

**ORD. N°: 024/2025**

**MAT:** Informe técnico trimestral periodo enero - marzo 2025, Proyecto FNDR "Continuidad Operativa Corporación CICITEM 2021-2024".

**FECHA: 07 de abril del 2025.**

**A: SR. FREDDY ARTEAGA VALDÉS  
JEFE DIVISIÓN DE PRESUPUESTO E INVERSIÓN REGIONAL.  
GOBIERNO REGIONAL DE ANTOFAGASTA**

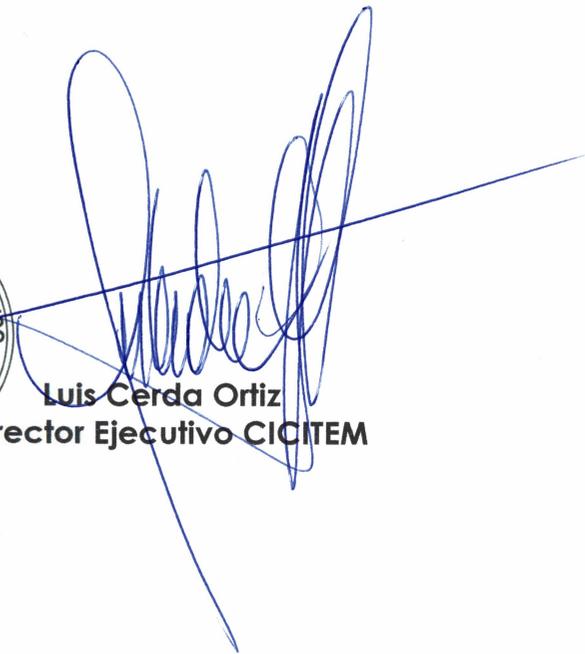
**DE: SR. LUIS CERDA ORTIZ  
DIRECTOR EJECUTIVO CICITEM, REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

Estimado Jefe de División:

Por medio de la presente nos es muy grato saludarle al tiempo de indicar que adjunto al presente, Informe técnico trimestral correspondiente al periodo enero a marzo 2025, del Proyecto FNDR "Continuidad Operativa Corporación CICITEM 2021 - 2024" ejecutado por este centro de investigación.

Sin otro particular, le saluda cordialmente,



  
**Luis Cerda Ortiz**  
**Director Ejecutivo CICITEM**

CC: Archivo CICITEM



**INFORME TRIMESTRAL ENERO - MARZO 2025  
SOBRE GLOSA PRESUPUESTARIA 2.4. RELATIVA A TRANSFERENCIAS A LAS  
CORPORACIONES O FUNDACIONES CONSTITUIDAS CON LA  
PARTICIPACIÓN DEL GOBIERNO REGIONAL DE ANTOFAGASTA**

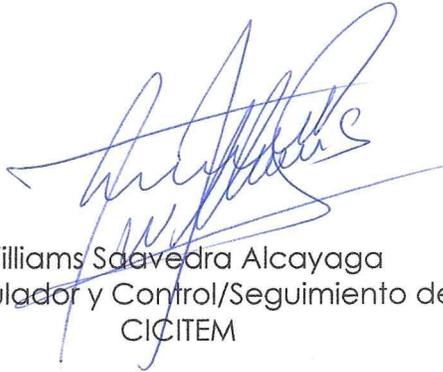


**ABRIL 2025**

**Tipo de documento: Rendición Técnica Trimestral**

**Período:** Enero – Marzo 2025

**Elaborado por:**



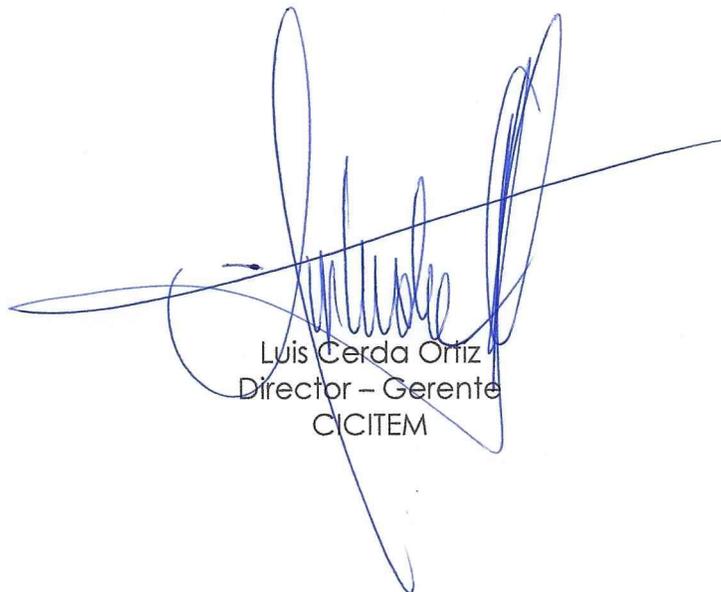
Williams Saavedra Alcaayaga  
Profesional Formulador y Control/Seguimiento de Proyectos  
CICITEM

**Aprobado por:**



Pedro Galleguillos Pérez  
Director Científico  
CICITEM

**Validado por:**



Luis Cerda Ortiz  
Director – Gerente  
CICITEM

## 1. Nombre o razón social de la corporación

Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería CICITEM, R.U.T. 65.937.660-1

## 2. Misión – Visión

### Misión 2019 - 2025:

*La misión de CICITEM es Crear e Implementar soluciones científicas-tecnológicas a los problemas, necesidades y desafíos de la Región y su Industria.*

### Visión 2019 – 2025:

*La visión de CICITEM es consolidarse como Centro de Investigación Científica- Tecnológica de reconocida excelencia que provee soluciones efectivas para el desarrollo sustentable de la Región de Antofagasta, con una clara proyección internacional*

## 3. Principales Hitos de la Gestión “Continuidad Operativa 2021 – 2024”.

Con el financiamiento anterior “Continuidad Operativa CICITEM 2018 – 2021”, se redefinió el quehacer científico del Centro que por años estuvo focalizado solo en la línea de Minería, para incorporar nuevas líneas de investigación, tales como: Medio Ambiente, Energía, Recursos Hídricos Continentales y Marinos. La determinación de las nuevas líneas de investigación se enmarcó en una “redefinición estratégica”, donde se consideró las necesidades regionales y cómo CICITEM, podría ser un aporte en otras áreas de interés regional.

Para alcanzar el desarrollo de estas nuevas líneas de investigación se incorporó a científicos regionales y nacionales para ser parte del equipo de investigación del Centro, es así, como se incorpora el Dr. Lindley Maxwell Villacorta, como

especialista y director de la línea de Energía, focalizada en la investigación aplicada, principalmente en Hidrógeno y energías limpias. También, se incorpora el Dr. Pablo Rojas Venegas, quien estuvo a cargo hasta Julio 2022, y tenía a cargo la línea de Recursos Hídricos Marinos, línea que lleva a cabo investigaciones asociadas a los impactos de las desaladoras, así como también, el análisis y sistematización de base de datos ambientales de las Bahías de la región, monitoreo y seguimiento ambiental, entre otras. Adicionalmente, se incorpora la Dra. Carolina Gamboa Palacios, quien lideró la línea de Recursos Hídricos Continentales, llevando a cabo los muestreos y análisis de humedales urbanos hasta el mes de febrero 2022.

La línea de Minería y la incipiente línea de Medio Ambiente, se reestructuran, quedando los Drs. Pedro Galleguillos Pérez y Víctor Zepeda Álvarez a cargo de la línea de Minería, los que se enfocan en la pequeña minería, relaves, metales estratégicos y desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre, entre otros desarrollos. En cuanto a la Dra. Lorena Escudero González, queda liderando la línea de Medio Ambiente, centrando su trabajo en la búsqueda de microorganismos para evaluar su aplicación en la remediación de suelos.

Cabe destacar que uno de los hitos más significativos que CICITEM consiguió con el financiamiento anterior, fue obtener un espacio propio, en donde estuvieran albergados tanto el equipo científico, como los profesionales y técnicos que colaboran en distintos ámbitos de las investigaciones, así como todo el soporte administrativo.

En octubre del 2020 CICITEM se traslada al Sector Industrial La Negra, donde se habilitan laboratorios, siendo necesario solicitar a las Universidades regionales: Antofagasta y Católica del Norte, la devolución del equipamiento adquirido desde la creación del Centro y que se encontraban en resguardo de cada universidad, debido a que CICITEM no tenía sus instalaciones propias.

Mediante el Memo N°1266 de fecha 20 de diciembre 2022, la División de

Planificación y Desarrollo Regional resuelve aprobar la solicitud de reevaluación del proyecto Continuidad Operativa 2021-2024, la cual tiene por objeto re-itemizar diversos ítems, tales como Recursos Humanos, Gastos de Operación, Inversión y Difusión, imprescindibles para la adecuada ejecución del proyecto.

Mediante Ordinario 02420/2024 con fecha 04 de octubre de 2024, la División de Presupuesto e Inversión Regional del Gobierno Regional, aprobó la extensión de plazo por siete meses.

El 28 de noviembre de 2024 a través de Ordinario 02870/2024, la División de Presupuesto e Inversión Regional del Gobierno Regional, aprobó una Reevaluación presentada por CICITEM.

En enero de 2025 se detectaron irregularidades financieras perpetradas por el Sr. Rubén Rojo Maturana, hasta ese entonces Director Gerente de CICITEM. A raíz de esto se reunieron todos los antecedentes administrativos y fueron puestos a disposición del Gobierno Regional, el cual por su parte, presentó una denuncia al Ministerio Público por presuntos delitos de fraude al fisco y malversación de fondos públicos. A la fecha, la Fiscalía Regional se encuentra en un proceso de investigación y en forma paralela, el Directorio de CICITEM desvinculó al Sr. Rojo Maturana por incumplimiento grave de las obligaciones del contrato tipificada en el artículo 160 N°7 del Código del Trabajo. Además, nombró como nuevo representante legal de CICITEM al Sr. Luis Cerda Ortiz.

### **3.1. Planificación y entregables comprometidos para el Proyecto Continuidad Operativa 2021-2024.**

El financiamiento obtenido para este nuevo período de funcionamiento asciende a **\$3.870.380.000.-** los cuales se destinarán principalmente en llevar adelante las investigaciones y actividades propuestas por cada línea de investigación. Cabe indicar que la planificación propuesta por CICITEM para ejecutar el presupuesto asignado, comenzaba en noviembre 2021, pero el Convenio firmado y con toma de razón llegó con fecha **21 de enero 2022** y los recursos fueron transferidos el día **10 de marzo 2022 por un monto anual de \$1.204.660.000.-** esto tiene como consecuencia directa, que las actividades propuestas no han sido del todo posible de ejecutar.

En el siguiente apartado se indicará las áreas que cada línea desarrollará y sus indicadores de cumplimiento, establecidos para los 3 años de ejecución del proyecto, pudiendo ser cumplidos año a año o en su conjunto.

El **12 de abril de 2023**, se recibe la segunda remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$1.204.660.000.-

El **17 de junio de 2024** se recibe la tercera remesa de parte del Gobierno Regional por un monto de \$486.650.000.-

El **13 de febrero de 2025** se recibe la cuarta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$53.726.042.

El **04 de marzo de 2025** se recibe la quinta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$197.195.284.

### 3.1.1 LÍNEA MINERÍA

En esta línea para el período 2021 – 2024, tiene por objetivo investigar y ahondar en las siguientes áreas:

**a) Apoyo científico tecnológico a la pequeña minería.**

A través de las actividades consideradas, se realiza un acercamiento directo al trabajo actual de pequeños mineros con el fin de abordar brechas y poder avanzar en su desarrollo a través de innovaciones generadas desde CICITEM.

Compromisos:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Convenios                            | : 100 % (Agremital)      |
| 2. Capacitaciones                       | : 90% (Visitas a faenas) |
| 3. Análisis químicos a pequeños mineros | : 100%                   |

Respecto de las capacitaciones propuestas, resultó de mayor provecho realizar visitas a cada productor en lugar de reuniones puntuales con más de un productor. Se conocieron los requerimientos determinaciones de cobre en materiales de desmontes y de otros elementos diferentes al cobre, tales como plata y oro, en este último se ha buscado implementar un análisis alternativo de acuerdo al equipamiento con que se cuenta en los laboratorios de CICITEM.

**b) Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre.**

Parte del impacto ambiental a largo plazo de los procesos mineros, especialmente en procesos de flotación, se debe al uso de reactivos químicos de elevada toxicidad, tales como Xantatos, alcohol graso, poliglicéridos, ácido fórmico, entre otros. Un esfuerzo de investigación con el objetivo de reemplazar estos últimos por compuestos biodegradables representa un aporte relevante a la sustentabilidad de los actuales procesos mineros en la

Región y el país.

Compromisos:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Aislamiento de microorganismos              | : 100 % |
| 2. Investigación de los efectos en flotación   | : 70 %  |
| 3. Investigación de los efectos en floculación | : 70 %  |
| 4. Pruebas en circuito de flotación            | : 30 %  |

Los microorganismos son fuente de reactivos biodegradables y CICITEM posee material biológico para esta investigación, sin embargo, se ha requerido de mayor tiempo del estipulado para la activación y el enriquecimiento de los cultivos, para luego continuar con el aislamiento de microorganismos y probar sus efectos al incluirlos en procesos de flotación de sulfuros de cobre y floculación de partículas en suspensión a nivel de laboratorio. Actualmente, se han aislado e identificado 4 cepas, de las cuales se seleccionará 1 para pruebas de flotación y floculación.

**c) Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región.**

Un legado de la larga explotación minera en la región, es la presencia de relaves con considerables niveles de toxicidad que a pesar de sus características pueden transformarse en nuevas fuentes de recursos valiosos por su contenido de elementos que hoy son considerados como estratégicos. Los relaves que han sido parte hasta ahora de esta investigación en particular son Sotramin en Taltal y Playa Negra (o Santo Domingo), ubicada a 9 Km al sur de la localidad de Paposó.

Compromisos

- |   |        |
|---|--------|
| 1. Selección y caracterización Relaves  | : 100% |
| 2. Alternativas recuperación de metales | : 100% |
| 3. Diseño de un proceso de recuperación | : 95%  |

Se ha logrado caracterizar dos relaves relevantes de la Región en los cuales

se han determinado elementos de valor, considerados como estratégicos. Los principales elementos estudiados fueron Cobalto y Tierras raras, sin embargo, una de las principales dificultades ha sido encontrar laboratorios para el análisis de tierras raras y el alto costo asociado a estos. Con esta investigación se generó la tesis del alumno Pedro Egaña "Concentración de tierras raras provenientes de relaves mineros de la región de Antofagasta", que trató sobre la evaluación de procesos de concentración y separación de tierras raras, por medio de concentración gravitacional y magnética. En el contexto de la investigación y en cooperación con la U. de La Serena se postuló y adjudicó el proyecto "Obtención de soluciones de cobalto y hierro desde relaves mineros". código BIP 40047608-0, para la recuperación de cobalto desde relaves mineros. Por otra parte, la adjudicación del proyecto "Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Región Chile", Código R23F000, se abre la posibilidad de continuar y profundizar este tipo de estudios considerando aplicaciones de H2 verde.

**d) Estudio de alternativas sustentables para el tratamiento de relaves mineros.**

Esta investigación, al igual que la anterior se enfoca en el tratamiento de relaves, sin embargo, esta se deriva del proyecto FIC R de relaves desarrollado entre los años 2014-2017.

Compromisos

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. Selección de Relaves priorizados | : 100%                   |
| 2. Pruebas recuperación de valor    | : 100%                   |
| 3. Determinación de estabilidad     | : 80% (TCLP de residuos) |

En esta investigación se han realizado pruebas de lixiviación en columnas y se generó la tesis de la alumna Javiera Fuentes "Optimización de la recuperación de minerales de óxido de hierro, a partir de arena de playa Santo Domingo, comuna de Taltal" que apuntó por una parte a la remediación sustentable de una playa contaminada de la Región por

medio de la obtención de un concentrado de Fe, potencialmente tratable con H<sub>2</sub> verde para su refinación. Esta línea de trabajo en gran parte se superpone con la línea de trabajo del proyecto basal anteriormente descrito.

**e) Investigación del uso de lixiviación por agitación en concentrados de cobre o polimetálicos**

A diferencia de décadas anteriores en que primó la producción de cátodos, gran parte del cobre producido hoy en la Región es exportado bajo la forma de concentrado, para luego ser exportado y sometido a procesos pirometalúrgicos. Uno de los problemas en el procesamiento de concentrados, es la presencia de elementos contaminantes (como el arsénico), lo cual requiere de operaciones adicionales en procesos de fundición, incidiendo en el costo y por lo tanto son pagados a menor precio o simplemente no son aceptados por las fundiciones. El objetivo de esta investigación es la búsqueda de procesos sustentables y alternativos a la fundición, para la producción de cátodos de cobre, por medio de hidrometalurgia.

Compromisos

1. Obtención de concentrados	: 100 %
2. Selección y Caract. De concentrados	: 100 %
3. Pruebas de lixiviación	: 100%
4. Diseño de proceso	: 90 %

Los resultados parciales destacan las ventajas de los procesos hidrometalúrgicos como alternativa para el procesamiento de materiales no aptos para fundición debido a la presencia de contaminantes como el As. Dentro de los materiales de este tipo, además de los concentrados de Cu se encuentran otros como los polvos de procesos de tostación y escorias de fundición que potencialmente podrían ser tratadas por medio de lixiviación

por agitación para la recuperación de Cu u otro elemento de valor. Dentro de la proyección de esta investigación basal se estudiará la obtención de polvos metálicos por medio de la reducción usando H<sub>2</sub> verde, en el marco del proyecto de Fortalecimiento de Centros Regionales

En Anexo A se encuentra un Informe Técnico de esta Línea de Investigación

### **3.1.2 LÍNEA ENERGÍA**

Las investigaciones que contempla esta línea en su financiamiento basal, son las siguientes.

#### **a) Síntesis de electrolitos sólidos.**

Los electrolitos sólidos son materiales que permiten la conducción de iones en estado sólido, en lugar de estado líquido como los electrolitos convencionales. Estos materiales son clave en el desarrollo de tecnologías avanzadas de almacenamiento de energía, como las baterías de litio en estado sólido. Los electrolitos sólidos ofrecen varias ventajas, incluyendo mayor seguridad, mayor densidad de energía, y una vida útil más larga en comparación con los electrolitos líquidos. Su capacidad para operar a temperaturas más altas y evitar fugas de líquidos inflamables, los hace ideales para aplicaciones en vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos portátiles. Inicialmente se definió comenzar con dos estudios en la línea, enfocados en el Litio, por medio de cooperación con la U. de Antofagasta, estableciéndose los siguientes indicadores:

Compromisos

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Obtención de materiales             | : 100 % |
| 2. Síntesis de material                | : 100 % |
| 3. Caracterización de material         | : 100 % |
| 4. Pruebas prototipo nivel laboratorio | : 100 % |

**b) Síntesis y estudio de materiales catódicos.**

Compromisos

1. Obtención de material	: 100 %
2. Síntesis de material	: 100 %
3. Caracterización de material	: 100 %
4. Pruebas prototipo nivel laboratorio	: 30 %

Para estos estudios se han presentado dificultades importantes, que derivan desde los ámbitos de infraestructura y de recurso humano. Por una parte, existen ya instituciones que poseen avances en los temas planteados, además de infraestructura significativa que les permite llevar a cabo este tipo de investigaciones con la debida celeridad. CELIMIN de la Universidad de Antofagasta es una de estas instituciones y con la cual se pudo establecer inicialmente cooperación para avanzar, sin embargo, luego de un año de trabajo, en donde se presentaron desafíos técnicos relevantes, el tesista de postgrado financiado por CICITEM no pudo continuar su trabajo por razones de salud, lo que dificultó aún más poder superar los desafíos y continuar con el desarrollo propuesto. De acuerdo a lo anterior se ha planteado seguir cooperando con CELIMIN en estos temas, pero redirigir los esfuerzos institucionales hacia nuevas áreas de desarrollo, principalmente hidrógeno verde, tema en el cual ya se han apalancado recursos para infraestructura propia y la contratación de profesionales, a través de proyectos con financiamiento del Gobierno Regional, CORFO y ANID.

**3.1.3. RECURSOS HÍDRICOS**

La línea Actualmente no cuenta con un investigador líder y a pesar de diversos llamados a concurso no se han obtenido candidatos que reúnan el perfil y grado requerido. Esta línea centra sus investigaciones y desarrollos principalmente en:

- **Análisis y Sistematización de Bases de Datos Ambientales de las Bahías de**

**la Región de Antofagasta**, se realizará el análisis de bases de datos de parámetros medioambientales obtenidos desde diferentes fuentes de información y/o estudios (i.e., FNDR, FIC, POAL, PVA, EIA, DIA, entre otras fuentes) de la Región de Antofagasta. Esto constituye actualmente una herramienta de gran utilidad, puesto que del análisis de dichos datos se puede obtener información muy precisa respecto de las condiciones ambientales actuales y pasadas de una bahía en particular.

<b>Indicador</b>	<b>Métrica</b>	<b>Avance de Cumplimiento</b>
Obtención de la base de datos del Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL)	Cantidad de bases de datos obtenidos	Análisis de los datos POAL de las matrices agua, sedimentos y biota para Bahía Mejillones completada. Se trabajará en la obtención de los datos para Bahía de San Jorge.
Obtención de la base de datos del Sistema de Evaluación Ambiental (estudios de impacto ambiental; declaraciones de impacto ambiental; y planes de vigilancia ambiental asociadas RCA)	Cantidad de bases de datos obtenidos	Obtención de datos PVA/PASMAM/PSA de las matrices agua, sedimentos y biota para Bahía Mejillones completada. EIAs y DIAs no fueron recopiladas por sugerencia de la SEREMI de Medio Ambiente en el caso de Mejillones. Se trabajará en la obtención de los datos para Bahía de San Jorge.
Obtención de información de estudios sectoriales realizados en las bahías de la Región	Cantidad de bases de datos obtenidas	Se obtuvo e incorporó información en base de datos de CICITEM de la base de datos del Centro de Ecología Aplicada generada en proyecto FNDR: "Diagnóstico y monitoreo ambiental de la bahía Mejillones del Sur",

		BIP 30126368.
Realización de análisis multivariado	Informe final de Análisis de la información previa de las bahías de la región	Se completaron los análisis multivariados para la matriz de agua, sedimento y biota de la base de datos de Bahía para los Mejillones entre los años 2013-2021.
Taller de difusión de resultados obtenidos	Al menos un taller de difusión a la comunidad en general	Una vez terminada la etapa de recopilación de datos y sistematizados análisis de datos, se realizará un taller de difusión de resultados.

- **Monitoreo y Seguimiento Ambiental de la Bahía San Jorge**, con la finalidad de contar con un diagnóstico de potenciales perturbaciones antrópicas sobre variaciones temporales y espaciales de la biodiversidad, abundancia y distribución de las comunidades submareales y de las condiciones físico-químicas del ambiente marino en la bahía, esta línea trabajará en muestreos cualitativos y/o cuantitativos de la bahía previos y posteriores a una acción de perturbación.

<b>Indicador</b>	<b>Métrica</b>	<b>Avance de Cumplimiento</b>
Determinación de puntos de muestreo	Nº de puntos de muestreo	Durante el segundo trimestre se estableció la localización de estaciones de monitoreo en sectores costeros de Bahía San Jorge.
Obtención de data en columna de agua y sedimentos	Nº de muestras tomados y analizados	Durante el tercer trimestre se reevaluó realizar la primera campaña de muestreo, posponiéndola para la temporada de estación de verano primer trimestre del próximo año para comparar estacionalidad interanual.

Análisis de la data de las distintas matrices monitoreadas (columna de agua y sedimentos)	Cantidad de muestras analizadas e integradas al modelamiento	Los datos provenientes de la primera campaña de monitoreo serán analizados una vez completada la etapa de muestreo.
Informe anual del monitoreo y seguimiento ambiental de la Bahía San Jorge	Un informe anual con los principales resultados analizados.	La entrega del informe anual se realizará una vez realizado el análisis de la data obtenida en las campañas de monitoreo.
Taller de difusión de los resultados obtenidos dirigidos a la comunidad en general y pescadores de la bahía San Jorge	Un taller anual de muestras de resultados	El taller de difusión de resultados se realizará posterior a la entrega del informe anual.

- **Evaluación del Impacto Ambiental de Aguas Residuales de Plantas Desaladoras Instaladas en la Bahía San Jorge**, existe una gran preocupación ambiental asociada con la descarga de salmuera hipersalina, como desecho proveniente de las plantas desaladoras, y que son descargadas en los cuerpos de agua superficiales. Las principales preocupaciones están relacionadas con los efectos ecológicos asociados a las alteraciones físico-químicas (e.g., el aumento de la salinidad) del agua de mar en torno a las salidas de descarga de salmuera, además de la descarga de productos químicos tóxicos utilizados en el pretratamiento del proceso de desalinización o como antiincrustantes para su transporte. Para lo cual se realizarán acciones de monitoreo de variables físicas, químicas y biológicas en columna de agua y sedimentos en áreas con influencia directa de la pluma salina en la bahía San Jorge.

#### Compromisos

1. Puntos de monitoreo : 30%
2. Diseño de Monitoreo : 0 %

- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| 3. Variables a monitorear | : 0 % |
| 4. Muestras en Terreno    | : 0 % |
| 5. Análisis de resultados | : 0 % |
| 6. Informe anual          | : 0 % |
| 7. Taller de difusión     | : 0 % |

### **3.1.4. RECURSO HÍDRICO – CONTINENTAL.**

Esta línea centrará sus investigaciones y desarrollos principalmente en:

#### **a) Monitoreo de manantiales costeros**

Con el fin de evaluar un potencial deterioro y velar por la preservación de estos importantes ecosistemas, CICITEM dentro de su actividad basal realiza y promueve el monitoreo continuo de la calidad de agua de los humedales La Negra, La Chimba, Kilómetro 12 o Salar del Carmen, y Quebrada Carrizo.

Compromisos

- |  |        |
|--|--------|
| 1. Muestreo de los 4 humedales               | : 80%  |
| 2. Caracterización físico-química            | : 100% |
| 3. Identificación de indicadores ambientales | : 90%  |
| 4. Informe público anual                     | : 80%  |
| 5. Taller anual de difusión a la comunidad   | : 80%  |

#### **b) Monitoreo de calidad de agua del río Loa**

Compromisos

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Caracterización tramo Medio-Bajo del Río Loa | : 33% |
| 2. Identificación de indicadores                | : 0 % |
| 3. Talleres de difusión                         | : 0 % |

### 3.1.5. MEDIO AMBIENTE.

En la línea de medio ambiente, se priorizaron las siguientes actividades:

**a) Evaluación del uso de nanopartículas sintetizadas por microorganismos para la remediación de suelos contaminados.**

Algunos de los antiguos procesos mineros llevados a cabo en la región de Antofagasta han dejado como consecuencia una serie de pasivos ambientales que han producido contaminación de los suelos donde se realizaban operaciones mineras, los cuales hoy se consideran peligrosos debido a la presencia de elementos y metales tóxicos, tales como arsénico, cadmio, plomo, entre otros. La preocupación pública sobre esta problemática ha permitido llevar a cabo diversas acciones tales como el catastro de suelos contaminados de Sernageomin, algunos de los cuales presentes en nuestra región requieren de prontas medidas de tratamiento para finalmente concluir con su remediación y recuperación para uso público. El compromiso de CICITEM en esta investigación basal ha sido aportar con pruebas de tecnologías para remediar, de manera tal que se pueda validar esta aplicación a nuestra realidad.

#### Compromisos

- |  |                    |
|--|--------------------|
| 1. Identificación y aislamiento de microorganismos | : 100 %            |
| 2. Producción de nanopartículas                    | : 100 %            |
| 3. Evaluación de efecto                            | : 100 %            |
| 4. Diseño de implementación                        | : 0% No realizable |
| 5. Generación de información basal                 | : 0% No realizable |

Los indicadores de esta investigación basal, fueron realizados y llevados a cabo según programación. Sin embargo, los resultados negativos en la síntesis de nanopartículas de hierro y cadmio con los cultivos de hongos aislados del sector la Negra, impidieron seguir con esta investigación. Con lo informado anteriormente, el proyecto basal correspondiente a esta

investigación no se continuará en el próximo periodo (2025-2028) con fondos de continuidad operativa.

**b) Búsqueda de plantas autóctonas para la fito-estabilización de suelos contaminados.**

La fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. Por ello, se planteó investigar la aplicabilidad de esta tecnología en la realidad local, utilizando especies nativas, de manera tal que podamos avanzar en la escalabilidad de su aplicación.

Compromisos:

- Identificación de plantas : 100 %
- Evaluación del efecto : 100 %
- Diseño de implementación : 75 %
- Generación de información : 75 %

Los indicadores y metas propuestas para este proyecto se han cumplido en su mayoría al 100%. Se han podido identificar plantas capaces de reducir los elementos contaminantes y realizar las pruebas correspondientes en los suelos y relaves abandonados. Con los resultados obtenidos, se ha avanzado en el diseño de escalabilidad con una mayor cantidad muestras y volumen de suelos contaminados. El conocimiento producido y las pruebas realizadas, nos proveen información empírica que permitirá el apalancamiento de recursos para avanzar en el desarrollo de estas tecnologías.

**c) Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado.**

Los desechos sólidos de los depósitos de relaves mineros corresponden

mayoritariamente a partículas de tamaños menores o iguales a 10 micras, con una alta concentración de metales, que cuando se dispersan por el viento afectan el medio ambiente, los asentamientos humanos y pueden causar que las actividades industriales se detengan debido a problemas de seguridad. Una solución eficiente e innovadora es inducir la formación de costras biológicas. Las costras biológicas del suelo son comunidades complejas de cianobacterias, algas, líquenes, briofitas y otros organismos que viven en asociación con los milímetros superiores del suelo. Las biocostras estabilizan las superficies del suelo para evitar la erosión, aportan carbono a través de la fotosíntesis, fijan nitrógeno y median el ciclo hidrológico en las tierras secas, de este modo surgen como una herramienta potencial en la restauración, estabilización y remediación de suelos contaminados de la Región.

Compromisos:

- Obtención de cultivos : 100 %
- Evaluación del efecto estabilizador : 100 %
- Diseño de la implementación : 75 %
- Generación de Información basal : 75%

Los indicadores y metas propuestas para esta investigación basal, se han cumplido de acuerdo a lo programado. Se han podido identificar cultivos de cianobacterias capaces de estabilizar los suelos y reducir los elementos contaminantes y realizar las pruebas correspondientes en los suelos y relaves abandonados. Con los resultados obtenidos, se ha avanzado en el diseño de escalabilidad con la finalidad de postular a fondos concursables (Anid, Corfo, entre otros.) que permitan avanzar en la solución de la problemática.

#### **d) Actualización del catastro de suelos contaminados**

Este estudio planteó actualizar el catastro incluyendo nuevas áreas con presunción de contaminación, en este sentido se consideró estudiar el barrio industrial de la Negra, dado que se observa gran cantidad de polvo, lo cual puede afectar a la población flotante existente en la zona, además de los ecosistemas presentes en el

humedal de la Quebrada de La Negra. La presencia en las muestras de suelo de elementos tales como Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Plomo (Pb), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn), indican preliminarmente que estos suelos se clasifican como potencialmente contaminados para su inclusión en el catastro.

Para profundizar el estudio se propone realizar un monitoreo de suelos periódicamente (semestral) que permita determinar la variabilidad y potencial movilización de estos elementos contaminantes a través del tiempo, debido a eventos climáticos y el aumento de la actividad industrial de la zona, las cuales podrían aumentar o disminuir esta contaminación. Por otro lado, se sugiere realizar un análisis químico mensual del material particulado sedimentable en puntos específicos del sector industrial La Negra, los cuales nos entregarán información respecto a las emisiones que se generan en esta zona. Principalmente, debido a que en la zona la concentración de material particulado MP10 es alta y supera la normativa de calidad de aire establecida por la OMS, lo que nos indica que las emisiones atmosféricas estarían afectando la calidad de los suelos del sector industrial La Negra. Debido a los costos asociados de análisis y salidas a terreno que conlleva este estudio, durante el próximo periodo de continuidad no se llevarán a cabo estas actividades, hasta que podamos apalancar otros recursos de investigación.

Compromisos:

- Recopilación y Sistematización de información : 100 %
- Campañas de muestreo de nuevos suelos : 100%
- Caracterización química y mineralógica : 100 %
- Informe de Actualización de los Suelos : 90 %

En Anexo B se encuentra un Informe Técnico de esta Línea de Investigación.

#### **4. Composición del Directorio.**

El directorio está compuesto por directores integrados de la siguiente forma:

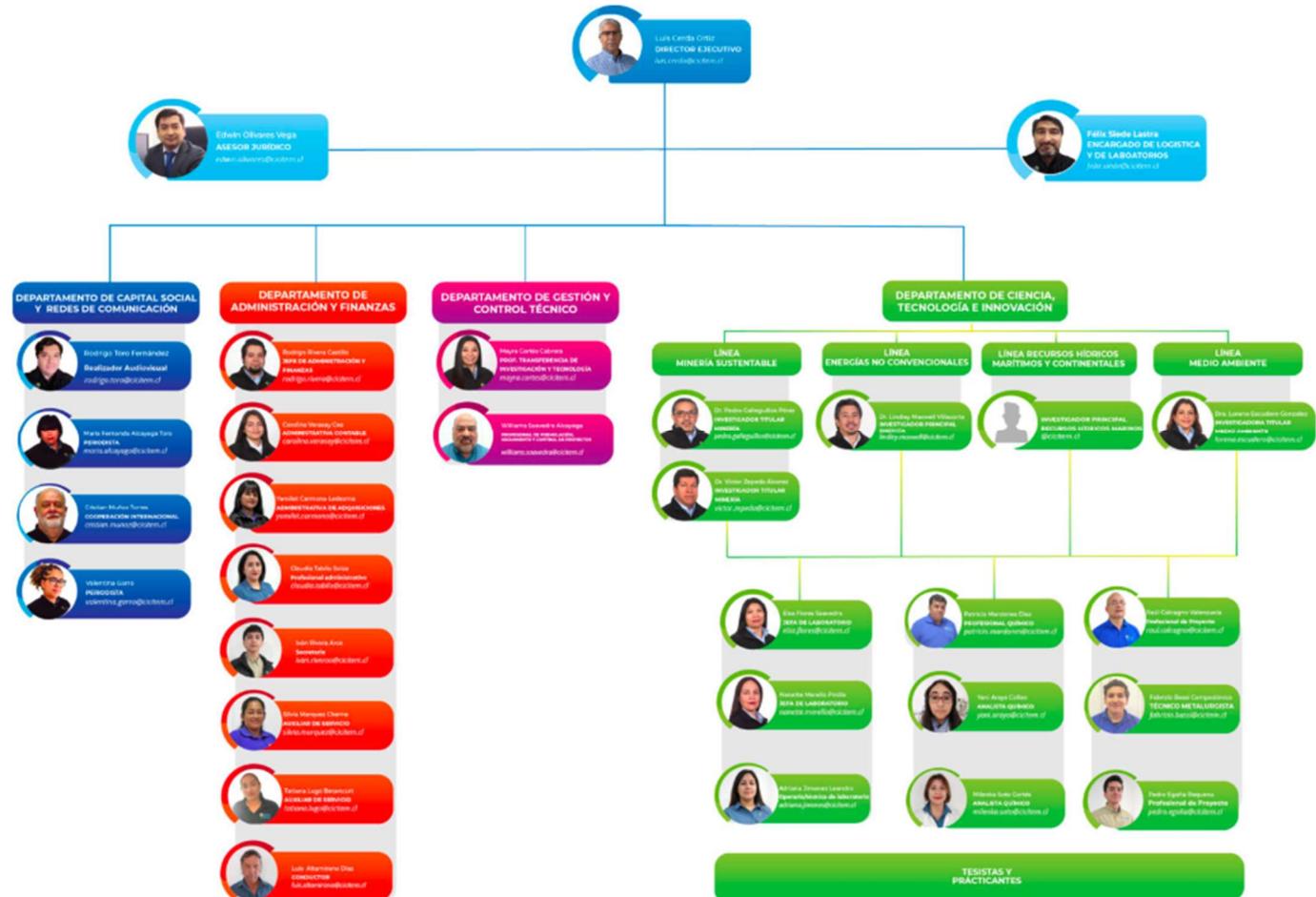
- Tres miembros designados por el Gobierno Regional, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo N°102 de la Ley N°19.175 Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional.
- Dos miembros elegidos por Asamblea General Ordinaria, pero sólo de entre candidatos propuestos por Universidad Católica del Norte y Universidad de Antofagasta.

Tres miembros elegidos por la Asamblea General de entre socios activos de la Corporación, elegidos cada dos años en la Asamblea General Ordinaria correspondiente.

Actualmente el Directorio está conformado por:

- Sr. Jorge Molina Cárcamo, presidente del Directorio.
- Sra. María Cecilia Hernández Vera, vicepresidente del Directorio.
- Sr. Marcelo Cortés Carmona, secretario.
- Sr. Rodrigo Alda, director.
- Sr. Marcos Cikutovic, director.
- Sra. María Teresa González Yáñez, directora.
- Sr. Alejandra Pizarro, directora nacional ANID.

## 5. Organigrama actual de CICITEM:



**PRINCIPALES INDICADORES PERIODO ENERO - MARZO 2025**

## **1. Actividades por Línea de Investigación**

En consideración que la remesa correspondiente a la primera cuota del proyecto basal fue transferida en marzo 2022, todo el trabajo planificado para comenzar en noviembre 2021, se retrasó, por lo que cada línea tiene un retraso de acuerdo a la planificación formulada. Desde entonces, se ha avanzado en las distintas líneas de investigación para cumplir con lo comprometido.

El 12 de abril de 2023, se recibe la segunda remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$1.204.660.000.-

El 17 de junio de 2024 se recibe la tercera remesa de parte del Gobierno Regional por un monto de \$486.650.000.-

El 13 de febrero de 2025 se recibe la cuarta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$53.726.042.

El 04 de marzo de 2025 se recibe la quinta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$197.195.284.

## **2. Proyectos Precompetitivos y/o de Bien Público u otros postulados**

En el trimestre enero – marzo de 2025 se puede informar que, el jueves 20 de marzo de 2025, se presentó al Gobierno Regional de Antofagasta la propuesta denominada "Continuidad Operativa CICITEM 2025 – 2028".

En el Anexo C se encuentra el cuerpo central de lo presentado al GORE.

### **2.1 Cantidad de proyectos precompetitivos y/o de bien público u otros adjudicados.**

Para el Trimestre enero – marzo de 2025 podemos informar lo siguiente:

i.- Proyectos Adjudicados

No hay antecedentes que reportar en este punto.

## ii.- Proyectos en Ejecución

- a) En el mes de octubre de 2024 se informó la adjudicación del proyecto Fomento a la Vinculación Internacional, colaboración (CICITEM/UTFSM/Imperial College).

Nombre: Análisis de los diferentes escenarios del sistema eléctrico chileno para alcanzar la meta de emisiones netas cero en 2050 para apoyar en políticas públicas Instituciones participantes: UTFSM, ECIT, Imperial College y CICITEM

Rol de CICITEM: Investigador asociado del Dr Lindley Maxwell

Código del Proyecto: FOvi:240242

- b) Desde el 09 de enero de 2024 se comenzó a ejecutar el proyecto interlínea (Minería y Energía) presentada a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) al Concurso de Fortalecimiento al Desarrollo Científico y Tecnológico de Centros Regionales 2023, con una duración de 4 años. El proyecto se titula "Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Region Chile". El Director es el Dr Lindley Maxwell, Director Alterno Dr Pedro Galleguillos e Investigador Principal Dr Víctor Zepeda, con la participación de investigadores asociados de las Universidades regionales Católica del Norte y de Universidad de Antofagasta, además investigadores de un investigadore de la U.T. Federico Santa María, sede Santiago. Por otra parte, a nivel internacional se cuenta con el apoyo de un investigador de la Universidad Complutense de Madrid y de Sntef, empresa participante del proyecto europeo consorcio HARARE para el aprovechamiento de residuos de proceso mineros.

A raíz de los problemas ocasionados por el ex Gerente de CICITEM, sr Rubén Rojo Maturana, este proyecto se encuentra en fase de revisión por parte de ANID. En lo específico, se acogió un Recurso

de Reposición entregándonos un plazo de 30 días para poner en conocimiento de ANID todos los antecedentes vinculados a los hechos sancionados.

- c) Desde enero 2024 se encuentra en ejecución el Proyecto "Estudio de Prefactibilidad para el almacenamiento energético a partir de H2V para CESP" liderado por la línea de Energía y financiado por el programa CORFO de iniciativas de Bienes Públicos 2023 – Convocatoria para el Desarrollo de la Industria de Hidrógeno Verde en la Región de Antofagasta. El Director es el Dr Lindley Maxwell. A raíz de los problemas ocasionados por el ex Gerente de CICITEM, sr Rubén Rojo Maturana, este proyecto se encuentra en fase de revisión por parte de CORFO.
- d) La línea de Minería, desde el mes de mayo, inició la ejecución del convenio con la empresa ECP. Aquí CICITEM participa como entidad colaboradora en el proyecto "Proceso Minero Sustentable para Minerales de Baja Ley" (23CVC-245599), presentado y adjudicado en el programa Crea y Valida de CORFO por la empresa EPC Andes Chile. Actualmente, se está a la espera de la recepción de muestras para iniciar las actividades.
- e) CICITEM, en calidad de entidad asociada, participa en el proyecto denominado Desarrollo de Nuevo Reactor Bifuncional para la Conversión Costo-Competitiva de Hidrógeno Verde en Productos de Valor Agregado, presentado por la Universidad Técnica Federico Santa María al Concurso IDeA I+D 2024. Adjudicado el 25 de marzo de 2024. ID 24i10307

### iii.- Proyectos Prontos a Iniciar

El 21 de marzo de 2024 se presentó un Proyecto de Expansión de

CICITEM en las áreas de I+D+i a Bienes Nacionales. El objetivo es acceder a tres terrenos que se ubican en el Km 13, Ruta 26 (aproximadamente a 3,1 km al suroeste del Nudo Uribe); de dos hectáreas cada uno como concesión gratuita por un período de cinco años.

Los inmuebles solicitados están identificados como Rol 25010-3, 25010-4 y 25010-5.

El 19 de diciembre de 2024, Sesión Ordinaria 766, el Consejo Regional de Antofagasta aprobó la solicitud por un período de cinco años para la Instalación de un centro tecnológico para abordar problemáticas regionales, entregando oportunidades, capacidad en tecnología, minería y economía circular.

#### iv.- Proyectos en Espera de Resultados

En el mes de agosto DE 2024 CICITEM presentó tres iniciativas al Fondo Regional para la Productividad y el Desarrollo -FRPD. A la fecha no se ha tenido resultado de la propuesta: "Aplicación de nuevas tecnologías para evaluar en tiempo real la calidad del aire en Baquedano". Directora: Dra Lorena Escudero.

### **2.2. Nuevas pruebas de concepto (prototipo o escala de laboratorio), que se orienten a la obtención de información derivada de líneas basales.**

La línea de Medio Ambiente continuó:

Control y seguimiento del proyecto "*Búsqueda de Plantas Autóctonas para la Fitoestabilización de Suelos Contaminados*" con los relaves de Taltal. Control y seguimiento.

Control y seguimiento del proyecto del proyecto "*Uso de Costras Biológicas para la Restauración Ecológica de Suelos*". Control de pruebas con costras recolectadas del humedal de la Negra y Carrizo con los suelos de Taltal y la Negra. Control y seguimiento.

La Línea de Minería se puede informar:

- i. En relación al proyecto basal "Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región" se continuó con las pruebas de lixiviación en reactor, bajo diferentes condiciones.
- ii. Se continúa con el cultivo y recolección de biomasa de bioflotech y de los aislados para pruebas de flotación comparativas enmarcadas en el Proyecto "Reactivos verdes para minería".
- iii. En relación a proyecto basal "Investigación del uso de lixiviación por agitación en concentrados de cobre o polimetálicos" se están realizando pruebas de lixiviación en reactor bajo diferentes condiciones y se está preparando nuevas pruebas.

La Línea de Energía estuvo centrada en realizar una búsqueda sistemática asociada a mejorar la conductividad de la interfaz sólido-sólido. Esto deriva de la nula conductividad medida en las pruebas anteriores. Se llega a la conclusión de que se necesita realizar un análisis de RMN Li, para ver experimentalmente si se genera litificación de la interfaz, la cual genera esta resistencia que no permite al ion-Li pasar desde el electrolito al cátodo.

### **2.3. Demostración de soluciones tecnológicas a escala de piloto o de materiales de actuación desarrollados o adaptados (soluciones a nivel de prototipo o escala piloto).**

En el trimestre de enero – marzo de 2025 no se han desarrollado nuevas demostraciones de soluciones tecnológicas a escala de laboratorio.

### **2.4. Protección intelectual (patente, secreto industrial, registro de marca).**

Para el trimestre informado no existe inicio de protección intelectual ante el

Instituto Nacional de Propiedad Industrial.

### **3. Vinculación.**

#### **3.1 Colaboración con otras instituciones de Ciencias y Tecnologías Nacionales e Internacionales.**

En el trimestre de enero – marzo de 2025 se puede reportar:

Enero 2025

- a) El Dr Víctor Zepeda, Línea Minería, participó en la revisión de Tesis de Magister, Universidad de La Serena, de la srta Loreto Ibáñez titulada "Evaluación del Proceso de Lixiviación de Sulfuro de Cobre usando ácidos orgánicos y agua de mar" del Programa de Magister en Energía y Sustentabilidad Ambiental.
- b) El Dr Lindley Maxwell, Línea Energía, participó en la reunión de coordinación para el diplomado de hidrógeno verde, en conjunto con Universidad Católica del Norte, Universidad de Antofagasta y Asociación de Hidrógeno Antofagasta.

Febrero 2025

No hay antecedentes que reportar en este punto

Marzo 2025

- a) La Dirección de CICITEM se encuentra coordinando para el 02 de abril de 2025, una visita del Embajador de Australia sr Andrew Martin. El objetivo es conocer nuestros proyectos, avances y planes relacionado con hidrógeno verde y con la Comisión Regional de Hidrógeno Verde de Antofagasta.  
Esta actividad está siendo coordinada a través de la srta Romina Van den Berg, Senior Policy Officer.
- b) La Línea de Minería se encuentra coordinando, para el mes abril, una visita tecnológica de académicos de la East China University of

Technology.

### **3.2 Tesis iniciadas, en ejecución y terminados por estudiantes de pregrado, magister y doctorado en universidades chilenas o extranjeras cuyo tutor y/o coautor sea un investigador contratado por el centro.**

Durante todo el trimestre la Línea de Energía continuó con el avance del estudiante de Magister en Ciencias mención en Química, Javier Saavedra, "Estudio Teórico de Materiales Porosos para la Adsorción de Gases" de la Universidad Católica del Norte. Profesor Guía es el Dr. Lindey Maxwell. El 27 de marzo de 2025 se realizó la defensa de tesis.

Durante todo el trimestre la Línea de Minería continuó con la Tesis de Pregrado de la srta Daniela Mora Martínez de la carrera de ingeniería en Metalurgia de la Universidad Católica del Norte. "Análisis de la cinética y parámetros de mayor relevancia en la reducción de minerales oxidados de hierro con hidrógeno verde". Profesor Guía es la Dra Edelmira Gálvez (UCN) y cotutores de CICITEM Dres Pedro Galleguillos y Víctor Zepeda. El 28 de marzo de 2025 se realizó la respectiva defensa de tesis.

Desde el mes de mayo de 2024 la Srta Elizabeth Rayen Holloway Hernández, Tesista de Magister, se encuentra desarrollando la investigación "Optimización de condiciones de operación para la producción de metanol por hidrogenación catalítica de CO<sub>2</sub>". Universidad Técnica Federico Santa María. Programa: Magister en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Química. Tutor Dr. Iván Cornejo y Cotutor Dr Lindley Maxwell.

Tesis de Magister en Ciencias de la Ingeniería Química, Universidad Técnica Federico Santa María, del sr Diego Martínez Pizarro. Esta tiene por título "Determinación de cinética de reacción para la síntesis directa de ácido acético sobre catalizador bifuncional mediante simulación dinámica molecular reactiva". Todo en el marco del Proyecto Fortalecimiento de CICITEM

financiado con recursos de ANID. El Dr Lindley Maxwell es su cotutor.

Tesis de Magister en Ciencias de la Ingeniería Química, Universidad Técnica Federico Santa María, de la srta Cecilia Bustamante Andrade. Esta tiene por título "Optimización de la deposición de catalizadores en sustratos porosos para la mejora de reactores de flujo". Todo en el marco del Proyecto Fortalecimiento de CICITEM financiado con recursos de ANID.

### **3.3 Prácticas profesionales para estudiantes técnicos, pregrado y postgrado.**

No hay antecedentes que reportar en este punto.

### **3.4 Talleres visitas, charlas con entidades de educación básica/secundaria.**

En el mes de marzo, la Dra Lorena Escudero de la Línea Medio Ambiente, realizó una visita técnica al establecimiento CEIA para realizar una reunión de coordinación con las autoridades por el monitoreo de la calidad de aire. En esa oportunidad se realizó un cambio de los filtros de los purificadores de aire ubicados en las oficinas de profesores y dirección por presentar saturación de polvo.

### **3.5 Convenios de Colaboración Entidades Estratégicas (municipalidades, servicios públicos, secretarías regionales).**

Para este trimestre podemos reportar:

- a) Reunión informativa con Bienes Nacionales, alcalde de la Municipalidad de Taltal y CICITEM para analizar soluciones para Sotramin y otros sitios contaminados.
- b) Recopilación de información actualizada de los sitios contaminados en Taltal para enviársela al alcalde de Taltal, Sr. Mario Acuña.
- c) El 23 de enero, mediante Oficio 71, la alcaldesa de la Municipalidad de Sierra Gorda solicitó a la Dra Lorena Escudero, Línea de Medio Ambiente, realizar una charla explicativa sobre el estudio "Informe de Resultados de

Polvo Sedimentado en Comuna de Sierra Gorda: Localidades de Sierra Gorda y Baquedano". Este requerimiento se encuentra en el marco del cumplimiento del Plan Anual del Sistema de Acreditación Ambiental SIAAM y fue solicitado por el Comité Ambiental Comunal durante la validación de dicho plan.

Esta actividad se encuentra en fase de coordinación entre CICITEM y la Srta María José Jara Maturana, Directora de Medio Ambiente, Aseo, Ornato y Áreas Verdes de la Municipalidad de Sierra Gorda.

### **3.6 Colaboración con Asociación gremiales ONG, Org. Comunitarias, Territoriales, etc.**

Para el Trimestre podemos informar

Enero 2025

- a) La Línea de Minería recibió la visita del empresario minero de Calama, sr Luis Gómez y estaba acompañado de empresarios de Argentina y Brasil. El objetivo de ellos es replicar en sus respectivos países la instalación de una planta de tratamiento de minerales a pequeña escala, pero estableciendo un convenio de colaboración de algún centro de investigación como CICITEM. Para tal efecto solicitaron nuestra participan en futuras reuniones de coordinación a fin de compartir nuestra experiencia.

Febrero 2025

En relación a la Línea de Energía podemos informar:

- a) Se encuentra desarrollando para CESP A el proyecto "Estudio de Prefactibilidad para el almacenamiento energético a partir de H2V para CESP A". En el marco de ello, se realizó una charla informativa y una visita técnica a la Planta Móvil de H2V al Sector Turismo y Comercio de la Comuna de San Pedro de Atacama.
- b) La Cámara Chilena – Alemana de Comercio e Industria, AHK Chile, junto con empresarios de Ecuador visitaron las instalaciones de

CICITEM para conocer nuestros avances en las temáticas de hidrógeno verde.

En relación a la Línea de Minería podemos informar que:

- a) Se encuentra realizando una asistencia técnica en recuperación de mineral y un soporte de análisis químicos y chancado de muestras a pequeño minero de la Comuna de Calama, sr Luís Gómez, en el marco del Proyecto Basal "Apoyo científico tecnológico a la pequeña minería".
- b) Realiza un apoyo técnico al proceso de planta de Mina Francisca. Esto ha consistido en revisión de análisis químicos de muestras de operación de lixiviación – cementación de la comuna de Antofagasta.

La Línea de Medio Ambiente participó en la preparación informe para la ONG Raíces Endémicas del muestreo realizado en el Humedal de la Vertiente de la Chimba, con el levantamiento de información con respecto al vertimiento de posibles sustancias químicas en el lugar. Se tomaron muestras para realizar análisis físico químico de muestras de agua, suelo y biota.

Marzo 2025

- a) El Dr Lindley Maxwell, Línea Energía, participó en reuniones de coordinación con la Universidad de Antofagasta, Universidad Católica del Norte y H2 en el marco del Diplomado en Hidrógeno.

## **4 Formación**

### **4.1. Cursos de Capacitación y Desarrollo Profesional para Trabajadores del Centro:**

Para el trimestre podemos informar:

- a) Curso e-learning "Prevención del acoso sexual, laboral y violencia en el trabajo" impartido por la ACHS y ChileMujeres. El curso fue realizado por el Sr Williams Saavedra.
- b) Curso e-learning "Aspectos claves para la investigación de acoso laboral, acoso sexual y violencia en el trabajo impartido por la ACHS. El curso fue realizado por el Sr Williams Saavedra.
- c) La Dra Lorena Escudero participó en la capacitación del uso de Flexacam C5, realizado por los profesionales de la empresa Leica.

## **5 Publicaciones**

### **5.1 Publicaciones Publicadas, Capítulos de libros, Artículos Científicos y Otros,**

En este proyecto se reorientó este indicador y pasó de tener un carácter académico a reflejar un carácter más ligado a centros de investigación, por tanto, no hay exigencia de un número a cumplir de Publicaciones WOS o No WOS, sino que sean el reflejo de las investigaciones basales, las que podrán cumplirse en el transcurso de la ejecución del proyecto basal.

### **5.2 Actividades de difusión en seminarios talleres y repositorios públicos:**

Para el primer trimestre de 2025 se reportan los siguientes resultados:

En el mes de enero de 2025 el Dr Lindley Maxwell, Línea de Energía, realizó la exposición y participación del Workshop LATAM MEETING ON GREEN AMMONIA AND POWER-to-X, Evaluation of the Green Hydrogen Generation Potential in the Antofagasta Region. 8-10 de enero 2025

### **5.3 Participación en webinar y/o seminarios organizados por externos:**

Para el presente Trimestre podemos informar:

Para el mes de enero 2025 podemos informar:

- a) Participación del Sr Williams Saavedra en el webinar "Seminario sobre Licenciamiento Voluntario y Socialmente Responsable en propiedad intelectual" organizado por innovarte\_org, Inapi, LES Chile y Redgtchile

- b) Participación de la Dra Lorena Escudero en el Webinar en el “Anteproyecto de la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico”, organizado por el Ministerio de Medio ambiente.
- c) Participación de la Dra Lorena Escudero y Dr Lindley Maxwell en el Congreso del Futuro Región de Antofagasta. Temas electromovilidad y Biomedicina.
- d) Participación de la Dra Lorena Escudero en el Webinar “Plásticos compostables: una mirada sistémica”, organizado por Fundación Chile.
- e) Participación de la Dra Lorena Escudero en el Webinar de inicio “Consulta pública de la propuesta de reglas para la gobernanza de Escazú en Chile”. Organizado por el Ministerio de Medio Ambiente
- f) Participación de la Dra Lorena Escudero en el lanzamiento del libro “Contaminación y Salud” organizado por el Colegio Médico.
- g) Participación de la Dra Lorena Escudero en el Taller para el Análisis interseccional de la vulnerabilidad ante el cambio climático para el sector académico.
- h) Participación de la Dra Lorena Escudero en el Tercer taller para la región de Antofagasta, parte del proceso participativo para la elaboración de los Planes de Acción Regionales de la Política Nacional de Sitios Contaminado, enmarcado en una consultoría mandatada por el Ministerio del Medio Ambiente.

Para el mes de febrero 2025 podemos informar:

- a) La srta Adriana Jiménez participó en el webinar “Consulta pública anteproyecto de Reforma al Reglamento SEIA – Fase 2”

Para el mes de marzo 2025 podemos informar:

- a) La Srta Adriana Jiménez, profesional bioquímica, participó en el workshop “Hacia la comprensión del Desierto de Atacama como un

laboratorio natural" organizado por la Universidad Católica del Norte.

- b) La Srta Adriana Jiménez, profesional bioquímica, participó en el workshop "consulta pública anteproyecto de la Norma Primaria de Calidad del Aire para Plomo" del Ministerio de Medio Ambiente.
- c) La Dra Lorena Escudero, Línea de Medio Ambiente, participó en el webinar "Diálogos científicos por la acción climática de Chile 2025" organizado por el Comité Científico Asesor de Cambio Climático.
- d) La Dra Lorena Escudero, Línea de Medio Ambiente, participó en el webinar "Diálogo científico virtual Mesa 2 – Mitigación (Residuos, Economía Circular) organizado por el Comité Científico Asesor de Cambio Climático.
- e) La Dra Lorena Escudero, Línea de Medio Ambiente, participó en el webinar "Cuarto Taller en la Región de Antofagasta – Planes de Acciones Regionales" organizado por la SEREMI de Medio Ambiente.
- f) La Srta Mayra Cortés, profesional de Vigilancia Tecnológica, participó en el Taller regional sobre la lucha contra la contaminación plástica: cooperación, mejores prácticas y soluciones sostenibles, realizado el 12 y 13 de marzo organizado por el Ministerio de Medio Ambiente.

#### **5.4 Asistencia a Congresos Nacionales e Internacionales.**

Para este trimestre no existen antecedentes que informar.

## **6 Comunicaciones**

### **6.1 Productos científicos de divulgación, cápsulas y vídeos.**

Para este trimestre no existen antecedentes que informar.

### **6.2 Artículos de divulgación como folletos, boletines, documentos entre otros.**

Para el mes de enero 2025, el Departamento Audiovisual de CICITEM, generó:

- a) Emisión Newsletter del mes de enero que contiene los siguientes

reportajes.

- i. Delegación de empresas ecuatorianas en colaboración con AHK Chile – Ecuador Visitan Planta Piloto Móvil de H2V.
- ii. Dra Lorena Escudero es parte de la Red Mentoras Sciencie UP.
- iii. Autoridades de Ataca y Aysén. visitan CICITEM para fortalecer la transición energética en Chile.
- iv. Estudio analiza el rol del hidrógeno verde en la transición energética de Chile.

b) En nuestra página web

Para el mes de enero de 2025 se destacan:

- i. Delegación de empresas ecuatorianas en colaboración con AHK Chile – Ecuador Visitan Planta Piloto Móvil de H2V.
- ii. Dra Lorena Escudero es parte de la Red Mentoras Sciencie UP.
- iii. Estudio analiza el rol del hidrógeno verde en la transición energética de Chile.

Para los meses de febrero y marzo de 2025, no existen antecedentes que reportar en este punto.

### **6.3 Cantidad de entrevistas y publicaciones en medios de comunicación**

Las estadísticas del Departamento de Comunicaciones señalan:

CICITEM, durante el mes de enero 2025 fue reportado en 21 oportunidades a través de los siguientes medios:

- a) LinkedIn: 2
- b) Instagram: 10
- c) Facebook: 3
- d) X: 2
- e) Nota de Prensa: 4

CICITEM, durante el mes de febrero fue reportado en 41 oportunidades a través de los siguientes medios:

- a) LinkedIn: 6
- b) Instagram: 7
- c) Facebook: 5
- d) X: 7
- e) Nota de Prensa: 14
- f) Youtube: 2

CICITEM, durante el mes de marzo fue reportado en 79 oportunidades a través de los siguientes medios:

- a) LinkedIn: 17
- b) Instagram: 20
- c) Facebook: 19
- d) X: 16
- e) Nota de Prensa: 7

## **7 Actividades de Gestión de Laboratorios.**

Las actividades de Laboratorio que se pueden reportar para el trimestre enero a marzo de 2025 son:

- a) Coordinación diaria de trabajo en laboratorio para definir la prioridades y cargas laborales del día.
- b) Actualización de inventario de material de laboratorio y actualización planilla reactivos.
- c) Control diario de consumo de gases y solicitud de reposición en caso de proceder.
- d) Recuento mensual de los análisis realizados, por muestras ingresadas, analizadas y reportadas.

- e) Preparación de soluciones patrones para determinar curvas de calibrado para diferente elemento químico en absorción atómica.
- f) Validación equipos de absorción atómica, para asegurar el correcto funcionamiento para obtener una resolución en la calidad de los análisis.
- g) Chequeo y/o calibración de equipos de uso rutinario, pHmetro, conductímetro, multiparámetro, balanza analítica, instrumentos volumétricos entre otros.
- h) Pruebas experimentales en columnas de lixiviación, asociado a proyecto CORFO EPS, Línea Minería.
- i) Análisis de Cobre, Cobre Soluble, hierro, consumo de ácido y acidez en muestras líquidas y sólidas, asociado a CORFO EPS. Línea Minería.
- j) Preparación de medios de cultivos líquidos y sólidos, para el control de microorganismos, "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre." y "Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región". Línea Minería.
- k) Caracterización química de muestras mediante fluorescencia de rayos X, asociado a Línea Minería.
- l) Obtención de rendimiento y eficiencia biomasa de cultivos de Bioflotech por medio de centrifugación, asociado a proyecto basal "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre Línea Minería.
- m) Observación por microscopio y control de crecimiento bacteriano, asociado a los proyectos basales, "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre.". Línea Minería.
- n) Recuento de microorganismos a través de cámara Neubauer.
- o) Renovación y limpieza de cultivo de cianobacterias en medio acuoso, asociado a proyecto basal "Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado". Línea medio Ambiente.
- p) Preparación y renovación de cultivos para columnas de bio - flotación. Asociado a proyecto basal "Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre." Línea minería.

## **8 Actividades de Gestión Administrativa**

- a) Elaboración de los Informe Técnicos mensuales y trimestral para "Proyecto Continuidad Operativa 2021-2024". Elaborados por Williams Saavedra y validado por Director Científico, Dr. Pedro Galleguillos. Luego aprobado por el Director Gerente,
- b) El equipo de CICITEM (investigación, administración, comunicación y gerencia) realiza reunión para ver la actualización y el estado de avance de todos los proyectos que actualmente se están ejecutando en el centro.
- c) La Profesional de Vigilancia Tecnológica realiza búsqueda de patentes y estado del arte acerca de los proyectos en fase de postulación. Para este período estuvo centrado en Salares y Litio.
- d) En términos de Recursos Humanos, se actualizan las carpetas de las personas del Centro, se gestiona el pago de remuneraciones, devolución de gastos, elaboración de anexos de contratos.
- e) Respecto a los proyectos, el Departamento de Administración revisa los presupuestos y prepara la documentación para la rendición financiera mensual correspondiente a cada proyecto.
- f) Responder las observaciones realizadas a las rendiciones financieras por parte de los organismos controladores.
- g) Se desvinculó al sr Rubén Rojo, Director Gerente por incumplimiento de las obligaciones que impone el contrato.
- h) Se presentó una demanda criminal ante el juzgado de garantía en contra del sr Rubén Rojo por Apropiación Indevida.

## **9 Número de profesionales de la corporación, remuneración asociada y perfil profesional:**

Para el período informado, enero a marzo de 2025, el equipo de CICITEM está compuesto por:

- a) Gerente (1) Sr. Luis Cerda Ortiz.
- b) Asesor Jurídico (1) Sr Edwin Olivares Vega
- c) Contador Auditor (1) Sr. Rodrigo Rivera Castillo.

- d) Administrativa Contable (1), Srta. Carolina Verasay Cea.
- e) Secretario (1). Sr Iván Rivera Arce
- f) Investigador/a (4): Drs. Pedro Galleguillos – Víctor Zepeda – Lorena Escudero y Lindley Maxwell.
- g) Asistente de Investigación (2): Sras. Nanette Merello – Elsa Flores.
- h) Técnico de Adquisiciones (1) Srta. Yamilet Carmona.
- i) Auxiliar de Aseo (2) Srtas. Silvia Márquez- Yennifer Lugo.
- j) Audiovisualista (1) Sr. Rodrigo Toro.
- k) Periodista (2) Sra. María Fernanda Alcayaga y Srta Valentina Garro
- l) Transferencia Tecnológica (1): Srta. Mayra Cortés.
- m) Formador de Proyectos (1). Sr. Williams Saavedra
- n) Conductor (1) Sr. Luis Altamirano.
- o) Profesional Químico (2) Sr. Patricio Mardones y Sra Milenka Soto.
- p) Operario- Técnico de Laboratorio (2) Srtas. Yani Araya y Adriana Jiménez
- q) Técnico Metalurgista (1) Sr. Fabrizio Bassi.
- r) Profesional de Colaboración Internacional (1) Sr. Cristian Muñoz.
- s) Administrador Instalaciones Laboratorios (1) Sr. Félix Siede.

## **10 Movimientos y contrataciones respecto al período informado**

Para el Trimestre enero a marzo de 2025 se informa la desvinculación del Gerente, Sr Rubén Rojo Maturana y fue reemplazado por el Sr. Luis Cerda Ortiz.

1. En enero de 2025 se detectaron irregularidades financieras perpetradas por el Sr. Rubén Rojo Maturana, hasta ese entonces Director Gerente de CICITEM. A raíz de esto se reunieron todos los antecedentes administrativos y fueron puestos a disposición del Gobierno Regional, el cual por su parte, presentó una denuncia al Ministerio Público por presuntos delitos de fraude al fisco y malversación de fondos públicos. A la fecha, la Fiscalía Regional se encuentra en un proceso de investigación y en forma paralela, el Directorio de CICITEM desvinculó al Sr. Rojo Maturana por incumplimiento grave de las obligaciones del contrato tipificada en el artículo 160 N°7 del Código del Trabajo. Además, nombró como nuevo representante legal de CICITEM al Sr. Luis Cerda Ortiz.

2. En el mes de febrero se incorporó al Abogado sr Edwin Olivares Vega, rut 11.932.846-2.

**11 Recursos transferidos por el Gobierno Regional y Ejecutados por la Corporación en el período, y acumulados en el año**

Con fecha 10 de marzo 2022 se transfieren el monto de \$1.204.660.000.- correspondiente a la primera remesa del proyecto Continuidad.

El 12 de abril de 2023, se recibe la segunda remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$1.204.660.000.-

El 17 de junio de 2024, se recibe la tercera remesa de parte del Gobierno Regional, por un monto de \$486.650.000.-

El 13 de febrero de 2025 se recibe la cuarta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$53.726.042.

El 04 de marzo de 2025 se recibe la quinta remesa del Gobierno Regional por un monto de \$197.195.284.

A continuación, se muestra el cuadro con las rendiciones mensuales y sus saldos correspondientes.

Fecha y Oficio CICITEM	Mes de Rendición	Monto Rendido	Estado
07/2023 71/2023	Junio 2023	76.563.546.-	Recepcionado
08/2023 86/2023	Julio 2023	74.883.141.-	Recepcionado
09/2023 103/2023	Agosto 2023	74.620.643.-	Recepcionado
10/2023 120/2023	Septiembre 2023	82.736.159.-	Recepcionado
11/202 135/2023	Octubre 2023	84.320.835.-	Recepcionado
12/2023 148/2023	Noviembre 2023	132.347.114.-	Recepcionado
01/2024 011/2024	Diciembre 2023	82.074.712.-	Recepcionado
02/2024 029/2024	Enero 2024	89.624.627.-	Recepcionado
03/2024 046/2024	Febrero 2024	69.924.829.-	Recepcionado
04/2024 063/2024	Marzo 2024	82.692.431.-	Recepcionado

05/2024	073/2024	Abril 2024	66.848.839.-	Recepcionado
06/2024	079/2024	Mayo 2024	100.982.418.-	Recepcionado
07/2024	095/2024	Junio 2024	61.802.477.-	Recepcionado
05/2024	111/2024	Julio 2024	66.172.485.-	Recepcionado
09/2024	117/2024	Agosto 2024	60.538.544.-	Recepcionado
10/2024	124/2024	Septiembre 2024	63.924.267.-	Recepcionado
11/2024	134/2024	Octubre 2024	88.571.074.-	Recepcionado
12/2024	139/2024	Noviembre 2024	115.867.728.-	Recepcionado
12/2024	140/2024	Diciembre 2024	117.554.425.-	Recepcionado
01/2025	009/2025	Diciembre 2024 (complementaria)	31.792.841.-	Recepcionado
02/2025	017/2025	Enero 2025	15.252.652.-	Recepcionada
02/2025	018/2025	Febrero 2025	58.394.308.-	Recepcionada

**12 Indicadores de gestión de la corporación, que den cuenta del avance físico y financiero de las iniciativas que le han sido encomendadas y financiadas por el Gobierno Regional**

Todos los indicadores, se encuentran detallados en los apartados anteriores, a lo ya informado para el trimestre anterior, se sumaron las acciones y avances que se ejecutaron para el trimestre enero a marzo 2025.

Ejecución Presupuestaria Trimestral Período enero a marzo 2025:

<b>IMPUTACIONES ENERO 2025</b>	<b>IMPUTACIONES FEBRERO 2025</b>	<b>IMPUTACIONES MARZO 2025</b>
15.252.652.-	58.394.308.-	111.184.021.-
Total de Ejecución enero a marzo 2025		321.993.227.-



**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

**Anexo Línea Minería**  
**Proyecto “Continuidad Operativa**  
**CICITEM 2021 – 2024”**

**Enero 2025**

### **1.1. APOYO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO A LA PEQUEÑA MINERÍA**

Se continúa con el soporte de análisis a pequeño minero de la comuna de Calama, Sr. Luis Gómez y el Sr. Allen Lepe del sector de caleta el cobre. En enero se continúan realizando análisis químicos de muestras de faena y de pruebas de puesta en marcha de faena en sector cruce Caleta El Cobre.



Figura 1. Piscina de solución de PLS para etapa de puesta en marcha de proceso de cementación en faena ubicada en camino Caleta El Cobre.



## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Durante enero, además se realizaron nuevas pruebas de sulfatación en diferentes muestras de faena ubicada en cruce Caleta el cobre. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

ID	CABEZA			RIPIO		SOLUCIÓN	
	CuT Cab (%)	CuS Cab (%)	Cons H+ (Kg/t)	CuT Cab (%)	CuS Cab (%)	Cu (g/l)	
FCA - I A	0,94	0,84	110,3	0,86	0,78	0,35	
FCA - I B	0,94	0,84	110,3	0,83	0,75	0,55	
FCA - I C	0,94	0,84	110,3	0,76	0,68	0,79	
FCA - II A	1,24	1,10	98,0	1,40	1,29	0,93	
FCA - II B	1,24	1,10	98,0	0,84	0,75	1,85	
FCA - II C	1,24	1,10	98,0	0,95	0,88	1,21	
FCA - III A	0,64	0,55	48,9	0,55	0,50	0,54	
FCA - III B	0,64	0,55	48,9	0,48	0,43	0,87	
FCA - III C	0,64	0,55	48,9	0,49	0,44	1,07	

### 1.2. RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN

Las pruebas de lixiviación en reactor por agitación, bajo diferentes condiciones como se muestra en las tablas 1 y foto. Se están analizando los resultados de los análisis químicos obtenidos para tierras raras y están finalizando los balances de los diferentes elementos de interés.

**Tabla 1: Condiciones iniciales en cada experimento**

ID	Vol. (l)	Vol. Muestra (ml)	Sólido (%)	Mx. (g)	T°C de Lix	Rpm	H+ (g/l)
R1 HNO3 0,2M	2	20	10%	200	Amb	255	10,6
R2 HNO3 0,4M	2	20	10%	200	Amb	255	21,2
R3 HCl 0,2M	2	20	10%	200	Amb	255	10,0
R4 HCl 0,4M	2	20	10%	200	Amb	440	19,9
RLQ H2SO4	2	10	10,0	200,0	Amb	260	10
RLB1	2	10	10,0	200,0	Amb	430	2

**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**



Figura 1. La prueba se desarrolló en reactores de vidrio de 2 L, con agitación constante con volumen constante y ISO pH

**1.3. REACTIVOS VERDES PARA MINERÍA**

Se continúa con el trabajo rutinario para la mantención de cultivos con aplicaciones biotecnológicas (biolixiviación de minerales sulfurados y los correspondientes a Bioflotech). Se ha continuado con el cultivo y recolección de biomasa de Bioflotech.

Durante las pruebas de este mes se ha continuado con la determinación de la producción de biomasa húmeda por litro en cada subcultivo. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en cada subcultivo de Bioflotech entre Noviembre y Enero de 2025. La concentración de biomasa obtenida varía desde 2.7 a 10.4 g/L de biomasa húmeda.

Producción de biomasa húmeda, en función del volumen de cultivo.

Bioflotech	Volumen cultivo (mL)	Biomasa húmeda (g)	Concentración (g/L)
07-11-2024	360	3,755	10,4
12-11-2024	540	4,255	7,9
20-11-2024	560	1,52	2,7
03-12-2024	440	1,72	3,91
04-12-2024	200	0,83	4,15
04-12-2024	320	0,355	1,11

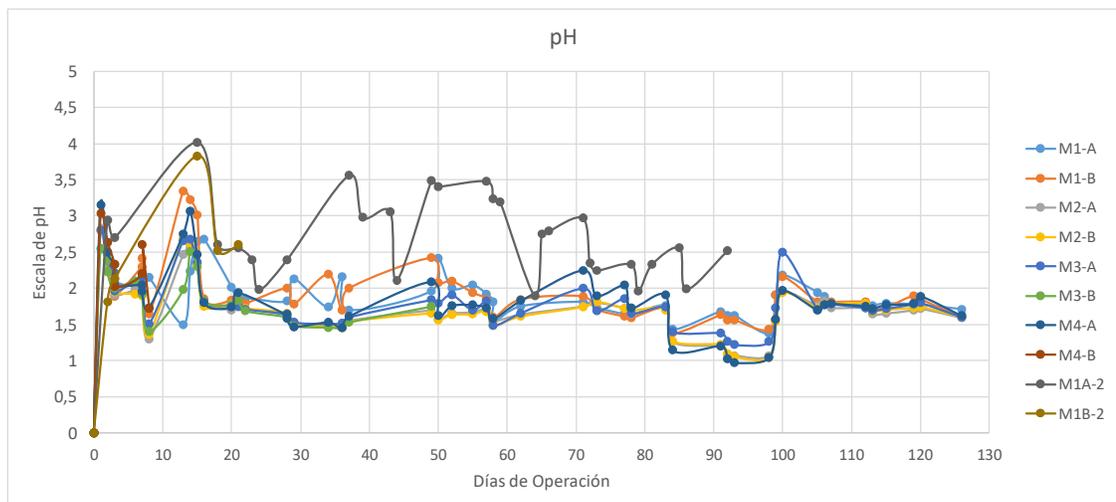
**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

**1.4. INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS**

Se terminó la prueba de adaptación de microorganismos para concentrados altos en impurezas, Las pruebas adaptación de microorganismos, tiene 114 días de operación de para lixiviación de polvos de concentrados o concentrados altos en arsénico u otra impureza, como se muestra en Tabla, gráfico y fotos.

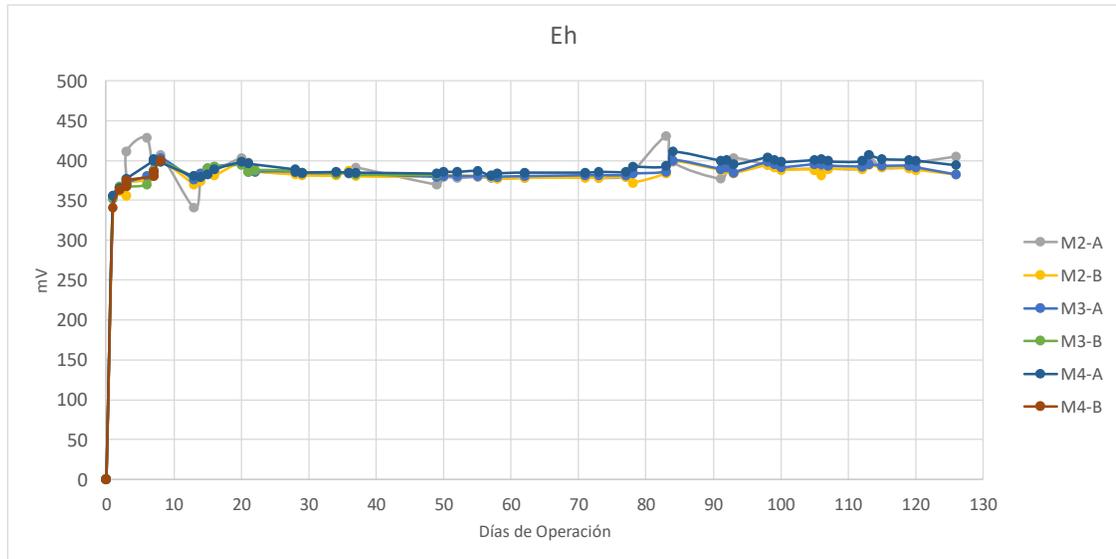
**Tabla 1: Condiciones iniciales en los matraces**

ID	Mx. Cab (g) - SM F II	Vol. Total (ml)	NaCl (g)	Inoculos (ml)	Analitos
M1-A	15	300	0	30	Cu - Fet
M1-B	15	300	0	30	Cu - Fet
M2-A	15	300	2,1	30	Cu - Fet
M2-B	15	300	2,1	30	Cu - Fet
M3-A	15	300	3	30	Cu - Fet
M3-B	15	300	3	30	Cu - Fet
M4-A	15	300	4,2	30	Cu - Fet
M4-B	15	300	4,2	30	Cu - Fet

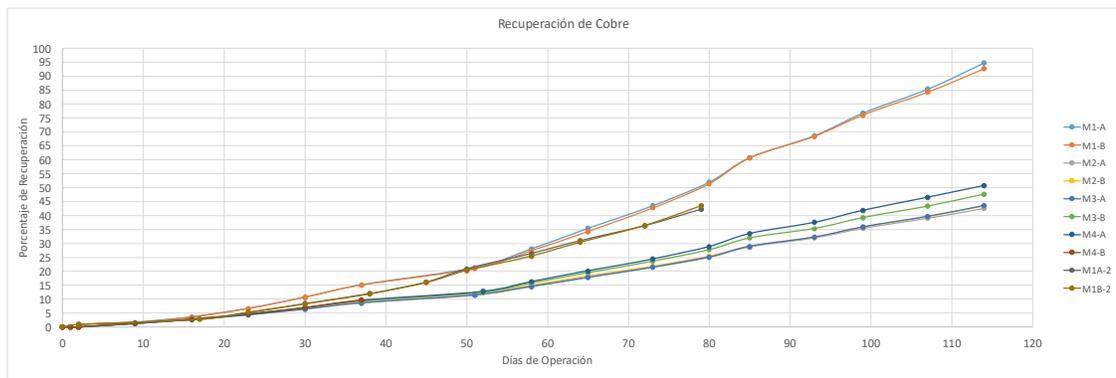


**Figura 1:** El pH en la prueba de adaptación del cloruro en prueba de matraces

**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

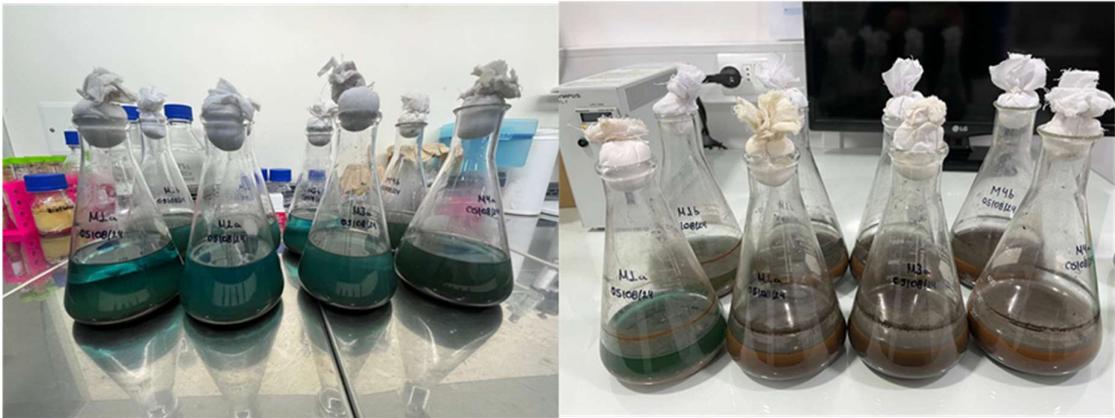


**Figura 2:** Dinámica del potencial electroquímico Eh en la prueba de adaptación del cloruro en prueba de matraces



**Figura 3:** Recuperación de cobre día 114 de operación en la prueba de adaptación del cloruro en prueba de matraces

**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**



**Figura 4:** Los matraces de la izquierda son los del inicio de la prueba y los de la derecha la prueba a los 67 días.



**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

**Anexo Línea Minería**  
**Proyecto “Continuidad Operativa**  
**CICITEM 2021 – 2024”**

**Febrero 2025**



## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

### 1.1. APOYO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO A LA PEQUEÑA MINERÍA

Se continúa con el soporte de análisis a pequeño minero de la comuna de Calama, Sr. Luis Gómez y el Sr. Allen Lepe del sector de caleta el cobre Antofagasta a continuación se muestran los resultados de los análisis químicos de las muestras.

Análisis a Sr. Luis Gómez



LAB.AQ:9/2022

### INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO

LAB-AQ 2025-027

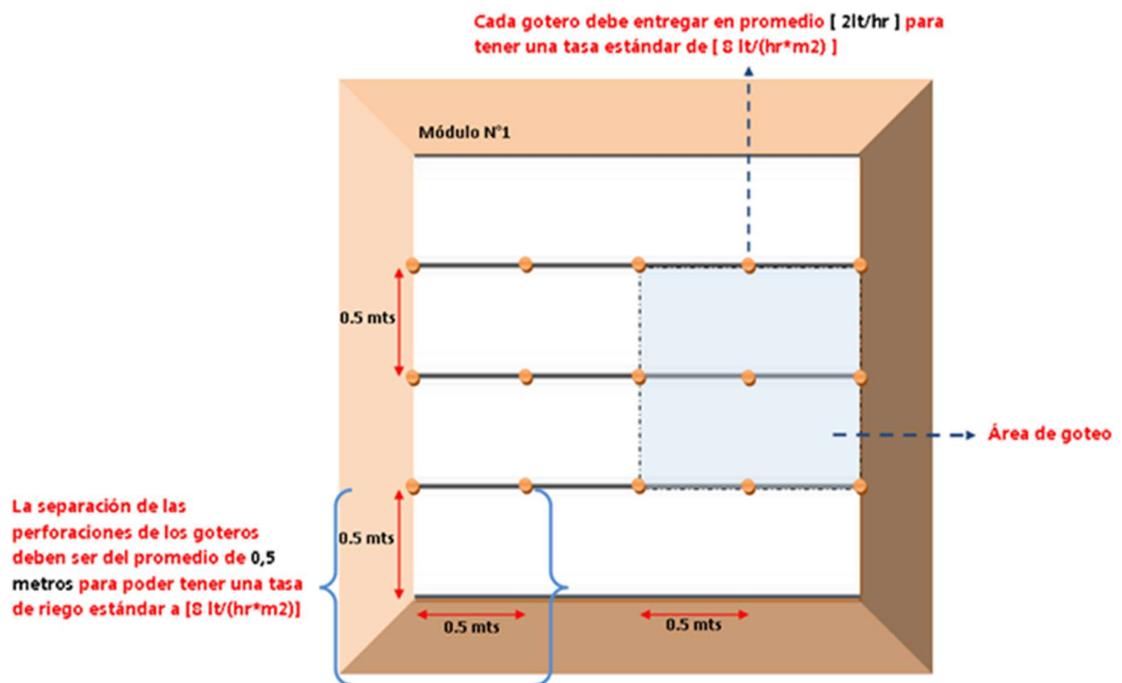
Empresa /Cliente	CICITEM /VZEPEDA
OT/PROYECTO	LM_023 2025 /Apoyo pequeña minería
Linea Investigacion	Mineria
cargo	Investigador
tipo de muestras	Solucion
e - mail	
Fono	
Fecha de recepción	31-01-2025
Fecha de reporte	03-02-2025
Cantidad	8
Matriz	

	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	Cu G/L	Fe G/L
1	M1A-II 24-12-2024	8,67	0,30
2	M1B-II 24-12-2024	9,25	0,42
3	M2A-II 24-12-2024	5,84	0,52
4	M2B-II 24-12-2024	4,51	0,71
5	M3A-II 24-12-2024	3,90	0,70
6	M3B-II 24-12-2024	3,88	0,73
7	M4A-II 24-12-2024	3,78	0,65
8	M4B-II 24-12-2024	3,81	0,65

## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Análisis y seguimiento y apoyo en las etapas de lixiviación del mineral y cementación al Sr Allen Lepe, en Planta Francisca.

### **MEDICIÓN DE TASA DE PILA EN UNA DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS DE GOTERO CON SEPARACIÓN DE ORIFICIO DE 0.5**



Flujo por gotero u orificio con separación de 0.5m uno de otro

Ejemplos de flujo y equivalencia de tasa.

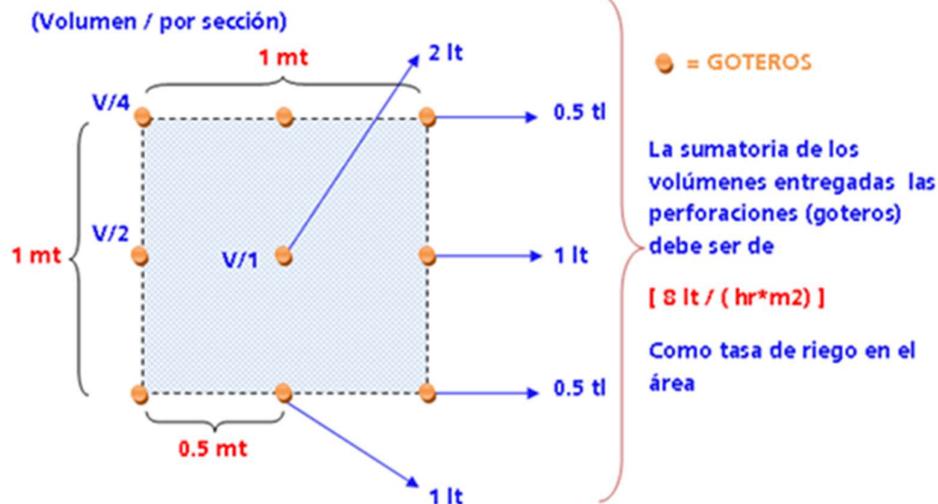
$F = 2 \text{ l/h}$  equivale a 33.3 cc/min por punto de goteo equivale a tasa  $8 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$

$F = 1 \text{ l/h}$  equivale a 16.6 cc/min por punto de goteo equivale a tasa  $4 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$

$F = 3 \text{ l/h}$  equivale a 50.0 cc/min por punto de goteo equivale a tasa  $12 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$

## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

Los volúmenes se dividen y subdividen en el área de riego de la siguiente forma:



Distribución de volumen entregado por goteros en un metro cuadrado. La sumatoria dentro del área nos entrega la tasa de riego correspondiente.

Los goteros que están en los vértices el valor se dividen por 4, los que están en los costados por 2 y el del medio es entero.

Recomendaciones de riego.

- Para riego de humectación y curado no superar la tasa 8 y en lo posible reposo de 48 horas mínimo 24 horas.
- Para riego de lixiviación no superar la tasa de 12.

**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

**1.2. RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN**

Las pruebas de lixiviación en reactor por agitación, bajo diferentes condiciones como se muestra en las tablas 1 y foto se recibieron los análisis químicos de tierras raras y se están analizando los balances de los diferentes elementos de interés que contiene el relave como se muestra en Figura 2.

**Tabla 1: Condiciones iniciales en cada experimento**

ID	Vol. (l)	Vol. Muestra (ml)	Sólido (%)	Mx. (g)	T°C de Lix	Rpm	H+ (g/l)
R1 HNO3 0,2M	2	20	10%	200	Amb	255	10,6
R2 HNO3 0,4M	2	20	10%	200	Amb	255	21,2
R3 HCl 0,2M	2	20	10%	200	Amb	255	10,0
R4 HCl 0,4M	2	20	10%	200	Amb	440	19,9
RLQ H2SO4	2	10	10,0	200,0	Amb	260	10
RLB1	2	10	10,0	200,0	Amb	430	2



Figura 1. La prueba se desarrolló en reactores de vidrio de 2 L, con agitación constante con volumen constante y ISO pH

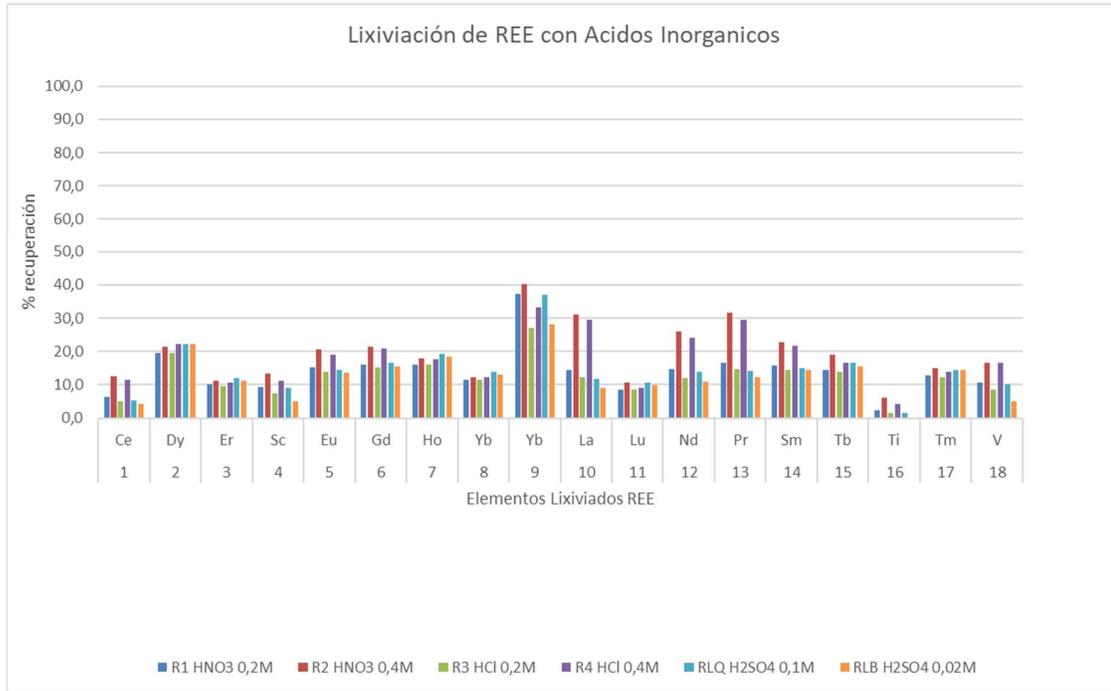


Figura 2. Recuperación de REE del relave Sotramin, cierre con ley de cabeza y solución de lixiviación

### 1.3. REACTIVOS VERDES PARA MINERÍA

Se continúa con el trabajo rutinario para la mantención de cultivos con aplicaciones biotecnológicas (biolixiviación de minerales sulfurados y los correspondientes a Bioflotech). Se ha continuado con el cultivo y recolección de biomasa de Bioflotech.

Durante las pruebas de este mes se ha determinado la producción de biomasa húmeda por litro en cada subcultivo. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en cada subcultivo de Bioflotech desde agosto, hasta el último realizado el 20 de noviembre. La concentración de biomasa obtenida varía desde 2.7 a 14.8 g/L de biomasa húmeda. Se está trabajando en el diseño de pruebas metalúrgicas de flotación para probar la biomasa obtenida.



## **“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

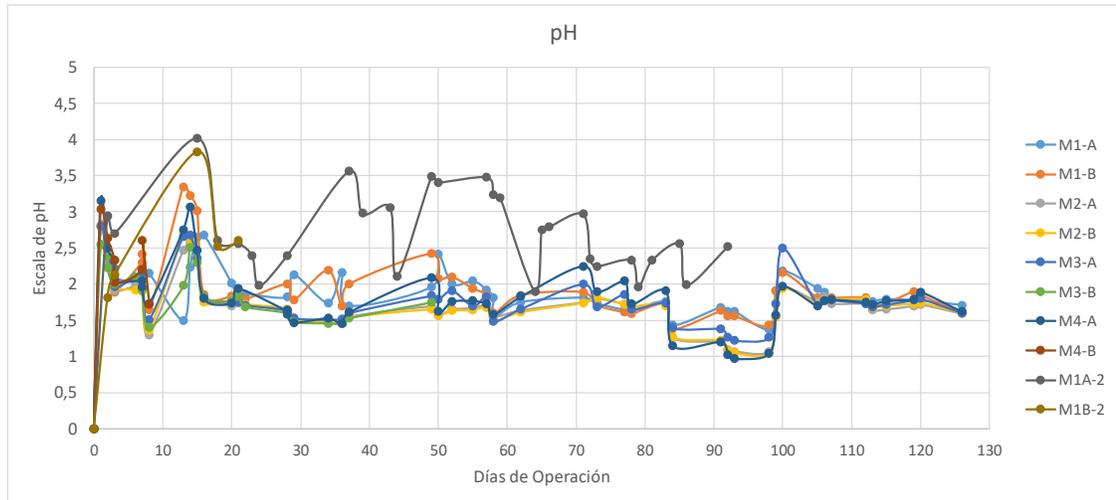
Producción de biomasa húmeda, en función del volumen de cultivo.

Bioflotech	Volumen cultivo (mL)	Biomasa húmeda (g)	Concentración (g/L)
29-08-2024	120	1,02	8,5
20-08-2024	240	3,37	14,0
24-09-2024	280	3,24	11,6
01-10-2024	160	1,81	11,3
01-10-2024	240	2,88	12,0
15-10-2024	320	4,08	12,7
15-10-2024	160	2,36	14,8
28-10-2024	400	1,96	4,9
29-10-2024	200	2,44	12,2
22-10-2024	240	2,39	10,0
22-10-2024	320	3,20	10,0
05-11-2024	180	1,76	9,8
07-11-2024	360	3,755	10,4
12-11-2024	540	4,255	7,9
20-11-2024	560	1,52	2,7

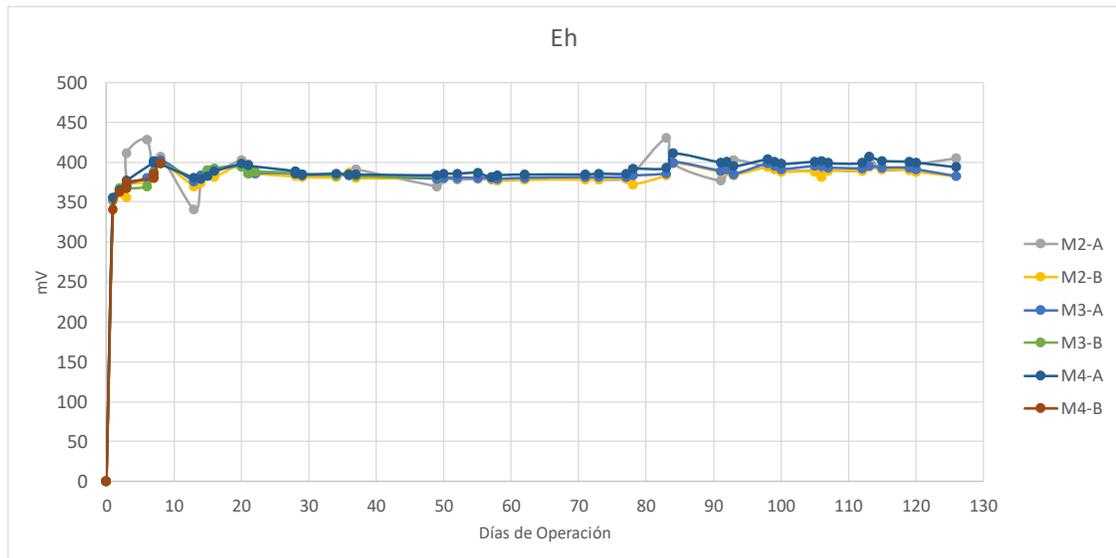
### **1.4. INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS**

Se terminó la prueba de adaptación de microorganismos para concentrados altos en impurezas. Las pruebas de adaptación de microorganismos se realizaron por 126 días de operación para la lixiviación de polvos de concentrados o concentrados altos en arsénico u otra impureza, y se inició una nueva prueba y los resultados de la prueba de adaptación se muestran en los gráficos de pH, potencial redox y recuperación de cobre.

## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

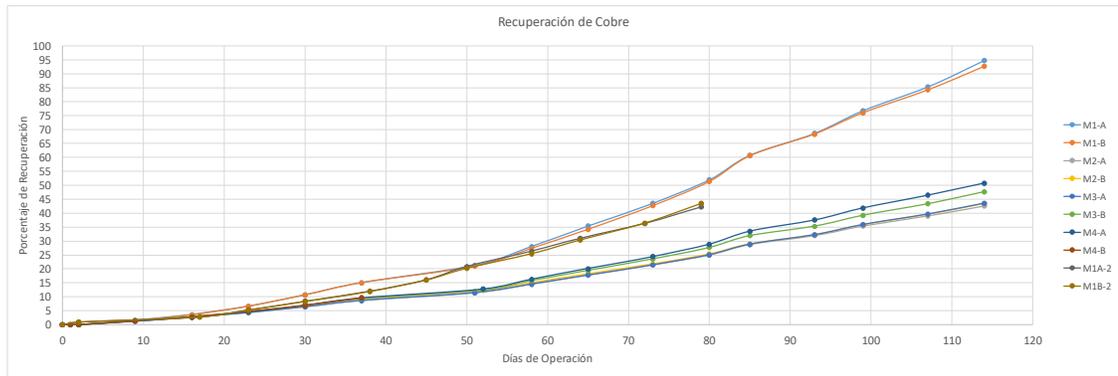


**Figura 1:** El pH en la prueba de adaptación del cloruro en prueba de matraces



**Figura 2:** Dinámica del potencial electroquímico Eh en la prueba de adaptación del cloruro en prueba de matraces

## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”



**Figura 3:** Recuperación de cobre día 114 de operación en la prueba de adaptación del cloruro en prueba de matraces



**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**

**Anexo Línea Minería**  
**Proyecto “Continuidad Operativa**  
**CICITEM 2021 – 2024”**

**Marzo 2025**



## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

### 1.1. APOYO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO A LA PEQUEÑA MINERÍA

Se continúa con el soporte de análisis a pequeño minero de la comuna de Calama, Sr. Luis Gómez a continuación se muestran los resultados de los análisis químicos de las muestras.

Análisis a Sr. Luis Gómez

				
Informe Frx 001/2025				
Fecha 20-03-2025				
Sr. Luis Gómez Presente				
Frx Elemental				
Parámetro	Unidad	OXICLORURO	PRECIPITADO Cu	POLVO DE Cu
Aluminio (Al)	%	<LOD	0,145	<LOD
Arsénico (As)	%	<LOD	0,010	<LOD
Bario (Ba)	%	0,003	0,007	<LOD
Calcio (Ca)	%	0,124	0,126	<LOD
Cloruro (Cl)	%	3,485	3,399	3,277
Cromo (Cr)	%	0,003	0,012	<LOD
Cobre (Cu)	%	2,726	2,447	6,698
Hierro (Fe)	%	0,543	0,156	0,010
Potasio (K)	%	0,006	0,089	<LOD
Manganeso (Mn)	%	0,006	0,004	0,001
Molibdeno (Mo)	%	0,0004	0,001	<LOD
Níquel (Ni)	%	0,007	0,004	<LOD
Plata (Ag)	%	0,001	0,0002	<LOD
Plomo (Pb)	%	0,015	0,008	0,005
Azufre (S)	%	0,417	0,116	0,012
Antimonio (Sb)	%	0,001	<LOD	<LOD
Sílice (Si)	%	<LOD	0,319	<LOD
Estroncio (Sr)	%	0,001	0,022	<LOD
Titanio (Ti)	%	0,003	0,011	<LOD
Zinc (Zn)	%	0,004	0,003	<LOD

## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

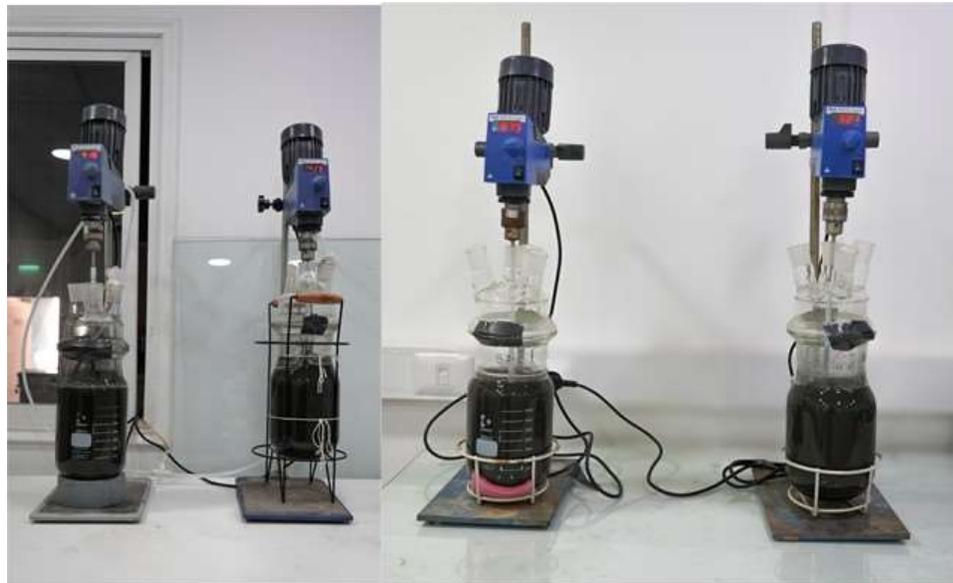
Análisis y seguimiento y apoyo en las etapas de lixiviación del de cementación mineral, se capacito al personal para la determinación de tasa riego en la pila de lixiviación, al Sr Allen Lepe, en Planta Francisca. Se realizaron mediciones periódicas para determinar el flujo requerido como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1. Determinación del flujo en la irrigación de la pila de lixiviación**

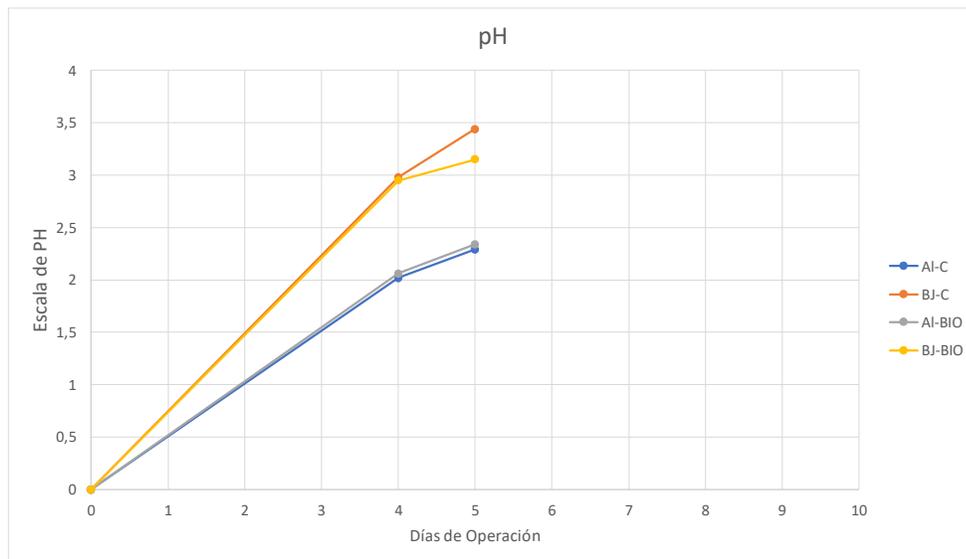
## **1.2. RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS DESDE RELAVES DE LA REGIÓN**

Se están realizando pruebas de lixiviación en reactor por agitación, de una muestra alta en contenido de magnetita y contienen cobalto, vanadio y titanio entre otros elementos, en diferentes condiciones. En la Figura 1 se muestra los reactores y en los gráficos 1 y 2 se muestran los resultados de pH y Eh.

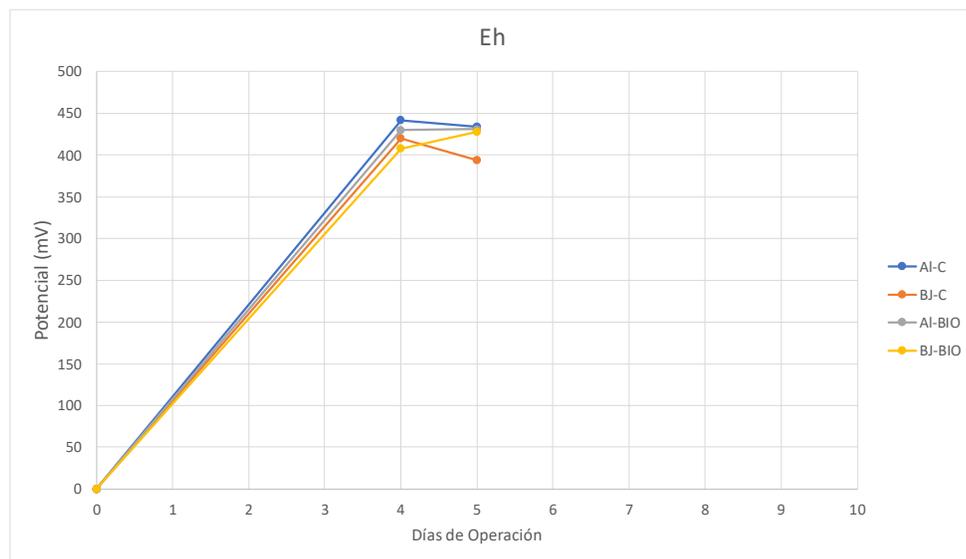


**Figura 1. La prueba se desarrolló en reactores de vidrio de 2 L, con agitación constante con volumen constante y ISO pH**

**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**



**Figura 2. El pH en la prueba de lixiviación la prueba de reactores**



**Figura 3. El potencial redox en la prueba de lixiviación la prueba de reactores**



## “FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”

### 1.3. REACTIVOS VERDES PARA MINERÍA

Se continúa con el trabajo rutinario para la mantención de cultivos con aplicaciones biotecnológicas (biolixiviación de minerales sulfurados y los correspondientes a Bioflotech). Se ha continuado con el cultivo y recolección de biomasa de Bioflotech.

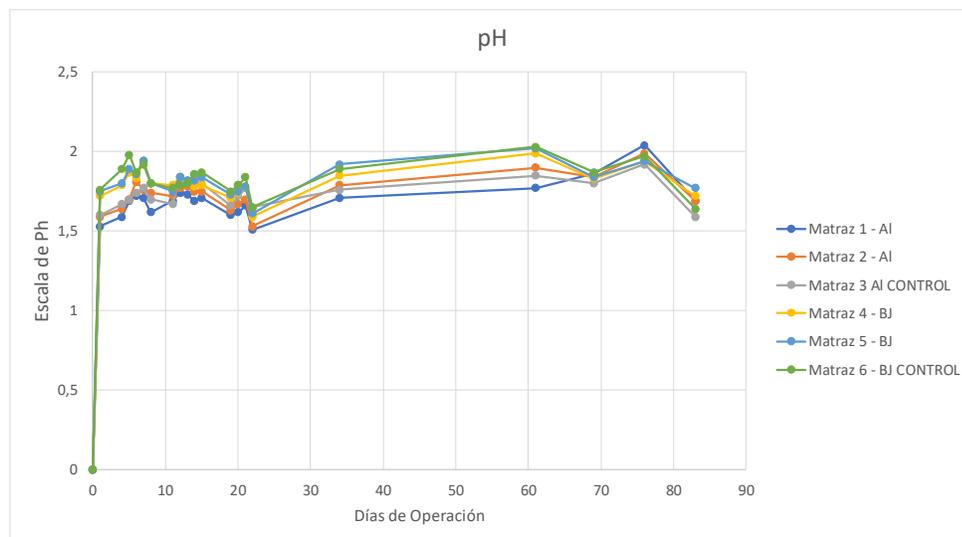
Durante las pruebas de este mes se ha determinado la producción de biomasa húmeda por litro en cada subcultivo. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en cada subcultivo de Bioflotech desde agosto, hasta el último realizado el 20 de noviembre. La concentración de biomasa obtenida varía desde 2.7 a 14.8 g/L de biomasa húmeda. Se está trabajando en el diseño de pruebas metalúrgicas de flotación para probar la biomasa obtenida.

Producción de biomasa húmeda, en función del volumen de cultivo.

Bioflotech	Volumen cultivo (mL)	Biomasa húmeda (g)	Concentración (g/L)
29-08-2024	120	1,02	8,5
20-08-2024	240	3,37	14,0
24-09-2024	280	3,24	11,6
01-10-2024	160	1,81	11,3
01-10-2024	240	2,88	12,0
15-10-2024	320	4,08	12,7
15-10-2024	160	2,36	14,8
28-10-2024	400	1,96	4,9
29-10-2024	200	2,44	12,2
22-10-2024	240	2,39	10,0
22-10-2024	320	3,20	10,0
05-11-2024	180	1,76	9,8
07-11-2024	360	3,755	10,4
12-11-2024	540	4,255	7,9
20-11-2024	560	1,52	2,7
29-11-2024	280	1,54	5,48
03-12-2024	440	1,72	3,91
04-12-2024	200	0,83	4,15
04-12-2024	320	0,36	1,11
12-12-2024	960	7,28	7,58
19-12-2024	320	0,65	2,02

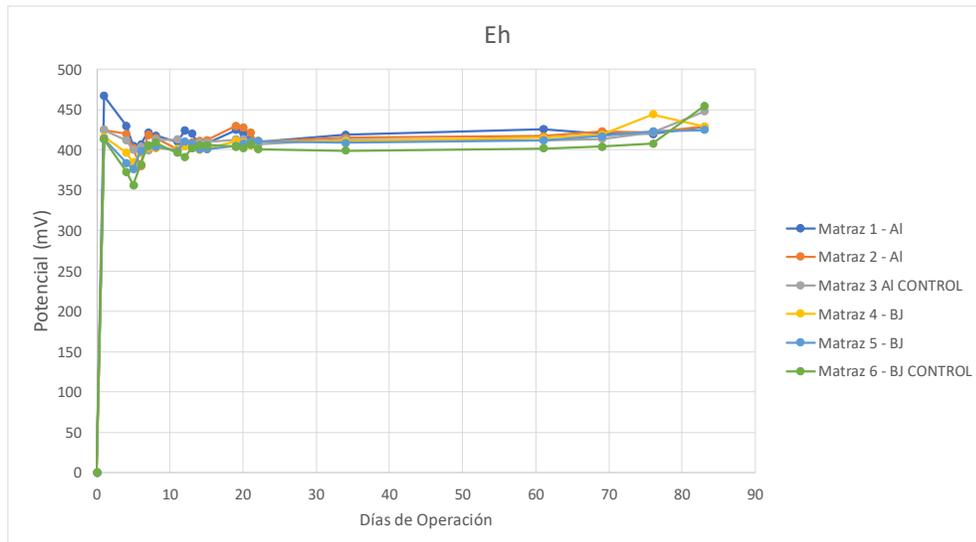
#### 1.4. INVESTIGACIÓN DEL USO DE LIXIVIACIÓN POR AGITACIÓN EN CONCENTRADOS DE COBRE O POLIMETÁLICOS

Se está realizando una prueba de biolixiviación de matraces para la recuperación de un sulfuro de cobre mayoritariamente de calcopirita. La prueba va en los 83 días de operación de para lixiviación de esta muestra y los resultados de la prueba se muestra en los gráficos de pH, potencial redox y recuperación de cobre Figura 1, 2 y 3.

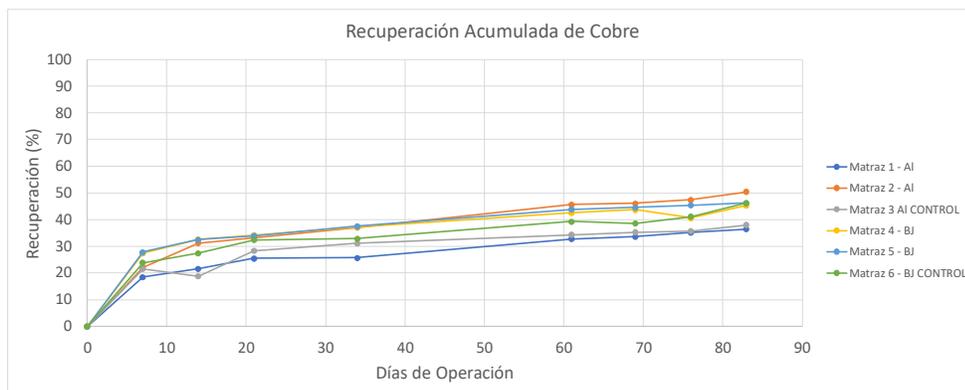


**Figura 1: El pH en la prueba de biolixiviación en matraces**

**“FUNCIONAMIENTO OPERATIVO CICITEM 2021 - 2024”**



**Figura 2: Dinámica del potencial electroquímico Eh en la prueba de matraces**



**Figura 3: Recuperación de cobre día 83 de operación en de biolixiviación en matraces**



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

**PROYECTO BASAL**

**REPORTE TÉCNICO**

**USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS**

**Línea de Medio Ambiente**

Antofagasta, enero 2025.



## **OBJETIVO**

Obtener un cultivo de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de suelos erosionables y degradados.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Buscar microorganismos (hongos, bacterias, cianobacterias u otros) en ambientes extremos de la región que sean formadores de biocostras.
- Evaluar el efecto de las biocostras sobre la estabilización del material particulado y la calidad del sustrato de prueba
- Pruebas in vitro en sustratos de tranques de relaves y suelos erosionables, validado de manera experimental.

## ACTIVIDADES

- Observación microscópica cultivos cianobacterias.
- Preparación de filtros para extracción de ADN de los cultivos de cianobacterias.
- Preparación de nuevas pruebas con costras biológicas.
- Planificación de nuevas pruebas con el uso de los cultivos de cianobacterias en suelos contaminados de la Negra y Taltal.



**Figura 1:** Pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

**PROYECTO BASAL**

**REPORTE TÉCNICO**

**BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA  
FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS  
CONTAMINADOS**

**Línea de Medio Ambiente**

Antofagasta, enero 2025.



## CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

### **OBJETIVO**

Evaluar la prefactibilidad técnica de la Fitoestabilización, a partir de los contaminantes presentes en los pasivos ambientales o suelos contaminados de la Región de Antofagasta.

### **Objetivos específicos.**

- Acondicionar las tierras de los relaves o suelos abandonados para ser utilizados en proceso de fitoestabilización, mediante el agregado de residuos de cartón como desecho orgánico.
- Seleccionar las especies idóneas para la Fitoestabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.
- Validar la fitoestabilización como método para mitigar los riesgos ambientales de los suelos contaminados, mediante análisis químicos por absorción atómica, ICP u otros.
- Valorizar la tecnología de I+D desarrollada.



## CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

### **ACTIVIDADES**

- Preparación de la materia prima para realizar enmiendas, trituración de cartones.
- Selección de cultivos de cianobacterias para suplementar la enmienda
- Preparación suelos y tierras para enmienda.
- Preparación de nuevas enmiendas con suelos contaminados.
- Actualización bibliográfica de procesos de enmiendas para Fitoremediación.

**CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA**



**Figura 1:** Preparación de enmiendas con material reciclado y cultivos biológicos-



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

**PROYECTO BASAL**

**REPORTE TÉCNICO**

**BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA  
FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS  
CONTAMINADOS**

**Línea de Medio Ambiente**

Antofagasta, febrero 2025.



## CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

### **OBJETIVO**

Evaluar la prefactibilidad técnica de la Fitoestabilización, a partir de los contaminantes presentes en los pasivos ambientales o suelos contaminados de la Región de Antofagasta.

### **Objetivos específicos.**

- Acondicionar las tierras de los relaves o suelos abandonados para ser utilizados en proceso de fitoestabilización, mediante el agregado de residuos de cartón como desecho orgánico.
- Seleccionar las especies idóneas para la Fitoestabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.
- Validar la fitoestabilización como método para mitigar los riesgos ambientales de los suelos contaminados, mediante análisis químicos por absorción atómica, ICP u otros.
- Valorizar la tecnología de I+D desarrollada.

## ACTIVIDADES

- Preparación de la materia prima para realizar enmiendas, trituración de cartones.
- Seguimiento del proceso de enmienda del cartón y cultivos biológicos.
- Preparación suelos y tierras para enmienda.



**Figura 1:** Proceso transformación de enmiendas con material reciclado y cultivos biológicos.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

**PROYECTO BASAL**

**REPORTE TÉCNICO**

**USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS**

**Línea de Medio Ambiente**

Antofagasta, febrero 2025.



## **OBJETIVO**

Obtener un cultivo de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de suelos erosionables y degradados.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Buscar microorganismos (hongos, bacterias, cianobacterias u otros) en ambientes extremos de la región que sean formadores de biocostras.
- Evaluar el efecto de las biocostras sobre la estabilización del material particulado y la calidad del sustrato de prueba
- Pruebas in vitro en sustratos de tranques de relaves y suelos erosionables, validado de manera experimental.

## ACTIVIDADES

- Observación microscópica cultivos cianobacterias.
- Extracción de ADN de los cultivos de cianobacterias.
- Control y seguimiento de las nuevas pruebas con costras biológicas.
- Planificación de nuevas pruebas con el uso de los cultivos de cianobacterias en suelos contaminados de la Negra y Taltal.



**Figura 1:** Seguimiento y control de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

**PROYECTO BASAL**

**REPORTE TÉCNICO**

**USO DE COSTRAS BIOLÓGICAS PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS**

**Línea de Medio Ambiente**

Antofagasta, marzo 2025.



## **OBJETIVO**

Obtener un cultivo de microorganismos formadores de costras biológicas con capacidad de estabilizar material particulado y mejorar la calidad de suelos erosionables y degradados.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Buscar microorganismos (hongos, bacterias, cianobacterias u otros) en ambientes extremos de la región que sean formadores de biocostras.
- Evaluar el efecto de las biocostras sobre la estabilización del material particulado y la calidad del sustrato de prueba
- Pruebas in vitro en sustratos de tranques de relaves y suelos erosionables, validado de manera experimental.

## ACTIVIDADES

- Observación microscópica cultivos cianobacterias.
- Extracción de ADN de los cultivos de cianobacterias.
- Control y seguimiento de las nuevas pruebas con costras biológicas.
- Análisis químicos pruebas de costras biológicas.



**Figura 1:** Control de las pruebas con suelos contaminados y costras biológicas.



CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

**PROYECTO BASAL**

**REPORTE TÉCNICO**

**BÚSQUEDA DE PLANTAS AUTÓCTONAS PARA LA  
FITOESTABILIZACIÓN DE SUELOS  
CONTAMINADOS**

**Línea de Medio Ambiente**

Antofagasta, marzo 2025.



## CENTRO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO REGIÓN DE ANTOFAGASTA

### **OBJETIVO**

Evaluar la prefactibilidad técnica de la Fitoestabilización, a partir de los contaminantes presentes en los pasivos ambientales o suelos contaminados de la Región de Antofagasta.

### **Objetivos específicos.**

- Acondicionar las tierras de los relaves o suelos abandonados para ser utilizados en proceso de fitoestabilización, mediante el agregado de residuos de cartón como desecho orgánico.
- Seleccionar las especies idóneas para la Fitoestabilización de los suelos contaminados, a través de las propiedades de las plantas.
- Validar la fitoestabilización como método para mitigar los riesgos ambientales de los suelos contaminados, mediante análisis químicos por absorción atómica, ICP u otros.
- Valorizar la tecnología de I+D desarrollada.

## **ACTIVIDADES**

- Preparación de la materia prima para realizar enmiendas, trituración de cartones.
- Seguimiento del proceso de enmienda del cartón y cultivos biológicos.



**Figura 1:** Descomposición orgánica del proceso de transformación de enmiendas con material reciclado y cultivos biológicos.



# **Continuidad Operativa CICITEM 2025 – 2028**

## Contenido

I. ANTECEDENTES GENERALES.....	3
II. LOGROS Y ESTADO DE AVANCE DE LAS INVESTIGACIONES DESARROLLADAS CON EL PROYECTO DE CONTINUIDAD OPERATIVA 2021 - 2025 .....	4
III. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2021-2025 .....	12
IV. PLANIFICACIÓN CONTINUIDAD OPERATIVA 2025 - 2028 .....	28
V. DESARROLLO DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL NUEVO PERÍODO .....	32
VI. PRESUPUESTO 2025 - 2028 .....	50
VII. INDICADORES DE GESTIÓN 2025 – 2028.....	73

## I. ANTECEDENTES GENERALES

El Centro de Investigación Científico y Tecnológico para la Minería – Cicitem, es una corporación privada sin fines de lucro, creada por el Gobierno Regional de Antofagasta en el año 2006, junto a las Universidades Católica del Norte, de Antofagasta y Conicyt (actual ANID), con la finalidad de potenciar la investigación científica y el desarrollo tecnológico en las áreas que tienen impacto en el desarrollo económico y social de la región.

En la actualidad el Centro recibe financiamiento basal del Gobierno Regional a través del proyecto denominado “Continuidad Operativa Cicitem”, que comenzó su ejecución en el mes de marzo de 2022. Además, desde el año 2023, el Centro cuenta con financiamiento ANID para el desarrollo del proyecto “Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Region Chile”, adjudicado en el marco del programa de “Fortalecimiento de centros regionales” y en el que participan investigadores y profesionales de las líneas de Energía y Minería, con una duración inicial de 48 meses, que supera la duración del financiamiento basal.

Cabe destacar, que el centro ha ejecutado una evaluación de los últimos cinco años ya transcurridos y en conjunto con el directorio, parte de los consejeros regionales y el personal de investigación han discutido y acordado el foco que nuestras actividades tendrán por los próximos cinco años (2024-2029), proceso que culminó con una jornada de validación estratégica realizada el día 2 de diciembre de 2024 y a la cual fue invitada la totalidad del consejo regional, el directorio y personal de investigación del Centro.

La mayor parte del desarrollo del actual proyecto “Continuidad operativa de Cicitem” se enfocó respecto de lo recomendado en hoja de ruta Cicitem 2020-2025, considerando las líneas de investigación en **Minería Sustentable**, con foco en los pequeños productores y en la generación de procesos amigables con el medio ambiente; **Recursos Hídricos** marinos y continentales; **Energías** Renovables No Convencionales, con foco en nuevos materiales para almacenamiento energético y producción de combustible solar (H<sub>2</sub>); y **Medio Ambiente**, como una línea transversal a las anteriores.

Estas líneas, además de dedicarse a los desarrollos propuestos como basales, también materializan y cumplen objetivos adicionales a través de la formulación de proyectos de I+D+i, Extensión a la comunidad a través de talleres y charlas y ampliando las capacidades analíticas en sus laboratorios, lo que permiten el avance e impacto regional de manera gradual del Centro en la Región.

Actualmente el centro posee su base operativa en el sector industrial La Negra de la comuna de Antofagasta, lo que ha permitido ofrecer una amplia capacidad para el análisis físico-químico de diferentes tipos de muestras de interés para el desarrollo económico y el cuidado del medioambiente regional. La siguiente Tabla muestra el resumen de las métricas logradas a la fecha en el proyecto de continuidad.

## II. LOGROS Y ESTADO DE AVANCE DE LAS INVESTIGACIONES DESARROLLADAS CON EL PROYECTO DE CONTINUIDAD OPERATIVA 2021 - 2025

El proyecto actual se ha extendido desde marzo de 2022 hasta julio de 2025. En esta sección se exponen los indicadores incluidos en la propuesta inicial, que fueron derivados de acuerdo al desarrollo del proyecto de continuidad anterior (2018-2021). Para el período 2022-2025 se propuso una serie de investigaciones, acompañadas del desarrollo institucional, que permitieran fortalecer el Centro Científico Tecnológico de la Región, con el claro propósito de aportar en las soluciones que demandan las brechas detectadas en materia de Investigación científica y desarrollo tecnológico regional y nacional.

Los recursos basales otorgados por el Gobierno regional, previa aprobación del consejo regional, han sido invertidos en el financiamiento de actividades de investigación y de apoyo estas, incluyendo indicadores de evaluación tangibles para su análisis y que se detallan a continuación por línea de investigación.

La información presentada en esta sección se encuentra en profundidad en el Informe del Proyecto de continuidad Operativa 2021-2025 presentado al directorio (Se adjuntan I y Anexo II) y en la página web de CICITEM ([www.cicitem.cl](http://www.cicitem.cl)).

### **ENERGÍA:**

#### **a) Síntesis de electrolitos sólidos.**

Los electrolitos sólidos son materiales que permiten la conducción de iones en estado sólido, en lugar de estado líquido como los electrolitos convencionales. Estos materiales son clave en el desarrollo de tecnologías avanzadas de almacenamiento de energía, como las baterías de litio en estado sólido. Los electrolitos sólidos ofrecen varias ventajas, incluyendo mayor seguridad, mayor densidad de energía, y una vida útil más larga en comparación con los electrolitos líquidos. Su capacidad para operar a temperaturas más altas y evitar fugas de líquidos inflamables, los hace ideales para aplicaciones en vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos portátiles. Inicialmente se definió comenzar con dos estudios en la línea, enfocados en el Litio, por medio de cooperación con la U. de Antofagasta, estableciéndose los siguientes indicadores:

#### Compromisos

- Obtención de materiales : 100 %
- Síntesis de material : 100 %
- Caracterización de material : 100 %
- Pruebas prototipo nivel laboratorio : 100 %

## **b) Síntesis y estudio de materiales catódicos.**

Compromisos

- Obtención de material : 100 %
- Síntesis de material : 100 %
- Caracterización de material : 100 %
- Pruebas prototipo nivel laboratorio : 30 %

Para estos estudios se han presentado dificultades importantes, que derivan desde los ámbitos de infraestructura y de recurso humano. Por una parte, existen ya instituciones que poseen avances en los temas planteados, además de infraestructura significativa que les permite llevar a cabo este tipo de investigaciones con la debida celeridad. CELIMIN de la Universidad de Antofagasta es una de estas instituciones y con la cual se pudo establecer inicialmente cooperación para avanzar, sin embargo, luego de un año de trabajo, en donde se presentaron desafíos técnicos relevantes, el tesista de postgrado financiado por CICITEM no pudo continuar su trabajo por razones de salud, lo que dificultó aún más poder superar los desafíos y continuar con el desarrollo propuesto. De acuerdo a lo anterior se ha planteado seguir cooperando con CELIMIN en estos temas, pero redirigir los esfuerzos institucionales hacia nuevas áreas de desarrollo, principalmente hidrógeno verde, tema en el cual ya se han apalancado recursos para infraestructura propia y la contratación de profesionales, a través de proyectos con financiamiento del Gobierno Regional, CORFO y ANID.

### **MINERÍA:**

#### **a) Apoyo científico tecnológico a la pequeña minería.**

A través de las actividades consideradas, se realiza un acercamiento directo al trabajo actual de pequeños mineros con el fin de abordar brechas y poder avanzar en su desarrollo a través de innovaciones generadas desde CICITEM.

Compromisos:

1. Convenios : 100 % (Agremital)
2. Capacitaciones : 90% (Visitas a faenas)
3. Análisis químicos a pequeños mineros : 100%

Respecto de las capacitaciones propuestas, resultó de mayor provecho realizar visitas a cada productor en lugar de reuniones puntuales con más de un productor. Se conocieron los requerimientos determinaciones de cobre en materiales de desmontes y de otros elementos diferentes al cobre, tales como plata y oro, en este último se ha buscado implementar un análisis alternativo de acuerdo al equipamiento con que se cuenta en los laboratorios de CICITEM.

#### **b) Desarrollo de reactivos verdes para la minería de cobre.**

Parte del impacto ambiental a largo plazo de los procesos mineros, especialmente en procesos de flotación, se debe al uso de reactivos químicos de elevada toxicidad, tales como Xantatos, alcohol graso, poliglicéridos, ácido fórmico, entre otros. Un esfuerzo de investigación con el objetivo de reemplazar estos últimos por compuestos biodegradables representa un aporte relevante a la sustentabilidad de los actuales procesos mineros en la Región y el país.

Compromisos:

- Aislamiento de microorganismos : 100 %
- Investigación de los efectos en flotación : 70 %
- Investigación de los efectos en floculación : 70 %
- Pruebas en circuito de flotación : 30 %

Los microorganismos son fuente de reactivos biodegradables y CICITEM posee material biológico para esta investigación, sin embargo, se ha requerido de mayor tiempo del estipulado para la activación y el enriquecimiento de los cultivos, para luego continuar con el aislamiento de microorganismos y probar sus efectos al incluirlos en procesos de flotación de sulfuros de cobre y floculación de partículas en suspensión a nivel de laboratorio. Actualmente, se han aislado e identificado 4 cepas, de las cuales se seleccionará 1 para pruebas de flotación y floculación.

### **c) Recuperación de elementos estratégicos desde relaves de la región.**

Un legado de la larga explotación minera en la región, es la presencia de relaves con considerables niveles de toxicidad que a pesar de sus características pueden transformarse en nuevas fuentes de recursos valiosos por su contenido de elementos que hoy son considerados como estratégicos. Los relaves que han sido parte hasta ahora de esta investigación en particular son Sotramin en Taltal y Playa Negra (o Santo Domingo), ubicada a 9 Km al sur de la localidad de Paposo.

Compromisos

- Selección y caracterización Relaves : 100%
- Alternativas recuperación de metales : 100%
- Diseño de un proceso de recuperación : 95%

Se ha logrado caracterizar dos relaves relevantes de la Región en los cuales se han determinado elementos de valor, considerados como estratégicos. Los principales elementos estudiados fueron Cobalto y Tierras raras, sin embargo, una de las principales dificultades ha sido encontrar laboratorios para el análisis de tierras raras y el alto costo asociado a estos. Con esta investigación se generó la tesis del alumno Pedro Egaña "Concentración de tierras raras provenientes de relaves mineros de la región de Antofagasta", que trató sobre la evaluación de procesos de concentración y separación de tierras raras, por medio de concentración gravitacional y magnética. En el contexto de la investigación y en cooperación con la U. de La Serena se postuló y adjudicó el proyecto "Obtención de soluciones de cobalto y hierro desde relaves mineros". código BIP 40047608-0, para la recuperación de cobalto desde relaves mineros. Por otra parte, la adjudicación del

proyecto "Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Región Chile", Código R23F000, se abre la posibilidad de continuar y profundizar este tipo de estudios considerando aplicaciones de H2 verde.

**d) Estudio de alternativas sustentables para el tratamiento de relaves mineros.**

Esta investigación, al igual que la anterior se enfoca en el tratamiento de relaves, sin embargo, esta se deriva del proyecto FIC R de relaves desarrollado entre los años 2014-2017.

Compromisos

- Selección de Relaves priorizados : 100%
- Pruebas recuperación de valor : 100%
- Determinación de estabilidad : 80% (TCLP de residuos)

En esta investigación se han realizado pruebas de lixiviación en columnas y se generó la tesis de la alumna Javiera Fuentes "Optimización de la recuperación de minerales de óxido de hierro, a partir de arena de playa Santo Domingo, comuna de Taltal" que apuntó por una parte a la remediación sustentable de una playa contaminada de la Región por medio de la obtención de un concentrado de Fe, potencialmente tratable con H2 verde para su refinación. Esta línea de trabajo en gran parte se superpone con la línea de trabajo del proyecto basal anteriormente descrito.

**e) Investigación del uso de lixiviación por agitación en concentrados de cobre o polimetálicos**

A diferencia de décadas anteriores en que primó la producción de cátodos, gran parte del cobre producido hoy en la Región es exportado bajo la forma de concentrado, para luego ser exportado y sometido a procesos pirometalúrgicos. Uno de los problemas en el procesamiento de concentrados, es la presencia de elementos contaminantes (como el arsénico), lo cual requiere de operaciones adicionales en procesos de fundición, incidiendo en el costo y por lo tanto son pagados a menor precio o simplemente no son aceptados por las fundiciones. El objetivo de esta investigación es la búsqueda de procesos sustentables y alternativos a la fundición, para la producción de cátodos de cobre, por medio de hidrometalurgia.

Compromisos

- Obtención de concentrados : 100 %
- Selección y Caract. De concentrados : 100 %
- Pruebas de lixiviación : 100%
- Diseño de proceso : 90 %

Los resultados parciales destacan las ventajas de los procesos hidrometalúrgicos como alternativa para el procesamiento de materiales no aptos para fundición debido a la presencia de contaminantes como el As. Dentro de los materiales de

este tipo, además de los concentrados de Cu se encuentran otros como los polvos de procesos de tostación y escorias de fundición que potencialmente podrían ser tratadas por medio de lixiviación por agitación para la recuperación de Cu u otro elemento de valor. Dentro de la proyección de esta investigación basal se estudiará la obtención de polvos metálicos por medio de la reducción usando H<sub>2</sub> verde, en el marco del proyecto de Fortalecimiento de Centros Regionales

### **MEDIO AMBIENTE:**

#### **a) Evaluación del uso de nanopartículas sintetizadas por microorganismos para la remediación de suelos contaminados.**

Algunos de los antiguos procesos mineros llevados a cabo en la región de Antofagasta han dejado como consecuencia una serie de pasivos ambientales que han producido contaminación de los suelos donde se realizaban operaciones mineras, los cuales hoy se consideran peligrosos debido a la presencia de elementos y metales tóxicos, tales como arsénico, cadmio, plomo, entre otros. La preocupación pública sobre esta problemática ha permitido llevar a cabo diversas acciones tales como el catastro de suelos contaminados de Sernageomin, algunos de los cuales presentes en nuestra región requieren de prontas medidas de tratamiento para finalmente concluir con su remediación y recuperación para uso público. El compromiso de CICITEM en esta investigación basal ha sido aportar con pruebas de tecnologías para remediar, de manera tal que se pueda validar esta aplicación a nuestra realidad.

#### Compromisos

- |   |                    |
|---|--------------------|
| ● Identificación y aislamiento de microorganismos | : 100 %            |
| ● Producción de nanopartículas                    | : 100 %            |
| ● Evaluación de efecto                            | : 100 %            |
| ● Diseño de implementación                        | : 0% No realizable |
| ● Generación de información basal                 | : 0% No realizable |

Los indicadores de esta investigación basal, fueron realizados y llevados a cabo según programación. Sin embargo, los resultados negativos en la síntesis de nanopartículas de hierro y cadmio con los cultivos de hongos aislados del sector la Negra, impidieron seguir con esta investigación. Con lo informado anteriormente, el proyecto basal correspondiente a esta investigación no se continuará en el próximo periodo (2025-2028) con fondos de continuidad operativa.

## **b) Búsqueda de plantas autóctonas para la fito-estabilización de suelos contaminados.**

La fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. Por ello, se planteó investigar la aplicabilidad de esta tecnología en la realidad local, utilizando especies nativas, de manera tal que podamos avanzar en la escalabilidad de su aplicación.

Compromisos:

- Identificación de plantas : 100 %
- Evaluación del efecto : 100 %
- Diseño de implementación : 75 %
- Generación de información : 75 %

Los indicadores y metas propuestas para este proyecto se han cumplido en su mayoría al 100%. Se han podido identificar plantas capaces de reducir los elementos contaminantes y realizar las pruebas correspondientes en los suelos y relaves abandonados. Con los resultados obtenidos, se ha avanzado en el diseño de escalabilidad con una mayor cantidad muestras y volumen de suelos contaminados. El conocimiento producido y las pruebas realizadas, nos proveen información empírica que permitirá el apalancamiento de recursos para avanzar en el desarrollo de estas tecnologías.

## **c) Uso de costras biológicas para la estabilización de material particulado.**

Los desechos sólidos de los depósitos de relaves mineros corresponden mayoritariamente a partículas de tamaños menores o iguales a 10 micras, con una alta concentración de metales, que cuando se dispersan por el viento afectan el medio ambiente, los asentamientos humanos y pueden causar que las actividades industriales se detengan debido a problemas de seguridad. Una solución eficiente e innovadora es inducir la formación de costras biológicas. Las costras biológicas del suelo son comunidades complejas de cianobacterias, algas, líquenes, briofitas y otros organismos que viven en asociación con los milímetros superiores del suelo. Las biocostras estabilizan las superficies del suelo para evitar la erosión, aportan carbono a través de la fotosíntesis, fijan nitrógeno y median el ciclo hidrológico en las tierras secas, de este modo surgen como una herramienta potencial en la restauración, estabilización y remediación de suelos contaminados de la Región.

Compromisos:

- Obtención de cultivos : 100 %
- Evaluación del efecto estabilizador : 100 %
- Diseño de la implementación : 75 %
- Generación de Información basal : 75%

Los indicadores y metas propuestas para esta investigación basal, se han cumplido de acuerdo a lo programado. Se han podido identificar cultivos de cianobacterias capaces de estabilizar los suelos y reducir los elementos contaminantes y realizar las pruebas correspondientes en los suelos y relaves abandonados. Con los resultados obtenidos, se ha avanzado en el diseño de escalabilidad con la finalidad de postular a fondos concursables (Anid, Corfo, entre otros.) que permitan avanzar en la solución de la problemática.

#### **d) Actualización del catastro de suelos contaminados**

Este estudio planteó actualizar el catastro incluyendo nuevas áreas con presunción de contaminación, en este sentido se consideró estudiar el barrio industrial de la Negra, dado que se observa gran cantidad de polvo, lo cual puede afectar a la población flotante existente en la zona, además de los ecosistemas presentes en el humedal de la Quebrada de La Negra. La presencia en las muestras de suelo de elementos tales como Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Plomo (Pb), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn), indican preliminarmente que estos suelos se clasifican como potencialmente contaminados para su inclusión en el catastro.

Para profundizar el estudio se propone realizar un monitoreo de suelos periódicamente (semestral) que permita determinar la variabilidad y potencial movilización de estos elementos contaminantes a través del tiempo, debido a eventos climáticos y el aumento de la actividad industrial de la zona, las cuales podrían aumentar o disminuir esta contaminación. Por otro lado, se sugiere realizar un análisis químico mensual del material particulado sedimentable en puntos específicos del sector industrial La Negra, los cuales nos entregarán información respecto a las emisiones que se generan en esta zona. Principalmente, debido a que en la zona la concentración de material particulado MP10 es alta y supera la normativa de calidad de aire establecida por la OMS, lo que nos indica que las emisiones atmosféricas estarían afectando la calidad de los suelos del sector industrial La Negra. Debido a los costos asociados de análisis y salidas a terreno que conlleva este estudio, durante el próximo periodo de continuidad no se llevarán a cabo estas actividades, hasta que podamos apalancar otros recursos de investigación.

Compromisos:

- Recopilación y Sistematización de información : 100 %
- Campañas de muestreo de nuevos suelos : 100%
- Caracterización química y mineralógica : 100 %
- Informe de Actualización de los Suelos : 90 %

## **RECURSOS HÍDRICOS:**

Esta línea no ha contado con un investigador permanente y a pesar de varios llamados a concurso para ocupar el cargo no se presentaron candidatos a investigador con perfiles mínimos, por lo que algunas actividades fueron apoyadas por la línea de medio ambiente.

### **a) Monitoreo de manantiales costeros**

Con el fin de evaluar un potencial deterioro y velar por la preservación de estos importantes ecosistemas, CICITEM dentro de su actividad basal realiza y promueve el monitoreo continuo de la calidad de agua de los humedales La Negra, La Chimba, Kilómetro 12 o Salar del Carmen, y Quebrada Carrizo.

Compromisos

- Muestreo de los 4 humedales : 80%
- Caracterización físico-química : 100%
- Identificación de indicadores ambientales : 90%
- Informe público anual : 80%
- Taller anual de difusión a la comunidad : 80%

### **b) Monitoreo de calidad de agua del río Loa**

Compromisos

- Caracterización tramo Medio-Bajo del Río Loa : 33%
- Identificación de indicadores : 0 %
- Talleres de difusión : 0 %

### **c) Evaluación de impacto ambiental de las aguas residuales de plantas desaladoras instaladas en la bahía San Jorge.**

La desalinización de agua de mar resulta una de las mejores alternativas para el suministro de agua potable, sin embargo, existe muy poca información sobre el impacto de las aguas de rechazo del proceso, que actualmente son devueltas al mar. Como centro regional, CICITEM se propuso contribuir en este aspecto a través de los siguientes compromisos:

Compromisos

- Puntos de monitoreo : 30%
- Diseño de Monitoreo : 0 %
- Variables a monitorear : 0 %
- Muestras en Terreno : 0 %
- Análisis de resultados : 0 %
- Informe anual : 0 %
- Taller de difusión : 0 %

### III. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2021-2025

Además de la exploración inicial y avance en diferentes temas de interés científico en cada línea, el financiamiento basal permite dedicar tiempo del equipo con el fin de postular a recursos adicionales para realizar investigaciones complementarias, profundizar las temáticas de investigación o concretar nuevos desarrollos. A continuación, se detallan los proyectos postulados o desarrollados en el período de financiamiento correspondiente entre 2021-2025. En esta sección se incluyen aquellos proyectos de cada línea de investigación que lograron financiamiento y aquellos que no obtuvieron subsidios y que requieren ser reformulados o repostulados a nuevos concursos o programas.

#### MINERÍA

##### Formulados con financiamiento:

- **"Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Región Chile".** M\$2.051.972 Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Código R23F0001.

Este proyecto de investigación es desarrollado por las líneas de Energía y Minería de CICITEM, se inició en Diciembre 2023, con una duración de cuatro años (Hasta diciembre 2027). El proyecto se enfoca en aplicaciones del hidrógeno verde para la producción de derivados a través de reacciones bifuncionales y además plantea el desarrollo de procesos de producción de polvos metálicos, usando hidrógeno verde como reactivo reductor.

- **"Proceso Minero Sustentable Para Minerales de Baja Ley"**, programa Crea y Valida de CORFO (23CVC-245599) de la empresa EPC Andes Chile. (M\$81.206)

CICITEM participa como Entidad Colaboradora en este proyecto de fondos Corfo que es desarrollado por la empresa de explosivos EPC-Andes Chile, cuyo objetivo es realizar una selección de partículas minerales basada en el tamaño y que contengan la mayor concentración de cobre inmediatamente después de la detonación en las faenas mineras. Esta investigación es apoyada por Codelco División Gabriela Mistral, en la que CICITEM cumple un rol de apoyo para la preparaciones de minerales y pruebas de lixiviación en columnas para confirmar la hipótesis propuesta.

- **"Estudio de Prefactibilidad para planta de procesamiento de minerales en la Provincia de Tocopilla"** M\$150.000, PROYECTO FNDR BIP: 40031874-0 (2020-2021).

En este proyecto se investigaron y analizaron variables relevantes respecto de la instalación de una planta para el tratamiento y beneficio de minerales de cobre en la provincia de Tocopilla. Las variables analizadas incluyeron aspectos técnicos

como alternativas de productos, procesos, aspectos regulatorios, incluyendo análisis técnico económicos. Por otra parte, se analizaron aspectos socio-económicos y se propuso un modelo de gobernanza que proteja la inversión y asegure la eficiencia y continuidad de los procesos. Los resultados mostraron la viabilidad de una planta de procesamiento de minerales en condiciones definidas a nivel de prefactibilidad.

- **“Biotratamiento de relaves de cementación a nivel industrial”**. M\$179.956, CORFO Validación y Empaquetamiento 18ITE2-102702, 2019-2021.

En este proyecto se escaló a nivel de piloto un proceso biotecnológico desarrollado por investigadores de CICITEM, con el fin de recuperar agua y ácido para ser reciclados en el proceso, evitando la problemática de disposición de soluciones de descarte conteniendo ácido con elevados niveles de metales pesados, en la producción de cobre metálico como cemento de cobre. Esto se logró por medio de la bio-oxidación de iones ferrosos presentes en las soluciones de descarte y aumento de pH para producir la precipitación de sales, lo que disminuye notablemente la carga iónica, haciendo posible el reciclaje de agua y ácido en el proceso generando un producto de desecho de tipo sólido, de mucho menor volumen y descartable en conjunto con ripsos de lixiviación.

- **“Obtención de soluciones de cobalto y hierro desde relaves mineros”**, (2022) Proyecto FIC-R Región de Coquimbo, código BIP 40047608-0 con presupuesto de M\$199.460, presentado por la Universidad de La Serena, como entidad asociada CICITEM.

Este proyecto presentado por la U. de La Serena en asociación con CICITEM tiene como objetivo obtener valor desde relaves con contenido de cobalto por medio de diferentes estrategias de (bio)lixiviación. Sin embargo luego de la aprobación del CORE Región de Coquimbo (2022) no se ha logrado el trámite de transferencia de los recursos a la institución beneficiaria (U. La Serena).

#### **Formulados adjudicados sin financiamiento:**

- **“Aplicación de Hidrógeno Verde y Derivados en la Descarbonización y Descontaminación Regional”**. Proyecto FIC-R Región de Antofagasta 2023.
- **“OBTENCIÓN DE SOLUCIONES DE COBALTO Y HIERRO DESDE RELAVES MINEROS”**, código BIP 40047608-0 con presupuesto de M\$ 199.460, presentado por la Universidad de La Serena, asociado CICITEM.

#### **Formulados sin financiamiento:**

- **“Validación a nivel piloto de un proceso sustentable para el tratamiento de relaves y suelos contaminados”**, X Concurso de Investigación Tecnológica - IdeA 2021, FONDEF, ANID.

## ENERGÍA:

### Formulados con financiamiento:

- **"Research and development of using green hydrogen from the Antofagasta Región Chile"**. M\$2.051.972 Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Código R23F0001.

Este proyecto de investigación es desarrollado por las líneas de Energía y Minería de CICITEM con una duración de cuatro años. El proyecto se enfoca en aplicaciones del hidrógeno verde para la producción de derivados a través de reacciones bifuncionales y además plantea el desarrollo de procesos de producción de polvos metálicos, usando hidrógeno verde como reactivo reductor.

- **"Estudio de prefactibilidad para un sistema de almacenamiento energético en base a H2V para CESPA"**. M\$120.000, CORFO.

Este proyecto contempla el estudio de prefactibilidad como también de los factores críticos involucrados en el uso de H2V para la generación y almacenamiento de energía eléctrica sustentable en la localidad de San Pedro de Atacama.

- **"Levantamiento de casos de usos y servicios tecnológicos para el desarrollo de un HUB de H2V Regional"**. M\$120.000. CORFO.

En este proyecto se obtuvieron diversos resultados durante la etapa de desarrollo. El proyecto comenzó con la recopilación y aplicación de metodologías para detectar brechas en los proveedores locales respecto a servicios, productos, tecnologías y conocimientos sobre la cadena de valor del hidrógeno. En paralelo, se priorizaron nueve casos de uso de hidrógeno en la región, los cuales facilitarían la transición al consumo de hidrógeno regional.

Posteriormente, se desarrolló un programa de capacitación impartido por expertos y dirigido a los proveedores locales. Estos expertos proporcionaron conocimientos técnicos específicos de la industria del hidrógeno y generaron información relevante sobre competencias regionales y redes de colaboración. Al finalizar, se conformó un HUB que permitiría la integración entre los potenciales proveedores de la cadena de valor del hidrógeno y los desarrolladores de proyectos.

Todo esto quedó integrado y disponible en el producto final del proyecto: una plataforma y página web administrada por la Mandante AIA. Esta plataforma pretende articular el ecosistema de la industria regional del H2V, conectando de manera sencilla a los desarrolladores de proyectos y proveedores locales.

- **"Evaluación del potencial de hidrógeno verde en la región de Antofagasta"**. M\$553.000, FIC-R, Gobierno Antofagasta.

El objetivo de este proyecto fue cuantificar el potencial real de generación de hidrógeno verde en la región. Para ello, se realizó un exhaustivo estudio de las diversas variables involucradas, registradas a diferentes altitudes sobre el nivel del mar, con el fin de evaluar el rendimiento de los equipos encargados de la producción de electricidad y el consumo de hidrógeno generado. Los resultados permitieron desarrollar un mapa dinámico de eficiencia energética, que permite realizar un cálculo del LCOH y LCOE más preciso para los futuros estudios de prefactibilidad de las empresas interesadas en desarrollar proyectos de hidrógeno en nuestra región.

- **“Desarrollo de Nuevo Reactor Bifuncional para la Conversión Costo-Competitiva de Hidrógeno Verde en Productos de Valor Agregado”**. Proyecto Fondef, M\$200.000 Cicitem participa como asociado.

Este proyecto propuesto por la U. Técnica Federico Santa María propone el diseño de un novedoso reactor bifuncional, capaz de convertir hidrógeno verde directamente en acrilonitrilo, el que puede ser usado en la fabricación de numerosas fibras textiles de ingeniería. El proceso propuesto tiene menos etapas y mayor eficiencia, haciendo la producción basada en hidrógeno verde más costo-competitiva.

#### **Formulados sin financiamiento:**

- **“Desarrollo y Caracterización de Materiales Porosos para el Almacenamiento de Hidrógeno a Baja Presión para su aplicación en electromovilidad”**. FONDEF 2023.
- **“Adquisición de un equipo Analizador de porosidad y área superficial sobre materiales porosos, para su evaluación en almacenamiento de gases de interés tecnológico”**. FONDEQUIP 2022.

#### **MEDIO AMBIENTE:**

##### **Formulados con financiamiento:**

- **“Estudio de la contaminación atmosférica presente en el establecimiento educativo CEIA”**. FIC-R, Código BIP 40046174-0.

Este proyecto busca generar y difundir conocimiento respecto del grado de contaminación atmosférica que ocurre en el establecimiento educacional CEIA, a través del monitoreo y análisis del material particulado que se deposita en el colegio. La información obtenida es dada a conocer a través de una plataforma ligada al sitio web de CICITEM.

##### **Formulados en espera de financiamiento**

CICITEM, en calidad de Institución Asociada, participó en el proyecto **“EcoCircPlas: Technological Center for Innovation in Sustainable Plastics and Circularity”** presentado por el Centro de Investigación de Polímeros Avanzados al Concurso Centros Tecnológicos para la Innovación 2025 de ANID.

En el mes de agosto de 2024 CICITEM presentó tres iniciativas al Fondo Regional para la Productividad y el Desarrollo -FRPD. De la cual la propuesta: **“Aplicación de nuevas tecnologías para evaluar en tiempo real la calidad del aire en Baquedano”**, fue seleccionada para ser presentada ante la Comisión Gore, quedando dentro de los 6 proyectos mejor evaluados, y aun no se ha obtenido respuesta por parte del GORE de la situación en que se encuentra. Esta propuesta fue postulada en conjunto con la Municipalidad de Sierra Gorda. Directora: Dra Lorena Escudero.

#### **Formulados sin financiamiento:**

- **“Diversidad y Funcionalidad de Microorganismos implicados en el Ciclo del Lito en Salar de Aguilar: Un Análisis Físicoquímico y Metabólico.** Directora Lorena Escudero González. Institución Beneficiaria Centro De Investigación Científico Tecnológico Para La Minería e Institución Asociada UNIVERSIDAD BERNARDO O'HIGGINS. Postulación folio SAL240011 al Concurso Fondo de Investigación en Salares Asignación Rápida Año 2024.
- **Creación de la Red Biopro-Min; para la Investigación en Extracción de Minerales y Gestión de Recursos Hídricos mediante Biotecnología, postulada en conjunto con la Universidad de Antofagasta.** Concurso de Fomento a la Vinculación Internacional para Instituciones de Investigación, Convocatoria 2024 (En evaluación).
- **RE-Waste: Red de investigadores en reciclaje electrónico, postulada en conjunto con la Universidad Autónoma de Chile,** Concurso de Fomento a la Vinculación Internacional para Instituciones de Investigación, Convocatoria 2024 (En evaluación).
- **“Estudio de emisiones atmosféricas y vigilancia ambiental del ex Vertedero Municipal La Chimba, ciudad de Antofagasta”.** GORE Antofagasta, Perfil transferencia de capital glosa 7.1 – subt 33. 2023
- **“Estudio de emisiones atmosféricas y vigilancia ambiental del ex Vertedero Municipal La Chimba”.** FIC-R 2022.
- **“Monitoreo y evaluación de remediación de suelos contaminados”,** FIC-R 2021.
- **“Diagnostico ambiental e hídrico de los humedales altoandinos región de Antofagasta”.** FNDR Iniciativa de Inversión Subt. 33

## **RECURSOS HÍDRICOS:**

### **Formulados con financiamiento:**

- **“Análisis y Diagnóstico para una Norma de Calidad Ambiental en Bahía Mejillones del Sur”**. FNDR Código BIP 40034904-0

Formulados sin financiamiento:

- **“Estudio y monitoreo ambiental en bahías de Mejillones y San Jorge”**. FIC-R 2022

I-C.1. Prácticas profesionales y técnicas realizadas en el Centro

### **MINERÍA**

- Prácticas profesionales
  - Francisco Henríquez, Ing. Civil Química, UCN.
  - Sandra González, Geología, UCN.
  - Daniela Peña, Ing. en Biotecnología, UA.
  - Pedro Egaña, Ing. en Metalurgia, UCN.
  - Javiera Fuentes, Ing. en Metalurgia, UCN.
- Prácticas Técnico profesionales
  - No registra para el período

### **ENERGÍA**

- Prácticas profesionales
  - Paulina Pfeur, Analista Químico, UCN.
- Prácticas Técnico profesionales
  - Bryan Órdenes, Téc. Energía Fotovoltaica, U. Santo Tomás.

### **MEDIO AMBIENTE**

- Prácticas profesionales
  - Adriana Jiménez, Bioquímica, UA.

Kimberly Padilla, Bioquímica, UA.

- Prácticas Técnico profesionales

Dayana Opazo, Téc. Medio Ambiente, U. Santo Tomás.

Alonso Pérez, Téc. Medio Ambiente, U. Santo Tomás

## I-C.2. Tesis de pre y post grado

### **MINERÍA**

- Pregrado

Javiera Fernanda Fuentes Oliden, tesis "OPTIMIZACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE MINERALES DE ÓXIDO DE HIERRO, A PARTIR DE ARENA DE PLAYA SANTO DOMINGO, COMUNA DE TALTAL", Memoria para optar título de Ingeniero en Metalurgia, de la Universidad Católica del Norte, Antofagasta 2023.

Pedro Orlando Egaña Requena, tesis "CONCENTRACIÓN DE TIERRAS RARAS PROVENIENTES DE RELAVES MINEROS DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA", Memoria para optar al título de Ingeniero en Metalurgia, de la Universidad Católica del Norte, Antofagasta 2023.

Sandra Carolina González Millahual, "CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y METALÚRGICA DISTRITO TOCOPILLA", Tesina para optar al título de GEÓLOGA de la Universidad Católica del Norte, Antofagasta 2022.

Daniela Mora Martínez "ANÁLISIS DE LA CÍNETICA Y PARÁMETROS DE MAYOR RELEVANCIA EN LA REDUCCIÓN DE MINERALES OXIDADOS DE HIERRO CON HIDRÓGENO VERDE" Universidad Católica del Norte, Antofagasta 2025.

## ENERGÍA

- Pregrado

Consuelo Reinao, "MODELO FLUIDODINAMICO PARA MONOLITOS DE DENSIDAD DE CELDA DUAL" Universidad Técnica Federico Santa María. Ingeniería Civil Química Co-tutoría, en conjunto con el profesor Iván Cornejo, 2024

Diego Alarcón, "REACTOR CATALÍTICO BIFUNCIONAL PARA PRODUCCIÓN DIRECTA DE ACRILONITRILLO VERDE". Universidad Técnica Federico Santa María. Ingeniería Civil Química Co-tutoría, en conjunto con el profesor Iván Cornejo, 2023

Carlos Fuentes, "EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE AGUA ATMOSFÉRICA, PARA SU USO EN UNA PLANTA PILOTO DE H<sub>2</sub>V". Universidad Técnica Federico Santa María. Ingeniería Civil Química Co-tutoría en conjunto con el profesor Iván Cornejo, 2023

Francisco Henriquez, "MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE UNA CELDA DE COMBUSTIBLE DE 1110 W". Universidad Católica del Norte, Ingeniería Civil Química, 2024.

Nadia Letelier, "DISEÑO Y SIMULACIÓN DE PLANTA PILOTO DE AMONIACO VERDE EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA". Universidad Técnica Federico Santa María. Ingeniería Civil Química Co-tutoría en conjunto con el profesor Iván Cornejo, 2023

- Post- grado

Oswaldo Silva Erices "PRODUCCIÓN DE OLEFINAS DESDE HIDRÓGENO VERDE Y DIOXIDO DE CARBONO CAPTURADO EN CHILE". Universidad Técnica Federico Santa María. MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA. Co-tutoría, en conjunto con el profesor Iván Cornejo, 2024

Mayra Cortés, "USO DEL HIDRÓGENO SOLAR EN LA PRODUCCIÓN DE AMONIACO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA LA CARBONO-NEUTRALIDAD". Universidad de Antofagasta, Magíster en Transferencia Tecnológica. 2024.

Javier Saavedra, "SIMULACIÓN DE MATERIALES TIPO MOF UTILIZANDO MÉTODOS CUÁNTICOS PARA SU USO EN ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO". Universidad Católica del Norte, Magíster en Ciencias Químicas. 2024.

Cristian Ríos Hinojosa, "ESTUDIO DEL ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO MEDIANTE ADSORCIÓN FÍSICA EN REDES METAL

I-C.3. Extensión

**MINERÍA**

- Taller de Metalurgia en colegio Don Bosco, Calama
- Participación del comité técnico de la Conferencia Tailings (2022 y 2023), Santiago, Chile.
- Invitación de la Embajada de Chile en Argentina para presentar el caso de la minería Chilena en la ciudad de San Juan, Argentina
- Invitación de la East China University of Technology (2023), Nanchang, China.
- Invitación de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) a la East China University of Technology (2024), Nanchang, China.

**ENERGÍA**

- Charla magistral Inicio Año Académico Universidad Santo Tomás.
- Charla Magistral Inicio Año Académico Universidad Católica del Norte.
- Exponer Oportunidades del H2 verde en la región de Antofagasta.
- Exponer Desafíos del I+D en sobrepasar barreras regionales en torno al desarrollo del H2V regional.
- Charla oportunidades H2v regional, Cámara Francesa de comercio.
- Charla sobre ERNC colegio Don Bosco x3 Calama y Antofagasta.
- Charlas Power to X GIZ, Santiago, Punta Arenas y Antofagasta.
- Potencial de generación H2, Rendmad Santiago.
- Charla sobre el desarrollo de un Hub Tecnológico en el marco del cierre del proyecto Bienes Públicos.
- Exposición sobre el uso de H2V en minería, al directorio de Enami Santiago.
- Oportunidades de la región de Antofagasta para la generación de una industria química de exportación, utilizando energía solar. Parque Científico Tecnológico UCN.
- Oportunidades de la región de Tarapacá para la generación de una industria química de exportación, utilizando energía solar, invitado por Corfo Tarapacá.

## **MEDIO AMBIENTE**

- Exposición "Situación Hídrica actual de la Región". 1º Sesión Ordinaria Mesa Ejecutiva del Agua, Región de Antofagasta.
- Charla: Estado actual de la calidad del agua de los Humedales Urbanos de la comuna de Antofagasta, Seminario "ECOSISTEMAS HÍDRICOS REGIONALES" organizado por el GORE
- Vinculación con la carrera de Analista Químico de la Universidad Católica del Norte, visita a la estación de monitoreo de calidad de aire en el CEIA.
- Charlas Colegio Don Bosco Calama y Antofagasta.
- Vinculación con la carrera de Técnico Gestión Ambiental de la Universidad Santo Tomás, visita a la estación de monitoreo de calidad de aire en el CEIA.
- Participación en actividades organizadas por el Gobierno Regional (Charlas educativas, Mesas de trabajo, entre otras)
- Planificación del Curso de Cambio Climático a funcionarios públicos del Gobierno Regional. Relatora tema 1" La ciencia del Cambio Climático (CC)"

I-C.4. Convenios de colaboración.

## **MINERÍA**

- SINTEF Industry, Noruega
- East China University of Technology, China
- INACAP Antofagasta, Chile
- Asociación Gremial de Productores y Dueños de Minas de Taltal, Chile.
- EPC Andes Chile.
- MAXIMIN, Cooperación para operación de planta de lixiviación y obtención de cemento de cobre, en Caleta El Cobre, Chile.

## **ENERGÍA**

- Proyecto Fondef "Desarrollo de nuevo reactor bifuncional para la conversión costo-competitiva de hidrógeno verde en productos de valor agregado"- ID24I10307. U. Técnica Federico Santa María

## **MEDIO AMBIENTE**

- NDA CIPTMIN (2)
- Convenio Minvu
- Convenio Universidad Santo Tomás (En proceso)

## I-C.5. Servicios

### **MINERÍA**

- EPC Andes Chile, Colaboración en proyecto “Proceso Minero sustentable para minerales de baja Ley” Corfo 23CVC-245599. 2024
- “Pruebas de lixiviación de un mineral de óxido de baja y alta ley de mina del Sector Caleta el cobre”, para productor de minería a pequeña escala, 2023.
- Curso de capacitación Internacional “Microbiological and molecular techniques applied to bioleaching processes” para estudiantes de posgrado de la Islamic Azad University, Ashkezar branch, Yazd Province, Irán. 2020

### **MEDIO AMBIENTE**

- CIPTMIN, desarrollo de protocolos de pilotajes temas ambientales.
- Muestreo de polvo sedimentado, Comuna de Sierra Gorda. Localidades de: Sierra Gorda- Baquedano.

## I-C.6. Contingencias Ambientales.

- Sospecha de contaminación Playa Amarilla.
- Derrame de sustancias en Mano del desierto.
- Derrame de concentrado de cobre Avenida Salvador Allende.
- Derrame ácido borde costero Tocopilla.
- Filtraciones de agua servida en Calle Rosa de Huara, Antofagasta.

## I-C.7. Desarrollo Institucional.

## **Infraestructura**

### **Implementación y distribución de Laboratorios**

- Laboratorio de absorción atómica, cuenta con 2 espectrofotómetro de absorción atómica, disponibles principalmente para el desarrollo de los proyectos basales que cuenta el centro en las diferentes áreas de investigación.
- Laboratorio fisicoquímico, orientada principalmente para la preparación de muestras líquidas, y realizar análisis por volumetría, por espectrofotometría de UV VIS, Cromatografía Iónica, mediciones de pH, entre otras.
- Laboratorio Metalúrgico, 2 equipos de Análisis de granulometría por difracción láser, análisis de fluorescencia de rayos X.
- Sala de preparación de muestras, para la disolución de muestras sólidas con adición de ácido aplicando calor por medio de una plancha calefactora o utilizando horno microondas.
- Sala de preparación Mecánica de Minerales, esta sala cuenta con los equipos requeridos para la conminución, homogenización y tamizado de minerales.
- Laboratorio de Reactores, para pruebas de lixiviación por agitación, cuenta con reactores de vidrio, agitadores mecánicos, Shaker y agitadores magnéticos.
- Laboratorio de Ensayos Metalúrgicos, para pruebas de lixiviación en columnas y pruebas de flotación. Cuenta con columnas acrílicas y 4 celdas de flotación, rodillo, horno metalúrgico, filtro a presión.
- Laboratorio de microbiología, para realizar estudios y pruebas de cultivos de microorganismos.

### **Implementación y validación de protocolos**

Se han implementado protocolos con métodos analíticos por espectrofotometría de absorción atómica, volumetría, gravimetría, cromatografía iónica, para diferentes matrices tales como minerales, suelos, agua superficial, material particulado, entre otras. Los cuales han tenido que ser validados para asegurar la calidad de los datos obtenidos, para esto fue necesario realizar una serie de ensayos que acrediten la veracidad, precisión y la incertidumbre de los resultados de los análisis. Por otra parte, ha sido de gran importancia que los equipos lleven al día su mantención y calibración. En la actualidad ya se han implementado 36 métodos analíticos cada uno validado de acuerdo al protocolo de procedimientos.

## **Formación y Capacitación Interna y Externa**

### **Cursos de capacitación externos**

- Operación Segura de Autoclave, Nanette Merello y Elsa Flores. Septiembre 2020. ABC.
- Control de calidad con excel aplicado a laboratorios de ensayos mineros, Patricio Mardones. Septiembre - noviembre 2022. Curso taller online Confidence.
- Validación de Métodos de Análisis Químico, Patricio Mardones y Elsa Flores. Enero 2022. Confidence.
- Capacitación de uso de equipo y software de cromatógrafo iónico. Patricio Mardones, Yani Araya, Fabrizio Bassi, Franco Arenas, Carolina Burgos y Elsa Flores. Marzo 2023, Del Carpio.
- Protección radiológica, Adriana Jiménez, Lorena Escudero y Elsa Flores. Octubre 2023.
- Curso Train of Trainers Power to X, financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH GIZ, Berlin Alemania, Enero 2023.

### **Cursos de capacitación internos**

- Capacitación uso de equipo Microtrac a Fabrizio Bassi y Milenka Soto. 2023 realizado por Elsa Flores.
- Capacitación uso de equipo UV-Visible a Yani Araya realizado por Milenka Soto.

## **I-C.8. Posicionamiento Institucional**

Desde el inicio de esta gestión del directorio, se le ha dado un importante énfasis al trabajo de comunicaciones, permitiendo en su presupuesto la contratación de periodista, audiovisualista, que han permitido tener una activa presencia en redes sociales y la aparición en prensa escrita, radial y televisiva.

Cabe destacar que a partir de la visita de S.E. el Presidente de la República, don Gabriel Boric F., a la inauguración de la Primera Planta Piloto Móvil de Producción de Hidrógeno Verde de Cicitem, nuestra demanda de información y nuestra presencia en las comunidades virtuales, han aumentado exponencialmente, cuestión que no sólo es un aliciente para seguir trabajando, si no que también, se ha transformado en la incorporación del centro en círculos que nos han validado técnicamente.

Nuestro trabajo difundido ha tenido un aumento en sus métricas que alcanza el 25%, aumentando no solamente las impresiones y vistas, sino que además ha logrado alcanzar sobre el 35% las interacciones y alcances. Sumado a lo anterior, las vistas a las noticias que son difundidas en los newsletter mensuales y derivando a los usuarios a la página web institucional, la cual en consecuencia ha subido las visitas. Cabe destacar que, mensualmente se tiene un promedio de 55 publicaciones en las distintas plataformas y RRSS del Centro.

Sin embargo, el trabajo de posicionamiento institucional no es sólo prensa, si no que, también un trabajo presencial con las distintas organizaciones e instituciones con las que tenemos vínculos en líneas de investigación comunes.

I-C.9. Instalación de capacidades para la atención de servicios.

- Distribución de tamaño de partículas por difracción láser.
  - Producción de cristales de Cloruro de Litio y otras sales.
  - Análisis químicos, determinación de diferentes analitos en diversas matrices incluyendo minerales, concentrados, arenas, PLS, agua fresca, salmueras y agua de mar..
  - Pruebas de (bio)lixiviación en columnas de minerales, determinaciones de cinéticas y recuperación de cobre.
  - Pruebas de (bio)lixiviación en reactores
  - Pruebas de sulfatación de minerales
  - Pruebas de consumo de ácido de minerales

## I-C.10. Publicaciones científicas

### MINERÍA

- Dayana Arias, **Víctor Zepeda**, Ivan Nancuqueo, Manuel Saldaña and **Pedro A. Galleguillos**. (2024). "Osmotic response in *Leptospirillum ferriphilum* isolated from an industrial copper bioleaching environment to sulfate", *Frontiers in Microbiology*, May 2024. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1369244>
- **Víctor Zepeda**, Raúl Calcagno, Milto Guillen, Ivan Nancuqueo, Enrique Becerra, **Pedro Galleguillos**. (2022) "Microbiological treatment to decrease waste and recover water in a copper cementation process", 24th *International Biohydrometallurgy Symposium IBS 2022*, Perth, Australia.

## ENERGÍA

- Benigna Cortés Leiss, Tilsa Oré Monago, Caroline White and **Lindley Maxwell**. (2023) "Paving the road for competitive green hydrogen hubs: does Chile have a chance?".  
*Energy Studies*.
- Emigdio Chavez-Angel, Alejandro Castro-Alvarez, Nicolas Sapunar, Francisco Henríquez, Javier Saavedra, Sebastián Rodríguez, Iván Cornejo and **Lindley Maxwell**. (2023). "Exploring the Potential of Green Hydrogen Production and Application in the Antofagasta"  
*Energies*.
- Gonzalo Garretón, **Lindley Maxwell**, Iván Cornejo. (2023) "Transition of the Flow Regime Inside of Monolith Microchannel Reactors Fed with Highly Turbulent Flow".  
*Catalysts*.
- Hernández, B., Narea, P., Cisterna, J., **Maxwell, L.**, Cárdenas, A., Brito, I., & Delgado, G. E. (2021). Synthesis, spectroscopy and crystal structure characterization, Hirshfeld surface analysis and energy framework calculations of 1-acetyl-5-(2-(methylthio) ethyl)-2-thioxoimidazolidin-4-one. *Journal of Molecular Structure*, 1245, 131070.
- Benjamin Hernandez, Pilar Narea, Jonathan Cisterna, **Lindley Maxwell**, Alejandro Cárdenas, Iván Brito, and Gerson Delgado. (2021). "Energy framework calculations of 1-acetyl-5-(2-(methylthio) ethyl)-2-thioxoimidazolidin-4-one".  
*Journal of Molecular Structure*
- Amoza, Martin; **Maxwell, Lindley**; Aliaga, Nuria; Gómez-Coca, Silvia and Ruiz Eliseo. (2021). "Spin-Phonon Coupling and Slow-Magnetic Relaxation in Pristine Ferrocenium".  
*Chemistry A European Journal*
- **Maxwell, Lindley**; Martinez, Hector; Gomez-Coca, Silvia; Rissanen, Kari and Ruiz Eliseo.(2021). "Metal-Organic Nanocapsules with Funcionalized s-Heptazines Ligands".  
*Inorganic Chemistry* 2021, 60, 2, 570
- Galleguillos, Felipe; **Maxwell, Lindley**; Soliz, Alvaro and Luis Caceres.(2020). "Electrochemical Ion Pumping Device for Blue Energy Recovery: Mixing Entropy Battery".  
*Applied Sciences* 2020, 10, 5537.

## MEDIO AMBIENTE

- **Mayra Cortés**, Priscilla Avendaño, Olga Encalada, Camila Salazar-Ardiles, David C. Andrade, Benito Gomez, Daniel Contreras, Norman Toro, Dayana Arias **Lorena V. Escudero**. (2023). "Uncovering Hidden Microbial Diversity in Nitrate/Iodide Deposits (NID) of the Domeyko District, Atacama Desert, Chile". *Soil Systems*-2633258.
- Pueyo, J., Demergasso, C., **Escudero, L.**, Chong, G., Cortéz-Rivera, P., Sanjurjo-Sánchez, J., ... & Giralt, S. (2021). "On the origin of saline compounds in acidic salt flats (Central Andean Altiplano)". *Chemical Geology*, 574, 120155.
- Reid, R. P., Oehlert, A., Suosaari, E., Demergasso, C., Chong, G., **Escudero, L.** & Palma, A. (2021). "A Multidisciplinary Evaluation of Spatial Heterogeneity in the Puquios of the Salar de Llamara, Atacama Desert, Northern Chile". *Research Square*, Volume 1,153999
- Reid, R. P., Oehlert, A. M., Suosaari, E. P., Demergasso, C., Chong, G., **Escudero, L. V.**, & Palma, A. T. (2021). "Electrical conductivity as a driver of biological and geological spatial heterogeneity in the Puquios, Salar de Llamara, Atacama Desert, Chile". *Scientific Reports*, 11(1), 12769.

## RECURSOS HÍDRICOS

- Franko Arenas-Díaz, Yasna Cortés, Lissette Paredes, Carolina Burgos, Patricio Bahamondes y Manuel Contreras. "Hacia una norma secundaria de calidad ambiental para Bahía Mejillones".

#### IV. PLANIFICACIÓN CONTINUIDAD OPERATIVA 2025 - 2028

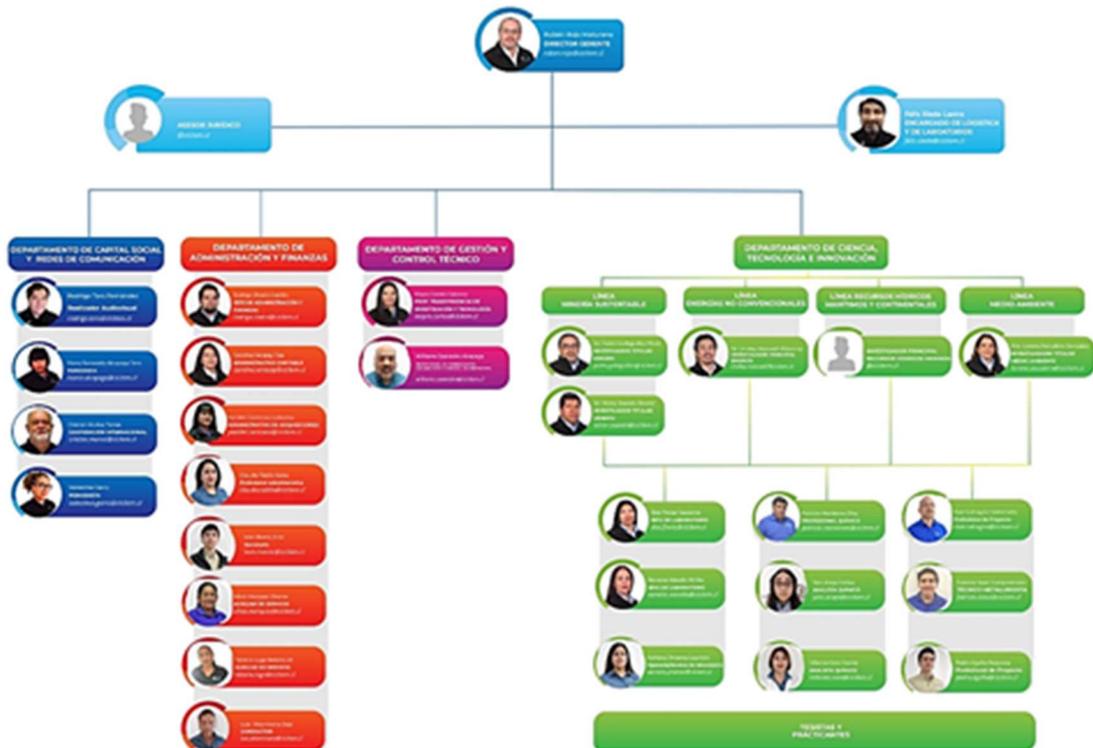
En el centro de investigación CICITEM se desarrollan actualmente 4 líneas de investigación principales que tienen por objetivo “generar conocimiento científico en el laboratorio natural que ofrece el territorio, para transferirlos como soluciones tecnológicas que aporten a la sustentabilidad, competitividad, diversificación económica y productiva y al crecimiento y desarrollo integral de la región”. Las líneas corresponden a: **Minería** con foco en pequeña minería regional y con procesos amigables con el medio ambiente y baja huella de carbono y agua; **Energías** renovables no convencionales (ERNC) con foco en el desarrollo de Hidrógeno Solar y nuevos desarrollos de materiales en Litio; **Recursos Hídricos**, con su subespecialidades en aguas Continentales y Marinas; y la Línea de **Medio Ambiente**, que se desarrolla transversalmente a las anteriores y se encarga de investigar los componentes de aire, suelo y agua.

En el desarrollo del trabajo de cada una de estas líneas se han presentado desafíos de diferentes índoles que han afectado de mayor o menor manera el avance de cada una. En este sentido, el centro ha ejecutado una evaluación de los últimos cinco años ya transcurridos y en conjunto con el directorio, parte de los consejeros regionales y el personal de investigación han discutido y acordado el foco que nuestras actividades tendrán por los próximos cinco años (2024-2029), proceso que culminó con una jornada de validación estratégica realizada el día 2 de diciembre de 2024 y a la cual fue invitada la totalidad del consejo regional, el directorio y personal de investigación del Centro (se adjunta documento “Informe Ejecutivo Taller”).

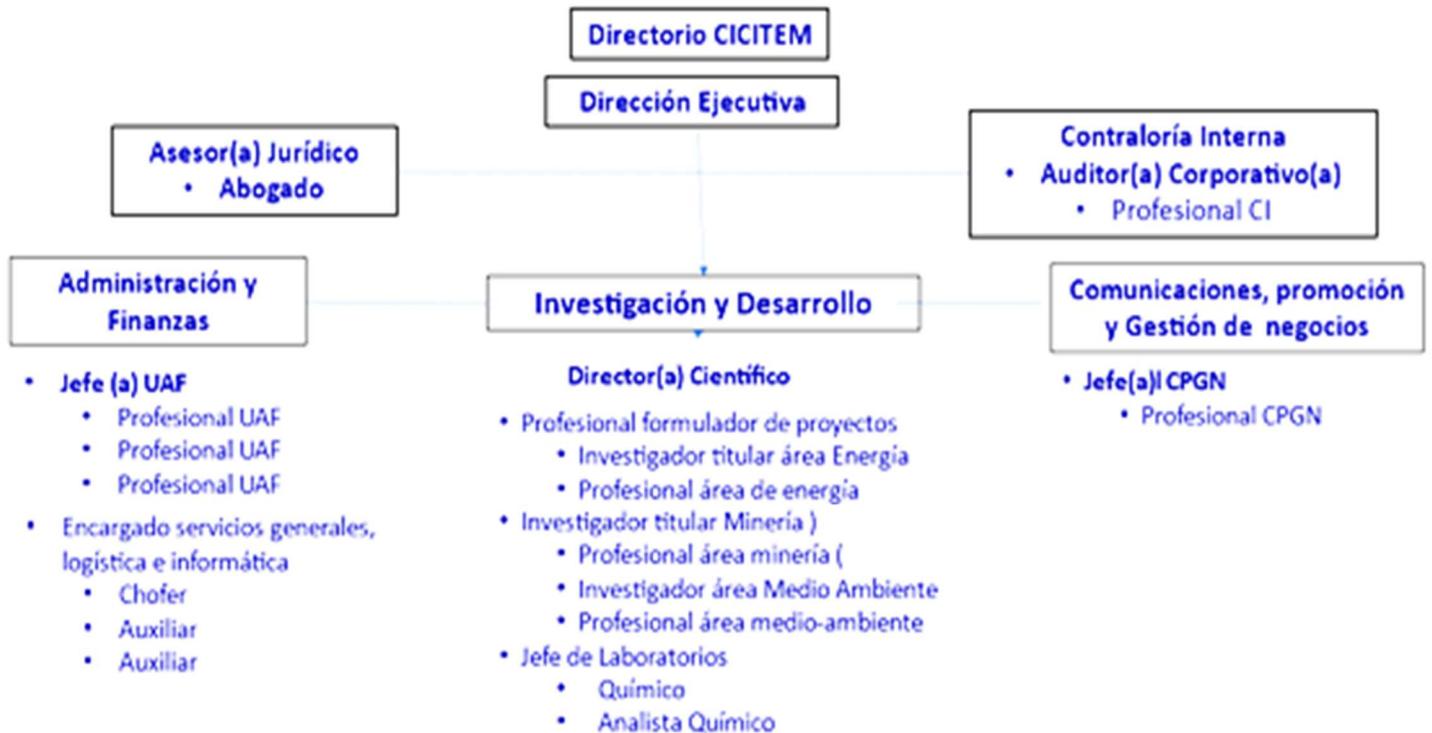
## NUEVA ESTRUCTURA DE TRABAJO

A continuación, se presenta, la nueva estructura y las lógicas de control para el centro en su continuidad operativa 2025-2028, la que modifica en procesos y en diseño la estructura actual:

Respecto al organigrama actual:



## Nueva estructura 2025-2028



Respecto a las capas de control, se modifican los siguientes ámbitos:

### Gestión Estratégica

1. Se abre la facultad de apoderado y de representación ante los bancos, atribución que estaba concentrada en el director ejecutivo, incorporando a dos miembros del directorio del CICITEM, construyendo un control cruzado que no se aplicó en el diseño operacional anterior del centro, es decir, los pagos y el manejo de las cuentas bancarias requerirán en concurso a lo menos de dos firmantes.

2. El director ejecutivo deberá rendir cuenta mensual de la gestión financiera al Directorio del CICITEM, presentando a la vista las cartolas del o los bancos que se esté trabajando.

### Gestión operativa

1. Se crea la unidad de Contraloría interna del CICITEM, la cual tendrá por misión fiscalizar el cumplimiento de las normas y procesos del centro.

2. Se crea el cargo de Auditor Corporativo.
3. Deberá levantar los riesgos de control y proponer planes correctivos.
4. Deberá generar y proponer reglamentos internos.
5. Deberá generar informes que soporten la gestión del director ejecutivo e informar al directorio del centro, cuando los análisis de riesgos o desviaciones lo requieran.

También se ajusta el modelo de negocios quedando de la siguiente manera:

Socios Claves	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Segmentos de Clientes	Relación con los Clientes
Gobierno Regional Antofagasta ANID central CORFO central Comité-Corfo Asociaciones Gremiales Municipalidades ONGs Desarrolladores Tecnológicos	Investigación Desarrollo Innovación Bienestar Social	a) Generación de bases para el desarrollo de áreas estratégicas (Planta HZV)  b) Liderar proyectos que permitan el desarrollo regional (CESPA)  c) Liderar Proyectos con foco en la protección y seguridad ambiental de las personas (CEIA)  d) Liderar Proyectos con alto impacto tecnológico (Fortalecimiento) e) Comprometidos con la educación (Tesisistas)	Instituciones Públicas Organizaciones Gremiales ONGs Gobierno Regional Empresas privadas distintos rubros	Por la naturaleza de nuestras actividades es siempre directa
Recursos Claves			Canales	
Profesionales e investigadores científicos especializados en áreas de interés estratégico Equipos e Infraestructura que permita el desarrollo de tecnologías Recursos financieros para la generación y validación de tecnologías Sistema de Gestión soporte un Centro de Investigación de alto valor			Visitas a potenciales clientes Difusión en seminarios y charlas Página web y RR.SS. Entrevistas en medios de comunicación Visitas de interés en las instalaciones	
Estructura de Costos		Flujo de Ingresos		
a) Costos Fijos Personal Científico, técnico y administrativo Mantenimiento y soporte de las operaciones básicas del centro		Financiamiento Basal del Gobierno Regional Fondos Consumables: ANID - CORFO - GORE Prestación de Servicios		
b) Costos Variables Gastos Operacionales de cada Proyecto Profesionales exclusivos del Proyecto				

## V. DESARROLLO DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL NUEVO PERÍODO

A continuación, se describe la planificación del trabajo de cada línea para el período 2025-2028.

### ENERGÍA

#### Objetivo:

Desarrollar una estrategia integral de investigación y desarrollo tecnológico en la región de Antofagasta para la producción de hidrógeno verde, combustibles sintéticos y la captura y utilización de carbono, con el fin de impulsar la descarbonización de sectores industriales clave, fortalecer la soberanía energética regional y consolidar a la región como un referente en innovación para la transición energética global.

La región de Antofagasta, caracterizada por su vasto potencial en energías renovables y su rol estratégico en la industria minera y portuaria, se encuentra en una posición única para liderar el desarrollo de tecnologías para la descarbonización. La innovación científica y tecnológica en la producción de hidrógeno verde, la síntesis de combustibles sintéticos (e-fuels) y la captura de carbono permitirán reducir significativamente la huella de carbono de la región, promoviendo a su vez nuevas oportunidades económicas y laborales.

#### 1. Proyectos continuidad 2025-2028

**Importancia del Proyecto:** La región de Antofagasta, con su acceso privilegiado a energías renovables y su papel estratégico en la industria minera y portuaria, tiene el potencial de liderar la innovación en descarbonización industrial. La integración de hidrógeno verde, combustibles sintéticos y captura de carbono permitirá reducir significativamente las emisiones, generar nuevas oportunidades económicas y promover la transición hacia una economía sostenible.

##### a) Síntesis de Combustibles Sintéticos (E-fuels) en Antofagasta

**Enfoque científico y regional:** La región cuenta con el mayor índice de radiación solar del mundo, lo que la convierte en un punto estratégico para la producción de hidrógeno verde mediante electrólisis, un precursor clave para la síntesis de combustibles sintéticos (e-fuels). El CO<sub>2</sub> necesario para estos procesos podría provenir de las actividades industriales locales, creando un ciclo cerrado y sostenible.

**Metodología aplicada:** Implementar un programa de investigación para **mejorar los procesos catalíticos de conversión de CO<sub>2</sub> a combustibles sintéticos**. Esto incluirá la caracterización de nuevos catalizadores que permitan una menor degradación y alta conversión.

**Impacto en la región:** Antofagasta se posicionará como un centro productor de e-fuels a partir de energía solar y CO<sub>2</sub> industrial, aprovechando la infraestructura local, reduciendo emisiones y diversificando la matriz energética regional.

#### **b) Derivados del Hidrógeno (e-ammonia, metanol) en la Industria Minera y Portuaria**

**Enfoque científico y regional:** La minería en Antofagasta genera una alta demanda energética, especialmente en procesos como la minería y el transporte de materiales. Los derivados del hidrógeno, como el amoníaco verde, metanol y otros, pueden convertirse en soluciones clave para descarbonizar estos sectores, con aplicaciones tanto en el almacenamiento de energía como en el transporte marítimo desde el puerto de Mejillones.

**Metodología aplicada:** Se propone desarrollar procesos costo-eficiente con catalizadores específicos para la síntesis directa de productos de alto interés.

**Impacto en la región:** La producción de derivados del hidrógeno no solo ayudará a reducir la huella de carbono en el sector minero y portuario, sino que también creará oportunidades para la exportación de productos carbono-neutral limpios a nivel internacional.

#### **c) Captura de Carbono (CCS y CCU) en la Industria Regional**

**Enfoque científico y regional:** La industria minera y energética de Antofagasta es una de las principales emisoras de CO<sub>2</sub> en Chile. La implementación de tecnologías de captura de carbono (CCS) y su posterior utilización (CCU) en la síntesis de productos industriales puede transformar estas emisiones en insumos útiles para la economía regional.

**Metodología aplicada:** Realizar estudios I+D+i para integrar tecnologías de captura directa de CO<sub>2</sub> en plantas industriales de la región, utilizando materiales adsorbentes avanzados (MOFs, zeolitas). Estos estudios incluirán la simulación a escala industrial de la captura de CO<sub>2</sub> y su posterior uso en la síntesis de combustibles sintéticos y materiales derivados. También se evaluará la posibilidad de crear productos químicos de alto valor a partir del CO<sub>2</sub> capturado, tal como se explica en el punto 1 y 2.

**Impacto en la región:** La adopción de CCS y CCU en la región de Antofagasta convertirá las emisiones industriales en una fuente económica de CO<sub>2</sub> para la producción de e-fuels y productos derivados, alineando a la región con los objetivos de reducción de emisiones de carbono de Chile.

## **2. Hitos Tecnológicos y TRL Inicial y Final:**

Cada una de las líneas de investigación alcanzará un Nivel de Madurez Tecnológica (TRL) 3, lo que implica la validación experimental de los conceptos en un entorno controlado de laboratorio.



## MINERÍA

### Objetivo

La minería del cobre es la actividad económica más importante del país, siendo la Región de Antofagasta la que concentra la mayor parte de esta actividad. A pesar del largo tiempo de explotación y del agotamiento de minerales de alta ley, se vislumbra que la actividad minera en Chile aún tendrá una larga vida. Sin embargo, la dinámica asociada a este tipo de actividades hace que deba responder constantemente a diferentes desafíos en cuanto a producción, sustentabilidad, cambios en el mercado, escalas de producción, entre otras. Por lo anterior la investigación en CICITEM como Centro Regional, para la innovación en procesos, así como para la obtención de nuevos productos a costos competitivos, contribuirá a mejorar las respuestas ante los desafíos que se presentan constantemente ya sea en la gran, mediana o pequeña minería.

**Propuesta Científica:** Investigación en nuevos procesos y productos para la generación de valor en la minería regional.

#### 1. Proyectos continuidad 2025-2028

##### a) Apoyo Científico a la Pequeña Minería Regional

**Enfoque científico y regional:** La pequeña minería regional se encuentra en un estado de desarrollo bajo, basada principalmente solo en la extracción y venta de minerales de cobre a los pocos poderes de compra establecidos en la Región, siendo la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) el principal poder de compra. A pesar del actual precio del cobre y los constantes apoyos gubernamentales a la pequeña minería no han existido innovaciones que permitan vencer brechas y avanzar hacia la generación de mayor valor. A través de la investigación de la línea de minería se busca proponer nuevos procesos de bajo costo, incorporar nuevas tecnologías que permitan la generación de mayor valor, a través de tratamientos sustentables de los minerales.

**Metodología aplicada:** Continuar con el apoyo analítico y técnico por parte de CICITEM y establecer un plan de investigación que permita avanzar a validaciones a nivel de laboratorio de procesos sustentables que permitan tratar minerales a bajo costo y agregar valor en la actividad de la pequeña minería.

**Impacto en la región:** A través del apoyo analítico y técnico para la optimización de procesos en pequeñas plantas de la región y el establecimiento de procesos innovadores que permitan agregar valor en la pequeña minería, se contribuirá al crecimiento de potenciales poderes de compra y nuevas plantas para la pequeña minería en las diversas comunas que hoy cuentan con recursos minerales para su explotación a baja escala.

##### b) Desarrollo De Nuevos Procesos Para La Recuperación De Elementos Estratégicos

**Enfoque científico y regional:** La región cuenta con un gran desarrollo minero y según las características de los minerales, el tratamiento de la mayoría de estos es a través de procesos de flotación, con lo que se generan millones de toneladas de residuos que son almacenados en relaves. Los relaves han pasado de ser residuos a convertirse en reservas de una gran variedad de metales básicos y preciosos de baja ley, que pueden ser tratados por procesos hidro y pirometalúrgicos, en tratamientos de que conforman la denominada Minería Secundaria. Estos nuevos procesos amigables con el medio ambiente podrán diversificar la producción hacia otros metales de interés comercial.

**Metodología aplicada:** Desarrollar procesos para reprocesamiento de los minerales contenidos en los relaves, los existentes son tratamientos complejos debido a que las tecnologías existentes son de alto costo e inviables económicamente. Por lo que se propone es la búsqueda de alternativas, para la recuperación de estos elementos de valor, mediante el uso de procesos (biológicos o químicos) de bajo costo de capital con una operación relativamente simple y con bajo impacto ambiental.

**Impacto en la región:** Estos nuevos procesos sostenibles podrán diversificar la producción de otros metales de interés comercial en la región, pudiendo significar nuevas oportunidades de negocio sustentables para la pequeña y mediana minería regional.

### **c) Aplicación De Hidrógeno Verde En Minería**

**Enfoque científico y regional:** La región de Antofagasta además de ser líder en la producción de cobre, también cuenta con una intensa radiación solar en el desierto de Atacama, que puede ser usada en la generación de energía renovable, por lo que la región tiene una ventaja comparativa para la producción de hidrógeno verde. El uso del hidrógeno verde puede tener diferentes aplicaciones además de generar energía, puede ser utilizado para producir derivados "verdes", tales como amoníaco, metanol, y otros reactivos químicos con amplio uso en la industria. Por otra parte, también puede ser usado directamente como un fuerte agente reductor de minerales que contengan metales. Este proceso reductor podría ser aplicado a minerales de Hierro, Plomo, Níquel, Cobalto y Cobre, concentrados de cobre y pasivos ambientales (relaves, escorias, entre otros), para producción de diversos polvos metálicos o para disminuir o eliminar elementos tóxicos.

**Metodología aplicada:** Se propone desarrollar procesos sostenibles para la obtención de diferentes polvos metálicos de alto valor económico para ser usados en pulvimetalurgia y además la producción de ciertos reactivos oxidantes (como peróxido de hidrógeno). Para esto se estudiarán los efectos de algunos parámetros como temperatura, tiempo, Flujo y tamaño de partícula en procesos de reducción de minerales que contengan elementos de valor. Se analizará la recuperación de los elementos de valor, los aspectos cinéticos y la formación de especies por medio de diversas técnicas incluyendo rayos X (DRX), ICP y micrografía SEM.

**Impacto en la región:** La producción de polvos metálicos introduce nuevos productos de gran valor en la minería regional y abre nuevos mercados para las empresas, junto con reducir la huella de carbono en el sector minero.

## **2. Hitos Tecnológicos y TRL Inicial y Final:**

**TRL Inicial y Final:** Los proyectos basales, **Desarrollo de nuevos procesos para la recuperación de elementos estratégicos y Aplicación de hidrógeno verde en minería**, alcanzarán un Nivel de Madurez Tecnológica (TRL) 3 al final de los tres años, lo que implica la validación experimental de un prototipo a nivel de laboratorio.

En el caso del proyecto **Apoyo científico y técnico a la pequeña minería**, El objetivo general del proyecto para el próximo período es lograr una mayor cobertura del apoyo científico tanto in situ como asesoramiento analítico impulsando la instalación de nuevas alternativas de procesamiento sustentable de minerales a escala de pequeña minería en la región.

### **Hitos Tecnológicos:**

- Nuevas tecnologías o adaptación de estas, para mayor generación de valor en los minerales de los pequeños mineros y apoyo en la caracterización del mineral que se envía a los poderes de compra de ENAMI.
- Desarrollo de un proceso de bajo costo y sustentable, para la obtención de un elemento de valor desde relaves mineros.
- Implementación de un proceso con H<sub>2</sub>V, para la obtención de polvos metálicos, producto de mayor valor en la minería y menor huella de carbono.

## **3. Publicaciones y Divulgación Científica:**

Se espera generar dos publicaciones en revistas indexadas en las áreas de elementos estratégicos y aplicaciones de hidrógeno verde en minería, respectivamente.

Participación en conferencias o talleres para la divulgación de resultados de los proyectos basales y postulados para compartir los avances de las investigaciones.

## **4. Formulación de proyectos**

Con los resultados obtenidos de los basales anteriores, se postulará a fondos concursables ANID, CORFO, FRPD, entre otros, que permitan seguir desarrollando nuevos procesos y valor agregado a los elementos contenidos en los minerales de la región.

### **Reactivos Ambientalmente Amigables para la Minería Regional:**

El objetivo de este proyecto es la identificación de los mecanismos a través de los cuales el reactivo Bioflotech, desarrollado por Cicitem, mejora la producción de

concentrados (otorgando mayor calidad y recuperación de cobre) en las diferentes etapas del proceso de flotación de minerales.

### Recuperación Sostenible de Tierras Raras en Relaves de Procesos de Flotación:

Los relaves han pasado de ser residuos a convertirse en reservas de una gran variedad de metales básicos y preciosos de baja ley, que pueden ser tratados por procesos hidro y pirometalúrgicos, pero el reprocesamiento de estos minerales contenidos en los relaves es complejo debido a que las tecnologías existentes son de alto costo y las hacen inviables. Es por ello que se propone como alternativa, el desarrollo de un proceso de menor costo, para la recuperación de tierras raras, con una operación relativamente simple y de bajo impacto ambiental.

## 5. Carta Gantt

Línea Minería	Año 1												Año 2												Año 3												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
<b>PROYECTO 1: APOYO CIENTÍFICO Y TÉCNICO A LA PEQUEÑA MINERÍA</b>																																					
Convenios de cooperación con pequeños mineros de la Región.																																					
Visitas a faenas o plantas de pequeños productores mineros.																																					
Análisis químicos y metalúrgicos a muestras de minerales																																					
<b>Hito Convenios e Informe técnico de las visitas técnicas y análisis químico más pruebas metalúrgicas</b>																																					
<b>PROYECTO 2: DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS</b>																																					
Pruebas alternativas de recuperación y/o concentración metales estratégicos																																					
Pruebas metalúrgicas para las diferentes operaciones unitarias del nuevo proceso																																					
Diseño del proceso de recuperación de metales estratégicos a nivel de laboratorio																																					
<b>Hito informe técnico del prototipo a nivel de laboratorio (TRL 3)</b>																																					
<b>PROYECTO 3: APLICACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE EN MINERÍA</b>																																					
Estudio bibliográfico para la aplicación de H2V en minería metálica y no metálica																																					
Pruebas metalúrgicas con la aplicación de H2V, para las diferentes etapas del nuevo proceso																																					
Diseño del proceso de con H2V a nivel de laboratorio.																																					
<b>Hito informe técnico del prototipo a nivel de laboratorio (TRL 3)</b>																																					
<b>Publicaciones Científicas</b>																																					
Taller/Seminario de difusión																																					
Postulación a financiamiento FRDP, ANID, CORFO																																					
Informes técnicos anual																																					

## MEDIO AMBIENTE

### Objetivo

La línea de medio ambiente seguirá enfocada en contribuir al mejoramiento y sostenibilidad de los indicadores ambientales de la región, para proteger la salud de la población y los ecosistemas. Uno de los grandes daños ocasionados al medio ambiente a nivel del suelo y aire, surge de la actividad de la industria minera, lo cual hace necesario desarrollar diferentes métodos de remediación, con el objetivo de minimizar la toxicidad, movilidad o concentración de los elementos contaminantes. Los estudios enfocados a la remediación y biorremediación son procesos largos que implican varias etapas de largo plazo, por lo que durante el próximo periodo se generará un estudio que combinará las tecnologías de fitorremediación y costras biológicas y con ello escalar los resultados obtenidos durante el periodo anterior de continuidad, con el fin de estabilizar los contaminantes presentes en los sitios contaminados.

Por otro lado, con la experiencia y tecnología adquirida durante el desarrollo del proyecto FIC- R "Estudio de la Contaminación Atmosférica Presente en el Establecimiento Educativo CEIA", la línea de investigación de medio ambiente, dará énfasis a realizar estudios y monitoreos de la calidad de aire con una mayor cobertura en la comuna de Antofagasta, con el fin de aportar a entregar en forma clara y precisa información en tiempo real del estado de la calidad de aire.

### 1. Proyectos continuidad 2025-2028

**Propuesta Científica:** Evaluación de Técnicas Biológicas y Químicas para la Recuperación de Suelos Contaminados y Monitoreo de la Calidad del Aire y su impacto en la comunidad.

**Importancia del Proyecto:** La región de Antofagasta, es uno de los principales centros mineros del país, especialmente conocida por su producción de cobre y otros minerales. Aunque esta actividad representa una fuente importante de ingresos económicos, también genera una serie de impactos ambientales significativos, especialmente en términos de contaminación del aire y degradación de los suelos. La minería en la región de Antofagasta tiene un impacto directo en la contaminación del aire y en la creación de sitios contaminados. La necesidad de remediar los suelos contaminados y monitorear la calidad del aire se vuelve esencial para mitigar los efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente. Solo a través de un enfoque integral y un manejo adecuado de los recursos naturales y la tecnología podremos reducir los impactos de la minería y promover un futuro más saludable para las comunidades de la región. El objetivo principal de esta línea, es contribuir al desarrollo sostenible y al mejoramiento de indicadores ambientales de la región de Antofagasta con el propósito de colaborar en la toma de decisiones de las políticas públicas medioambientales a nivel regional.

#### **a) Utilización de técnicas biológicas/químicas para la recuperación y estabilización de suelos contaminados.**

**Importancia del Proyecto:** La recuperación y estabilización de suelos contaminados usando técnicas biológicas y químicas es fundamental para restaurar ecosistemas, proteger la salud humana y asegurar el uso sostenible del suelo. Los beneficios del uso de estas tecnologías son; mayor efectividad en suelos con contaminantes mixtos, menor impacto ambiental, costos más controlados a largo plazo y mejora la calidad del suelo y permite su reuso. Estas herramientas no solo contribuyen a la remediación de sitios impactados por actividades humanas, sino que también abren oportunidades para la reconversión de terrenos degradados, apoyando el desarrollo de ciudades más sostenibles y resilientes.

**Enfoque científico y regional:** Uno de los principales impactos de la actividad industrial es la contaminación producida por la dispersión, derrame, traslado de sustancias peligrosas o metales pesados que, finalmente, se acumulan en los suelos de las instalaciones de empresas mineras o quedan abandonados. Es por esto que implementar tecnologías el método de remediación ha tomado un grado de mayor importancia, para mejorar dichas consecuencias, cuyas repercusiones llegan a ser desastrosas.

**Metodología aplicada:** Existen diversas tecnologías actualmente disponibles para la remediación de metales pesados en suelos contaminados, en términos de mecanismos, ventajas, inconvenientes, aplicabilidad y costos. Con la investigación desarrollada en el periodo de continuidad 2021-2024 y que avanzó a un TRL3, es que el objetivo de esta propuesta de investigación es combinar la tecnología de fitorremediación que permite aprovechar la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos y el uso de microorganismos capaces de formar costras biológicas por su capacidad de agregar las partículas del suelo podrían actuar como facilitadores para el establecimiento de plantas vasculares.

**Impacto en la región:** La combinación de técnicas para la estabilización de suelos contaminados permitirá dar una solución ambiental a la problemática que tiene la región debido al gran número de sitios y relaves contaminados, que están principalmente abandonados.

#### **b) Plataforma integral para la evaluación de la calidad del aire en la comuna de Antofagasta: Monitoreo, análisis de dispersión de contaminantes y aplicación de bioindicadores.**

**Importancia del Proyecto:** En zonas contaminadas por la actividad minera, los suelos pueden convertirse en una fuente secundaria de emisión de partículas y gases tóxicos al aire, sobre todo cuando están expuestos a la erosión eólica o a procesos de volatilización de compuestos químicos. Esto agrava los niveles de contaminación atmosférica y representa un riesgo para las personas que viven o trabajan cerca de estos sitios. Integrar el monitoreo ambiental, especialmente de la calidad del aire, es clave para garantizar resultados efectivos y sostenibles a largo plazo. El monitoreo de la calidad del aire se convierte en una herramienta

clave de gestión ambiental, garantizando que las acciones de recuperación de suelos no generen nuevos impactos.

**Enfoque científico y regional:** Antofagasta es una región cuya economía está vinculada a la minería, especialmente la del cobre. Es una zona de paso para la minería y el transporte de minerales. Dentro de las problemáticas ambientales que tiene esta actividad, está la contaminación del aire y del agua, afectando la calidad de vida y el entorno natural. La exposición a contaminantes atmosféricos causa efectos negativos en la salud de la población.

**Metodología aplicada:** El objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del aire mediante el desarrollo de una plataforma integral aplicando herramientas tecnológicas para el monitoreo e identificación de contaminantes y su efecto en bioindicadores para determinar las condiciones ambientales actuales en distintas comunas de la región. Para este estudio contamos con toda la capacidad técnico científica adquirida durante el proyecto FIC-R en el CEIA y financiado por el Gobierno regional, proyecto que fue evaluado y aprobado satisfactoriamente. Este estudio permitirá evaluar los niveles de contaminantes atmosféricos en diferentes puntos estratégicos. Aplicar un análisis de dispersión de contaminantes ambientales que permita predecir las áreas más afectadas en alguna comuna. Determinar el efecto de la contaminación del aire en el bioindicador (hortalizas, líquenes u hongos) mediante experimentos y análisis de muestras, para valorar su eficiencia y aplicabilidad como indicador en el área urbana. Identificar las áreas más impactadas para el cultivo de bioindicadores mediante la comparación de resultados del monitoreo y del modelo de dispersión de contaminantes. Actualizar la información del estado de la calidad de aire en las comunas de Antofagasta, que contribuya a la toma de decisiones de entidades gubernamentales para una mejor gestión ambiental.

**Impacto en la región:** El Monitoreo de Calidad de aire, basado en la información científica recopilada en los estudios realizados, resulta esencial para generar mayor conocimiento para evaluar y diagnosticar con evidencia empírica el estado y calidad del aire presente en la región, proporciona información crítica para seleccionar las mejores medidas de control y seguimiento, y poder proteger la salud y el medio ambiente.

## **2. Hitos Tecnológicos y TRL Inicial y Final:**

En relación al proyecto: **“Utilización de técnicas biológicas/químicas para la recuperación y estabilización de suelos contaminados”**. Este proyecto se encuentra en un estado de Nivel de desarrollo actual TRL3, y se espera que al finalizar este período su nivel de desarrollo alcance a un TRL5, lo que implica que los elementos básicos de la innovación son integrados de manera que la configuración final es similar a su aplicación final, es decir que está listo para ser usado en la simulación de un entorno real.

En cuanto al desarrollo del proyecto **“Plataforma integral para la evaluación de la calidad del aire en la comuna Antofagasta: Monitoreo, análisis de dispersión de contaminantes y análisis de bioindicadores”**, está enfocado en un Proyecto de

Bien Público, que se sustenta con las capacidades técnico científicas adquiridas del desarrollo del proyecto FIC-R CEIA. Esta iniciativa busca generar impactos positivos a nivel social, económico y ambiental, priorizando el beneficio colectivo por sobre los intereses individuales y su objetivo principal es mejorar la calidad de vida de las personas, reducir brechas y promover el desarrollo sostenible.

#### **Hitos Tecnológicos:**

- Adaptación de las tecnologías de remediación y relacionamiento con el medio en temas ambientales relacionados con los sitios contaminados de la región de Antofagasta.
- Evaluación de la Calidad de aire en la comuna de Antofagasta y vinculación con el medio en temas ambientales relacionados con la contaminación atmosférica.

### **3. Publicaciones y Divulgación Científica:**

Se espera al finalizar el periodo de continuidad tener al menos una publicación indexada de cada proyecto de investigación propuesto.

Divulgación mediante talleres de difusión de tecnologías de estabilización de sitios contaminados Gore, comunidad y municipalidades y talleres de difusión sobre la Evaluación de la calidad del aire en comunas de la Región de Antofagasta.

Participación en charlas o workshop nacionales e internacionales que permitan difundir los resultados y alcances de cada proyecto.

### **4. Formulación de proyectos**

Con los avances de los resultados obtenidos, se espera avanzar durante este periodo en la postulación a fondos concursables Anid, Corfo, FRPD, entre otros, que permitan avanzar en la solución de las problemáticas ambientales de la región.

#### **Remediación Integral de sitios contaminados: Aplicación de Estrategias Biológicas y Químicas.**

Este tipo de proyectos impulsa la investigación científica y la innovación en el uso de microorganismos, fitorremediación y costras biológicas, abriendo paso a soluciones más eficientes y específicas para distintos contaminantes. En base a lo anterior el objetivo de este proyecto es desarrollar un material estabilizador para suelos, que sea amigable con el medio ambiente y de bajo costo.

#### **Aplicación de nuevas tecnologías para evaluar en tiempo real la Calidad del aire en comunas de Antofagasta (Ejemplo; Baquedano, Mejillones, Taltal)**

El objetivo del proyecto es aplicar nuevas tecnologías para evaluar la calidad del aire con el fin de mejorar la monitorización, lo que permitirá una medición más

precisa de los contaminantes atmosféricos que puedan afectar a distintas comunas de Antofagasta.

## 5. Carta Gantt

LÍNEA DE MEDIO AMBIENTE	Año 1												Año 2												Año 3											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
<b>Proyecto: Utilización de técnicas biológicas/químicas para la recuperación y estabilización de suelos contaminados.</b>																																				
Actualización bibliográfico en temas de fitoremediación y costras biológicas según contaminante.																																				
Análisis de físico-químico y caracterización mineralógicas de los suelos tratados																																				
Evaluación del efecto de estabilización en la remediación de suelos contaminados prueba laboratorio.																																				
Diseño de la escalabilidad de pruebas con mayor volumen sitios contaminados																																				
<b>Postulación a financiamiento FRDP, ANID, CORFO</b>																																				
Selección del sitio a remediar e implementación de la prueba con mayor volumen																																				
Seguimiento y control pruebas pilotos																																				
Análisis de físico-químico y caracterización mineralógicas de los suelos tratados																																				
Evaluación del efecto de estabilización en la remediación de suelos contaminados.																																				
<b>Hito : Adaptación de las tecnologías de remediación y relacionamiento con el medio en temas ambientales relacionados con los sitios contaminados de la región de Antofagasta.</b>																																				
<b>Proyecto:Plataforma integral para la evaluación de la calidad del aire en comunas de la Región de Antofagasta: Monitoreo, análisis de dispersión de contaminantes y aplicación de bioindicadores.</b>																																				
Diseño de la instalación de las estaciones de monitoreo meteorológico y calidad de aire																																				
Definir los puntos de recolección de muestras de polvo.																																				
Instalación de estaciones de monitoreo meteorológico/calidad de aire, recolectores de material particulado y capacitación a la comunidad.																																				
Monitoreo meteorológico y de calidad de aire.																																				
Seguimiento meteorológico y de calidad de aire.																																				
Registro de los parámetros meteorológicos, gases y análisis de material particulado.																																				
Caracterización química e identificación de los compuestos contaminantes.																																				
<b>Postulación a financiamiento FRDP, ANID, CORFO</b>																																				
Análisis y evaluación de resultados obtenidos.																																				
Diagnóstico e identificación de las posibles fuentes de contaminación.																																				
<b>Hito: Evaluación de la Calidad de aire en la comuna de Antofagasta y vinculación con el medio en temas ambientales relacionados con la contaminación atmosférica.</b>																																				
<b>Taller/Seminario de difusión</b>																																				
<b>Informes técnicos trimestrales</b>																																				
<b>Informe final técnico</b>																																				

## **ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS**

A continuación se detallan las actividades generales permanentes que la Unidad de Administración y Finanzas realiza durante el año: (UAF)

- Ejecutar políticas, normas, procedimientos, manuales y programas, implementando el sistema de administración financiera.
- Dirigir la administración de los recursos humanos, materiales, financieros y los fondos institucionales.
- Gestionar y controlar los recursos presupuestarios.
- Formular el proyecto presupuestario institucional.
- Distribuir los recursos del centro.
- Registrar la ejecución presupuestaria institucional.
- Velar por la eficiente asignación y uso de los recursos.
- Satisfacer las necesidades de bienes, servicios e información a sus clientes.

### **Recursos Humanos:**

- Confección de contratos de trabajo, según incorporación de nuevo personal revisando la documentación de respaldo correspondiente y la preparación de la carpeta personal, física y digital.
- Elaboración de anexos de contratos de trabajo.
- Elaboración de liquidaciones de sueldos mensuales para cada trabajador, y su respectivo pago.
- Pago mensual de imposiciones previsionales.
- Tramitación de solicitudes de permisos y feriado legal de trabajadores.
- Administración de las prestaciones de seguridad social (legales y bienestar social) Caja de Compensación.
- Recepción y tramitación de licencias médicas.

### **Gestión Tributaria y Contable:**

- Organización y planificación contable de las distintas cuentas a utilizar en los proyectos.
- Registro y análisis de operaciones contables desarrolladas en el Centro.
- Clasificación de los documentos contables, según centros de costos.

- Cálculo y pago de Impuestos mensuales y anuales.
- Actualización de base de datos Sistema Softland (Contable).
- Conciliaciones bancarias de proyectos.
- Confección de facturas de venta.
- Confección de cheques y sus correspondientes depósitos bancarios.
- Trámites varios en el Servicio de Impuestos Internos.

#### **Control Financiero de Proyectos:**

- Control y seguimiento financiero de cada proyecto en ejecución.
- Contratación de pólizas de garantías y sus correspondientes endosos, cuando corresponda según proyecto.
- Apoyo en reasignación, reevaluación y reitemización de proyectos.
- Rendiciones financieras de proyectos.
- Respuesta a observaciones derivadas de las rendiciones financieras.

#### **Gestión de inventarios:**

- Actualización de activos fijos del Centro.
- Entrega y control de activos fijos a trabajadores.
- Control de equipos adquiridos, rotulación de activos para un mejor orden.
- Inventario interno de materiales de oficina y materiales de aseo.

#### **Gestión de Adquisiciones:**

- Solicitar cotizaciones, según solicitudes de compra recibidas, y la confección de su respectiva Orden de Compra, comprobando que cumplan con los requisitos según manual de procedimientos de cada proyecto.
- Revisión diaria de facturas recibidas, verificando que los productos o servicios contratados se hayan recibido correctamente y los valores correspondan, rechazando o aprobando la factura, para realizar el pago correspondiente.

- Comunicación con proveedores, para solicitar facturas pendientes de emisión.
- Seguimiento al pago de facturas de ventas emitidas.

#### **Tareas administrativas:**

- Realización de oficios y cartas, según solicitud.
- Pago de servicios básicos.
- Recepción de solicitudes de viáticos y su correspondiente gestión y pago.
- Respuesta a encuestas emanadas de Corfo, Instituto Nacional de Estadísticas, etc.
- Gestión de recepción y envío de correspondencia, según solicitud.

#### **Área Jurídica**

- Organización, revisión y actualización de documentación corporativa, tales como: Reglamento de Orden Higiene y Seguridad, actualización de las carpetas de los trabajadores del Centro, regulación de los contratos de trabajo de todos los colaboradores, proveedores entre otros ya sea debido al cambio de nuestros nuevos laboratorios al Sector Industrial La Negra como por necesidades institucionales del servicio, haciendo especial énfasis a los Estatutos Sociales de CICITEM.
- Suscripción de convenios con las Universidades para regular el trabajo conjunto así como la elaboración de finiquitos de relaciones contractuales, han sido las principales tareas para consolidar la total independencia del Centro; tanto con la Universidad Católica del Norte, como con la Universidad de Antofagasta. Conjuntamente a ello, se concreta el proceso de devolución de los equipos tecnológicos que, hasta enero del presente año se encontraban en dependencias de aquellas casas de estudios, y que actualmente nos encontramos en plena etapa de recuperación y traslado.
- Los nuevos lineamientos y metas de CICITEM para los próximos años, incluyen la elaboración de nuestras Políticas de Propiedad Intelectual, regulación de la adquisición de equipamiento mayor, así como también, un compilado de contratos marcos para trabajar con entidades públicas y privadas, centros similares al nuestro, universidades, así como también la formulación de contratos de prestación de servicios, confidencialidad, entre otros.
- El objetivo principal del área jurídico-legal es consolidar a CICITEM como una organización armónica: regulando la relación del Centro con los Investigadores, así como con todos los trabajadores; aportar y trabajar en conjunto con el equipo de Control y Gestión de Proyectos para mejorar y/u optimizar las iniciativas que se vayan a presentar, ajustándolas a derecho, elaborar y revisar cada uno de los convenios en los que CICITEM o cualquier

de sus colaboradores sea parte, así como también participar activamente en la protección de propiedad intelectual, en la oportunidad procesal y acorde a ley corresponda y formalizar el proceso de patentamiento.

## **Vinculación**

Para el próximo período se pretende profundizar en los lazos y colaboraciones con diferentes instituciones, mediante el trabajo colaborativo y complementario que permita el desarrollo de diferentes iniciativas en nuestras líneas de investigación.

### **Secretarías Regionales Ministeriales de Medio Ambiente, Minería y Energía:**

Durante el periodo 2025-2028, se fortalecerá la alianza generada con la SEREMI de Medio Ambiente para trabajar colaborativamente en temáticas relevantes y de interés para la región, los cuales nos permitirán dar soluciones a problemáticas ambientales de forma transversal, principalmente aquellas relacionadas con los ámbitos hídrico y pasivos ambientales que representan peligro para la salud o el entorno regional. Las líneas de Minería y Medioambiente, establecerán vínculos de cooperación con esta entidad en el marco de sus actividades basales y potenciales proyectos que se adjudiquen.

Las líneas de minería y de Medioambiente fortalecerán los lazos con la SEREMI de Minería, principalmente en lo que respecta al apoyo a pequeños mineros, remediación y alternativas de tratamiento de pasivos mineros de la Región.

La línea de Energía estará en constante coordinación con la SEREMI de Energía, con la cual se está trabajando en la conformación de la Comisión Regional de Hidrógeno.

### **Universidades Regionales, Nacionales e internacionales:**

Las iniciativas relacionadas con tecnologías de hidrógeno, derivados y captura de carbono en la línea de Energía se llevarán a cabo en colaboración con el Departamento de Química Inorgánica de la Universidad Católica del Norte, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María, el Instituto de Investigación Fraunhofer, así como los gremios H2 Antofagasta y H2 Chile.

La línea de minería continuará fortaleciendo lazos con las Universidades locales (UCN y UA) y otras a nivel nacional como la PUC, UTFSM, USS, U. de La Serena, U. Arturo Prat entre otras. Por otra parte, a nivel internacional se fortalecerá la cooperación con SINTEF, La U. Tecnológica de Noruega, U. Complutense de Madrid, U. de Freidberg Alemania, U. Tecnológica del Este de China, entre otras,

La línea de Medio Ambiente trabajará en conjunto con las universidades asociadas, Universidad Católica del Norte, Universidad de Antofagasta y Universidad Autónoma de Chile, Universidad de Tarapacá, entre otras, manteniendo el vínculo de cooperación científica en distintas problemáticas ambientales que puedan apuntar a la postulación a proyectos en conjunto. Por

otra parte, a nivel internacional se fortalecerá la cooperación con la Universidad de Barcelona y Universidad Autónoma de Barcelona.

Existe actualmente vinculación con Universidad Santo Tomás de Antofagasta e INACAP Calama y Antofagasta, con la finalidad de ayudar en la formación de profesionales con habilidades y competencias en lo referente al cuidado del medio ambiente.

### **Centro de Formación Técnica, Educación Básica y Media:**

Cicitem está generando los nexos con institutos y centros de formación técnica para realizar capacitaciones y asesorar potenciales modificaciones en sus mallas curriculares que incluyan temas relacionados con las áreas de recursos hídricos, minería, energía e hidrógeno verde y medioambiente dentro de sus objetivos de estudios. A nivel escolar, se realizarán visitas, talleres y charlas de difusión en colegios y liceos de la región, con el objetivo de sensibilizar y dar a conocer las actividades de las diferentes líneas de investigación del centro.

Actualmente se está trabajando en conjunto con Explora ANID, institución que se encarga principalmente en generar las condiciones y la logística asociada para que estudiantes de los colegios de la región, puedan visitar nuestro centro e instalaciones con el fin de que conozcan la cadena de valor de la investigación en temas regionales y esto genere motivación académica para que estudiantes se puedan desenvolver en el futuro en áreas tecnológicas y/o científicas.

### **Asociaciones Gremiales y Comunidades:**

Durante el próximo período Cicitem generará y profundizará la colaboración con las asociaciones de pescadores artesanales y asociación de industriales de la Región de Antofagasta. Se generará una vinculación activa con las comunidades indígenas del Alto El Loa y Atacama la Grande en lo que respecta a iniciativas relacionadas con recursos hídricos y medioambientales, con el fin de solucionar en conjunto los daños ambientales provocados, en gran parte, por la minería metálica y no metálica. En el ámbito de la investigación en Minería se continuará y profundizará el trabajo con las asociaciones mineras de Calama, Tocopilla, Taltal y Antofagasta para generar apoyo científico-técnico y alternativas de mayor desarrollo y eficiencia de sus actividades.

### **Organizaciones no gubernamentales (ONG's):**

Cicitem realizará gestiones para una fructífera colaboración con ONG's que se encuentren en la región, vinculadas directamente con temáticas de conservación al cuidado del medioambiente regional. Se contempla además desarrollar talleres y/o capacitaciones a miembros de las diferentes ONG's que se encuentren en la región, vinculadas directamente con temáticas abarcadas por las diferentes líneas de investigación de Cicitem.

### **Servicios Públicos y Empresas de Servicios Especializados:**

Durante el próximo período se espera establecer contacto y colaboración con el Servicio Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero, DIRECTEMAR (Armada de Chile), SHOA (Armada de Chile), la Dirección General de Aguas (DGA), para la ejecución de proyectos y la obtención de permisos sectoriales. También se contactarán empresas mineras que cuenten con derechos de agua explotados a través de pozos y con empresas con experiencia en tecnologías de Internet de las cosas (IOT, Internet of Things) para el monitoreo en tiempo real que permita facilitar la resolución de problemáticas hídricas en nuestro territorio. Con respecto al proyecto de la construcción de la planta piloto móvil para la generación de hidrógeno verde, se está trabajando en conjunto con la empresa de ingeniería Busso Group, la cual se ha comprometido en el soporte técnico para la potencial construcción y mantención de la planta. También se continuará con el vínculo generado con la empresa Recimat Ltda., una empresa líder en reciclaje que utiliza tecnología de punta y son conocedores certeros de la importancia del cuidado del medio ambiente.

## VI. PRESUPUESTO 2025 - 2028

El presente apartado expresa inicialmente la Identificación de la Transferencia Solicitada, la planilla del presupuesto general por el periodo solicitado (36 meses), un desglose en planillas anuales. Para finalmente tener una justificación de cada ítem presupuestario solicitado y perfil de cargo en el caso de recursos humanos.

### Identificación de la Transferencia:

**Nombre de la Institución:** CICITEM, Centro de Investigación Científico y Tecnológico para la Minería.

**Localización:** La transferencia se localizará en la Región de Antofagasta.

**Institución Responsable:** Gobierno Regional de Antofagasta, quien transfiere a CICITEM.

**Duración:** 36 meses (Agosto 2025 - Julio 2028)

**Imputación Presupuestaria:** Glosa 2.4 de la Ley de Presupuesto de los Gobiernos Regionales, Subtitulo 24, Ítem 01, Asignación 021, Transferencias corrientes al Sector Privado.

**Monto Transferencia: \$ 3.273.690.289 pesos.-**

Se deja explícito lo que indica la glosa 2.4 de la Ley de presupuesto de los Gobiernos Regionales, la cual expresa lo siguiente respecto a la transferencia que se debe realizar:

“Respecto a los recursos que se destinen a las corporaciones o fundaciones constituidas con la participación del Gobierno Regional respectivo, estos últimos deberán informar a la comisión mixta de presupuestos y a la Dirección de presupuestos, además de publicar en las páginas web de la corporación o fundación y del respectivo Gobierno Regional lo siguiente: “a más tardar al término del primer trimestre: nombre o razón social de la corporación o fundación, misión, objetivos estratégicos y productos, composición del directorio, organigrama, instituciones que participan de su financiamiento (Gobierno Regional u otras entidades públicas o privadas), vínculo de los objetivos de la corporación o fundación, con los objetivos del Gobierno Regional de Antofagasta, planificación anual (incluyendo los objetivos del período principales resultados esperados y actividades necesarias para alcanzarlos)”.

En forma trimestral, dentro 30 días siguientes al término de cada trimestre se deberá informar:

Nº de profesionales de la fundación o corporación, la remuneración asociada a estos y su perfil profesional, , concursos para la contratación de personal realizados

en el periodo, identificación de los perfiles de los cargos postulados y los resultados del concurso, recursos transferidos por el Gobierno Regional y ejecutados por la corporación o fundación en el periodo y acumulados en el año, indicadores de gestión de la corporación y fundación, que den cuenta del avance físico y financiero de las iniciativas que le han sido encomendadas y financiadas por el Gobierno Regional.

**PRESUPUESTO TOTAL (36 meses)**

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>TOTAL</b>
1.	RECURSOS HUMANOS	2.234.753.505
2.	GASTOS DE OPERACIÓN	993.498.000
3.	INVERSIÓN	6.100.000
4.	DIFUSIÓN	39.338.784
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>3.273.690.289</b>

## PRESUPUESTO TOTAL CON DESGLOSE POR ÍTEM (36 meses)

1	RECURSOS HUMANOS	Total Proyecto
1.1	Director Gerente	\$213.840.000
1.2	Asesor Jurídico	\$61.200.000
1.3	Auditor General Interno	\$90.000.000
1.4	Auditor Interno	\$72.000.000
1.5	Recepcionista -Secretario/a	\$26.667
1.6	Investigador 1 (Director Comité Científico)	\$183.103.200
1.7	Profesional de formulación de proyectos y Control Técnico de Investigación	\$97.156.800
1.8	Encargado de Vigilancia Tecnológica	\$73.333
1.9	Investigador 2	\$156.945.600
1.10	Investigador 3	\$156.945.600
1.11	Investigador 4	\$156.945.600
1.12	Asistente de Investigación 1.	\$55.800.000
1.13	Asistente de Investigación 2.	\$55.800.000
1.14	Asistente de Investigación 3.	\$75.600.000
1.15	Asistente de Investigación 4	\$73.333
1.16	Técnico Metalurgista	\$46.667
1.17	Jefe Laboratorios 1	\$89.856.000
1.18	Profesional Químico 1	\$78.472.800
1.19	Profesional Químico 2	\$56.667
1.20	Operario Técnico de Laboratorio	\$45.216.000
1.21	Tesista 1	\$6.840.000
1.22	Tesista 2	\$6.840.000
1.23	Tesista 3	\$6.840.000
1.24	Jefe(a) administracion y finanzas	\$110.235.600
1.25	Profesional Administracion y Finanzas 1	\$57.600.000
1.26	Profesional Administracion y Finanzas 2	\$57.600.000
1.27	Profesional Administracion y Finanzas 3	\$57.600.000
1.28	Encargado de Servicios Generales, logistica e informatica	\$74.486.520
1.29	Conductor	\$46.710.000
1.30	Auxiliar de Servicio	\$26.980.452
1.31	Auxiliar de Aseo Laboratorios	\$28.026.000
1.32	Periodista	\$86.667
1.33	Audiovisualista	\$73.333
1.34	Profesional de Colaboración Internacional	\$76.667
1.35	Jefe Comunicación, Promoción y Gestion de Cartera	\$86.400.000
1.36	Profesional Comunicación, Promoción y Gestion de Cartera	\$79.200.000
	<b>Subtotal 1</b>	<b>\$2.234.753.505</b>

2.	<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>Total Proyecto</b>
2.1	Provisión de vacaciones y términos de relación laboral	\$100.000.000
2.2	Movilización, Pasajes y Viáticos	\$21.600.000
2.3	Participación en seminarios, charlas y encuentros de líneas de investigación	\$7.200.000
2.4	Arriendo de recintos y oficinas	\$216.000.000
2.5	Consumo y suministro de Electricidad	\$20.880.000
2.6	Elementos de Protección Personal (EPP)	\$10.800.000
2.7	Telefonía e internet	\$10.800.000
2.8	Servicios de Correspondencia	\$1.800.000
2.9	Consumo y suministro de Agua	\$25.200.000
2.10	Mantenimiento y reparaciones menores de Edificio o recinto	\$14.400.000
2.11	Mantenimiento, permiso circulación, Soap Vehículos	\$36.000.000
2.12	Material Fungible	\$72.000.000
2.13	Materiales de Aseo	\$7.200.000
2.14	Gastos y Comisiones Bancarias	\$1.080.000
2.15	Gastos Notariales	\$3.600.000
2.16	Asesoría de Prevención de Riesgos	\$25.200.000
2.17	Combustible	\$67.824.000
2.18	Mantenimiento de Equipos de Laboratorio	\$54.000.000
2.19	Análisis Laboratorios externos	\$10.800.000
2.20	Servicio de Seguridad	\$144.000.000
2.21	Insumos Químicos y Reactivos	\$36.000.000
2.22	Insumos de Gases Laboratorios	\$64.800.000
2.23	Seguro "Asiento de Pasajero y Chofer"	\$6.012.000
2.25	Estacionamiento Furgón	\$12.600.000
2.26	Exámenes Preventivos y Preocupacionales	\$7.200.000
2.27	Movilización y colación Estudiantes en práctica	\$2.790.000
2.28	Retiro de residuos industriales	\$7.200.000
2.29	Mantenimiento de puntos eléctricos y de redes	\$1.512.000
2.30	Servicio de plataforma calidad de aire	\$5.000.000
	<b>Subtotal 2</b>	<b>\$993.498.000</b>

3.	<b>INVERSIÓN</b>	<b>Total Proyecto</b>
3.1	Equipos Computacionales	\$5.100.000
3.2	Impresoras	\$1.000.000
	<b>Subtotal 3</b>	<b>\$6.100.000</b>

4.	<b>DIFUSIÓN</b>	<b>Total Proyecto</b>
4.1	Servicios Informáticos	\$16.723.784
4.2	Imprenta	\$2.175.000
4.3	Publicaciones en Prensa y Redes Sociales	\$2.900.000
4.4	Publicaciones científicas	\$17.540.000
	<b>Subtotal 4</b>	<b>\$39.338.784</b>

	<b>Total Período</b>	<b>\$3.273.690.289</b>
--	----------------------	------------------------

## **RECURSOS HUMANOS**

A continuación, se detallan cada uno de los perfiles de los cargos en el ítem de recursos humanos, sin embargo, cabe destacar que en esta solicitud sólo se ha aumentado en un cargo en comparación al proyecto de financiamiento anterior y que dice relación con aumentar la dotación con una persona más para las labores de aseo de laboratorios.

### **Dirección, Asesoría Jurídica y Auditoría**

#### **Dirección Ejecutiva**

**1) Gerente Director: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior.** El perfil está definido como, Profesional y/o experto en gerencia, con conocimientos en las normativas del Banco Integrado de Proyectos del MDS, del Sistema Nacional de Inversiones y de Fondos Públicos o Privados para el desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Deseable, conocimientos en desarrollo estratégico y planificación regional, amplia experiencia en el sector público. Experiencia demostrable de al menos 5 años en cargos directivos ejecutivos o relacionados a la gestión de instituciones, iniciativas u organizaciones ligadas al ámbito de ciencia y/o tecnología. Experiencia de al menos 5 años en formulación, gestión, seguimiento y control de proyectos de naturaleza concursable, de financiamiento público, privado, nacionales y/o internacionales. Las funciones corresponderán a El/la gerente del centro de estudios regionales será el representante legal y coordinador institucional del mismo, y le corresponderá dirigir e implementar como primera tarea, los lineamientos estratégicos definidos por el directorio; El/la gerente deberá prever y situarse en las altas expectativas que el gobierno regional y el directorio han considerado en la creación de éste centro, y por tanto, debe responder con altos estándares respecto de todos los requerimientos científicos de la región; El/la gerente, y en relación a la temática científica regional, deberá coordinarse adecuadamente con las universidades y/o centros de estudios e investigación, sin perjuicio de ello, deberá auscultar permanentemente toda la información científica mundial que diga relación con temáticas de incumbencia regional, y actuar en consecuencia si lo considera necesario; Su misión es en definitiva, posicionar a la región de Antofagasta y al desierto de atacama en la cima de la investigación científica aplicada a los bienes y potencialidades que alberga y además, dar cuenta adecuada de las deficiencias en que hemos incurrido en nuestra trayectoria histórica; Sin perjuicio de lo anterior, velará también por la óptima.

#### **Asesor Jurídico**

**2) Abogado: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá realizar las asesorías legales pertinentes en las áreas, proyectos o departamentos, que el gerente director determine. Deberá asesorar inicialmente en el establecimiento de procedimientos, reglamentos y/o normativas internas del centro, en las áreas de recursos humanos, financieras y de gestión, así como también en las materias relativas a propiedad intelectual y protección del conocimiento. Representará al centro en eventuales

juicios que se presenten. Se reportará directamente con el Director Gerente y cuando la situación lo amerite se reportará directamente con el directorio.

**Requisitos Laborales:** Profesional titulado, con al menos 5 años de experiencia en el ejercicio de la profesión. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro cuando le sean requeridas. **Responsabilidades:** Es un cargo de asesoría de línea a la gerencia, sin trabajadores

### **Contraloría Interna**

**3) Auditor General Interno: Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá liderar las auditorías financiero-técnicas pertinentes en las áreas, proyectos o departamentos, que el directorio y/o el gerente director determinen, eligiendo para ello la metodología más pertinente velando por el cumplimiento de los altos estándares de probidad y resguardo de los recursos públicos y privados que el centro administra. Deberá emitir informes de las auditorías realizadas y proponer acciones preventivas y correctivas. Se reportará directamente con el Director Gerente y cuando la situación lo amerite se reportará directamente con el directorio. **Requisitos Laborales:** Profesional titulado y/o experto en auditorías financiero contables y técnicas, con al menos 5 años de experiencia laboral. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias. **Responsabilidades:** Es un cargo de asesoría de línea a la gerencia, con trabajadores a cargo y único responsable de la calidad técnica de las auditorías que se realicen. **Competencias Requeridas:** Capacidad de trabajo bajo presión, habilidad para analizar procedimientos y proponer medidas correctivas, altos estándares de probidad y ética en la gestión pública del centro. Capacidad de actuar de modo honesto, leal e intachable, respetando las políticas institucionales, resguardando y privilegiando la generación de valor público, que implica la habilidad para orientar a otros hacia el cumplimiento de estándares éticos.

**4) Auditor Interno. Nuevo cargo. Resumen del puesto:** Le corresponderá realizar las auditorías financiero-técnicas pertinentes en las áreas, proyectos o departamentos, que el Auditor General Interno le indique, considerando para ello la metodología más pertinente velando por el cumplimiento de los altos estándares de probidad y resguardo de los recursos públicos y privados que el centro administra. Deberá emitir informes de las auditorías realizadas y proponer acciones preventivas y correctivas. Se reportará directamente con el Auditor General Interno. **Requisitos Laborales:** Profesional titulado y/o experto en auditorías financiero contables y técnicas, con al menos 2 años de experiencia laboral. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias. **Responsabilidades:** Es un cargo de asesoría, sin trabajadores a cargo, y responsable de la calidad técnica de las auditorías que realice. **Competencias Requeridas:** Capacidad de trabajo bajo presión, habilidad para analizar procedimientos y proponer medidas correctivas, altos estándares de probidad y ética en la gestión pública del centro. Capacidad de actuar de modo honesto, leal e intachable, respetando las políticas institucionales, resguardando y privilegiando la generación de valor público, que

implica la habilidad para orientar a otros hacia el cumplimiento de estándares éticos.

**5) Recepcionista – Secretario/a: Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá la asistencia de la gerencia del Centro, preparando, tramitando y controlando la documentación generada y recibida, para ello deberá confeccionar cartas, escritos, informes y documentos en general. Así mismo deberá llevar el control de la agenda del Gerente. Se reportará directamente con el Director Gerente. **Requisitos Laborales:** técnico con o sin experiencia laboral. Manejo Office nivel intermedio. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro cuando le sean requeridas. **Responsabilidades:** será responsable directo del control documental interno y externo de centro, coordinación de acciones derivadas de la gerencia. **Competencias Requeridas:** Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación de actividades, habilidades comunicacionales y de trato con las personas.

#### **Departamento de Investigación y Desarrollo:**

**6) Director/a Científico/a: Este cargo es nuevo. Resumen del puesto:** Le corresponderá dirigir el equipo de investigación, liderando el desarrollo de los estudios en términos técnicos y de control de gestión, coordinando directamente la búsqueda de información y su análisis para el cumplimiento de los requisitos establecidos por el directorio. Le corresponderá liderar el proceso de selección de la metodología más apropiada de acuerdo a cada línea de investigación y las características del proyecto. Se reportará directamente con el Director Gerente. **Requisitos Laborales:** Profesional con grado de doctor/a y con al menos 10 años de experiencia laboral en investigación, desarrollo e innovación, con conocimientos de las normativas del Banco Integrado de Proyectos del MDS, del Sistema Nacional de Inversiones y de Fondos Públicos o Privados para el desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro. **Responsabilidades** será responsable directo de la dirección del departamento de investigación e innovación, asumiendo su liderazgo, conducción y productividad. **Competencias Requeridas:** Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación de equipos multidisciplinarios, excelente manejo de relaciones interpersonales, demostrable habilidad para el desarrollo de negocios, habilidad para visualizar oportunidades de negocios para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**7) Profesional Formador de Proyectos y Control de Técnico de Investigación: Este cargo es una fusión de dos que fueron aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** **Resumen del puesto:** Le corresponderá, junto a los investigadores de

línea, diseñar, postular, implementar y evaluar las iniciativas y/o proyectos a ejecutar por parte del centro, dentro del marco estratégico que establezca el directorio. Una vez aprobado los proyectos, deberá realizar la labor seguimiento y control técnico, velando por el cumplimiento de los objetivos, plazos, indicadores, rendiciones e impactos, participará en las comisiones ad-doc que se constituyan para la formulación de proyectos. Adicionalmente, de deberá realizar actividades de extensión tales como charlas, conferencias o exposiciones permanentemente a los distintos Stakeholders del centro en las materias objeto de sus investigaciones, adecuando para ello el nivel de profundidad y lenguaje según el público objetivo. Colaborar con los otros departamentos para lograr convenios de colaboración con otras instituciones del ecosistema de innovación, emprendimiento e investigación, representar al centro en las distintas mesas de trabajo y comisiones en las que el centro participe. Se reportarán directamente con el Director Científico y Director Gerente. **Requisitos Laborales:** titulado de carrera afín a la formulación, desarrollo y control de proyectos, en las áreas de investigación que tiene el centro, con al menos 5 años de experiencia en I+D. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias que el centro determine. **Responsabilidades:** colaborar en la formulación y seguimiento de los proyectos que el centro postule, velar por el buen resguardo de los equipos y equipamiento a cargo, llevar adelante actividades de extensión científica y relacionamiento con el medio, representar al centro en aquellas mesas de trabajo, comisiones o equipos técnicos, en los que el centro participe. **Competencias Requeridas:** prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad. Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación en equipos multidisciplinarios, habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**8) Encargado de Vigilancia Tecnológica y Transferencia de Investigación y Tecnología. Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior: Resumen del puesto:** Le corresponderá realizar la labor permanente de detectar, analizar, estudiar, prever y proyectar los desarrollos internacionales en materia tecnológica atinentes a la Región de Antofagasta y en especial, a las líneas de investigación que determine el directorio. Colaborar con los otros departamentos para lograr convenios de colaboración con otras instituciones del ecosistema internacional de innovación, emprendimiento e investigación, representar al centro en las distintas mesas de trabajo y comisiones en las que el centro participe. Será un actor clave en el diseño, postulación, implementación y evaluación de las iniciativas y/o proyectos a ejecutar por parte del centro, toda vez que deberá tener actualizado el desarrollo de tecnologías y de metodologías que puedan ser pertinentes con las investigaciones del centro. Realizar actividades de extensión tales como charlas, conferencias o exposiciones permanentemente a los distintos Stakeholders del centro en las materias objeto de sus investigaciones, adecuando para ello el nivel de profundidad y lenguaje según el público objetivo. Realizar la labor de inter-relación con Universidades Regionales, Centros de

Formación Técnica, Institutos Profesionales y Liceos Técnico – Profesionales, con el fin de realizar acciones para la transferencia de conocimientos de nuestras investigaciones, aportar en la formación de capital humano avanzado en y para la región, incidir en los desafíos regionales en materia de formación técnica, detectar los requerimientos de la industria regional. Colaborar con los otros departamentos para lograr convenios de colaboración con otras instituciones del ecosistema de innovación, emprendimiento e investigación, representar al centro en las distintas mesas de trabajo y comisiones en las que se participe. Será un actor clave en transferir los resultados de nuestras investigaciones hacia el ecosistema educativo regional. Realizar actividades de extensión tales como charlas, conferencias o exposiciones permanentemente a los distintos Stakeholders del centro en las materias objeto de las investigaciones, adecuando para ello el nivel de profundidad y lenguaje según el público objetivo. Se reportará directamente con el Director de Estudios y Director Gerente **Requisitos Laborales:** profesional titulado de alguna carrera profesional de al menos 8 semestres académicos, impartida por una universidad reconocida por el Estado.. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias que el centro determine, tales como laboratorios propios o de instituciones asociadas o co-ejecutoras. **Responsabilidades:** mantener actualizados a todos los trabajadores del centro, en los desarrollos tecnológicos mundiales pertinentes a las líneas de investigación del centro. Participar de la elaboración de todos los proyectos postulados por el centro, velar por el buen resguardo de los equipos y equipamiento a cargo, llevar adelante actividades de extensión científica y relacionamiento con el medio, representar al centro en aquellas mesas de trabajo, comisiones o equipos técnicos, en los que el centro participe. **Competencias Requeridas:** prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad. Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación en equipos multidisciplinarios, habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**9) Investigadores/as: Estos cargos no tienen modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Les corresponderá diseñar, postular, implementar y evaluar las iniciativas y/o proyectos a ejecutar por parte del centro, dentro del marco estratégico que establezca el directorio, desarrollando al menos una línea de investigación permanente. Realizar actividades de extensión tales como charlas, conferencias o exposiciones permanentemente a los distintos Stakeholders del centro en las materias objeto de sus investigaciones, adecuando para ello el nivel de profundidad y lenguaje según el público objetivo. Colaborar con los otros departamentos para lograr convenios de colaboración con otras instituciones del ecosistema de innovación, emprendimiento e investigación, representar al centro en las distintas mesas de trabajo y comisiones en las que el

centro participe, establecer una relación cercana con las organizaciones funcionales y territoriales de la región para facilitar el acercamiento de la ciencia a la sociedad civil. Realizar publicaciones científicas, solicitudes de patentamiento, dirección de tesis pre y post grado, supervisar prácticas profesionales y actividades de transferencia tecnológicas con la industria regional. Se reportarán directamente con el Director Científico y Director Gerente. **Requisitos Laborales:** titulado en grado de doctor o en proceso de obtención del título de doctor, en las áreas de investigación que tiene el centro, con al menos 3 años de experiencia en I+D. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias que el centro determine, tales como laboratorios propios o de instituciones asociadas o co-ejecutoras. **Responsabilidades:** dirigir el/los proyectos que el centro se adjudique, velar por el buen resguardo de los equipos y equipamiento a cargo, llevar adelante actividades de extensión científica y relacionamiento con el medio, representar al centro en aquellas mesas de trabajo, comisiones o equipos técnicos, en los que el centro participe. **Competencias Requeridas:** prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad. Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación en equipos multidisciplinarios, habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**10) Asistentes de Investigación: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Les corresponderá implementar las iniciativas y/o proyectos a ejecutar por parte del centro, dentro del marco estratégico que establezca el directorio, desarrollando al menos una línea de investigación permanente. Manejo de diversas técnicas analíticas y de equipamiento científico del Centro, velar por el resguardo de los equipos de laboratorio a su cargo. Apoyar las actividades de extensión que realizarán los investigadores, tales como charlas, conferencias o exposiciones permanentemente a los distintos Stakeholders del centro en las materias objeto de sus investigaciones. Colaborar con los otros departamentos para lograr convenios de colaboración con otras instituciones del ecosistema de innovación, emprendimiento e investigación, representar al centro en las distintas mesas de trabajo y comisiones en las que el centro participe. Se reportarán directamente con el investigador de línea y el Director de Científico. **Requisitos Laborales:** titulado en nivel de pregrado con experiencia en las áreas de investigación que tiene el centro, con al menos 1 año de experiencia en I+D. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias que el centro determine, tales como laboratorios propios o de instituciones asociadas o co-ejecutoras. **Responsabilidades:** ejecutar las actividades diarias de las líneas de investigación, análisis de datos, toma de muestras, observación científica y todas las acciones relevantes necesarias para el buen desarrollo de la investigación a cargo. Participar de la elaboración de postulaciones a proyectos y velar por el buen resguardo de los equipos y equipamiento a cargo. **Competencias Requeridas:**

prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad. Capacidad de trabajo en equipo, coordinación en equipos multidisciplinarios, habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas.

**11) Técnico Metalurgista: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Cumplir con los programas de seguridad en su área de responsabilidad. Le corresponde efectuar pruebas metalúrgicas a nivel de laboratorio o piloto y la entrega de resultados de manera eficiente, eficaz y de calidad para proyectos de investigación y/o servicio, aportar en el desarrollo y ejecución de estos. Sus principales deberes serán: La ejecución de métodos a utilizar en pruebas metalúrgicas, recibir y/u obtener muestras para trabajo en investigación y/o servicios, realizar análisis de muestras para investigación y/o servicios, la elaboración de resultados de pruebas metalúrgicas a nivel de laboratorio o piloto, resguardar que los equipos y espacios de trabajo se encuentren en condiciones óptimas para trabajar. Colaborar en la supervisión y revisión de análisis hechos por alumnos en práctica. **Requisitos Laborales:** Técnico metalurgista, o similar. Más de 2 años de experiencia en cargos similares. **Responsabilidades:** Responsable por el correcto funcionamiento de equipos de laboratorio y de pilotajes metalúrgicos (controles de calidad, mantenciones y reparaciones). Realización de controles y procedimientos en condiciones requeridas. Entrega de resultados y progresos a su jefatura. Asegurar el buen uso de los EPP, ropa de trabajo y del cumplimiento de los estándares de seguridad. **Competencias Requeridas:** Trabajo en equipo, Capacidad de organización de tareas y procedimientos. Conocimiento de procedimientos básicos en laboratorio metalúrgico. Agilidad en la realización de procedimientos y controles metalúrgicos.

**12) Jefe/a de Laboratorio. Este cargo es nuevo. Resumen del puesto.** Supervisar, ejecutar y coordinar las funciones de los laboratorios Físico-Químico, Metalúrgico, Microbiológico. **Responsabilidades:** Apoyar las áreas de investigación del centro, tanto en el desarrollo analítico, manejo de equipos, salidas a terreno, asistencia técnica, investigación y extensión. Además, debe participar en las reuniones de investigación con la gerencia e investigadores del centro con la finalidad de asegurar el normal desarrollo de las actividades realizadas en cada laboratorio, supervisar el uso y/o, manejo correcto de reactivos químicos y colaborar en el desarrollo y ejecución de proyectos. **Requisitos Laborales:** Licenciado en química, analista químico, ingeniero químico o ingeniero en metalurgia. **Requisitos Laborales:** experiencia en gestión de laboratorios, conocimiento en análisis físico químico, metalurgia, manejo de equipos e instrumental de los laboratorios, control del inventario de laboratorio, comprensión de procedimientos analíticos, puesta en marcha y ejecución de ensayos de laboratorio. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro. **Competencias Requeridas:**

Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación de equipos multidisciplinarios, excelente manejo de relaciones interpersonales,

**13) Profesional Químico: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá realizar la labor de profesional que desarrolla actividades de preparación y análisis de muestras, de informes, de análisis de resultados obtenidos y de colaborar en todo lo necesario para el desarrollo de los proyecto que el centro ejecute, velando por el cumplimiento de los objetivos, plazos, indicadores, rendiciones e impactos, participará en las comisiones ad-doc que se constituyan para la formulación de proyectos. Deberá mantener informado al director/a del proyecto del estado de avance de la ejecución. Colaborar con los otros departamentos para lograr convenios de colaboración con otras instituciones del ecosistema de innovación, emprendimiento e investigación, representar al centro en las distintas mesas de trabajo y comisiones en las que se participe. Se reportará directamente con el Jefe/a de Laboratorio y al Director Científico. **Requisitos Laborales:** profesional con al menos 3 años de experiencia laboral, con conocimientos en la operación de laboratorios físico-químicos, metalúrgicos o microbiológicos. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las dependencias centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias que el centro determine, tales como laboratorios propios o de instituciones asociadas o co-ejecutoras. **Responsabilidades:** asegurar el fiel cumplimiento de lo comprometido en la formulación de los proyectos, en cuanto a objetivos, impactos, resultados, hitos relevantes y todas aquellas variables que dicen relación con el éxito y visibilización del proyecto. Velar por el buen resguardo de los equipos y equipamiento a cargo, representar al centro en aquellas mesas de trabajo, comisiones o equipos técnicos, en los que el centro participe. **Competencias Requeridas:** prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad, trabajo en equipo, coordinación en equipos multidisciplinarios, habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**14) Operario – Técnico de Laboratorio: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Cumplir con los programas de seguridad en su área de responsabilidad. Operar equipos a cargo e informar oportunamente las fallas operacionales de éstos o problemas que puedan surgir durante el desempeño de sus funciones. Le corresponderá la ejecución de labores relacionadas con la operación de procedimientos en análisis químicos, pruebas metalúrgicas y químicas. Apoyo logístico a las labores del Centro, traslado de equipos, muestras e implementos necesarios para la realización de actividades del Centro. **Requisitos Laborales:** Egresado de enseñanza técnica, técnica superior, o similar. **Responsabilidades:** Cuidar los equipos y herramientas del cual dispone para el desempeño de sus funciones. Asegurar el buen uso de los EPP, ropa de trabajo y del cumplimiento de los estándares de seguridad. **Competencias Requeridas:** Agilidad, eficiencia y responsabilidad en la ejecución de las tareas asignadas.

**15) Tesistas: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Estudiantes de pregrado y/o postgrado de carreras asociadas a las actividades de investigación, desarrollo y servicios del Centro. A ellos les corresponderá el desarrollo de temas de tesis considerando el método científico y la realización de estudios o pruebas con el equipamiento e infraestructura que les preste el Centro bajo la supervisión de un investigador. **Requisitos:** Egresados o estudiantes de carreras de nivel superior, con los requisitos exigidos por parte de su casa de estudios para iniciar su tesis. Contar con seguro escolar. **Responsabilidades:** Ejecutar las labores indicadas para el cumplimiento de los objetivos de su tesis. Reportar resultados a su investigador guía en el Centro. Asegurar el buen uso de los EPP, ropa de trabajo y del cumplimiento de los estándares de seguridad. **Competencias Requeridas:** Trabajo en equipo. Poseer conocimientos que le permitan la gestión de recursos requeridos para la realización de su tesis.

#### **Departamento de Administración y Finanzas:**

**16) Jefe/a de Administración y Finanzas: Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá desarrollar todas las actividades contables y tributarias que el Centro requiera. Además diseñar, implementar y evaluar permanentemente un plan de administración de los recursos financieros, humanos, físicos, de equipos y equipamiento del centro, elaborar manuales de procedimientos para la adquisición y compra de insumos y activos, manuales de procedimientos en las materias atinentes a trabajadores, llevar un exhaustivo control presupuestario de cada uno de los proyectos del centro, dirigir el equipo del departamento de administración y finanzas, mantener actualizado el activo fijo y velar por su resguardo y mantención. Se reportará directamente con el Director Gerente. **Requisitos Laborales:** Profesional titulado del área de finanzas, contador auditor, Ingeniería en Control de Gestión, Ingeniería Comercial, Administración o similar con al menos 5 años de experiencia laboral, con conocimientos en el sistema de compras públicas y normativas de la administración pública. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro. **Responsabilidades:** Es un cargo de jefatura y será responsable directo de la dirección del departamento administración y finanzas, asumiendo su liderazgo, conducción y productividad. **Competencias Requeridas:** Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación de equipos multidisciplinarios, demostrable habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas en administración, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, desarrollo y comercialización, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**17) Profesional de Administración y Finanzas: Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá

implementar el plan de administración de los recursos financieros, humanos, físicos, de equipos y equipamiento del centro, velar por la correcta aplicación de los manuales de procedimientos para la adquisición y compra de insumos y activos, asistir al Jefe de Administración y Finanzas en el control presupuestario de cada uno de los proyectos del centro, mantener actualizado el activo fijo y velar por su resguardo y mantención. Se reportará directamente con el Jefe/a de Administración y Finanzas. **Requisitos Laborales:** profesional en el área de las áreas de administración y finanzas, con al menos 2 años de experiencia laboral, con conocimientos en el sistema de compras públicas y normativas de la administración pública. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro. **Responsabilidades:** ejecutar las tareas encomendadas por su jefatura directa bajo los estándares establecidos en el centro, teniendo especial énfasis en el control presupuestario de cada uno de los proyectos que el centro ejecute, sean estos de carácter público o privado. **Competencias Requeridas:** prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad.

### **Departamento de Servicios**

**18) Encargado de Servicios Generales, logística e Informática: Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior.** Resumen del puesto: le corresponderá coordinar el uso de las dependencias científicas y administrativas, gestionar la flota de vehículos del Centro, verificar el correcto funcionamiento de los laboratorios, sistemas informáticos y oficinas, coordinando la compra de bienes y servicios necesarios para su operación. Además le corresponde coordinar y supervisar el orden, higiene y seguridad de las dependencias, coordinar el transporte de los trabajadores y las campañas de terreno y cualquier gestión relacionadas con la logística que requiera el Centro. **Requisitos Laborales:** estar en posesión de licencia clase B y tener una aceptable "hoja de vida del conductor". **Competencias Requeridas:** capacidad de trabajo en equipo, salud compatible con el cargo, buenas relaciones interpersonales y capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas.

**19) Conductor: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá realizar las labores de Chofer del Centro, realizando el traslado de trabajadores, de entrega y traslados de insumos, de correspondencias y resultados de pruebas, como así mismo, colaborar en las tareas que le sean asignadas por la jefatura con ocasión de sus niveles de experiencia. **Requisitos Laborales:** estar en posesión de licencia clase A y tener una aceptable "hoja de vida del conductor". **Competencias Requeridas:** capacidad de trabajo en equipo, salud compatible con el cargo, buenas relaciones interpersonales y capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas.

**20) Auxiliar de Servicio: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderán las labores de limpieza del centro y de estafeta, estableciendo para ello una planificación semanal de

aseo. Se reportará directamente al área de Servicios Generales, logística e Informática del Centro. **Requisitos Laborales:** experiencia en labores similares. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro cuando le sean requeridas. **Responsabilidades:** será responsable de la mantención y limpieza de las oficinas y áreas comunes.

**21) Auxiliar de Aseo de Laboratorios: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderán las labores de limpieza de los laboratorios del centro, estableciendo para ello una planificación semanal de aseo. Se reportará directamente al área de Servicios Generales, logística e Informática del Centro. **Requisitos Laborales:** experiencia en labores similares. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro cuando le sean requeridas. **Responsabilidades:** será responsable de la mantención y limpieza de todos los laboratorios.

### **Comunicaciones, Promoción y Gestión de Cartera**

**22) Periodista: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá diseñar, implementar y evaluar permanentemente un plan de comunicaciones centro, elaborar comunicados de prensa, coordinar entrevistas a las vocerías que el centro determine, establecer una relación cercana con los medios de comunicación y desarrollar las labores de community manager del centro. Se reportará directamente con el profesional de vinculación y con el Director Gerente. **Requisitos Laborales:** Profesional titulado del área de las comunicaciones, periodista, con al menos 3 años de experiencia laboral, con redes en los medios de comunicación regional. Poseer conocimientos en desarrollo estratégico, gestión comunicacional y redes sociales. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro y/o de terreno. **Responsabilidades:** será responsable directo de las comunicaciones del centro asumiendo su liderazgo, conducción y productividad. **Competencias Requeridas:** Capacidad de redacción, trabajo en equipo, demostrable habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar hechos noticiosos ventajosos para el centro, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de relacionamiento con los medios de comunicación.

**23) Audiovisualista: Este cargo no tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá grabar, editar, implementar y evaluar permanentemente un plan de apoyo audiovisual a las distintas áreas del centro (sobre todo las de relaciones con clientes externos) para establecer un mejor relacionamiento con los públicos objetivos del centro, desarrollar piezas audiovisuales que apoyen el plan de divulgación científica que implementará el Depto. de Investigación. Dar respuesta a los requerimientos de animación que mejoren la exposición técnica de nuestros investigadores y tener creado y mantenido el canal de YouTube que centro tendrá en su portafolio de

difusión. **Requisitos Laborales:** Profesional o técnico del área de las ciencias audiovisuales, con al menos 5 años de experiencia laboral, con conocimientos en software de edición y manejo de plataformas de redes sociales. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro. **Responsabilidades:** será el responsable directo y único de las piezas gráficas y audiovisuales que el centro difunda en sus plataformas de divulgación científica. **Competencias Requeridas:** Capacidad de liderazgo, trabajo en equipo, coordinación de equipos multidisciplinarios, demostrable habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**24) Profesional de Colaboración Internacional:** **Resumen del puesto:** Le corresponderá realizar el diseño, planificación, gestión y ejecución de convenios internacionales de colaboración con Universidades, Institutos y Centros de Investigación y desarrollo tecnológicos Internacionales, que ejecuten acciones en concordancia con las líneas de investigación que actualmente tiene el centro, y todas aquellas nuevas colaboraciones que sean necesarias para la correcta ejecución de políticas públicas en materias de I+D desde la Estrategia Regional de Innovación y la Estrategia Regional de Desarrollo. **Requisitos Laborales:** profesional con al menos 5 años de experiencia laboral, con manejo avanzado de idiomas (deseable Inglés, Francés e Italiano). **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las dependencias centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias que el centro determine, tales como laboratorios propios o de instituciones asociadas o co-ejecutoras. **Competencias Requeridas:** prolijidad en cada una de las tareas asignadas, manteniendo altos estándares éticos y de probidad, trabajo en equipo, coordinación en equipos multidisciplinarios, habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades para el centro y generar convenios de cooperación para la investigación, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de negociación y comunicación efectiva.

**25) Jefe de Comunicación, Promoción y Gestión de Cartera.** Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. **Resumen del puesto:** Le corresponderá diseñar, implementar y evaluar permanentemente un plan de comunicaciones del centro, elaborar comunicados de prensa, coordinar entrevistas a las vocerías que el centro determine, establecer una relación cercana con los medios de comunicación y desarrollar las labores de community manager del centro. Además, deberá visitar distintas empresas, regionales y nacionales, para difundir el quehacer del Centro y detectar oportunidades de investigación y prestaciones de servicios. Se reportará directamente con el Director Científico y con el Director Gerente. **Requisitos Laborales:** Profesional titulado del área de las

comunicaciones como periodista, relacionador público o similar, con al menos 3 años de experiencia laboral, con redes en los medios de comunicación regional. Poseer conocimientos en desarrollo estratégico, gestión comunicacional y redes sociales. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro y/o de terreno. **Responsabilidades:** será responsable directo de las comunicaciones y relaciones comerciales del centro asumiendo su liderazgo, conducción y productividad. **Competencias Requeridas:** Capacidad de redacción, trabajo en equipo, demostrable habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades negocios para el centro y generar hechos noticiosos ventajosos para el centro, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de relacionamiento con los medios de comunicación.

**26) Profesional de Comunicación, Promoción y Gestión de Cartera. Este cargo tiene modificaciones a lo aprobado en el proyecto anterior. Resumen del puesto:** Le corresponderá ejecutar el plan de comunicaciones del centro, elaborar comunicados de prensa, coordinar entrevistas a las vocerías que el centro determine, establecer una relación cercana con los medios de comunicación y desarrollar las labores de community manager del centro. Además, deberá visitar distintas empresas, regionales y nacionales, para difundir el quehacer del Centro y detectar oportunidades de investigación y prestaciones de servicios. Se reportará directamente con el Jefe de Comunicación, Promoción y Gestión de Cartera. **Requisitos Laborales:** Profesional titulado del área de las comunicaciones como periodista, relacionador público o similar, con al menos 3 años de experiencia laboral, con redes en los medios de comunicación regional. Poseer conocimientos en desarrollo estratégico, gestión comunicacional y redes sociales. **Localización Funcional y Física:** Se ubicará en las oficinas centrales del Centro, sin perjuicio de que pueda realizar las funciones en otras dependencias del centro y/o de terreno. **Responsabilidades:** será responsable de realizar comunicaciones y relaciones comerciales del centro. **Competencias Requeridas:** Capacidad de redacción, trabajo en equipo, demostrable habilidad para el desarrollo de iniciativas innovadoras y proactivas, habilidad para visualizar oportunidades de negocios para el centro y generar hechos noticiosos ventajosos para el centro, capacidad para prevenir y superar obstáculos que puedan interferir en el logro de los objetivos del Centro, estableciendo medidas preventivas y correctivas, capacidad de relacionamiento con los medios de comunicación.

## **GASTOS DE OPERACIÓN:**

**Provisión de Vacaciones y Términos de relación Laboral:** Se solicita aumentar este ítem considerando la disminución del número de trabajadores del Centro. A algunos de ellos se les debe pagar años de servicios y feriados legales pendientes.

**Movilización, Pasajes y Viáticos:** este ítem es para los conceptos de movilización, pasajes y viáticos a utilizar en las distintas actividades que el centro desarrollará en la región, en el país y de ser necesario en el extranjero, considerando dentro de los conceptos de movilización, el arriendo de vehículos, cuando económicamente implique ahorro de costos, toda vez que los viajes muchas veces son realizados por más de una persona, o bien, el costo del servicio de taxi sea más elevado que el costo de arriendo de un vehículo por día, incluyendo los conceptos de pago de peaje, combustible y estacionamientos del vehículo alquilado.

**Participación en Seminarios, Charlas y Encuentros de Líneas de Investigación:** En la calendarización anual de actividades científicas que se desarrollan en Chile y en el extranjero, existen diversas actividades que potencian el desarrollo de nuestras investigaciones, toda vez que se actualizan los distintos desarrollos científicos y tecnológicos, por lo este ítem involucra los costos de participación de nuestros profesionales en dichas actividades, incluye a los investigadores, profesionales y técnicos de las diferentes áreas y departamentos con las que cuenta el centro.

**Arriendo Oficinas:** Este ítem corresponde a los costos de arriendo de las dependencias que requiere el centro para su continuidad operacional técnica y/o administrativa, albergando en ellas las capacidades analíticas y de capital humano.

**Consumo Eléctrico:** corresponde a los consumos de electricidad de las actuales dependencias que utiliza el centro.

**Elementos de Protección Personal:** este ítem corresponde a los elementos de protección personal, tales como, cascos de seguridad, zapatos de seguridad, ropa antiácido, antiparras, chalecos geólogos, primera capa, ropa con protección UV, pantalones cargo con especificidad técnica, que permitan resguardar la seguridad de los trabajadores del centro.

Se considera dentro de estos costos, los elementos de protección de primeros auxilios, tales como spray antiácido para ojos, soluciones antiácidas por contacto, gasas, insumos médicos de primeros auxilios, los que se dispondrán en los respectivos botiquines, junto con accesorios de vehículo que son necesarios para la protección de las personas.

Por último, se consideran los accesorios de prevención de enfermedades profesionales por posturas propias de las labores, tales como soportes de mano y pies para computación, muñequeras anti-tendinitis, lentes de filtro azul, protección facial, soporte lumbar, aspersores de ojos y cuerpo (mitigación de quemaduras) entre otros.

**Teléfono e Internet:** corresponde a los consumos básicos de internet dedicado, digital y/o satelital; y consumo telefónico fijo, móvil, digital y/o satelital.

**Servicio de Correspondencia:** ítem destinado a cubrir los gastos de envíos de correspondencia, servicios de traslado de mercancías y/o encomiendas.

**Consumo y suministro de Agua:** corresponde a los consumos básicos de agua potable para las dependencias. Considerando que en el sector industrial La Negra, no existe el servicio de agua por parte de la sanitaria, es que se considera en este ítem la compra de agua embotellada o en bidones para consumo humano, puesto que el agua dispuesta en los estanques solo es apta para los servicios (lavado de manos, inodoros y lavado) y no para consumo humano.

**Mantenimiento y reparaciones menores de Edificio o recinto:** ítem presupuestario destinado a cubrir los gastos de mantención de las dependencias actuales, tales como reparación, reacondicionamiento, pintura, mantención de sistemas de aguas, alcantarillado, eléctrico, reparación de puertas, ventanas, paredes, chapas y copia de llaves, pintura, soldadura, recambio de partes, entre otros, gastos que involucran mantener operativas las dependencias.

**Mantenimiento, Permiso de Circulación y Seguro de Vehículos:** corresponde a gastos fijos a financiar por concepto de permisos de circulación de vehículos, seguro obligatorio SOAP, revisión técnica, rotulado gráfico de identificación del vehículo, mantenciones programadas y reparaciones por uso y desgaste, considerando repuestos y accesorios fijos o adheribles que mejoren la condición de seguridad del vehículo. Así mismo, se consideran los costos de deducibles a pagar en el caso de siniestros involucrados en los seguros contratadas.

**Material Fungible:** corresponde a los gastos de materiales de oficina y laboratorios, entendiéndose por fungibles todos aquellos elementos que tienen corta duración en su utilización o bien son de consumo permanente, tales como papel, tintas, artículos de oficina, pilas y baterías alcalinas de distinto tamaño, pilas recargables con cargador, materiales de vidrio, tela o papel para laboratorio, que son uso necesario e intensivo para la realización de los distintos análisis.

**Materiales de Aseo:** corresponde a materiales de aseo para mantener las oficinas administrativas y los distintos laboratorios.

**Gastos y Comisiones Bancarias:** corresponde a gastos y comisiones bancarias de las cuentas corrientes que mantiene el centro, tanto para la administración del financiamiento de continuidad operativa, como para administrar los recursos de los distintos proyectos que ejecuta el centro.

**Gastos Notariales:** corresponde a los gastos en trámites notariales, pago de trámites ante servicios públicos o privados para la emisión de certificados y documentos legales necesarios para la gestión del centro.

**Asesoría en Prevención de Riesgos:** corresponde a los servicios de asesoría en prevención de riesgos, puesto que algunas de las labores realizadas por los

trabajadores implican un potencial riesgo para la salud y la seguridad. Otro elemento necesario en esta materia es dar cumplimiento a los aspectos legales en la materia, tales como el "derecho a saber", establecer los manuales de procedimientos para el uso de ciertos equipos, el manejo de sustancias peligrosas, entre otros. Sin embargo, la carga actual no justifica el contar con un prevencionista de riesgos en la planta de trabajadores a tiempo completo, sino como una asesoría permanente, a requerimiento y por productos, no como un trabajador a jornada completa.

**Combustible:** corresponde a los gastos por concepto de combustible y reactivos de combustión (AddBlue) de los vehículos, combustible utilizado en equipos y/o equipamiento del centro, tales como grupo electrógenos, motores móviles de tomas de muestras, equipos cuya fuente de energía es con combustible tradicional (petróleo, gasolina o kerosene).

**Mantenimiento de Equipos de Laboratorios:** los equipos de laboratorios con los que cuenta actualmente el centro y los que se van adquiriendo en los distintos proyectos adjudicados, nos generan gastos para realizar las mantenciones predictivas y correctivas de dicho equipamiento especializado, incluyendo los costos de herramientas, utensilios y accesorios, necesarios para la mantención permanente de los equipos.

**Análisis Químicos Laboratorios Externos:** en la actualidad el centro cuenta con equipamiento de laboratorios, sin embargo, en algunos casos se requiere que ciertos análisis sean realizados por laboratorios especializados y/o certificados como Entidad Técnica Fiscalizadora Ambiental (ETFA), certificación que acredita dichos resultados de análisis ante el Servicio de Evaluación Ambiental. Cabe destacar que esta certificación se realizará una vez que tengamos infraestructura propia, ya que involucra aspectos con los cuales hoy no contamos.

**Asesorías Técnicas Especializadas:** el objetivo de esta partida presupuestaria es contratar las especialidades necesarias para el desarrollo de proyectos del centro, tales como especialistas eléctricos, de arquitectura, estadísticos, de modelación, mecánica, de gestión de pertenencias mineras, entre otros, es decir, todas aquellas especialidades con las que el centro no cuente en su operatividad normal. Es contar con las especialidades profesionales de acuerdo con requerimientos que son ocasionales y por objetivos.

Es contar con las especialidades profesionales de acuerdo con requerimientos que son ocasionales y por objetivos. Un claro ejemplo, será el desarrollo de la prefactibilidad de laboratorios y dependencias para el centro, de manera tal, que se pueda próximamente postular a diseño y ejecución.

**Servicio de Seguridad:** corresponde a los servicios de resguardo y seguridad de nuestras dependencias y equipos, en aquellas horas en la que los trabajadores no se encuentran en funciones, esto es, horario nocturno y fines de semana.

**Insumos Químicos y Reactivos:** corresponde a los gastos en reactivos, elementos químicos e insumos químicos necesarios para las operaciones de los equipos y laboratorios.

**Insumo de Gases de Laboratorios:** corresponde a los gastos de gases industriales necesarios para la operación de equipos de laboratorios, tales como, Argón, Nitrógeno, Oxígeno, Acetileno, Óxido Nitroso, Hidrógeno, Dióxido de Carbono y licuado.

**Seguro “asiento pasajero y chofer”:** para el traslado de trabajadores desde la ciudad hacia el sector industrial, ubicado a 20 kilómetros de distancia, el centro adquirió un minibús con capacidad para 18 ocupantes. Según la normativa vigente se debe contar con un seguro de asiento y de chofer para desarrollar esta actividad. Cabe destacar que en la evaluación de costos es más conveniente realizar este servicio de manera interna que externalizar el servicio.

**Estacionamiento Minibús y Camionetas:** el minibús y camionetas, durante la noche y fines de semanas, deben quedar resguardados en la ciudad, de manera tal, que a la mañana siguiente el chofer pueda iniciar el traslado de los funcionarios desde la ciudad, por lo que este ítem está destinado a cubrir los gastos por el servicio de estacionamiento.

**Estacionamiento Vehículos Institucionales:** los vehículos del centro durante la noche deben quedar resguardados en la ciudad, de manera tal, que a la mañana siguiente el trabajador respectivo pueda iniciar el traslado de los funcionarios desde la ciudad, por lo que este ítem está destinado a cubrir los gastos por el servicio de estacionamiento de los vehículos del centro, en la ciudad de Antofagasta.

**Exámenes Preventivos y Preocupacionales:** con la operación de nuestros laboratorios y los compromisos adquiridos en el marco de este financiamiento basal, se requerirá la presencia de algunos de nuestros trabajadores en lugares con condiciones climáticas extremas, tales como, humedales andinos y alturas geográficas, por lo que se hace necesario, realizar exámenes de salud preventivos para la participación de estas actividades. Este ítem está destinado a financiar los gastos por concepto de exámenes de altura y de condiciones físicas para realizar ciertas actividades laborales.

**Movilización y Colación Estudiantes en Práctica:** como una manera de asegurar la vinculación con instituciones de educación superior y técnico profesional, tales como universidades regionales, centros de formación técnica, institutos profesionales y liceos técnicos, es que se hace necesario considerar los espacios de práctica profesional en las áreas en las que Cicitem tiene expertis. Sin embargo, para llevar adelante esta acción, se hace necesario contar con los recursos pertinentes para el cumplimiento de la ley y normativa vigente, que obliga a quien recibe a estudiantes en práctica a financiar los costos de movilización y alimentación mientras dure el tiempo de práctica. Por ello que este ítem es para disponer de las provisiones presupuestarias que nos permitan financiar al menos 4 espacios de prácticas permanentemente.

**Retiro de Residuos Industriales:** este ítem está para contratar los servicios de retiro, transporte y eliminación de residuos sólidos y/o líquidos que se genera por la actividad propia del Centro, pero que no son factible de descartar a través del retiro domiciliario.

**Manejo de Residuos Industriales y de Laboratorio:** las operaciones normales de los laboratorios generan residuos que son considerados peligrosos, contaminantes y/o explosivos, por lo que requieren de un manejo especializado para su disposición final, el que realizan empresas habilitadas para tal efecto, por ello que este ítem involucra los costos asociados a el retiro, tratamiento, traslado, manejo y disposición final de residuos generados en nuestros laboratorios.

**Mantenición de Puntos Eléctricos y de Redes:** ítem presupuestario destinado a cubrir los gastos de mantención y reparación de los puntos eléctricos y de redes en las dependencias de CICITEM.

**Servicio de Plataforma Calidad de Aire:** ítem destinado a contratar un sistema de monitoreo de la calidad de aire a través de la medición del material particulado, gases y condiciones meteorológicas en tiempo real.

### **GASTOS DE INVERSIÓN:**

**Equipos Computacionales y Software:** ítem para adquirir equipos computacionales con sus respectivos softwares de funcionamiento, accesorios, partes, piezas, repuestos y hardware, tales como, teclados, mouse, cargadores, cables (usb, usbc, rgb, adaptadores), focos, cámaras, parlantes, cpu, soportes, entre otros accesorios, con la finalidad de disponer de elementos de trabajo para los trabajadores técnicos y profesionales que se desempeñan en el centro, así como también para la adquisición de licencias de programas y partes que aseguren la operación y reparación del equipo.

**Impresoras** ítem para adquirir impresoras y sus respectivos elementos de conexión a la red de la institución que son imprescindibles para la formalización de convenios, desarrollo del trabajo diario, respaldos de laboratorios entre otros

3.	INVERSIÓN	Total Proyecto
3.1	Equipos Computacionales	\$5.100.000
3.2	Impresoras	\$1.000.000
	<b>Subtotal 3</b>	<b>\$6.100.000</b>

## **GASTOS DE DIFUSIÓN:**

**Servicios Informáticos** corresponde a servicios de diseño, soporte y mantención de página web, diseño e implementación de programas internos para la gestión, reparación y mantención de equipos, asistencia y capacitación informática, diseño de plataformas, desarrollo de programación computacional, entre otros.

**Imprenta:** corresponde a la impresión de documentos de difusión científica, material gráfico técnico de las distintas líneas de investigación y material de trabajo científico en las distintas actividades que se desarrollarán en el período.

**Publicaciones en Prensa y Redes Sociales:** en la actualidad la difusión de las actividades del centro ha ido derivando en soportes digitales que requieren de lo denominado "campañas de pago", en la cual se puede tener control sobre la cantidad de vistas de las publicaciones y la interacción que tiene la persona con los mensajes que se envían. Considera, además, los costos para la difusión en televisión, radio, prensa escrita y digital, plataformas virtuales y redes sociales, de las actividades y estudios que realiza Cicitem.

**Publicaciones Científicas:** El trabajo de CICITEM como Centro científico regional se basa la búsqueda constante de nuevos conocimientos que tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región. En este sentido la comunicación del conocimiento generado y sus aplicaciones, a través de la publicación de artículos científicos constituye un importante medio indicador para el posicionamiento y visualización internacional de instituciones dedicadas a la ciencia. La validación de trabajo científico puesto en un paper, se basa en una intensa revisión crítica por pares científicos antes de ser aceptados para publicación. En la actualidad, los papers son el medio más efectivo para compartir, comunicar y generar redes de cooperación a través de la comunicación de los avances que se generan a partir de la aplicación del método científico. Tanto el número de publicaciones, así como el impacto de estas (tipo de revista, número de citas, originalidad, alcance internacional, entre otros) constituyen indicadores relevantes cuando las instituciones compiten por fondos ante diferentes entidades o agencias de financiamiento para el desarrollo de proyectos. Este ítem es para cubrir los pagos de los fees de publicaciones de carácter técnico (Short reports, papers, reviews, book chapters, entre otros) que cobran diversos Journals, libros o revistas científicas de divulgación internacional, incluidas en las principales bases de datos mundiales para la búsqueda de información científica.

## VII. INDICADORES DE GESTIÓN 2025 – 2028

A continuación se listan y describen los indicadores de gestión por línea de investigación para el período 2025-2028

### Línea Energía

ACTIVIDAD FINANCIAMIENTO BASAL	Nivel de desarrollo actual	INDICADOR	MÉTRICA	Nivel de desarrollo Final/Aporte Regional
Desarrollo de catalizadores para producción de e-fuel	Nivel de desarrollo TRL 2	Elección de catalizadores con potencial	Número de catalizadores priorizados	<p><b>* Nivel de desarrollo:</b> Al final esta etapa debería ser TRL 3.</p> <p><b>* Aporte regional:</b> La integración de hidrógeno verde, combustibles sintéticos y captura de carbono permitirá reducir significativamente las emisiones, generar nuevas oportunidades económicas y promover la transición hacia una economía sostenible.</p>
		Síntesis de catalizadores	Número de catalizadores sintetizados	
		Pruebas en reactores a escala laboratorio	Resultados de eficiencia de producción de e-fuel	
Optimización en la síntesis de derivados del hidrógeno	Nivel de desarrollo TRL 2	Elección de derivados de interés, priorización desde el punto de vista tecno-económico.	Numero de derivados priorizados	<p><b>* Nivel de desarrollo:</b> Al final esta etapa debería ser TRL 3.</p> <p><b>Aporte regional:</b> La producción de derivados del hidrógeno no solo ayudará a reducir la huella de carbono en el sector minero y portuario, sino que también creará oportunidades para la exportación de productos carbono-neutral limpios a nivel internacional.</p>
		Pruebas de síntesis en reactores de alta presión	Número de pruebas realizadas	
		Cálculo de eficiencia de producción.	Obtención de eficiencia en función de la producción teórica	
		Análisis tecno-económico	Informe análisis tecno-económico	
Implementación de tecnologías de captura de CO2	Nivel de desarrollo TRL 1	Elección de sistemas de captura con potencial tecnológico	Numero de tecnologías priorizados	<p><b>* Nivel de desarrollo:</b> Al final esta etapa debería ser TRL 3.</p> <p><b>* Aporte regional:</b> La industria minera y energética de Antofagasta es una de las principales emisoras de CO2 en Chile. La implementación de tecnologías de captura de carbono (CCS) y su posterior utilización (CCU) en la síntesis de productos industriales puede transformar estas emisiones en insumos útiles para la economía regional.</p>
		Pruebas de tecnologías de adsorción o conversión de CO2	Número de pruebas realizadas mediante BET	
		Análisis tecno-económico.	Informe análisis tecno-económico	

## Línea Minería

ACTIVIDAD FINANCIAMIENTO BASAL	Nivel de desarrollo actual	INDICADOR	MÉTRICA	Nivel de desarrollo Final/Aporte Regional
APOYO CIENTÍFICO Y TECNICO A LA PEQUEÑA MINERÍA	Se han realizado más de de 200 análisis químicos a pequeños mineros de Taltal, Calama, Antofagasta, visitas a a pequeños mineros de la región y firmado convenios de apoyo con las asociaciones de pequeños mineros	Convenios con asociaciones de pequeños mineros de la Región.	2 convenios de cooperación con pequeños mineros	El apoyo analítico y técnico genera mayor seguridad a pequeños mineros y contribuye a agregar valor en la pequeña minería y al crecimiento de potenciales poderes de compra y pequeñas plantas para lograr un reactivación de la pequeña minería en la región.
		Visitas a faenas o plantas de pequeños productores mineros.	2 visita semestral	
		Análisis químicos y metalúrgicos a muestras de minerales de los pequeños productores de la Región.	100 análisis químico ó 10 pruebas metalúrgicas	
DESARROLLO DE NUEVOS PROCESOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS	Pruebas de concentración y lixiviación para Tierras raras a nivel de laboratorio (TRL 2)	Pruebas de Alternativas de recuperación y/o concentración metales estratégicos	un Informe técnico anual de pruebas realizadas	<b>Nivel de desarrollo:</b> Al final esta etapa debería ser TRL 3. <b>Aporte Regional:</b> Estos nuevos procesos sostenibles podrán diversificar la producción de otros metales de interés comercial en la región, pudiendo significar nuevas oportunidades de negocio para la pequeña y la mediana minería regional.
		Pruebas metalúrgicas para las diferentes etapas del nuevo proceso	Un Informe técnico anual de pruebas realizadas	
		Diseño del proceso de recuperación de metales estratégicos a nivel de laboratorio.	Un Informe final del diseño del proceso para la recuperación de un elemento estratégico de interes	
APLICACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE EN MINERÍA	Recopilación de bibliográfica inicial (TRL 1)	Estudio bibliográfico para la aplicación de H2V en minería metálica y no metálica	Un informe de la recopilación bibliográfica	<b>Nivel de desarrollo:</b> Al final esta etapa debería ser TRL 3. <b>Aporte Regional:</b> La generación de un nuevo proceso y la introducción de nuevos productos de gran valor en la minería regional, abre nuevos mercados para las empresas, junto con reducir la huella de carbono en el sector minero.
		Pruebas metalúrgicas para las diferentes etapas del nuevo proceso con H2V	Un informe técnico anual de pruebas realizadas	
		Diseño del proceso de conH2Va nivel de laboratorio.	Un Informe final del diseño del proceso para la el nuevo proceso con H2V	

## Línea Medio Ambiente

ACTIVIDAD FINANCIAMIENTO BASAL	Nivel de desarrollo actual	INDICADOR	MÉTRICA	Nivel de desarrollo Final/Aporte Regional
Utilización de técnicas biológicas/químicas para la recuperación y estabilización de suelos contaminados.	*Nivel de desarrollo: TRL 3	Prueba piloto para estabilizar sitios contaminados mezclando ambas tecnologías.	Número de pruebas realizadas con las tecnologías implementadas (al menos 2)	* <b>Nivel de desarrollo:</b> Al final esta etapa debería ser TRL 5. * <b>Aporte regional:</b> La combinación de técnicas para la estabilización de suelos contaminados permitirá dar una solución ambiental a la problemática que tiene la región debido al gran número de sitios y relaves contaminados, que están principalmente abandonados.
		Proyectos formulados y postulados Anid -CORFO	Número de proyectos formulados y postulados (al menos 1 al año)	
		Taller de difusión tecnologías de estabilización de sitios contaminados Gore, comunidad y municipalidades.	Numero de talleres o seminarios realizados (Al menos 3 al año).	
Plataforma integral para la evaluación de la calidad del aire en comunas de la Región de Antofagasta: Monitoreo, análisis de dispersión de contaminantes y análisis de bioindicadores.	El desarrollo de este proyecto se sustenta con las capacidades técnico científicas adquiridas del desarrollo del proyecto FIC-R CEIA. Es un <b>Proyecto de Bien Público</b>	Evaluación de calidad de aire en las comuna de Taltal, Baquedano, entre otras.	Informe técnico evaluación calidad de aire.	* <b>Nivel de desarrollo:</b> Proyecto de Bien Público. * <b>Aporte regional:</b> El Monitoreo de Calidad de aire, basado en la información científica recopilada en los estudios realizados, resulta esencial para generar mayor conocimiento para evaluar y diagnosticar con evidencia empírica el estado y calidad del aire presente en la región, proporcionaría información crítica para seleccionar las mejores medidas de control y seguimiento, y poder proteger la salud y el medio ambiente.
		Determinación del efecto de la contaminación del aire en el bioindicador.	Número de pruebas realizadas en bioindicadores (al menos 2)	
		Proyectos formulados y postulados Anid -CORFO	Número de proyectos formulados y postulados (al menos 1 al año)	
		Taller de difusión sobre la Evaluación de la calidad del aire en comunas de la Región de Antofagasta.	Número de talleres o seminarios realizados (Al menos 3 al año)	