



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

Antecedentes Históricos Mineros y Metalúrgicos de Sewell y El Teniente

INGENIERÍA CIVIL EN MINAS
FACULTAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA
SEDE BELLAVISTA, SANTIAGO
UNIVERSIDAD SAN SEBASTIAN

Asignatura: Físicoquímica
Docente: Dr. Roberto Acevedo
Compilación y Edición: Ángel Granados, Vlamir Muñoz

Enero 2020

Agradecimientos

Este estudio se enmarca en el desarrollo del proyecto de Vinculación con el Medio ID 1562 “Minería en la ruta del Cobre” desarrollado en conjunto con la Universidad San Sebastián y la Municipalidad de Machalí. El presente documento es un aporte a su vez para el proyecto FIC “Transferencia de Smart Turismo en la Ruta del Cobre”, ejecutado por la Universidad San Sebastián, cuyo objetivo es “diversificar la experiencia turística en el Destino Alto Cachapoal a través de la puesta en valor de la Ruta del Cobre, basada en la especialización inteligente del territorio, que agrupe los atractivos y la oferta de servicios turísticos, apoyando al posicionamiento del Destino emergente Alto Cachapoal”. Este proyecto FIC va en directo beneficio del desarrollo turístico que está buscando impulsar la Municipalidad de Machalí en su comuna.

El proyecto de VcM indicado se lleva a cabo con la participación de la carrera de Ingeniería Civil en Minas, de la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad San Sebastián, Sede Bellavista, Santiago.

La dirección de la carrera de Ingeniería Civil en Minas, bajo la gestión del Dr. Andrés Soto, agradece a la Municipalidad de Machalí por la oportunidad de asistir a actividades complementarias y necesarias para comprender el contexto y la importancia del proyecto “Ruta del Cobre” para la comuna de Machalí. También se agradece la colaboración brindada por la Vicerrectoría de Vinculación con el Medio de la Universidad San Sebastián, que ha sido fundamental para apoyar el desarrollo de las actividades necesarias para la participación de la carrera en este proyecto, así como para ir dando cuenta formal de los avances en su desarrollo.

En el caso particular de este informe es necesario agradecer la participación del docente Dr. Roberto Acevedo, de la asignatura de Fisicoquímica, por la preparación de informes temáticos preliminares que sirvieron de base para la compilación y edición del presente informe, así como se debe agradecer la participación de todos los estudiantes de dicho curso, y que se mencionan a continuación:

Abel Acosta, Rodrigo Carrasco, Franco Chappa, David Duguet, Jorge Fuentes, Dante Garrido, Ángel Granados, Camila Muñoz, Daniel Pacheco, Yesenia Peña, Ignacio Pinilla, Camilo Rivera, Byron Rubio, Esteban Sepúlveda, Elías Stuardo, Macarena Valdivieso, Guillermo Valenzuela, y Eduardo Venegas.

Cabe mencionar el indispensable aporte de material especializado sobre la historia de Sewell y El Teniente, información obtenida a partir de material bibliográfico proporcionado por la Biblioteca Universidad San Sebastián, la Biblioteca Nacional, y el geólogo Vlamir Muñoz.

Resumen

Las operaciones mineras realizadas en el yacimiento “El Teniente” datan de tiempos de la Colonia y posteriormente con participación de familias importantes de la República. Sin embargo, las circunstancias que darían origen a una explotación de gran envergadura se empezaron a gestar solo a partir de 1905, cuando el Ingeniero Norteamericano William Braden se interesa, en base a recomendaciones del Ingeniero Italiano Marco Chiapponi, acerca del yacimiento tipo pórfido cuprífero conocido como El Teniente. En base a las observaciones de terreno y los análisis de muestras se dio comienzo a la explotación, de este yacimiento, por la compañía minera Braden Copper Company, desarrollando operaciones mineras en la Cordillera de los Andes, a alturas entre 2.200 y los 3.200 metros sobre el nivel del mar, al Oeste de Rancagua, en la zona de La Junta, donde convergen los ríos Coya y El Teniente, en Cerro Negro.

Los campamentos mineros que ya estaban operativos desde 1905 en el sector de El Teniente se reubican, a partir de 1910, en el actual sector de Sewell, donde el campamento fue creciendo, poblándose y manteniéndose activo hasta 1980. Con el pasar del tiempo y las innovaciones el campamento inicial se transformó en una ciudad única en su tipo. En ese entonces su colorido adornaba hermosamente la Cordillera de los Andes, los niños jugaban en la nieve deslizándose en sus trineos y utilizando los cascos mineros de sus padres, sus habitantes crearon su propia cultura minera, se adaptaron al entorno gélido y hostil del lugar, con condiciones muy adversas en los periodos invernales, por lo que es reconocido el esfuerzo que desarrollaron los mineros y sus familias de esa época.

Los ingenieros y arquitectos que diseñaron Sewell debieron superar diversos retos al adaptar el campamento a las condiciones geográficas y climáticas de la Cordillera de los Andes. Desarrollaron instalaciones de alto nivel, como es el caso del Hospital de Sewell, que durante varios años fue el más tecnológico en Latinoamérica. La ciudad de Sewell entonces comienza a crecer en las laderas del cerro dando origen a una obra arquitectónica totalmente innovadora para la época, ya que tanto senderos como edificios y caminos se emplazan armónicamente en las altas y empinadas laderas de la Cordillera de Los Andes.

Sewell alcanza su máximo apogeo durante los años 60, llegando a albergar a cerca de 15.000 personas en sus 175.000 m² construidos. Dentro de su población permanente y flotante se encuentran personas de nacionalidad chilena y estadounidense y es esta diversidad cultural la que, con el tiempo, se fue mezclando y dando origen a una subcultura propia de la ciudad y sectores aledaños, única en su tipo. Su historia hasta el día hoy es un legado que entrega una riqueza enorme a la minería del Cobre en Chile ya que paralelo al desarrollo de Sewell se desarrollaron también las Plantas de Procesamiento de Minerales, así como Ferrocarriles tanto para transporte de mineral desde el interior de la mina como de acceso para trasladar el personal a las faenas subterráneas.

En el año 1969 el gobierno chileno da comienzo la “Operación Valle”, la que consistía en la modificación de las relaciones territoriales, erradicando al personal minero desde los campamentos mineros aledaños a las labores extractivas y trasladando al personal minero y sus familias a centros urbanos cercanos a las faenas, habitualmente en poblaciones donde se instalaba a los trabajadores y sus familias. Para el caso de Sewell es en el año 1971 que comienza a tener efecto esta migración, traduciéndose en que las personas se van radicando en Rancagua, abandonando así Sewell.

El 27 de agosto de 1998 en el decreto 857 se declara la ciudad como Monumento Nacional por el presidente Eduardo Frei Ruiz-Tagle, y un año más tarde, en el año 1999 se funda en ella el Museo Minero de Sewell.

Siete años más tarde, el 13 de Julio de 2006, Sewell es declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, debido al ejemplo que representa de lo que fueron en su tiempo las “Colonias Industriales”, o “Ciudades Obreras” asentadas en las cercanías de los lugares productivos, siendo en este caso las labores mineras de El Teniente el punto productivo en torno al cual se desarrolló Sewell.

De Sewell actualmente se conservan unos 50 edificios y por otra parte El Teniente continúa operando productivamente, pero con condiciones claramente distintas a las imperantes durante la existencia operativa de Sewell, Estos años de historia y trayectoria han tenido, en su enorme mayoría, avances significativos, tanto en las labores extractivas como en los procesos metalúrgicos que permiten obtener el cobre a partir del mineral extraído desde el interior de la cordillera.

En la historia minera de El Teniente, no todo ha sido éxitos, ya que también han ocurrido tragedias como la “Muerte Blanca”, que en 1944 costó la vida a 102 habitantes de Sewell que fueron sepultados por una avalancha. Otro evento fue la “Tragedia El Humo”, que en 1945 costó la vida de 355 trabajadores en la mina producto de un incendio. Es importante señalar que la trágica pérdida de vidas en estos eventos impulsó el desarrollo de medidas de contención, en los casos de avalanchas, y de normativas legales de seguridad laboral y minera tanto a nivel nacional como mundial.

Por otro lado, la propiedad de las operaciones mineras de El Teniente también tuvo cambios significativos. En 1971, como parte del proceso de “Nacionalización del Cobre”, la Corporación Nacional del Cobre, CODELCO, asumió el 100% de la administración de los yacimientos mineros nacionalizados. Esto ocurrió en reemplazo de las Sociedades Colectivas del Estado que se habían creado en el proceso previo de “Chilenización del Cobre”, desarrollado el año 1966, donde el Estado de Chile logró tomar primeramente el control del 51% de cada operación minera de cobre del país. El año 1976 se forma la División El Teniente como una de las Divisiones Mineras de CODELCO destinada a gestionar dichas operaciones mineras, así como a administrar su propiedad minera, hasta la actualidad.

Los desafíos que implican para CODELCO explotar este gran yacimiento no son pocos y sigue planteando dificultades a los Ingenieros de hoy en día, debido a que a medida que se profundizan las labores mineras se tiene una disminución de la ley del cobre, lo que obliga a la minera estatal a aumentar la explotación para poder mantener su producción. Esto impulsa directamente la planificación y ejecución de nuevas etapas extractivas como el “Nuevo Nivel Mina”, que por parte de CODELCO busca profundizar aún más las labores extractivas por el método Block Caving y extender su vida productiva por 50 años más.

En este marco de nuevos desafíos productivos, el año 2012, también se inicia el proyecto a cielo abierto “Rajo Sur” en la División El Teniente, siendo esta la primera faena extractiva a cielo abierto de un yacimiento explotado históricamente de manera subterránea. Ubicado en el sector sur del yacimiento El Teniente, y cercano a la superficie, en Rajo Sur explotan reservas de 33.8 millones de toneladas a una ley de 0,7% de Cu, con una producción de orden de 15.000 t/d considerando una vida productiva programada hasta el año 2021.

El método empleado para el procesamiento de sulfuros primarios de cobre extraídos desde el yacimiento El Teniente, tanto en las operaciones mineras a cielo abierto como subterráneas, corresponde al método general de pirometalurgia. Es decir que después de procesamientos de conminución (trituración) y concentración de los minerales de cobre insolubles, entonces se realiza la extracción metalúrgica por medio de la fundición del concentrado de minerales y refinamiento del cobre a obtener. Sin embargo, este tratamiento ha tenido grandes cambios a lo largo de la historia de El Teniente, donde por ejemplo se desarrolló el “Convertidor El Teniente” y además se incorporaron mejoras significativas en las técnicas de refinación electrolítica para producir “Cátodos de Alta Pureza” a partir de los ánodos de cobre obtenidos en las etapas de fundición.

Actualmente al interior de la mina hay aproximadamente 3.000 kilómetros de túneles y diversas labores subterráneas, lo que equivale a un viaje desde Arica a Puerto Montt. El año 2018 la producción de cobre fino fue de 465.040 toneladas métricas exportadas como “Cátodos de Alta Pureza”, obtenidos desde sulfuros primarios con leyes promedio del orden de 0,7 a 0,9% de Cu, contando el año 2018 con una fuerza laboral del orden de 4.200 trabajadores. Como productos asociados se generan tanto ácido sulfúrico como concentrados de molibdenita.

Es innegable que una parte significativa de la historia de la minería en Chile nació ahí, en Sewell, un proyecto ambicioso y visionario que no hubiera sido posible de llevar a cabo de no ser por el espíritu aventurero del ingeniero norteamericano William Braden y la abnegada participación de los trabajadores mineros y profesionales chilenos que se sumaron a la puesta en marcha de este arriesgado y difícil proyecto, sin saber en aquel entonces el legado a la historia Chilena que aportaría el campamento Sewell, que también se le llamó “*Ciudad de las Escaleras*” por su gran escalera central, adaptada a las inclinadas pendientes de donde se encuentra asentada, en el corazón de la Cordillera de los Andes.

Índice General

Agradecimientos	II
Resumen	III
1. Introducción	1
2. Motivación y Objetivos	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. Metodología	3
4. Ubicación Geográfica	4
4.1 Ubicación Geográfica	4
4.2 Carta IGM	5
4.3 Ruta de Acceso	6
5. Aspectos Generales de Geografía y Fauna	7
6. Breve reseña geológica del yacimiento el Teniente	9
7. Historia	11
7.1 Contexto General Histórico	11
7.2 El Teniente entre los años 1905 a 1930	14
7.2.1 El comienzo	14
7.2.2 Coya	19
7.2.3 Seguridad	20
7.2.4 Sewell	22
7.2.5 Ferrocarril	23
7.2.6 Caletones	25
7.2.7 Pangal	26
7.2.8 Ley Seca	27
7.3 El Teniente entre los años 1931 a 1960	28
7.3.1 “La Muerte Blanca”	28
7.3.2 La Tragedia de “El Humo”	29
7.3.3 Seguridad Minera	30
7.4 El Teniente entre los años 1961 a 1990	32
7.4.1 Chilenización y Nacionalización del Cobre	32
7.4.2 Plan de Expansion 280	34
	VI

7.4.3 Operación Valle	36
7.4.4 Varios Poyectos	36
7.5 El Teniente entre los años 1991 a 2020	37
8. Desarrollo Minero Extractivo	39
8.1 Mina Subterránea	39
8.1.1 Sectores y niveles	39
8.1.2 Método Block Caving	42
8.1.3 Nuevo Nivel Mina NNM	45
8.2 El Teniente “Rajo Sur”	47
9. Procesamiento Metalúrgico	49
9.1 Procesos Productivos de 1963, descritos por Braden Copper Compay	49
9.1.1 Extracción	49
9.1.2 Chancado y molienda	50
9.1.3 Flotación	50
9.1.4 Fundición	50
9.1.5 Refinación	51
9.1.6 Producto final	51
9.1.7 Ácido Sulfúrico	51
9.1.8 Esquema de Procesos Productivos de 1963	52
9.2 Procesos Productivos de 1975, descritos por Urrutia	53
9.2.1 Extracción	53
9.2.3 Chancado y Molienda	53
9.2.4 Flotación	53
9.2.5 Fundición y Electrorefinación	54
9.3 Procesos Productivos de 2014, descritos por Codelco	55
9.3.1 Extracción	55
9.3.2 Chancado, Molienda y Concentración	56
9.3.3 Fundición	58
10. Fuentes de Pie de Imágenes	59
11. Referencias Bibliográficas	63
12. Anexos	66
12.1 Anexo I: Avisos publicados por Braden Copper Company	66
12.1 Anexo II: Mapas complementarios	68

12.1 Anexo III: Fotografías Relevantes	69
12.2 Anexo IV: Banco de Fotografías Digitales	78
12.3 Anexo V: Banco de Videos Digitales	78

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1.- Sewell, inserta en Cerro Negro 2014 (Fuente: DIBAM,2014)</i>	X
<i>Ilustración 2.- Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Principales faenas mineras en explotación, El Teniente (1), se encuentra en las coordenadas 6.227.516 m Norte y 372.188 m Sur, UTM 19S, WGS 84. (Fuente: Sernageomin, 2018).</i>	4
<i>Ilustración 3.- Ubicación de la mina el Teniente y de la hoja IGM 1:50.000 F007 - Sewell (Fuente: Instituto Geográfico militar y Google Maps, 2020).</i>	5
<i>Ilustración 4.- Ruta Sugerida desde la Municipalidad de Machalí a Sewell (Fuente: Google Maps, 2020).</i>	6
<i>Ilustración 5.- Puma Chileno.</i>	7
<i>Ilustración 6.- Cipreses.</i>	7
<i>Ilustración 7.- Vizcacha</i>	8
<i>Ilustración 8.- Reserva Nacional</i>	8
<i>Ilustración 9.- Plano geológico del yacimiento El Teniente en el nivel Teniente 5</i>	10
<i>Ilustración 10.- Recreación gráfica del posible método de fundición y moldeo en la época prehispánica. (Fuente: Codelco, 1989).</i>	11
<i>Ilustración 11.- Los Animales fueron fundamentales para el transporte de materia prima para la construcción, 1905 (Fuente: CODELCO, 2014).</i>	15
<i>Ilustración 12.- Vista interior del Molino, 1906 (Fuente: CODELCO 2014)</i>	17
<i>Ilustración 13.- Sewell, 1909 (Fuente: Garcés, 2010).</i>	18
<i>Ilustración 14.- Interior mina, 1914. (Fuente: CODELCO)</i>	20
<i>Ilustración 15.- Trabajadores en el Molino, 1914 (Fuente: CODELCO).</i>	21
<i>Ilustración 16.- Trabajos en la mina, 1919 (Fuente: CODELCO).</i>	21
<i>Ilustración 17.-Aviso de prensa de la Braden Copper 1915, Diario la Aurora 18 de marzo de 1915. (Fuente: Stgonostalgico, 2014).</i>	22
<i>Ilustración 18.- Ferrocarril Sewell, 1920 (Fuente: CODELCO, 2018).</i>	23
<i>Ilustración 19.- Croquis, Línea Ferrocarril, Escala 1:500.000 (Fuente: Fuenzalida, 1919).</i>	24
<i>Ilustración 20.- Topógrafos Norteamericanos</i>	25
<i>Ilustración 21.-Caletones,1920</i>	25
<i>Ilustración 22.- Construcción de Bocatoma, Pangal 1919 (Fuente: Stgonostalgico, 2014).</i>	26
<i>Ilustración 23.- Contrabando de Alcohol, Sewell 1926 (Fuente: CODELCO 2018).</i>	27
<i>Ilustración 24.- Mural de conmemoración de la Tragedia del Humo, Sewell (Fotógrafo, Leydy, 2013).</i>	30
<i>Ilustración 25.- Mineros usando EPP, se dirigen a hacia la Faena, 1965 (Fotógrafo, Celtis 1965).</i>	31
<i>Ilustración 26.- Afiche, La Nacionalización del Cobre,1971 (Fuente: Larrea, 1971)</i>	33
<i>Ilustración 27.- Diagrama Idealizado de Flujo, 1970 (Fuente Frei, 1970).</i>	34
<i>Ilustración 28.- Disposición general nueva Carretera, 1970 (Fuente: Frei, 1970).</i>	35
<i>Ilustración 29.- Disposición general mina y túnel teniente 8 que conecta Planta Sewell y Colon, 1970 (Fuente: Frei, 1970)</i>	35
<i>Ilustración 30.- El Teniente de noche, 2006 (Fuente: Archivo CODELCO 2006).</i>	38
<i>Ilustración 31.- Esquema vertical de labores subterráneas de El Teniente, 1970. Se observan diferentes niveles y piques de traspaso (Fuente: Frei, 1970).</i>	40

<i>Ilustración 32.- Esquema de Procesamiento del mineral de El Teniente (Fuente: CODELCO 2014).</i>	41
<i>Ilustración 33.- Niveles de Producción, El teniente Subterráneo, (Fuente: CODELCO)</i>	42
<i>Ilustración 34.- Block Caving en su modalidad tradicional CODELCO Chile – División El Teniente (Fuente: Ortiz, 2015).</i>	43
<i>Ilustración 35.-Sección esquemática proceso productivo sector “Esmeralda” Codelco Chile – División El Teniente, (Fuente: Ortiz, 2015).</i>	44
<i>Ilustración 36.- Esquema Ilustrativo del Nuevo Nivel Mina, Nivel Profundo y Niveles Actuales de Explotación. (Fuente: CODELCO, 2011).</i>	45
<i>Ilustración 37.- Ubicación Planta Colón, Sewell, Plataforma Confluencia y trazado del Nuevo Camino de acceso a NNM (Fuente: CODELCO 2011).</i>	46
<i>Ilustración 38.- Método de Explotación Panel Caving para el manejo de materiales, (Fuente: CODELCO 2010).</i>	46
<i>Ilustración 39.- Diagrama de Flujo de Minerales, El Teniente (Fuente CODELCO, 2014).</i>	47
<i>Ilustración 40.- Diagrama de Proceso Principales de Manejo de Materiales, El Teniente (Fuente: CODELCO)</i>	48
<i>Ilustración 41.- Procesamiento de Mineral, El teniente 1963 (Fuente Braden Copper, 1963).</i>	52
<i>Ilustración 42.- Representación de los Métodos de Explotación de El Teniente (Fuente CODELCO, 2014).</i>	55
<i>Ilustración 43.- Diagrama de Procesos Chancado, Molienda y Concentración (Fuente: CODELCO, 2014)</i>	57
<i>Ilustración 44.- Diagrama de Proceso de Fundición, El Teniente (Fuente CODELCO 2014).</i>	58

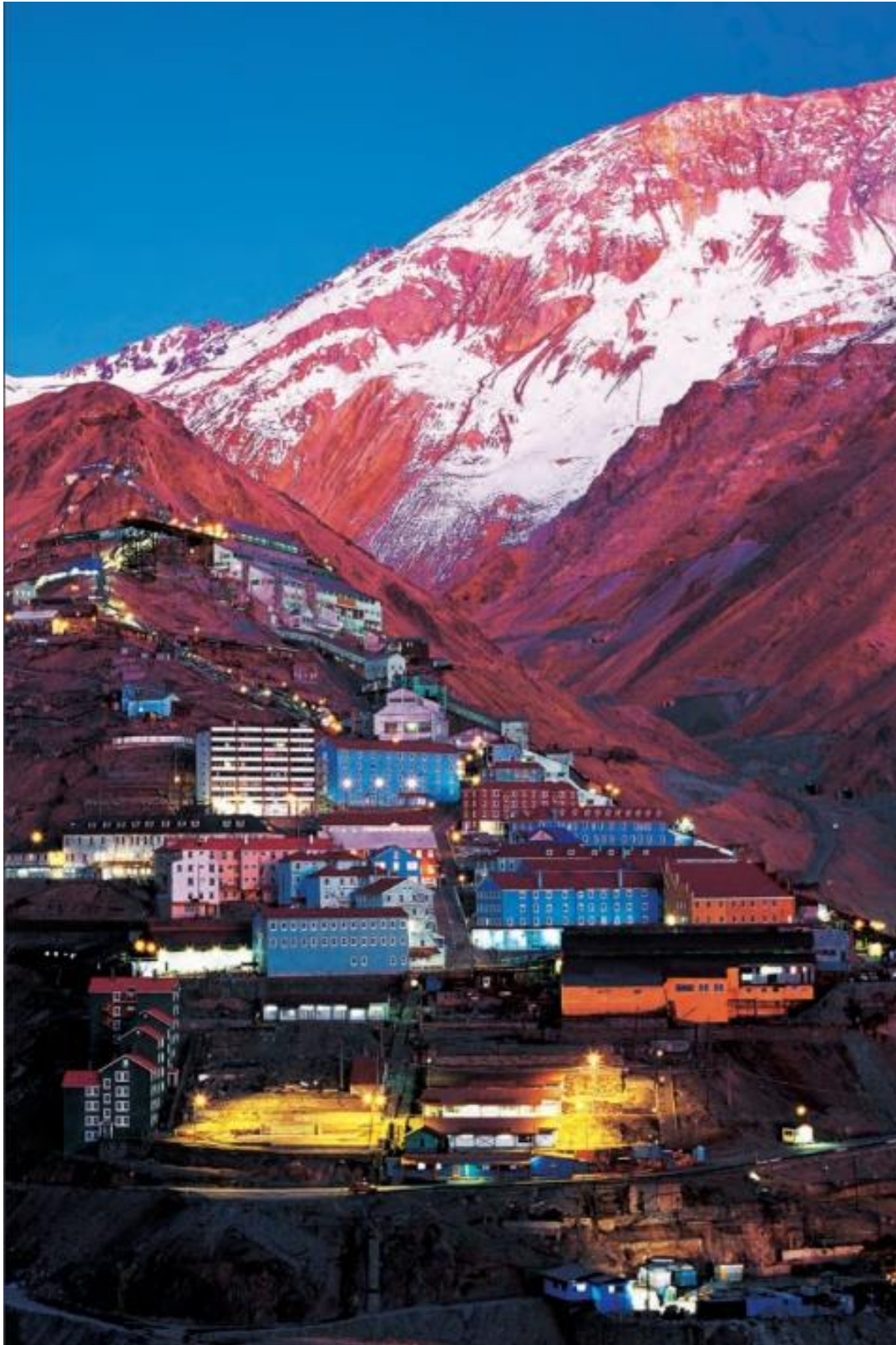


Ilustración 1.- Sewell, inserta en Cerro Negro 2014 (Fuente: DIBAM,2014)

1. Introducción

Este estudio se enmarca en el desarrollo del proyecto de Vinculación con el Medio ID 1562 “Minería en la ruta del Cobre” desarrollado en conjunto con la Universidad San Sebastián y la Municipalidad de Machalí.

Con la participación de docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en Minas se investigó y compiló diferentes aspectos históricos y productivos de Sewell y operaciones mineras en El Teniente, actualmente administrado por la División El Teniente de la empresa estatal CODELCO.

Con el fin de respetar la propiedad intelectual, cada texto utilizado tanto para la reseña histórica, como para los procesos productivos está citado de manera correspondiente en la sección de Bibliografía, ya sea texto o Imágenes. De manera adicional a esto, los datos históricos, cifras de producción, nombres destacados, entre otros, son citados al final de cada párrafo indicando el documento del cual se extrajo información o el dato más relevante.

Este trabajo ha sido realizado en conjunto por estudiantes y profesores de la Universidad San Sebastián y pretende dar cuenta de los diversos temas históricos y técnicos que dan forma al desarrollo minero de El Teniente. Es un texto realizado con esmero y dedicación, esperando que la información aquí expuesta de cuenta de una parte importante de la historia de la minería en Chile, así como de sus desafíos mineros extractivos y metalúrgicos, y que sea un aporte para la “Ruta del Cobre”, en desarrollo por la Municipalidad de Machalí con el apoyo de la Universidad San Sebastián.

En sus más de cien años de explotación El Teniente ha contribuido sólidamente a la historia minera del país. Actualmente, División El Teniente de CODELCO, tiene presencia física en tres regiones de Chile, como un gran complejo industrial integrado por sus centros de trabajo y su gente. Su historia, vinculada originalmente a Sewell, está ligada a la de miles de chilenos de diferentes ámbitos de la minería y variados niveles profesionales, que han puesto energía y esfuerzo para sacar adelante la explotación de un antiguo yacimiento, en forma productiva y competitiva logrando posicionar el cobre chileno en el mercado internacional del cobre, en el cual Chile ocupa el primer lugar de la producción mundial.

Desde el punto de vista geológico, El Teniente es un yacimiento tipo pórfido cuprífero, es decir formado alrededor de las raíces de un volcán en condiciones de mayor profundidad que su profundidad actual, lo cual habla de un proceso genético complejo, pero con una geología histórica favorable para que actualmente este gran yacimiento, de gran tonelaje, pero baja ley, pueda ser explotado de manera económicamente rentable y bajo requerimientos de sustentabilidad cada vez más exigentes.

2. Motivación y Objetivos

Conocer la historia Minera de nuestro país es de vital importancia no solo para las futuras generaciones, sino también para las actuales, ya que es nuestra historia la que dicta los comportamientos de hoy en día, así como va modificando nuestras formas de reacción a distintos sucesos.

Es en nuestra historia minera donde encontramos las principales raíces de los procesos que se van desarrollando hoy en día, es gracias a esto que podemos ser testigos y parte de los diversos avances y desafíos a los que antiguas generaciones se han visto enfrentadas y siendo capaces de solucionar sus problemas productivos y llevar a cabo de manera exitosa los procesos necesarios para la producción de cobre y otros metales.

Queda en evidencia que estos procesos se pueden mejorar para reducir costos energéticos o de abastecimiento y aumentar la producción, así como para disminuir el impacto ambiental, sin embargo, junto con la experimentación de distintos métodos se han presentado casos en el que el rendimiento no es el mejor y se debe volver a aplicar el método anterior o mejorarlo.

Los procesos productivos son dinámicos, se adaptan al paso del tiempo, a las nuevas exigencias de los mercados internacionales, y es necesario conocer cada etapa de la producción y entender el valor agregado que aportan al producto final, es por ello por lo que el interés por comprender estos temas es fundamental para que la gran minería del cobre en Chile tenga las mejores oportunidades de desarrollo.

2.1 Objetivo General

- Contextualizar históricamente la fundación de Sewell mediante un recorrido a través de los años para entender los desafíos y los procesos productivos asociados a El Teniente en sus más de 100 años de explotación
- Aportar antecedentes históricos, productivos y tecnológicos de interés para los futuros visitantes de la Ruta del Cobre en desarrollo por la Universidad de Machalí.

2.2 Objetivos Específicos

- Describir los eventos más relevantes de la historia de la explotación del Yacimiento El Teniente, tanto durante la administración de Braden Copper Company como de CODELCO.
- Explicar los procesos extractivos y productivos desarrollados en la explotación de El Teniente tanto subterráneo como rajo abierto
- Explicar los aspectos más relevantes de la geología y geografía de la zona.

3. Metodología

Para lograr recopilar la historia asociada a la explotación del mega yacimiento de cobre El Teniente, con sus extensos casi 115 años de explotación de manera ininterrumpida, se realizó un estudio bibliográfico extenso basado en libros, artículos, revistas, consultando también;

- Memorias de Codelco
- Boletines Mineros de Sonami
- Bibliografía de acceso público de la Biblioteca USS y Biblioteca Nacional
- Libros Facilitados por docentes

Adicionalmente a esto, los estudiantes del curso de Fisicoquímica de la carrera de Ingeniería Civil en Minas de la Universidad San Sebastián, Sede Bellavista, generaron, bajo la guía del docente Dr. Roberto Acevedo, informes temáticos en base a los documentos recopilados. Posteriormente dichos informes temáticos se usaron como información base para la construcción de este informe, en el cual el equipo editor constituido de un estudiante y un docente de ICMI, Ángel Granados y Vlamir Muñoz respectivamente, quienes reorganizaron la información preliminar, validándola y mejorando su calidad y referencias hasta conformar el presente informe.

4. Ubicación Geográfica

4.1 Ubicación Geográfica

La operación minera subterránea más grande del mundo, El Teniente, se encuentra ubicada a una distancia aproximada de 120 Km de Santiago y a 69 Km de la ciudad de Rancagua, en la Comuna de Machalí, Provincia de Cachapoal, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, VI Región, Chile.

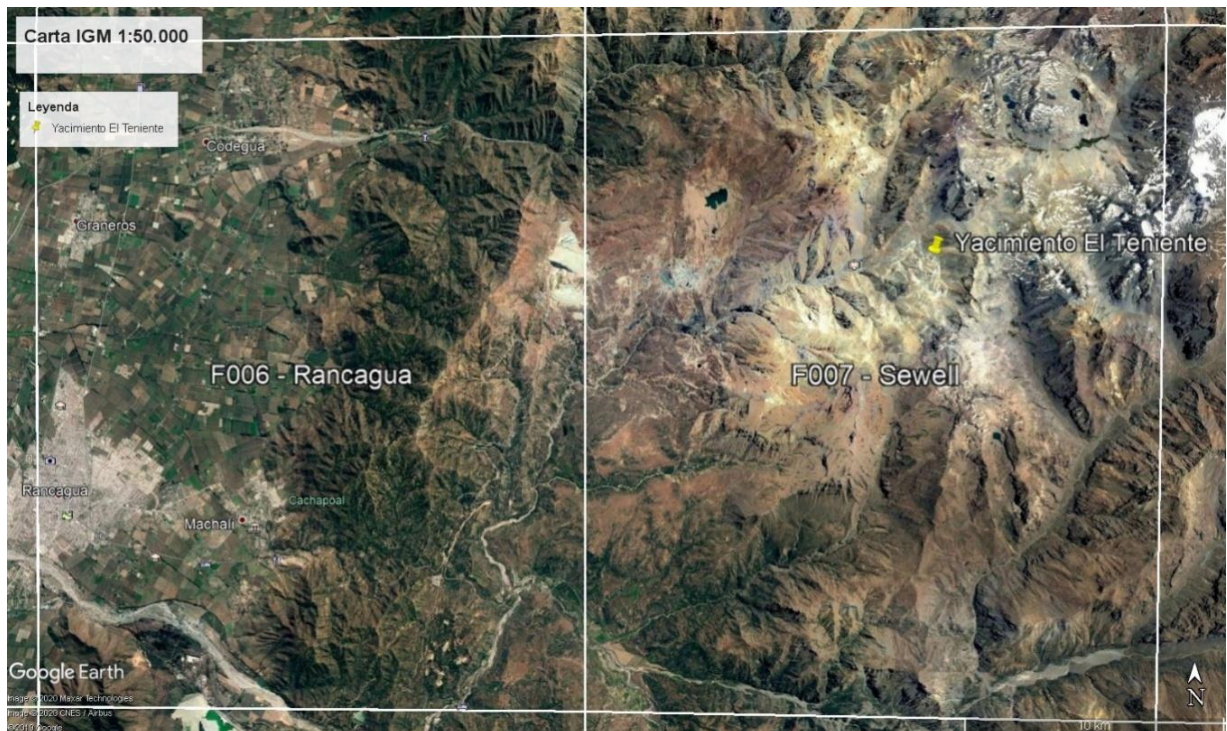


Ilustración 2.- Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Principales faenas mineras en explotación, El Teniente (1), se encuentra en las coordenadas 6.227.516 m Norte y 372.188 m Sur, UTM 19S, WGS 84. (Fuente: Sernageomin, 2018).

4.2 Carta IGM

El Instituto Geográfico Militar es el servicio encargado de proveer la cartografía y mapas oficiales de Chile para el Estado y la industria nacional pública y privada, utiliza una escala de 1:50.000, escala oficial para trabajar los mapas del territorio Nacional. En la ilustración 3, se observa la ubicación del yacimiento El Teniente, en las coordenadas geográficas 34°05' de latitud Sur y 70°21' de longitud Oeste, estando contenido el Yacimiento El Teniente en la hoja IGM Escala 1:50.000 Código F007-Sewell

(Instituto Geográfico Militar)



*Ilustración 3.- Ubicación de la mina el Teniente y de la hoja IGM 1:50.000 F007 - Sewell
(Fuente: Instituto Geográfico militar y Google Maps, 2020).*

4.3 Ruta de Acceso

Sewell, que es la localidad geográfica más reconocida e instalada en torno a las Operaciones Mineras de El Teniente, se encuentra en plena Cordillera de los Andes, en el Cerro Negro, a una altura aproximada entre la cota 2.200 y 3.200 m.s.n.m. Su acceso se realiza a través de la Carretera Presidente Eduardo Frei Montalva, conocida también como Carretera del Cobre.

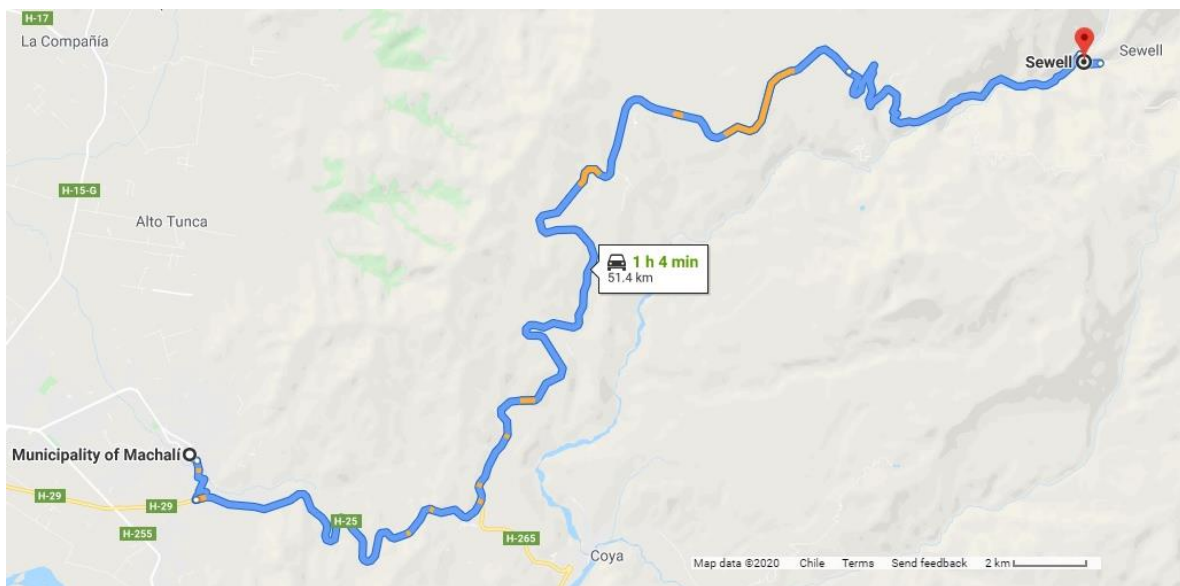


Ilustración 4.- Ruta Sugerida desde la Municipalidad de Machalí a Sewell (Fuente: Google Maps, 2020).

La distancia entre la Municipalidad de Machalí en Rancagua y Sewell es de 51.4 kilómetros, con un tiempo estimado de viaje en la ruta entre las dos ciudades de aproximadamente 1 hora.

La ruta sugerida para movilizarse en vehículo desde Rancagua, específicamente desde La Municipalidad de Machalí, es tomar la Av. San Juan y doblar por la calle Castro que siguiendo recto se transforma en Las Higueras para tomar la carretera del cobre H-29 y luego seguir por H-25 Camino a Sewell hasta llegar al ex - campamento minero, actualmente declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

5. Aspectos Generales de Geografía y Fauna

Las características generales más importantes de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins que se presentan a continuación se extraen en parte de la información proporcionada por la Biblioteca del Congreso Nacional y CONAF donde se indica que se ubica en la macrozona central del país, ubicada aproximadamente entre los 34° y los 35° de latitud sur. Abarca una superficie de 16.387,00 km², Sus límites son por el norte la Región Metropolitana de Santiago y por el sur la Región del Maule, al oeste con el Océano Pacífico y al este con la Cordillera de Los Andes. Su clima templado es del tipo mediterráneo que permite la existencia vegetación, en esta región aumentan las formaciones vegetales respecto al norte, mostrando gran colorido y diversidad, tanto en la Cordillera de la Costa, como en la Cordillera de los Andes y especialmente en el valle y la fauna consta de animales nativos de la región, el puma, el cóndor y los loros trichahues, se encuentran en peligro de extinción debido a la expansión territorial de la zona, además de contar con más especies de aves, anfibios, depredadores y herbívoros. (*Biblioteca del Congreso Nacional, 2020*)

Esta región alberga la Reserva Nacional Cipreses que es un atractivo turístico y en el Cajón del río Azufre contiene al mayor número de trichahues silvestres que aún existen. Su sistema hidrográfico está constituido por ríos y embalses de gran importancia, como el río Cachapoal y el río Coya. (*CONAF, 2020*)



*Ilustración 5.- Puma Chileno.
(Fotógrafo: Sziklai, 2018).*



*Ilustración 6.- Cipreses.
(Fotógrafo.: Seebach, s.f.).*

En la Región se pueden encontrar diversos atractivos turísticos como monumentos históricos que poseen un valor único y se conservan con el fin de que puedan ser conocidos y disfrutados por las generaciones presentes y futuras, además de poseer una variedad de zonas típicas que resaltan sus valores ambientales, estéticos o por las formas de vida que generan, ameritan la preservación de sus características para el conocimiento y goce de las generaciones presentes y futuras, se puede encontrar un mapa turístico del patrimonio descargable de la Región en el *Anexo I*.



*Ilustración 7.- Vizcacha
(Fotógrafo: Sziklai, 2015).*



*Ilustración 8.- Reserva Nacional
(Fotógrafo: Bevilacqua, 2017).*

La Capital regional es Rancagua que tiene una población creciente en la zona intermedia generando diferentes poblados, así como ciudades pequeñas. El censo del año 2017 estimó una población de 914.555 habitantes y una densidad de 55,81 habitantes por kilómetro cuadrado.

La actividad económica de la región se distribuye en diferentes rubros, destacando entre otras la actividad agrícola, la industria de los alimentos y la minería como las más representativas. Para recalcar estas características se puede constatar la presencia de un importante yacimiento de cobre, El Teniente. (Biblioteca del Congreso Nacional, 2020)

Se puede encontrar el Campamento Sewell, Patrimonio de la Humanidad, cerca de Rancagua, por lo que la convierte en una parada obligada a quienes quieran conocer más acerca de la historia Minera del Cobre que se desarrolla en Chile desde hace más de 100 años, junto con conocer las actividades de la zona artesanía, gastronomía y la naturaleza en la zona, iniciativa que la Municipalidad de Machalí busca impulsar a través de la Ruta del Cobre en conjunto con la Universidad San Sebastián, Santiago.

6. Breve reseña geológica del yacimiento el Teniente

El Teniente corresponde a un yacimiento tipo “Pórfido Cuprífero” porque las rocas que componen el yacimiento incluyen rocas intrusivas porfídicas, compuestas por minerales de origen magmático. El magma al emplazarse en la corteza y cristalizarse formó rocas intrusivas de minerales visibles a simple vista (faneríticos) inmersos en una matriz fina de minerales no distinguible a simple vista y que son solo visibles en microscopios petrográficos (afaníticos), es decir rocas de textura porfídica, lo que le otorga el término “Pórfido” a su tipo, mientras que el término “Cuprífero” indica la presencia de minerales de Cobre que le otorgan valor económico al yacimiento.

El mismo evento magmático que dio origen a las rocas intrusivas porfídicas, es también responsable de los fluidos hidrotermales que transportaron metales desde el magma a espacios abiertos en las rocas, como fracturas y poros, donde se formaron los minerales metálicos correspondientes a sulfuros primarios de cobre y molibdeno que conforman el recurso minero del yacimiento, quedando contenidos en un enrejado denso de vetillas que recibe el nombre de “stockwork”, y también en forma diseminada en la roca. En El Teniente se evidencian cuatro etapas principales de alteración hidrotermal y mineralización hipógenas, o sea desarrolladas al interior de la corteza (Cuadra, 1986), que dieron origen a sulfuros primarios tales como calcopirita (CuFeS_2), bornita (Cu_5FeS_4) y molibdenita (MoS_2), entre otros, así como a minerales que no aportan valor económico tales como la pirita (FeS_2).

El Yacimiento se formó hace 4,7 a 4,6 Ma (millones de años) (Cuadra, 1986), probablemente a profundidades de 3 a 4 Km, en el ambiente geológico cortical subvolcánico de la Franja Metalogénica del Mioceno Medio – Plioceno Temprano. Sin embargo, hoy está en plena Cordillera de los Andes, y a menor profundidad de la superficie que cuando se formó, lo que se debe a alzamiento tectónico y erosión, lo cual ha permitido también el desarrollo de algunos procesos restringidos de alteración secundaria o supérgena, por oxidación de los sulfuros primarios de cobre.

En El Teniente se tienen intrusivos porfídicos de composición intermedia, así como cuerpos de brechas hidrotermales. Las rocas intrusivas corresponden al Pórfido Teniente y Diorita Sewell, mientras que los cuerpos de brechas son la Brecha Marginal y Brecha Braden, que se formaron inmediatamente después de los intrusivos. Todas estas rocas están emplazadas en rocas volcánicas andesíticas de la Formación Farellones de edad Miocénica (Cuadra, 1986).

El Pórfido Teniente, ubicado en la parte norte del yacimiento, es de composición dacítica, y es el principal responsable de la mineralización metálica, en el sentido de que el magma que le dio origen también aportó el hidrotermalismo del cual se formaron los minerales de cobre. La Diorita Sewell, cuyo nombre se debe a su cercanía a Sewell, es previa al Pórfido Teniente y es un intrusivo diorítico, correspondiente a una diorita cuarcífera (Howell y Molloy, 1960), o bien a una tonalita (Faúnez, 1981), localizada en la parte sur y central del yacimiento, formando parte de un grupo de rocas intrusivas dioríticas de distribución regional, y presentando, probablemente por alteración hidrotermal, un mayor contenido de cuarzo en el yacimiento (Cuadra, 1986).

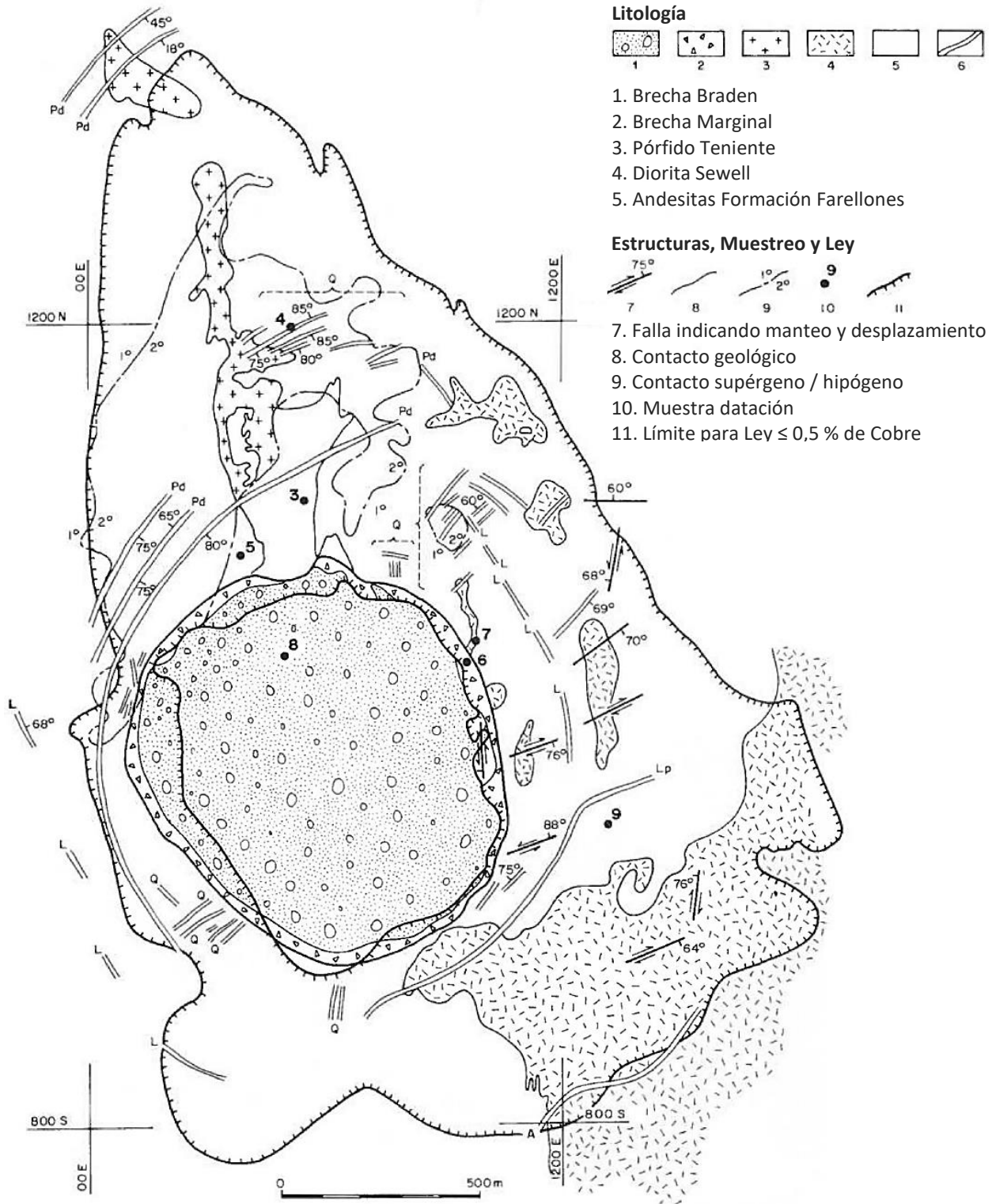


Ilustración 9.- Plano geológico del yacimiento El Teniente en el nivel Teniente 5
 (Fuente: Cuadra 1986, Modificado de Ojeda, 1980)

7. Historia

7.1 Contexto General Histórico

Con el objeto de definir de manera ordenada el contexto histórico asociado a la mina El Teniente, se recopila información y se clasifica según el siguiente criterio, desde 1905 a 1930 y 1931 a 2019. Sin embargo, es imposible hablar sobre la historia del yacimiento ignorando los años previos a estos, existiendo registros de pequeñas labores mineras y se debe tener presente que por miles de años el hombre ha explotado minerales metálicos con técnicas ancestrales y totalmente artesanales

El ser humano descubrió primero como trabajar los metales nativos o puros, y luego desarrolló métodos de fundición totalmente artesanales, fundiendo minerales de cobre y trabajando el cobre con el fin de fabricar herramientas, adornos, diversas expresiones artísticas y utensilios de cacería o batalla. Este desarrollo tecnológico, dio origen a la Edad de los Metales que sucedió a la Edad de Piedra.

La historia asociada al yacimiento El Teniente es extensa, el presente año 2020 se cumplirán 115 años de explotación continua desde la inauguración de Braden Copper Company el 29 de abril de 1905, también hay antecedente de explotación durante los tiempos coloniales, sin embargo, pero además es posible que el yacimiento fuese explotado en épocas anteriores.

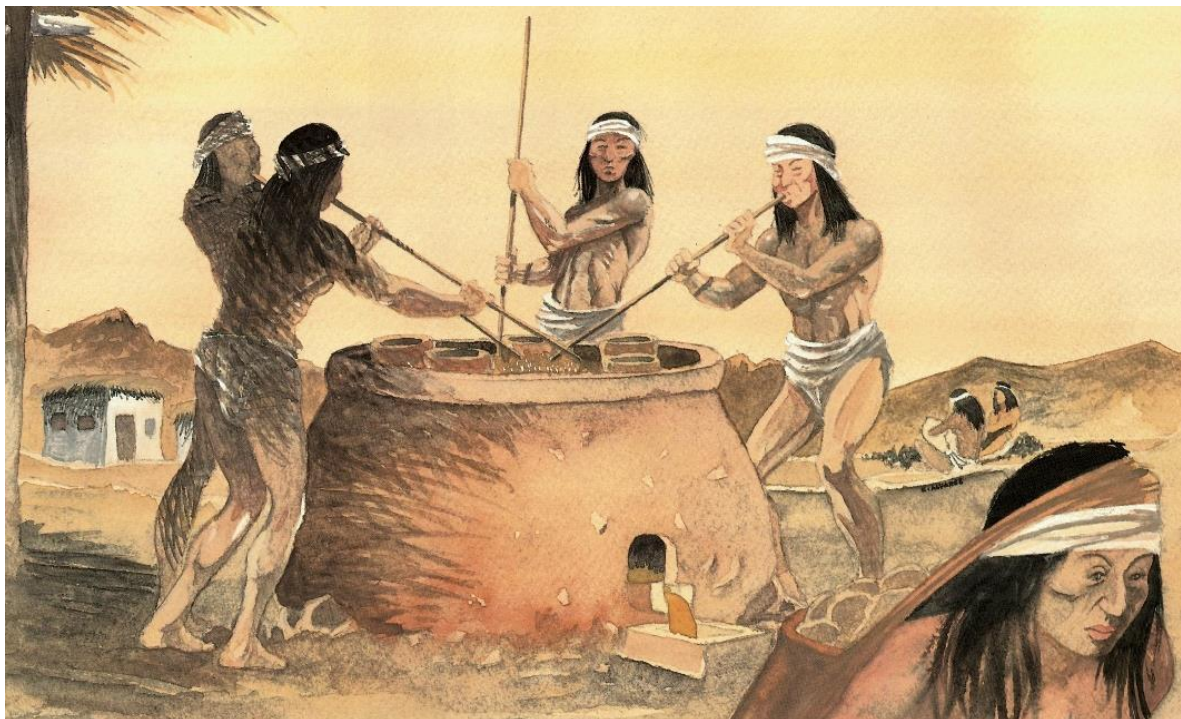


Ilustración 10.- Recreación gráfica del posible método de fundición y moldeo en la época prehispánica. (Fuente: Codelco, 1989).

Existen testimonios que en la época colonial su explotación ya se realizaba en forma artesanal, y uno de los nombres por los cuales se conocía la operación minera era “Mina La Fortuna”. Desde 1824 al 1900 se reconoce una serie de labores de trabajo dirigidas por diversos propietarios de las concesiones o derechos mineros. Entre ellos se destaca don Juan de Dios Correa que dirigió las operaciones hasta que, al fallecer, su familia decidió la puesta en venta de la mina. Inicialmente don Enrique Concha y Toro evaluó el yacimiento concluyendo la necesidad de invertir en procesos de concentración, y la familia Correa le indicó su interés en vender los derechos mineros sobre el yacimiento, por lo que para esta tarea fue contactado el Ingeniero de Minas Italiano, Marco Chiapponni, que vivía en Chile, desde 1890, dedicado al cateo de minerales y denuncia de pertenencias mineras.

Marco Chiapponni inicialmente no pudo encontrar interesados en la compra de los derechos mineros ni en Chile ni en Europa. En 1894 conoció al Ingeniero en minas norteamericano William Braden, en la Exposición de Minería y Metalurgia de realizada en Chile ese año. Braden había venido a Chile porque trabajaba como consultor en la empresa American Smelting & Refining Company que le encargó buscar potenciales yacimientos fuera de Norteamérica. Recién el año 1903 Chiapponni le escribe a Braden para ofrecerle el yacimiento, animándolo para que éste decidiera interesarse, después de varios intercambios de correspondencia y logrando juntarse, ambos visitaron la mina “El Teniente” en una expedición a la Cordillera de los Andes. Al comprobar Braden que el yacimiento ofrecía un mineral más que aceptable fue comprada al año siguiente en 1904, los empresarios norteamericanos Barton Sewell y William Braden adquirieron los derechos mineros, que en ese entonces estaban a nombre de la familia Concha y Toro y procedieron a formar la compañía Braden Copper Company para explotar la mina “El Teniente”.

Braden antes de emprender su extenso viaje a la cordillera de Los Andes para cerciorarse de la calidad del mineral, realizó visitas a los dueños de los terrenos, para luego ir a visitar todos juntos la mina. Su viaje lo realizaron a través de vehículos para luego continuarlos a caballo por escarpados cerros. Al llegar al cerro, se encontraron una quebrada y divisaron manchas verdes - grisáceas. Era la primera visión de la mina El Teniente que tuvieron los Norte americanos.

Al otro día luego de convencer a todos de quedarse y formar un campamento para descansar, Braden ya repuesto, decide subir aún más arriba para apreciar minerales, estando en ese punto anota las siguientes expresiones: “Desde allí podía ver como en un cuadro el mineral de El Teniente y comprendí en el acto su formación e importancia. Se trataba de un cráter volcánico, cuyo centro, verdadero como enterrado en la montaña, era estéril. En cambio, su borde, estaba totalmente mineralizado con una ley baja y uniforme”. Finalmente sacaron diversas muestras mineralógicas que fueron transportadas y analizadas por la Universidad de Chile, Donde causo sorpresa el alto % de ley de cobre, de un 36.60%, sin embargo, este resultado requiere mayor investigación histórica ya que se escapa por sobre los valores promedio de leyes de cobre en yacimientos tipo pórfido cuprífero, como es el caso del El Teniente, y es posible que lo enviado a análisis haya sido una selección de minerales de cobre, como

la calcopirita, dado que este mineral contiene aproximadamente 34.5 % de cobre, o sea un valor cercano al del análisis realizado.

Es destacada y encomiable la voluntad y la perseverancia de Braden frente a las desventuradas condiciones de la Cordillera de los Andes. Esto se ha considerado como una primera evidencia de la fortaleza interior de este hombre de empresa que buscaba sacar adelante sus proyectos.

El origen del nombre del yacimiento “El Teniente”, posee en sus haberes varias versiones, pero la que fue aceptada por el fundador de Braden Copper tiene relación con la anécdota que relata que un teniente del ejército Español huía de la justicia queriendo escapar a Argentina a través de la Cordillera de los Andes y que al pernoctar en una cantera del cerro se dio cuenta de las riquezas minerales que se encontraban, quedando impresionado por el vistoso color verde, probablemente producto de la oxidación de minerales de cobre primarios, entonces a la mañana siguiente habría llevado a la capital la ubicación del mineral a cambio de su libertad.

La otra explicación al nombre del yacimiento de que se tiene registro hace referencia al cargo ocupado por uno de sus propietarios en tiempos anteriores, dice la historia que don Juan de Dios Correa había sido oficial del Ejército de Chile y que combatió bajo el mandato de don Bernardo O’Higgins en la batalla de Maipú. Es entonces que se dice que la mina se conoció como El Teniente debido a la referencia que le hacía al propietario y al rango militar que obtuvo en el ejército.

7.2 El Teniente entre los años 1905 a 1930

7.2.1 El comienzo

El 29 de abril del año 1905, William Braden realizó los trámites de instalación para abrir la explotación industrial del yacimiento, se promulgó el decreto 1854 del Ministerio de Hacienda y el gobierno autorizó el funcionamiento de la empresa norteamericana en Chile, la que trajo consigo grandes sumas de dinero al país desde Estados Unidos, fue así como la reciente compañía se puso en marcha y comenzó la explotación de la mina El Teniente, contando con un capital inicial de 625.000 dólares (Fuenzalida, 1919).

Como fundador de la Braden Copper Company, W. Braden se consagró como su primer gerente general y representante legal, fue así entonces que comenzó en 1905 un vasto desarrollo técnico de la minería de cobre en la provincia de O'Higgins, marcando así el nacimiento de la Gran Minería del Cobre en Chile.

El primer gran desafío que la compañía norteamericana debió enfrentar fue activar las operaciones del yacimiento y para ello se precisaba de la construcción de un camino carretero para transporte de materias primas, que conectara Rancagua y el yacimiento, fue el Ingeniero Chiapponni el encargado de tal obra, además de diseñar un programa de instalaciones y de montaje de maquinaria, eligiendo Graneros como lugar de gerencia y operaciones. Durante ese año mientras en Nueva York se adquirían las pesadas maquinas que se usarían en la planta, Chiapponni reunía la mano de obra requerida para extracción, transporte del mineral y construcción del camino. Braden Company publicó así en los periódicos locales avisos solicitando carreteros para realizar trabajos de flete y construcción de camino, el extracto de la noticia se puede observar en el *Anexo II*.

Con el fin de interesarlos con los trabajos a realizar la compañía debía ofrecer un pago lo suficiente atractivo para que los hombres que habían dedicado su vida a trabajos agrícolas o ganaderos se interesaran en dejar sus puestos y apostar a esta nueva oportunidad, se pagaba un flete de 6 a 10 pesos diarios por tonelada transportada. Se contrataron campesinos residentes del Sur de Chile, de Rancagua y alrededores, contaron con la primera participación entre 600 y 1000 hombres, unas 250 carretas y unos 2500 bueyes que proporcionaban toda la tracción animal que se requería. Cerca de 4.000 toneladas en maquinaria ya se encontraban en Graneros listas para el transporte, las carretas subían materiales y maquinarias para luego bajar, a su regreso, con minerales por el camino montañoso de casi 50 kilómetros de largo (Braden Copper Co,1954).

Los viajes que debían realizar los campesinos en carretas para trasladar las maquinarias y el pino Oregón enviado desde los Estados Unidos duraban alrededor de 5 días, en el *Anexo III*, se presenta una noticia publicada en la cual seguían solicitando carretas para transporte. Los viajeros eran divididos según el tipo de carga que se transportaba y hacían grupos de carretas, a modo de caravana se movían por la ruta que ellos mismos habían compuesto para tal propósito, como la duración del viaje era alto, los hombres debían pasar la noche a intemperie o en pequeños campamentos que se iban consolidando en los caminos, poco a poco levantaron campamentos en común en las laderas del Cerro Negro (Baros, 2011).

Fue así entonces que las primeras obras mineras fueron realizadas por peones y campesinos que no estaban preparados para ser mineros y reemplazaron, de manera definitiva, sus labores agrícolas por las de traslado y construcción en la montaña, las que eran mejor remuneradas que el trabajo de la tierra. Por lo que gran parte de las hazañas se debe al valor y coraje de los hombres que sin temor a los desafíos ni al cambio levantaron el pilar de lo que muchos años más tarde se convertiría en una verdadera ciudad, siendo fundamentales las acciones de los bueyes y burros en las tareas de transporte, un pequeño homenaje al sacrificio se aprecia en la *Imagen 11*, donde una enorme caravana de bueyes guiados por los campesinos tiran con esmero parte de las maquinarias llegadas desde Estados Unidos (CODELCO, 2014).



Ilustración 11.- Los Animales fueron fundamentales para el transporte de materia prima para la construcción, 1905 (Fuente: CODELCO, 2014).

Mientras se construía la mina ya se producía mineral de cobre en peñascos. de los sectores La Fortuna y El Teniente, la apertura e integración de un método adecuado de explotación estuvo a cargo del Ingeniero Thomas M. Hamilton, quien sabía que su productividad solo sería posible usando a favor las propiedades mineralógicas del macizo rocoso y por esto se basó en los primeros pirquineros para crear un método adecuado aprovechando la fuerza de gravedad y viéndola como una mina invertida, se implementó un método basado en la extracción racional y económica que arrojaría grandes toneladas mediante el método combinado de “Shrinkage Stopping” y “Pillar Caving”. Fue el mismo Thomas quien enseñó a los mineros el método que se utilizaría, ya que las faenas mineras en El Teniente eran totalmente diferentes a lo que los obreros chilenos estaban acostumbrados y por esto al principio encontraban las tareas muy pesadas, sin embargo, Hamilton fue capaz de guiarlos sobre todo lo que debían saber e instruirlos desde manejo de maquinaria al interior de la mina como al empleo correcto de los explosivos (Fuenzalida, 1919).

Finalizando el año 1905, se comenzó la construcción de la primera planta industrial denominada como “Establecimiento Beneficiador de Minerales”, la construcción fue realizada con la mejor tecnología americana que estaba disponible en ese entonces, correspondía a una enorme planta con cinco pisos de altura y un millón y medio de pies ingleses de madera. El proyecto se componía por varias obras, la construcción de una Planta de Concentración, denominada también como “Molino” que dio nacimiento industrial a la molienda, se componía de dos chancadores giratorios Mc Cully de rodillos y cuatro molinos Hardinge de guijarros. La planta fue el tercer ítem que concitó el mayor gasto después de la compra del yacimiento y construcción del camino. Se instalaron los andariveles, que eran el mejor método debido de la pronunciada inclinación de las laderas del Cerro Negro, para conectar las minas del sector “El Teniente” y el sector “La Fortuna” con la planta, también se levantó una fundición que estaría compuesta por dos altos hornos circulares, seis pequeños tostadores cónicos, un soplador, un fuelle de fragua y dos chimeneas de fierro y una planta hidroeléctrica que iba sobre un molino, con la finalidad de que las aguas permitieran su funcionamiento generando cerca de 1.100 HP (CODELCO, 2014).

Los campamentos en el lugar de la mina estaban dispersos en las montañas, los primeros que se levantaron fueron cerca del sector Fortuna que se explotaban desde el comienzo y se obtenían leyes de cobre de 2% y 3%, campamentos con el mismo nombre del sector de levantaron, Fortuna 3 a aproximadamente 2.584 m.s.n.m y Fortuna 4 a 2.361 m.s.n.m. fueron los más famosos por el número de habitantes que llegaron a tener. Con la primera llegada del frío invierno en la Cordillera, solo cerca de 50 hombre se quedaron a invernar en los campamento, pues ya contaban con algunas comodidades básicas, producto de ello y en busca de incentivar a los obreros que trabajaban en los periodos de marzo a septiembre donde el invierno era más crudo, la empresa repartía número de lotería a los mineros con premios a que consistían en dinero y alimentos, de esta manera poco a poco un gran número de personas se fue quedando a vivir en la mina (Fuenzalida, 1919). El mineral que venía desde el interior mina a los andariveles con capacidad de una tonelada, llegaban al Molino, que ya había concluido su construcción, en Junio de 1906 comenzaron las faenas de concentración donde se molía el mineral hasta convertirlo en fragmentos pequeños

como arena, se creaba una mezcla con agua en su interior y seguía una etapa de concentración que consistía en una secuencia de lavados, decantación y rebalse para separar el mineral de cobre de otros materiales, con una capacidad de procesar 250 toneladas cortas de mineral de cobre por día, que eran transportadas hasta Graneros en las carretas, que cargaban hasta 3 toneladas de concentrado. Se trabajaba en el Molino en 3 turnos continuos de 8 horas y la titánica tarea era realizada solo por 90 obreros (García, 2005).

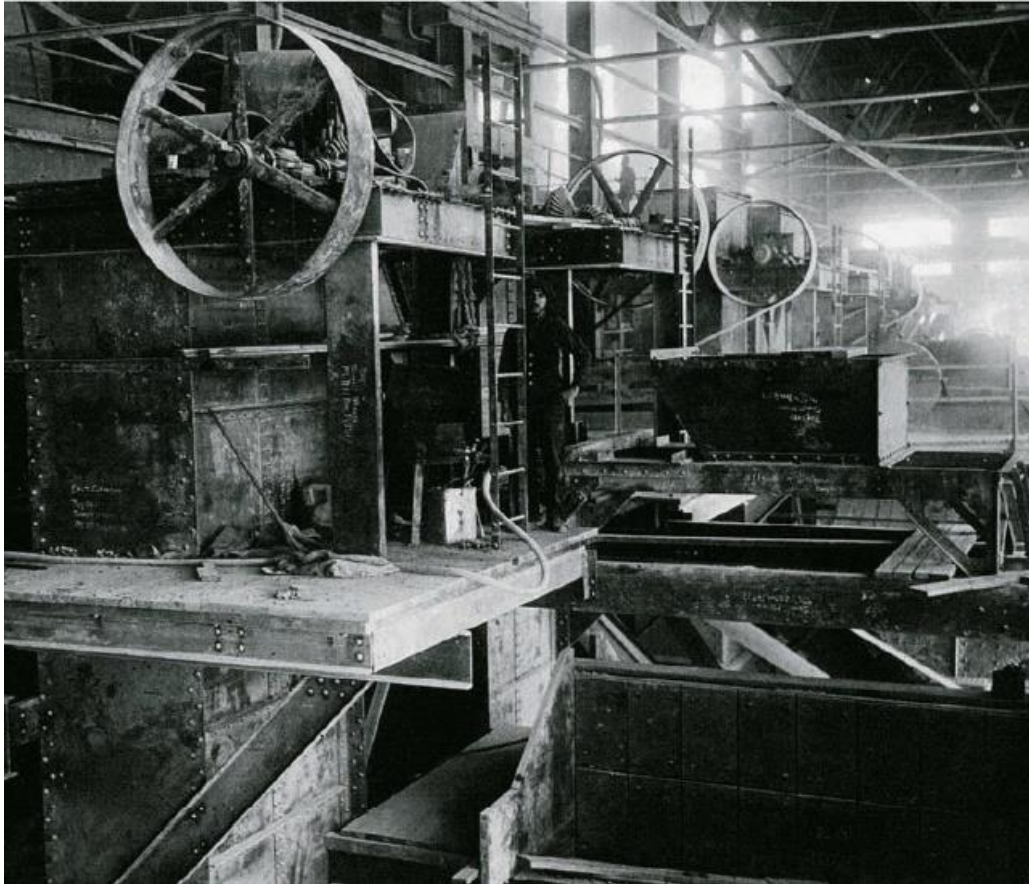


Ilustración 12.- Vista interior del Molino, 1906 (Fuente: CODELCO 2014)

Un nuevo gran proyecto había surgido entonces bajo la necesidad de mejorar los tiempos de traslado y debido a que no se podía contar siempre con carretas para llevar el mineral hasta Graneros, se decidió en el año 1906 comenzar con la construcción de un ferrocarril que uniera la mina y la ciudad de Rancagua con diferentes estaciones en su recorrido, era evidente la importancia de este medio de transporte, pero su construcción completa tardaría varios años debido las condiciones del terreno en la parte más alta que está dominado por caminos zigzagueantes (Braden Copper Company, 1954).

En 1907, mientras se efectuaban los trabajos del ferrocarril se produjeron cerca de 3.200 toneladas de con centrado que fueron embarcadas a los Estados Unidos y Gran Bretaña, pero debido a la depresión económica del mismo año la Braden Copper enfrentó una crisis financiera en el año 1908, a esto se le sumaban todos los gastos de flete que se debía pagar debido que al trabajar con minerales de baja ley, se debía remover una gran cantidad para justificar su extracción, sin embargo y a pesar de esto se levantó cercano al molino, una pequeña planta de refinación que tenían capacidad para fundir entre 400 y 500 toneladas de cobre al día, logrando lingotes con un 38% o 44% llamado "cobre matte" (García, 2005). Es por ello que para poder financiar la construcción de las instalaciones, Braden debió pedir un préstamo contra la hipoteca del yacimiento, logrando reunir 4 millones de dólares de la firma Guggenheim, pero cediendo a la misma empresa gran parte de las acciones y proyectos. En 1909 se hizo efectiva la hipoteca que había contraído la Braden Copper para financiar El Teniente y la empresa pasó a formar parte de la Guggenheim Exploration Company. El financiamiento no solo pudo ser utilizado para superar la crisis, además, se pudieron ampliar las infraestructuras, construir la planta de ácido y se planificó la pronta construcción de una central hidroeléctrica en Coya, una nueva fundición en Caletones y continuar los trabajos del ferrocarril (Quijada, 2007).

Paulatinamente, el campamento se expandía en las laderas del cerro Negro, tal como se aprecia en una vista general del campamento en la *Imagen 13*, sin saber nadie aún que en los años siguientes se convertiría en una verdadera ciudad minera. Es importante considerar el clima predominante de la Cordillera de los Andes ya que la mayor parte del año se produce caída de nieve que cubre los cerros, esto debía tenerse en cuenta al momento de realizar las construcciones, sin embargo, la ventaja radicó que al ser un clima conocido en Norteamérica este desafío pudo ser afrontado con maestría.



Ilustración 13.- Sewell, 1909 (Fuente: Garcés, 2010).

A partir de 1909, la presencia de Braden Copper en Rancagua dio origen a un Patio industrial que fue conocido como Patio Rancagua. Sus inicios fueron una pequeña estación de trenes a la Estación de Ferrocarriles del Estado y una bodega; con el pasar de los años y gracias a su expansión se instalarían en ese lugar almacenes, así como surgió en su interior un complejo metalúrgico integrado por un aserradero, una carpintería y una pequeña fundición de utilidad para las faenas que crecían.

En septiembre del mismo año el Sr. William Braden escribió un reporte de la mina que se publicó en el Boletín Minero de enero de 1910, en el cual indica,

“Las minas no operan todavía a una gran escala”, “El mineral es extraído por carros de corriente trifásica de 1 tonelada a través de un túnel que es transportado al Establecimiento recorriendo 2630 metros y 550 de desnivel en bajada por medio de un andarivel de doble vía sistema Riblet”, “los pagos a los mineros son realizados 3 veces al año, enero, mayo y septiembre, pero pueden recibir el 80% del valor de su trabajo en cualquier momento” (Braden, 1919).

Ese año el sector Fortuna dejó de explotarse de manera regular, esto producto que el sector Teniente tenía mejores leyes de cobre entre 4 y 5%, lo que dio origen a diversos niveles indicados con letras desde la A hasta la J, siendo el nivel Teniente J la operación más alta a 3.138 m.s.n.m. y piques al interior de la mina numerados, estos trabajos en el nuevo sector fomentaron en años posteriores a la construcción de nuevos campamentos en el sector Teniente como el campamento Teniente 1, Teniente 3 y Teniente C inaugurado en 1919 a 2.800 m.s.n.m. (CODELCO, 2005).

Braden siguió participando de la administración de la mina, pero con menos responsabilidades que antes. En 1910 abandonó el yacimiento, pero continuó el estudio sobre yacimientos chilenos, ayudando a fundar los cimientos de lo que hoy es la Gran Minería del Cobre (García, 2005).

7.2.2 Coya

El campamento de Coya se ubica al oriente de Rancagua y a unos 900 metros sobre el nivel del mar y está situado en una zona de microclima con un bello paisaje cordillerano, por lo que también ha sido conocido como el campamento-jardín del mineral. En cuanto al origen de su denominación, se dice que era el nombre del cacique inca que vivió en el pueblo de indígenas durante el período prehispánico, que luego ocupó la Hacienda Perales. Posteriormente, Braden Copper otorgó dicha denominación a la central hidroeléctrica o casa de fuerza. Fue en este el lugar que se llevó a cabo la construcción de la planta Hidroeléctrica y buscaba aprovechar las aguas del río Cachapoal (CODELCO, 2005).

La planta Hidroeléctrica se comenzó a construir en 1909, si bien la central ubicada en el Molino lograba proporcionar en forma suficiente la electricidad, se buscaba producir más energía para cubrir el aumento de nuevos proyectos y la demanda de energía que se requeriría en las nuevas instalaciones que se construirían.

La planta logró ponerse en funcionamiento finalmente en 1911, en esta área sus trabajadores se caracterizaron por operar equipos de generación eléctrica que eran la “última palabra” en Estados Unidos y cuyas unidades generadoras aumentaron conforme creció el procesamiento de mineral. Así, Coya se compone de cuatro turbogeneradores, que funcionan con una caída de agua de 125 metros de altura, produciendo 27.500KW normalmente y un máximo de 30.500 KW (CODELCO, 2005).

La generación eléctrica de la planta de fuerza ha jugado un rol importante para impulsar el ritmo al que la mina iba creciendo, y al igual que otros campamentos que se iban formando para abastecer los procesos industriales de la mina, ésta también creció en población llegando a tener 1.000 habitantes y contó con servicios sociales que consistían en viviendas para personal soltero y casado, una posta, escuela, teatro, almacén, club social, un hermoso parque, sedes sindicales e infraestructura deportiva, como cancha de palitroque, canchas de tenis y una gran cancha de fútbol. Coya incluyó también a una de las primeras estaciones del ferrocarril, ubicada a aproximadamente 25 kilómetros de Rancagua, como parte de lo que sería la conexión a Sewell por vía férrea (García, 2005).

7.2.3 Seguridad

En las explotaciones y construcciones, desde los primeros años era común ver mineros y operarios sin elementos de protección personal, en 1910 poco después de obtenidas las primeras toneladas de cobre, se establecieron medidas de seguridad, con el objetivo de proteger la vida de su fuerza laboral. Estas medidas consistían en difundir reglas orales y escritas acompañadas de afiches que establecían obligaciones, enseñaban la forma correcta de ejecutar el trabajo y sancionaban conductas temerarias, sin embargo, durante muchos años era habitual verlos apenas con guantes de trabajo, así como tampoco se disponía de un uniforme adecuado, la falta de cascos y otros elementos recién se subsanarían entre 1920 y 1930.



Ilustración 14.- Interior mina, 1914. (Fuente: CODELCO)



Ilustración 15.- Trabajadores en el Molino, 1914 (Fuente: CODELCO).

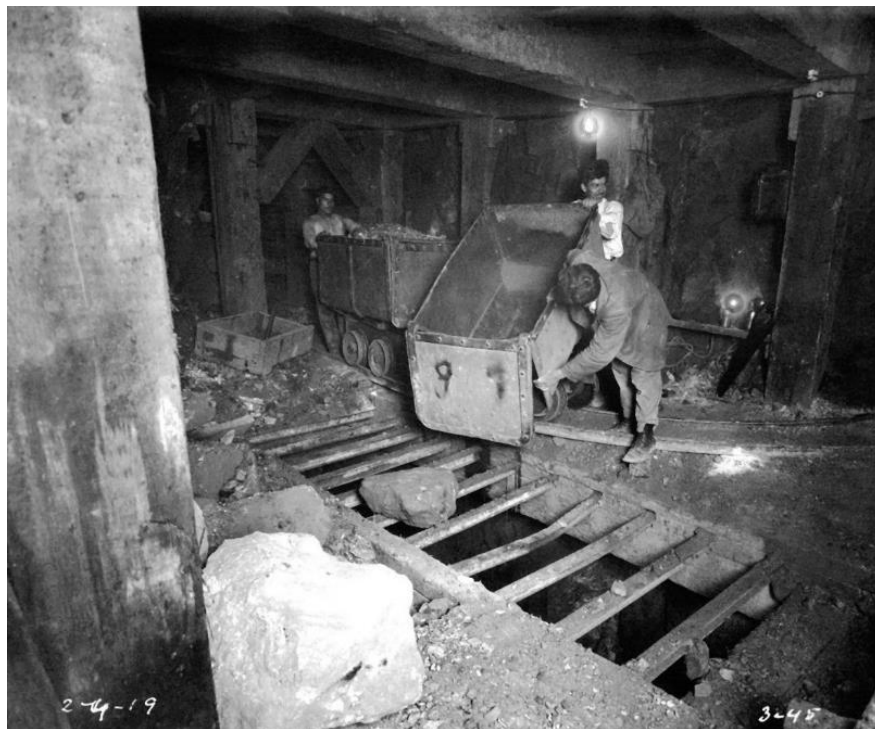


Ilustración 16.- Trabajos en la mina, 1919 (Fuente: CODELCO).

7.2.4 Sewell

En 1915, el campamento ubicado cerca del Molino ya albergaba cerca de 9.000 personas habitando sus instalaciones y se había caracterizado por estar compuesto de construcciones dispersas entre sí, sin seguir ningún orden establecido, ese mismo año y tras fallecer Barton Sewell en New York, quien fue ex - presidente de la Braden Copper, el campamento pasa a denominarse Sewell.

Lamentablemente Barton Sewell nunca pudo viajar desde Estados Unidos para visitar el yacimiento, a pesar de ello, fue uno de los grandes impulsores que apoyaba a Braden para que pudiera llevar adelante su proyecto. (Gránese, 2004)



Ilustración 17.-Aviso de prensa de la Braden Copper 1915, Diario la Aurora 18 de marzo de 1915. (Fuente: Stgonostalgico, 2014).

Con el aumento de la población también aumentaron los servicios que se iban consolidando para los habitantes, estos servicios consistían en esa época en plazas, hospitales, teatros, almacenes, iglesia, registro civil, entre otras muchas actividades de las cuales podía disponer una ciudad, además en las tiendas se transaban precios realmente bajos y la compañía priorizaba traer los mejores alimentos para sus habitantes.

7.2.5 Ferrocarril

El ferrocarril a Sewell, en ese entonces conocido como “El Establecimiento Beneficiador de Minerales”, fue inaugurado en el año 1911, después de vencerse muchas dificultades inherentes a la construcción de una línea angosta en terrenos extremadamente escabrosos, tratándose de un recorrido zigzagueante de poco más de 70 kilómetros de distancia recorrida, para cubrir una distancia que en línea recta era de 40 kilómetros, uniendo así Rancagua y El Establecimiento. La línea férrea asciende desde los 480 m.s.n.m. hasta los 2.100 m.s.n.m. En la ilustración 18, se observa una locomotora de carga 1920, además existían locomotoras para transporte de personal (Lorca, 1913).

Este medio de transporte permitió a su vez transportar las locomotoras y carros que en 1911 se implementarían para el transporte de mineral desde el interior c mina, circulando por distintos túneles. Esto permitió cambiar el antiguo método de transporte al interior mina que se realizaba empujado de manera manual por “carreros” quienes movían una tonelada, dando paso al acarreo eléctrico donde una locomotora de 15 carros podía transportar 5 toneladas en cada carro, es decir 75 toneladas en total (Gránese, 2004).



Ilustración 18.- Ferrocarril Sewell, 1920 (Fuente: CODELCO, 2018).

En Sewell ya era evidente que el ferrocarril permitiría reducir de manera significativa los tiempos de traslado de personas y materiales, con ello aumentar el ritmo incesante con la que la ciudad crecía. Algunas estaciones al año 1913 de la línea son Baños, Coya, Maquis, Barahona, Cruce, El Teniente, Caletones, Sewell. Desde Rancagua a El Establecimiento el tiempo de viaje es de 5 horas y 30 minutos. (Lorca, 1913). Un bosquejo de 1919 por Fuenzalida detalla las estaciones de ese año y como el camino zigzagueante del tren se abría paso desde el patio Rancagua hasta la Estación El Teniente.

La ciudad de Rancagua fue el punto de salida hacia Sewell. Logró finalmente operar de manera regular a partir de 1915. Los primeros viajes no duraban menos que un trayecto en carreta. Las permanentes obras de mejoramiento llevaron a disminuir las horas del recorrido, ofreciendo un servicio útil y uniéndolo la ciudad con la montaña. La historia de este ferrocarril es tan larga y con tantas curvas como su recorrido y forma parte importante de la vida de los mineros, impactando positivamente el desarrollo de Rancagua y de los que es actualmente la comuna de Machalí (CODELCO, 2014).

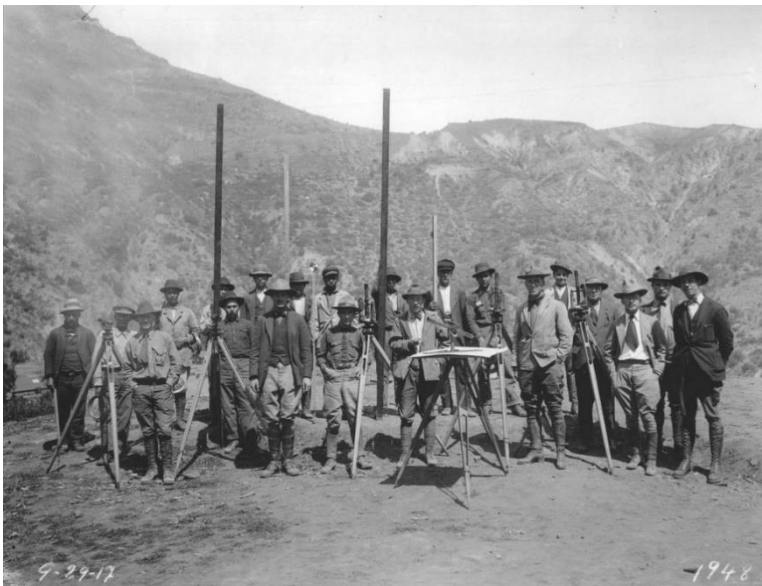


Ilustración 19.- Croquis, Línea Ferrocarril, Escala 1:500.000 (Fuente: Fuenzalida, 1919).

7.2.6 Caletones

La primera planta de fundición fue construida en Sewell, esta generaba cobre a partir de concentrado de cobre, luego en 1915 se construyó otra planta cercana a la primera fundición que producía cobre Blíster, Caletones fue entonces el campamento de la tercera fundición de El Teniente y producía cobre refinado

Caletones, llamada de manera poética “la ciudad del fuego” o “de la chimenea” comienza su construcción en 1917, esta hazaña estuvo a cargo del ingeniero Cappelen Smith y se inauguró finalmente en 1922. Esta ciudad fue la segunda más grande en población, y en sus cercanías se encuentra una fábrica de ladrillos. El campamento se ubica 6 kilómetros abajo de Sewell, en una explanada a 1.500 m.s.n.m. y su población alcanzó a 3000 personas en la década del cincuenta, quienes contaban con todas las comodidades de los otros grandes campamentos del yacimiento, donde se construyeron recintos habitacionales para los trabajadores centros comerciales, educacionales y de entretenimiento, teatros, canchas de deportes, registro civil, y centros médicos. (García, 2005).



*Ilustración 20.- Topógrafos Norteamericanos
Caletones,1917 (Fuente CODELCO, 2018).*



*Ilustración 21.-Caletones,1920
(Fuente CODELCO, 2018).*

7.2.7 Pangal

La central hidroeléctrica de Pangal y el campamento que llevan este nombre lo adoptaron del mismo río en cuya ribera fueron edificados. En una región más agrícola que minera, la central hidroeléctrica Pangal fue construida a 12 kilómetros de Coya y a 1.400 metros de altura, destaca su construcción la bocatoma de madera en las laderas del cerro, donde los trabajadores se expusieron a riegos de rodados y desafiaron las alturas, la *Ilustración 22* expone como se llevó a cabo tal hito.

La central quedó emplazada en una estrecha garganta del río Pangal, en la confluencia de los ríos Blanco y Paredones. Entró en operaciones en 1919, integrada por la casa de fuerza con potentes turbinas, una tubería, un canal de aducción y una bocatoma con su tranque de distribución, cuyos equipos fueron importados de Estados Unidos en barco y luego transportados en carretas hasta su ubicación definitiva.

En 1920 la potencia instalada fue de 10.220 kVA. Tanto la bocatoma como la central hidroeléctrica tuvieron sus campamentos respectivos. Este último dispuso de una oficina general, staff house, posta, almacén, bodegas y viviendas, todo rodeado de hermosos valles. Los niños debían viajar en una "góndola escolar" para asistir diariamente a la escuela de Coya. (CODELCO 2005)



Ilustración 22.- Construcción de Bocatoma, Pangal 1919 (Fuente: Stgonosltalgico, 2014).

7.2.8 Ley Seca

La ley seca se había impuesto por el Departamento de Bienestar Social desde los inicios de esta en 1920, consistía en prohibir el consumo de bebidas alcohólicas de forma total dentro de los campamentos, esto con el propósito de evitar accidentes en el trabajo, sin embargo, el contrabando de alcohol fue recurrente durante estos periodos lo que dio origen a contrabandistas los que eran conocidos como “guacheros”, ellos inventaban diversos métodos ingeniosos para lograr su cometido, viajaban a pie o en burro y bordeaban los campamentos para no pasar por la puerta principal, pidiendo altos precios, por ello en 1916 se fundó un cuerpo de vigilantes quienes eran encargados de realizar la fiscalización (García, 2005).

A pesar de que la ley seca era de conocimiento público, se autorizaba el consumo en ocasiones especiales como cumpleaños, bautizos, matrimonio y cualquier ocasión que supusiera una celebración de esta índole, mediante un permiso otorgado por la empresa se podía consumir una pequeña cuota. Cada 18 de septiembre, día que se celebra el aniversario de la Primera Junta Nacional de Gobierno de Chile, la compañía organizaba una celebración, trasladando en el ferrocarril desde Rancagua garrafas de vino, pisco y cerveza que eran repartidos entre los trabajadores desde el mismo carro del tren asignándole a cada trabajador una cantidad fija de alcohol que podía consumir.

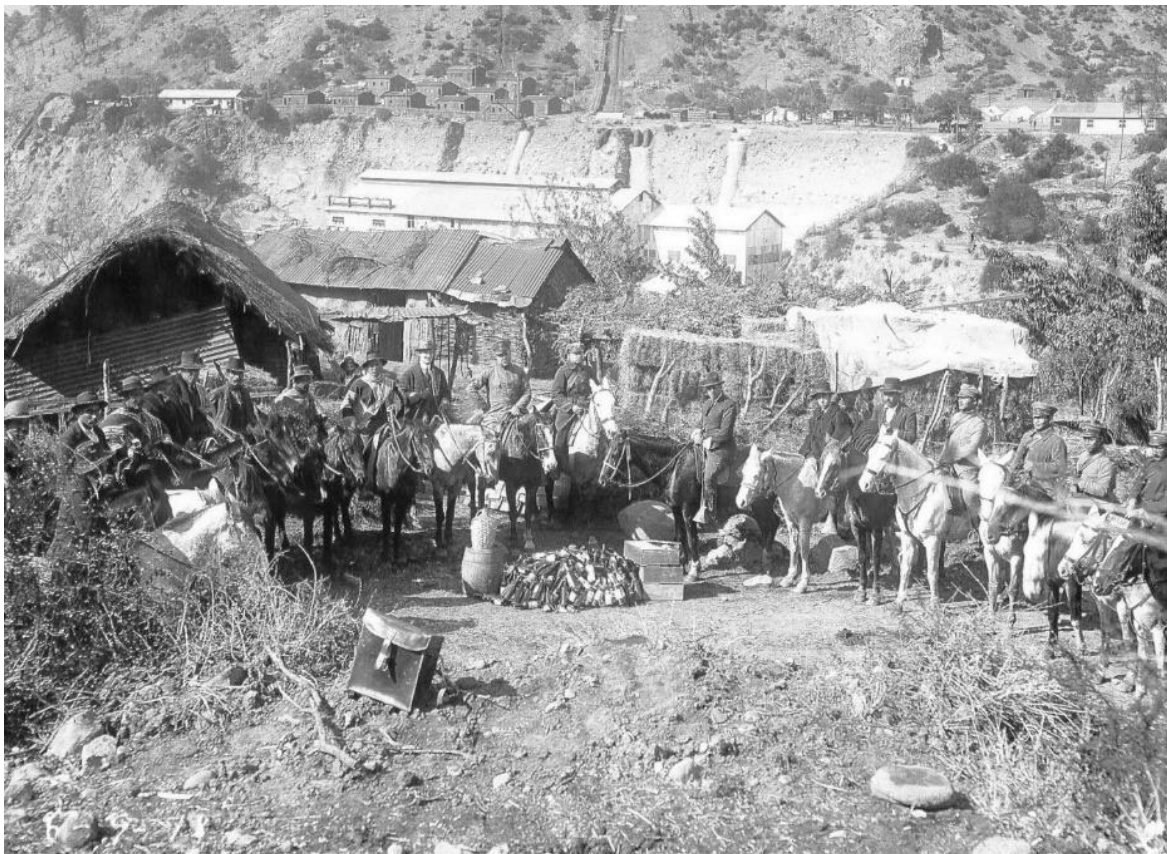


Ilustración 23.- Contrabando de Alcohol, Sewell 1926 (Fuente: CODELCO 2018).

7.3 El Teniente entre los años 1931 a 1960

Por el año 1940 se comenzó a variar en la forma explotación del gran macizo rocoso, dando paso a un sistema tradicional de hundimiento de bloques macizos, pero sin desarrollar caserones. Después se utilizó el método de hundimiento por bloques o "Block Caving" que ha continuado vigente por décadas (CODELCO, 2006).

Es importante recalcar que durante estos años los avances en infraestructura y procesos continuarían, difícilmente se podría describir cambio tras cambio, lo que si quedó grabado en el corazón de los habitantes de Sewell fueron las tragedias ocurridas durante este periodo

7.3.1 "La Muerte Blanca"

Los meses de agosto destacaban de manera en particular por ser sinónimo de graves rodados, esta situación se generaba por la inevitable caída de nieve que se acumulaba para estos meses. Durante los años de campamento múltiples avalanchas se registraron, estas no solo causaban daños estructurales en las casas, también eran responsables de muertes en Sewell.

Una de las más tristemente memorables catástrofes de esta naturaleza fue la ocurrida el 8 de agosto de 1944 y producto de un intenso temporal, tres sucesivos aludes de nieve bajaron con fuerza avasalladora por la ladera sur de la Quebrada Coya. Destruyendo parte del "camarote" 111; los edificios 160, 161 y 162 que integraban la Población O'Higgins; el puente Rebolledo construido para salvar el río Coya y conducir la canal de relaves del concentrador Sewell a la fundición Caletones; tramos de la línea férrea a Sewell; los "camarotes" 205 y 206; los edificios 20 y 243; la Escuela N° 38 y la casa del director de la Escuela N° 10; y los extremos de los "camarotes" 209 y 210. Este rodado cobró la vida de 102 personas, entre niños, mujeres y varones que vivían en casas de los "camarotes" y edificios, o transitaban cerca de ellos, en el trágico momento. Así como algunos habitantes se salvaron milagrosamente por encontrarse fuera de sus hogares, otros adultos y familias sobrevivieron perdiendo todos sus enseres (García, 2005).

De inmediato, la empresa dispuso cuadrillas de voluntarios para rescatar personas y buscar cuerpos entre los escombros, labor que duró 10 días. Por su parte, el Departamento Bienestar Social proporcionó ropa seca y alimentos a los damnificados, reubicándolos y entregándoles mobiliario básico y mercadería mientras ocuparan habitaciones disponibles (García, 2005).

El trágico saldo de la gran avalancha el año 1942, fue de 102 personas fallecidas y se 200 heridos, junto con el registro de varias más en el pasar de los años motivó a que en 1963 se creara el Comité de Avalanchas, este comité existió con el fin de realizar estudios meteorológicos, conformado por 24 hombres divididos en 2 escuadrillas, las

que desarrollaban labores de rescates cuando se presentaban catástrofes producto de la nieve del lugar (García, 2005).

Entre otras medidas implementadas, Braden Copper protegió esa ladera sur del campamento con enormes muros de concreto, levantó grandes mallas de acero con cables en los cerros próximos a Sewell e instaló estaciones de meteorología. Sin embargo, a la luz de cifras del rodado: lugar, altura, velocidad, forma de avalancha y número de víctimas, analizadas contemporáneamente, se puede afirmar que se trató de la mayor avalancha ocurrida en El Teniente y en la zona central de Chile durante el siglo XX. Fue un desastre tan dantesco, como el que acontecería el año siguiente. (CODELCO, 2005)

7.3.2 La Tragedia de “El Humo”

Casi a un año después de la tragedia de la “Muerte Blanca” tiene lugar la mayor tragedia que se registra en la historia de Sewell y de la minería chilena, conocida como la “Tragedia de El Humo”. Era la madrugada de 19 de junio del año 1945, cuando alrededor de las 7:30 de la madrugada se produjo un incendio en las instalaciones mineras que duró alrededor de 10 horas y comenzó, en la fragua del taller mecánico, ubicada en la boca de un socavón (García, 2005).

La fragua de El Teniente, ubicada en el nivel Teniente 1, se encendía todas las mañanas, pero ese día el aceite para aceitar los carros, que habitualmente era calentado sobre la fragua para adelgazarlo, se piensa que se calentó excesivamente, posiblemente producto de una capa de hielo acumulado sobre el aceite, así éste habría hecho explosión desparramando aceite sobre la fragua y su entorno. El incendio se propagó velozmente al interior mina, debido a que cerca de la fragua había sectores con material fácilmente inflamable, como el rubberoil y enmaderados, conectados con las fortificaciones de madera de la mina. Además, esta tarea estaba asignada a un operario que no era herrero y que debió irse, a trabajar a su taller, después de encender la fragua, dado que la compañía había suprimido dicho puesto por razones económicas. (Baros, 2000).

Una vez comenzado, el incendio no pudo apagarse porque no existían llaves de agua entre el pozo de las locomotoras y la fragua, al poco después del comienzo del incendio y producto de la combustión producida por el abundante monóxido de carbono desprendido se produjo otra explosión que empujó los tapados hacia fuera, desatando una violenta corriente de aire, el incendio propagó entonces el monóxido de carbono por varios túneles del mineral (Baros, 2000).

Solo murieron 3 personas a causa directa del incendio, siendo la asfixia por el humo el gran responsable del mayor número de muertes, el cual una vez originado se propagó en diferentes labores atrapando de manera sorpresiva a los mineros que desesperadamente intentaban huir con escasa visibilidad. El humo terminó desmayando y asfixiando al personal atrapado. Se registraron en total 355 muertos ese día (Danús, 2007).

Un mural del pintor Claudio Goycoolea alusivo al día más terrible en Sewell, se puede encontrar en el Museo Minero de Codelco-Chile, División El Teniente, *Ilustración 24*. Es esta una de las mayores tragedias de la historia de la minería en Chile y en el mundo y a los funerales de los trabajadores fallecidos asistieron diversas autoridades de la época. Este grave acontecimiento impulsó el desarrollo de una serie de medidas legales para fortalecer la Seguridad Minera.



Ilustración 24.- Mural de conmemoración de la Tragedia del Humo, Sewell (Fotógrafo, Leydy, 2013).

7.3.3 Seguridad Minera

Después de los sucesos y la tragedia del humo, sumada las avalanchas del anterior año, se desarrolló el más importante Departamento de Seguridad y Prevención de Riesgos, no sólo a nivel país, sino que con proyección mundial. Se produjo un cambio de actitud del trabajador respecto a su propia seguridad laboral. Para organizar esto se contrató a ingeniero de minas norteamericano, Stanley Jarret quien además de organizar el Departamento de Seguridad fue pionero mundial en esta área. Sus aportes en la empresa destacan desde el momento de su llegada en 1945 hasta su retiro en 1968 (Danús, 2007).

La Seguridad en la Minería entonces comienza su largo proceso de mejorar a través del tiempo brindando nuevas tecnologías aplicadas a este tema, con el objetivo específico de proteger la integridad de los trabajadores.

Desde 1945 a la fecha los avances en seguridad, seminarios, cursos y elementos de protección personal son destacables, y ya era habitual que los mineros usaran cascos, guantes y mascarillas, la *Ilustración 25* del año 1965 refleja en una sola fotografía la seguridad en esos años, nótese el letrero en la parte superior que indica “USELOS”, una clara referencia a usar los EPP (Elementos de Protección Personal).



Ilustración 25.- Mineros usando EPP, se dirigen a hacia la Faena, 1965 (Fotógrafo, Celtis 1965).

7.4 El Teniente entre los años 1961 a 1990

7.4.1 Chilenización y Nacionalización del Cobre

La Corporación del Cobre, CODELCO nació en 1966, bajo el gobierno del presidente Eduardo Frei Montalva, como sucesora del antiguo Departamento del Cobre, en el marco del proceso de “Chilenización del Cobre”, que se realizó mediante la ley 16.425. Su misión fue representar al Estado de Chile en los directorios de las nuevas sociedades mixtas que se crearon para administrar los yacimientos de El Teniente, Andina, Exótica, Chuquicamata y El Salvador, que hasta ese entonces estaban en manos de empresas extranjeras. Su función también fue fiscalizar su quehacer operativo debido a que este organismo contaba con mayores atribuciones que el antiguo Departamento del Cobre en la comercialización del metal. La nueva ley facultaba además al Presidente de la República para que, en situaciones de conflictos bélicos o grandes perturbaciones, decretara el monopolio de la exportación del cobre y sus subproductos (Codelco,1989).

Para entonces aún El Teniente era propiedad de la Kennecot Company, a través de la Braden Copper Company. La chilenización del cobre, también conocida como “Nacionalización Pactada” contemplaba la adquisición inmediata del Estado, a través de la Corporación del Cobre, del 51% de cada una de las compañías mixtas con la mayor parte de participación de los miembros del directorio, mientras que su operación “en terreno” quedó a cargo de las antiguas mineras norteamericanas. Fue entonces cuando nació la Sociedad Minera El Teniente S.A. (Codelco,1989).

Más tarde, en 1971 y bajo el gobierno del presidente Salvador Allende Gossens, con la promulgación de la ley 17.450, se concreta la “Nacionalización del Cobre”, efectuándose así el traspaso, a manos del Estado de Chile, del 100% de las acciones, es decir absorbiendo las acciones que todavía estaban en poder de las compañías extranjeras. (Codelco,1989). Este hito es importante en la historia minera de Chile, era habitual ver afiches respecto al tema, la *ilustración 26* representa un afiche de la época “Chile se pone los pantalones”

Finalmente en 1976, bajo el gobierno del presidente Augusto Pinochet Ugarte, a través del Decreto Ley 1.350, según el cual CODELCO queda como la única sucesora legal de las Sociedades Colectivas del Estado, producto de ello la mina subterránea más grande del mundo pasa a formar parte de CODELCO como División El Teniente.



Ilustración 26.- Afiche, La Nacionalización del Cobre, 1971 (Fuente: Larrea, 1971)

7.4.2 Plan de Expansion 280

Entre los años 1967 y 1970, la Braden Copper inició un importante plan de expansión en El Teniente, con la mayor inversión minera de la época, la operación se bautizó como “Plan de Expansion 280” o también conocido como el “Programa 280”, se llamó así por que mediante nuevas instalaciones se buscaba aumentar la producción de 180 mil a 280 mil toneladas de cobre anuales. La única manera de lograr esto era renovando la explotación y mejorando la capacidad de proceso del mineral, cuya vieja infraestructura se hizo insuficiente. Se inicia así, una etapa de crecientes modernizaciones, que implicó la construcción del Nivel Teniente 8. A ello se agregó el desarrollo de infraestructuras de mantención y transporte subterráneo, el crecimiento de la fundición Caletónes, el aumento del abastecimiento eléctrico, la ampliación de tranques de relaves, captación de agua, construcción de la nueva carretera. Destaca además la construcción de un segundo concentrador llamado “Concentrador Colón” por lo que la mina alcanza una producción de hasta 60.000 toneladas de mineral por día, mediante 2 módulos de 28.000 toneladas de mineral al día cada uno (CODELCO, 2014).

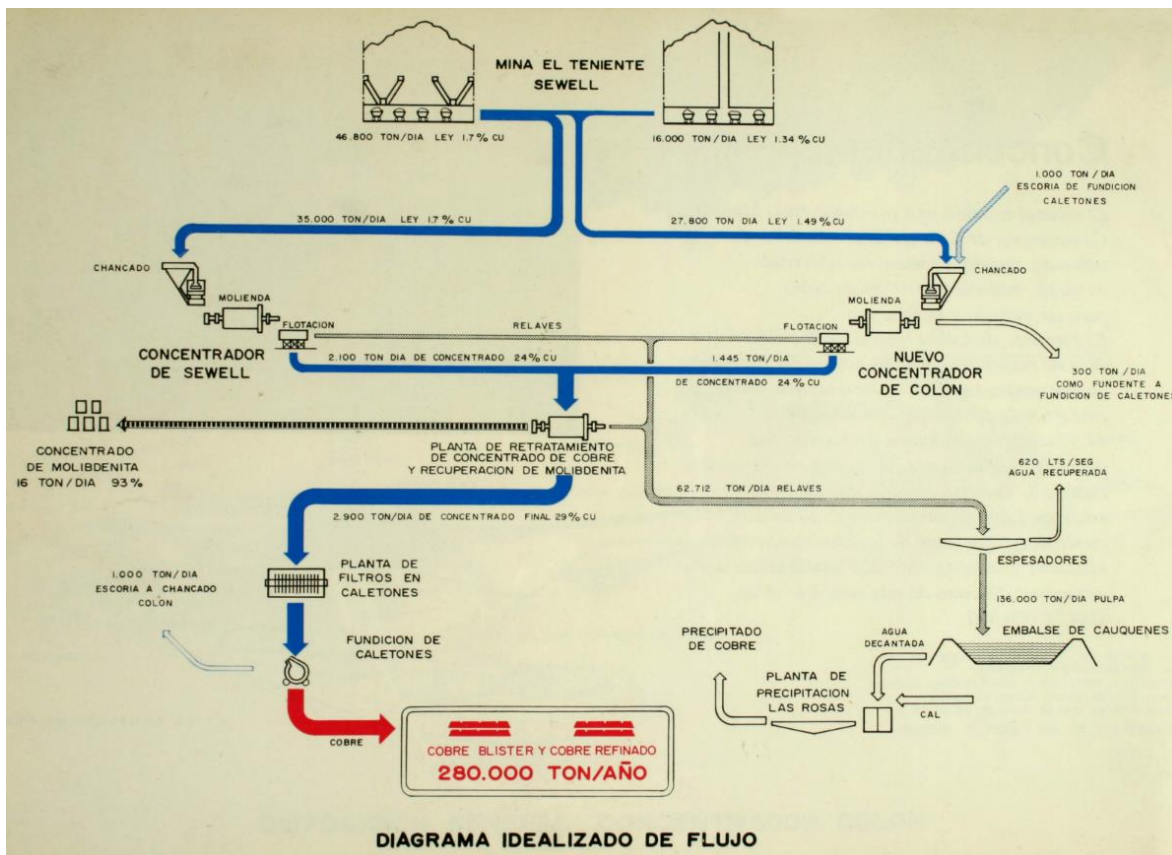


Ilustración 27.- Diagrama Idealizado de Flujo, 1970 (Fuente Frei, 1970).

El ferrocarril como medio de transporte había cumplido un importante rol de acercar la mina al valle, pero en 1970 cede su lugar a la Carretera El Cobre, ruta que une todos los puntos de El Teniente en poco tiempo, con las comunas de Machalí y Rancagua. Las transformaciones siguieron (CODELCO, 2014).

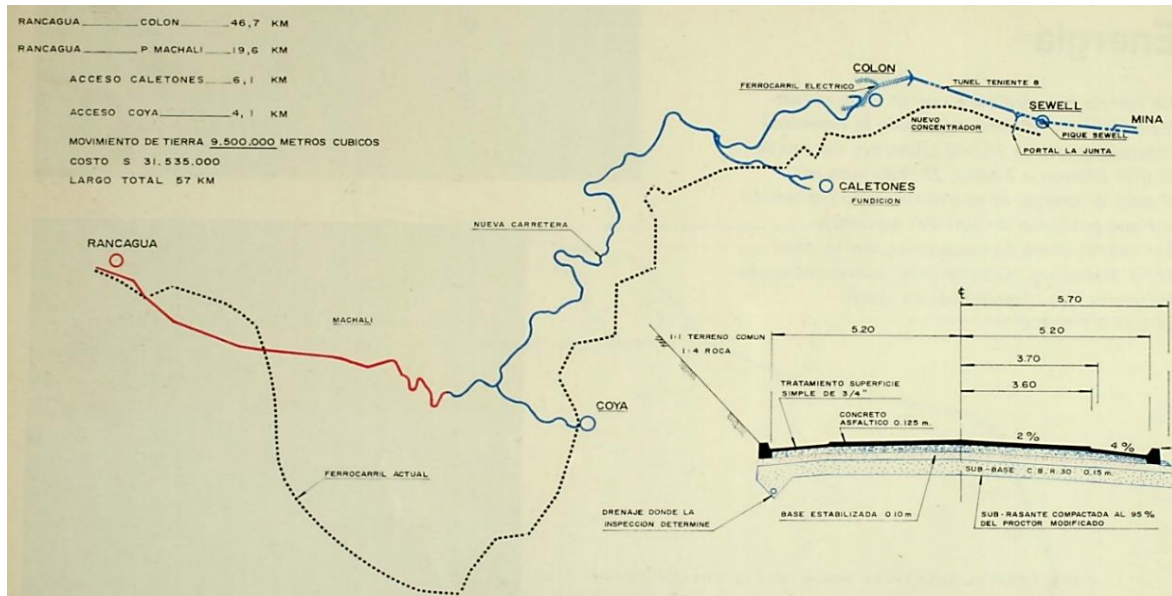


Ilustración 28.- Disposición general nueva Carretera, 1970 (Fuente: Frei, 1970).

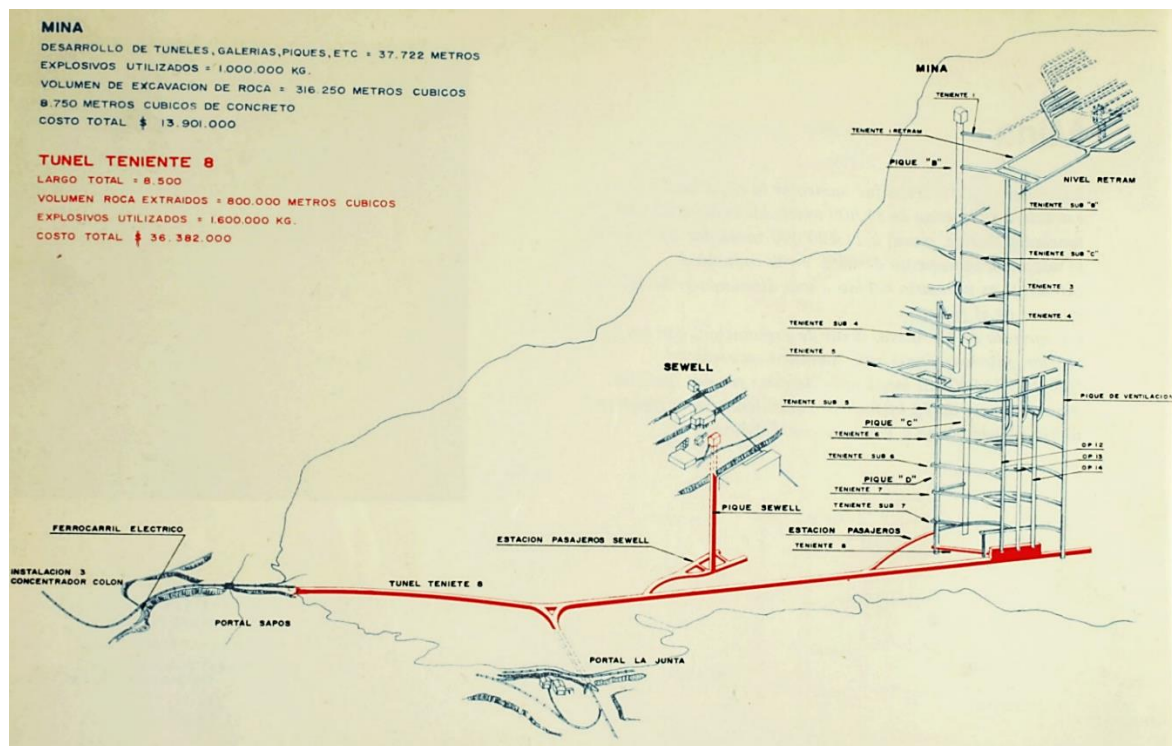


Ilustración 29.- Disposición general mina y túnel teniente 8 que conecta Planta Sewell y Colon, 1970 (Fuente: Frei, 1970)

7.4.3 Operación Valle

El plan 280 también dispuso a fines de los sesenta la “Operación Valle”, que consistía en el traslado de trabajadores y la población total de los habitantes de Sewell, Caletones y Coya a casas propias y definitivas en Rancagua, con la idea de insertarlos en la vida moderna. Era entendible que esta tarea no sería algo fácil de realizar debido a que muchas familias se formaron en los campamentos. La administración asesorada por sociólogos indaga las motivaciones profundas de las resistencias, y establece que las únicas dispuestas al cambio son las esposas de los trabajadores, que arriesgando su condición presente, perciben que la ciudad les brindará mejores oportunidades educacionales y laborales a sus hijos. Ellas aceptan irse, lo que marca el fin de los campamentos mineros en el área alta (CODELCO, 2014).

Para lograr este desafío de mover miles de familia, la empresa construyó 2.678 viviendas para los tenientinos y sus familias y la nueva vida de la población minera generó cambios en el valle y en su paisaje urbano, además se les brindaron servicios de educación, salud, deportes y recreación en la forma como se había acostumbrado en el campamento (Codelco, 2014).

Rancagua se transformó en la ciudad de las antenas, por el gran número de televisores. Con la fuerte presencia de los trabajadores de El Teniente en la ciudad surgieron nuevos barrios, clubes, locales sindicales y mutuales, entre otros servicios (Codelco, 2014).

7.4.4 Varios Proyectos

Surgieron proyectos de ingeniería propios como el horno Convertidor Teniente, que vería la luz en el año 1975; hubo modificaciones al método de extracción para poner en marcha el Proyecto Mina Futura mediante cargadores frontales prototipo LH y surgió una planta piloto de extracción de cobre por solventes, entre otras innovaciones para el beneficio de la productividad (Codelco, 2014).

A partir de 1980, fue incorporada la segunda planta de oxígeno y ampliada la Fundición Caletones. Este convertidor fue diseñado exclusivamente por El Teniente, y se caracterizaba por evitar el consumo de combustibles fósiles. Dos años más tarde en 1982 fue instalado el chancador primario subterráneo en el interior mina (García, 2005).

En 1985 comenzó sus operaciones la planta de extracción por solventes y electro-obtención del cobre contenido en las aguas de la mina. Este mismo año comenzó el funcionamiento del embalse Carén (García, 2005).

7.5 El Teniente entre los años 1991 a 2020

En este periodo se desarrollan avances a pasos gigantescos, atribuibles principalmente a la experiencia acumulada, al progreso industrial y al avance tecnológico que año a año toma mas fuerza, y considerando además, que el gran crecimiento de la economía nacional e internacional, marcan una pauta de modificación de las construcciones industriales que beneficia directamente a las mineras (García, 2005).

Comienzan las operaciones con los Molinos SAG I en 1991 y en 1992 fueron inauguradas la planta de molienda semiautógena y la planta de tratamiento de los polvos captados de la Fundición Caletones (García, 2005).

En 1996 CODELCO impulsó el Plan de Desarrollo El Teniente (PDT), que tenia como principal objetivo el lograr revertir la baja de productividad prevista por el agotamiento de algunos sectores de explotación, expandir la capacidad de producción y maximizar los excedentes (Codelco, 2014).

El 27 de agosto de 1998 bajo el decreto 857, el Ministerio de Educación declaró con la condición de Zona Típica y Pintoresca de la IV región, incorporando a este Monumento Nacional las instalaciones que habían subsistido, lo que obligó en 1999 a desocupar a los trabajadores que aún ocupaban las instalaciones.

Durante el 2000, se desarrolla el Plan de acción Estratégico del campamento Sewell, que contemplaba la apertura del Museo de la Gran Minería, la creación de un programa turístico en Sewell, y la postulación del campamento a la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Este mismo año la planta de chancado y molienda Sewell se paraliza debido a la baja en los procesos de producción sobre el nivel de planta Sewell y todo el proceso de Chancado y Molienda es derivado a Planta Colón, sin embargo, esta paralización solo sería por un periodo de tiempo ya que luego se requirió su reapertura para el proyecto Rajo Sur.

En la División El Teniente, el año 2004 comenzaron a utilizar el método de Fracturamiento Hidráulico como método de pre-acondicionamiento, con el fin de validarla en ambientes de altos esfuerzos y con roca con condiciones de alto riesgo sísmico, logrando resultados positivos de disminución de riegos sísmicos de la roca (Oyarce, 2017).

El año 2006 UNESCO declara a Sewell patrimonio la Humanidad, debido al ejemplo que representa de lo que fueron en su tiempo las “Colonias Industriales”, o “Ciudades Obreras” asentadas en las cercanías de los lugares productivos.



Ilustración 30.- El Teniente de noche, 2006 (Fuente: Archivo CODELCO 2006).

La incorporación de tecnologías de control remoto de equipos ingresa fuertemente en la minería mundial y es por ello por lo que, a partir del año 2008, El Teniente cuenta con validación industrial de equipos de carguío semiautónomos (LHD) utilizados en minería subterránea. Este proyecto permitió mejorar la seguridad de los trabajadores y contar con procesos más eficientes (Codelco, 2018).

Ese mismo año la fundición Caletones de la División El Teniente debe cumplir con las normas ambientales contenida en el DS 28, lo que da origen a la ejecución y operación de cuatro proyectos de inversión que disminuyeron sus emisiones de gases (CODELCO, 2018).

- La optimización del secado de concentrados
- El aumento de la captación de gases residuales de las plantas de ácido sulfúrico
- La reducción de la opacidad de los humos visibles de refinación a fuego
- La reducción de la emisión de arsénico en la limpieza de la escoria generada en la fusión en los Convertidores Teniente

El año 2012 se inicia el proyecto a cielo abierto “Rajo Sur” en la División El Teniente lo que plantea un desafío doble, la de mantener sus operaciones subterráneas a la vez que se extrae cobre de la superficie, este proyecto reactiva la plantas Sewell y Colón.

8. Desarrollo Minero Extractivo

8.1 Mina Subterránea

El Teniente es la mina de cobre subterránea más grande del mundo y se encuentra operando de forma ininterrumpida desde el año 1905 hasta la actualidad, 2020 y aún quedan proyectos de explotación que aseguran unos 50 años de producción. Algunas cifras de años anteriores arrojan que el año 2016 la mina tuvo una producción de 475 KTMF (miles de toneladas métricas finas) de Cobre (CODELCO, 2014).

8.1.1 Sectores y niveles

El gran yacimiento se ha explotado por sectores, siendo los primeros los denominados Fortuna y Teniente, actualmente se han explotado y explotan sectores como Dacita A, Diablo Regimiento, Reservas Sur, Pipa Norte, Esmeralda, entre otros, los que se explotan por medio del método Block Caving, que es el más adecuado para este tipo de yacimiento, varios niveles han sido creados posteriormente a los ya mencionados, y algunos de los más mencionados son Teniente 6, Teniente 8 y el actual Nuevo Nivel Mina (NNM).

Alrededor de siete niveles se explotan en forma simultánea y el conjunto de túneles y galerías tiene unos 3.000 Kilómetros, esta distancia equivale a viajar desde la ciudad de Arica a Puerto Montt. Estos niveles están conectados por piques que son labores verticales, y los trabajadores accedían inicialmente a la mina por trenes que llegaban a la Estación de Pasajeros, y se movilizaban por ascensores interior mina de gran capacidad, mientras que actualmente los trabajadores acceden por túneles con movilización por buses (CODELCO).

Es en el interior de la mina donde se inicia el proceso productivo de extracción de los minerales de cobre, que consta de las etapas unitarias convencionales de toda operación minera extractiva metálica: Perforación, Tronadura, Carguío y Transporte, que permiten extraer el mineral de cobre desde el yacimiento y transportarlo fuera de la mina para su procesamiento metalúrgico (CODELCO).

El objetivo del procesamiento metalúrgico es obtener Cobre de alta pureza, extrayéndolo metalúrgicamente desde los miles de toneladas de material mineralizado extraído en la mina. Si bien los minerales de cobre, que corresponden a Sulfuros Primarios, alcanzan individualmente contenidos del orden de hasta 36% de Cobre, o más, el material extraído en su totalidad se compone de minerales de mena, con valor económico, y minerales de ganga, sin valor económico, por lo en su conjunto solo contiene un bajo porcentaje de cobre, con leyes de Cu del orden del 1% de Cu fino contenido o leyes inclusive menores, por lo que el desafío del proceso Metalúrgico es obtener ese 1% Cobre fino contenido en las rocas, con la mayor recuperación y pureza posible (CODELCO).

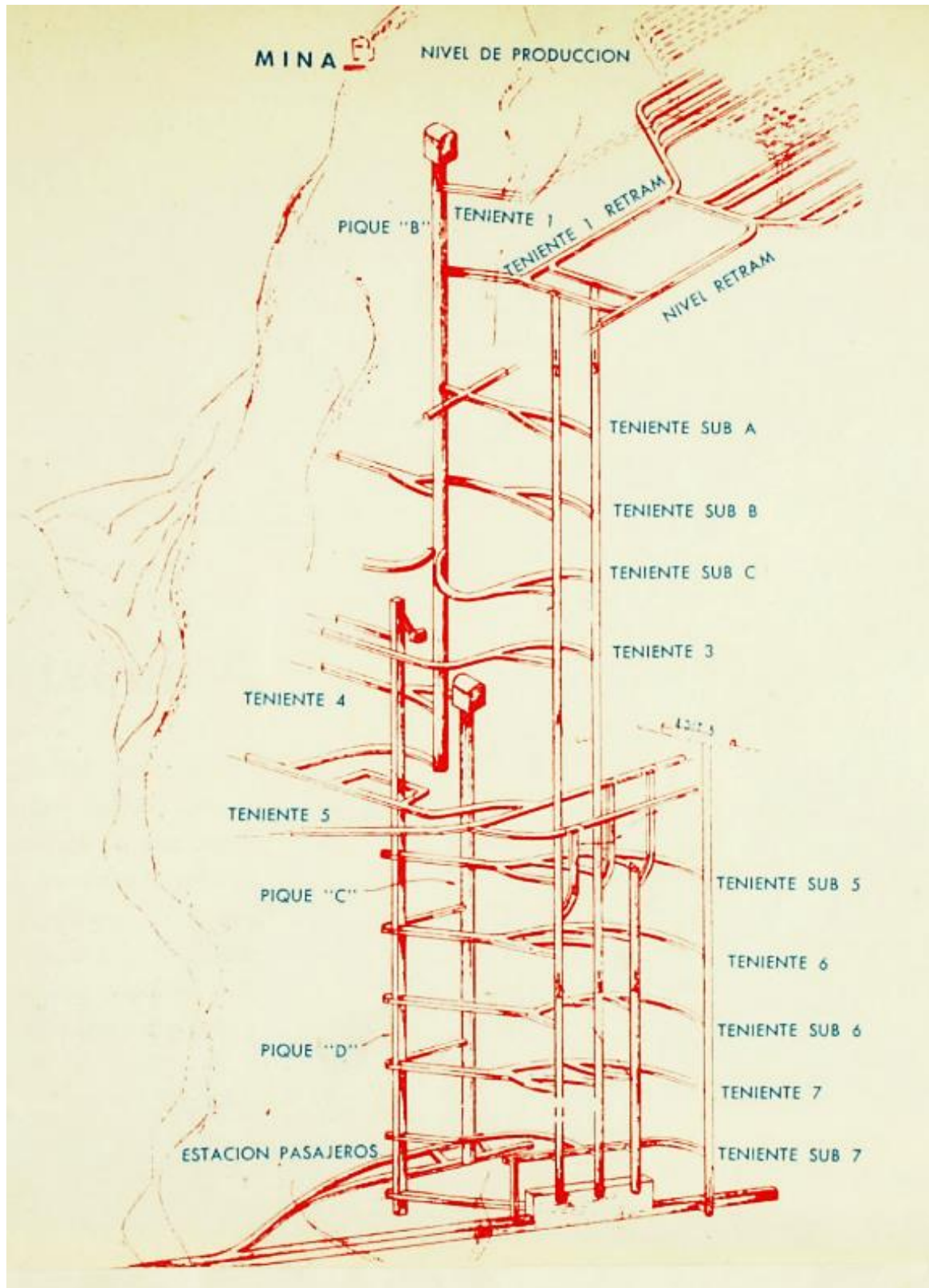


Ilustración 31.- Esquema vertical de labores subterráneas de El Teniente, 1970. Se observan diferentes niveles y piques de traspaso (Fuente: Frej, 1970).

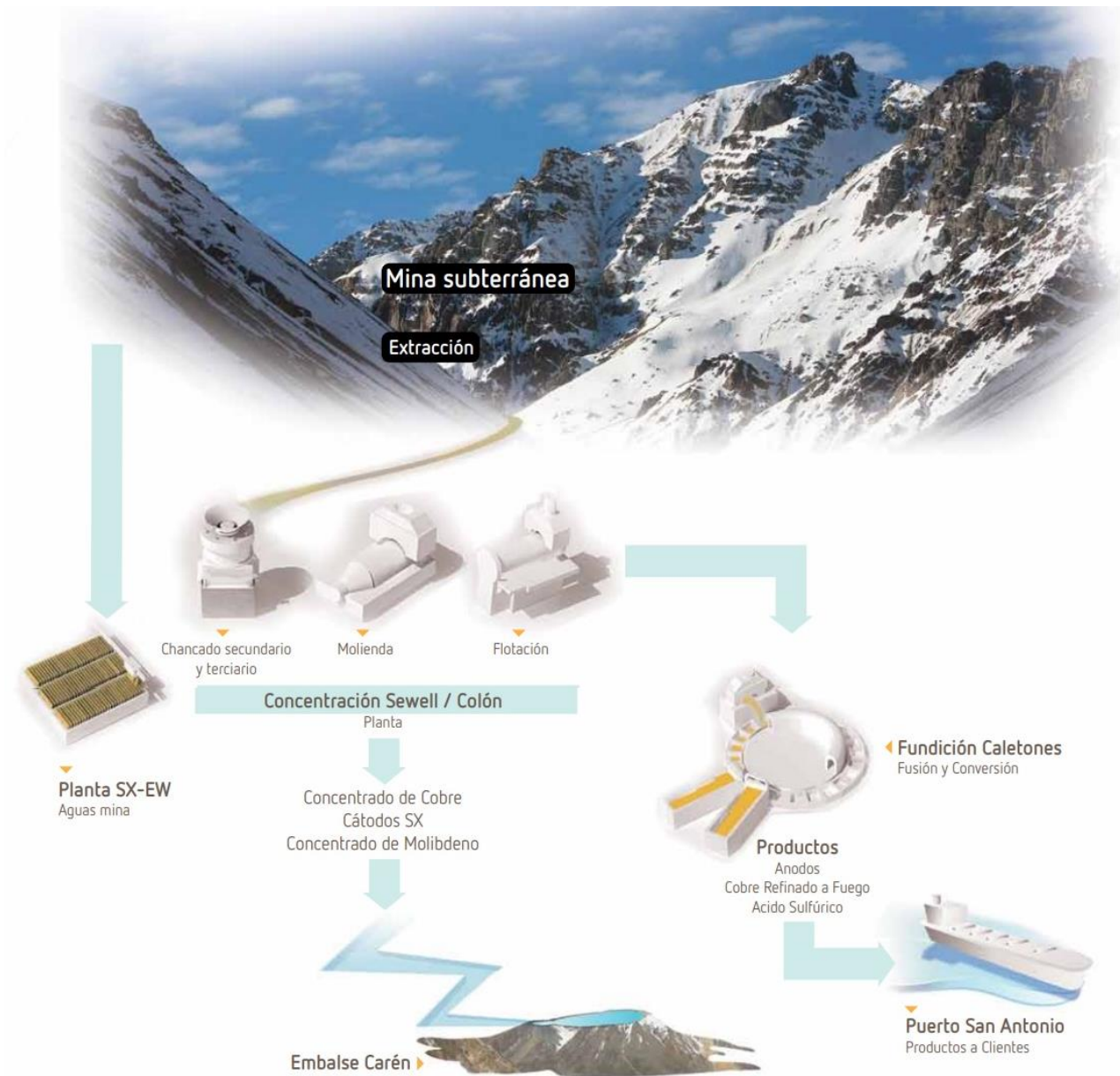


Ilustración 32.- Esquema de Procesamiento del mineral de El Teniente
 (Fuente: CODELCO 2014).

8.1.2 Método Block Caving

El método Block Caving es el que se ha adoptado para la extracción del mineral, o mejor dicho roca mineralizada, debido a que la condición de aplicación para el método de Block Caving, casi sin excepción, es en yacimientos de minerales metálicos diseminados de grandes dimensiones, como son por ejemplo, los depósitos conocidos con el nombre de Pórfidos Cupríferos, que es el tipo de Yacimiento de que se trata El Teniente, y que son de gran ocurrencia e importancia económica en nuestro país ya que yacimientos como Andina, Chiquicamata, El Salvador, Los Bronces y Escondida son también yacimientos tipo Pórfido Cuprífero.

Las mejores condiciones de aplicación extractiva del método Block Caving se dan en rocas mineralizadas relativamente incompetentes, con un alto índice de fracturas, que se hunden con facilidad, una vez que se ha realizado una tronadura en su parte inferior, quebrándose en fragmentos de tamaño reducido. Sin embargo, la tecnología disponible hoy en día permite también su aplicación en macizos rocosos que presentan alta resistencia a fragmentarse. Es muy deseable o casi imprescindible que los límites del depósito sean regulares y que la distribución de leyes sea uniforme y el volumen significativo, ya que este método no es adecuado para la explotación selectiva o marginal de cuerpos pequeños.

Se muestra aquí una descripción esquemática de los distintos niveles de El Teniente, mina operada por el método extractivo "Block Caving" por la empresa CODELCO Chile.

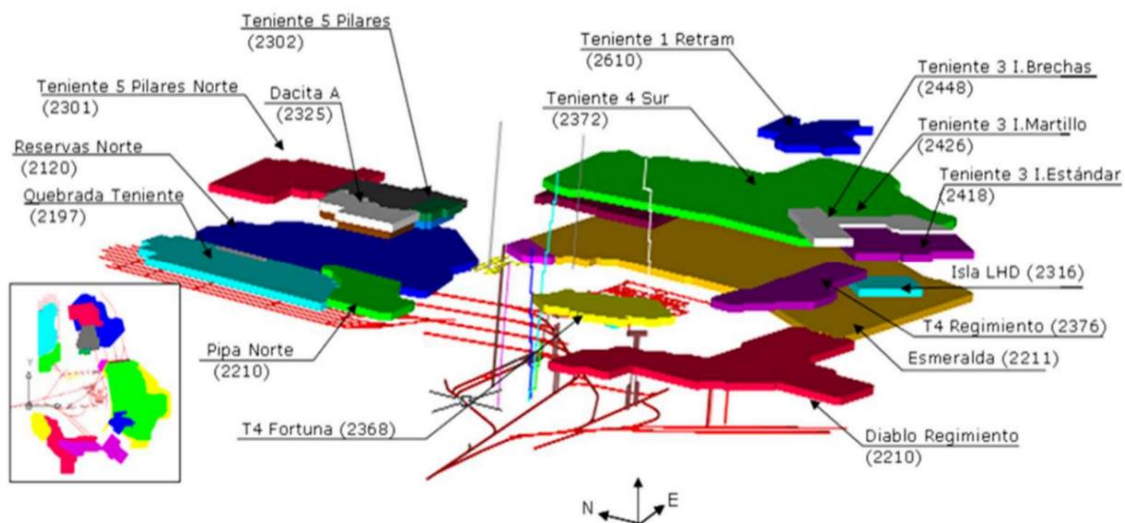


Ilustración 33.- Niveles de Producción, El teniente Subterráneo, (Fuente: CODELCO)

Las operaciones de los sectores productivos subterráneos se realizan de manera mecanizada y actualmente monitoreada a distancia desde una central en Rancagua, de esta manera se reduce la cantidad de mineros en los túneles y se evita ponerlos en riesgo ante eventuales derrumbes y diversas situaciones de peligros que están presentes al interior de las minas subterráneas.

El mineral extraído es cargado por medio de equipos LHD, ocupando los sistemas de traspaso vertical (piques) y que conectan con el nivel de transporte en donde los ferrocarriles eléctricos, desde el interior de la mina, llevan el material mineralizado a las plantas de chancado, molienda y flotación de la Planta Colón.

Antes de su transporte a Planta el material pasa por un control y ajuste de tamaño de los fragmentos, el cual se puede realizar por medio de Martillos Picadores y Rejillas o bien por una primera trituración, que se produce en el Chancado Primario, lo que permite que el tamaño del material fragmentado, que sale de la mina a las Pantas de Procesamiento Metalúrgico, tenga el tamaño apropiado para las siguientes etapas de procesamiento.

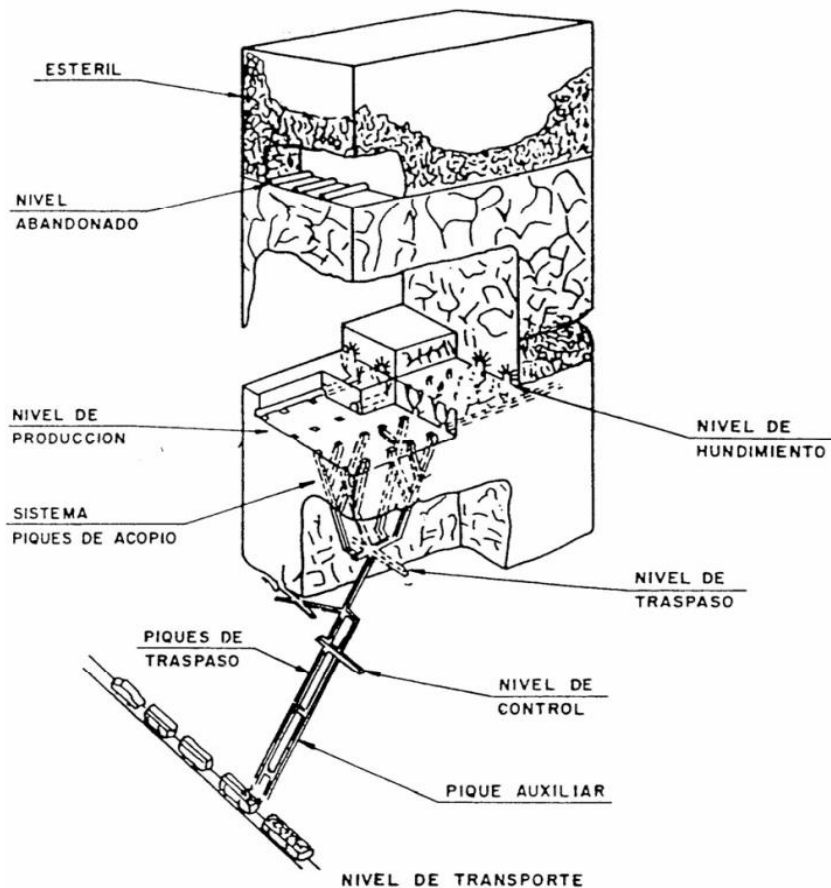


Ilustración 34.- Block Caving en su modalidad tradicional CODELCO Chile – División El Teniente (Fuente: Ortiz, 2015).

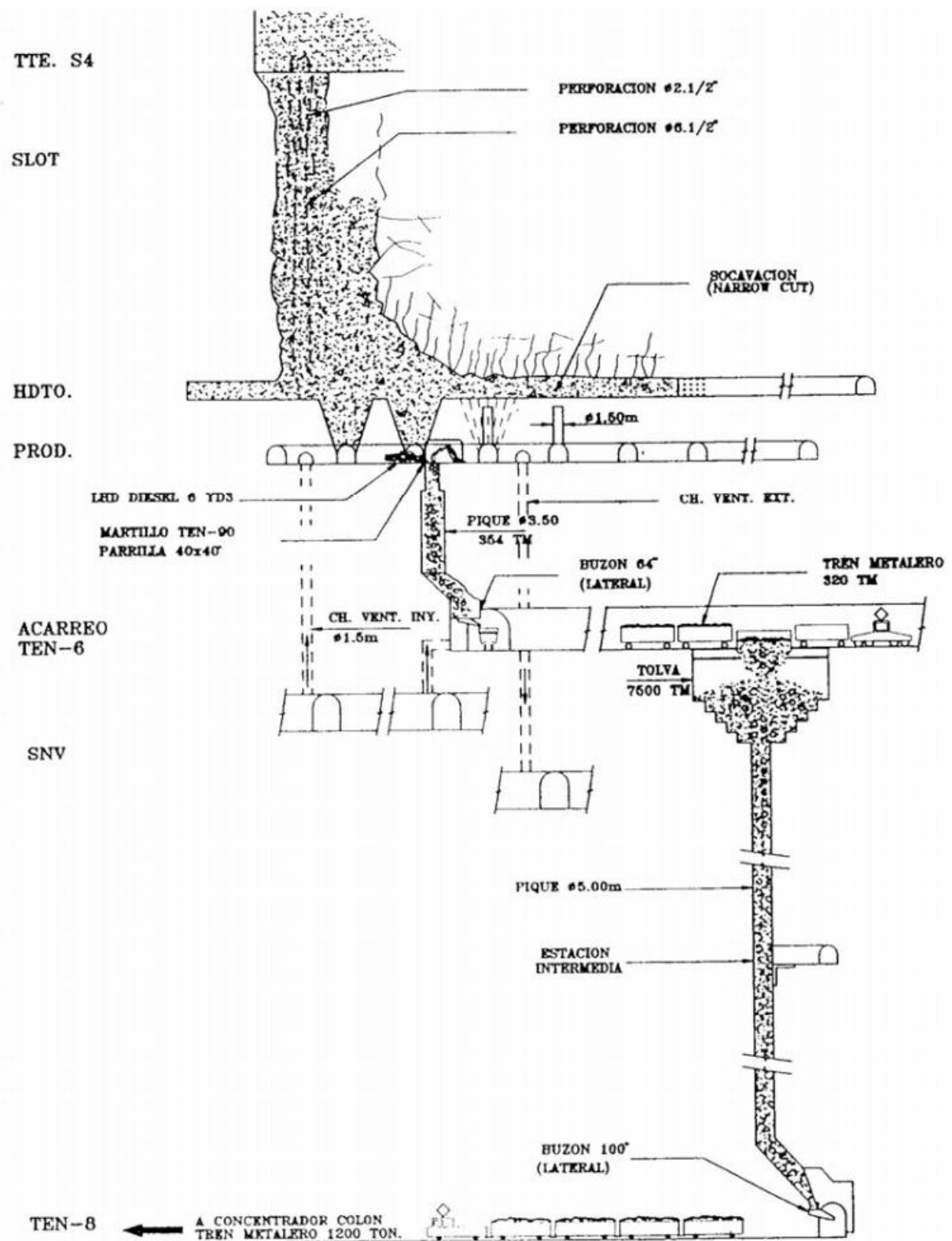


Ilustración 35.-Sección esquemática proceso productivo sector "Esmeralda" Codelco Chile – División El Teniente, (Fuente: Ortiz, 2015).

8.1.3 Nuevo Nivel Mina NNM

El proyecto Nuevo Nivel Mina, cota 1880, es una de las iniciativas más importantes en la historia de la División El Teniente, solo este proyecto permitirá extender sus operaciones unos 50 años más. Este proyecto es la solución que se encontró ante el agotamiento de los actuales sectores de explotación, el NNM permitirá mantener la actual capacidad productiva de El Teniente 131.000 toneladas por día de extracción y tratamiento de mineral, mediante la construcción de una mina completamente nueva, con calles de producción, piques de traspaso, chancadores y nivel de transporte, 100 metros más abajo del actual nivel de transporte de mineral.

Para entender la importancia de realizar este proyecto, basta decir que, si no se concretara, El Teniente debería cerrar sus puertas el año 2027, es decir en poco menos de 7 años. El NNM incorporará el uso intensivo de tecnología para los principales procesos mineros, con equipos operados a distancia, y nuevos modelos de gestión, lo que representa un verdadero salto al futuro para la División (CODELCO 2010).

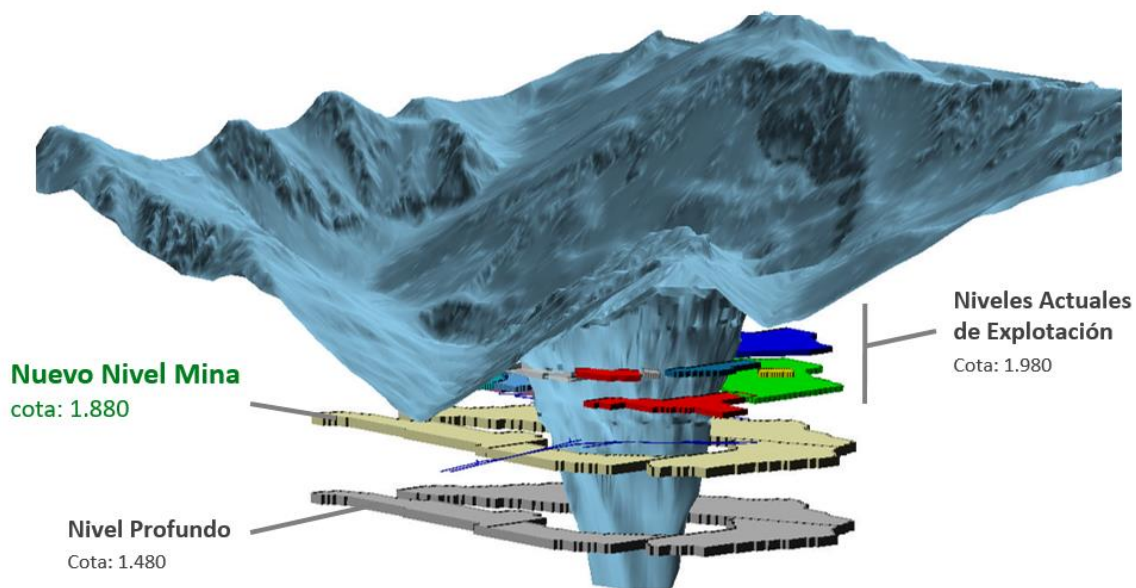


Ilustración 36.- Esquema Ilustrativo del Nuevo Nivel Mina, Nivel Profundo y Niveles Actuales de Explotación. (Fuente: CODELCO, 2011).

La construcción del nuevo camino ahorra entre 25 a 30 minutos de viaje desde el Control Maitenes hasta el acceso en la Plataforma Confluencia, desde el acceso los túneles de acceso tienen un ancho que permite la circulación de dos buses en sus pistas, la extensión del túnel es de 9 kilómetros hasta el patio industrial al interior de la mina

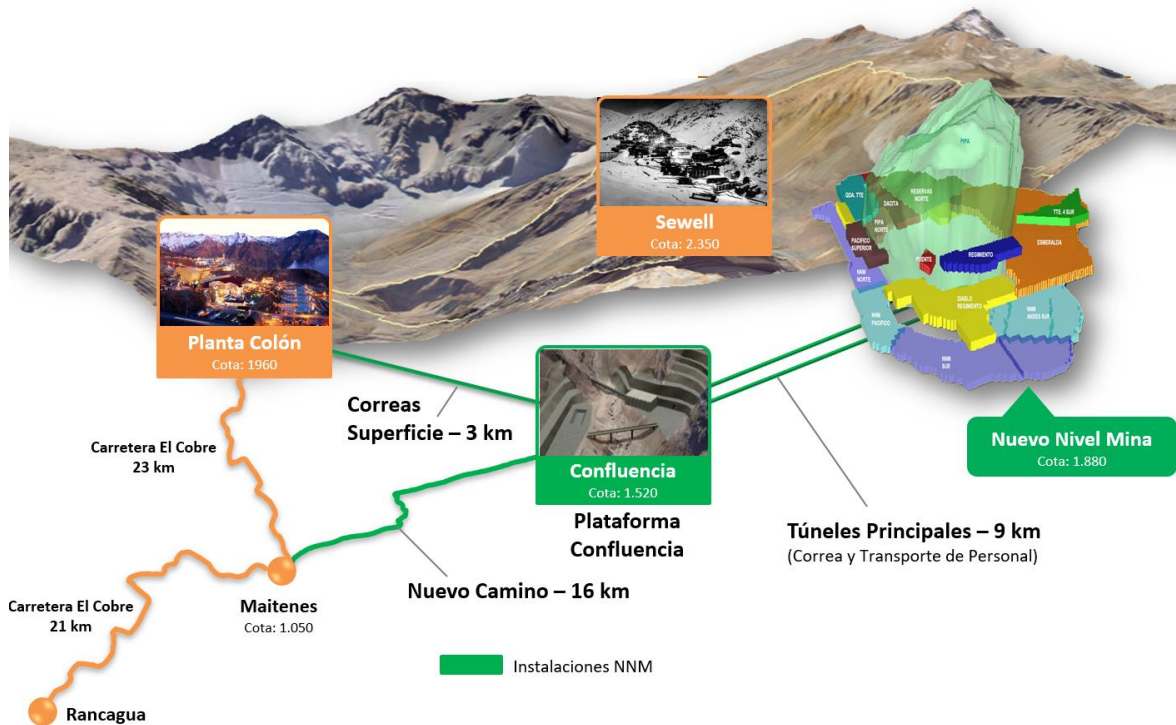


Ilustración 37.- Ubicación Planta Colón, Sewell, Plataforma Confluencia y trazado del Nuevo Camino de acceso a NNM (Fuente: CODELCO 2011).

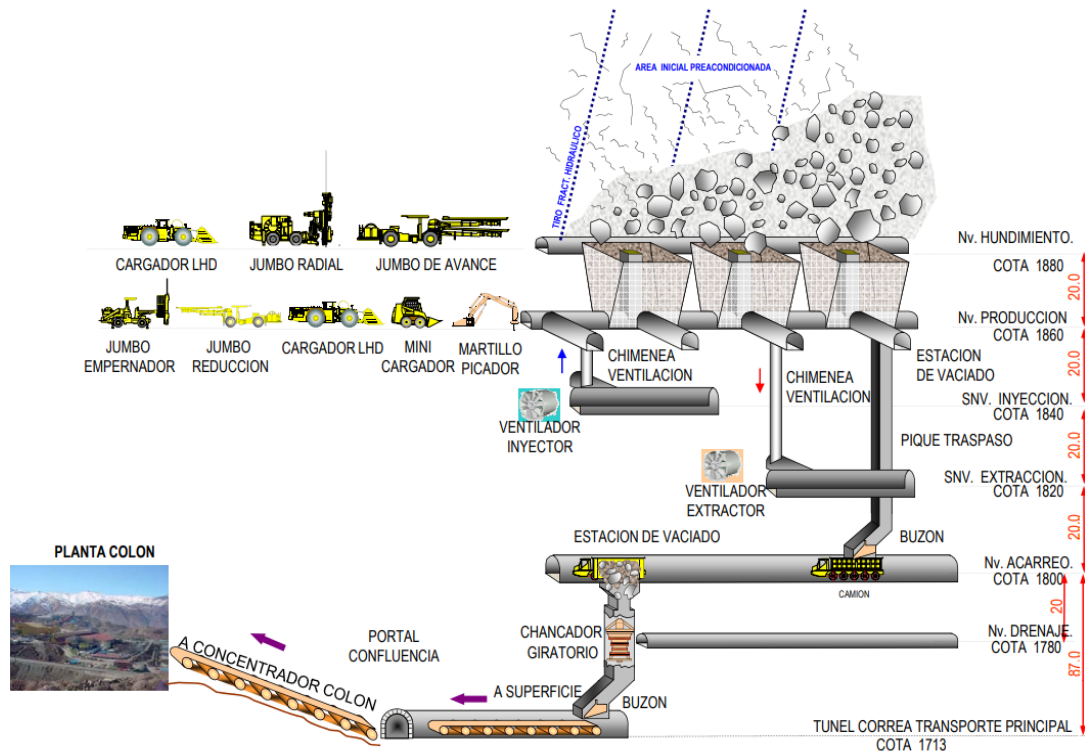


Ilustración 38.- Método de Explotación Panel Caving para el manejo de materiales, (Fuente: CODELCO 2010).

8.2 El Teniente “Rajo Sur”

Este proyecto denominado “Rajo Sur” fue ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en octubre del 2009 a través de una Declaración de Impacto Ambiental, documento que la autoridad aprobó mediante RCA N° 133, en mayo del año 2010. Con una inversión del orden de los 134 millones (CODELCO, 2010), siendo una novedad para una operación minera que por más de 100 años solo funcionaba por el método subterráneo y que el año 2012 comenzó a operar mediante el método a cielo abierto para una parte de sus recursos cercanos a la superficie. Esta operación minera desarrolla un rajo en una ladera del sector Sur de El Teniente y además requiere de un camino por el cual se transporta el material para ingresarlo en el transporte subterráneo que va hacia las Plantas

Este método explota las reservas en el entorno del cráter generado por la minería subterránea. El mineral, una vez explotado es transportado a través de camiones de alto tonelaje de extracción CAEX, estos recorren un camino de aproximadamente 7,2 kilómetros hasta el sistema de traspaso, vacían el mineral a los piques de traspaso hacia el FFCC Teniente 5, donde mayoritariamente el mineral es enviado a la planta Sewell donde se realiza la primera fase de reducción de tamaño o al FFCC Teniente 8 que tiene destino la planta de Colón. Su vida productiva se extiende hasta el año 2021 una producción estimada que será del orden de 20.000 t/d.

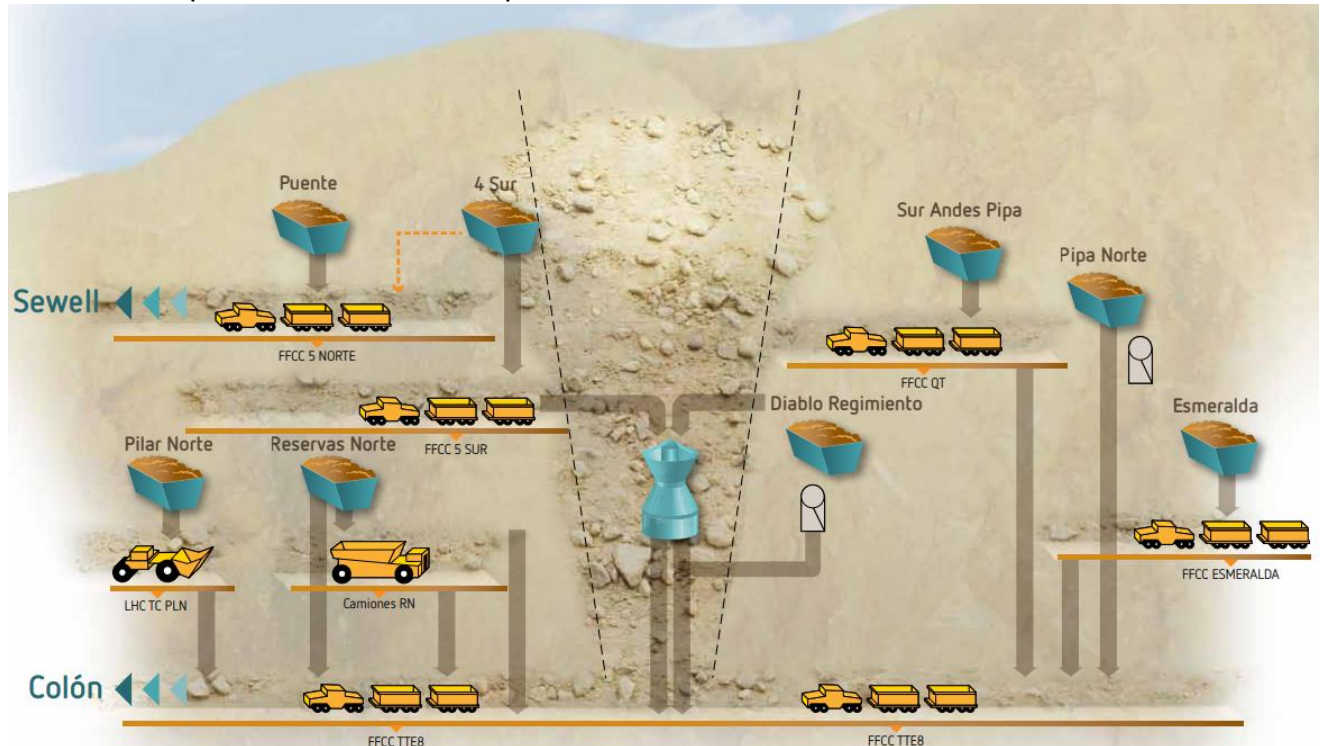


Ilustración 39.- Diagrama de Flujo de Minerales, El Teniente (Fuente CODELCO, 2014).

En la *Ilustración 40* se detalla los procesos principales de extracción combinado tanto la operación a cielo abierto “Rajo Sur” como el proceso subterráneo en distintos niveles, este es un esquema del año 2015

Manejo de Materiales 2015

Procesos Principales

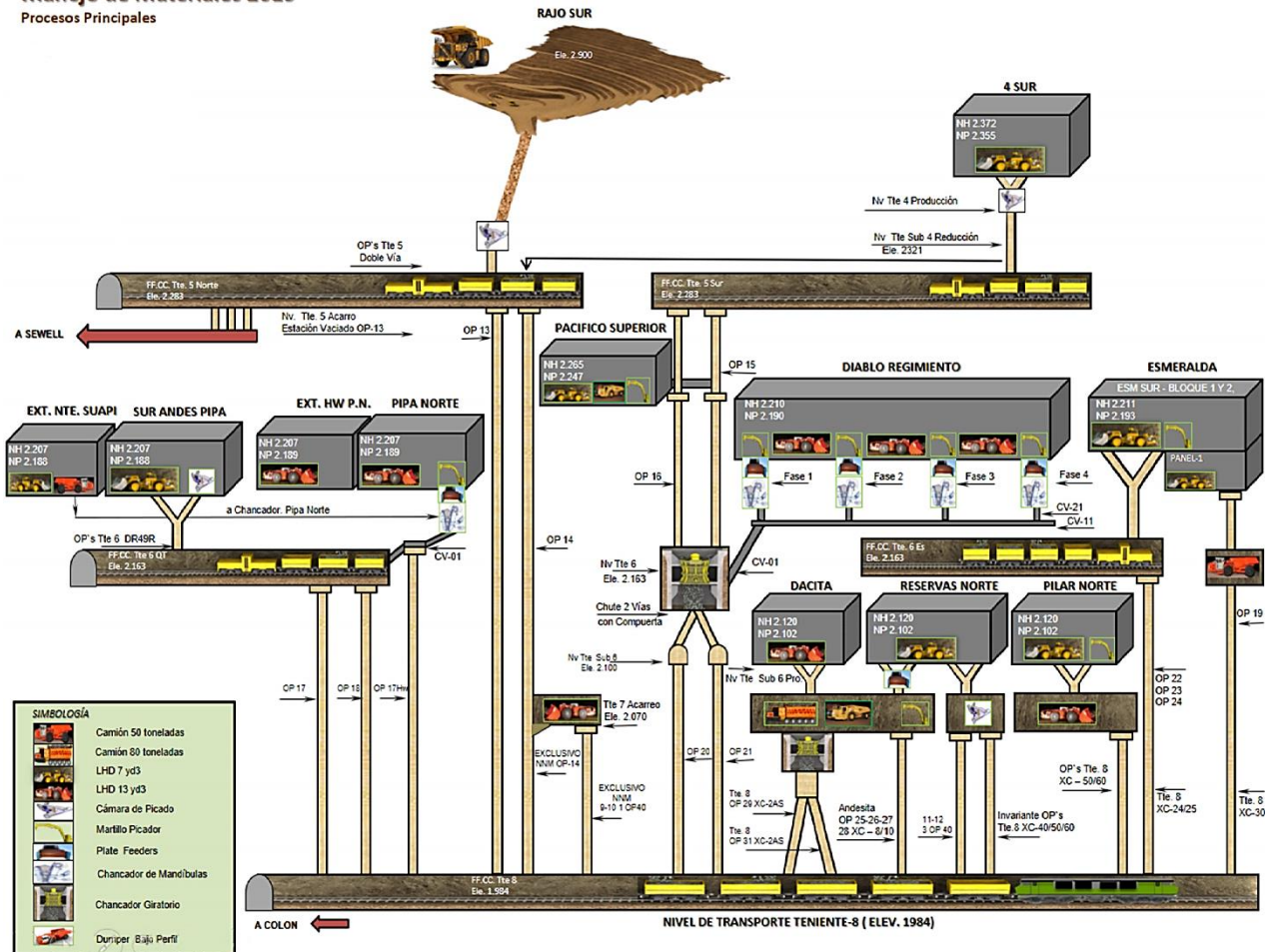


Ilustración 40.- Diagrama de Proceso Principales de Manejo de Materiales, El Teniente
(Fuente: CODELCO)

9. Procesamiento Metalúrgico

Los procesos productivos asociados a la extracción de los minerales de cobre dependen si el mineral proviene de óxidos o sulfuros y para ello se precisan de dos métodos extractivos, para el primero destaca la línea de hidrometalurgia y para el segundo la piro metalurgia. En el caso de El Teniente los minerales predominantes presentes correspondientes a calcopirita, bornita y calcosina son sulfuros de cobre, y para su procesamiento actual se requiere del desarrollo de las siguientes etapas en la operación Minera:

- **Extracción:** Perforación, Tronadura, Carguío y Transporte
- **Conminución:** Corresponden a trituración por Chancado y Molienda
- **Flotación:** Se obtienen Concentrados de Minerales de Cobre
- **Fundición:** El Concentrado es fundido en hornos en etapas de sucesivos de enriquecimiento creciente hasta generar placas de cobre denominadas ánodos.
- **Refinación:** Actualmente realizada por **Electrorefinación**, donde los ánodos de cobre obtenidos en el proceso anterior son electro refinados para producir Cátodos de Cobre de Alta Pureza

Estos procesos abarcan desde la extracción de la roca en la montaña, hasta la producción de cobre fino de alta pureza el que luego es vendido a los mercados internacionales y trasladado por vía marítima sus puertos de destino. No obstante, parece injusto explicar los procesos que se realizan actualmente en El Teniente sin mencionar los métodos y etapas que se usaron antiguamente, en donde la Electrorefinación no era habitual, o no era de la calidad actual, o inclusive cuando aún no estaba operativa la Planta Colón implementada en 1970. Para ello se describen tres procesos productivos, los de 1963, 1975 y 2008.

9.1 Procesos Productivos de 1963, descritos por Braden Copper Compay

9.1.1 Extracción

La extracción del mineral se realiza por hundimiento de bloques para lo cual se requiere primero de la etapa unitaria de Perforación, perforando la roca con enormes perforadoras que funcionan con aire comprimido y colocando los tiros de dinamita que son detonados de manera sistemática en la Tronadura, la roca fracturada cae producto de su propio peso, el mineral es entonces vaciado por pasos interconectados al nivel Teniente 5, donde se encuentra el ferrocarril eléctrico de 15 carros de 25 toneladas de capacidad cada uno, los cuales son cargados y llevan el mineral desde el interior de la mina hasta el exterior y luego deposita el mineral a los buzones del molino, completando así a última operación unitaria de Transporte.

9.1.2 Chancado y molienda

Desde los buzones el mineral es llevado por gravedad hasta los chancadores cónicos Symons, que tienen una capacidad diaria de 12.000 toneladas que inician la trituración en seco, luego mediante correas transportadoras el mineral triturado se mezcla con agua y reactivos pasa a los molinos de bolas Marcy y Hardinge. En los molinos de bola los cuales están cargadas es su interior con aproximadamente 33 toneladas de bolas de acero, giran con el mineral en su interior, el impacto generado libera las partículas de mineral separando la ganga del estéril que no representa ningún valor económico, de los molinos sale una pulpa fina que sigue a un hidrociclón, este tiene el objetivo de separar la pulpa más fina de la gruesa. La pulpa gruesa se deposita en el fondo y es enviada de vuelta a los molinos, mientras que la pulpa fina se envía a la flotación

9.1.3 Flotación

En este proceso la pulpa que representa un 30% de sólidos se le agregan los reactivos que son ácido cresílico y Minerec, ya en las celdas de flotación se añade ácido sulfúrico, la agitación de la mezcla genera burbujas que tienen una superficie aceitosa y pegajosa, las pequeñas partículas de cobre flotan en la superficie adheridas a las burbujas que atrapan el preciado mineral. Luego de un segundo proceso de flotación el mineral es sometido a un proceso de espesamiento y secado, en esta etapa el concentrado ya posee un 33% de cobre

9.1.4 Fundición

El concentrado que llega desde el Molino de Sewell por el andarivel contiene cobre y además hierro, azufre y otras impurezas. Para separar el cobre puro, el concentrado debe ser fundido y eliminadas todas las impurezas. Este es el proceso

Diariamente llega a la fundición de Caletones entre 1.500 y 1.600 toneladas de concentrados. Estos son vaciados primeramente en tostadores múltiples para eliminar toda la humedad y parte del azufre y otras sustancias volátiles. Los concentrados pasan luego a los hornos reverbero, donde la temperatura alcanza unos 2.000 grados Fahrenheit. Esta operación separa parte del hierro y otro material llamado escoria que se va a un botadero y mientras que el cobre se funde con el resto del hierro y del azufre en un “eje” o ‘Matte” que contiene un 50% de cobre.

Cucharones de acero transportan el “Matte”, en forma líquida, a los convertidores horizontales tipo Pierce-Smith. Se hace pasar aire a presión a través de la masa fundida, con lo cual se oxida el resto del hierro y del azufre. El cobre metálico producido en los convertidores es conocido como “blíster” y tiene una pureza del 99,46% de cobre. El sobre blíster es convertido en panes de 320 libras los cuales, son vendidos al extranjero, sin embargo, el proceso puede continuar a la refinación

9.1.5 Refinación

En esta etapa se le conduce a otro horno donde es parcialmente oxidado para eliminar las impurezas y luego reducido mediante la introducción de troncos de eucaliptus en el metal fundido, reduciendo el óxido de cobre que ha quedado. El producto que se obtiene con esta operación es llamado cobre refinado a fuego y tiene una pureza del 99.92 % de cobre.

9.1.6 Producto final

Lo que comenzó siendo toneladas de rocas con alrededor de solo un 2% de cobre se transforma así en un cobre de 99.92% de pureza con su característica “Tres Estrellas”, éste se carga al ferrocarril de la Compañía que transporta el cobre desde la fundición hasta Rancagua, donde es trasbordado nuevamente a los Ferrocarriles del Estado de Chile para su viaje hasta el puerto de San Antonio. Durante muchos años la mayor parte del cobre de El Teniente ha ido a Europa.

9.1.7 Ácido Sulfúrico

De vital importancia para las operaciones, cerca de la fundición esta la planta que fabrica el ácido sulfúrico partiendo de los gases de dióxido sulfuroso que se desprenden de los convertidores. La planta tiene una capacidad de 100 toneladas de Ácido al día y produce todo el ácido que necesita la Compañía para sus operaciones en el Molino, en Sewell.

9.1.8 Esquema de Procesos Productivos de 1963

En la ilustración 42, se representan los procesos descritos por Braden Copper Company en el año 1963, es destacable el avance logrado en casi 60 años desde su explotación

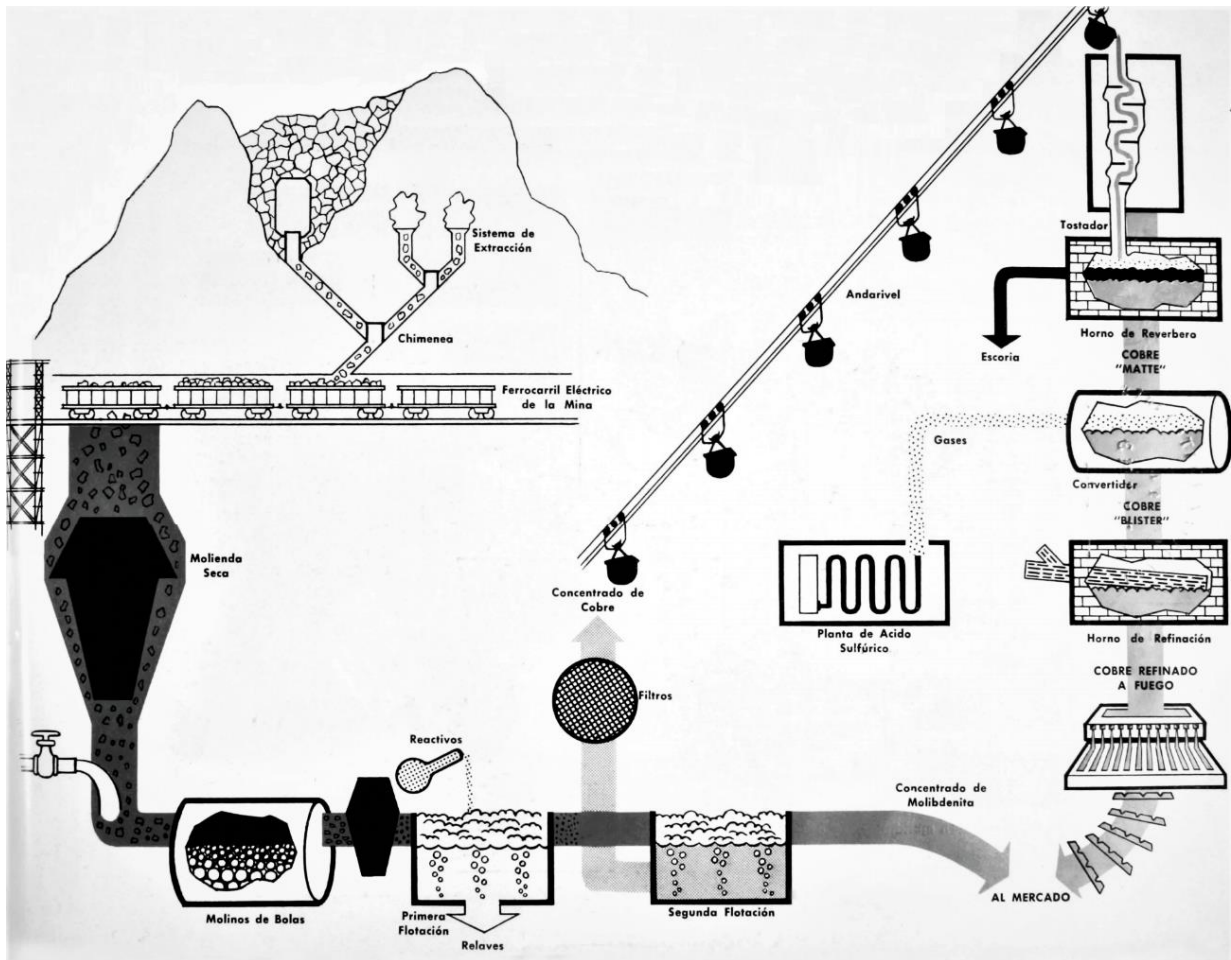


Ilustración 41.- Procesamiento de Mineral, El teniente 1963 (Fuente Braden Copper, 1963).

9.2 Procesos Productivos de 1975, descritos por Urrutia

9.2.1 Extracción

La explotación se hace por medio del sistema de hundimiento en bloques en donde el mineral fragmentado, con una ley algo inferior al 2% de cobre, es removido por efecto casi tres mil tiros de dinamita que se hacen explotar diariamente en la operación unitaria de tronadura, post perforación para la carga de dinamita. Las rocas extraídas y quebradas se vacían en los buzones, que están espaciados en forma regular, a lo largo del túnel inferior, para, en seguida, pasar por las buitrías y deslizarse a continuación hacia los piques, que las conduciran por la fuerza de la gravedad, hacia el nivel más bajo o de acarreo. El mineral es cargado allí en los carros del ferrocarril que lo transporta a un sitio ubicado en la superficie, llamado Punta de Rieles.

9.2.3 Chancado y Molienda

La carga los carros de ferrocarril han transportado desde el interior de la mina se vacían en buzones y se lleva por gravedad, primero, hasta las maquinarias de chancado y molienda primarias en la planta Sewell, en seguida, a los molinos de bolas, luego, a la Planta de Flotación, donde el mineral será concentrado por flotación obteniendo una ley de 33 % de cobre.

9.2.4 Flotación

Para obtener la concentración del cobre, se aplica el sistema de flotación, según el cual, los minerales, molidos finamente, por la acción de los molinos de bolas, son sometidos a reactivos químicos y el agregado posterior de ácido sulfúrico. El proceso hace flotar las pequeñas partículas de cobre hasta que caen por los bordes de las celdas, como espuma mineralizada. La parte más gruesa del mineral, o sea, la menos molida, se ha separado, mientras tanto, y es llevada de nuevo a los molinos para continuar la molienda, conseguido lo cual se la somete otra vez al proceso de flotación. La repetición del proceso, en circuitos sucesivos de retratamiento, produce el material concentrado que es una masa gris verdosa compuesta principalmente por sulfuros de cobre, dicho material o concentrado contiene así un 33 % de cobre.

La flotación permite también separar la molibdenita, sulfuro de molibdeno, de los sulfuros de cobre. Con este proceso se logra más o menos una tonelada por cada 20 de mineral, por medio de la flotación se obtiene un concentrado de molibdenita que luego será utilizado para producir molibdeno, metal es usado para endurecer el acero y en diferentes aleaciones de aplicación industrial.

9.2.5 Fundición y Electrorefinación

El concentrado llega a caletones donde se funde, se calcula que día a día llegan 1800 toneladas, como esta clase de material, además de cobre, tiene hierro, azufre y otras impurezas, se hace necesario fundirlo, para separar el cobre de las sustancias adicionales, lo que se obtiene mediante la acción de los “Hornos de Reverbero” y de los “Convertidores”, hasta producir el cobre blister, con una pureza del 99,43 %. El metal es moldeado en panes de 320 libras para su embarque al exterior, donde es usado para una gran variedad de productos. Con el objeto de obtener un cobre más puro, de una ley de 99,92 %, una parte del blisteres llevada a otro horno, donde es oxidado parcialmente para eliminar el resto de las impurezas.

El óxido de cobre es reducido luego por medio de troncos de eucalipto que se introducen en los hornos que contienen el metal fundido. En esta forma se obtiene el cobre refinado a fuego, producto que lleva la marca Tres Estrellas, propias de El Teniente, elogiosamente conocida en el mercado mundial. Una parte del cobre blister es entregada a la Refinería de Ventanas para que allí sea convertido en cobre electrolítico por Electrorefinación.

9.3 Procesos Productivos de 2014, descritos por Codelco

Para este año División El Teniente cuenta con la Planta Colón y dos métodos combinados de extracción, cielo abierto y subterráneo, para operar simultáneamente los procesos del Rajo Sur pasan a la planta de chancado Sewell y luego a chancador Colón, mientras que el material de la mina subterránea para solo al chancador de la Planta Colón.

9.3.1 Extracción

En El Teniente se emplea el método de explotación por hundimiento Block Caving, que consiste en socavar mediante explosiones la base de columnas de mineral, que tienen un tamaño comparable al de un edificio de cincuenta pisos para que se fracturen a partir de la zona inferior, perforada y tronada, y así el material descienda gracias a la fuerza de gravedad y los esfuerzos internos presentes en la montaña. Luego el mineral es recogido por modernos equipos LHD, que lo trasladan a los puntos de vaciado donde los martillos picadores reducen el tamaño de las rocas, o bien el material pasa por el chancador primario instalado al interior de la mina. Éstas rocas mineralizadas y fragmentadas son transportadas posteriormente al ferrocarril que realiza el transporte final hacia la superficie.

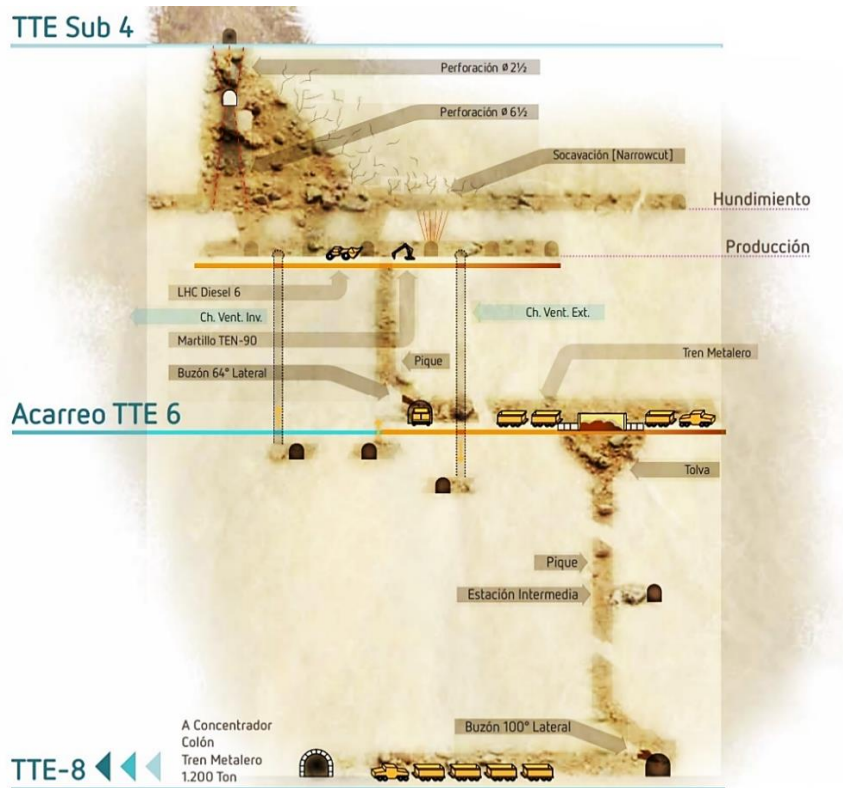


Ilustración 42.- Representación de los Métodos de Explotación de El Teniente (Fuente CODELCO, 2014).

9.3.2 Chancado, Molienda y Concentración

Desde la mina son alimentados dos procesos bien definidos dependiendo del sector de mineral, está el complejo Sewell y Planta Colon. El Complejo Sewell es alimentado por los sectores ubicados sobre la cota 2.300 m.s.n.m. contemplando las etapas de chancado y molienda, cuyo producto es enviado vía canaleta hacia las líneas de flotación en el área de Colón (Maldonado, 2009).

El mineral se reduce de tamaño mediante el uso de chancadores y molinos, donde es convertido en un fino polvo que se mezcla con agua y reactivos químicos para formar una pulpa que entra en la etapa de flotación. En la Planta de flotación selectiva el concentrado es enviado a flotación colectiva, donde en las celdas de flotación se produce una espuma a la que se adhieren las partículas de cobre y molibdeno, separándose del resto del material de ganga o sin valor económico y cuyos productos finales son un concentrado de molibdenita, el cual es filtrado y envasado, y un concentrado de sulfuros de cobre que es enviado a la Planta de Filtrado de Caletones (Maldonado, 2009).

La planta de Filtros de Caletones recibe el concentrado de cobre y lo procesa filtrándolo para disminuir su contenido de agua, logrando entregar un producto con una humedad del orden de 9%, el que finalmente es derivado a la Fundición o a un Sistema de transporte para su comercialización (Maldonado, 2009).

Por otra parte, los relaves, o sea el material de descarte de ambas Plantas de Flotación Colectiva, es procesado en una batería de 7 espesadores de 325 pies, logrando recuperar una parte importante del agua, la que es retornada al proceso. El relave descargado por los espesadores es conducido por medio de una canaleta de hormigón hasta su deposición final en el Embalse de Carén (Maldonado, 2009).

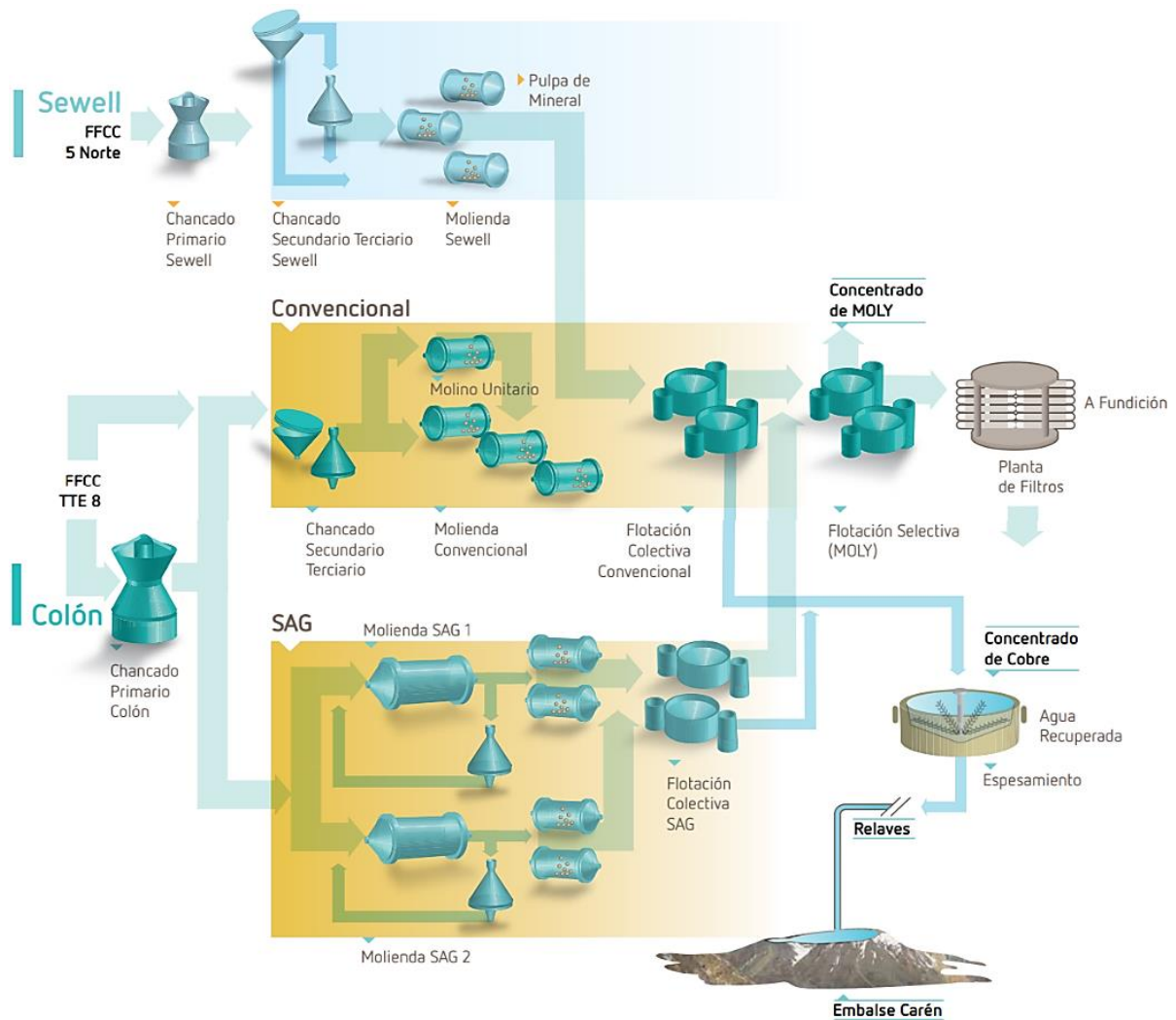


Ilustración 43.- Diagrama de Procesos Chancado, Molienda y Concentración (Fuente: CODELCO, 2014)

9.3.3 Fundición

En la fundición, el concentrado pasa a una planta que le extrae la humedad y, a través de un sistema de transporte neumático, llega a los Convertidores Teniente para el proceso de fusión. El producto principal de estos convertidores es un metal blanco, que contiene 75% de cobre. Luego este metal blanco es vaciado en los convertidores Pierce Smith, donde se inicia el proceso de conversión que da origen al cobre blister y del que se obtiene finalmente cobre refinado a fuego o RAF y cobre anódico.

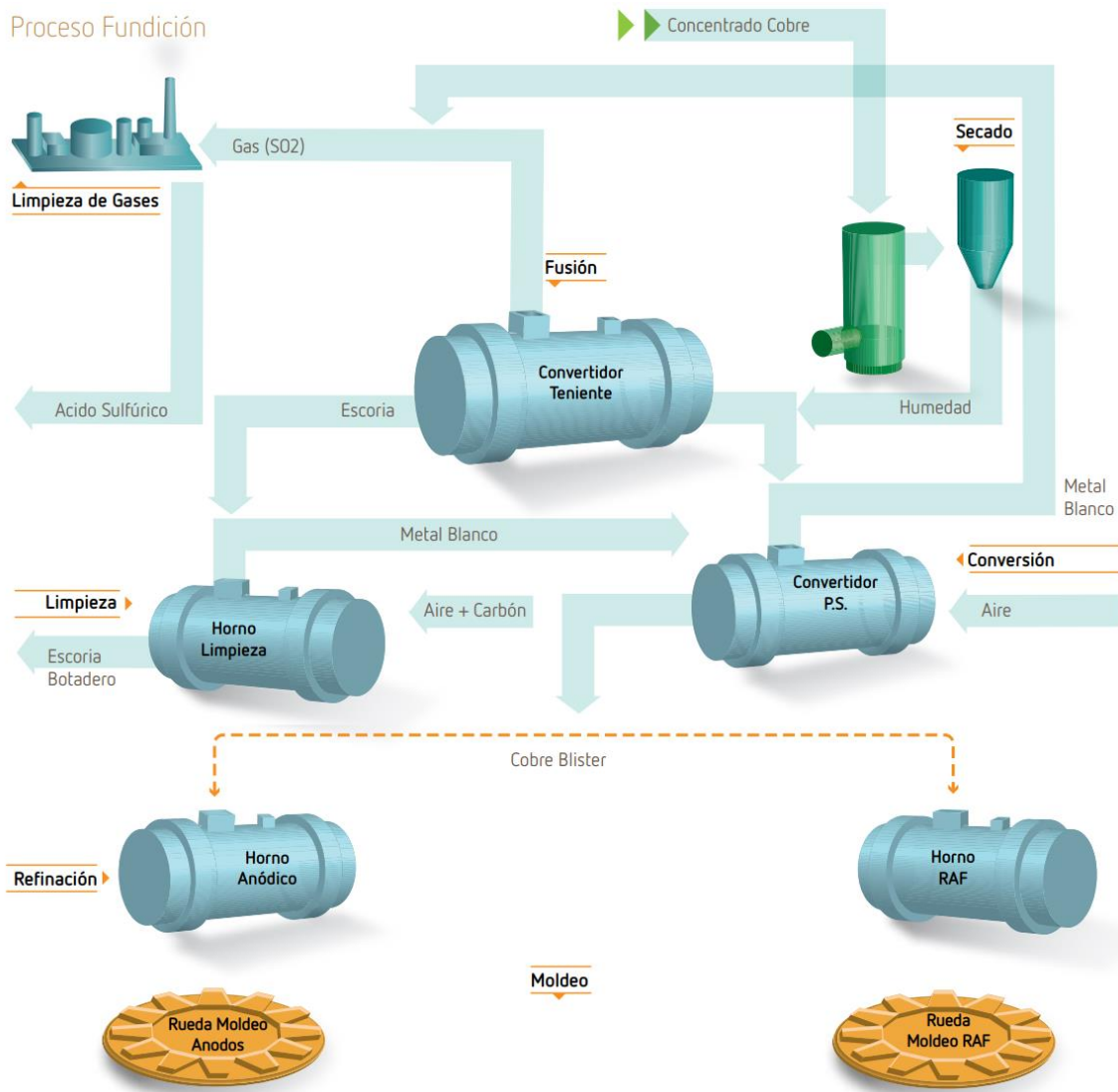


Ilustración 44.- Diagrama de Proceso de Fundición, El Teniente (Fuente CODELCO 2014).

Productos de estas operaciones son, Ánodos de Cobre, Concentrados de Cobre, Cátodos electro obtención y los subproductos que obtienen son Concentrado de Molibdeno y Ácido Sulfúrico. Los ánodos de Cobre son Electro refinados generando Cátodos de Cobre de alta pureza, lo cual se realiza en la planta de Ventanas.

10. Fuentes de Pie de Imágenes

Ilustración 1.- Dibam. (2014). *Ciudad de Sewell Inserta en Cerro Negro* [Imagen]. Recuperado de Sitios de Patrimonio Mundial Chile, WorldHeritage. (2014) pág. 21./
Fotógrafos: Carvajal P., Díaz A., Díaz M., González M., Noel M., RavinetF., ...
Larrere C.,

Ilustración 2.- Sernageomin. (2018). *Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Ubicación de principales faenas mineras yacimientos en explotación, El Teniente*[Imagen] Recuperado de https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf

Ilustración 3.- Instituto Geográfico Militar. (2020). *Región del Libertador General Bernardo O'higgins* [Imagen]. Recuperado el 17 de enero de 2020, de https://www.igm.cl/div/tabs_descarga.php

Ilustración 4.- Google Maps. (2020). *Ruta Sugerida desde la Municipalidad de Machalí a Sewell* [Imagen]. *obtenido desde Google maps* [Imagen]. Recuperado de <https://goo.gl/maps/vez7uENdtrHSC5p37>

Ilustración 5.- Sziklai, D., (2018). *Puma Chileno* [Imagen]. Recuperado el 17 de enero de 2020 de <https://www.flickr.com/photos/dsziklai/27139513677/in/album-72157635252252535/>

Ilustración 6.- Seebach, N., (s.f). *Cipreses* [Imagen]. Recuperado el 17 de enero de 2020 de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-26750_recurso_jpg.jpg

Ilustración 7.-Sziklai, D., (2015). *Vizcacha* [Imagen]. Recuperado el 17 de enero de 2020 de <https://www.flickr.com/photos/dsziklai/18856748804>

Ilustración 8.-Bevilacqua, R., (2017). *Reserva Nacional* [Imagen]. Recuperado el 17 de enero de 2020 de https://laderasur.com/destino/un-dia-de-invierno-en-la-reserva-nacional-rio-los-cipreses/listoimg_9877-1/

Ilustración 9.- Ojeda (1980) citado por Cuadra, P., (1986). *Plano geológico del yacimiento El Teniente (basado en Ojeda et al., 1980) Modificado. En el nivel Teniente 5* [Imagen]. Recuperado de Geocronología K-Ar del yacimiento El Teniente y áreas adyacentes.

Ilustración 10.- Codelco (1989) *Recreación Grafica del posible Métodos de Fundición y moldeo en la época prehispanica* [Imagen]. Recuperado de *El Cobre en Imágenes Codelco Chile, Chile 1989*

Ilustración 11.- Codelco. (2014). *Los Animales fueron fundamentales para el transporte de materia prima para la construcción, 1905* [Imagen]. Recuperada de “El Teniente, Minera del futuro, Codelco.

Ilustración 12.- *Vista interior del Molino, 1905* [Imagen]. Recuperada de Archivo Codelco – El Teniente

Ilustración 13.- Sewell, 1909 [Imagen]. Recuperada de Las Ciudades del Cobre

Ilustración 14.- CODELCO (2018). *Interior mina, 1914* [Imagen]. Recuperada el 25 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/interior-mina-el-teniente-sewell-1914>

Ilustración 15.- CODELCO, (2018) *Trabajadores en el Molino, 1905* [Imagen]. Recuperada de Archivo Codelco – El Teniente

Ilustración 16.- CODELCO, (2018) *Trabajos en la mina, 1919* [Imagen]. Recuperada el 25 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/sewell-1919>

Ilustración 17.- Stgonostalgico, (2014) *Aviso de prensa de la Braden Copper 1915, Diario la Aurora 18 de marzo de 1915* [Imagen]. Recuperada el 25 de enero de 2020 de <https://www.flickr.com/photos/stgonostalgico/14107785460/in/album-72157646719130165/>

Ilustración 18.- CODELCO, (2018). *Ferrocarril Sewell, 1920* [Imagen]. Recuperado el 25 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/ferrocarril-sewell-ca-1920-1831>

Ilustración 19.- Fuenzalida, A., (1919) *Croquis, Línea Ferrocarril, Escala 1:500.000* [Imagen]. Recuperado de Boletín Minero. *Numero 242 serie III, abril 1919*

Ilustración 20.- CODELCO, (2018). *Topógrafos Norteamericanos, Caletones 1920* [Imagen]. Recuperado el 25 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/topografos-norteamericanos-en-caletones-1917>

Ilustración 21.- CODELCO, (2018). *Caletones, 1920* [Imagen]. Recuperado el 25 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/caletones-ca-1920>

Ilustración 22.- Stgonostalgico, (2014). *Construcción de Bocatoma, Pangal 1919* [Imagen]. Recuperado el 25 de enero de 2020 de <https://www.flickr.com/photos/stgonostalgico/14808101460/in/album-72157646719130165/>

Ilustración 23.- CODELCO, (2018). *Contrabando de Alcohol, Sewell 1926* [Imagen]. Recuperado el 26 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/contrabando-de-alcohol-a-sewell-1926>

Ilustración 24.- Leydy, J., (2013) *Mural de conmemoración de la Tragedia del Humo, Sewell* [Imagen]. Recuperado el 26 de enero de 2020 de <https://www.flickr.com/photos/leidijorge/15526264386>

Ilustración 25.- Celtis, J., (1965) *Mineros usando EPP, se dirigen a hacia la Faena, 1965* [Imagen]. Recuperado el 26 de enero de 2020 de <https://www.enterreno.com/moments/mineros-hacia-la-faena-de-sewell-1965>

Ilustración 26.- Larrea, A., (1971) *Afiche, La Nacionalización del Cobre, 1971* [Imagen]. Recuperado el 26 de enero de 2020 de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-333727.html>

Ilustración 27.- Frei, E., (1970) *Diagrama Idealizado de Flujo, 1970* [Imagen]. Recuperado de Inauguración de las obras de Expansión del Mineral de "El Teniente"

Ilustración 28.- Frei, E., (1970) *Diagrama Idealizado de Flujo, 1970* [Imagen]. Recuperado de Inauguración de las obras de Expansión del Mineral de "El Teniente"

Ilustración 29.- Frei, E., (1970) *Disposición general mina y tunel teniente 8 que conecta Planta Sewell y Colon, 1970* [Imagen]. Recuperado de Inauguración de las obras de Expansión del Mineral de "El Teniente"

Ilustración 30.- Archivo CODELCO (2006). *El Teniente de Noche* [Imagen]. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/codelco/7116878893/in/album-72157622968814946/lightbox/>

Ilustración 31.- Frei, E., (1970) *Esquema vertical de labores subterráneas de El Teniente, 1970. Se observan diferentes niveles y piques de traspaso* [Imagen]. Recuperado de Inauguración de las obras de Expansión del Mineral de "El Teniente"

Ilustración 32.- CODELCO (2014) *Esquema de Procesamiento del mineral de El Teniente* [Imagen]. Recuperada de El Teniente, Minera del futuro

Ilustración 33.- CODELCO (2011) *Niveles de Producción, El teniente Subterráneo* [Imagen]. Recuperada de CODELCO

Ilustración 34.- Ortiz, J., (2014) *Block Caving en su modalidad tradicional CODELCO Chile – División El Teniente* [Imagen]. Recuperada de Apuntes de curso de explotación en minas.

Ilustración 35.- Ortiz, J., (2014) *Sección esquemática proceso productivo sector “Esmeralda” Codelco Chile – División El Teniente* [Imagen]. Recuperada de Apuntes de curso de explotación en minas.

Ilustración 36.- CODELCO. (2010) *Esquema Ilustrativo del Nuevo Nivel Mina, Nivel Profundo y Niveles Actuales de Explotación* [Imagen]. Recuperado de Proyecto Nuevo Nivel Mina División El Teniente, CODELCO 2010

Ilustración 37.- CODELCO (2011). *Ubicación Planta Colón, Sewell, Plataforma Confluencia y trazado del Nuevo Camino de acceso a NNM* [Imagen]. Recuperado de Proyecto Nuevo Nivel Mina, 2011 CODELCO

Ilustración 38.- CODELCO. (2010) *Método de Explotación Panel Caving para el manejo de materiales* [Imagen]. Recuperado de Proyecto Nuevo Nivel Mina División El Teniente, CODELCO 2010

Ilustración 39.- CODELCO (2014) *Diagrama de Flujo de Minerales, El Teniente*, [Imagen]. Recuperada de El Teniente, Minera del futuro.

Ilustración 40.- *Diagrama Procesos Principales de Manejo de Materiales, El Teniente* [Imagen].

Ilustración 41.- Braden Copper Company (1963) *Procesos Productivos de El Teniente 1963*, [Imagen]. Recuperada de Braden Copper Company, *Este es el Teniente*

Ilustración 42.- CODELCO (2014) *Método de Explotación de El Teniente* [Imagen]. Recuperada de El Teniente, Minera del futuro.

Ilustración 43.- CODELCO (2014) *Diagrama de Procesos Chancado, Molienda y Concentración* [Imagen]. Recuperada de El Teniente, Minera del futuro

Ilustración 44.- CODELCO (2014) *Diagrama de Proceso de Fundición, El Teniente* [Imagen]. Recuperada de El Teniente, Minera del futuro

11. Referencias Bibliográficas

Alvear, J., (1975) Chile, Nuestro Cobre: Chuquicamata, El Salvador, Potrerillos, El Teniente, Enami, Mantos Blancos y Andina. Recuperado de <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0000031.pdf>

Baros, María. El Teniente: los hombres del mineral (1905-1945). Santiago, Imprenta Gráfica, 1996.

Biblioteca del Congreso Nacional, (2018). Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile Nuestro País. Recuperado el 22 de enero de 2020, de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region6>

Boletín Minero (1905) *Sociedad Nacional de Minería Numero 99 serie 3a, Mayo 1905* Recuperado de http://www.sonami.cl/digital/boletin/0099_1905_05/

Boletín Minero (1910) *Sociedad Nacional de Minería Numero 155, enero 1910* Recuperado de http://www.sonami.cl/digital/boletin/0155_1910_01/files/0155_1910_01.pdf

Boletín Minero (1913) *Sociedad Nacional de Minería Numero 195 i 196 , mayo i junio 1913, Reporte realizado por Lorca, E., (1913)* Recuperado de http://www.sonami.cl/digital/boletin/0195_1913_05/files/0195_1913_05.pdf

Boletín Minero (1919) *Sociedad Nacional de Minería Numero 242 serie III, Abril 1919* Recuperado de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-489890.html>

Braden Copper Company (1954) *Mineral El Teniente.* Recuperado de <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0047727.pdf>

Braden Copper Company (1963) *Este es el Teniente.* Recuperado de <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:10251>

CODELCO. (1989). *El Cobre en Imágenes Codelco Chile, Chile 1989*

CODELCO. (2010). Proyecto Nuevo Nivel Mina División El Teniente Recuperado de https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20110706/asocfile/20110706130724/presentaci__n__expomin__16_abril_2010__rev_0.pdf

CODELCO. (2010). Informe Comunidad y Medio Ambiente 2010, Recuperado de https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20111005/asocfile/20111005121431/libro_2010.pdf

CODELCO. (2011). Proyecto Nuevo Nivel Mina, 2011. Recuperado el 27 de enero del 2020 de https://www.codelco.com/nuevo-nivel-mina-el-teniente/prontus_codelco/2011-07-06/130724.html

CODELCO. (2014). *El Teniente Minería del Futuro*. Recuperado de https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20140520/asocfile/20140520183026/el_teniente_mineria_de_futuro.pdf

CODELCO. (2018), Memoria Anual 2018. Recuperado de https://www.codelco.com/memoria2018/site/docs/20190405/20190405152423/memoria_anual_codelco_2018.pdf

CONAF, (2020). Reserva Nacional Río de los Cipreses. Recuperado el 22 de enero de 2020, de <http://www.conaf.cl/parques/reserva-nacional-rio-los-cipreses/>

Cuadra, C., (1986). *Geocronología K-Ar del yacimiento El Teniente y áreas adyacentes*. Recuperado de <http://www.andeangeology.cl/index.php/revista1/article/view/V13n1-a01/pdf>

Danús, H., (2007). *Crónicas mineras de medio siglo (1950- 2000) RIL editores, Santiago 2007*

Dibam (2014) Sitios de Patrimonio Mundial Chile, WorldHeritage. (2014)

Duran, M., (2013). *Simulación de proceso de secado de concentrador de cobre CODELCO división El teniente (Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil Químico)*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Santiago, Chile.

Frei, E., (1971). Inauguración de las obras de Expansión del Mineral de "El Teniente": por el excelentísimo Sr. Presidente de la República de Chile, Eduardo Frei Montalva

Fuenzalida, A., (1919). Boletín Minero. *Numero 242 serie III, Abril 1919* Recuperado de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-489890.html>

Garcés, E., (2010). *La Ciudades del Cobre*, Sewell, Chuquicamata, Potrerillos, El Salvador, San Lorenzo, Pabellón del Inca, Los Pelambres. Ediciones Universidad Católica de Chile

García, M., (2005). *Sewell, Patrimonio de la Minería en Chile (Tesis para optar al grado de Licenciado en Artes Con mención en Teoría e Historia del Arte)*. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Graneses, J., (2014) *El Teniente 1927 – 1940*. Ediciones FinisTerra

Leiva, G., (2007) *Pioneros Culturales y tecnológicos*. Editora Maval Ltda.

Orrego, C., (2018). Diseño de modelo de gestión de servicios de terceros para División El Teniente – Codelco (tesis para optar al grado de magister en gestión y dirección de empresas). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Ortiz, J., (2015). Apuntes de curso de explotación en minas. Recuperado de https://www.ucursos.cl/ingenieria/2015/1/ME5703/1/foro/r/Apuntes_de_Curso_de_Explotacion_de_Minas_-_Julian_Ortiz.pdf

Oyarce, J., (2017). Estimación de la potencial captura de valor en el negocio minero de división el teniente por efecto del fracturamiento hidráulico (memoria para optar al título de ingeniera civil de minas). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Urrutia, A., (1975) Chile, Nuestro Cobre. Recuperado de <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:7695>

Maldonado, J., (2014). Modelo de Planificación Integrado Mina-Transporte-Planta División El Teniente, CODELCO, Chile (memoria para optar al título de ingeniera civil de minas). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

12. Anexos

12.1 Anexo I: Avisos publicados por Braden Copper Company



*Aviso Publicado el 27 de Junio de 1905 por la Braden Copper
Fuente: Diario el Mercurio de Santiago, 1905.*

Transcripción:
Se Necesitan Contratistas
Carreteros

Para llevar 4.000 toneladas de maquinaria, madera y materiales de construcción desde GRANEROS a la mina TENIENTE (50 Kilómetros), Quedara concluido dentro de pocos días un buen camino carretero y la compañía, que suscribe, desea entender desde luego con personas responsables que deseen contratar y fletar de cien toneladas para arriba; de la carga citada, durante la primavera.

En la intelijencia de que se pagaran precios que dejan buenas utilidades dirigirse a
BRADEN COPPER COMPANY, Graneros

Se necesita mas 
 **de 150 Carretas**
**Para fletar materiales de construccion
y maquinarias**

De Graneros a la mina Teniente

La distancia es de diez leguas y las carretas actualmente acarreando demoran cuatro y medio dias en el viaje de ida y vuelta.

Hay camino carretero inmejorable, y se encuentra toda clase de facilidades como talajes, pasto seco, herraduras para bueyes, etc.

SE PAGA TRES PESOS POR QUINTAL METRICO (\$ 3.00)

cuyo precio deja libre á cada carreta de SEIS A DIEZ PESOS DIARIOS, segun el peso que cargue.

En la inteligencia de que el pago es rigurosamente al contado y que hay carga para toda la temporada. dirijase á

Braden Copper Company.
GRANEROS.

*Aviso Publicado por Braden Copper Company
Fuente: Diario la Voz del Pueblo*



12.1 Anexo III: Fotografías Relevantes



Construcción Camarotes Campamento Sewell 1925 Clásica construcción Norteamericana en madera. Fuente: Archivo Sewell, recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/construccion-camarotes-campamento-sewell-en-1925>



Vista de los techos de la ciudad de Sewell nevado en 1929. Fuente: Archivo Codelco recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/sewell-nevado-1929>



Sewell se caracteriza principalmente por la ausencia de calles y su construcción en madera en las condiciones que implica una montaña. Fuente: Archivo Sewell recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/ciudad-minera-de-sewell-sin-ano-6618>



Hora de colación de los trabajadores, Sewell 1920 Fuente: Archivo Codelco recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/hora-de-almuerzo-en-sewell-ca-1920>



Obreros trabajando. General View at fore bay, 1917 recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/mina-el-teniente-1917s>



Parte de los hombres cenando luego de las labores, 1917 recuperado de <https://www.enterreno.com>



Interior Mina El Teniente, 1931 Fuente: Archivo Codelco recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/interior-de-la-mina-el-teniente-1931>



Mineros trabajando en Sewell, 1935 Fuente: Archivo Codelco recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/mina-de-sewell-1935>



Ferrocarril Detenido en Sewell, 1940 Fuente: Archivo Sewell recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/ferrocarril-detenido-en-sewell-ca-1940>



Interior mina de la mina El Teniente, 1940 Fuente Archivo CODELCO recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/interior-de-la-mina-el-teniente-1940-1831>



Incendio Sewell 1945 Fuente: Archivo Sewell recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/incendio-sewell-1945>



Invierno en Sewell, 1953 Recuperada de <https://www.enterreno.com/moments/invierno-en-sewell-1953>

En 1950, Sewell ya se consideraba una ciudad con un desarrollo avanzado y con gran cantidad de equipamiento, comodidades y servicios públicos. Adaptando su particular estructura urbana a las características del cerro, incluso ante la caída de varios metros de nieve que cubría el cerro, un ejemplo de ello se observa en la imagen superior.



*Accidente Ferroviario, 1960 Fuente: Archivo Sewell recuperado de
<https://www.enterreno.com/moments/accidente-ferroviario-sewell-ca-1960>.*

El tren "El Golfista" descarrilado en 1960 en Sewell que iba con recorrido a Santiago, este accidente dejó un centenar de heridos y se llevó la vida 33 personas.



Locomotora Eléctrica, estas provenientes desde el interior de los túneles cargados con minerales, estos son depositados en los buzones para el siguiente proceso Fuente: a investigar



Edificaciones Sewell, las viviendas adaptadas al cerro Fuente: a investigar

12.2 Anexo IV: Banco de Fotografías Digitales

Compilación de Fotografías y Esquemas en formato digital en CD

12.3 Anexo V: Banco de Videos Digitales

Compilación de Videos en formato digital en CD

