

**INGENIERIA COMERCIAL**  
**CURSO EVALUACION DE NEGOCIOS MINEROS**  
**1º Semestre 2025**

**PROFESOR:** Marcos Crutchik N.

**CORREO:** [marcos.crutchik@uantof.cl](mailto:marcos.crutchik@uantof.cl)

**OBJETIVOS:**

En lo cognitivo, entregar los conocimientos básicos que le permitan al alumno comprender la forma en que operan los negocios mineros, con foco en Chile, negocios que se conocen como “uso intensivo del capital, y conocer las características que los diferencian de otros tipos de negocios industriales. Ello implica conocer quienes son las empresas que operan en Chile, el tipo de empresas existentes, la Gran Minería, la Mediana Minería, y la Pequeña Minería, como también las particularidades del marco jurídico, organizacional, y económico en que se mueve este negocio, ello dado que hay una empresa estatal que compite con empresas privadas (algo que es inusual en el modelo económico chileno). Adicionalmente la idea es conocer las formas en que se financian los proyectos mineros, el factor riesgo que está asociado a este tipo de financiamiento, como también, como resuelve el tema de los suministros básicos (energía, combustibles, agua), y la forma en que la industria minera los estructura los costos (costo C1, C2, C3), además de conocer las leyes especiales a las cuales están afectas las empresas mineras, como por ejemplo la situación especial de CODELCO, el Royalty Minero, el uso de la Depreciación Acelerada, pago de Impuesto Verde, etc.

En una segunda etapa de revisarán los conceptos asociados a la formulación y evaluación de proyectos mineros, conociendo las distintas etapas que tiene este tipo de proyectos (Ingeniería Conceptual, Ingeniería Básica, e Ingeniería de Detalles), repasando además los conceptos de las mejores formas de administrar los proyectos, es decir, tipo Ingeniería Propia, proyectos tipo Llave en Mano, entre otras alternativas. Se discutirán además, dado que se trata de inversiones de largo plazo, la forma en que se deben proyectar en el tiempo los costos y los ingresos, como también los parámetros que se consideran en la evaluación de los proyectos, como ser el Horizonte de la Evaluación, la Tasa de Descuento, y la importancia relativa entre los parámetros de rentabilidad económica, como ser, VAN, IVAN, y Pay Back

En lo referente a las Competencia Genéricas, la idea es entregar un acercamiento a las competencias de un trabajo en equipo, la planificación de actividades, asunción de responsabilidades y liderazgo, además de la presentación de informes técnicos, y presentación oral de informes gerenciales, como también el desarrollo de las competencias para evaluar proyectos, realizar trabajos de investigación sobre temas asociados a la minería, y tomar a partir de ello decisiones económicas, como también tener un primer acercamiento a la competencia de poder emitir una opinión crítica, fundada, frente a propuestas hechas por personas u organismos externos.

**MATERIAS:**

**1. LAS CARACTERISTICAS DEL NEGOCIO MINERO EN CHILE:**

Una mirada de contexto a la industria minera chilena:

- 1.1. Conceptos generales: La minería como negocio tipo “Uso Intensivo de Capital” y de baja rentabilidad. La minería como productora de commodities, con precios volátiles de carácter

cíclico y las implicancias que tienen todos estos factores en la gestión y operación de una empresa minera, y sobre los proyectos de inversión.

- 1.2. El negocio minero, que exporta Chile, la importancia del cobre y del litio, las principales empresas y su propiedad, la distribución regional de las empresas, sus características y forma de operación del mercado. Los productos más importantes que elabora la minería, los principales clientes, el problema del aumento de los costos operacionales en la industria minera, las estrategias para afrontar este problema (tercerizar servicios, automatizar procesos), y, finalmente, cómo funciona el mercado minero, la forma en que se estiman los precios, y la proyección de negocio minero para en el mediano y largo plazo, con énfasis en el cobre y el litio.
- 1.3. El impacto de la minería en la macroeconomía de Chile: En el PIB nacional y Regional, en las Exportaciones de Chile, en los ingresos fiscales, y en el empleo, y en la forma que se maneja en la minería, como también el impacto de minería en el valor del dólar, la inflación, y la tasa de interés, y otras variables macroeconómicas.
- 1.4. Aspectos legislativos y legales de interés: La situación especial de CODELCO, el Royalty Minero, el DFL 600, los alcances de la Depreciación Acelerada.

## 2. LA EVALUACION DE PROYECTOS MINEROS:

Una mirada desde el punto de vista de un ingeniero comercial sobre la forma que adoptan, se desarrollan, y se evalúan los proyectos mineros.

- 2.1. Tipos de proyectos mineros: de Exploración y de Producción, tipo Brownfield, tipo Greenfield, ¿Que pasa en Chile?
- 2.2. Las etapas de desarrollo de un proyecto minero: La Ingeniería Conceptual, la Ingeniería Básica, y la Ingeniería de Detalles. Antecedentes y características.
- 2.3. La gestión y la administración de proyectos (Ingeniería Propia, Llave en Mano, sistemas mixtos), y las formas de pago de los proyectos (Suma Alzada, Precio Unitario de Hora Efectiva, otros métodos).
- 2.4. Alternativas de financiamiento de los proyectos mineros: Reinversión de Utilidades (el caso especial de CODELCO), búsqueda de socios inversionistas, crédito financiero (de un banco, de la Casa Matriz de la Empresa), venta de documentos de deuda.
- 2.5. Los costos en la minería:
  - El problema del aumento estructural de los costos en la minería, posibles soluciones (tercerizar servicios, automatizar procesos)
  - Caracterización de los costos (i) Clasificación en tipo C1, C2, y C3, (ii) Caracterización de los costos, en RRHH, los Costos Operacionales y de los insumos, y su proyección en el tiempo, los Costos Financieros, el efecto de la Depreciación (Lineal y Acelerada).
- 2.6. Estimación de los ingresos: El problema de los commodities, la volatilidad de los precios, la dificultad de proyectar los ingresos en el largo plazo ¿Qué hacer?
- 2.7. Evaluación de la rentabilidad económica de los proyectos: (i) Los parámetros de rentabilidad (VAN, Pay Back, IVAN), (ii) Análisis de Sensibilidad, (iii) el problema de riesgo financiero.

### **EVALUACION:**

Dependiendo del número de alumnos el curso se dividirá en 2 o 4 Grupos. La designación de los Grupos la hará el profesor, quien nombrará además en cada Grupo un Coordinador Inicial, es decir, el alumno que se encargará de hacer el primer contacto con sus compañeros para realizar la primera reunión, pudiendo el Grupo posteriormente cambiar el Coordinador si así lo desean, informando del cambio al Profesor. Así es en la realidad laboral, los grupos de trabajo los designa la empresa,

no se trata necesariamente de un grupo de amigos, y un profesional tiene que acostumbrarse a trabajar con todo tipo de personas y caracteres.

La evaluación, que será grupal, se hará en base a cuatro actividades: Organización del Grupo y Planificación de Trabajo (OGP), un trabajo de Investigación (NI), un trabajo de opinión crítica sobre un tema determinado (NO), y el desarrollo de un Proyecto (NP), obteniendo la Nota Final (NF) a partir de:

$$NF = 0.1 * OGP + 0.2 * NO + 0.3 * NI + 0.4 * NP$$

La asignatura se evaluará siguiendo el modelo del trabajo real de un ingeniero comercial en la realidad laboral como parte de un equipo ejecutivo. El profesor actuará como mandante de un trabajo, o el Gerente de la Empresa, quien asigna la realización de actividades a desarrollar durante el semestre. Para lo anterior, como ocurre en las empresas, cada Grupo deberá entregar un Plan de Trabajo, con su respectiva Carta Gantt. Los grupos tendrán una fecha convenida para entregar al profesor el trabajo encargado en cada una de las Actividades, enviándolo al correo del profesor (marcos.crutchik@uantof.cl). Además se realizarán 2 reuniones tipo “de gerencia”, en donde el profesor, actuando como “el Gerente”, revisará el avance de los trabajos encargados y el cumplimiento de lo programado en la Carta Gantt. Como ocurre en la vida laboral, los alumnos podrán usar cualquier fuente de información que quieran, entrevistarse con expertos, juntarse con sus compañeros del curso, o usar cualquier otro medio para resolver las tarea encomendadas. Eso sí, al igual que en la práctica, el atraso en la entrega del trabajo en las fechas establecidas será multado, estableciéndose una disminución de 0.15 puntos en la nota por cada día de atraso.

#### 1. **ACTIVIDAD EVALUATIVA 1: ORGANIZACIÓN DEL GRUPO Y PLANIFICACION DEL TRABAJO SEMESTRAL**

La primera Actividad consistirá en que cada Grupo deberá darse una orgánica de funcionamiento que les permita dar cuenta no solo del trabajo a realizar, sino que también establecer la responsabilidades específicas que tendrá cada miembro del Grupo, la forma que usará el Grupo para trabajar, para tomar las decisiones, y para de resolver los problemas de funcionamiento que eventualmente ocurren en lo grupos de trabajo, incluso en la empresa. La primera tarea del Grupo, además de organizarse, es planificar el desarrollo de las actividades consideradas, planteando una Carta Gantt que contemple la planificación de la realización de las otras 3 Actividades con que se evaluará el curso.

La evaluación de esta actividad se realizará en base la organización funcional que propone cada grupo, la calidad de las reglas de funcionamiento establecidas, la calidad de la planificación hecha, y la realización de dos reuniones de control, tipo Reuniones de Gerencia, en donde el Profesor, ejerciendo el rol de “Gerente de la empresa”, controlará el cumplimiento del trabajo planificado en la Carta Gantt respectiva.

**Fecha de Entrega de la Planificación:** segunda semana de clases: Entrega de Carta Gantt y realización de una exposición oral de la organización del Grupo.

#### 2. **ACTIVIDAD EVALUATIVA 2: OPINION CRITICA**

**Objetivos Pedagógicos:** Trabajo que busca elaborar una informe escrito y oral en donde se refleja una opinión crítica sobre un tema asociado a la minería. Esto es algo muy común en la labor profesional de un ingeniero comercial, es decir, para ayudar a la toma de decisiones, emitir una

opinión fundada sobre proyectos, iniciativas, iniciativas legislativas, u otras propuestas puestas a la consideración de la gerencia o autoridades superiores.

Temas de Trabajo de Opinión Crítica 2025:

- **TEMA 1:** En el contexto de los programas de la Transición Energética que están llevando la mayoría de los países, basados en el fomento de la electromovilidad, las energías ERNC, y el uso de viviendas full eléctricas, todo lo cual requiere de mucho cobre, y otros minerales, el planeta se encuentra ante la evidencia de un aumento muy importante en la demanda por cobre. Según la Sociedad Nacional de la Minería (SONAMI), y COHILCO del Ministerio del Minería, se prevé que la demanda mundial aumente desde las 22 millones el año 2024 a alrededor de 35 millones de toneladas el año 2040. Chile es el mayor productor del cobre en el mundo, con alrededor del 27% de la producción mundial, siendo seguido por Perú, en el segundo lugar, con un 12.3%, y Congo con el 11%. Chile es también quien tiene las mayores reservas del cobre del mundo, con cerca del 28% del total, todo lo cual indica que Chile tiene una linda oportunidad para ocupar una parte importante de esta nueva demanda, y con ellos mejorar los ingresos y la economía de nuestro país. Para lograr lo anterior ya no bastará con la producción de los actuales yacimientos mineros, pues ellos están envejeciendo, y se espera que su producción, en el mejor de los casos, si se hacen la inversiones adecuadas (proyectos llamados Brownfield) se mantenga en los números actuales. Es decir, para aprovechar esta oportunidad Chile tendrá que poner en marcha nuevos yacimiento mineros de cobre, los llamados proyectos Greenfield.

En el contexto de los anterior la idea es analizar el caso del Proyecto Dominga, de la empresa Andes Iron SpA, de capitales chilenos. Este proyecto, que se desarrollará en la Comuna de Las Higueras, Región de Coquimbo, tiene por propósito invertir US\$2500 millones, para producir 150.000 toneladas anuales de cobre, y 18 millones toneladas de hierro (mineral clave en la producción de sistemas eólicos, y naturalmente en la producción de acero, necesario para la construcción de infraestructura industrial y de las viviendas), dándole trabajo, en operaciones normales, para 1450 trabajadores, una actividad que significaría un importante impulso al empleo y la economía para esa Comuna, hoy muy vulnerable, siendo su actividad principal esencialmente la pesca artesanal y el turismo. Sin embargo la minera Dominga se instalaría en una zona que hoy corresponde a la Reserva Nacional del Pingüino de Humboldt, especie endémica, que solo existe en Chile, y está en peligro de extinción. Además la zona tiene características biológicas y marítimas de mucho interés, casi únicas en el mundo, todo lo cual, sin duda, por mucho que se tomen todas la precauciones, igual se vería de alguna manera afectado por la presencia de un yacimiento minero en la zona.

Sobre este tema ha habido una gran controversia en el país, con grupos que, por sus inconvenientes ambientales, están en contra de la puesta en marcha de la Minera Dominga, y otros que, por los beneficios que la instalación de esta minera la significaría para la Comuna de Las Higueras, y para el país, están a favor de la puesta en marcha de este proyecto.

**Trabajo a realizar:** la idea es buscar antecedentes que permitan analizar esta temática, y a partir de ello emitir una opinión crítica sobre la interrogante de si es preferible para nuestro país que el proyecto de Minera Dominga si se ponga en marcha, o por el contrario, es preferible para que este proyecto no se lleve a cabo.

- **TEMA 2:** Como consecuencia de la masificación que se observa en mundo por la electromovilidad, y el uso de las ERNC, algo que está asociado a los planes de transición a

energías más limpias, se prevé un aumento importante en el uso de baterías eléctricas, siendo hoy las baterías de litio las más competitivas. Chile es hoy uno de los principales productores de litio en el mundo, con los costos más bajos del planeta, siendo Chile también quien tiene las más grandes reservas, todo lo cual indica de que Chile tiene una linda oportunidad de satisfacer esta nueva demanda, y con ello generar un nuevo importante ingreso para mejorar el desarrollo económico del país. En el contexto de todo lo anterior, es que el Estado de Chile está poniendo en marcha un programa que permita instalar una industria nacional para la explotación y comercialización del litio, plan que pretende posicionar a Chile como un exportador de clase mundial de litio.

En relación a este tema se ha planteado en el país una controversia respecto a cuál es la mejor forma que tiene Chile para explotar el potencial que tiene la puesta en marcha la producción masiva de litio. Por un lado están aquellos que pregonan que debiera ser el Estado quien se haga cargo del proyecto, y así todos los beneficios serían para el país, mientras que otros creen que, dadas la limitaciones que tiene el Estado, debieran ser los privados quienes hagan el esfuerzo de inversión, algo que, dada la magnitud de lo que hay que invertir, muy probablemente los inversionistas serían extranjeros, en cuyo caso las mayoría de las utilidades no se quedarían en Chile, y se reducirían a los ingresos fiscales que provengan del cobro de impuestos, o de leyes específicas especiales (como el Royalty en el caso del cobre).

Los que creen en la posición estatal plantean que, dado el carácter estratégico del litio, y la proyecciones que tiene el negocio del litio para el futuro, que es preferible que sea el Estado de Chile, usando recursos propios, quien derechamente ejerza la propiedad de la producción, creándose, a semejanza de Codelco, algo así como una Corporación Nacional del Litio, y que sea esta empresa estatal la que se encargue producir y comercializar el litio, y eventualmente buscar productos con mayor valor agregado, como producir baterías, por ejemplo. Ello supuestamente derivaría en mayores ingresos para el país y en una mejoría en la economía de Chile en el mediano largo plazo. La dificultad es que se necesitan para ello varios miles de millones de dólares, algo que el Estado de Chile le sería difícil de financiar, pues serían necesarios cerca de US\$ 40 a 50 mil millones, cifra que no solo significaría un porcentaje importante del presupuesto fiscal anual (el presupuesto fiscal anual aprobado por el parlamento para el año 2025 es de US\$ 100 mil millones), sino que también pues ello implicaría restar recursos importantes de la solución de otros problemas, a lo mejor más urgentes, como la superación de la pobreza, mejorar la atención de la salud y la educación, la construcción de viviendas sociales, etc. Es decir, destinar tantos recursos públicos para desarrollar una Industria nacional del litio sería injusta para la población más vulnerable de Chile, pues ello de alguna manera significaría la postergación en el tiempo de sus necesidades. Otro tema a tener en cuenta es que esta solución requeriría cambios en la Constitución de Chile, ello dado que en ella se establece que el Estado solo puede ejercer roles fiscalizadores, legislativos, y eventualmente subsidiarios, pero no puede ejercer por sí mismo ninguna actividad económica productiva. Proceso que, dado que implica una aprobación de una ley de carácter Constitucional en el Parlamento, probablemente sería algo larga de tramitar, y podría generar que Chile pierda la oportunidad, pues otro país, como Australia o Argentina, ocupen primero el mercado nuevo que se abre.

El grupo contrario plantea que, dadas las dificultades que tendría el Estado para llevar adelante esta iniciativa, para no perder la oportunidad, dado que los tiempos urgen, debieran ser capitales privados quienes lleven adelante este proyecto. Desde esta perspectiva, dado el gran volumen de la inversión que habría que hacer, con excepción de Soquimich (cuyos dueños tiene

algún grado de percepción negativa por parte de la opinión pública nacional), no existirían en inversionistas chilenos con la capacidad de realizar este tipo de inversión, por lo que lo más probable es que los inversionistas sean esencialmente empresas extranjeras. Por las proyecciones positivas que tiene hoy la industria del litio, es probable que haya más de un inversor externo interesado, inversores para quienes invertir US\$ 50 a 60 millones no se considera como un negocio demasiado caro o riesgoso. El uso de capitales foráneos, eso sí, implica que las utilidades, sino se cambia la legislación, algo que no es fácil por las consecuencias que ello tendría sobre los otros sectores económicos, mayoritariamente no quedarían en Chile, sino que se irían a los países de donde provienen los capitales inversores, y Chile solo recaudaría los impuestos, y eventualmente el cobro de un Royalty u otros gravámenes específicos que se podrían imponer. Es decir, el mejoramiento de la economía de Chile sería menor, y más lento, de si la industria del litio fuese 100% pública, y además, el Estado podría orientar sus recursos en la solución de los muchos problemas pendientes que tiene aún nuestro país.

**Trabajo a realizar:** la idea es analizar esta temática y emitir una opinión crítica sobre si es preferible afrontar esta temática mediante un modelo basado en alguna figura de inversión privada, o por el contrario que es mejor para nuestro país que el litio debe ser explotado y comercializado por el Estado de Chile.

**Procedimiento:**

- Si el curso tiene solo 2 Grupos, el Grupo 1 desarrollará el Tema 1 y el Grupo 2 el Tema 2. Si el curso tiene 4 Grupos, el Tema 1 será desarrollado por los Grupos 1 y 2, y el Tema 2 por los Grupos 3 y 4.
- Al final de la 7ª semana de clases los Grupos enviarán al correo del profesor (marcos.crutchik@uantof.cl) los informes del trabajo, en formato Word. En clase siguiente cada Grupo hará una exposición oral, de no más de 20 minutos de duración, que muestre los principales resultados obtenidos, y se entregará la opinión del Grupo sobre el tema analizado.

**3. ACTIVIDAD EVALUATIVA 3: TRABAJO DE INVESTIGACION**

Desarrollo de un trabajo de investigación sobre un tema asociado a la minería. Contempla la entrega de un Informe Escrito, y el desarrollo de una exposición oral del tipo gerencial. El profesor califica la actividad en base a la calidad del informe escrito y de la exposición oral realizada.

**Objetivos pedagógicos:** Por medio de un simulacro sencillo de un estudio de mercado, o algo similar, de modo de lograr que el alumno desarrolle la competencia de la búsqueda y validación de información, que realice un análisis crítico de la información recogida y a partir de ello elaborar una respuesta y una recomendación fundada asociada al problema sobre el cual se quiere tomar una acción o decisión para el futuro. Además se espera desarrollar la competencia de generar informes técnicos tipo gerenciales, escritos y orales, y presentar resultados y la entrega de recomendaciones a una "Gerencia".

**Tema de Investigación 2025:**

**TRABAJO INVESTIGACION 1:**

**Contexto:** La apuesta que se está haciendo por la electrificación del mundo como un método de solución del problema del calentamiento global del planeta, traducido fundamentalmente en la electromovilidad, es decir, reemplazar los automóviles convencionales por vehículos eléctricos, vehículos que necesitan de baterías para su funcionamiento, baterías que mayoritariamente son del tipo ion-litio, hacen prever que se generará un importante aumento de la demanda por litio en el

mundo. Chile es hoy el 2º productor de litio en el mundo, y tiene además las mayores reservas del mundo de este mineral, lo cual pone a nuestro país en un plano muy prometedor para atender esta nueva demanda. Sin embargo hay ciertos antecedentes que agregan a este negocio algunas incertezas; por lo pronto, ya han aparecido en el mercado productos sustitutivos para la baterías de litio, como ser las celdas de combustible basadas en H2V, las baterías de estado sólido, y las baterías basadas en sodio, que es un mineral más abundante y más barato. Por el momento estos nuevos desarrollos o son más caros, o solo están aún a nivel de prototipos, por lo que no existe aún la seguridad de que puedan desplazar el litio en lo que a la fabricación de baterías se refiere. Por otro lado, la demanda por automóviles eléctricos ha sido menor de la proyectada, a lo cual se suma el hecho que el litio existe en muchos países (la ventaja de Chile es que tiene costos de operación más bajos), por lo que se podría producir una sobreoferta de litio en el mercado, por lo que los precios del litio podría bajar (de hecho ya hubo una disminución importante del precio del litio entre los años 2023 y el 2024). Para un país como Chile, que piensa hacer una importante apuesta en la producción del litio, el tener una buena idea de la evolución que tendrá el precio del litio en el mediano y largo plazo es un dato indispensable a la hora de decidir el correcto tamaño del proyecto que sería aconsejable poner en marcha.

**Trabajo a realizar:** Como parte de un estudio de mercado, desarrollar un proceso de investigación, a nivel de perfil, sobre la proyección en el mediano y largo plazo del aumento que tendría la demanda futura del litio, como también sobre el precio del litio, y de allí proyectar a nivel de Chile el efecto que ello podría tener sobre los ingresos fiscales y otras variables macroeconómicas, y la partir de ello concluir si Chile debiera, o no, apostar por el desarrollo del litio, y, en el caso positivo, evaluar el tamaño recomendable para el negocio, y discutir las medidas que se tendrían que llevar adelante para dar cuenta de este fenómeno y/o posible oportunidad.

**TRABAJO INVESTIGACION 2:** A realizar por los Grupos 3 y 4

**Contexto:** La apuesta que se está haciendo por la electrificación del mundo como un método de solución del problema del calentamiento global del planeta, traducido en la electromovilidad, el usos de energías no convencionales (ERNC), y la construcción de viviendas full eléctricas, entre otras iniciativas similares, hacen prever que se generará un importante aumento de la demanda por minerales en el mundo, también en el cobre. Un automóvil eléctrico requiere 4 veces más cobre que un vehículo convencional, algo que se repite también en el caso de las camionetas y los camiones. De igual forma las plantas de generación eléctricas tipo ERNC requieren más cobre que una planta equivalente convencional, hecho que se repite también en referencia a las casas full eléctricas en comparación con una vivienda convencional. Ante todo ese escenario se prevé que en el mediano y largo habrá un aumento muy importante en la demanda por minerales, y también del cobre. Según la Sociedad Nacional de Minería de Chile (SONAMI), la demanda por cobre aumentaría en alrededor de 10 millones de toneladas para el año 2035 (casi un 50% a la producción mundial anual del año 2024). En ese escenario, dado que Chile es el mayor productor mundial de cobre, y que además tiene las mayores reservas mundiales de este mineral, al parecer se le presenta a nuestro país la oportunidad de atender parte importante de esta nueva demanda, y con ello generar importantes ingresos económicos para el país. Para un inversor, que piensa hacer una importante apuesta en la producción del cobre, el tener una buena idea de la evolución que tendría la demanda y el precio del cobre en el mediano y largo plazo es un dato indispensable a la hora de decidir el correcto tamaño del proyecto que se quiere poner en marcha, o incluso en la hora de tomar la decisión de si vale la pena, o no, en hacer la inversión.

**Trabajo a realizar:** Desarrollar un proceso de investigación, a nivel de perfil, sobre la proyección en el mediano y largo plazo del aumento que tendría la demanda futura del cobre, como también sobre el precio del cobre, y de allí proyectar a nivel de Chile el efecto que ello podría tener sobre los ingresos fiscales y otras variables macroeconómicas, y a partir de ello concluir si Chile debiera, o no, apostar por el desarrollo del cobre, y, en el caso positivo, evaluar el tamaño recomendable para el negocio, y discutir las medidas que se tendrían que llevar adelante para dar cuenta de este fenómeno y/o posible oportunidad.

**Procedimiento:**

- Si el curso tiene solo 2 Grupos, el Grupo 1 desarrollará el Tema 1 y el Grupo 2 el Tema 2. Si el curso tiene 4 Grupos, el Tema 1 será desarrollado por los Grupos 1 y 2, y el Tema 2 por los Grupos 3 y 4.
- Al final de la 12ª semana de clases los Grupos enviarán al correo del profesor (marcos.crutchik@uantof.cl) el informe del trabajo, en formato Word. En clase siguiente se hará un exposición oral que muestre los principales resultados obtenidos, y se entregará la opinión del Grupo sobre el tema analizado.

**4. ACTIVIDAD EVALUATIVA 4: TALLER DE PROYECTO:**

**Objetivos Pedagógicos:** La idea es desarrollar y evaluar económicamente un proyecto, a nivel de Ingeniería Conceptual, de modo de evaluar la conveniencia de llevar adelante un proyecto minero específico. Ello implica determinar y evaluar los posibles ingresos, estimar los costos, y a partir de ellos establecer el Flujo de Caja que permita determinar la viabilidad económica de la iniciativa, calculando para ello los parámetros de rentabilidad correspondientes. De ser necesario se realizará un Análisis de Sensibilidad de las variables más relevantes, de modo que, con todos los datos recogidos, se pueda tomar la decisión de si vale la pena, o no, dar inicio a la etapa del desarrollo de la Ingeniería Básica.

**En este caso todos los Grupos realizarán el mismo Proyecto.**

**Proyecto 2025:**

Se trata de una empresa de la mediana minería, que opera un yacimiento tipo Open Pit, que para su operación utiliza 10 camiones de 20 toneladas de carga c/u para transportar el mineral desde la mina hasta la planta de Chancado. Para cargar los 10 camiones la minera tiene 2 palas eléctricas, de 5 toneladas de carga, y 100 KW de potencia (se establece un parámetro de 5 camiones por pala). Tanto los camiones como las palas trabajan durante 51 semanas al año (se considera 1 semana para el mantenimiento, faena que se hace en forma escalonada, es decir, una pala cada 6 meses, y posteriormente la otra pala, y para los camiones, también en forma escalonada de 5 camiones por vez). Según las condiciones de diseño del proyecto original, el recorrido de cada camión, de ida y vuelta, era de 2 horas, lo cual implica que cada camión debería hacer 12 viajes diarios.

**El Problema:**

El envejecimiento del yacimiento ha causado que, dado la mayor profundidad del rajo, que el viaje de los camiones se ha hecho más largo, por lo que ahora el viaje de ida y vuelta aumento en un 25%, esto es 0.5 horas, por lo cual ahora se transporta menos mineral, hecho que significa un descenso en la producción de los cátodos, y con ello de los ingresos de la empresa.

Para tratar de recuperar la producción de diseño, la empresa quiere evaluar la posibilidad de poner en marcha un proyecto tipo Brownfield, buscando comprar más camiones (idealmente del mismo tipo, ello dado esto permitirá mantener el sistema operacional y de mantención que ya tienen montado, y con ello bajar costos operacionales), y con ello recuperar la producción y los ingresos.

#### Datos de la empresa:

- El consumo de diésel de cada camión es de 10.000 litros de diésel al mes, y el costo de mantención de un camión es de 950.000 US\$-año.
- Los datos técnicos de la empresa indican que la ley promedio del cobre del mineral es de 1%, ley que viene disminuyendo en forma relativamente lineal a una tasa de 0.05% anual.
- La empresa tiene un contrato de suministro de electricidad de 80 US\$/MWh por electricidad consumida, y un cargo mensual por disponibilidad de potencia eléctrica de 100.000 US\$/ MW.
- La empresa le otorga una remuneración mensual de \$1 millón brutos para los operadores de los camiones y las palas, y todos ellos trabajan en turnos de 7x7, con turnos de 12 horas diarios, con una hora de descanso para alimentación u otra necesidad en cada turno.
- Por su tamaño, la empresa no tiene capital propio para invertir, por la idea es financiar el la inversión con un crédito bancario, o algo similar.
- La empresa usa en sus proyecto una Tasa de Descuentos igual  $\alpha=12\%$ , y solo puede utilizar la Depreciación Lineal en sus proyectos.

#### Trabajo a realizar:

- a) Desarrollar una evaluación económica del proyecto, a nivel de ingeniería Conceptual, de modo de poder decidir la conveniencia, o no de llevar adelante esta iniciativa.
- b) Discuta la forma más conveniente, a su juicio, para que la empresa lleve adelante este proyecto ¿Ingeniería Propia?, ¿Proyecto llave en Mano?, ¿o un Sistema Mixto?

#### **Referencias Bibliográficas**

1. Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales, COCHILCO y SERENAGEOMIN.
2. Inversión, exploración, e insumos estratégicos para la minería, COCHILCO 2020.
3. Inversión en la minería chilena: Cartera de Proyectos 2014-2023, y 2022-2031, Consejo Minero de Chile.
4. Análisis de variables claves para la sustentabilidad de la minería en Chile, COCHILCO.
5. Construcción de indicadores de eficiencia energética en la minería, COCHILCO 2014.
6. Informe de actualización del consumo energético en la minería del cobre COCHILCO.
7. Proyección del consumo de energía eléctrica en la minería del cobre al 2025, COCHILCO.
8. Informe de tendencias del mercado del cobre, COCHILCO 2015.
9. Escenarios referenciales para la mitigación del cambio climático en Chile, Resultados de la Fase 1, Proyecto MAPS-Chile, 2013.
10. Opciones para enfrentar el cambio climático, Resultados Fase 2. Proyecto MAPS-Chile, 2014.
11. Escenario línea base de emisiones GEI del sector minería y otras industrias, Proyecto MAPS-Chile, 2012.
12. Estudio sobre la proyección de emisiones del sector industrial y minero al año 2050, y medidas de mitigación asociadas, Proyecto MAPS-Chile, 2014.
13. Informe final primera etapa Programa Estratégico Regional (PER) Clúster Minero para la Región de Antofagasta, Escuela de Negocios Mineros, Universidad Católica del Norte, Innovum, Fundación Chile, 2015.
14. Análisis de los insumos energéticos para la aplicación de CSP/CST y PV, GIZ.

15. La Minería y sus desafíos, Eduardo Giménez L., Director de Evaluación de Inversiones y Gestión Estratégica, COCHILCO, presentación hecha al Consorcio de Facultades de Ingeniería de Chile (CONDEFI), Noviembre 2015.
16. Informe de Sustentabilidad de Minera Escondida, año 2020 y 2021.
17. Informe de Sustentabilidad Minera Zaldívar, 2020 y 2021.
18. Informe de Sustentabilidad Minera Ministro Hales, 2020 y 2021.
19. Perfil de la minería chilena: Oportunidades para los proveedores peruanos, Oficina Comercial, Embajada de Perú en Chile, 2013.
20. Marcos Crutchik N., Las características del negocio minero en Chile, Apuntes de Clases, Universidad de Antofagasta, 2019.
21. Marcos Crutchik N., Los Procesos Industriales Mineros, Apuntes de Clases, Universidad de Antofagasta, 2019.