencia del profesional de terreno, sin embargo, deben asegurar que se cumplan los criterios de calidad y seguridad del proyecto.

Se deben asegurar que la estructura este completamente limpia, libre de salpicaduras de hormigón, pinturas u otros elementos que afecten la terminación de la estructura.

Se realiza un montaje de estructura y el Chancador a través de grúas o camión pluma, con un previo estudio de maniobra junto al operador en el cual se deben realizar tablas de carga, para asegurar el éxito de la instalación del montaje de estructura.

Los elementos izados deben llevar vientos que ayuda a guiar las piezas y ubicarlas en sus lugares correspondientes.

d) MEDIO AMBIENTE: El medio ambiente es una arista sumamente relevante para todo tipo de proyecto de construcción, aunque en la industria minera, la resolución de medio ambiente se considera una arista crítica, es por ello que existen variadas leyes gubernamentales que rigen los procedimientos de ejecución y avance de obra

- **Ley 19300:** La ley establece un marco general de regulación del derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. Asimismo, regula los instrumentos de gestión

ambiental como la Evaluación Ambiental Estratégica, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y el Acceso a la Información Ambiental, la Responsabilidad por Daño Ambiental, la Fiscalización y el Fondo de Protección Ambiental y la institucionalidad ambiental de Chile.

- **SEIA Y DIA:** El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) es uno de los instrumentos más importantes para prevenir el deterioro ambiental en el país y su administración está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

Es un instrumento de gestión destinado a prevenir el deterioro ambiental debido a la ejecución de proyectos de inversión en el país.

Todo proyecto o actividad susceptible de causar impacto ambiental, incluidas sus modificaciones, sólo se puede ejecutar o modificar previa evaluación de su impacto ambiental, mediante la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Someter un proyecto o actividad al SEIA permite acreditar el cumplimiento de la normativa y obtener las autorizaciones ambientales respectivas. En el caso de los Estudios de Impacto Ambiental, permite además determinar si el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos ambientales que genera, mediante la aplicación de medidas de mitigación, reparación y/o compensación adecuadas.

Luego del proceso de evaluación, la Comisión de Evaluación de la respectiva región, o el Director Ejecutivo del SEA, según corresponda a

un proyecto regional o interregional, emite una Resolución que califica ambientalmente el proyecto.

Para facilitar este procedimiento, el SEA cuenta con un sistema electrónico (disponible en internet) que permite al titular de un proyecto ingresar en línea la Declaración o Estudio de Impacto Ambiental para su evaluación.

A través de mensajes de correo electrónico, el titular recibe los avisos del estado del proceso de evaluación del Estudio o Declaración de Impacto Ambiental. Además, puede acceder en línea al expediente del proceso de evaluación.

Este sistema electrónico permite a cualquier persona tener acceso al expediente de evaluación, incluyendo los pronunciamientos de los órganos de la administración del Estado que participan en la evaluación, así como también de toda la documentación relacionada con el proyecto presentada por el titular.

- **Procesos de Participación Ciudadana en Estudios de Impacto Ambiental:** Para la realización del proceso de Participación Ciudadana (PAC), se debe cumplir con los siguientes requisitos

- ✓ El titular del Proyecto o Actividad debe publicar en el Diario Oficial y en un diario de circulación nacional o regional, un extracto del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- ✓ Las personas jurídicas y las personas naturales podrán conocer el contenido del estudio (EIA), y entregar sus observaciones por escrito ante el SEA.

- ✓ Una vez publicado el extracto en el diario, la ciudadanía dispone de 60 días hábiles para presentar sus observaciones

Mientras dure el período de participación ciudadana, el SEA establecerá los mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad organizada en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental que se les presente.

Las observaciones que presente la comunidad serán consideradas (respondidas) por el SEA (regional), o Dirección Ejecutiva (en el caso de un Proyecto o Actividad interregional), en los fundamentos de la Resolución de Calificación Ambiental, la que será notificada a quienes hubieren formulado observaciones.

Existe una instancia de reclamación, donde cualquier persona natural o jurídica que haya realizado una observación y que considere que ésta no fue bien considerada (respondida), puede presentar un Recurso de Reclamación dentro del plazo de 30 días desde la notificación de la RCA.

Durante el período de participación ciudadana, el SEA implementa instancias de diálogo para que la ciudadanía se informe y pueda realizar sus observaciones al Proyecto o Actividad en evaluación ambiental.

Las observaciones al Proyecto o Actividad en evaluación se deben formular por escrito, mediante el ingreso de la misma por oficinas de parte de las distintas direcciones regionales y/o de la Dirección Ejecutiva del SEA. Asimismo, éstas podrán ser ingresadas a través de la página Web del SEA (<http://www.sea.gob.cl>).

- **Proceso de Participación Ciudadana en Declaraciones de Impacto Ambiental:** La nueva institucionalidad creada a partir de la Ley N°20.417 incluye modificaciones respecto de la Participación Ciudadana. En este sentido, amplía los espacios de participación al incluir la posibilidad de procesos de PAC en Declaraciones de Impacto Ambiental. Dichos procesos son abordados en detalle, considerando los requisitos, plazos y responsables para cada uno de los tipos de declaraciones y procesos de PAC, en la “Guía de Procedimientos de Participación Ciudadana en el SEIA”.
- **DGA:** La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado que se encarga de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Publico de Aguas con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas.
- **DS132:** Establecer el marco regulatorio general al que deben someterse las faenas de la Industria Extractiva Minera Nacional para:
 - ✓ Proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha Industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella.
 - ✓ Proteger las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras, por ende, la continuidad de sus procesos.

Las disposiciones de este Reglamento son aplicables a todas las actividades que se desarrollan en la Industria Extractiva Minera.

e) **MEDICIÓN:** La medición dentro de la administración 6M, trata de la metodología de control de las actividades, los factores incidentes en el no cumplimiento de las tareas programadas y tabulación de estos resultados de forma gráfica para facilitar la decisión de las medidas correctivas.

- Planilla de no cumplimiento
- Tabla de incidencia
- Gráfico de Histograma
-

f) **MANO DE OBRA**

- **Administrador**

- ✓ Asegurar la utilización del procedimiento y de los registros de calidad en terreno.
- ✓ Autorizar la contratación de personal adicional, de ser necesario para la ejecución de cada actividad.
- ✓ Verificar que los tiempos y programa de obra se están cumpliendo de acuerdo a lo planificado.
- ✓ Autorizar las soluciones adoptadas para superar no conformidades del producto.

- **Jefe de Terreno**

- ✓ Dar a conocer el procedimiento de ejecución para cada actividad, exigir su aplicación y verificar constantemente la ejecución del proceso de acuerdo a lo especificado en planos, EETT, y documentos asociados.

- ✓ Coordinar y programar la faena y el uso de recursos para sacarles el máximo de provecho.
- ✓ Redistribuir recursos considerando las solicitudes de los distintos supervisores y capataces.
- ✓ Deberán participar en la solución de las no conformidades internas, de procesos y productos de construcción.
- ✓ Instruirá a sus subalternos sobre posibles riesgos y las interferencias que puedan presentarse.
- ✓ Tiene la responsabilidad de aplicar y proporcionar todos los medios para el cumplimiento de la planificación de obra.

- **Supervisores y capataces**

- ✓ Instruir a los trabajadores en la ejecución de la tarea de acuerdo al procedimiento de ejecución impartido por el jefe de terreno.
- ✓ Completar y entregar las listas de chequeo debidamente firmadas por el jefe de calidad de obra en los plazos correspondientes, durante las etapas de recepción, ejecución y entrega, verificando la calidad en terreno.
- ✓ Colaborar con la capacitación de los trabajadores.
- ✓ Verificar que el personal cumpla con los requerimientos y disposiciones para la buena ejecución de los trabajos y que no existan actos o condiciones subestándares.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 IMPLEMENTACION 6M

La administración 6M, consta de un documento que respalda cada una de las actividades a realizar a lo largo del proyecto, se compone de 3 etapas para el cierre de cada procedimiento, el cual servirá como evidencia documentada que asegura la calidad del producto final y a su vez documento de control de la actividad.

4.1.1 CASO 6M



Gráfica Administración 6M

A continuación, evidenciamos la aplicación de modelo de administración 6M, a una partida de hormigón de pavimento para accesos a túneles de una planta minera.

- **Antecedentes:** El hito N°1 contractual solicita 200.000 mt² de pavimento de accesos, dado un análisis que consta del cociente de los mt² del hito y los días corridos que faltan para dicho hito, se determina la necesidad de realizar 1.000 mt² diarios de pavimento.

- **Partida:** Hormigón de pavimento de accesos a túneles de salas chancadoras.
- **Planificación:** Se debe verificar a través de la recepción de una lista de chequeo respectiva la base y sub base correspondientes a las áreas que darán paso al pavimento, identificando los siguientes datos de la actividad.



- **Ejecución:** Se reconoce emplazamiento cancha a pavimentar
- **Dimensiones:** Especificaciones técnicas según requerimiento del mandante para el pavimento
- **Verificación:** Se verifica el cumplimiento de las especificaciones técnicas y los estándares de calidad impuestos por el mandante, se llega a la problemática que a largo plazo con los rendimientos actuales (mt²/día), no se cumplirá el hito contractual.

4.1.2 ANÁLISIS 6M, PARA ACTIVIDAD DE PAVIMENTACIÓN

- Se debe incurrir en un muestreo de actuales rendimientos en terreno a través de una tabla estandarizada basada en el tiempo de reacción, percatándose de todos aquellos factores que convergen en plena faena y que de cierta forma se traducen en demora el cumplimiento del hito.

codigo	Especificaciones técnicas			datos del servicio			Horario			control	
	Tipo hormigon	Tipo de Terminacion	sector	Compañía	Patente	cantidad	llegada	vaciado	retiro	duracion espera	duracion descarga
1.											
2.											
3.											

- b) Se generan indicadores duros de los tiempos de faena y con ello observaciones de mejora o incidentes que comprometan la optimización de la actividad. En el caso de pavimentación, se obtienen los siguientes datos

resumen día 1				
tiempo efectivo de vaciado	175	min	observaciones :	tipo M
total de hormigon	157	mt3	Retraso en la entrega de niveles por parte de trazado	M.O
Zona de hormigonado	872,97	mt2	Procedimiento de carga combustible engorrosa maquina alisador	M.A
tiempo x mt3	1,11	min	Equipo de trabajo mal distribuido	Met.
tiempo de espera promedio	17,5	min		

Resumen día 2				
tiempo efectivo de vaciado	331	min	observaciones :	tipo M
total de hormigon	168	mt3	Demora Recepcion por parte de la ITO	MED.
Zona de hormigonado	933	mt2	Falta de moldaje	MAT.
tiempo x mt3	1,97	min	Equipo de trabajo mal distribuido	Met.
tiempo de espera promedio	26,857143	min		

Resumen día 3				
tiempo efectivo de vaciado	331	min	observaciones :	tipo M
total de hormigon	180	mt3	Retraso La entrega de niveles por parte de trazado	M.O
Zona de hormigonado	1000	mt2	Falla de 2 individuos a cuadrilla	M.O
tiempo x mt3	1,84	min		
tiempo de espera promedio	18,217391	min		

- c) Tabulación de los factores que impiden un rendimiento óptimo que nos permita el cumplimiento del hito.

Planilla de Control Estandarizada													
Nombre Jefe de Terreno						Fecha: ____ / ____ / 2018							
	Procedimiento	Cumplimiento	Causas de NO cumplimiento						Detalle	Responsable	Acciones	Responsable de la acción	Fecha de Plazo
			M1	M2	M3	M4	M5	M6					
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

M1: Mano de Obra
M2: Maquinaria
M3: Materiales
M4: Metodología
M5: Medición
M6: Medio Ambiente

Total Procedimiento
Cumplido
No cumplido
Porcentaje de logro

Firma Jefe de Terreno

Firma Administrador de Terreno

Firma General de Terreno

d) Aplicación planilla de control 6M

Planilla de Control Estandarizada													
Nombre Jefe de Terreno			Fecha : ____ / ____ / 2018										
N°	Procedimiento	Cumplimiento	Causas de NO cumplimiento						Detalle	Responsable	Acciones	Responsable de la acción	Fecha de Plazo
			M1	M2	M3	M4	M5	M6					
1	Pavimento día 1	No							se adjunta planilla detalle	J. terreno	Mejora planificación	J. terreno	día 4 de fase de pavimentación
2	Pavimento día 2	NO							se adjunta planilla detalle	J. terreno	Mejora planificación	J. terreno	día 4 de fase de pavimentación
3	Pavimento día 3	SI	2						se adjunta planilla detalle	J. terreno	Mejora planificación	J. terreno	día 4 de fase de pavimentación
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

M1: Mano de Obra
M2: Maquinaria
M3: Materiales
M4: Metodología
M5: Medición
M6: Medio Ambiente

Total Procedimiento	3
Cumplido	2
No cumplido	1
Porcentaje de logro	67%

Firma Jefe de Terreno _____

Firma General de Terreno _____

Firma Administrador de Terreno _____

e) Interpretación de planilla: A partir de la planilla de tabulación descrita en el apartado 3.1, se realizan gráficos de tendencia para la correcta identificación de la causa o suma de factores incidentes en el no cumplimiento de la meta y con ello la realización de las medidas correctivas.

Causa de no cumplimiento	cantidad	% incidencia
Mano de obra	3	38%
maquinaria	0	0%
materiales	1	13%
metodologia	2	25%
medicion	1	13%
Medio Ambiente	1	13%
total de causas	8	100%

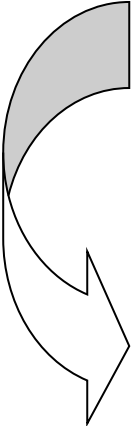
f) Decisiones correctivas: La tendencia predominante en las causas de no cumplimiento del hito contractual es la mano de obra, si analizamos la descripción de la causa de no cumplimiento.

- ✓ El retraso de entrega de niveles: Se soluciona a partir de una Gantt de recepción de las áreas a hormigonar en el transcurso de la semana, teniendo como primicia siempre la recepción y chequeo el día anterior la faena.

zona hormigonar	fecha			
	día 1	día 2	día 3	día 4
Sector 1				
chequeo niveles	x			
hormigon		x		
Sector 2				
chequeo niveles		x		
hormigon			x	
Sector 3				
chequeo niveles			x	
hormigon				x

- ✓ Falla de 2 individuos a cuadrilla: La falta de mano de obra, es una variante con una incertidumbre considerable, la existencia de subcontrato para la ejecución de estas partidas, complejiza mayormente el control de este factor, es por ello que se opta por la capacitación de personal contratado por la empresa mandante para este tipo de faenas, dejando constancia de una cuadrilla con las capacidades y obligación de apoyar a subcontrato en caso de este tipo de emergencias, velando por el cumplimiento del hito contractual.

- ✓ Equipo de trabajo mal distribuido: El factor de distribución de personal, se basa en la visión de ejecución de la línea de mando, respecto a la forma en que se lleva a cabo la faena a partir de deja constancia del equipo de trabajo antes y la medida correctiva.



actividad	pavimento de acceso
Tareas	M.O
direccion canoa descarga	2
apalamiento nivel a pulso	4
lienza de nivel topografico	2
Maquina vibradora de nivelacion	1
TOTAL PERSONAL	9

actividad	pavimento de acceso
Tareas	M.O
direccion canoa descarga	1
apalamiento nivel a pulso	3
lienza de nivel topografico	2
Maquina vibradora de nivelacion	2
TOTAL PERSONAL	8

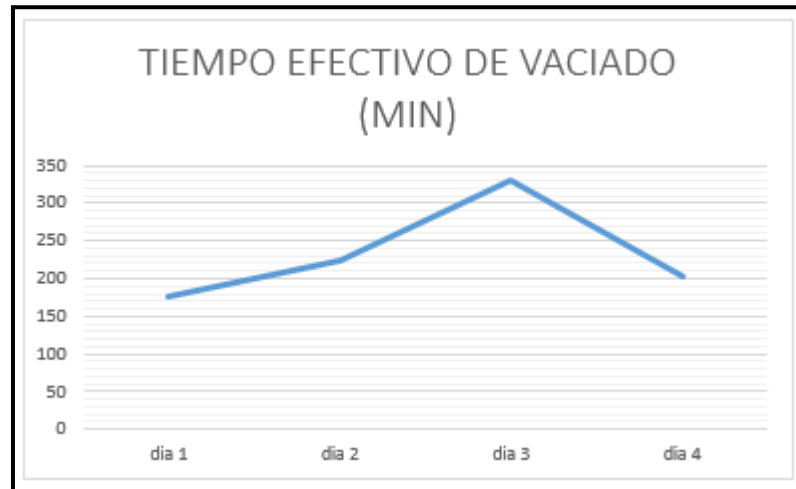
- g) Una vez tomada las medidas correctivas estipuladas de acuerdo al análisis 6M, se realiza seguimiento de la actividad con tal de evaluar de manera inicial los indicadores propuestos en el comienzo del muestreo y el impacto de dichas medidas correctivas, para ello se presentan los siguientes gráficos.

Plantilla de aplicación del muestreo inicial una vez tomada las medidas correctivas.

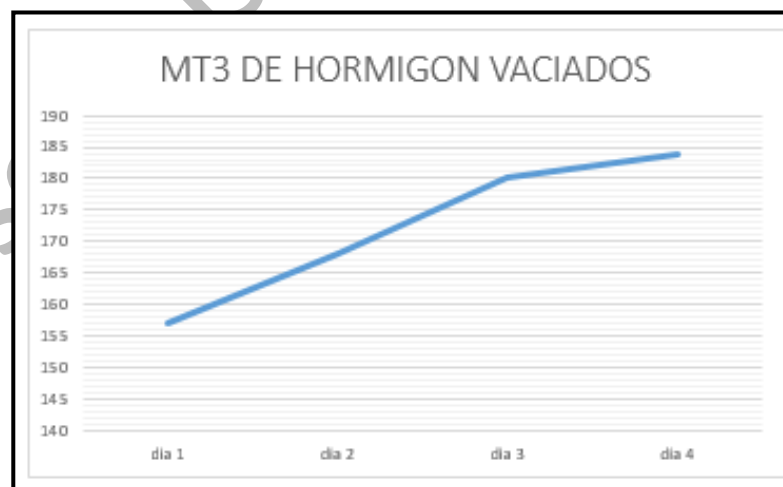
resumen dia 4		
tiempo efectivo de vaciado	202	min
total de hormigon	184	mt3
Zona de hormigonado	1022	mt2
tiempo x mt3	1,10	min
tiempo de espera promedio	22,478261	min

✓ Indicadores

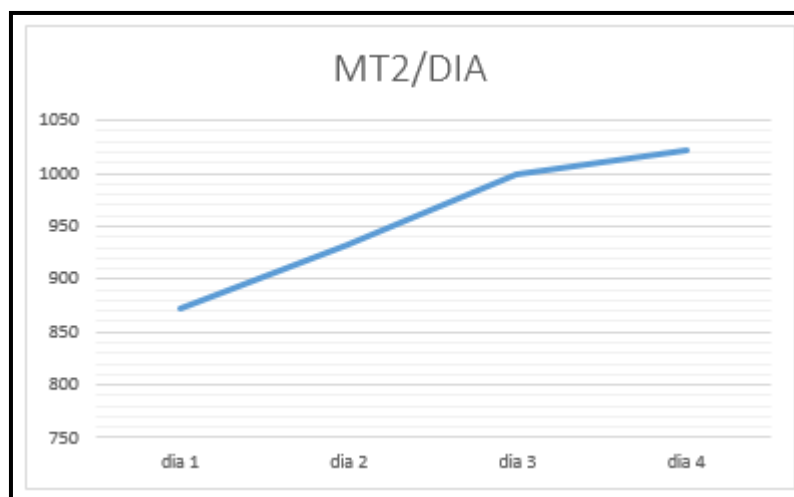
faena	día 1	día 2	día 3	día 4
tiempo efectivo de vaciado (min)	175	223	331	202



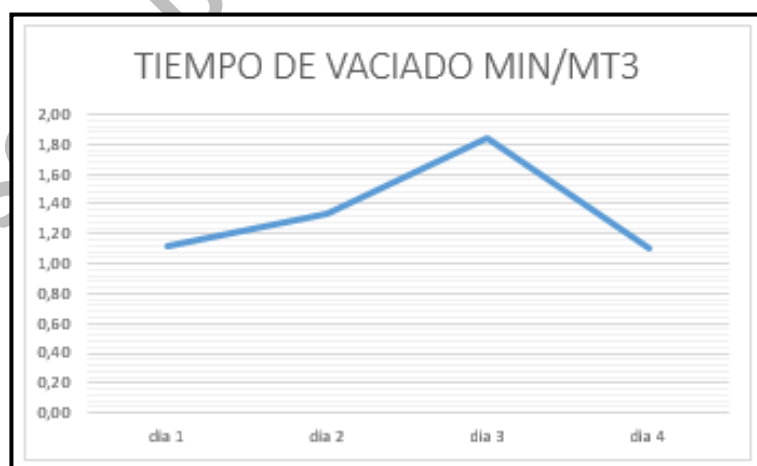
faena	día 1	día 2	día 3	día 4
mt3 de hormigon	157	168	180	184



faena	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4
Pavimentos (mt2)	872,97	933	1000	1022



faena	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4
Tiempo de vaciado min/mt3	1,11	1,33	1,84	1,10



faena	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4
Tiempo de espera para descarga	17,5	26,8571	18,2174	22,4783



Se logra el cumplimiento de la meta contractual, lo cual es un indicio del impacto del análisis de 6M de manera preliminar a la partida, como toda implementación es necesario un seguimiento para velar por el fiel cumplimiento de las medidas correctivas y asegurar la tendencia de los indicadores de ejecución al alza, de todas maneras, la aplicación de la administración 6M a pesar que se empezó a cumplir el hito contractual, expuso la necesidad de fijar una estrategia para la recuperación de los mt2/día faltantes de los días anteriores que no se logró la meta y bien la mejora del tiempo de espera para descarga, evaluando de manera matricial esta tarea con las 6 variables de esta administración propuesta en la presente investigación de forma detallada para la mejora del proceso “pavimentación de accesos”

La idea de ejercer la administración 6M, es que llega a una mejora continua de proceso, puesto que el evaluar los factores incidentes en la ejecución ya sea que cumpla o no los requerimientos estipulados, la meta es siempre hacer las cosas mejor.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES GENERALES

El rol del constructor civil se destaca por la posición que se encuentra dentro de todo el sistema de funcionamiento de la obra para el éxito de un proyecto, esta investigación presenta una herramienta que apoya el fiel cumplimiento de dicho rol.

La administración como arista de las responsabilidades del constructor, es una materia difícil de evaluar y sobrellevar. **El modelo 6M se presenta como un modelo de administración de recursos y análisis para lograr los objetivos que como profesional de obra se fijan, es ahí cuando una administración innovadora llevada a cabo como proceso hace necesario asegurar resultados cuando se está hablando de un proyecto sin precedentes a nivel nacional como es el caso de la construcción de salas chancadoras. La estandarización de procesos y evaluación de resultados son herramientas que entrega el presente modelo, el cual promueve una mejora continua del cómo se piensan y realizan las cosas, puesto que una mirada más detallada de la ejecución de cada actividad que aporta a un avance acumulado a las curvas de avance que tanto rigen el ciclo de vida de un proyecto, facilita una toma de decisión de manera macra que en consecuencia se transforma en una evidencia del arte del buen construir.**

El proyecto de salas chancadoras subterráneas es un proyecto sin precedentes o bien no conocido dado el recelo técnico que posee el desarrollo de este tipo de faenas para la competencia económica entre los diferentes actores de la industria minera.

La administración 6M, es un modelo de administración que nace a partir de las necesidades que presenta el rubro de la construcción minera frente a **cómo asegurar la fiabilidad** de la ejecución y resultados en proyectos que poseen el factor innovación como carta de presentación, puesto que un proyecto sin precedentes como lo es la construcción de salas chancadoras subterráneas para la explotación minera, obliga y determina al constructor ejercer una mirada y un manejo del proyecto de manera

diferente y más detallada, evitando los errores comunes y predecibles que por motivos de la mecánica de funcionamiento de todo profesional con años de experiencia frente a proyectos de esta magnitud y el contexto económico que sumerge dicho proyecto, pudieran jugar en contra o bien el aprendizaje por acierto y error, comprometiendo el éxito del proyecto.

Es vital entender que el profesional de la construcción, no solo materializa proyectos de distinta envergadura sino que debe asimilar y comprender el contexto e impacto de cada obra que concreta, puesto que el entendimiento de todo lo que realiza y las consecuencias de aquello, **logran mejorar la administración de proyectos y enfocado a esta clase de obras** mineras permiten obtener y proyectar de manera más precisa resultados que bajo una mirada de responsabilidad social y ética profesional aseguran el éxito de proyectos de este tipo que aportan a un desarrollo nacional.

La mejora en la administración de esta clase de proyectos se puede visualizar a través de una sumatoria de indicadores unitarios, esto hace referencia a un análisis 6M para cada partida involucrando los recursos descritos en la esquematización del proyecto en general expuesto en el marco teórico y con ello denotar partidas críticas del proyecto.

La ejemplificación de la partida hormigón de accesos, vista de manera unitaria demostró mejora a través de ciertas variables que al fin del día todo profesional conoce, pero el modelo 6M Logra estandarizar a través de una examinación de cómo se realiza actualmente la partida, la secuencia constructiva de cada acción involucrada y estableciendo los criterios de control, caso tal la planilla expuesta en el capítulo implementación.

La administración 6M, es una respuesta de mejora a como se están llevando a cabo los proyectos en la actualidad, solo queda señalar que lo más importante para que todo sistema funcione o la implementación de nuevas miradas es el compromiso de todos aquellos protagonistas de este sistema, donde el constructor civil tiene la

obligación como profesional de procesos asegurar el cumplimiento de los objetivos y la participación de todas las partes interesadas con el fin de realizar e incrementar la calidad de los trabajos, cuidar la integridad de los trabajadores, proteger el medio ambiente y aportar al desarrollo del país.

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

Alfredo Serpell Bley – Luis F. Alarcón Cárdenas (2015). Planificación y control de proyectos. Cuarta edición, CHILE

Mario Campero Q. – Luis F. Alarcón Cárdenas (2008). Administración de proyectos civiles. Tercera Edición, Chile

Cámara Chilena de la construcción (2015). Buenas Practicas en la construcción minera. Chile

Alejandro Leopoldo Zambrano de la Garza (1998). Administración de proyectos de construcción. Monterrey – México

SALFAMONTAJE (2013). Procedimiento Hormigón fundación chancadoras MP1250. Chile

SALFAMONTAJE (2013). Procedimiento montaje chancadoras MP1250. Chille

PÁGINAS DE INTERNET

<http://www.transportetotal.cl/2016/08/04/especial-exploracion-chile-lider-mundial-en-reservas/>

<http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/CHILE-PAIS-MINERO-ADEMAS-DE-COBRE.pdf>

<http://www.sonami.cl/site/wp-content/uploads/2016/04/01.-Etapas-del-Proceso-Productivo-de-una-Mina.pdf>

<https://www.codelcoeduca.cl/site/edic/base/port/molienda.html>

<http://www.minmineria.gob.cl/glosario-minero-m/molienda/>

<https://slideplayer.es/slide/11893522/>

<http://www.mch.cl/informes-tecnicos/construccion-en-mineria-los-desafios-de-un-socio-clave/#>

https://issuu.com/revistamch/docs/mch_448_digital

SOLO USO ACADÉMICO

ANEXOS

Planilla de Control Estandarizada													
Nombre Jefe de Terreno		Fecha: ____/____/2018											
	Procedimiento	Cumplimiento	Causas de NO cumplimiento						Detalle	Responsable	Acciones	Responsable de la acción	Fecha de Plazo
			M1	M2	M3	M4	M5	M6					
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

M1: Mano de Obra
M2: Maquinaria
M3: Materiales
M4: Metodología
M5: Medición
M6: Medio Ambiente

Total Procedimiento
Cumplido
No cumplido
Porcentaje de logro

Firma Jefe de Terreno

Firma Administrador de Terreno

Firma General de Terreno

Duración espera = vaciado - llegada

Duración total de descarga = retiro - vaciado

[illegible]

EQUIPOS Y MAQUINARIAS

A) ROBOCHOTT



B) CAMION TITAN 785G (TIER 4)



C) JUMBOS



D) TOLVA ACOPIO



E) GRUA 160 TONELADAS SOBRE CAMIÓN IRON XCMG QAY160



F) CHANCADOR METSO MP 1250

