



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DEL ÁREA DE  
INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE SQM**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

**AMARANTA ALEJANDRA CARRASCO FLORES**

PROFESOR GUIA:  
JAVIER ACOSTA JIMÉNEZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
MARÍA JOSÉ CONTRERAS ÁGUILA  
OSVALDO YÁÑEZ SÁEZ

SANTIAGO DE CHILE  
2024

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
Ingeniero Civil Industrial  
POR: Amaranta Alejandra Carrasco Flores  
FECHA: 2024  
PROFESOR GUÍA: Javier Osvaldo Acosta Jiménez

## DISEÑO DE UN MODELO DE CONTROL DE AVANCES DE PROYECTOS DEL ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE SQM

La organización SQM es una empresa minera productora de litio, potasio, yodo, nutrición vegetal y químicos industriales. Líder en la producción de litio en el mundo siendo reconocida mundialmente con presencia en más de 100 países. Dentro de esta organización existe la Gerencia de Innovación y Desarrollo responsable de la realización de proyectos con la finalidad de mejorar y hacer más eficientes los procesos actuales de la organización.

En la Gerencia de Innovación y Desarrollo un 58% de los proyectos se exceden entre 6 meses a 1 año respecto a la estimación inicial. Esto dificulta la implementación de los proyectos generando que los beneficios obtenidos de las mejoras no se reflejan a tiempo, además de una pérdida económica por potenciales aumentos en el presupuesto del proyecto.

Debido a esto el objetivo de este trabajo de título es aumentar la precisión en la estimación de plazos de los proyectos en la Gerencia de Innovación y Desarrollo, a través del diseño de un modelo de gestión que permita mejorar el control de avances para cumplir con los objetivos propuestos.

Durante este trabajo, se lleva a cabo un levantamiento detallado de la situación actual con el objetivo de modelar el proceso existente. Posteriormente, se realiza un análisis y una discusión exhaustiva para identificar estrategias y soluciones que permitan el rediseño del modelo de gestión de proyectos de la Gerencia de Innovación y Desarrollo de SQM.

El rediseño consistirá en la creación de un área nueva dentro de la Gerencia para brindar un mayor apoyo al desarrollo de los proyectos, implementando así un modelo de gestión centralizado para el control de proyectos.

Con la implementación de este rediseño, se lograrán mejoras significativas en la eficiencia de los proyectos, reduciendo así los casos de incumplimiento de los plazos de finalización. Este enfoque busca optimizar la planificación, ejecución y control de los proyectos, proporcionando una estructura sólida y efectiva que permita alcanzar los objetivos establecidos de manera oportuna y exitosa.

## AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a mi familia, especialmente a mis padres por su apoyo, por siempre estar ahí a pesar de la distancia y por siempre apoyar mis decisiones a lo largo de los años. A mi mamá por siempre estar ahí cuando la necesito para ayudarme sin importar las circunstancias. A mi papá por ayudarme con su experiencia y consejos para desarrollarme mejor como persona y profesional.

También agradezco a mis amigos que han estado conmigo durante este proceso dándome su apoyo durante el desarrollo de este trabajo y a los amigos que conocí en las primeras etapas de la universidad por los almuerzos, la ayuda en el estudio y los juegos durante las ventanas.

Quiero agradecer también a SQM por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de título con ellos, especialmente la Gerencia de Innovación y Desarrollo por la disposición en desarrollar estos proyectos. A Sebastian Cantero mi supervisor, quiero agradecerle su buena disposición y ayuda para este proyecto y a Osvaldo Yañez, Gerente de innovación y desarrollo por el apoyo y consejos dados.

Finalmente quiero agradecer a mi profesor guía Javier Acosta y co-guía María José Contreras por la orientación, buenos consejos y disposición durante todo este proceso.

# Tabla de Contenido

1	ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1	Rubro de la Organización.....	1
1.2	Misión y visión.....	1
1.3	Organigrama .....	2
1.4	Productos .....	4
1.4.1	Nutrición Vegetal .....	5
1.4.2	Litio y derivados.....	5
1.4.3	Yodo y derivados.....	5
1.4.4	Potasio.....	6
1.4.5	Químicos Industriales .....	6
1.5	Clientes .....	6
1.6	Dimensionamiento de las actividades realizadas.....	7
1.7	Ventaja Competitiva .....	7
1.8	Mercado y/o Marco institucional.....	8
1.8.2	Regulaciones relevantes .....	9
1.8.3	Tendencia del Mercado .....	9
1.8.4	Desempeño organizacional .....	10
1.8.5	Información del área de la organización .....	11
1.8.6	Productos o servicios que entregan.....	11
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN.....	12
2.1	Propuesta de valor .....	13
3	OBJETIVOS.....	13
3.1	Objetivo General .....	13
3.2	Objetivos Específicos.....	13
4	MARCO CONCEPTUAL .....	14
4.1	Modelamiento de la situación actual .....	14
4.2	Levantamiento y análisis de la información.....	15
4.3	Metodología Six Sigma .....	15
4.4	Gestión de Proyectos según los Estándares PMI .....	16
4.5	Entrevistas Semiestructuradas.....	16
4.6	Diagrama bajo estándar BPMN (Business Process Modeling Notation) .....	17
4.7	Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs).....	18
5	METODOLOGÍA.....	18
5.1	Levantamiento de la situación actual del proceso.....	18

5.2	Análisis de la situación actual .....	19
5.3	Rediseño de procesos.....	19
6	ALCANCES .....	19
7	LEVANTAMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	20
7.1	Proceso actual .....	20
7.1.1	Proyectos de investigación .....	20
7.1.2	Proyectos de infraestructura.....	26
7.1.3	Aprobación de los proyectos .....	27
7.2	Gestión de proyecto .....	28
8	ANÁLISIS DEL PROCESO.....	29
9	REDISEÑO DEL PROCESO .....	30
9.1	Proyectos de Investigación y Optimización .....	30
9.1.1	Etapa de Estudio .....	30
9.1.2	Etapa de Simulación y Laboratorio.....	31
9.1.3	Etapa Piloto y Prueba Industrial.....	32
9.1.4	Etapa de Construcción .....	33
9.1.5	Proyectos de Infraestructura.....	34
	.....	34
9.2	Creación área de apoyo (Oficina de gestión de proyectos).....	34
9.2.1	Coordinador del proyecto .....	35
9.2.2	Ingeniero de Proyectos.....	37
9.3	Implementación Herramienta SmartSheet .....	38
9.3.1	Implementación .....	39
9.4	Indicadores Clave de Rendimiento.....	40
9.4.1	Progreso en tiempo del proyecto con respecto a la fecha actual .....	40
9.4.2	Cumplimiento de los plazos del proyecto .....	41
9.4.3	Cumplimiento del alcance.....	41
9.4.4	Gasto Real vs Presupuesto .....	42
9.5	Factores críticos de Éxito .....	42
9.6	Análisis económico.....	42
10	CONCLUSIONES.....	44
11	BIBLIOGRAFÍA.....	46

# 1 ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1 Rubro de la Organización

El rubro en el cual se desarrollará el trabajo es en el sector minero, el cual ha sido el principal motor del desarrollo económico del país durante los últimos 30 años. Chile cuenta con un rico patrimonio minero; sin embargo, destaca por sus reservas cupríferas ya que es el mayor productor de cobre en el mundo generando 5.773 miles de toneladas métricas de cobre entre 2020 y 2021 representando el 26,6% de la producción total mundial, además de poseer el 23% de las reservas mundiales. También es el país con mayores reservas de nitratos, yodo y carbonato de litio, y cuenta asimismo con yacimientos de oro y plata. En el caso de SQM este es líder en la producción de Litio, Yodo y Potasio [1].

Los principales actores destacados son Codelco, BHP y Glencore. De acuerdo con el ranking mundial del año 2022, que evalúa la capitalización de mercado, BHP lidera con una cifra de 154.8 mil millones de dólares, seguida por Rio Tinto en segundo lugar con 123.3 mil millones de dólares, y Glencore en tercer lugar con 86.4 mil millones de dólares [2].

En cuanto a SQM, ocupó el puesto número 20 en esta lista, con una capitalización de mercado de 22.8 mil millones de dólares. SQM tuvo un destacado desempeño en el mercado mundial del litio durante el año 2022, alcanzando el primer lugar y obteniendo aproximadamente el 20% del mercado global. Este logro significó que SQM superara a sus competidores en ese sector [3].

## 1.2 Misión y visión

SQM es una empresa con grandes estándares y en busca de la perfección, por lo que esta empresa posee como misión ser una empresa global, con un equipo de personas comprometidas con la excelencia; cuya actividad se enfoca en la extracción de minerales, capaces de integrarse selectivamente en el procesamiento y comercialización de productos para industrias esenciales para el desarrollo humano [4].

Como visión la organización quiere que SQM sea una empresa global, reconocida por sus altos niveles de competitividad, excelencia e innovación en sus áreas de negocio, orientada al desarrollo de productos esenciales para el desarrollo humano, todo en un marco de acción de altos estándares de integridad. Además de esto SQM se rige por la excelencia en donde se busca siempre seguir mejorando, la integridad en donde se fomenta el respeto, la seguridad donde se toma la seguridad de los trabajadores como compromiso organizacional y por último la sustentabilidad para volverse parte de un cambio cultural que mejore el medio ambiente [4].

Además, la organización lleva un par de años siguiendo la metodología Lean de mejora continua que se llama M1, esto ha generado que la organización este buscando hacer más eficientes y sustentables sus procesos productivos [4].

### 1.3 Organigrama

La estructura organizacional se puede ver en el siguiente organigrama:

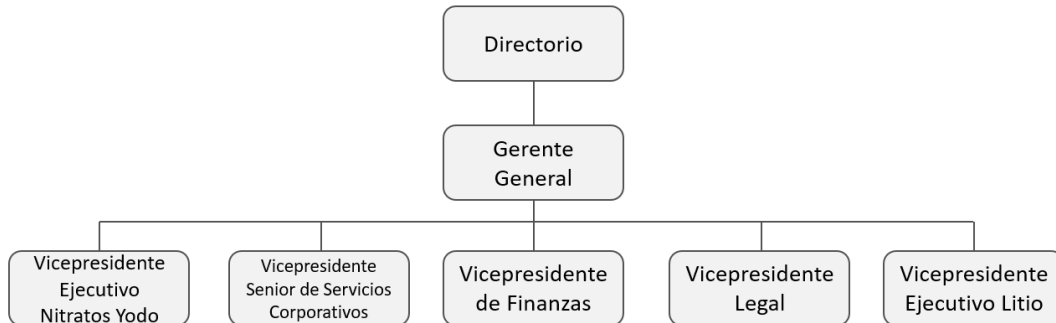


Figura 1: Organigrama SQM (elaboración propia)

El Gerente general se encarga de planear las actividades que se desarrollan dentro de la empresa y definir a donde se va a dirigir la empresa en un corto y largo plazo, entre muchas otras tareas [4].

Luego se encuentran los vicepresidentes de diferentes áreas, en esta se va a destacar: La Vicepresidencia Ejecutiva Negocio Nitratos Yodos, se encarga del desarrollo de nuevos negocios, búsqueda y evaluación de oportunidades de inversión, compra de empresas y desinversiones en los negocios relacionados a la compañía.

La Vicepresidencia de finanzas que se encarga de supervisar el cumplimiento de las normas.

La Vicepresidencia Senior de Servicios Corporativos, responsable de unificar los servicios transversales para las unidades de negocio. Se incluyen las VP de Personas, Legal, Sustentabilidad, Comunidades y Asuntos Públicos, y gerencias de Digitalización y TI, Compras, Control de Gestión y Nuevos Negocios Metálicos [4].

La Vicepresidencia Ejecutiva Litio, se encarga del desarrollo de nuevos negocios, búsqueda de oportunidades de inversión y de las operaciones que están relacionados con la producción de litio. En esta Vicepresidencia se encuentra la Gerencia de Innovación y Desarrollo en donde se realizará el trabajo de título, que está dividida en 5 áreas en las cuales se encuentra el Área de Gestión, el Área de Gestión Global y Nuevas Tecnologías, Área de Rendimiento y Plantas Pilotos, el Área de Plantas Piloto S.A, Superintendencia de Investigación y Laboratorios y el Área de Visión Global y Nuevas Tecnologías. El organigrama de la Gerencia es el siguiente:



Figura 2: Organigrama Gerencia de Innovación y Desarrollo (elaboración propia)

El Área de Gestión y sustentabilidad se divide en cuatro áreas como se puede observar



Figura 3: Organigrama área de Gestión y Sustentabilidad (elaboración propia)

Actualmente, el Área de Gestión y Sustentabilidad cuenta con seis miembros. En primer lugar, está el jefe de área, seguido por el responsable del desarrollo de personal y vinculación. Además, cuenta con el encargado de contratos y contratistas, así como el responsable de costos y presupuestos. En lo que respecta a la sustentabilidad, hay dos ingenieros a cargo de esta área.



## 1.4 Productos

SQM se encarga del procesamiento y producción de diferentes materiales, entre estos se encuentran los productos de nutrición vegetal, yodo, litio, potasio y químicos industriales [5]

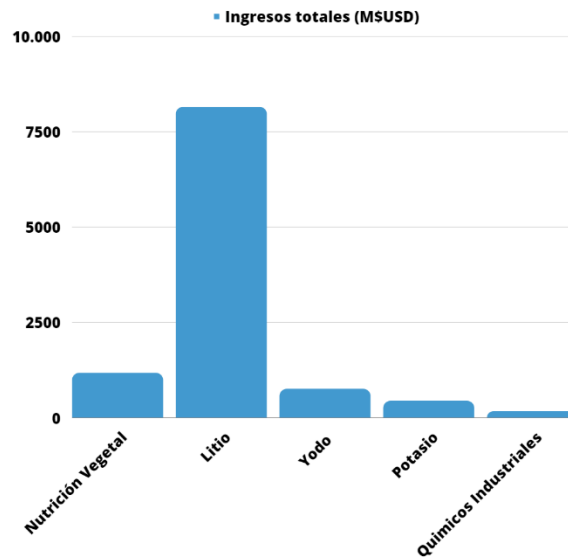


Figura 4: Gráfico ingresos totales por productos del año 2022 (elaboración propia)

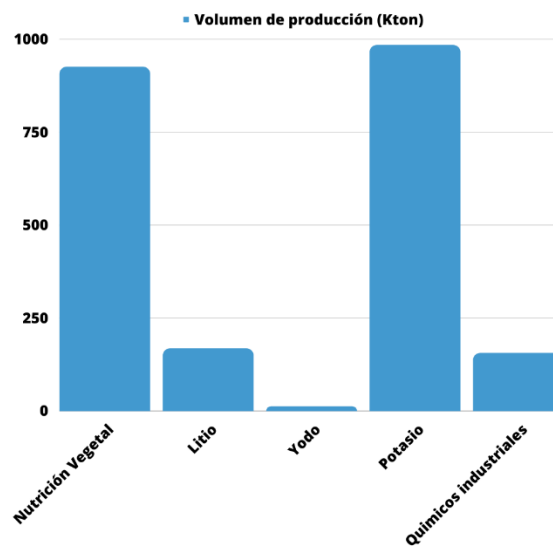


Figura 5: Gráfico volúmenes producidos de cada producto del año 2022 (elaboración propia)

#### *1.4.1 Nutrición Vegetal*

La nutrición vegetal es la línea de productos que tiene un volumen de producción 925.3 Kton y además es el que da la mayor cantidad de ingresos haciendo un total del 11% de los ingresos totales. SQM también es reconocido como el líder mundial en la producción de nitrato de potasio de origen natural, con la menor huella de carbono, libre de cloro y 100% soluble.

Dentro de la competencia se encuentra la empresa canadiense Nutrien que eran socios de SQM, pero decidió retirarse el año 2018 y decidió invertir en la industria agrícola en Brasil. Este es considerado uno de los principales productores en fertilizantes y nutrición vegetal. Además de esto se encuentran la empresa noruega Yara International que es una empresa que es líder mundial en la producción de fertilizantes y nutrición vegetal [6].

#### *1.4.2 Litio y derivados*

El litio es un producto de gran importancia, con un volumen de producción de 168.4 Kton, generando el 76,1% de los ingresos totales. SQM es reconocido a nivel mundial como el líder en la producción de litio. Entre los derivados que la compañía produce se encuentran el sulfato de litio y el hidróxido de litio. Además, la empresa se ha propuesto avanzar hacia la producción de Litio Verde, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental.

Dentro de las competencias a las que se enfrenta SQM con respecto al mercado del Litio, se destaca Albemarle en donde se han disputado el primer lugar en el mercado. Otras empresas consisten en Tianqi que un accionista de SQM, Jiangxi Ganfeng Lithium, Allkem y Livent Corporation.

#### *1.4.3 Yodo y derivados*

El yodo es otro de los productos que son trabajados, teniendo un volumen por producción de tan solo 12,4 Kton y este genera un 7% de los ingresos totales de la empresa. SQM es el primer productor del mundo y también el de más bajo costo de este, debido a que esta es dueña de gran parte de las reservas mundiales de caliche que se encuentran en el Norte de Chile.

Entre la competencia se encuentra Iofina que es una empresa con sede en reino unido que se especializa en la producción de yodo a través de salmueras naturales son conocidos por su enfoque en la producción sostenible de yodo, también esta GODO SHIGEN que es empresa japonesa que se dedica a la producción y comercialización de yodo y productos relacionados. Tienen una presencia importante en el mercado y son reconocidos por su calidad y experiencia en la industria del yodo.

#### 1.4.4 Potasio

SQM comenzó a operar en el Salar de Atacama con la producción de potasio. Las principales fuentes de potasio que existen en el mercado para uso en fertilizantes son: cloruro de potasio (KCl), sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>). SQM es la única empresa que produce las tres fuentes de potasio. Su volumen de producción es de 984.0 y genera el 4,1% de los ingresos totales.

La competencia que posee en el mercado del potasio se encuentra Nutrien siendo uno de los principales productores y proveedores de potasio a nivel mundial, la empresa Alemana K+S AG teniendo operaciones de potasio en Alemania, Canadá y otros países, también esta EuroChem que es originario en Rusia, esta tiene una amplia presencia global.

#### 1.4.5 Químicos Industriales

Con respecto a los químicos industriales, SQM comercializa y produce nitratos, Cloruro de Potasio, Ácido Bórico y Cloruro de Magnesio. El Nitrato de Potasio y Nitrato de Sodio que son esenciales para el funcionamiento de las plantas termosolares. Sus volúmenes de producción son 156.0 Kton y es el producto que genera la menor cantidad de ingresos siendo estos un 1,5% de los ingresos totales. Con esto se producen sales termosolares, nitrato de sodio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, cloruro de potasio, silvinita, cloruro de magnesio y cloruro de sodio.

La competencia a la que SQM se enfrenta en este mercado es a BASF, una empresa alemana, es considerado un líder a nivel mundial en productos químicos en diferentes industrias como la química, la automotriz, también se encuentra Dow Chemical Company que es una empresa multinacional que opera en varios segmentos de mercado, incluyendo productos químicos básicos, materiales avanzados, ciencias de la vida y soluciones agrícolas.

### 1.5 Clientes

La organización tiene una amplia base de clientes en todo el mundo. Entre los clientes de SQM se encuentran empresas de diversas industrias, como la de fertilizantes, la alimentaria, la farmacéutica, la de cosméticos, la de baterías y la electrónica. Además, SQM también vende directamente a consumidores finales a través de su división de nutrición vegetal, que produce y comercializa fertilizantes para la agricultura. Entre los clientes más destacados de SQM se encuentran empresas como Tesla, Samsung, LG, Albemarle, FMC y Nutrien, entre otras [4].

El mercado clave para SQM es el mercado chino debido a que es el principal consumidor de litio en el mundo teniendo el 55% del consumo mundial debido a su fabricación de baterías y otros productos electrónicos. Además de esto es un gran cliente en la producción de yodo debido a que este es uno de los principales importadores de yodo en el mundo. Otro cliente importante es el mercado japonés al igual que en china pero en

menor medida son gran importadores de litio y yodo debido a la gran producción que tienen de productos electrónicos y baterías [4].

En otras partes donde SQM está presente en el mercado es en el mercado de Estados Unidos debido a la necesidad de importar litio y diferentes tipos de químicos para sus industrias agrícolas. Brasil es otro mercado importante para SQM debido a la venta de la nutrición vegetal y fertilizantes para potenciar el mercado agrícola brasileño [4].

## 1.6 Dimensionamiento de las actividades realizadas

En términos generales, el sector minero es muy amplio y diverso, con empresas que se dedican a la extracción y producción de diferentes tipos de minerales y metales, lo que hace difícil una comparación directa en cuanto a los niveles de venta. Sin embargo, según su informe anual, SQM reportó ventas totales de aproximadamente US \$3.215.971 en 2021 y \$10.710.578 en 2022 triplicando los ingresos del año pasado. Si bien SQM no es una de las empresas mineras más grandes en términos de ventas totales, es una empresa líder en la producción y comercialización de ciertos productos químicos y minerales, como el litio, y tiene una presencia importante en la industria agrícola y de energía. Las empresas mineras tienen diferentes enfoques y estrategias de negocios, por lo que las comparaciones directas entre ellas pueden ser complicadas y no necesariamente representativas del desempeño o impacto de cada empresa [4].

Debido a los ingresos que presentó en 2022 SQM aportó US\$ 5.000 millones al fisco pagando más del doble de lo que pagó CODELCO y el litio que consistía en la producción de SQM y Albemarle contribuyó en un 1,6% en el PIB [3].

La competencia de SQM varía según el producto como fue mencionado anteriormente. Pero debido al desempeño que obtuvo el 2022 se puede recalcar que SQM tuvo el 20% del mercado dejándolo en primer lugar seguido de Albemarle con un 16%, Tianqi 7%, Jiangxi Ganfeng Lithium Co, 6%, Allkem con un 4% y por último Livent Corporation 3%. Esto no sucedía desde el año 2017 debido a que desde el 2018 el primer lugar en el mercado correspondía a Albemarle [3].

## 1.7 Ventaja Competitiva

Una de las ventajas competitivas de SQM es su posición líder en la producción y venta de litio a nivel mundial. El litio es un elemento clave en la fabricación de baterías para vehículos eléctricos y otros dispositivos electrónicos. Con la creciente demanda de vehículos eléctricos y la necesidad de almacenamiento de energía renovable, el mercado del litio está experimentando un rápido crecimiento y SQM se encuentra bien posicionada para beneficiarse de esta tendencia.

Otra ventaja competitiva de SQM es su capacidad para producir múltiples productos químicos a partir de sus materias primas. La compañía cuenta con una amplia gama de productos químicos, incluyendo fertilizantes, yodo y otros productos especiales, lo que le permite diversificar su cartera y reducir su dependencia de un solo producto o mercado.

Además, SQM cuenta con una presencia global, lo que le permite aprovechar las oportunidades de crecimiento en diferentes regiones del mundo. La empresa tiene operaciones en varios países de América Latina, Asia y Europa, y cuenta con una sólida red de distribución global.

Por último, SQM ha invertido significativamente en investigación y desarrollo para mejorar sus procesos de producción y desarrollar nuevos productos y tecnologías. Esto le permite mantenerse a la vanguardia de la innovación y mejorar su eficiencia y rentabilidad [4].

## 1.8 Mercado y/o Marco institucional

### 1.8.1.1 Actores

El sector minero tiene una amplia variedad de clientes, dependiendo de los productos que se extraigan y produzcan. Algunos de los clientes del sector minero incluyen las empresas manufactureras son uno de los principales clientes del sector minero, ya que necesitan materias primas como metales, minerales y combustibles para producir bienes. También se encuentran las empresas de energía que son importantes clientes del sector minero, ya que necesitan combustibles fósiles como el carbón y el petróleo para producir energía. Los fabricantes de equipos y maquinaria para la construcción y la minería también son clientes importantes, ya que necesitan maquinaria pesada y otros equipos para llevar a cabo sus operaciones. Y el sector tecnológico es un cliente en crecimiento del sector minero, ya que muchos de los metales y minerales utilizados en la fabricación de dispositivos electrónicos, como smartphones y computadoras, se extraen en la minería. Como se mencionó anteriormente existen más productos, como SQM que tiene clientes en la industria de fertilizantes, la industria alimentaria, la industria farmacéutica, la industria de cosméticos, la industria de baterías y la industria electrónica [4].

Los proveedores que se necesitan en el sector minero son proveedores de equipos y maquinaria que son empresas que se encarga de suministrar maquinaria y herramientas utilizados en la extracción, procesamiento y transporte de minerales, también se tienen proveedores de perforación y voladura para la extracción de los minerales, proveedores de servicios de exploración geofísica y geológica para la extracción de minerales, proveedores de transporte para el transporte de minerales, gestión de la cadena de suministro y logística para la entrega eficiente de productos mineros En el caso de SQM este busca proveedores en comunas o ciudades cerca de las áreas en las que operan, definen como proveedores locales a los que se ubican en las Regiones de Tarapacá o Antofagasta [4].

El sector minero está controlado por los organismos gubernamentales y reguladores de Chile. Entre ellas se encuentra el Ministerio de Minería que es el organismo encargado de supervisar y regular la actividad minera en Chile [7], incluyendo la extracción de litio, nitratos y otros minerales por parte de SQM, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) que es encargado de evaluar y aprobar los proyectos de inversión que pueden afectar al medio ambiente en Chile donde SQM debe someter sus proyectos al SEA para su evaluación y aprobación antes de comenzar la construcción [8]. También está el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) este es el encargado de supervisar y regular la actividad minera en Chile [10].

Luego también hay que considerar que las mineras tienen que cumplir ciertas normas medio ambientales por lo que también son regulados por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) que es organismo encargado de supervisar y regular el cumplimiento de las normas ambientales en Chile [10]. SQM debe cumplir con las normas ambientales y está sujeta a la supervisión de la SMA.

Es importante tener en cuenta que SQM, también está sujeto a la supervisión y regulación de otros organismos gubernamentales y reguladores en los países donde tiene operaciones, como Japón y Estados Unidos.

### *1.8.2 Regulaciones relevantes*

Un agente regulador del sector minero es el Ministerio de Minería, que fue fundado el año 1953. El marco legal que regula el sector minero está contenido en dos leyes: La Ley orgánica constitucional de concesiones mineras y el código de minería (Ley 18248). La primera opera en función a la promulgación de la segunda. El código de minería es el cuerpo legal de Chile que establece la propiedad del Estado sobre todas las tierras y yacimientos y detalla mecanismos para su concesión y explotación a privados. La Ley orgánica constitucional de concesiones mineras principalmente lo que estipula es que se distingue dos tipos de concesiones mineras, de exploración o de explotación [7].

La Ley de protección ambiental establece los requisitos ambientales para las empresas y los proyectos, incluyendo los límites de emisiones y contaminación, y establece los mecanismos para la evaluación y aprobación de proyectos y la implementación de medidas de mitigación. Las consecuencias que esto tiene es que SQM tiene que mantenerse dentro de estos límites para poder hacer algunos de sus proyectos. Además, el tener este tipo de ley genera que las empresas creen planes de sustentabilidad. SQM se ha comprometido a seguir las mejores prácticas de sostenibilidad y ha establecido objetivos y políticas para reducir su impacto ambiental y mejorar su desempeño social y económico. Esto incluye el cumplimiento de las normas internacionales de sostenibilidad [7].

### *1.8.3 Tendencia del Mercado*

El sector minero está experimentando diversas tendencias que están moldeando su futuro. Entre ellas se encuentra la sostenibilidad y responsabilidad social debido a que existe una creciente demanda de prácticas mineras sostenibles y responsables desde el punto de vista ambiental y social. Las empresas mineras están adoptando medidas para minimizar su impacto ambiental, reducir las emisiones de carbono, gestionar adecuadamente los desechos y establecer relaciones positivas con las comunidades locales. La minería además se ha movido en la dirección de utilizar energía renovable y electrificación, se busca la transición hacia energías más limpias invirtiendo en ella para reducir la huella de carbono. En el caso de la energía renovable la minería se ha vuelto muy prevalente debido que para ella se necesita el uso de diferentes minerales como el cobre y el litio.

También se ha empezado a buscar la automatización y digitalización, donde la industria está adoptando tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el análisis de datos para mejorar la eficiencia operativa, aumentar la seguridad y reducir costos. Las mineras además han empezado a innovar en exploración y minería subterránea esto es debido a que la búsqueda de nuevos yacimientos minerales ha necesitado de la adaptación a técnicas de exploración más avanzada y la minería subterránea está ganando importancia debido a la disminución de los yacimientos de la superficie.

La demanda de minerales y metales está aumentando, pero también hay un enfoque creciente en la economía circular y el reciclaje de materiales. Las empresas mineras están explorando formas de recuperar y reciclar minerales de productos desechados, lo que puede reducir la dependencia de la extracción de recursos naturales.

#### *1.8.4 Desempeño organizacional*

SQM es una empresa con una larga historia trabajando en el sector minero, actualmente se encuentra bien consolidada en la industria. La empresa además ha conseguido tener reconocimiento a nivel mundial posicionándose como líder de la producción de Litio, Potasio y Nutrición vegetal. Además de esto la empresa está constantemente intentando aumentar su producción, buscando formas de innovar para mejorar sus procesos [4].

SQM nace el 1968 luego de la fusión del Estado de Chile a la Corporación de Ventas de Salitre y Yodo, la Compañía Salitrera Anglo Lautaro y la Compañía Victoria. En el año 1971 la compañía se nacionaliza y Corfo queda a cargo en un 100% de la compañía, luego en el año 1983 la compañía inicio su proceso de privatización donde SQM fue inscrita como sociedad anónima abierta en la Superintendencia de Valores y en junio fue admitida en la Bolsa de Comercio de Santiago. Esto fue posible debido a lo que sucedió durante la dictadura de Augusto Pinochet en donde se optó por privatizar las industrias que estaban a cargo del estado. Además de esto ese año se decretó que los nitratos y sales análogas, el yodo y los compuestos químicos derivados ya no estaban reservados exclusivamente al Estado por lo que se abrieron al mercado, ayudando fuertemente a SQM y a su crecimiento. Luego de esto una vez que se terminó la dictadura se ha vuelto plantear si SQM debiese seguir siendo privada o debería volver a ser pública, pero sigue siendo una empresa privada [11].

Una parte importante sobre la historia de SQM es como ha intentado formar sociedades y alianzas con la competencia como es el caso de Albemarle, pero estas nunca han sido fructíferas debido a que durante los años ambas mineras han tenido múltiples disputas, una de las principales se relacionó con la propiedad de los salares en el Salar de Atacama en Chile, una de las principales fuentes de litio en el mundo. Tanto SQM como Albemarle reclamaron derechos sobre los salares y buscaron asegurar sus respectivas posiciones en la región. En 2018, después de varios años de disputas legales, SQM y Albemarle llegaron a un acuerdo para reestructurar la asociación. Como parte del acuerdo, SQM adquirió la participación del 50% de Albemarle en la empresa conjunta ALLiR, lo que le dio a SQM el control total sobre las operaciones en el Salar de Atacama [12].

### *1.8.5 Información del área de la organización*

El trabajo se desarrollará en la Gerencia de Innovación y Desarrollo, en el área de gestión y sustentabilidad. Esta gerencia ha tomado importancia dentro de la organización debido a que el mercado establece los precios de venta de los productos que comercializa la organización y para que SQM pueda mantenerse en competencia se necesita ir adaptando a estos cambios y como se va desarrollando el mercado.

Dentro de la Gerencia se trabaja en múltiples proyectos de innovación que están centrados en mejorar la eficiencia de los proyectos, se busca mejorar el desempeño y eficiencia de los procesos trabajando con nuevas tecnologías, aumentando el rendimiento de las operaciones y más sustentables con proyectos de reducción de agua y de energía. También se centra en el desarrollo del carbonato de hidróxido y KCL (Cloruro de potasio) que son obtenidos del descarte de los procesos productivos.

El área de Gestión y Sustentabilidad se compone de cuatro subáreas: Desarrollo de Personas, Contratos y Contratistas, Costos y Presupuestos, y Sustentabilidad. El área de Desarrollo de Personas se encarga de mantener la comunicación y el contacto con los trabajadores tanto dentro como fuera de la empresa. Su enfoque principal radica en establecer y mantener relaciones con las universidades con las que se planea colaborar en programas de prácticas y memorias. Por otro lado, el área de Contratos y Contratistas mantiene el contacto con las entidades externas a la Gerencia, tales como proveedores, camiones, neumáticos, entre otros, gestionando los contratos correspondientes. En cuanto al área de Costos y Presupuestos, su función principal consiste en la elaboración y seguimiento del presupuesto asignado, asegurándose de que las diferentes áreas no excedan sus presupuestos establecidos. Finalmente, el área de Sustentabilidad se encarga de desarrollar proyectos orientados a hacer que las operaciones de la empresa sean más sostenibles. Esto implica buscar diversas formas de reducir el consumo de energía, el uso de agua y otras prácticas que contribuyan a la conservación del medio ambiente.

### *1.8.6 Productos o servicios que entregan*

La Gerencia se encarga de estudiar y desarrollar diferentes proyectos para mejorar la eficiencia de diferentes procesos, entregando servicios a diferentes áreas de la empresa. En el caso específico del área de gestión y sustentabilidad esta se encarga de apoyar a las otras áreas a gestionar y realizar proyectos, responsabilizándose de las contrataciones, de la gestión de presupuestos y de generar contacto con las universidades para realizar prácticas y memorias en la Gerencia.



## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

El 58% de los proyectos realizados por la Gerencia de Innovación y Desarrollo iniciados entre el 2019 y 2022 terminan después de la fecha originalmente comprometida, los retrasos son de un 50% más del tiempo esperado. Los proyectos realizados en la Gerencia tienen como objetivo mejorar procesos ya existentes de la organización con la finalidad de aumentar la producción, hacer los procesos más eficientes, mejorar el rendimiento de las operaciones y avanzar en el desarrollo sustentable de la organización.

Los efectos que se generan debido al incumplimiento de los plazos varían dependiendo del proyecto específico que se está desarrollando, pero en su mayoría involucra una pérdida de recursos. Además de esto se tiene que al no terminar los proyectos en el tiempo comprometido se pierden los beneficios que se hubieran obtenidos.

Cuando los proyectos son aceptados, se genera una expectativa de lograr beneficios económicos o de hacer que los procesos sean más sustentables. Sin embargo, cuando un proyecto no se completa dentro del plazo comprometido, esta expectativa se desvanece, debido que el proyecto no está cumpliendo con los objetivos establecidos inicialmente. Como consecuencia, el proyecto no podrá tener el efecto o el impacto esperado originalmente.

Cada área de la Gerencia de Innovación y Desarrollo esta encargada de la gestión de sus proyectos y la planificación de estos. Debido a esto se tiene que la gestión de los proyectos varía dependiendo del área. Para los jefes de proyectos no es una prioridad cumplir los plazos de termino de proyectos, ante la falta de una estructura operacional que se los exija (la Gerencia no realiza ninguna supervisión sobre el desarrollo de los proyectos), ni realiza evaluaciones de la forma en que el jefe de proyectos dirige sus proyectos. Generando que no se puedan tomar medidas correctivas y preventivas de los proyectos

La falta de un control adecuado sobre los proyectos por parte de la Gerencia ha llevado a que no todos los encargados realicen las evaluaciones económicas en las etapas iniciales. Esto ha generado estimaciones incorrectas del presupuesto, lo que se refleja en que el 32% de las carpetas de inversión de proyectos presentaron sobregiro en el año 2022.

La misma persona que tienen la iniciativa de realizar el proyecto son los que realizan la evaluación económica del proyecto y ven la viabilidad de esta, además de evaluar el inicio y la finalización del proyecto. Debido a esto se podría decir que la evaluación que están haciendo los encargados de proyecto para determinar la duración de los proyectos y las fechas de inicio y termino está subestimando el tiempo que se necesita para realizar los proyectos. Esto podría deberse a que no están tomando en consideración algunos factores importantes para determinarlo.

## 2.1 Propuesta de valor

El realizar un control de avance de los proyectos ayudará a mejorar la eficiencia, facilitando el cumplimiento de las metas definidas para los proyectos.

El incumplimiento de los plazos establecidos en los proyectos puede resultar en la pérdida de recursos y generar pérdidas económicas significativas. Por ejemplo, en el caso de los proyectos destinados a la reducción del consumo de agua, SQM incurre en un costo de 15 dólares por tonelada. Si la meta de la empresa es reducir el consumo de agua en un 30% antes de que finalice el año, cualquier retraso en la finalización del proyecto afectaría la implementación de estas medidas y, por ende, se perderían los beneficios económicos asociados.

Supongamos que el año pasado se consumieron 29.377.645 toneladas de agua y que se busca reducir este consumo en un 30%, lo que equivaldría a consumir 20.564.351,5 toneladas este año, lo que representaría un ahorro de 8.813.293,5 toneladas. Si asumimos un ahorro lineal, esto implicaría un ahorro mensual de aproximadamente 734.441,125 toneladas. Considerando el costo del agua de 15 dólares por tonelada, el ahorro mensual ascendería a 11.016.616,875 dólares. Por lo tanto, si el proyecto se retrasa seis meses, se perdería la posibilidad de ahorrar 66.099.701,25 dólares.

El mismo escenario se repite con otros proyectos que experimentan retrasos. Por ejemplo, aquellos destinados a mejorar el rendimiento de ciertos procesos. El incumplimiento de los plazos establecidos resulta en una pérdida de eficiencia en la implementación de los proyectos y una disminución en la producción.

Implementar una solución adecuada puede mitigar estas pérdidas esperadas en términos de tiempo. La solución propuesta reducirá la pérdida de ahorros anticipados al hacer que el proceso de control de avance sea más eficiente. Esto se logrará mediante la implementación de medidas correctivas y preventivas, lo que a su vez reducirá los retrasos en los proyectos. Al estar mejor preparados para enfrentar los desafíos que puedan surgir, se minimizarán los contratiempos en la ejecución de los proyectos.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo General

Aumentar la precisión en la estimación de plazos y costos de los proyectos en la Gerencia de innovación y desarrollo, a través del diseño de un modelo de gestión que permita mejorar el control de avances para cumplir con los objetivos propuestos.

### 3.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que complementan el objetivo general son:

- Determinar el estado actual del proceso de control de proyectos a través de levantamiento de datos, para conceptualizar el proceso actual.

- Identificar oportunidades en el proceso de gestión de proyectos, realizando un análisis del proceso actual para determinar instancias de mejora.
- Proponer un diseño del modelo de gestión que permita hacer más eficiente el desarrollo de los proyectos utilizando la guía de los estándares PMI.

## 4 MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual para este trabajo consiste en el libro de “Rediseño de procesos mediante el uso de patrones” de Óscar Barros [13], también se utilizará la metodología Six Sigma guiándose por los libros “Lean Six Sigma for Engineers and Managers: With Applied Case Studies” de Matthew John Franchetti [14] y se utilizará la “Metodología de la investigación” de Roberto Hernández Sampieri. Además [16], se utilizarán los estándares de PMI utilizando la guía “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)” de Project Management Institute [15]. Para hacer un diagrama del proceso se seguirá el MANUAL BPMN 2.0 de Giovanni Correia [17]. Finalmente, para determinar los indicadores a utilizar se va a utilizar “Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs” de David Parmenter [18].

Se eligió esta bibliografía debido a que se desarrollará un análisis de las metodologías de rediseño enfocados en la gestión y control de avances de proyectos. El marco conceptual entrega conceptos de modelamientos de procesos y metodologías para encausar un modelo de rediseño de procesos de gestión y control de proyectos.

### 4.1 Modelamiento de la situación actual

Óscar Barros describe el método de modelamiento de procesos conocido como Análisis Estructurado, donde el proceso se modela como una secuencia de actividades por diferentes flujos definidos, distinguiendo los siguientes elementos [13]:

- Entradas: insumos materiales o de información que una actividad necesita para poder producir sus salidas.
- Salidas: productos físicos o de información resultado del manejo interno de la actividad.
- Control: instrucciones, normas, políticas o restricciones que una actividad debe respetar al realizar su trabajo.
- Mecanismos: elementos relevantes que requiere la actividad, no insumidos en su trabajo, para poder generar las salidas.

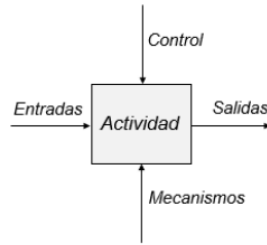


Figura 6: Modelo básico de modelamiento por flujo

## 4.2 Levantamiento y análisis de la información

Roberto Hernández Sampieri define diferentes técnicas de recolección de datos entre ellas se encuentran entrevistas, grupos focales, observación participante y análisis de documentos, en este caso se utilizarán el análisis de documentos y las entrevistas semiestructuradas donde el entrevistador tiene una guía de preguntas, pero tienen la posibilidad de adaptarse y explorar temas emergentes si es necesario. Se enfatiza la importancia de mantener el rigor y la validez en la investigación cualitativa. Esto implica considerar aspectos como la credibilidad (la confianza en los resultados obtenidos), la transferibilidad (la aplicabilidad de los hallazgos a otros contextos) y la conformabilidad (la objetividad y transparencia en el proceso de investigación) [16].

Para llevar a cabo un análisis de datos completo, se requiere la aplicación de diversos enfoques y técnicas. Entre estas se incluyen el análisis de datos cualitativos, el análisis de contenido, el análisis temático y la teoría fundamentada. Estas metodologías tienen como objetivo identificar patrones, temas y relaciones dentro de los datos recopilados. Cada una de estas técnicas ofrece una perspectiva única que enriquece la comprensión de los datos y facilita la extracción de información relevante para el estudio en cuestión.

## 4.3 Metodología Six Sigma

El enfoque de Six Sigma se basa en el uso de un ciclo de mejora continua conocido como DMAIC, que consta de los siguientes pasos [14]:

- Definir (Define): Se establecen los objetivos del proyecto, se identifican los requisitos del cliente y se definen los límites del proceso a mejorar.
- Medir (Measure): Se recopila y analiza datos para comprender el rendimiento actual del proceso, identificar áreas problemáticas y establecer una línea base para medir futuras mejoras.
- Analizar (Analyze): Se investigan las causas fundamentales de los problemas y se utilizan herramientas estadísticas para identificar las variables más influyentes en el proceso. Se busca comprender y eliminar las fuentes de variabilidad.

- Mejorar (Improve): Se generan soluciones y se implementan cambios para mejorar el proceso. Se realizan pruebas piloto y se evalúa el impacto de las mejoras propuestas.
- Controlar (Control): Se establecen controles y sistemas de monitoreo para asegurar que los cambios implementados sean sostenibles. Se desarrollan planes de control y se establecen indicadores clave de rendimiento (KPIs) para medir y mantener la mejora alcanzada.

#### 4.4 Gestión de Proyectos según los Estándares PMI

El Grupo de Procesos de Monitoreo y Control consiste en aquellos procesos requeridos para rastrear, revisar y orquestar el progreso y desempeño del proyecto; identificar cualquier área en la que los cambios al plan sean requeridos. El beneficio clave de este Grupo de Procesos es que el desempeño del proyecto se mide y analiza a intervalos regulares, eventos apropiados o condiciones de excepción para identificar variaciones del plan de gestión del proyecto. El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control también involucra [15]:

- Controlar los cambios y recomendar acciones correctivas o preventivas en previsión de posibles problemas.
- Seguimiento de las actividades en curso del proyecto contra el plan de gestión del proyecto.
- Influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios.

El Grupo de Procesos de Monitoreo y Control no solo monitorea y controla el trabajo que se realiza dentro de un grupo de procesos, sino que también supervisa y controla todo el esfuerzo del proyecto.

#### 4.5 Entrevistas Semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas son parte de la metodología de investigación de Roberto Hernández Sampieri estas son utilizada como una forma de recolectar datos cualitativos de un estudio. Los elementos claves estas son [16]:

- Diseño de la entrevista: Es esencial diseñar una guía con preguntas abiertas que les permita a los participantes responder con sus opiniones, preferencias y perspectivas sobre la investigación.
- Flexibilidad: A diferencia de las entrevistas estructuradas, las entrevistas semiestructuradas permiten una mayor flexibilidad. El entrevistador puede adaptar las preguntas y profundizar en áreas de interés a medida que la conversación avanza.
- Preguntas iniciales: La entrevista comienza con preguntas generales destinadas a establecer una relación con el participante y aclarar el tema de investigación.
- Preguntas clave: A medida que avanza la entrevista, se hacen preguntas más específicas. Estas preguntas están diseñadas para obtener información detallada y explorar las experiencias y perspectivas del participante.

- Escucha activa: El entrevistador debe practicar la escucha activa, prestando atención a lo que el participante dice y formulando preguntas de seguimiento basadas en sus respuestas.
- Registro de datos: Durante la entrevista, es importante registrar detalladamente las respuestas y observaciones del participante. Esto puede incluir grabaciones de audio o video, así como notas escritas.
- Análisis de datos: Después de completar las entrevistas, los datos recopilados se analizan en busca de patrones, temas y tendencias. Este análisis es útil para extraer conclusiones y generar hallazgos relevantes para la investigación.

#### 4.6 Diagrama bajo estándar BPMN (Business Process Modeling Notation)

El estándar BPMN es utilizado para representar procesos de negocio de una manera visual y comprensible. Este utiliza símbolos gráficos estandarizados para representar los elementos de un proceso de negocio. Este utiliza los siguientes símbolos [17]:

- Proceso/Actividad: Representado por un rectángulo con esquinas redondeadas. Este símbolo denota una actividad o tarea en el proceso de negocio.
- Evento Inicial: Representado por un círculo verde que indica el inicio del proceso o de una secuencia de actividades.
- Evento Intermedio: Representado por un círculo con un símbolo específico en su interior (como un reloj, una señal, etc.). Este representa un evento que ocurre en el medio del proceso.
- Evento Final: Representado por un círculo rojo que indica el final de un proceso o de una secuencia de actividades.
- Flujo de Secuencia: Representado por flechas que conectan los diferentes elementos del proceso indicando la secuencia o el orden en el que las actividades se ejecutan.
- Flujo de Mensaje: Representado por una línea punteada con una etiqueta de mensaje. Indica la comunicación entre elementos del proceso.
- Compuerta de Decisión: Representado por un diamante. Se utiliza para tomar decisiones en el proceso y determinar caminos diferentes basados en condiciones específicas.
- Pool: Representado por un rectángulo grande con límites dobles. Se utiliza para representar las áreas funcionales o departamentos en un proceso de negocio.
- Lane: Representado por un rectángulo más pequeño dentro de un pool. Se utiliza para indicar roles o responsabilidades dentro del proceso.
- Subproceso: Representado por un rectángulo con bordes dobles. Denota un proceso o actividad más detallado que se puede desglosar por separado.
- Grupo: Representado por un rectángulo con líneas punteadas. Se utiliza para agrupar elementos relacionados dentro de un proceso.

## 4.7 Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)

Los indicadores clave de rendimiento son medidas cuantificables que ayudan a las organizaciones a evaluar su rendimiento en relación con sus objetivos comerciales y estratégicos. Los KPIs son herramientas esenciales para medir y analizar el progreso hacia metas específicas. Para que estos sean efectivos se tiene que esto tienen que [18]:

- Seleccionar KPIs que sean relevantes para los objetivos que se quieren cumplir. Es mejor que estos sean relevantes a tener una gran cantidad de ellos.
- Definir metas específicas y alcanzables para cada KPI. Esto proporciona un punto de referencia claro y permite evaluar si se están cumpliendo las expectativas.
- Mantener una metodología de medición constante para asegurar la comparabilidad a lo largo del tiempo, utilizando herramientas y sistemas confiables.
- Utiliza sistemas que te permitan monitorear KPIs en tiempo real. Esto facilita la identificación temprana de problemas y la toma de decisiones ágil.
- Hacer revisiones periódicas de los KPIs con los equipos relevantes. Esto permite evaluar el progreso, ajustar estrategias si es necesario y celebrar los éxitos.
- Hacer ajustes a los indicadores cuando sea necesario, debido a cambios que se generen en Gerencia o la organización.
- Utilizar los resultados de los KPIs para identificar áreas de mejora continua. Buscar constantemente maneras de optimizar y evolucionar.

## 5 METODOLOGÍA

### 5.1 Levantamiento de la situación actual del proceso

Esta etapa consiste en seguir las siguientes actividades para obtener una conceptualización del estado actual de la Gerencia.

a) Entrevistas y encuestas con los jefes e ingenieros a cargo de proyectos de todas las áreas de la Gerencia y con el Gerente Innovación y Desarrollo. Las entrevistas son del tipo semiestructurada en donde se tengan preguntas guías con respecto a la información que sé que se quiere recolectar siguiendo la metodología de Roberto Hernández Sampieri. Con estas entrevistas se buscar responder:

- Cómo se aprueban los proyectos, bajo que estándares estos son considerados viables
- Cómo se determina el presupuesto, la duración y plazos del proyecto
- Cómo los jefes de proyectos están gestionando sus proyectos
- Qué medidas se toman en caso de que se genere un problema
- Qué herramientas utilizan para gestionar sus proyectos

b) Revisión de las fichas de proyectos anteriores que poseen la información del proyecto, donde se encuentra una descripción del proyecto, el presupuesto del proyecto, la fecha tentativa y la fecha de termino. Esto con el fin de poder evaluar patrones entre los proyectos que se retrasan, para llegar a la causa principal del problema. Para esto se tendrá que evaluar las fichas clasificándolas, categorizándolas e interpretándolas, siguiendo la metodología de Roberto Hernández Sampieri.

c) Con la información recabada modelar el proceso de gestión de proyectos de la Gerencia siguiendo el modelo de procesos de Óscar Barros. Para el modelamiento se utiliza el Business Process Model And Notation (BPMN) con el software Bizagi.

## 5.2 Análisis de la situación actual

Para el análisis de la situación actual se identifica cuáles son las oportunidades de mejora del proceso. Observando que procesos pueden ser estandarizados o simplificados. Además de encontrar tendencias, patrones o factores que estén generando los retrasos en los proyectos.

## 5.3 Rediseño de procesos

El rediseño es realizado siguiendo la metodología Six Sigma siguiendo los estándares PMI para la gestión de proyectos. Por lo que el rediseño consiste en:

- Desarrollar e implementar medidas correctivas para abordar las causas identificadas de desviaciones o retrasos.
- Establecer acciones de mejora específicas que ayuden a optimizar el control de los proyectos.
- Establecer nuevos puestos de trabajo dentro de la organización para aumentar el control realizado en los proyectos.
- Establecer un sistema de seguimiento continuo para monitorear el avance del proyecto.
- Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) y métricas relevantes para evaluar el control de avance de manera regular.
- Implementar controles y sistemas de retroalimentación para asegurar que las mejoras se mantengan y se siga el progreso del proyecto.

## 6 ALCANCES

Se considera para el trabajo de título los proyectos de la Gerencia de Innovación y Desarrollo. Los proyectos cuentan con cinco etapas (estudio, laboratorio, simulaciones, piloto y prueba industrial, construcción, operación) no se explorará la etapa de operación (implementación). Esto es debido a que una vez que se pasa a esta etapa el proyecto es transferido a la Gerencia de Operaciones respectiva (Litio o Salar).



## 7 LEVANTAMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como se mencionó anteriormente dentro de la Gerencia existen diferentes áreas que se encargan del desarrollo de diferentes proyectos para resolver problemas identificados en la organización. Cada área tiene la responsabilidad de gestionar sus propios proyectos.

### 7.1 Proceso actual

Durante la investigación se identificó que los proyectos que se realizan en la Gerencia pueden clasificarse en dos categorías distintas: proyectos de investigación y proyectos de infraestructura. Los proyectos de investigación que se centran en la resolución de problemas directamente vinculados a las líneas productivas, como la mejora del rendimiento, la creación de nuevos productos o subproductos de procesos existentes, entre otros. Por otro lado, los proyectos de infraestructura están relacionados con la renovación de oficinas, plantas y otras instalaciones.

Se observó que estas dos categorías presentan diferencias en su proceso de desarrollo, lo que conlleva la existencia de etapas específicas para cada tipo de proyecto. A continuación, se detallarán dichas etapas.

#### 7.1.1 Proyectos de investigación

Los proyectos de investigación se dividen en un total de siete etapas. Durante el desarrollo del trabajo de título se tomarán en consideración los primeros seis que consisten en la etapa de estudio, simulación, laboratorio, piloto, prueba industrial y construcción del proyecto.

##### 7.1.1.1 Etapa de Estudio

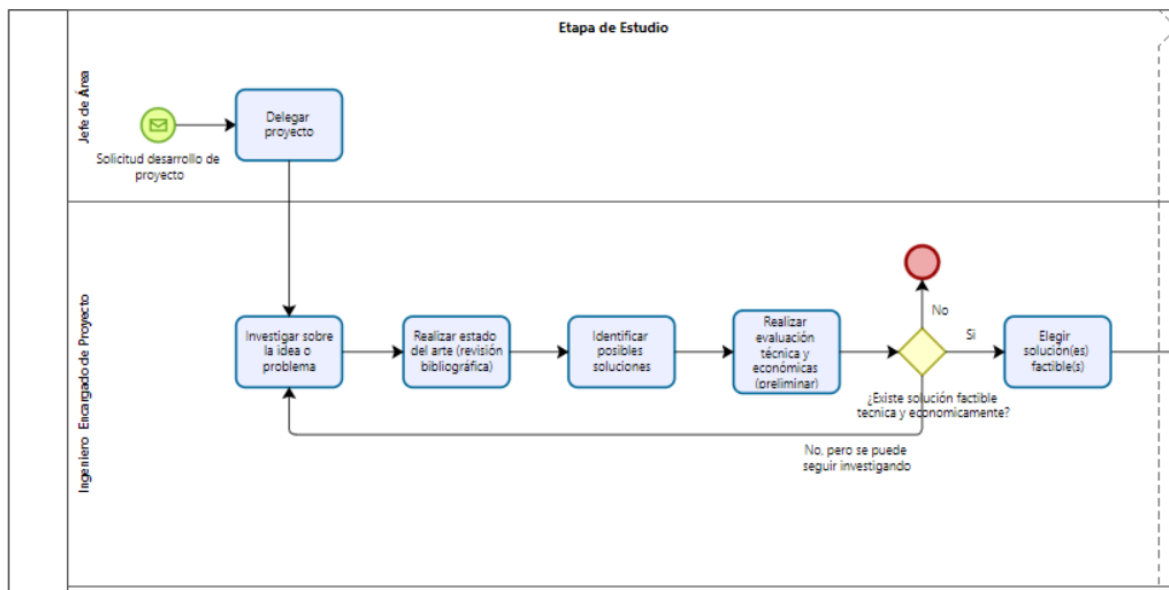


Figura 7: Diagrama BPMN Etapa de Estudio

El proceso comienza con la etapa de Estudio, en la cual, al recibir una solicitud para desarrollar un proyecto por parte del jefe del área correspondiente, dicha solicitud puede provenir tanto del Gerente del área como de otras gerencias con la intención de abordar un problema específico. Tras recibir la solicitud, el jefe de área asigna el proyecto a un miembro del equipo, definiendo claramente los alcances y objetivos de este.

El encargado del proyecto se embarca en una investigación exhaustiva del proyecto propuesto, realizando un estado del arte. El objetivo principal de esta actividad es identificar posible es soluciones existentes.

Una vez identificadas las posibles soluciones, se procede a llevar a cabo una evaluación económica y técnica de cada una, con el fin de determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto. (Evaluación económica no se realiza en todos los casos). En caso de que se confirme que una de las soluciones es viable, se avanza a la Etapa de Laboratorio. En el caso de que estas no sean factibles se vuelve a realizar investigaciones sobre el proyecto hasta que se determine que este no es viable.

Durante la Etapa de Estudio, se nota la ausencia de un plazo definido para llevar a cabo la investigación y determinar la viabilidad del proyecto. Esto provoca que algunos proyectos permanezcan en esta etapa durante varios meses, ya que no encuentran soluciones factibles con las cuales avanzar. Se continúa la investigación hasta que se logra realizar el proyecto o, en la mayoría de los casos, se llega a la conclusión de que el proyecto no es viable y debe cerrarse.

### 7.1.1.2 Etapa de Simulación

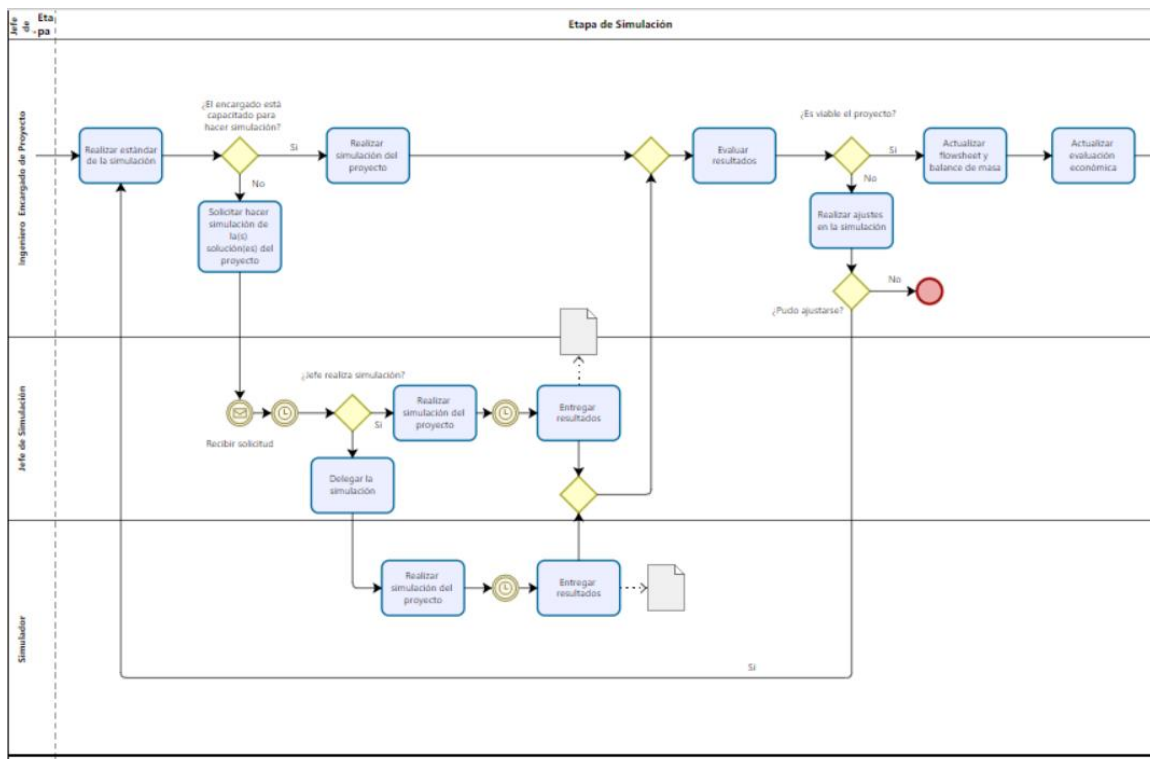


Figura 8: Diagrama BPMN Etapa de Simulación

La Etapa de Simulación inicia una vez que se determina que el proyecto es factible. En esta etapa, el encargado del proyecto elabora un estándar para la simulación. Posteriormente, la simulación puede ser llevada a cabo por el jefe de simulación, otros simuladores designados, o incluso por el propio encargado si cuenta con la capacitación necesaria.

Se realiza la simulación y se entregan los resultados para que el encargado de proyecto pueda evaluarlos. Si se determina que la evaluación da los resultados esperados se pasa a actualizar el flowsheet y el balance de masa de la evaluación técnica y la evaluación económica para pasar a la siguiente Etapa. En caso de no obtener los resultados esperados, el encargado realiza ajustes y procede a una nueva ejecución de la simulación. Si no es factible realizar ajustes, se procede al cierre del proyecto.

En esta etapa, se puede observar que en la Gerencia hay un total de tres simuladores, el jefe de simulación y otros dos que forman parte del mismo equipo. Los demás miembros de la Gerencia no cuentan con la capacitación necesaria para llevar a cabo simulaciones de proyectos. Esta situación implica que los simuladores no solo deben ocuparse de sus propios proyectos, sino que también asumen la responsabilidad de realizar las simulaciones para otras áreas

### 7.1.1.3 Etapa de Laboratorio

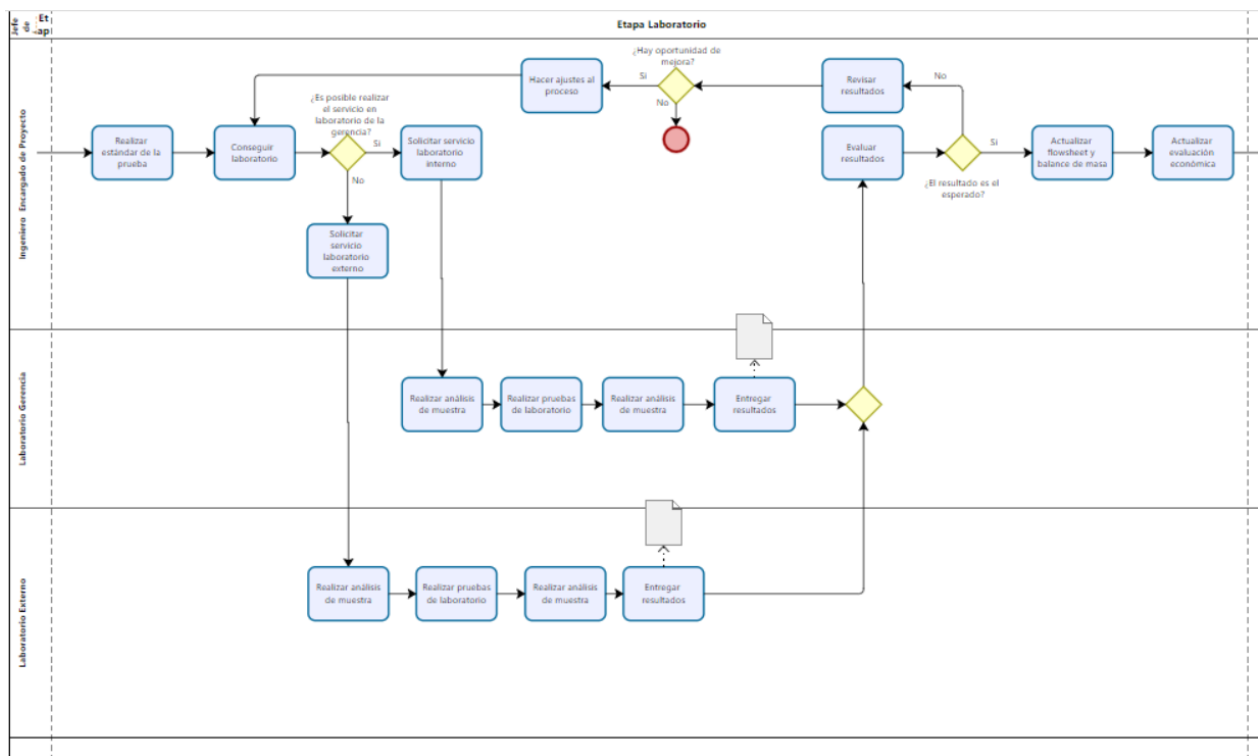


Figura 9: Diagrama BPMN Etapa Laboratorio

En la Etapa de laboratorio se tiene que realizar un estándar de este para solicitar el uso de un laboratorio, ya sea interno dentro de la Gerencia u organización, o en alguna universidad asociada con SQM. Una vez se obtiene el acceso al laboratorio, se procede a realizar los análisis de las muestras para llevar a cabo las pruebas necesarias. Posteriormente, se realiza nuevamente el análisis de las muestras y se entregan los resultados al encargado de proyectos.

El encargado de proyectos evalúa los resultados obtenidos en el laboratorio para ver si estos son los esperados, si este es el caso se tiene que actualizar al flowsheet, el balance de masa y la evaluación económica. Si los resultados no son los esperados, se realizan ajustes en la muestra y se repiten los análisis. En situaciones en las que no es posible realizar ajustes, se procede a concluir el proyecto.

En el laboratorio se genera un tiempo de espera debido a la demora en obtener acceso para realizar los análisis. Los laboratorios de la organización tienen una alta demanda y se les suele dar prioridad a otras Gerencias que están más directamente relacionados con la producción y las operaciones de la Gerencia.

#### 7.1.1.4 Etapa Piloto

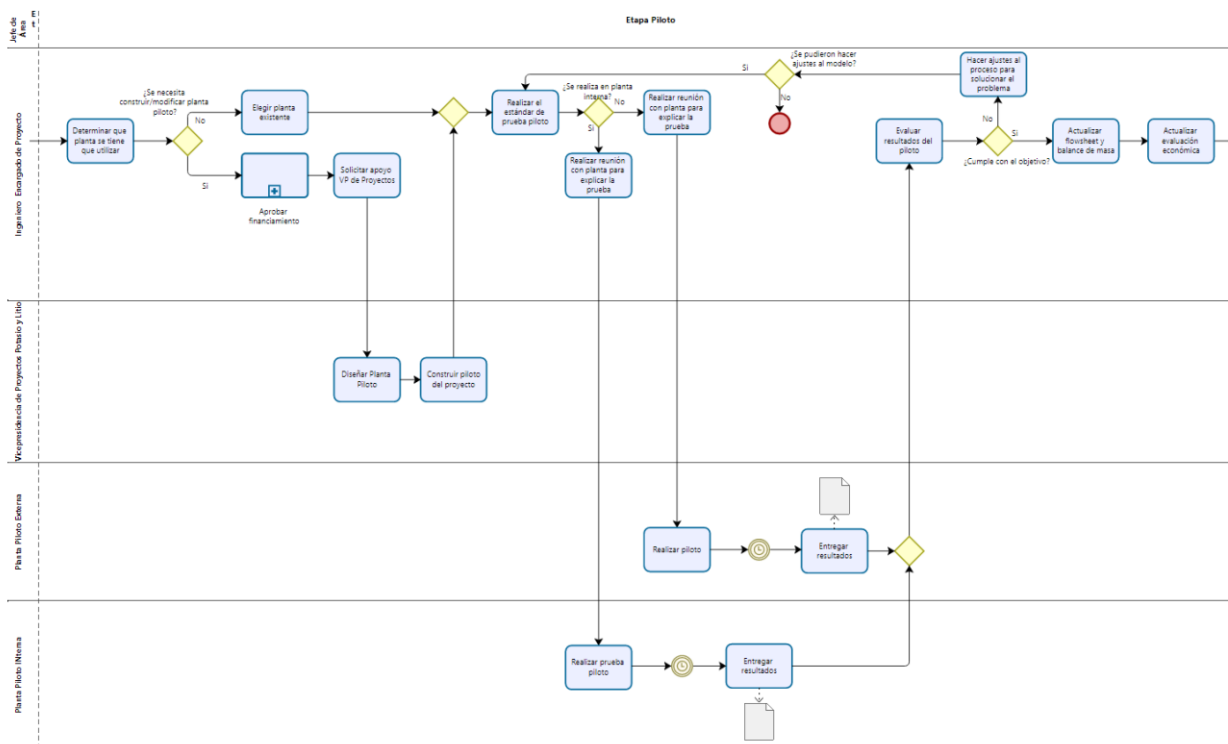


Figura 10: Diagrama BPMN Etapa Piloto

En la Etapa Piloto, inicialmente, es necesario definir qué planta se utilizará y si se requieren modificaciones en alguna de ellas. En caso de necesitar la construcción de una nueva planta o realizar modificaciones, se debe aprobar el financiamiento y luego proceder al diseño a cargo de la Vicepresidencia de Proyectos, seguido de la construcción. Si no es necesario llevar a cabo estas acciones, se selecciona la planta que se utilizará.

Después de seleccionar la planta o realizar la construcción o modificación, se lleva a cabo la elaboración del estándar para la prueba piloto. Este proceso tiene como objetivo explicar el proyecto a los trabajadores de la planta piloto donde se llevará a cabo. La planta utilizada puede encontrarse entre las plantas piloto internas o, en caso de falta de disponibilidad en la organización, en una planta externa.

Una vez que se tiene el acceso a la planta se realiza la prueba piloto para entregar los resultados al encargado de proyecto y este evalúe.

Se evalúan los resultados de la prueba y, en caso de determinar que el resultado es el esperado, se procede a actualizar la evaluación técnica y económica para avanzar a la etapa de prueba industrial. Si los resultados no cumplen con las expectativas, se considera la posibilidad de realizar ajustes en el proyecto para llevar a cabo una nueva prueba piloto. En caso de que esta opción no sea factible, se da por concluido el proyecto.

Durante esta etapa, se ha observado una alta demanda para utilizar las plantas piloto, similar a la situación en los laboratorios. Además, se evidencia que la comunicación entre el encargado del proyecto y el responsable de la planta donde se está llevando a cabo dicho proyecto no es fluida.

### 7.1.1.5 Etapa Prueba Industrial

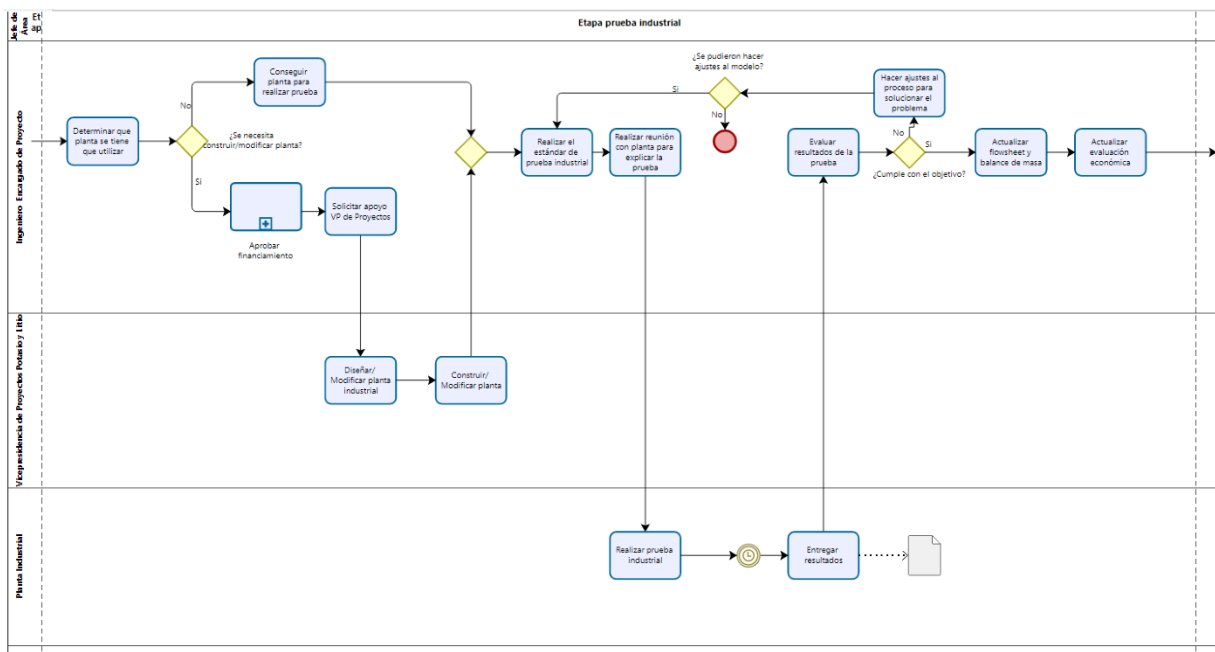


Figura 11: Diagrama BPMN Etapa Prueba Industrial

La Etapa de Prueba Industrial es realizada cuando se encuentra que hay disponibilidad para usar las plantas. Inicialmente, se debe determinar qué planta utilizar y si es necesario realizar modificaciones en alguna de ellas. En caso de requerir la construcción de una nueva planta o hacer modificaciones, es necesario aprobar el financiamiento y posteriormente pasar al diseño a cargo de la Vicepresidencia de Proyectos, seguido de la construcción. Si no es necesario llevar a cabo estas acciones, se elige la planta que se utilizará.

Después de seleccionar la planta o decidir sobre la construcción o modificación, se procede a establecer el estándar para la prueba industrial con el fin de explicar la prueba a los encargados de la planta donde se llevará a cabo. La prueba industrial se realiza en la planta designada, y los resultados son entregados al encargado de proyectos para su evaluación.

Se evalúan los resultados de la prueba y, si se determina que el resultado es el esperado, se realiza una actualización de la evaluación técnica y económica para avanzar a la etapa de construcción del proyecto. En caso de no obtener el resultado esperado, se analiza la posibilidad de realizar ajustes al proyecto para repetir la prueba; si esta opción no es factible, se da por concluido el proyecto.

7.1.1.6 Etapa de Construcción de Proyecto

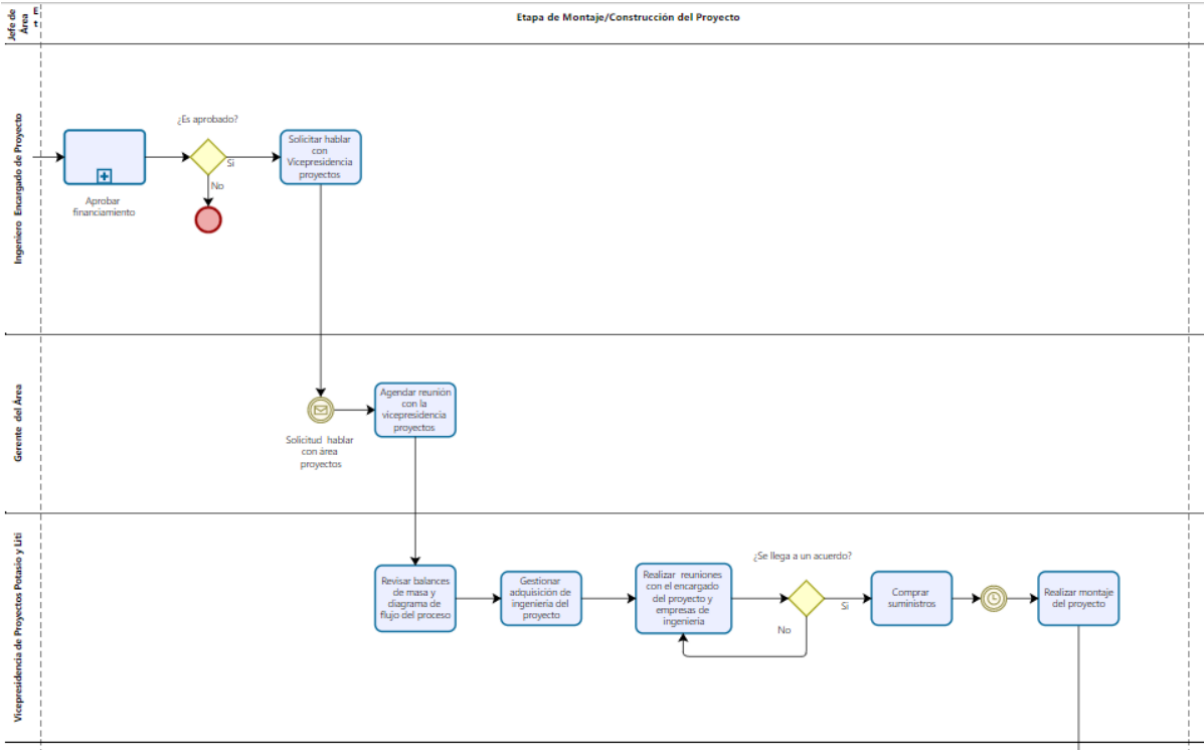


Figura 12: Diagrama BPMN Etapa de Construcción de proyectos

En esta etapa, el primer paso consiste en aprobar el financiamiento del proyecto. Posteriormente, el encargado de proyectos se reúne con la Vicepresidencia de Proyectos para iniciar la construcción del proyecto.

Una vez establecido el contacto con la Vicepresidencia, esta procede a revisar el flowsheet y el balance de masa del proyecto. Luego se inicia la gestión de la adquisición de ingeniería del proyecto para la compra de suministros y, finalmente, se lleva a cabo el montaje del proyecto. Este proceso culmina con la transición a la Etapa de Operación del proyecto.

### 7.1.2 Proyectos de infraestructura

Los proyectos de infraestructura tienen un menor número de etapas en relación con los modelos, debido a que están pensados en realizar remodelaciones no tienen que ser validadas de la misma manera que lo son los proyectos de investigación.

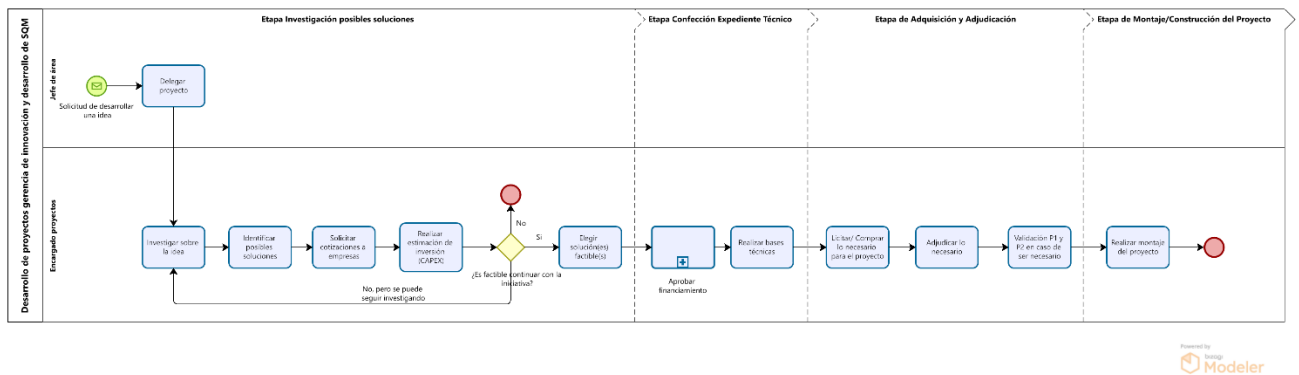


Figura 13: Diagrama BPMN Proyectos de Infraestructura

Estos proyectos comienzan con la Etapa de Estudio, donde el jefe de área asigna el proyecto a un encargado de investigar la idea y solicitar cotizaciones a empresas. Una vez obtenidas las cotizaciones, el encargado realiza una estimación de la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Se evalúa la viabilidad del proyecto; si es viable, se avanza a la Etapa de Confección, y si no lo es, se cierra el proyecto o se realizan ajustes en la inversión.

En la Etapa de Confección, se inicia con la aprobación del financiamiento del proyecto para desarrollar las bases técnicas y avanzar a la Etapa de Adquisición.

En la Etapa de Adquisición, se inicia el proceso de obtención de los insumos requeridos para el proyecto mediante licitación o compra. Una vez adjudicado el proyecto, se llevan a cabo las validaciones P1 y P2, documentos indispensables para autorizar a los contratistas a iniciar las actividades en la faena. Esto marca el comienzo de la Etapa de Ejecución, durante la cual se procede con el montaje y la implementación del proyecto.

### 7.1.3 Aprobación de los proyectos

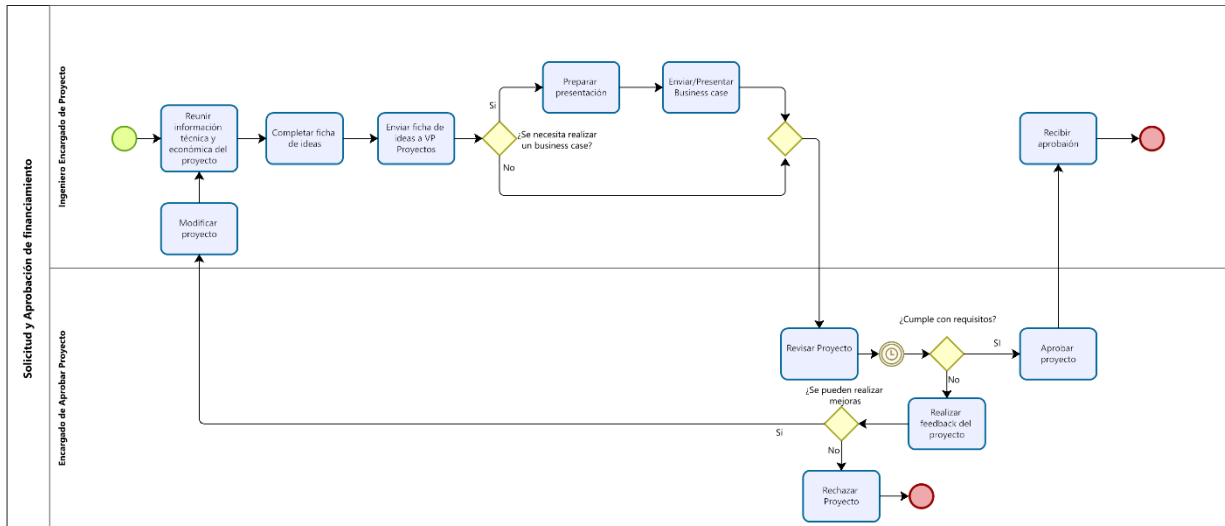


Figura 14: Diagrama BPMN de Aprobación de proyectos

Para obtener el financiamiento de los proyectos, el encargado del proyecto recopila información de las evaluaciones técnica y económica para completar la Ficha de Idea en la cual se tiene que reportar el presupuesto necesario para realizar el proyecto. Esta ficha se envía a la Vicepresidencia de Proyectos.

Una vez que se envía la evaluación del proyecto, si se requiere la elaboración de un caso de negocios, se realiza una presentación del proyecto al responsable de aprobarlo. Este revisa el proyecto para determinar si cumple con los requisitos de aprobación. En caso de no ser necesario realizar el Business Case, se pasa directamente a la revisión.

Si el proyecto no cumple con los requisitos, el encargado de proyectos realiza modificaciones para obtener la aprobación o, en caso contrario, se cierra el proyecto. Si cumple con los requisitos, se aprueba y se otorga el financiamiento.

La solicitud de financiamiento con la ficha de ideas se realiza durante los meses de septiembre a octubre, con la intención de que los proyectos sean aprobados en noviembre y diciembre, permitiendo tener el presupuesto disponible en la primera semana de enero.

El encargado de aprobar proyectos varía según la magnitud del proyecto. Los proyectos de menor tamaño pueden ser aprobados por el Gerente del área, mientras que los de nivel intermedio bajo son aprobados por el Vicepresidente Ejecutivo Negocios Lito. Los proyectos considerados de nivel intermedio alto requieren la aprobación del Gerente General, y aquellos catalogados como proyectos de gran tamaño deben ser aceptados por el Directorio.



## 7.2 Gestión de proyecto

En la Gerencia de Innovación y Desarrollo, la gestión de proyectos está a cargo del jefe de área, quien delega las responsabilidades de los proyectos a uno de los miembros de su equipo. Se llevan a cabo reuniones semanales o mensuales en las que se evalúan los avances, se revisan los logros de los objetivos, se identifican posibles retrasos y se abordan los problemas que puedan haber surgido durante la ejecución del proyecto.

Para organizar los proyectos, el 53,8% de los ingenieros encargados de proyectos utiliza alguna herramienta de gestión. Entre estas herramientas, se observa que el 16% utiliza Excel, otro 16% utiliza Todoist y el 68% utiliza SmartSheet. Esta última es una plataforma de administración que busca facilitar la gestión de proyectos de manera colaborativa y en tiempo real. En SmartSheet, se emplean cartas Gantt para establecer el plan de trabajo del proyecto, definiendo los plazos, asignando responsabilidades a los hitos del proyecto y distribuyendo las tareas de trabajo.

Además, durante la ejecución de los proyectos, se requiere la colaboración de diversas áreas o gerencias externas a aquella en la que se está desarrollando el proyecto. En el caso del laboratorio, es esencial contar con acceso a los laboratorios y con personal capacitado para realizar las muestras químicas. Sin embargo, en muchas ocasiones, la persona encargada del laboratorio está ocupada con otros proyectos, y no hay un proceso establecido para agendar el uso de los laboratorios, lo que implica esperar a que estén disponibles para realizar las muestras.

Durante la etapa de simulación, se enfrenta a la sobrecarga de solicitudes de simulaciones, lo que implica la necesidad de esperar a que se encuentre la disponibilidad para llevar a cabo las pruebas. En esta situación, el jefe de simulación de la gerencia asume la responsabilidad de gestionar las simulaciones, evaluando cuál de ellas es la más prioritaria según su criterio.

En cuanto a la etapa piloto, el encargado de proyectos debe colaborar estrechamente con el responsable de la planta piloto para llevar a cabo la prueba correspondiente. Esto implica la organización de reuniones regulares con él y su equipo para coordinar y realizar el piloto. Sin embargo, no existe una frecuencia establecida para estas reuniones, ya que su duración y periodicidad dependen de las necesidades específicas del proyecto en curso.

En la Etapa de Construcción del proyecto, para coordinar una reunión con la Vicepresidencia de Proyectos, el encargado del proyecto debe gestionarlo a través del Gerente del área. De esta manera, ambos equipos pueden colaborar en la construcción del proyecto. Aunque en esta etapa la gestión de la construcción pasa en su mayoría a la Vicepresidencia, es crucial mantener un contacto constante entre esta y el encargado del proyecto para garantizar el desarrollo efectivo del proyecto.

En términos generales, se observa que la comunicación en todas las etapas, tanto con otras áreas de la Gerencia como con otras gerencias de la organización, no es efectiva debido a la falta de una comunicación constante. Las reuniones son muy esporádicas y dependen de la disponibilidad de las personas fuera del área.

En la gestión de estos proyectos, las etapas no cuentan con límites de tiempo predeterminados, lo que impide que, en caso de incumplimiento, el proyecto sea cerrado o haya penalizaciones por no cumplir con los plazos establecidos. Esto genera la posibilidad de que los proyectos se prolonguen más allá de lo necesario y dificulta la identificación temprana de la inviabilidad de un proyecto. Los encargados tienden a preferir realizar cambios en el proyecto en lugar de aceptar que no dará los resultados esperados. Este fenómeno es más evidente en la etapa de investigación, ya que es la fase que requiere menos recursos para avanzar.

## **8 ANÁLISIS DEL PROCESO**

Al realizar el levantamiento de la situación actual se observó que los proyectos no presentan un tiempo límite que motive a los encargados de proyecto a que estén preocupados por cumplir con las fechas comprometidas, debido a esto no se considera una prioridad terminar los proyectos en el tiempo comprometido.

Se observó que en múltiples etapas del proceso se tiene problemas para poder conseguir la colaboración de la gente fuera del área para avanzar con los proyectos esto incluye tanto que se puedan realizar simulaciones, como pruebas laboratorio o también que otras áreas faciliten el uso de diferentes insumos para hacer las pruebas. Esto es debido a la poca priorización que le dan las otras gerencias a la Gerencia de Innovación y desarrollo.

Dentro del proceso se pudo observar que durante el desarrollo de los proyectos se generan muchos cambios en este, estos son debido a diferentes factores como al ser proyectos de innovación muchas veces no hay información suficiente para hacer predicciones certeras sobre los resultados de los proyectos por lo que es común que se tenga que reevaluar el desarrollo de los proyectos muchas veces volviendo a la etapa de Estudio. Además, estos cambios se dan igualmente por los resultados que espera obtener el Gerente del área del cual su visión sobre el proyecto cambia a medida del tiempo lo que genera que se tenga que hacer cambios durante el desarrollo de este o volver a investigar.

Durante el proceso de los proyectos como se pudo ver anteriormente se espera que al finalizar cada etapa se actualice la evaluación económica para que el presupuesto solicitado sea lo más preciso posible, durante el levantamiento se observó que no todos los encargados de proyectos lo hacen en todas las etapas y las veces que se realizan en un inicio son preliminares. Esto genera que la precisión en el presupuesto disminuya generando que los encargados tengan que solicitar un aumento en el presupuesto para seguir con el trabajo de este. Esto sucede porque no hay ninguna persona que supervise que las evaluaciones estén hechas de manera correcta y con la frecuencia que es preciso que sean realizadas.

Dentro de la Gerencia se encuentra que no existe una estandarización de diferentes procesos dentro de las etapas de los proyectos al igual en los procesos administrativos de los proyectos entre ellos se encuentran compras, contratos, pilotajes, pruebas de laboratorio, análisis químico y pruebas industriales esto genera que los miembros del área que trabajan en el desarrollo de los proyectos no tengan ninguna dirección de como trabajar en ellos. Entre ellas se encuentra el conocer cómo hacer los contratos, compras,

con quien comunicarse para saber cómo realizar y ocupar los laboratorios, plantas pilotos e industriales.

Se pudo observar que el uso de herramientas de seguimiento y control no es obligatorio para los encargados de proyectos por lo que solo un 54% de los encargados de proyectos utilizan una. Debido a esto muchos proyectos no tienen una planificación detallada de como estos deberían avanzar y el plazo de las tareas que se tienen que realizar.

Finalmente, a la Gerencia le falta potenciar su visión y planificación estratégica transversal que defina los objetivos de corto, mediano y largo plazo y determine los proyectos que serán necesarios para lograrlos.

## 9 REDISEÑO DEL PROCESO

En el proceso rediseñado se decidió que se tenían que incluir un modelo de gestión de los proyectos realizado por alguien externo a los encargados que están desarrollando el proyecto, incluyendo una persona que ayude con la ingeniería del proyecto. Además, se va a incluir el uso de la herramienta SmartSheet para poder hacer un seguimiento del desarrollo de los proyectos utilizando indicadores de rendimiento.

### 9.1 Proyectos de Investigación y Optimización

El proceso de los proyectos de Investigación y Optimización tiene que ser modificado para realizar una planificación, seguimiento y evaluación más eficiente de los proyectos que será realizado por un Coordinador de proyectos. Además, se incorporará a una persona que este a cargo de apoyar al encargado de proyectos con el diseño de la ingeniería para la construcción del proyecto.

#### 9.1.1 Etapa de Estudio

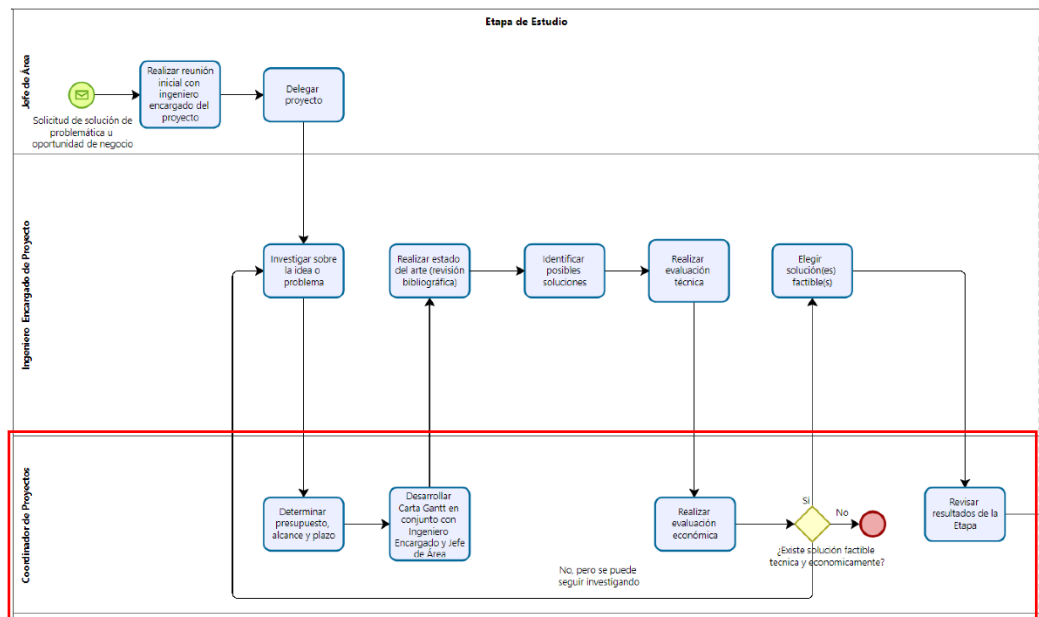


Figura 15: Etapa de Estudio rediseñado incluyendo al Coordinador de Proyectos

En la etapa de estudio, después de llevar a cabo la investigación inicial de la idea, se agrega al proceso original que el Coordinador de Proyectos procede a determinar el presupuesto, alcance y los plazos del proyecto. Posteriormente, se desarrolla la Carta Gantt en colaboración con el Encargado del Proyecto y el Jefe de Área, con el objetivo de llegar a un acuerdo entre todas las partes involucradas respecto a la planificación del proyecto.

Además, se agrega al proceso que el Coordinador se encarga de realizar las evaluaciones económicas del proyecto en lugar de ser realizado por el Encargado de Proyectos. Al finalizar el desarrollo de la etapa, el Coordinador de Proyectos lleva a cabo una revisión de los resultados para evaluar el cumplimiento de los presupuestos y los plazos establecidos.

### 9.1.2 Etapa de Simulación y Laboratorio

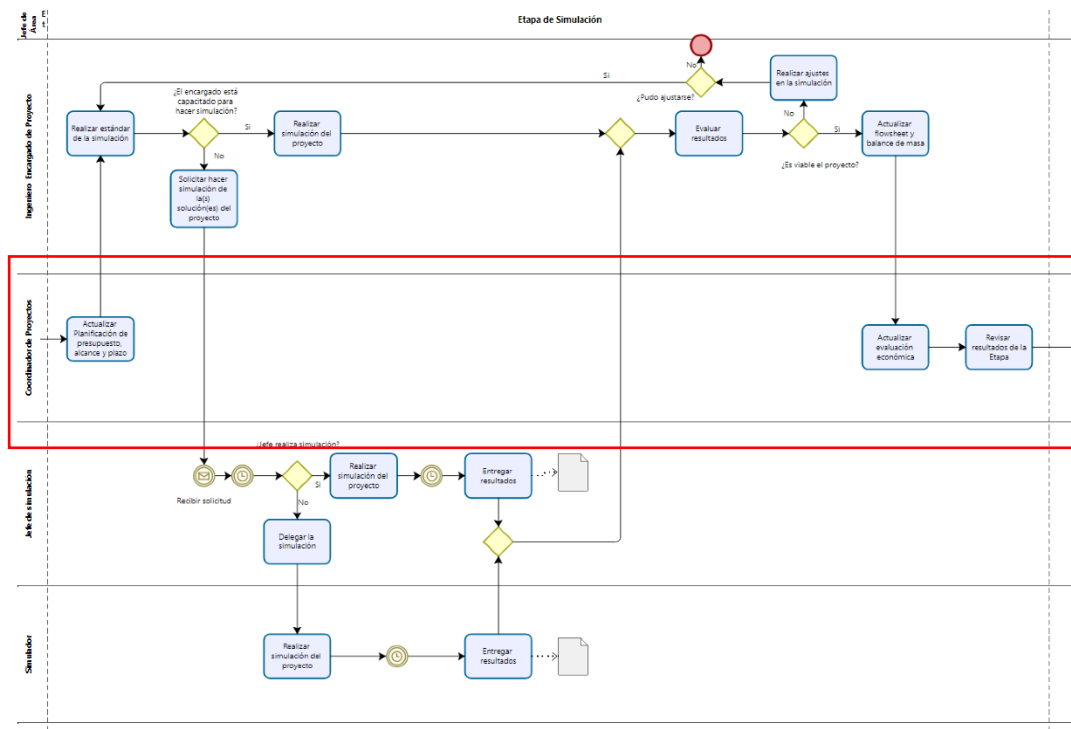


Figura 16: Etapa de Simulación rediseñado incluyendo al Coordinador de Proyectos

Una vez concluida la revisión de la etapa de estudio, se avanza a la etapa de simulación. En esta fase, se agrega que al inicio el Coordinador de Proyectos actualiza la planificación inicial del proyecto para reflejar la continuidad de las etapas siguientes. Esta actualización toma en cuenta los resultados obtenidos en la etapa anterior, permitiendo realizar una estimación más precisa para el resto del proyecto.

Al finalizar la etapa, a diferencia que en el proceso original el Coordinador actualiza la evaluación económica del proyecto y realiza una revisión de los resultados, similar a la etapa anterior, para verificar si se han mantenido los plazos y el presupuesto.

### 9.1.3 Etapa Piloto y Prueba Industrial

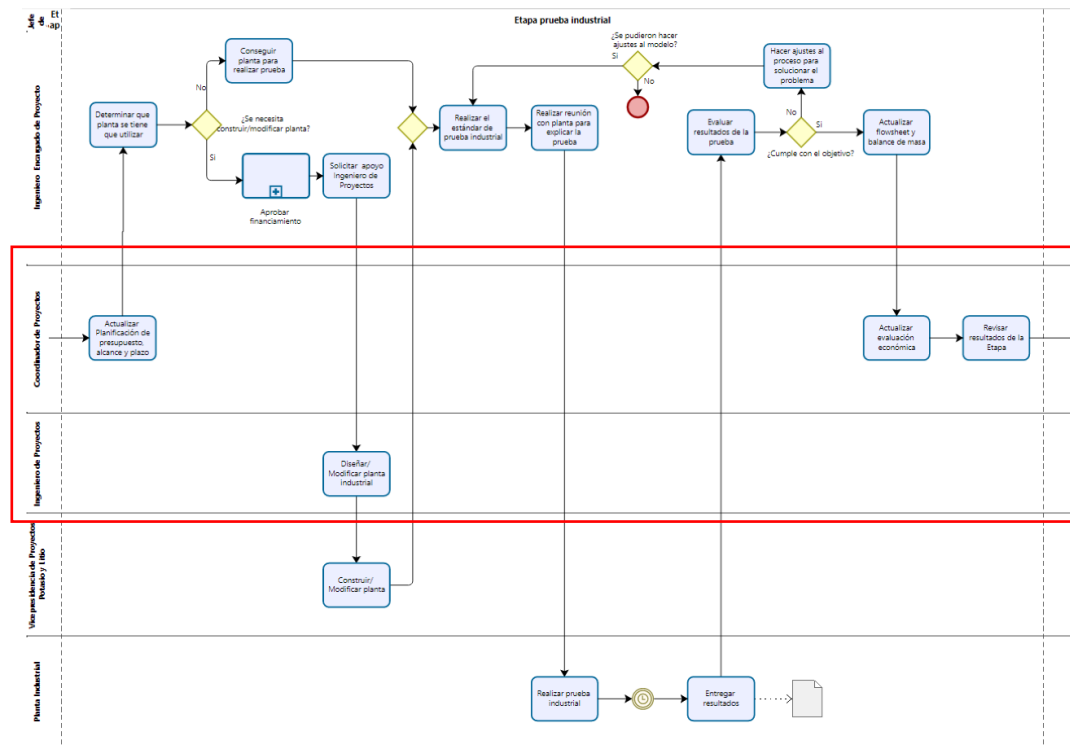


Figura 17: Etapa prueba industrial rediseñado incluyendo al ingeniero de proyectos

En esta etapa se incluye en el proceso actualizar la planificación del proyecto y una vez que en el proceso original se apoya el proyecto el encargado pasa a solicitar apoyo al ingeniero de proyectos en caso de que sea necesario. El ingeniero de proyectos diseña la ingeniería básica y de detalle de la modificación o construcción que se quiere realizar para que la Vicepresidencia de Proyectos de Potasio y Litio realice la construcción de la prueba piloto o industrial.

Luego al final de estas etapas al igual que las anteriores el Coordinador de proyectos pasa a realizar una actualización de la evaluación económica y revisar los resultados de la etapa.

### 9.1.4 Etapa de Construcción

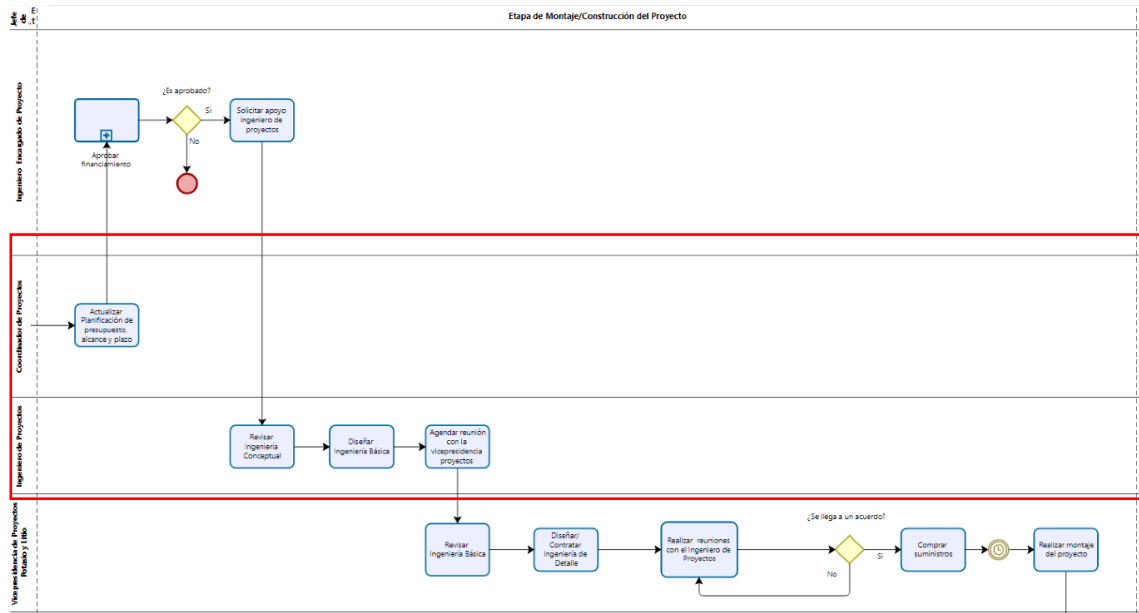


Figura 18: Etapa de Ejecución rediseñado incluyendo al Ingeniero de Proyectos

En la etapa de construcción del proyecto, una vez obtenida la aprobación del financiamiento, se agrega al proceso que el Ingeniero de Proyectos procede a revisar la ingeniería conceptual desarrollada hasta ese momento, realizando correcciones si es necesario.

Tras la revisión, se procede al diseño de la ingeniería básica del proyecto realizada por el Ingeniero de Procesos, la cual se envía a la Vicepresidencia de Proyectos para su revisión y para que esta entidad proceda a diseñar la ingeniería de detalle. Este enfoque facilita el desarrollo de las ingenierías básica y de detalle, ya que no es necesario depender exclusivamente del trabajo de la Vicepresidencia para la ingeniería básica.

### 9.1.5 Proyectos de Infraestructura

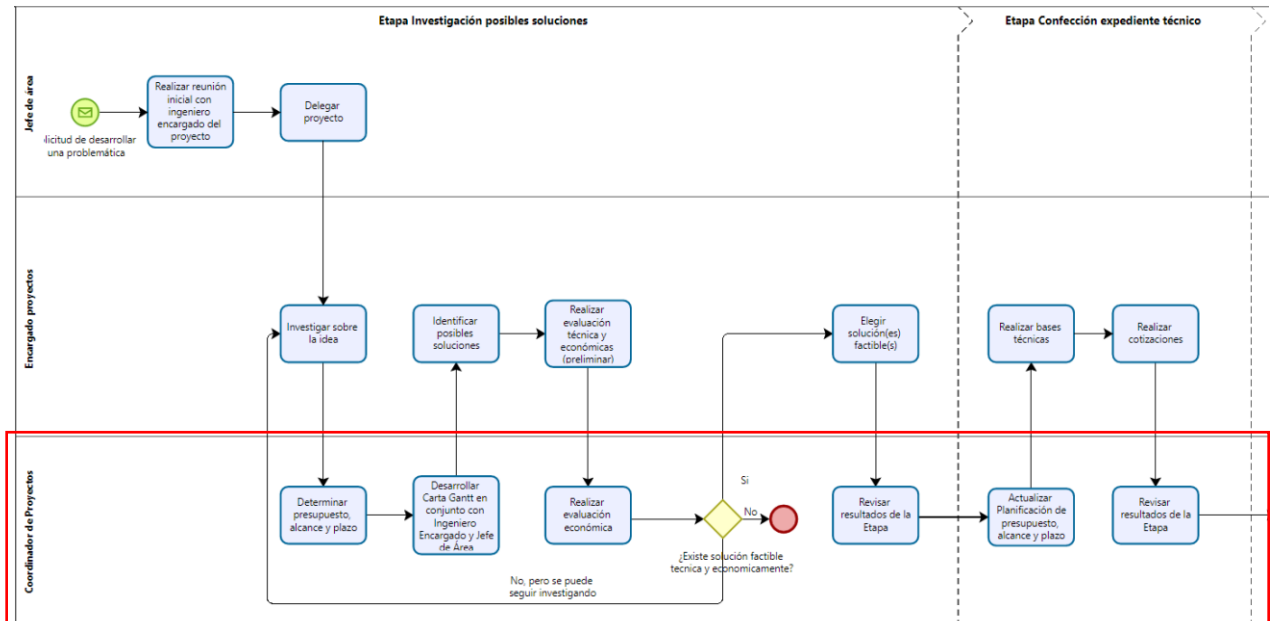


Figura 19: Proyectos de Infraestructura Rediseñado

Para los proyectos de infraestructura, se ha integrado nuevos pasos en el proceso. Ahora, el Coordinador de Proyectos asume la responsabilidad de determinar el presupuesto, alcance y plazo de los proyectos. Además, es el encargado de desarrollar la Carta Gantt que será utilizada durante la ejecución del proyecto, tarea que anteriormente recaía en el encargado de proyectos.

Al finalizar cada etapa, el Coordinador realiza una revisión exhaustiva de los resultados obtenidos en los proyectos, evaluando especialmente el cumplimiento de los plazos y el presupuesto establecido. Esta revisión permite identificar posibles desviaciones y áreas de mejora. Con esta información, se actualiza la planificación correspondiente de cara a la siguiente etapa del proyecto, asegurando así una gestión más eficiente y adaptativa que no estaba contemplada en el proceso original.

### 9.2 Creación área de apoyo (Oficina de gestión de proyectos)

Para realizar este cambio en el proceso de desarrollo de los proyectos que son realizados por la Gerencia se requiere crear un área para implementar este método de control para mejorar la eficiencia del proyecto. Esta área consistirá en dos puestos de trabajo el de Coordinador de proyectos y el de ingeniero de proyectos.

Las funciones principales de este departamento serán gestionar de manera centralizada y coordinada los proyectos desarrollados en la Gerencia, asegurando el cumplimiento de plazos, alcances y presupuestos. Asimismo, tendrán la responsabilidad de respaldar a los líderes de proyectos en el diseño de ingeniería de equipos y plantas industriales.

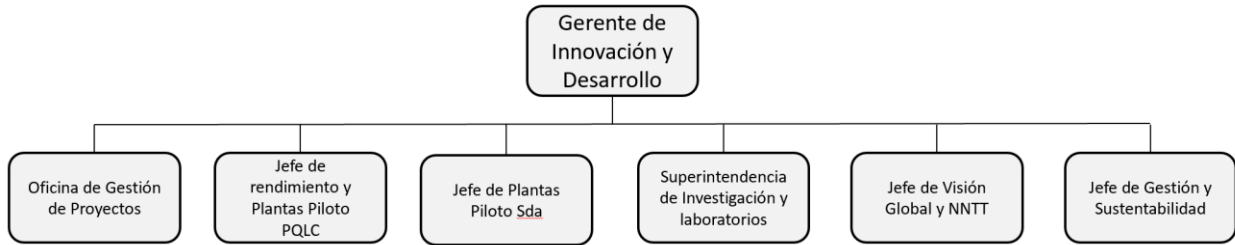


Figura 20: Organigrama con la Oficina de Gestión de Proyectos Incluida

Dentro de la oficina se tienen que el jefe de la Oficina de Gestión de Proyectos es el Coordinador de Proyectos donde supervisar al Ingeniero de Proyectos.

#### Oficina Gestión de Proyectos

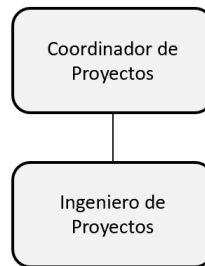


Figura 21: Organigrama Oficina Gestión de Proyectos

#### 9.2.1 *Coordinador del proyecto*

El objetivo de este puesto es llevar a cabo el control de los proyectos realizados en la Gerencia. Esto se logra mediante el uso de diversas herramientas con el fin de garantizar que los proyectos cumplan con los plazos y el presupuesto estimado.

##### 9.2.1.1 *Funciones del Coordinador de proyectos*

- Diseñar y mantener actualizado un plan estratégico de la Gerencia, en línea con la estrategia de la compañía, el cual defina objetivos e iniciativas de inversión necesarias para cumplirlos.
- Crear estándares con los procesos relacionados con el desarrollo de los proyectos:
  - Estándar de costeo y evaluación económica.
  - Estándar del ciclo de vida, etapas y personas relacionadas con el desarrollo de los proyectos.
  - Estándar de procesos administrativos (compras, contratos, piloto, laboratorio, etc).



- Planificar y gestionar los proyectos de la Gerencia, en tiempo, alcance y costos, mediante el uso de la herramienta smartsheet, definiendo target objetivo de plazos y velando por su cumplimiento.
- Estimar y desglosar el presupuesto CAPEX de los proyectos, elaborar Fichas Ideas y gestionar la obtención del financiamiento.
- Gestionar la comunicación entre las diversas áreas y profesionales involucrados en cada proyecto (Comercial, Planificación, Contraloría y Gestión, Operaciones, Abastecimiento, Proyectos, etc).
- Mantener unificada y ordenada la información de cada proyecto, en una nube compartida con los profesionales que estén relacionados.

### 9.2.1.2 Perfil del Coordinador de Proyectos

#### 9.2.1.2.1 Responsabilidades Principales

- **Planificación y Programación:** Desarrollar y mantener planes de proyecto detallados, estableciendo hitos y fechas límite claras. Coordinar con los equipos para garantizar una comprensión clara de los objetivos y plazos.
- **Comunicación:** Facilitar la comunicación entre los miembros del equipo y otros interesados. Mantener a todas las partes informadas sobre el progreso del proyecto y resolver problemas de manera eficiente.
- **Supervisión de Tareas:** Realizar un seguimiento regular del progreso y abordar los problemas a medida que surgen.
- **Gestión del Alcance:** Controlar y gestionar los cambios en el alcance del proyecto. Evaluar el impacto de los cambios en los plazos y presupuestos, y comunicar estos cambios a todas las partes relevantes.
- **Documentación:** Mantener registros detallados del progreso del proyecto, incluyendo informes de estado, documentación técnica y otros registros relevantes.

#### 9.2.1.2.2 Habilidades y cualidades

- **Gestión del Tiempo:** Habilidad para gestionar eficientemente el tiempo y priorizar tareas para cumplir con los plazos del proyecto.
- **Comunicación Efectiva:** Habilidades de comunicación claras y efectivas, tanto verbalmente como por escrito. Capacidad para transmitir información de manera comprensible y persuasiva.
- **Liderazgo:** Capacidad para liderar equipos, inspirar motivación y fomentar un ambiente de trabajo colaborativo.
- **Resolución de Problemas:** Aptitud para identificar y abordar problemas de manera proactiva y eficiente.

- Adaptabilidad: Flexibilidad para adaptarse a cambios en los requisitos del proyecto y ajustar estrategias según sea necesario.
- Conocimientos Técnicos: Familiaridad con las herramientas y metodologías de gestión de proyectos, así como con el dominio del contenido específico del proyecto.

#### 9.2.1.2.3 Educación y experiencia

- Título universitario en una disciplina relacionada proyectos (gestión de proyectos, ingeniería, administración, etc.). Civil Industrial, Civil Químico, Civil Metalúrgico o Civil Minero.

### 9.2.2 *Ingeniero de Proyectos*

El objetivo de este puesto será respaldar el desarrollo de la ingeniería necesaria para la ejecución del proyecto. Esto incluirá la revisión de la ingeniería conceptual y el diseño de la ingeniería básica del proyecto, con el fin de asegurar la finalización del proyecto en el tiempo estimado y realizar una precisa estimación del presupuesto.

#### 9.2.2.1 *Funciones del Ingeniero de Proyectos*

- Apoyar a las áreas de la Gerencia en el diseño de la ingeniería conceptual y básica de los proyectos, ya sea por elaboración propia o mediante gestión con empresas externas.
- Actuar como ITO (Inspector Técnico de Obra) en contratos relacionados con ingeniería. Encargado de supervisar y asegurar que la ejecución de una obra de construcción o proyecto cumpla con los planos, especificaciones técnicas, normativas y regulaciones locales
- Mantener una fluida comunicación con la VP de proyectos, de manera que la ingeniería conceptual y básica que nazca en la Gerencia esté en pleno conocimiento de ellos, una vez sea necesario su apoyo con la ingeniería de detalle.
- Crear y mantener actualizada una BD con tarifas y precios de equipos. Además, gestionar cotizaciones de estos últimos.

#### 9.2.2.2 *Perfil del Ingeniero de Proyectos*

##### 9.2.2.2.1 Responsabilidades Principales

- Diseño e Ingeniería: Colaborar en el diseño de instalaciones mineras, infraestructuras y procesos de extracción, asegurando la viabilidad y la eficiencia operativa.
- Cumplimiento Normativo: Asegurarse de que todas las fases del proyecto cumplan con las regulaciones y normativas locales e internacionales.

- **Coordinación Interdepartamental:** Colaborar estrechamente con equipos de otras áreas relevantes para garantizar la integración efectiva de los diferentes aspectos del proyecto.
- **Gestión de Recursos:** Coordinar y asignar recursos humanos, financieros y materiales para garantizar la ejecución eficiente del proyecto.

#### 9.2.2.2.2 Habilidades y cualidades

- **Gestión de Proyectos:** Experiencia en la gestión integral de proyectos mineros desde la fase de planificación hasta la ejecución.
- **Conocimientos Técnicos:** Competencia técnica en minería, geología, y procesos extractivos.
- **Habilidades Analíticas:** Capacidad para analizar datos técnicos y financieros, y tomar decisiones basadas en la información disponible.
- **Comunicación:** Habilidades de comunicación efectiva para informar a todas las partes interesadas y colaborar con equipos diversos.
- **Gestión del Tiempo:** Aptitud para gestionar plazos y prioridades en un entorno de proyecto dinámico.
- **Supervisión Técnica:** Dirigir equipos técnicos en la implementación de actividades de exploración, desarrollo y producción minera.

#### 9.2.2.2.3 Educación y experiencia

- Título universitario en Ingeniería Civil de Minas, Metalúrgico, Químico o campo relacionado.

### 9.3 Implementación Herramienta SmartSheet

Se propone implementar que todos los proyectos utilicen la herramienta SmartSheet para organizar y planificar el proceso de estos. Esta es una herramienta de software online que facilita la gestión de proyectos de forma colaborativa y en tiempo real. Se eligió esta aplicación debido a que cumple con todas las funcionalidades necesarias para alcanzar los objetivos propuestos que sería el uso de la herramienta Carta Gantt y diferentes funciones para poder construir indicadores, siendo además una herramienta simple, fácil de usar y actualizar. Además, la organización ya utiliza esta herramienta y proporciona licencias a los miembros de la Gerencia, teniendo que algunos proyectos ya la están implementando.

Con estas nuevas medidas dentro de esta aplicación, se requiere la creación de una Carta Gantt que contenga las etapas del proyecto, las tareas y actividades necesarias para su ejecución. En esta carta se deben registrar el tiempo de inicio, el tiempo esperado de término del proyecto y el tiempo real de conclusión. Además, se espera que se informe semanalmente sobre el progreso de los proyectos en forma de porcentaje para evaluar su avance. Finalmente, se busca contar con indicadores de desempeño, como el

cumplimiento de las tareas del proyecto y el respeto de los plazos establecidos.

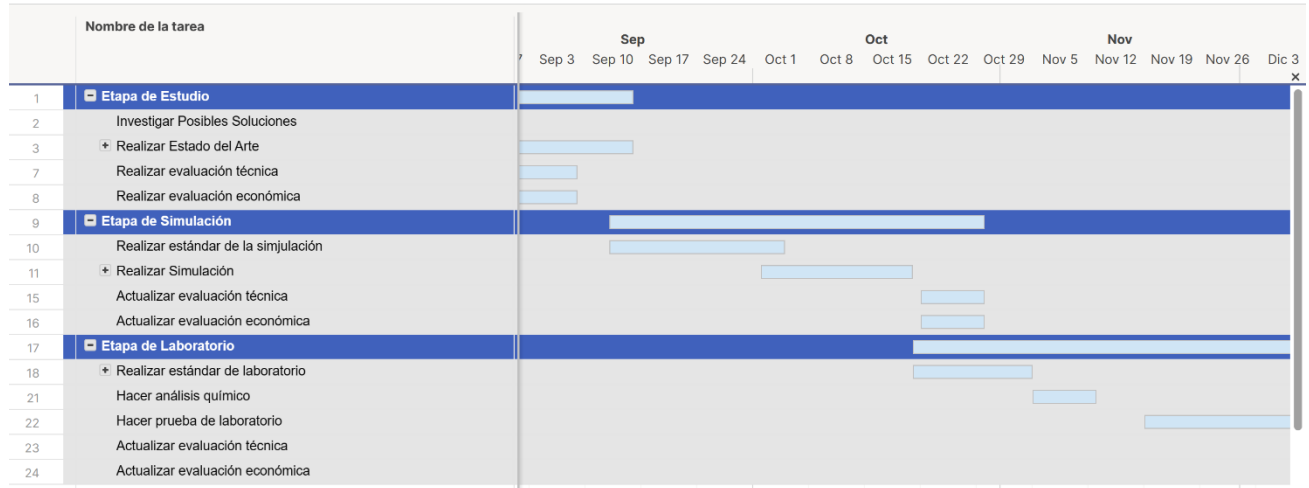


Figura 22: Carta Gantt SmartSheet

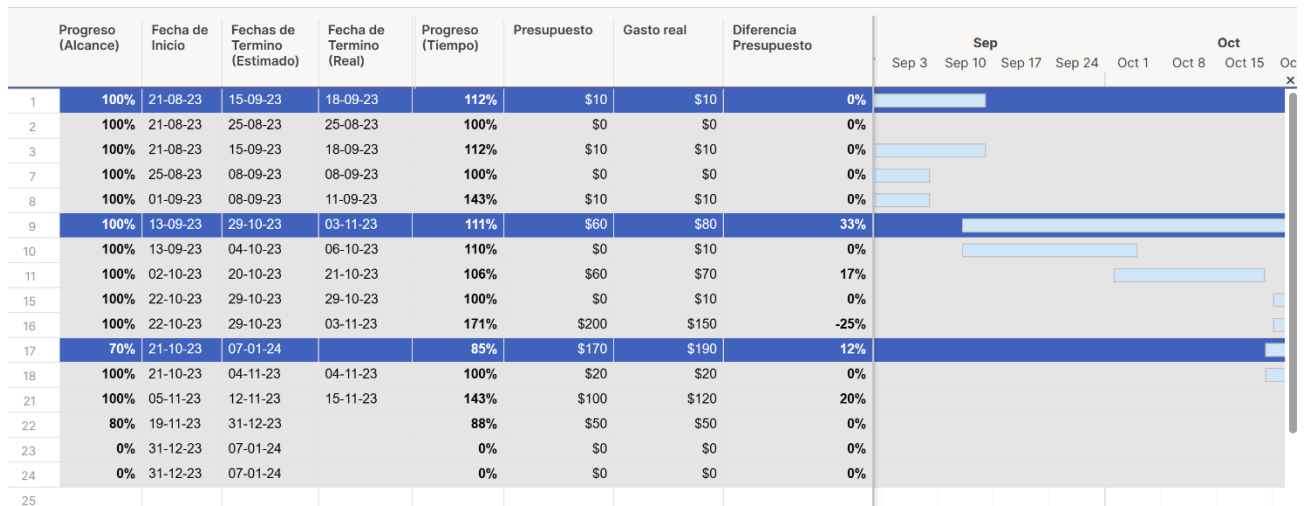


Figura 23: Carta Gantt, indicadores SmartSheet

### 9.3.1 Implementación

Para implementar esta herramienta en la Gerencia, primero será necesario solicitar las licencias adecuadas para todos los miembros del equipo directivo. Una vez obtenida la aprobación correspondiente, se procederá a que los miembros de la Gerencia creen sus cuentas utilizando el correo electrónico institucional proporcionado por la empresa.

Una vez que los miembros de la Gerencia hayan configurado sus cuentas en SmartSheet, se les enviará la plantilla diseñada para la planificación y seguimiento de proyectos. Se les proporcionará una explicación detallada sobre los cambios necesarios y se destacará que estos cambios están orientados a mejorar la eficiencia de los proyectos en los que trabajan.

Además de esto, será fundamental brindar capacitación especializada sobre las funciones y características de la plataforma. Se utilizarán los cursos y videos básicos que te brinda la misma plataforma para poder utilizar eficazmente las herramientas de planificación y seguimiento disponibles en SmartSheet.

El objetivo de esta iniciativa es garantizar que todos los miembros de la Gerencia estén completamente capacitados y preparados para utilizar la plataforma de manera efectiva, lo que contribuirá a una gestión más eficiente y colaborativa de los proyectos en la organización.

Es importante reconocer que la implementación de estos cambios puede enfrentar cierta resistencia por parte de los encargados de proyectos y otros miembros del equipo. Esta resistencia puede surgir debido a varios factores, como la percepción de una menor libertad en el desarrollo de los proyectos, la necesidad de cumplir con plazos predefinidos y seguir rigurosamente la planificación establecida en la Carta Gantt, así como el requisito de reportar a una persona externa al proyecto sobre su progreso.

Además, la introducción de una nueva herramienta puede representar un desafío para aquellos miembros del equipo que no están familiarizados con su uso, lo que podría generar cierta aversión o resistencia a utilizarla.

Para abordar estas preocupaciones y facilitar la transición hacia el nuevo método de trabajo, es fundamental implementar el cambio de manera gradual. Esto implicará brindar un soporte adecuado y capacitación continua a los miembros del equipo, asegurándose de que comprendan los beneficios y la importancia de la nueva herramienta y los roles asociados a la Oficina de Gestión.

## 9.4 Indicadores Clave de Rendimiento

Para que el Coordinador de Proyectos pueda llevar a cabo un control efectivo de los proyectos, se utilizarán diversos indicadores destinados a medir el desempeño de dichos proyectos.

Estos indicadores tienen como objetivo evaluar el rendimiento del proyecto y la precisión de las estimaciones realizadas para el mismo. Además, permitirán evaluar de manera más rápida y sencilla la viabilidad económica de los proyectos para avanzar a las siguientes etapas. Los indicadores también proporcionarán a los ingenieros encargados de proyectos objetivos para cumplir con las estimaciones documentadas y serán evaluados para mejorar el rendimiento del proyecto.

### 9.4.1 Progreso en tiempo del proyecto con respecto a la fecha actual

Este indicador busca determinar el porcentaje de tiempo que ha transcurrido desde que se inició la tarea hasta la fecha actual.

$$\text{Progreso Tiempo} = \frac{\text{Fecha actual} - \text{Fecha de inicio}}{\text{Fecha de término (estimada)} - \text{Fecha de Inicio}}$$

Si Progreso Tiempo >100% proyecto ya superó la fecha estimada de término  
Si Progreso Tiempo = 100% proyecto está en la fecha estimada de término  
Si Progreso Tiempo < 100% proyecto está en proceso entre las fechas estimadas

Este indicador busca principalmente comparar la relación entre el tiempo dedicado a una actividad y el progreso alcanzado en la etapa del proyecto. De esta manera, el Coordinador puede evaluar si la etapa o tarea en curso podrá completarse dentro del plazo establecido. En caso de que no sea posible y la fecha actual supere la fecha estimada de finalización, se espera que el ingeniero encargado del proyecto justifique por qué no será posible cumplir con el plazo previsto. La justificación ayudará a ver si el proyecto puede seguir avanzando o será mejor darlo como concluido debido a que se sobrepasó del plazo establecido.

#### 9.4.2 *Cumplimiento de los plazos del proyecto*

Una vez que se termina la actividad se evalúa si se ha utilizado tiempo extra para realizar la actividad o si esta termino a tiempo o antes de tiempo.

$$\text{Porcentaje de plazo utilizado} = \frac{\text{Fecha de término (real)} - \text{Fecha de inicio}}{\text{Fecha de término (estimada)} - \text{Fecha de Inicio}}$$

Si Porcentaje de plazo utilizado >100% proyecto ya superó la fecha estimada  
Si Porcentaje de plazo utilizado = 100% proyecto está en la fecha estimada  
Si Porcentaje de plazo utilizado < 100% proyecto término antes de la fecha estimada

Con este indicador, el coordinador podrá evaluar la precisión de la estimación inicial y determinar cuánto se han retrasado las etapas de los proyectos. En caso de que una etapa finalice después de la fecha estimada, se deberá justificar la razón de este retraso. Esto permitirá que en el futuro se consideren estos factores para mejorar la estimación de los proyectos.

#### 9.4.3 *Cumplimiento del alcance*

Este indicador mide las tareas que se han cumplido dentro del proyecto y así poder ver el avance que este ha tenido en relación con el tiempo que se utilizado en este. Este va a ser medido por etapa.

$$\text{Porcentaje Tareas Cumplidas} = \frac{\text{Tareas cumplidas}}{\text{Tareas Totales}}$$

Con este indicador se espera evaluar si se están cumpliendo las tareas o hitos que se han reportado como necesarios para el desarrollo del proyecto y el logro de sus objetivos. Igualmente, ayudará a determinar si el proyecto avanza según lo planeado o si no se ha podido avanzar y cumplir con las tareas establecidas.

#### 9.4.4 Gasto Real vs Presupuesto

Este indicador mide si hubo sobregasto en la etapa del proyecto o si este cumplió con el presupuesto previamente estimado.

$$\text{Porcentaje presupuesto utilizado} = \frac{\text{Gasto real} - \text{Presupuesto}}{\text{Presupuesto}}$$

Si Porcentaje presupuesto utilizado >0 proyecto con sobregasto

Si Porcentaje presupuesto utilizado <= 0 proyecto sin sobregasto

Con este indicador, el Coordinador podrá determinar la precisión en la estimación del presupuesto inicial. En el caso de que se genere un sobregasto, este deberá ser justificado ante el coordinador de proyectos para realizar los ajustes necesarios al presupuesto. Esta justificación también contribuirá a mejorar la precisión en las estimaciones de presupuestos para proyectos futuros.

#### 9.5 Factores críticos de Éxito

Para que este proyecto funcione se necesita que haya aceptación en la inclusión de esta nueva estructura en la organización y que los miembros de la Gerencia estén abiertos a los métodos de control que se van a incluir y al ser supervisados por un miembro externo y aumentando la cantidad de reuniones con el coordinador de proyectos e ingeniero de proyectos con tal de que los proyectos avancen.

Para el éxito de este proyecto se necesita que se dé el acceso a las licencias de SmartSheet para todos en la Gerencia, así se pueda estandarizar el proceso de seguimiento en toda la Gerencia. Además, se necesita que la gente utilice la plataforma para hacer la planificación del proyecto y hacer el modelo de gestión de los proyectos.

#### 9.6 Análisis económico

Para este proyecto se tiene se necesita la inclusión de dos salarios a la Gerencia ofreciéndoles \$1.800.000 de pesos de sueldo mensual al Coordinador de Proyectos e Ingeniero de Procesos. Además, se tienen que contar con las licencias de SmartSheet se seleccionó la cuenta Pro debido a que este da permiso a 10 editores y un número ilimitados de personas que pueden visualizar el archivo y esta tiene un valor de \$6.751 de pesos por usuario, se contabilizo que en Gerencia hay un total de 116 personas y debido a que un 46% de las personas ya poseen esta licencia por lo que se necesitan \$422.883 de pesos para que todos los miembros tengan su licencia.

Para determinar los ingresos se consideró como ejemplo las ganancias que se tendrían por terminar los proyectos en el tiempo designado en el caso de la reducción de agua. Además, se consideró que la precisión en la estimación de presupuestos va mejorando a medida que pasan los años debido a que la implementación de este modelo se realiza de manera gradual. Debido a esta consideración se tiene que el proyecto sea muy

rentable debido a que genera un VAN positivo de \$529.591.865 de pesos.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos		\$ 53.047.500	\$ 127.314.000	\$ 212.190.000	\$ 318.285.000	\$ 636.570.000
Ingresos totales		\$ 53.047.500	\$ 127.314.000	\$ 212.190.000	\$ 318.285.000	\$ 636.570.000
<b>Costos</b>						
Licencia SmartSheet Pro		\$ 422.883	\$ 422.883	\$ 422.883	\$ 422.883	\$ 422.883
Coordinador de Proyectos		\$ 21.600.000	\$ 21.600.000	\$ 21.600.000	\$ 21.600.000	\$ 21.600.000
Ingeniero de Procesos		\$ 21.600.000	\$ 21.600.000	\$ 21.600.000	\$ 21.600.000	\$ 21.600.000
<b>Costos Totales</b>		<b>\$ 43.622.883</b>	<b>\$ 43.622.883</b>	<b>\$ 43.622.883</b>	<b>\$ 43.622.883</b>	<b>\$ 43.622.883</b>
UAI		\$ 9.424.617	\$ 83.691.117	\$ 168.567.117	\$ 274.662.117	\$ 592.947.117
Impuestos 25%		\$ 2.356.154	\$ 20.922.779	\$ 42.141.779	\$ 68.665.529	\$ 148.236.779
UDI		\$ 7.068.463	\$ 62.768.338	\$ 126.425.338	\$ 205.996.588	\$ 444.710.338
Tasa de descuento		12%				
<b>VAN</b>		<b>\$529.591.865,48</b>				

Figura 24: Flujo de caja del proyecto

Además, se pudo observar que la Gerencia se encuentra en un proceso de cambios en su estructura se consideró que lo mejor para la gerencia era reestructurar las áreas con tal de que los ingenieros que tomaran los cargos de Coordinador de Proyectos e Ingeniero de Procesos sean miembros existentes del área de Gestión y Sustentabilidad. Debido a esto no se incluirían los salarios de estas posiciones de trabajo al análisis económico haciendo un proyecto más factible.



## 10 CONCLUSIONES

Dentro de la Gerencia de Innovación y Desarrollo se pudo observar que un 58% de los proyectos que están siendo realizado no están cumpliendo con los plazos que se habían inicialmente establecido y esto genera que no se cumplan los objetivos establecidos por la Gerencia y Empresa.

Se observó que existen diversas variables que ocasionan que los proyectos finalicen después del plazo comprometido. Una de estas variables se relaciona principalmente con la interdependencia de las etapas del proyecto con otras áreas y gerencias, lo que dificulta la obtención de su colaboración en el desarrollo de los proyectos. Este desafío surge debido a la prioridad asignada a la Gerencia y a la falta de una comunicación eficiente entre el área y las otras gerencias. Como respuesta a esta situación, la Gerencia debe implementar medidas para garantizar una colaboración efectiva con las áreas externas. Esto implica establecer un control que asegure una comunicación continua con las otras áreas, realizando reuniones periódicas con los responsables de dichas áreas que brindan apoyo.

No se mantiene un control centralizado en ninguna de las etapas a nivel de gerencia, lo que permite que cada área maneje sus propios proyectos sin seguir un método de gestión o evaluación uniforme. Debido a esto hay una ausencia de evaluaciones de desempeño del desarrollo de los proyectos y la incapacidad de supervisar de manera efectiva su progreso. La falta de control centralizado impide la adopción de medidas preventivas o correctivas ante posibles problemas que puedan surgir durante el desarrollo de los proyectos, lo que complica la gestión de situaciones que podrían conducir a retrasos en los proyectos.

Después de identificar las variables que contribuyen a los retrasos en los proyectos y a la incertidumbre que dificulta la estimación precisa de los plazos de finalización, se propone la creación de un modelo de gestión que incluya el establecimiento de una oficina de gestión de proyectos. Los miembros de esta oficina estarían encargados de supervisar y controlar los proyectos de manera centralizada y brindar apoyo en el desarrollo de la ingeniería del proyecto. Además, se sugiere que la Gerencia implemente una herramienta de control y seguimiento para todos sus proyectos, permitiendo evaluar el desempeño en términos de avance y presupuesto mediante el uso de indicadores de rendimiento.

La creación de la Oficina de Gestión de Proyectos proporcionará un marco para gestionar y apoyar el desarrollo de proyectos, lo que resultará en una mayor eficiencia y organización. Al estandarizar los procesos y exigir el cumplimiento de plazos, se espera mejorar significativamente el rendimiento de los proyectos. Esto, a su vez, contribuirá a una estimación más precisa de los plazos, permitiendo una gestión más efectiva de los recursos.

Para garantizar el éxito de esta propuesta, es fundamental proporcionar acceso a las herramientas necesarias, como SmartSheet, y brindar capacitaciones adecuadas para que los miembros de la Gerencia se sientan cómodos utilizando la plataforma. Es crucial que perciban a SmartSheet como una herramienta que facilita el desarrollo de proyectos en lugar de considerarla como un obstáculo.

Otro aspecto importante es que la reestructuración de la compañía con tal de implementar estas nuevas funciones se realice de manera gradual. Esta estrategia ayuda a reducir la aversión al cambio y facilita la adaptación de todos los involucrados a las nuevas herramientas y procesos. Es importante comunicar claramente los objetivos y beneficios de los cambios y brindar apoyo y recursos adecuados durante el proceso de transición.

Los objetivos de este proyecto fueron alcanzados parcialmente. Se logró diseñar un modelo de gestión destinado a supervisar el desarrollo de los proyectos con el fin de mejorar la precisión en la estimación de plazos. Sin embargo, al concluir esta memoria, solo se pudo avanzar hasta la etapa de propuesta, sin llegar a evaluar la implementación del modelo para determinar su éxito.

Tanto la Organización como la Gerencia se encuentran ante una gran oportunidad de afrontar nuevos desafíos, dado el notable crecimiento experimentado en la producción de litio en la actualidad. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente que la Gerencia continúe innovando en el desarrollo de proyectos que contribuyan a aumentar la producción de litio en la Empresa.

Se sugiere a la Gerencia que trabaje en la estandarización de sus procesos para el desarrollo de proyectos, definiendo claramente los roles a desempeñar y estableciendo los procedimientos administrativos necesarios. Esto proporcionará a los encargados de proyecto una mayor facilidad para llevar a cabo sus tareas de manera eficiente.

Se insta a la Gerencia a plantear objetivos estratégicos con el fin de seleccionar de manera más precisa los proyectos a emprender. Estos objetivos estratégicos servirán como guía para asegurar que los proyectos elegidos estén alineados con los objetivos generales de la Organización y contribuyan a su crecimiento y éxito a largo plazo.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

[1] Home | SQM. SQM [en línea]. [sin fecha] [consultado el 30 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.sqm.com/>

[2] Ranking de las 50 principales empresas mineras en 2022 - Revista ProActivo. Revista ProActivo [en línea]. [sin fecha] [consultado el 11 de julio de 2023]. Disponible en: <https://proactivo.com.pe/ranking-de-las-50-principales-empresas-mineras-en-2022/>

[3] COFRÉ, Víctor. SQM recuperó en 2022 el primer lugar mundial en el mercado del litio y superó a Albemarle - La Tercera. La Tercera [en línea]. 14 de abril de 2023 [consultado el 11 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.latercera.com/pulso/noticia/sqm-recupero-en-2022-el-primer-lugar-mundial-en-el-mercado-del-litio-y-supero-a-albemarle/ZT3L4EC6KBHNFCSG6BB6NQPPAA/#:~:text=SQM%20recuperó%20en%202022%20el,litio%20y%20superó%20a%20Albemarle&text=Planta%20de%20procesamiento%20de%20litio,encima%20del%2016%20de%20Albemarle.>

[4] QM. (s.f.). Reporte de Sostenibilidad 2022.

[5] [es]Productos[en]Products[.] - SQM. (s.f.). SQM. <https://www.sqm.com/productos/>

[6] Nutrien. | Nutrien [en línea]. [sin fecha] [consultado el 11 de julio de 2023]. Disponible en: <https://nutrienagsolutions.cl/>

[7] Política Nacional Minera 2050 - Política Nacional Minera 2050. (s.f.). Política Nacional Minera 2050. <http://www.minmineria.gob.cl/>

[8] Inicio. (s.f.). SEA Chile. <https://www.sea.gob.cl/>

[9] Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN. (s.f.). SERNAGEOMIN. <https://www.sernageomin.cl/>

[10] Superintendencia Del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (s.f.). Superintendencia Del Medio Ambiente. <https://www.sma.gob.cl/>

[11] CABRERA, Manuel. Fiscal judicial recomendará reabrir investigación contra hermanos Ponce Lerou por privatización de SQM. BioBioChile - La Red de Prensa Más Grande de Chile [en línea]. 16 de agosto de 2022 [consultado el 11 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/chile/2022/08/16/fiscal-judicial-pide-reabrir-investigacion-contra-hermanos-ponce-lerou-por-privatizacion-de-sqm.shtml>

[12] Gigantes del litio Albemarle y SQM se enfrentan en la justicia por entrega de información “sensible” | Diario Financiero. Diario Financiero | Diario Financiero [en línea]. [sin fecha] [consultado el 11 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.df.cl/empresas/mineria/gigantes-del-litio-albemarle-y-sqm-se-enfrentan-en-la-justicia-por>

[13] Óscar Barros, Rediseño de Procesos de Negocios mediante el uso de Patrones, 2000, Santiago, Chile, Dolmen Ediciones.

[14] FRANCHETTI, Matthew John. Lean six sigma for engineers and managers: with applied case studies. Taylor & Francis Group, 2015. ISBN 9781482243529.

[15] INSTITUTE, Project Management. PMBOK guide: the project management body of knowledge. Booksmith Publishing LLC, 2021. ISBN 9781955245197

[16] HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, Carlos FERNÁNDEZ COLLADO y Pilar BAPTISTA LUCIO. Metodología de la investigación. 6a ed. México: McGraw Hill, [sin fecha]. ISBN 9789701036327.

[17] CORREIA, Giovani. MANUAL BPMN 2. 0 - Simplificado: MANUAL BPMN 2. 0 - Simplificado. Independently Published, 2020. ISBN 9798622984709.

[18] PARMENTER, David. Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. Wiley & Sons, Limited, John, 2019. ISBN 9781119620785.