

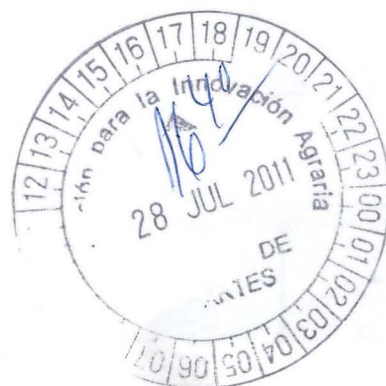


## CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN 2010/2011

### FORMULARIO DE POSTULACIÓN DE PROYECTOS A NIVEL DE PROPUESTA COMPLETA

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| <b>OFICINA DE PARTES - FIA</b> |             |
| <b>RECEPCIONADO</b>            |             |
| Fecha                          | 28 JUL 2011 |
| Hora                           | 16:40       |
| Nº Ingreso                     | 3068        |

JULIO 2011



## TABLA DE CONTENIDOS

|    |                                                           |    |
|----|-----------------------------------------------------------|----|
| 1. | LISTA DE CHEQUEO .....                                    | 3  |
| 2. | RESUMEN DEL PROYECTO .....                                | 4  |
| 3. | ANTECEDENTES SOBRE LOS POSTULANTES.....                   | 8  |
| 4. | CONFIGURACION TECNICA DEL PROYECTO .....                  | 18 |
| 5. | ORGANIZACIÓN .....                                        | 49 |
| 6. | ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN .....                      | 53 |
| 7. | ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN Y/O TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA..... | 54 |
| 8. | COSTOS DEL PROYECTO.....                                  | 56 |
| 9. | ANEXOS.....                                               | 61 |

**1. LISTA DE CHEQUEO**

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| La propuesta debe ser presentada en el "Formulario de postulación" en tres copias y archivo digital (CD) | Si |
| Ficha identificación ejecutor                                                                            | Si |
| Ficha identificación asociados                                                                           | Si |
| Ficha identificación coordinador y equipo técnico                                                        | Si |
| Carta compromiso aportes entidad responsable y agentes asociados                                         | Si |
| Carta compromiso de cada integrante del Equipo Técnico                                                   | Si |
| Currículo Vital de los integrantes del Equipo Técnico                                                    | Si |
| Ficha de antecedentes legales del postulante                                                             | Si |
| Antecedentes comerciales                                                                                 | Si |
| Archivo Excel                                                                                            | Si |

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

### 2.1. Nombre del proyecto

Desalinización de aguas salobres mediante electrodiálisis y energía solar fotovoltaica para uso agrícola en la localidad de Quillagua, Antofagasta.

### 2.2. Subsector y rubro de impacto del proyecto de acuerdo a CIIU-Clasificador de actividades económicas para Chile (Anexo 9.1), y especie principal (si aplica).

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| Código CIIU         | 0112                    |
| Subsector           | Hortalizas Y Tubérculos |
| Rubro               | Hortalizas De Frutos,   |
| Especie (si aplica) | Tomates, ajo, maíz      |

### 2.3. Identificación del ejecutor (Anexo 9.2)

|                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| Nombre                    | Universidad Católica del Norte |
| Giro                      | Educación                      |
| Rut                       |                                |
| Representante Legal       | Misael Camus                   |
| Firma Representante Legal |                                |

### 2.4. Identificación del o los asociados (Anexo 9.3).

|                           |                                                 |
|---------------------------|-------------------------------------------------|
| Asociado 1                |                                                 |
| Nombre                    | Asociación Gremial de Agricultores de Quillagua |
| Giro                      | (Pendiente)                                     |
| Rut                       |                                                 |
| Representante Legal       | Víctor Palape                                   |
| Firma Representante Legal |                                                 |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Asociado n                |  |
| Nombre                    |  |
| Giro                      |  |
| Rut                       |  |
| Representante Legal       |  |
| Firma Representante Legal |  |



2.5. Período de ejecución

|                  |           |
|------------------|-----------|
| Fecha inicio     | 1/09/2010 |
| Fecha término    |           |
| Duración (meses) | 28        |

2.6. Lugar en el que se llevará a cabo el proyecto

|           |             |
|-----------|-------------|
| Región    | Antofagasta |
| Provincia | Antofagasta |
| Comuna    | María Elena |

2.7. Estructura de costos del proyecto

**AÑO 1, ETAPA 1 (Con financiamiento FIC Regional 2010 aprobado):**

| Aportes                |               | Monto (\$) | % |
|------------------------|---------------|------------|---|
| FIA                    |               |            |   |
| Contraparte            | Pecuniario    |            |   |
|                        | No pecuniario |            |   |
|                        | Subtotal      |            |   |
| Total (FIA + subtotal) |               |            |   |

**AÑO 2, ETAPA 2 (Sin financiamiento):**

| Aportes                |               | Monto (\$) | % |
|------------------------|---------------|------------|---|
| FIA                    |               |            |   |
| Contraparte            | Pecuniario    |            |   |
|                        | No pecuniario |            |   |
|                        | Subtotal      |            |   |
| Total (FIA + subtotal) |               |            |   |

2.8. Ámbito **principal** de la innovación asociada al proyecto (marcar con una X).

|                   |  |         |   |           |  |              |  |
|-------------------|--|---------|---|-----------|--|--------------|--|
| Bienes / Servicio |  | Proceso | x | Marketing |  | Organización |  |
|-------------------|--|---------|---|-----------|--|--------------|--|

2.9. Resumen ejecutivo del proyecto: indicar problema/oportunidad, solución propuesta, y objetivos y resultados esperados del proyecto.

Quillagua, integra la red de localidades dependientes de la comuna de María Elena (Provincia de Tocopilla, Región de Antofagasta). Los habitantes de Quillagua, viven principalmente de la explotación de pequeños predios agrícolas de su pertenencia, siendo sus principales productos Alfalfa y Maíz. Hasta la fecha han utilizado el sistema agroforestal para producción de sus cultivos, los que en un presente han decaído por graves alteraciones de la cantidad y calidad de las aguas del Río Loa. Esta situación afecta la calidad de vida de la población, lo cual influye directamente en el desarrollo de esta comunidad, la que de seguir en esta situación, tiene una proyección futura bastante negativa. Si a este problema, le sumamos la falta de energía eléctrica, dificulta mucho cualquier solución tecnológica disponible.

Las aguas superficiales provenientes del Río Loa, contienen mucha salinidad y elevados niveles de arsénico y boro, por lo que no es apto ni para consumo ni para el riego agrícola. En la actualidad, el agua potable es llevada a través de un camión aljibe y la que es utilizada sólo para satisfacer sólo las necesidades básicas del consumo humano. Por lo que la incipiente agricultura tiene que utilizar las aguas salobres contaminadas del río Loa.

En tal sentido, surge la necesidad de resolver de manera sustentable el problema del agua para que esta localidad vuelva a resurgir como un oasis agrícola en medio del desierto, mediante una agricultura más tecnificada que les permita cultivar productos de alto valor agrado como el tomate, entre otras hortalizas, y pueda atender las necesidades de hortalizas frescas de las comunas cercanas como María Elena, Calama y Antofagasta.

El presente proyecto propone usar la tecnología de electrodiálisis para la desalinización y remoción de arsénico y boro de las aguas contaminadas del Río Loa. Se eligió la Electrodiálisis (ED) porque es la única tecnología de desalinización que permite regular la calidad del agua tratada (desalinizada). Dado que la Osmosis Inversa (OR) solo puede producir una sola calidad de agua (agua ultra pura). Esta tecnología es ampliamente utilizada por las grandes empresas como las mineras o sanitarias de la Región de Antofagasta debido a que permite obtener altas tasas de producción de agua desalinizada a menor tiempo, pero con grandes consumos de energía eléctrica. Esto último hace inviable para pequeñas poblaciones que no cuentan con una actividad económica que le permita sustentar la desalinización del agua salobre superficial o subterránea.

Para salvar la dependencia de la energía eléctrica, se utilizará la energía solar fotovoltaica que genera corriente continua de aplicación inmediata para el proceso de ED propuesto.

Para abordar adecuadamente el problema propuesto, se propone los siguientes objetivos específicos: Caracterizar las calidades de aguas según su fuente y uso, desarrollar pruebas de desalinización a nivel de laboratorio a fin de determinar los parámetros operacionales que maximice la tasa de producción de agua tratada, diseñar y construir un sistema semi-piloto de desalinización de aguas salobres mediante energía solar fotovoltaica, desarrollar pruebas de semi-pilotaje in situ de desalinización de aguas salobres para determinar las tasas de producción de agua tratada bajo las condiciones ambientales de Quillagua, caracterizar y preparar la parcela agrícola a utilizar, y desarrollo de pruebas de pilotaje agrícola con las hortalizas seleccionadas para su cultivo.

Los resultados más importantes del proyecto son: un sistema de desalinización energizado mediante paneles solares fotovoltaicos, parámetros operacionales que permiten obtener la calidad de agua necesaria para el cultivo de las hortalizas seleccionadas, dosificación de fertilizantes y enmiendas para el tipo de suelo de Quillagua, y una producción de hortalizas (tomates, ajos y maíz) que permitan hacer sustentable el negocio.

### 3. ANTECEDENTES SOBRE LOS POSTULANTES

- 3.1. Reseña del ejecutor: indicar **brevemente** la historia del ejecutor, cuál es su negocio y cómo éste se relaciona con el proyecto. Incluir valor de ventas anuales en UF para el mercado chileno y en dólares para exportaciones, además del número de trabajadores permanentes (año 2010).

La Universidad Católica del Norte (UCN), a través del Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA) cuenta con un equipo multidisciplinario de profesionales con grados de Magister y Doctorado: Ingenieros Civiles (Químicos, Civiles, Ambientales e Industriales), Geólogos, Hidrogeólogos, Químico Analistas, Agrónomos, Matemáticos y Físicos, entre otros. El centro CEITSAZA desarrolla proyectos en las siguientes líneas de trabajo:

#### Gestión de Cuencas

- Balance y Modelamiento de sistemas hídricos
- Evaluación hidrogeológica de acuíferos
- Evaluación de contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- Generación de indicadores para la gestión del recurso.
- Monitoreo variables hidro-climatológicas
- Evaluación de crecidas e inundaciones

#### Soluciones Tecnológicas

- Auditorias de agua
- Optimización del uso del agua
- Tecnologías de desalinización de agua mediante membranas.
- Desarrollo y/o adaptación de tecnologías de acondicionamiento y tratamiento de aguas
- Tratamiento y reuso de aguas residuales (domesticas e industriales)
- Caracterización y autopsia de membranas (Procesos con Membranas)
- Desalación de aguas salobre para uso agrícola

#### Proyectos Desarrollados – Periodo 2010 - 2011

| Nombre del proyecto                                                                                                                                                                | Monto UFs |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Acondicionamiento de aguas secundarias para su posterior uso en la minería metálica. (InnovaChile)                                                                                 |           |
| Mejorar la Calidad del Agua Coposa Norte –CMDIC                                                                                                                                    |           |
| Validación del proceso de eliminación de carga orgánica de pulpa de concentrado de cobre en Patache – CMDIC, mediante el uso de procesos avanzados de oxidación. Minera Collahuasi |           |
| Identificación de la causa de retención de agua en rípios de lixiviación Minera el Tesoro                                                                                          |           |
| Aplicación de técnicas de estadística multivariable en el análisis y monitoreo de la planta de desalación de Coloso. BHP                                                           |           |
| Estudio de la composición de los compuestos con potencial de ensuciamiento en la planta de desalación de Coloso. BHP                                                               |           |
| Modelación de la descarga de salmuera de la planta desalinizadora de escondida y la evolución de su efecto en las comunidades macrobénticas de la Caleta Coloso. BHP               |           |
| Diseño de una planta de tratamiento de aguas contaminadas con As, para su transformación en agua de uso potable y/o agrícola (ESO-AUI)                                             |           |

Proyectos Desarrollados – Periodo 2010 – 2011 (cont.)

| Nombre del proyecto                                                                                                                            | Monto UFs |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Estudio de Factibilidad Técnica y Económica de Hidroponía en el sector norte de Antofagasta con la utilización de agua desalinizada (FIA)      |           |
| Diseño e implementación de mejoras tecnológicas y estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta. (FIA) |           |
| Desalinización de aguas salobres mediante electrodiálisis y energía solar fotovoltaica para consumo humano y uso agrícola (FIA)                |           |

El centro CEITSAZA cuenta con 20 profesionales permanente, de los cuales 7 poseen el grado de doctor, 5 poseen el grado de magister y el resto corresponden a distintos profesionales. Adicionalmente, este número se incrementa dependiendo del tipo de proyecto y el tiempo de ejecución del mismo.

- 3.1.1. Acceso a otros subsidios: ¿El ejecutor ha accedido a subsidios de FIA u otras agencias del Estado? (marque con una X)

|    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| SI | X | NO |  |
|----|---|----|--|

- 3.1.2. Si la respuesta anterior fue **SI**, entregar la siguiente información para un máximo de cinco adjudicaciones de subsidios (inicie con el más reciente).

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsidio 1                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nombre agencia                    | FIA - Antofagasta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nombre proyecto                   | Estudio de Factibilidad Técnica y Económica de Hidroponía en el sector norte de Antofagasta con la utilización de agua desalinizada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Monto adjudicado (\$)             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Año adjudicación y código         | 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fecha de término                  | 2011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Logros alcanzados con el proyecto | <p><b>Objetivos del Proyecto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prediseñar el sistema de captación de agua de mar y de descarte de salmuera proveniente de la planta desaladora que abastecerá la red de distribución del sector Alto la Portada.</li> <li>• Prediseñar a nivel de factibilidad, una planta de desalación con una capacidad máxima de 70 l/s.</li> <li>• Prediseñar el sistema de impulsión del agua producto que abastecerá al sector Alto la Portada.</li> <li>• Prediseñar una red de distribución de agua para el desarrollo de la hidroponía en el sector Alto la Portada.</li> <li>• Estudiar alternativas de uso de energía no convencional para dotar al sistema de captación de la energía eléctrica que requiere.</li> </ul> <p><b>Proyecto Finalizado</b></p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsidio 2                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nombre agencia                    | FIA - Antofagasta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Nombre proyecto                   | Diseño e implementación de mejoras tecnológicas y estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Monto adjudicado (\$)             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Año adjudicación y código         | 2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fecha de término                  | 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Logros alcanzados con el proyecto | <p><b>Objetivos del Proyecto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar y optimizar el proceso productivo y generar soluciones técnica y económicamente factibles para la implementación de estrategias de producción limpia, competitivas y rentables en cultivos hidropónicos.</li> <li>• Validar el uso de equipamiento que permita optimizar el monitoreo, control, tratamiento y uso de agua en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta</li> <li>• Desarrollar sustratos alternativos eficientes y económicos para cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta</li> <li>• Contar con una guía metodológica que permita el adecuado manejo agronómico postcosecha y embalaje y la producción limpia de hortalizas hidropónicas de la región de Antofagasta.</li> <li>• Implementar y validar prácticas de producción limpia en cultivos hidropónicos, respaldado por un programa de seguimiento y control útil y eficiente.</li> <li>• Formar monitores en el control y tratamiento del agua, uso de sustratos, buenas prácticas postcosecha y embalaje y producción limpia en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta.</li> </ul> <p><i>Proyecto en ejecución</i></p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsidio 4                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nombre agencia                    | INNOVA-CORFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nombre proyecto                   | Acondicionamiento de aguas secundarias para su posterior uso en la minería metálica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Monto adjudicado (\$)             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Año adjudicación y código         | 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Fecha de término                  | 2011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Logros alcanzados con el proyecto | <p><b>Objetivos del Proyecto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y validar un procedimiento para obtener la banda de calidad del agua con calidad secundaria. (En este proyecto esta agua se denomina Agua_CaSec)</li> <li>• Establecer un procedimiento para el levantamiento de la banda de calidad de agua (BCA) requerida en operaciones mineras. (En este proyecto esta agua se denomina Agua_IBCA)</li> <li>• Diseñar y evaluar técnica y económicamente procesos integrados para transformar Agua_CaSec en Agua_IBCA.</li> <li>• Evaluar la factibilidad técnica y económica del uso de agua industrial producida a partir de Agua_CaSec en operaciones mineras.</li> <li>• Empaquetar procesos integrados para su transferencia tecnológica y desarrollar una unidad de servicios asociados al levantamiento de la BCA en la industria minera y la determinación de la calidad del Agua_CaSec.</li> </ul> <p><b>Proyecto en Ejecución</b></p> |



- 3.2. Reseña del o los asociados: indicar **brevemente** la historia de cada uno de los asociados, sus respectivos negocios y cómo estos se relacionan con el ejecutor en el marco del proyecto. Complete un cuadro por cada asociado. Incluir valor de ventas anuales en UF para el mercado chileno y en dólares para exportaciones, además del número de trabajadores permanentes (año 2010). Se excluyen las organizaciones sin fines de lucro.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Nombre asociado 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Asociación Gremial de Agricultores de Quillagua</b> |
| <p>Actualmente, la población local ocupa terrenos del fondo del valle del Río Loa, que contrastan por lo verde de sus cultivos y la importante masa forestal de Algarrobos, con el paisaje de aridez extrema de los sectores colindantes.</p> <p>Los habitantes de Quillagua, viven principalmente de la explotación de pequeños predios agrícolas de su pertenencia, agrupados en la Asociación Gremial de Agricultores de Quillagua, siendo sus principales productos Alfalfa y Maíz. Hasta la fecha han utilizado el sistema agroforestal para producción de sus cultivos, los que en un presente han decaído por graves alteraciones de la cantidad y calidad de las aguas del Río Loa.</p> <p>El mercado de sus productos es principalmente de consumo interno. Razón por la cual se hace necesario crear una actividad económica que permita generar ingresos a sus asociados.</p> |                                                        |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nombre asociado n |  |
|                   |  |

### 3.3. Reseña del coordinador principal del proyecto (Anexo 9.4).

#### 3.3.1. Datos de contacto

|        |                      |
|--------|----------------------|
| Nombre | Dr. Javier R. Quispe |
| Fono   |                      |
| email  |                      |

#### 3.3.2. Indicar **brevemente** la formación profesional del coordinador, experiencia laboral y competencias que justifican su rol de coordinador del proyecto.

|                        |                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre Completo</b> | Javier René Quispe Curasi                                                                                                                                       |
| <b>Profesión</b>       | Ingeniero Civil Químico, Master of Science in Chemical Engineering, Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Química.                            |
| <b>Especialidades</b>  | Flujo y transporte en medios porosos, Tecnología de Membranas para el tratamiento de aguas, Optimización de procesos industriales, Diseño avanzado de procesos. |

### TRABAJO ACTUAL

|                                                                  |                                      |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Institución                                                      | UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE       |
| Cargo Ocupado                                                    | Profesor Asociado (Jornada Completa) |
| Compromiso Contractual con la Institución (hrs./mes contratadas) | 44 hrs./semana<br>180 hrs./mes       |

### TRABAJOS ANTERIORES

| Trabajos anteriores                                                                                                    |                                                |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|-------|
| Institución                                                                                                            | Cargo                                          | Desde | Hasta |
| Cerro Verde S. A. Minero Perú (PERU)<br>Planta Concentradora y Planta de Extracción por Solventes e Intercambio Iónico | Ingeniero de procesos<br>Jefe de Planta        | 1992  | 1995  |
| Universidad de Concepción                                                                                              | Ingeniero de Proyectos                         | 1998  | 2000  |
| Laboratorio ASIF (Análisis de Superficies a Nivel Atómico y su Interacción con Fluidos)<br>Universidad de Concepción   | Ingeniero de Proyectos/<br>Investigador Senior | 1998  | 2006  |
| Universidad Católica de Temuco                                                                                         | Académico/Investigador                         | 2002  | 2006  |
| Universidad Católica de Temuco                                                                                         | Vice Decano Facultad de Ingeniería             | 2005  | 2006  |

## PRINCIPALES ESTUDIOS Y CONSULTORÍAS HACIA LA INDUSTRIA

| Temas                                                                                                                                         | Institución Contratante                                        | Desde    | Hasta    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Modelamiento del flujo y transporte a través de materiales desordenados                                                                       | Centro de Modelamiento Matemático U. de Chile                  | Mar 1997 | Mar 1998 |
| Determinación de arsénico en láminas de cobre                                                                                                 | Subgerencia de Refinería, División Chuquicamata, Codelco Norte | Abr 1999 | May 1999 |
| Determinación de la composición química de manchas verde-gris en cátodos de cobre y su posible origen                                         | División Chuquicamata, Codelco Norte                           | Jun 1999 | Sep 1999 |
| Análisis superficial y perfiles de concentración hacia el interior de cátodos de cobre mediante decapados sucesivos. Determinación de Fe y S. | Mina Sur Oxidos, División Chuquicamata, Codelco Norte          | Ene 1999 | Abr 1999 |
| Mecanismo de formación de pátina en cátodos de cobre.                                                                                         | División Chuquicamata, Codelco Norte                           | Sep 2001 | Dic 2001 |
| Problemas de adherencia de pinturas en hojalata de acero                                                                                      | Huachipato S.A.                                                | Ene 1999 | Ene 2002 |
| Estabilidad coloidal de resinas de madera y su efecto en las propiedades adhesivas de papel de impresión                                      | Papeles Norske-Skog Bío-Bío                                    | Jun 2002 | Dic 2003 |
| Distribución, migración y control de resinas en papeles de impresión de Inforsa                                                               | CMPC INFORSA                                                   | Abr 2004 | Ene 2005 |
| Estudio sobre caracterización de molibdeno de Codelco El Teniente.                                                                            | CODELCO-División El Teniente                                   | Jul 2004 | Jul 2005 |
| Estudio sobre química de superficies de especies minerales en Espesador P-4                                                                   | CODELCO-División El Teniente                                   | Jun 2004 | Jul 2005 |
| Estudio sobre química de superficies de especies minerales biolixiviadas                                                                      | BIOSIGMA                                                       | Nov 2004 | Mar 2006 |
| Optimización de la planta de tratamiento de Aguas Servidas de Traiguen, Temuco                                                                | Aguas Araucanía S.A.                                           | Nov 2005 | Jul 2006 |
| Simulación dinámica de la Planta de Lodos Activados de Los Angeles, Temuco                                                                    | ESSBIO                                                         | Oct 2005 | Sep 2006 |
| Evaluación de escenarios críticos de operación de la laguna de aireación de riles de celulosa.                                                | CMPC Planta Pacífico, MININCO                                  | Sep 2006 | Oct 2006 |

## PRINCIPALES PROYECTOS DE INVESTIGACION

| Título del Proyecto                                                                                                                                                               | Fuente Financiamiento  | Desde     | Hasta     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
| Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en los procesos de separación sólido-líquido en la industria minera                                                         | FONDEF D97I2042        | Sep 1997  | Sep 2000  |
| Desarrollo de un modelo de sedimentación basado en mecanismos físicos de interacción de partículas                                                                                | FONDECYT 2990055       | Mar 1999  | Mar 2002  |
| Simulación de flujo en medios porosos 3D mediante el método de Lattice Boltzmann                                                                                                  | FONDECYT 1030866       | Mar 2003  | Mar 2005  |
| Flujo y transporte en materiales porosos: Efecto de la arquitectura del espacio poroso y de las propiedades fisicoquímicas de las superficies e interfases                        | FONDECYT 1050856       | Mar 2005  | Mar 2008  |
| Medición directa de fuerzas moleculares superficiales y adhesivas entre sólidos en medio fluido e interpretación a la luz de dinámica molecular y teorías continua y semicontinua | FONDECYT 1060912       | Mar 2006  | Mar 2009  |
| Manejo electrónico de ganado                                                                                                                                                      | FONDEF D05I10298       | Sep 2006  | Sep. 2007 |
| Tratamiento de lodos de pisciculturas de agua dulce mediante digestión anaerobia.                                                                                                 | INNOVA CORFO           | Agos 2006 | Ago. 2007 |
| Evaluación de la tecnología de adsorción para remoción de arsénico en agua de consumo humano, destinada a pequeñas comunidades de la Segunda Región.                              | ESO-AUI                | Dic 2006  | Dic 2008  |
| Recuperación electrodialítica de cobre y molibdeno de relaves mineros                                                                                                             | Minera Escondida Ltda. | Dic 2007  | Dic 2008  |
| Valorización energética de neumáticos usados mediante pirolisis                                                                                                                   | Minera Escondida Ltda. | Dic 2007  | Dic 2008  |
| Centro para el desarrollo de tecnologías de explotación sustentable de recursos hídricos en zonas áridas (CEITSAZA)                                                               | INNOVA CORFO           | Abr 2008  | Abr 2011  |
|                                                                                                                                                                                   |                        |           |           |

|                                                                                                                   |                                |          |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|-----------|
| Centro de experimentación y pilotaje para el desarrollo tecnológico de las PYMEs de la minería del norte de Chile | INNOVA CORFO                   | Sep 2010 | Nov 2011  |
| Remoción de arsénico de pulpa de concentrado de cobre                                                             | INNOVA CORFO                   | 2009     | 2010      |
| Drenaje electroosmótico de relaves minero                                                                         | Cluster BHP – Minera Escondida | Oct 2010 | Dic 2012- |

#### 4. CONFIGURACION TECNICA DEL PROYECTO

- 4.1. Problema u oportunidad: identificar y analizar el problema u oportunidad de mercado que da origen al proyecto de innovación.

Las zonas áridas se caracterizan por la escasez de agua y la gran cantidad de energía solar incidente. La presencia de agua salinizada está aumentando a lo largo de nuestra geografía debido a la sobreexplotación de los acuíferos. Las aguas superficiales son cada vez más escasas y con nivel importante de contaminación debido a las actividades mineras.

##### **El problema**

Quillagua, integra la red de localidades dependientes de la comuna de María Elena (Provincia de Tocopilla, Región de Antofagasta). Se ubica a 97 100 Km. de ésta y 350 km de Antofagasta. Actualmente, la población local ocupa terrenos del fondo del valle del Río Loa, que contrastan por lo verde de sus cultivos y la importante masa forestal de Algarrobos, con el paisaje de aridez extrema de los sectores colindantes, ver Figura 1.

Los habitantes de Quillagua, viven principalmente de la explotación de pequeños predios agrícolas de su pertenencia, siendo sus principales productos Alfalfa y Maíz. Hasta la fecha han utilizado el sistema agroforestal para producción de sus cultivos, los que en un presente han decaído por graves alteraciones de la cantidad y calidad de las aguas del Río Loa. Esta situación afecta la calidad de vida de la población, lo cual influye directamente en el desarrollo de esta comunidad, la que de seguir en esta situación, tiene una proyección futura bastante negativa.

La falta de su principal fuente de producción (agrícola) debido a escasez de agua y a la contaminación de la misma, ha provocado una situación de escasez de fuentes laborales y la consecuente migración de la población principalmente a Antofagasta y María Elena. Esto ha hecho bajar rápida y constantemente la población apta para trabajos, concentrando en el valle un alto índice de senilidad.

Las aguas superficiales provenientes del Río Loa, contienen mucha salinidad y elevados niveles de arsénico y boro, por lo que no es apto ni para consumo ni para el riego agrícola. En la actualidad, el agua potable es llevada a través de un camión aljibe y almacenada en estanques que se ubican en la parte alta del valle, entregándose el suministro tres veces por semana y sin costo alguno para la población, la cual cuenta con una red de agua potable para satisfacer sólo las necesidades básicas del consumo humano.

##### **Oportunidad de Mercado**

Existen registros de asentamientos en el valle de Quillagua desde el 500 D.C. hasta la fecha (Cervellino y Telles, 1976), siendo estos principalmente poblados que han aprovechado las antiguas limpias y abundantes aguas del Río Loa para el cultivo de sus productos alimenticios, tanto para sus animales, como para el consumo de sus habitantes. Esto fue más evidente durante la era de la explotación del salitre. El valle de Quillagua fue una de los grandes proveedores de productos agrícolas para las distintas faenas de explotación.

En tal sentido, surge la necesidad de resolver de manera sustentable el problema del agua para que esta localidad vuelva a resurgir como un oasis agrícola en medio del desierto, mediante una agricultura más tecnificada que les permita cultivar productos de alto valor agrado y pueda atender las necesidades de las grandes empresas mineras que operan a un radio de 100 a 200 km de distancia.



### **Oportunidad de Mercado (cont.)**

Mediante una agricultura tecnificada y un sistema de tratamiento sustentable de las aguas de Río Loa, permitiría potenciar la actividad económica de la zona y dar el sustento a la población actual y futura. La mayoría de los productos agrícolas necesarios para los mercados de consumo de la Región de Antofagasta vienen del valle de Lluta en Arica y del Centro Sur de Chile. Esto implica el transporte de miles de kilómetros, lo que encarece los productos y en el peor de los casos escasea por problemas del clima en las zonas de cultivo del Sur de Chile.

Las autoridades de la Región de Antofagasta, están decididos a potenciar la actividad agrícola de la región a través de fondos concursables y apoyo productores agrícolas como AGRALPA, que están aplicando los cultivos hidropónicos para la producción de hortalizas utilizando agua desalinizada mediante osmosis inversa, a fin de abastecer el mercado local de la ciudad de Antofagasta.



Figura 1. Vista parcial del valle de Quillagua

### **Tecnologías de desalinización**

Se han presentado distintas alternativas para mejorar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas para el consumo humano y uso agrícola. La mayoría de ellas basadas en el uso de la Osmosis Inversa, por ser la tecnología de amplio uso en el sector minero. Lamentablemente la mayoría de estas propuestas han fracasado. La osmosis inversa es rentable solo a gran escala y requiere de mucha energía eléctrica, la cual tampoco está disponible para la localidad de Quillagua. Adicionalmente, la osmosis inversa solo produce una sola calidad de agua (ultra pura, libre de iones) y no es posible obtener calidades intermedias como para el tipo de agua para la agricultura. En tal sentido, se hace necesario utilizar otra tecnología que aproveche la única energía disponible en abundancia (Energía Solar) y que permita regular la calidad del agua tratada según requerimiento. Esto se puede lograr mediante la electrodialisis (ED) ya que no requiere grandes cantidades de energía y tampoco requiere presión como la osmosis inversa.

La ED ha sido usado en forma comercial para la desalinización de aguas salobres en los últimos tres decenios, en particular para procesos de pequeñas y medianas escala (AlMadani, 2003). El proceso ED utiliza un campo eléctrico para eliminar los iones de sal del agua salobre que pasa a través del par de membranas de intercambio de cationes y aniones. Los cationes migran del agua salobre hacia el electrodo negativo a través de las membranas de intercambio catiónico que solo permite pasar cationes. Por otro lado, los aniones migran hacia el ánodo a través de las membranas de intercambio aniónico. En un proceso convencional de ED, un gran número membranas de intercambio catiónico y aniónico se alternan en un rack, separados por separadores de flujo, que son láminas de plástico que permiten el paso de agua diluida o concentrada, según corresponda, en una configuración en paralelo, ver Figura 2.

### Energía solar fotovoltaica y la electrodiálisis

Como se describe más adelante en la revisión del estado del arte, existen pruebas desarrolladas con el uso de paneles fotovoltaicos y soluciones salinas ideales (NaCl). Los resultados de estas soluciones permiten obtener eficiencias del orden del 99%. Por lo que no es descabellado proponer el uso de esta energía para operar un electrodiálizador de agua superficial salobre para acondicionar el agua a una calidad tal que permita su uso en la agricultura de la zona.

**Alternativa de bajo costo.** Entre las ventajas de usar energía fotovoltaica destaca que es una energía no contaminante, silenciosa, gratuita, abundante, renovable, descentralizada, inacabable y el coste de mantenimiento es bajo debido a que no incluye reguladores ni inversores de voltaje o equipos complejos como la osmosis reversa.

**Aplicaciones remotas o costeras.** El sistema de desalinización mediante ED resulta útil en áreas remotas con acceso a acuíferos salinos donde el suministro eléctrico es especialmente caro o incluso inexistente, o para zonas costeras donde hay acuíferos salinos y los recursos hídricos aptos para el consumo son escasos

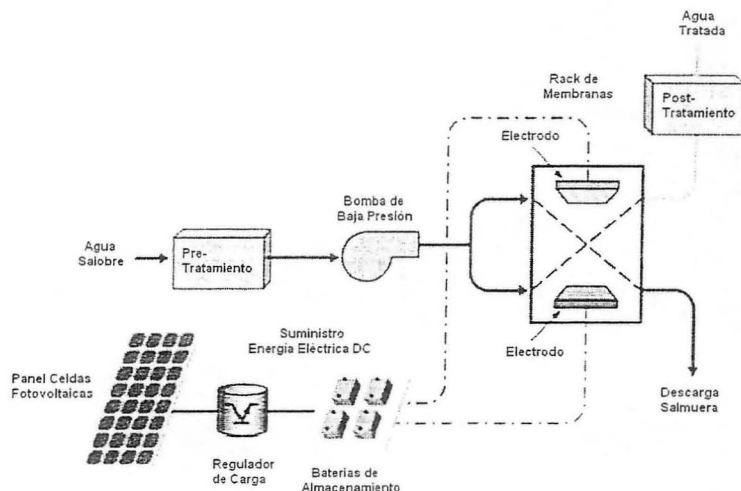


Figura 2. Esquema de un sistema de ED y energía solar fotovoltaica

### Referencias

- AlMadani, H.M.N.(2003). Water desalination by solar powered electrodialysis process, *Renewable Energy*, 28:1915–1924.
- Cervellino, M. y Tellez, F. (1976). Emergencia y desarrollo en una aldea prehispánica en Quillagua, Antofagasta. Memoria de Título, sección Arqueología, Depto. de Ciencias Sociales, Universidad del Norte, Antofagasta.



4.2. Solución innovadora: ¿Qué solución innovadora se propone en el presente proyecto para resolver el problema y/o aprovechar la oportunidad de mercado?

4.2.1. Indicar el ámbito **principal** de la innovación asociada al proyecto (marcar con una X).

|                    |  |         |   |           |  |              |  |
|--------------------|--|---------|---|-----------|--|--------------|--|
| Bienes / Servicios |  | Proceso | X | Marketing |  | Organización |  |
|--------------------|--|---------|---|-----------|--|--------------|--|

4.2.2. Describir la solución a desarrollar en este proyecto y explicar su mérito innovador, en términos de novedad y agregación de valor.

Se estima que en América Latina por lo menos cuatro millones de personas están expuestas a elevadas concentraciones de arsénico a través del agua de consumo, siendo la más afectada por este problema la población rural dispersa (comunidades altiplánicas y rurales de la Región de Antofagasta) por no tener acceso a fuentes seguras de agua potable. En el caso particular de Quillagua, el problema aun es mayor, la única fuente de agua disponible, tanto para consumo y riego, están contaminadas con arsénico, boro, entre otros compuestos químicos.

Las aguas subterráneas que alimentan a diversas poblaciones rurales de la Región de Antofagasta presentan altas concentraciones de arsénico, llegando a concentraciones sobre los 0,8 ppm. Estas altas concentraciones de arsénico en el agua de consumo provoca efectos nocivos para la salud, los cuales pueden incluir desde pigmentación en la piel hasta daños neuronales, además de efectos cancerígenos especialmente en la piel, pulmón, hígado y linfa, incluso daños al ADN (Herane, 2007). Similar al arsénico, los niveles de boro presentan concentraciones superiores a 0.7 ppm., ver Tabla 1.

Por esta razón, existe gran interés de remover el arsénico y boro de las aguas de consumo humano y riego iniciándose estudios con el fin de implementar sistemas de tratamientos que logren mitigar el problema de presencia de arsénico y boro en el agua. Existen alrededor de 14 tecnologías para remover arsénico del agua con eficiencias que varían entre el 70 a 99%. Para grandes sistemas, los métodos más utilizados son de coagulación-floculación y ablandamiento con cal (Sandoval, 2000) y la osmosis reversa. En pequeños sistemas puede aplicarse el intercambio iónico, alúmina activada, adsorción, ósmosis inversa, nanofiltración y electrodiálisis. Durante los últimos años se han desarrollado tecnologías alternativas como lo son las fitotecnologías, la cual involucra el uso de plantas acuáticas para la remoción de metales tóxicos del agua (Miretzky et al., 2004; Denny and Wilkins, 1987). Todas ellas ofrecen distintas ventajas y desventajas. La principal desventaja es que se requiere flujos de tratamiento muy bajos.

Alternativamente existe una serie de tecnologías basadas en la electroquímica ofreciendo ventajas comparativas frente a las tecnologías tradicionales mencionadas anteriormente. Entre ellas se pueden mencionar la electrocoagulación, electro-oxidación, electrodeionización y electrodiálisis (Chen, 2004). Además, los principales contaminantes presentes en las aguas superficiales y subterráneas utilizadas para el consumo humano y el riego en zonas rurales están disueltos en el agua en forma iónica, esto hace de la electrodiálisis continua una tecnología adecuada para obtener mejores resultados que las otras tecnologías mencionadas anteriormente. Sin dejar de mencionar, una de las características importantes que es la no necesidad de adicionar químicos al agua, solo energía eléctrica en forma de corriente continua, la que puede ser obtenida también a través de celdas fotovoltaicas de energía solar, disponible en abundancia en las zonas altiplánicas.

Un aspecto importante a considerar es que las concentraciones de los contaminantes (As, B, SiO<sub>2</sub>, Ca, Mn, entre otros), presentes en las aguas superficiales y subterráneas, son bajas, los métodos convencionales tienen problemas en alcanzar eficiencias superiores al 98%. Sin embargo, la ED puede alcanzar eficiencias de remoción superiores al 99% dependiendo de la configuración y diseño del sistema de tratamiento.

**Tabla 1.** Concentraciones de arsénico en aguas de ríos del norte de Chile

| Río          | Arsénico (ppm)<br>(Rango) |
|--------------|---------------------------|
| Vilama       | 0,600-0,700               |
| San Pedro    | 0,150-0,200               |
| Silapeti     | 0,010-0,020               |
| Toconce      | 0,600-0,900               |
| Lequena      | 0,150-0,350               |
| Colana       | 0,070-0,090               |
| Inacaliri    | 0,080-0,090               |
| Lluta        | 0,200-0,700               |
| Lauca        | 0,300-0,400               |
| San Pedro    | 0,400-0,500               |
| San Salvador | 2,00-2,50                 |
| Loa          | 1,50-2,50                 |
| Huasco       | <0,005                    |
| Copiapó      | <0,005                    |

Fuente: Dirección General de Aguas, Chile

Otro aspecto a considerar es que las concentraciones de arsénico y boro, si bien es cierto, están por sobre la norma, pero en bajas concentraciones disueltas en el agua. Esto presente un desafío adicional para los sistemas de tratamiento convencionales. Lo que no les permite alcanzar remociones altas como las que uno espera. Sin embargo, con la tecnología propuesta, si es posible remover fácilmente dichos contaminantes.

La innovación tecnológica propuesta para su desarrollo en el presente proyecto consiste en diseñar e implementar un sistema de purificación de agua mediante electrodiálisis y el uso de energía solar fotovoltaica, de acuerdo a los requerimientos de la demanda del área/zona/comuna de aplicación. Es de interés público debido a que las empresas sanitarias no ven una oportunidad de negocio en las comunidades rurales por su nivel de dispersión y tamaño de población.

La innovación tecnológica no solo apuesta a resolver el problema de tratamiento del agua, sino a atender una necesidad prioritaria de una comunidad de encontrar una actividad económica que permita sustentar y mejorar la calidad de vida de sus pobladores. Para ello el agua es una fuente importante para emprender cualquier actividad comercial, particularmente una actividad agrícola. Las condiciones están dadas ya que Quillagua posee un microclima enclaustrado en un valle que hace muchos años abastecía de productos agrícolas a las actividades mineras de la época. El suelo que ya fue usado anteriormente para la actividad agrícola por lo que mejorarlo en términos de tipo de producto agrícola a cultivar es factible. En tal sentido, es posible suponer que al resolver el problema del agua, estaríamos generando las condiciones para reflatar la actividad agrícola del valle, apostando a un tipo de cultivo que se adapte al medio y tenga alto valor agregado para que sustente la actividad económica.

#### 4.3. Estado del arte

##### 4.3.1. ¿Qué existe en Chile y en el extranjero relacionado con la innovación propuesta? (incluir información cualitativa y cuantitativa)

###### En Chile

En el mercado chileno, no hay aplicaciones específicas de ED reportadas en la literatura científica ni en aplicaciones industriales. El mercado es adicto a los procesos de tratamiento convencionales (físicoquímico) y Osmosis Reversa. Tampoco hay antecedentes de aplicaciones de la ED para la remoción de arsénico y boro en la producción de agua potable en Chile.

El departamento de Ingeniería Química de la Universidad Católica del Norte, a través del CEITSAZA viene desarrollando desde hace tres años proyectos de investigación relacionados con la aplicación de la ED para recuperación de cobre en relaves, remoción de arsénico, boro, cloruros y sulfatos de aguas salobres. Resultados que fueron reportados a través de tesis de grado.

###### En el extranjero

El uso de células fotovoltaicas con la ED es atractivo para las áreas en las que la energía solar está disponible durante todo el año y ha sido reportada por varios autores. Lundstorm (1979) fue el primero en presentar un proceso a pequeña escala para la desalinización del agua mediante energía solar fotovoltaica. Más tarde, Ishimaru (1994) estudiaron la fiabilidad de un sistema de ED operado por células fotovoltaicas en una zona remota de Japón para desalinizar el agua con un valor de sólidos totales disueltos (STD) de 1500 ppm. La unidad de 200 m<sup>3</sup>/d fue reportado para producir satisfactoriamente agua de calidad para consumo humano por el período de 2 años de estudio.

Veza et al. (2001) probó una planta de desalinización usando el proceso de electrodiálisis para tratar aguas salobre utilizando como energía una red de molinos de viento, localizados en las Islas de Gran Canaria (España). La unidad incluía convertidores de potencia para los racks de membranas y controladores de frecuencia variable para las bombas de alimentación. Se realizaron una serie dando como resultado buena flexibilidad de funcionamiento, similar a lo que se esperaría de la misma planta conectada a una red de energía eléctrica convencional.

AlMadani (2003) desarrolló un dispositivo experimental de ED asociado con células fotovoltaicas. El rack consistió de 24 pares de celdas de membranas, dispuestas en cuatro etapas hidráulicas y dos etapas eléctricas. Se estudió el efecto de los parámetros del proceso (caudales, temperatura) con soluciones acuosas de NaCl (soluciones ideales). Se logró remover un 99% de las sales disueltas en la solución ideal a un caudal de 550 m<sup>3</sup>/d través de la ED con energía fotovoltaica en zonas remotas donde el volumen de agua tratada al día requerida es pequeña (1 a 10 m<sup>3</sup>/d).

###### Referencias

- AlMadani, H.M.N.(2003). Water desalination by solar powered electro dialysis process, Renewable Energy, 28:1915–1924.
- Ishimaru N. (1994). Solar photovoltaic desalination of brackish water in remote areas by electro dialysis. Desalination 98:485–493.
- Lundstorm, J.E. (1979). Water desalting by solar powered electro dialysis, Desalination, 31: 469–488.
- Veza, J.M., Penate, B. y Castellano, F. (2001). Electro dialysis desalination designed for wind energy (on grid tests), Desalination, 141:53–61.

- 4.3.2. Indicar cuán nueva, diferente o mejor es la innovación propuesta con respecto al punto anterior (4.3.1).

En el presente proyecto se propone diseñar un sistema de tratamiento de aguas salobres basado en la tecnología de electrodiálisis, utilizando energía solar fotovoltaica. Este sistema comprende de una unidad de pre-tratamiento y post-tratamiento después del proceso de electrodiálisis. Estas unidades de pre y post tratamiento son únicas y dependen del tipo y calidad de agua salobre a tratar. Por lo que aquí es donde se produce la diferencia respecto a las pruebas experimentales desarrolladas por otros investigadores en el extranjero. Otra diferencia importante también es la calidad del agua salobre. Se utilizará aguas salobres reales con altos contenidos de arsénico y boro y no soluciones de cloruro de sodio preparadas para las pruebas experimentales. La aplicación de la electrodiálisis para obtener agua de calidad para riego agrícola, es la otra diferencia. Los estudios descritos en 4.3.1 son para consumo humano.

Respecto al proceso, se requiere determinar los parámetros operacionales (densidad de corriente, pH, tiempo de residencia, flujo de alimentación y configuración de las membranas) del electrodializador para el tipo de agua salobre disponible en la localidad de Quillagua. Todo esta información, el diseño de los equipos, configuración y funcionamiento de todo el sistema son de carácter patentable.

- 4.4. Indicar si existe alguna restricción legal y/o ambiental que pueda afectar el desarrollo y/o la implementación de la innovación propuesta.

No existen restricciones legales ni ambientales que restrinjan el uso de la tecnología de electrodiálisis para la desalinización de aguas salobres. Sin embargo, existen normas que se deberán tener en cuenta para evaluar la calidad del agua obtenida con este sistema de tratamiento. A continuación se muestra en la Tabla 1, las normas a tener presente:

**Tabla 1. Normas del Agua**

| Cuerpo Legal                   | Institución                                     | Fecha Publicación | Nombre                                                                                                                                                                  | Descripción de la(s) Regulación(es) a Controlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Calidad del Agua</b>        |                                                 |                   |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| D.S. N° 867                    | Ministerio de Obras Públicas                    | 05-07-1978        | Declara Norma Chilena Oficial 1.333 Establece Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos. Modificada por D.S. N° 105 de 1987 del Ministerio de Obras Públicas. | Aplica uso agua: consumo humano, bebida animales, riego, recreación y estética, vida acuática.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Regulación de Descargas</b> |                                                 |                   |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| D.S. N° 90                     | Ministerio Secretaría General de la Presidencia | 07-03-2001        | Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.            | Se establecen límites máximos permitidos para descarga de residuos líquidos a las aguas superficiales, fluviales, lacustres, aguas marinas, según tabla, plazos, controles y métodos de análisis. Fiscalización correspondiente en lo pertinente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y a los Servicios de Salud correspondientes. |
| <b>Agua Potable</b>            |                                                 |                   |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| D.S. N° 735                    | Ministerio de Salud                             | 19-12-1969        | Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano. Establece Norma de Calidad para el Agua Potable de Consumo Humano.                                    | El Servicio de Salud correspondiente debe aprobar y autorizar todo proyecto de construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra de provisión o purificación de agua para el consumo humano. Todo servicio de agua potable debe tener proceso de tratamiento.                                                                                                                        |
| D.S. N° 11                     | Ministerio de Salud                             | 03-03-1984        | Aprueba Norma Oficial Chilena de Calidad de Agua Potable- NCh 409.                                                                                                      | Normas aplicable al agua abastecida por un Servicio de agua potable. Establece procedimiento de inspección y muestreo. Ministerio de Salud puede dictar excepciones.                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>General</b>                 |                                                 |                   |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| D.F.L. N° 1.122                | Ministerio de Justicia                          | 29-10-1981        | Código de Aguas.                                                                                                                                                        | Norma la constitución y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas. Norma los procedimientos judiciales en los juicios de aguas en general. Regula la distribución de las aguas por medio de las organizaciones de usuarios. Regula la construcción de ciertas obras hidráulicas.                                                                               |



- 4.5. Propiedad intelectual: ¿Existen patentamientos, licenciamientos u otros mecanismos de protección **relacionados directamente** con el presente proyecto, que se hayan obtenido en Chile o en el extranjero? (marque con una X)

|    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| SI | X | NO |  |
|----|---|----|--|

- 4.5.1. Si la respuesta anterior es **SI** indique cuáles.

Se identificaron las siguientes patentes relacionados con el uso de la electrodiálisis:

USA Patent 4110175: Uso de la electrodiálisis para desacidificación de soluciones.  
 USA Patent 4885247: Recuperación y purificación de sales de lactato proveniente fermentaciones mediante electrodiálisis.  
 USA Patent 5047128: Celdas de electrodiálisis para la remoción de exceso de electrolitos formados durante el proceso de electrodeposición de cubiertas fotoresistentes.  
 USA Patent 7790016: Integrated electrolytic-electrodialytic apparatus and process for recovering metals from metal ion-containing waste streams.  
 USA Patent 4539088: Reverse Electrodialysis Desalination System for Seawater

- 4.5.2. Declaración de interés: indicar si existe interés por resguardar la propiedad intelectual de la innovación que se desarrolle en el marco del proyecto (marcar con X).

|    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| SI | X | NO |  |
|----|---|----|--|

- 4.5.3. En caso de existir interés especificar quién la protegerá. En caso de compartir la patente especificar los % de propiedad previstos.

| Nombre institución             | % de participación |
|--------------------------------|--------------------|
| Universidad Católica del Norte | 100%               |
|                                |                    |

- 4.5.4. Reglamento de Propiedad Intelectual: ¿El ejecutor y/o los asociados cuentan con una política y reglamento de propiedad intelectual?

|    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| SI | X | NO |  |
|----|---|----|--|

4.6. Mercado objetivo

- 4.6.1. Identificar, describir y cuantificar el mercado objetivo al que se pretende llegar con la solución dada y la participación de mercado esperada (incluir fuente y mercado de referencia).

**Mercado para las hortalizas en la Región de Antofagasta**

**Mercado Nacional**

Chile posee una superficie agrícola total cultivada de 30,4 millones de hectáreas aproximadamente, el 0,3% de esta superficie corresponde al cultivo de hortalizas (95.550 ha). La mayor concentración de producción de hortalizas se encuentra entre las regiones IV y VIII e incluyen la Región Metropolitana que alcanza a un 84,9% del total sembrado con hortalizas en el país. De las 95.550 ha sembradas y plantadas con hortalizas a nivel nacional, un 98% de la superficie se cultiva al aire libre, las principales especies cultivadas bajo este sistema son alcachofas, choco, lechuga, tomate de consumo fresco, zapallo temprano y de guarda, con un 35% de importancia. Por su parte la superficie destinada a cultivos bajo plástico equivale sólo a un 2% del total nacional. Los cultivos más importantes en este sistema son el tomate de consumo fresco, con un 67,6%, le siguen los pimientos, pepino de ensalada y lechugas (Censo agropecuario 2007).

En la Región de Antofagasta se declaran 2.330 ha de producción agropecuaria y forestal individual pertenecientes a pueblos originarios, en los que destacan atacameños con un 71,6%, quechuas 21,9% y aimaras con un 5,6% (Censo Agropecuario 2007). De acuerdo con el Censo Agropecuario (2007), la Región de Antofagasta posee 349,7 ha sembradas con hortalizas equivalentes a un 0,4 % de participación nacional. De estas un 99,8 % se cultiva al aire libre y sólo un 0,2% en invernaderos. Los cultivos más importantes al aire libre corresponden a lechuga, choclos y zanahoria que en conjunto equivalen al 76 % de la superficie de hortalizas al aire libre.

Por su parte los cultivos más importantes bajo plástico incluyen al tomate fresco y a la acelga, con un 59% de participación. Específicamente en la comuna de Antofagasta, de acuerdo a la información obtenida del documento "Estudio del Mercado de Hortalizas, Estudio de la Situación Financiera de los Asociados, Estudio de la Factibilidad Económica del Proyecto y Estrategia de Instalación de Capacidades" elaborado por Mario Meyer Troncoso, CODESSER (2009), actualmente la producción agrícola de la Comuna, se encuentra minimizada a la explotación de no más de 35 parcelas equivalentes a 13 hectáreas, localizadas principalmente en el sector de la Chimba Alto.

La pérdida de participación en el aprovisionamiento del mercado comunal y regional, se ha debido a agentes externos más que a la administración de los propios agricultores. Estos agentes externos, tienen relación con: a) la no regularización de títulos de dominio; b) la contaminación ambiental principalmente de origen minero, de los sectores agrícolas; c) el alto costo del metro cúbico de agua en la Comuna de Antofagasta, y d) el cambio en el uso del suelo de la Comuna, y el costo alternativo, en algunos casos, que alcanza el precio del suelo en el mercado.



A pesar de lo anterior la Región goza de condiciones climáticas beneficiosas para el cultivo de hortalizas, permitiendo en muchos casos aumentar la cantidad de ciclos productivos en el año, como en el caso de los cultivos hidropónico.

En la región de Antofagasta existen pocas productoras hortícolas a nivel local, dado que la mayoría de los productos son traídos desde otras regiones, principalmente de Ovalle, La Serena, Vallenar, Arica y la zona central. La industria local se muestra débil y sin posibilidad de defensa ante el ingreso de nuevos competidores de otras regiones que vienen con el propósito de abastecer el mercado local. Lo anterior es generado porque los productores locales de Antofagasta pierden sus ventajas comparativas principalmente porque no han desarrollado ventajas competitivas en la utilización del recurso hídrico. El uso de osmosis inversa para el tratamiento de sus aguas requeridas para los cultivos hidropónicos y el transporte desde las fuentes de producción de agua potable hasta las áreas de cultivos, elevan los costos de producción. Sin embargo, a pesar de estas desventajas, los cultivos hidropónicos se están abriendo paso para el abastecimiento de productos al cada vez más demandante mercado local de la ciudad de Antofagasta y alrededores.

### **Mercado en Antofagasta**

De acuerdo con el estudio de mercado "Demanda de hortalizas por establecimientos mayoristas y minoristas de la ciudad de Antofagasta", realizado para el "Plan de Desarrollo Estratégico" Asociación Gremial de Agricultura Alto la Portada, la mayor parte de las hortalizas comercializadas en la ciudad de Antofagasta corresponden a cultivos realizados en la misma comuna. En segundo lugar se encuentran productos provenientes de la zona central del país, el cual es un importante proveedor a nivel nacional.

Los grandes consumidores de productos hortícolas a nivel industrial en la ciudad de Antofagasta son los Hoteles, Restaurantes, Casinos y Supermercados, los cuales se inclinarían en un 100% a adquirir dichos productos en la ciudad, si existiese una oferta en el mediano plazo en calidad y cantidad que cumpla con sus requerimientos. Lamentablemente los productores locales, a través de los cultivos hidropónicos, aun no pueden competir en volumen ni en calidad con las ofertas de los grandes productores agrícolas de otras regiones.

La mayor parte de las empresas compradoras adquieren sus productos en el agro o bien mediante un trato directo con el productor. Otros medios por los cuales se adquiere el producto son a través de ferias o en la Vega Central de la ciudad.

Dentro de los distintos segmentos de clientes potenciales se encuentran:

- a) Ferias de la ciudad (Feria Modelo, Vega Central de Antofagasta, Ferias Rotativas).
- b) Concesionarios de Casinos para empresas mineras (Sodexho, Central de Restaurantes, Casinos River, Eurest Alfin). El principal proveedor de este sector es Dole Chile.
- c) Supermercados. En la ciudad de Antofagasta, existe un Supermercado cada 18.000 habitantes (Asociación Chilena de Supermercados, 2006), considerado alto en relación a la Región Metropolitana, donde se encuentra un Supermercado cada 24.000 habitantes. En la ciudad existen 10 sucursales de Unimarc, 3 locales de Jumbo, 4 de Santa Isabel, 2 locales de Tottus y un Líder.
- d) Restaurantes de la ciudad.

### **Comercialización**

La producción y comercialización de hortalizas en Chile es estacional, dado básicamente por la diversidad de especies, zonas de cultivo y sistemas productivos. Ello se traduce en la práctica en una fluctuación de volúmenes ofertados y precios dentro de la temporada, la que además puede verse acentuada por imprevistos climáticos en las zonas de producción. Como consecuencia de esto último, en la Región de Antofagasta escasea las hortalizas y los precios se disparan, dado que no hay otra fuente de alternativa de suministro de estos productos. Para atender las necesidades de la demanda, la autoridad regional tiene que autorizar la importación de productos de los países vecinos como medidas de emergencia.

En la variación mensual de los precios mayoristas de las seis principales hortalizas cultivadas en Chile, se observa que el período de mayores precios se verifica entre los meses de junio y octubre de cada año, coincidente con la menor oferta de los cultivos. Notándose que su fluctuación es mucho más marcada en aquellos productos no almacenables (choclo, tomate, lechuga), respecto de aquellos que se guardan en bodegas para el invierno (cebolla y zapallo) ([www.indap](http://www.indap.cl), 2010).

### **Tamaño de Mercado**

El tamaño del mercado regional que estimó el Proyecto Asociativo de Fomento (PROFO) indica que el monto neto que se comercializaría por año alcanzaría los MM\$ 13.425 (año 2010) dentro de los cuales, la Comuna de Antofagasta representaría el 60,1%, esto es MM\$ 8.073. Desde la perspectiva económica, la demanda valorizada del consumo reflejaría que la hortaliza que genera más “ingresos” en la Región, sería el tomate con cerca de MM\$ 3.700 al año (proyección al 2010).

Razón por la cual, el presente proyecto apuesta a la producción de este producto durante las pruebas de pilotaje agrícola a realizarse en la segunda etapa de ejecución (año 2 del proyecto). La producción actual de tomate producido mediante hidroponía solo corresponde al tipo “cherry”, lo cual es muy útil para las empresas hoteleras. Sin embargo, la demanda de tomate pera es mayor, tanto en los supermercados y hoteles.

### **Mercado Objetivo**

De acuerdo a los antecedentes mostrados anteriormente, el proyecto apuesta al mercado de los siguientes productos: Tomate pera, ajo y maíz.

Dado que este es un proyecto no apunta a resolver el problema de la agricultura en el desierto. Por el contrario, el proyecto apuesta a desarrollar una actividad económica sustentable basada en la agricultura, que permita atender las necesidades de mejorar la calidad de vida de la población, a fin de sacarla del completo abandono en la que se encuentra. Más adelante se puede ir incorporando otros productos de gran valor agregado que les permita seguir mejorando su calidad de vida a través de otros proyectos.

Para poder alcanzar este mercado objetivo, primero tenemos que resolver el problema del agua a precios que les permita hacer sustentable en mercado de los tomates, ajo y maíz..

- 4.6.2. Demanda: describir y dimensionar la demanda actual y/o potencial. Especificar quiénes son los clientes, qué demandan, cómo compran, y cuáles son los volúmenes y precios de los bienes/servicios innovadores a ser comercializados. Igualmente describir y dimensionar la demanda actual y/o potencial por las materias primas que pueden ser requeridas en el proyecto, incluyendo volúmenes, precios y usos alternativos.

### Demanda

De un total de 15.116.435 habitantes del país, la mayor concentración de habitantes se encuentra en la V, RM y VIII región con un total de 62%, la región Metropolitana posee el 40% de este subtotal. En la Región de Antofagasta hay 493.984 habitantes equivalente al 3% nacional y un 98% de población urbana (Fuente ODEPA con datos del INE del Censo de Población del 2002).

De acuerdo con la II Encuesta de calidad de vida y salud Chile 2006, realizada por el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud, el 53% de los encuestados a nivel nacional come verduras todos los días. Si se comparan estos resultados con aquellos de la misma encuesta realizada el año 2000, el consumo diario en la población aumento en un 5%, lo que indica que cada vez se hace más consciente la importancia de los vegetales en la dieta del chileno.

La siguiente tabla muestra la frecuencia de consumo de hortalizas a nivel nacional y en la Región de Antofagasta

|                    | Todos los días | 4-6 días a la semana | 2-3 días a la semana | 1 día a la semana | ocasionalmente |
|--------------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Nacional           | 53,0%          | 14,4%                | 21,3%                | 6,4%              | 5,3%           |
| Región Antofagasta | 42,2%          | 14,3%                | 20,5%                | 4,7%              | 10,3%          |

Fuente: II Encuesta de calidad de vida y salud Chile 2006, realizada por el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud.

Como se puede apreciar, claramente la Región de Antofagasta el consumo de hortalizas esta bajo el promedio nacional. Esta condición se debe principalmente a los elevados costos de las mismas, dado que provienen en su mayoría de zonas alejadas y/o a la poca oferta disponible. Según el estudio realizado por CODESSER, en base a datos obtenidos del INE y CEPAL, la demanda potencial de la Región de Antofagasta entre el 2010 y 2024 alcanzaría las 20.000 toneladas, siendo la comuna de Antofagasta la que abarcaría el 60.1% del consumo. La producción de hortalizas en Chile fluctúa anualmente entre 2.500.000 y 3.000.000 de toneladas, según la superficie cultivada. Estimándose que el 70% es consumido en el mercado interno y el 30% restante en el mercado externo (INDAP, 2010). Según los datos que se muestran en la siguiente tabla, las exportaciones de hortalizas a partir del 2006 se han incrementado en forma sostenida, salvo el año 2009 donde cayeron a volúmenes similares al 2006. Sin embargo, durante los meses de enero a marzo de 2010 existe un incremento de un 37% en respecto de volumen exportado durante el mismo periodo de 2009.

| Año  | Volumen (ton) | MU\$FOB |
|------|---------------|---------|
| 2006 | 58.332        | 35.543  |
| 2007 | 93.237        | 71.289  |
| 2008 | 108.596       | 65.573  |
| 2009 | 53.974        | 46.753  |

Fuente: ODEPA

4.6.3. Competidores: describir a los actuales y/o potenciales competidores (incluyendo productos sustitutos) y los aspectos que lo diferencian de ellos.

Los principales competidores de esta propuesta son las empresas proveedoras de sistemas de desalinización de osmosis inversa. Sin embargo, debido a los altos costos de inversión, mantenimiento y requerimientos de energía lo hacen inviable. El gobierno regional de Antofagasta lo descartó como una opción de solución debido a los altos costos de inversión y mantenimiento. Sin lugar a duda, la falta de energía eléctrica (del sistema interconectado norte-grande) dificulta aún más cualquier solución de desalinización.

La única forma en que una alternativa como la Osmosis Inversa pueda competir con el presente proyecto es mediante un subsidio permanente de la energía eléctrica y el mantenimiento de los equipos. Algo, que no es bien visto en las autoridades regionales, que apuntan a buscar una solución sustentable en el tiempo.

#### 4.7. Objetivos del proyecto

##### 4.7.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de desalinización de aguas salobres superficiales mediante el proceso de electrodiálisis y energía solar fotovoltaica, para obtener aguas de calidad de riego a bajo costo que permita desarrollar una agricultura sustentable en la localidad de Quillagua, comuna de María Elena, Región de Antofagasta.

##### 4.7.2. Objetivos específicos

| Nº | Objetivos Específicos (OE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Caracterizar las calidades de aguas según su fuente y uso. (Año 1)                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2  | Desarrollar pruebas de laboratorio de remoción de sales, incluyendo arsénico y boro del agua para su uso en la agricultura a fin de determinar los parámetros operacionales que maximice la tasa de producción de agua del sistema de desalinización. (Año 1)                                                                         |
| 3  | Diseñar y construir un sistema semi-piloto de desalinización de aguas salobres superficiales mediante energía solar fotovoltaica para la remoción de sales, incluyendo arsénico y boro para su uso en la agricultura de hortalizas. (Año 1)                                                                                           |
| 4  | Desarrollar pruebas de semi-pilotaje in situ de desalinización de aguas salobre superficiales basado en los parámetros operacionales obtenidos en las pruebas de laboratorio utilizando energía solar fotovoltaica a fin de determinar las tasas de producción de agua tratada bajo las condiciones ambientales de Quillagua. (Año 1) |
| 5  | Caracterizar y preparar la superficie agrícola a utilizar de acuerdo a los productos agrícolas seleccionados para su cultivo. (Año 2)                                                                                                                                                                                                 |
| 6  | Desarrollo de pruebas de pilotaje agrícola de los productos agrícolas seleccionados para su cultivo utilizando agua desalinizada. (Año 2)                                                                                                                                                                                             |



4.7.3. Resultado esperado e indicadores: asociar un resultado esperado por cada objetivo específico presentado.

| Nº OE | Resultado Esperado (RE)                                                                                                                                                                                      | Indicador de Resultados (IR)                                                      |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                              | Indicador (cuantificable)                                                         | Línea base (situación actual)                                                                                                                       | Meta proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1     | Caracterización fisicoquímica de las aguas salobre superficiales que pasa por el valle de Quillagua                                                                                                          | Porcentaje de cumplimiento de la caracterización                                  | No se cuenta con una caracterización actual de las aguas salobres                                                                                   | 100 % de cumplimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|       | Calidad de agua requerida para el cultivo de tomates, ajo y maíz, entre otras hortalizas.                                                                                                                    | Nro. de calidades de aguas/Nro. cultivos                                          | En el valle de Quillagua, el único cultivo que desarrollan es la alfa-alfa para consumo interno de crianza de animales.                             | Dos calidades de agua/Dos tipos de cultivos                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2     | Parámetros de densidad de corriente, pH, caudal de operación, amperaje y tiempo de residencia hidráulico óptimos que maximizan la tasa de producción de agua de acuerdo a la calidad definida anteriormente. | Porcentaje de cumplimiento de las metas definidas para las pruebas de laboratorio | Dado que ningún tipo de agua salobre es igual a otra, no se cuenta con los parámetros específicos para las aguas salobre de Quillagua               | 100 % de cumplimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3     | Sistema de pre-tratamiento de aguas salobres.                                                                                                                                                                | Nro. Unidades de tratamiento                                                      | En Quillagua no hay ningún tipo de tratamiento para el uso de las aguas salobres superficiales. El agua potable es suministrada en camiones aljibe. | Un sistema de desalinización que comprende una unidad de pre-tratamiento, unidad de electrodiálisis y una unidad de post-tratamiento.                                                                                                                                                                      |
|       | Sistema piloto de desalinización mediante electrodiálisis y energía solar fotovoltaica                                                                                                                       |                                                                                   |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4     | Tasas de producción de agua tratada de acuerdo a la calidad requerida para el uso agrícola.                                                                                                                  | Nro. Tasas de producción de agua según especificación.                            | No hay antecedentes respecto a desalinización de aguas salobres en base al proceso de electrodiálisis y energía solar fotovoltaica.                 | Dos tasas de producción: Alta y baja según requerimiento de uso.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5     | Caracterización de las propiedades químicas del suelo.                                                                                                                                                       | Nro. de propiedades químicas del suelo                                            | No se tiene antecedentes específicos del tipo de suelo del valle de Quillagua. Solo se maneja datos de otras comunas.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductividad eléctrica.</li> <li>• Capacidad de Intercambio Catiónico.</li> <li>• Relación de Adsorción de Sodio.</li> <li>• Porcentaje de Sodio Intercambiable.</li> <li>• Reacción del suelo (pH)</li> <li>• Nitrógeno Total en el suelo</li> <li>•</li> </ul> |



|   |                                                                                                   |                                                   |                                                                                                                         |                                                                                            |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Requerimientos de fertilizantes y tipo de enmienda de suelo para el tipo de cultivo seleccionado. | Dosificación de fertilizantes y enmienda de suelo | No hay antecedentes recientes del uso de fertilizantes y enmiendas de suelo aplicados en la zona de estudio.            | Tipo y dosificación de fertilizantes y enmienda de suelo requeridos según tipo de cultivo. |
| 6 | Dosificación diaria de agua requerida según tipo de cultivo                                       | m3 de agua/área                                   | Dado que no hay experiencia de cultivo de tomate, ajo y maíz, u otras hortalizas, no se tiene antecedentes al respecto. | Tasas y parámetros operacionales por tipo de hortaliza                                     |
|   | Ciclo de cultivo por especie.                                                                     | Nro días/ciclo                                    |                                                                                                                         |                                                                                            |
|   | Tasa de producción por especie                                                                    | Kg de producto/área de cultivo                    |                                                                                                                         |                                                                                            |

- 4.8. Metodología: identificar el o los métodos de trabajo que se van a usar para alcanzar los objetivos específicos indicados.

| <b>OE 1: Caracterizar las calidades de aguas según su fuente y uso.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Mediante este objetivo específico se pretende definir la línea base de la calidad de las aguas salobres y la meta a llegar con el proceso de desalinización. Los resultados de la caracterización permitirán ayudar a diseñar las unidades de pre, post tratamiento y la unidad de desalinización. Así mismo permitirá identificar la presencia de sustancias químicas presentes en las aguas superficiales de la vertiente del Río Loa.</p> <p>Para cumplir con este objetivo, se propone las siguientes actividades con sus correspondientes metodologías a utilizar.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Actividades:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Metodología</b>                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras de aguas salobre en la vertiente del Río Loa que pasa por el valle de Quillagua.</li> <li>- Análisis fisicoquímico de las muestras de agua.</li> <li>- Análisis e interpretación de resultados.</li> <li>- Identificación de hortalizas con relativa tolerabilidad a salinidades medias.</li> <li>- Identificación de la calidad del agua requerida para el cultivo de tomates, ajo y maíz, etc.</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método empírico y NCh411/1,2, 3, 6 .Of96</li> <li>▪ Método instrumental y gravimétrico</li> <li>▪ Método científico y ANOVA</li> <li>▪ Revisión bibliográfica.</li> <li>▪ Revisión bibliográfica</li> </ul> |

| <b>OE 2: Desarrollar pruebas de laboratorio de remoción de sales, incluyendo arsénico y boro del agua para su uso en la agricultura a fin de determinar los parámetros operacionales que maximice la tasa de producción de agua del sistema de desalinización.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A través de este objetivo se pretende encontrar los parámetros operacionales que permitan alcanzar la calidad de agua necesaria para los cultivos seleccionados (tomate, choclo, etc.). Para ello se diseñará un conjunto de experimentos para evaluar los parámetros operacionales (densidad de corriente, pH, flujo de alimentación, tiempo de residencia hidráulico, amperaje y configuración de membranas) que maximizan la tasa de producción de agua tratada. Las pruebas se realizar a escala de laboratorio utilizando celdas de electrodiálisis de la misma escala.</p> <p>Para cumplir con este objetivo, se propone las siguientes actividades con sus correspondientes metodologías a utilizar.</p> |                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Actividades:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Metodología</b>                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras de aguas salobres en Quillagua para pruebas experimentales</li> <li>- Diseño de pruebas experimentales en base a antecedentes disponibles en la literatura científica y experiencias propias en otros estudios similares.</li> <li>- Pruebas de pre-tratamiento para las aguas salobres (remoción de sólidos suspendidos totales y acondicionamiento del pH).</li> <li>- Pruebas experimentales para determinar las mejores condiciones operacionales que maximice la tasa de producción de agua tratada de acuerdo a las calidades pre-definidas anteriormente.</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método empírico y NCh411/1,2, 3, 6 .Of96</li> <li>▪ Método heurístico y determinístico</li> <li>▪ Método instrumental y científico</li> <li>▪ Método científico y ANOVA</li> </ul> |

**OE 3: Diseñar y construir un sistema semi-piloto de desalinización de aguas salobres superficiales mediante energía solar fotovoltaica para la remoción de sales, incluyendo arsénico y boro para su uso en la agricultura de hortalizas.**

Con la información recopilada en el OE 2 y las pruebas de laboratorio, se construirá un sistema de desalinización que comprende: una unidad de pre-tratamiento, una unidad de desalinización y una unidad de post-tratamiento. Luego se determinará los requerimientos de energía para las bombas y electrodiálizador. Con esta información se determinará el número de paneles fotovoltaicos necesarios para operar el sistema de desalinización en terreno.

Antes de hacer las pruebas in situ (Quillahua), se realizará una marcha blanca en las dependencias del Centro CEITSAZA para hacer las correcciones correspondientes si lo requiere.

Un aspecto importante a tener en cuenta es la remoción de arsénico y boro presentes en las aguas salobres superficiales.

También se harán pruebas de marcha blanca para verificar los resultados obtenidos a nivel de laboratorio.

Para cumplir con este objetivo, se propone las siguientes actividades con sus correspondientes metodologías.

| Actividades:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de un sistema de pre-tratamiento y post-tratamiento basado en los resultados de laboratorio.</li> <li>- Construcción y puesta en marcha blanca del sistema de pre-tratamiento.</li> <li>- Determinación de los requerimientos de energía de las bombas del sistema.</li> <li>- Determinación del número paneles solares fotovoltaicos requeridos para operar el sistema.</li> <li>- Diseño de un sistema de desalinización basado en los resultados de laboratorio.</li> <li>- Construcción y puesta en marcha blanca del sistema de desalinización.</li> <li>- Determinación de los requerimientos de energía de las bombas y electrodiálizador del sistema de tratamiento.</li> <li>- Determinación del número paneles solares fotovoltaicos requeridos para operar el sistema de desalinización.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método heurístico y determinístico</li> <li>▪ Método empírico</li> <li>▪ Método heurístico y determinístico</li> <li>▪ Método determinístico</li> <li>▪ Método heurístico y determinístico</li> <li>▪ Método empírico</li> <li>▪ Método determinístico</li> <li>▪ Método determinístico</li> </ul> |

**OE 4 Desarrollar pruebas de semi-pilotaje in situ de desalinización de aguas salobre superficiales basado en los parámetros operacionales obtenidos en las pruebas de laboratorio utilizando energía solar fotovoltaica a fin de determinar las tasas de producción de agua tratada bajo las condiciones ambientales de Quillagua.**

Para desarrollar las pruebas de semi-pilotaje, será necesario diseñar el sistema de captación del agua salobre desde la vertiente del Río Loa. Para ellos será necesario vencer una altura de 6 a 8 metros y recorrer una distancia de 50 metros hasta la zona designada para las pruebas de pilotaje agrícola. Este sistema de captación incluye las bombas de succión, tubería de transporte y tanque de almacenamiento (10m<sup>3</sup>) ubicado sobre una plataforma metálica de 3 metros de altura.

En paralelo a la construcción del sistema de captación, se realizará la adecuación e instalación del sistema semi-piloto de desalinización, instalación de los paneles fotovoltaicos y todas las conexiones correspondientes previos a las pruebas experimentales de desalinización.

Una vez instalado todos los sistemas, se realizará las pruebas semi-piloto de desalinización bajo las condiciones ambientales de Quillagua. Los resultados obtenidos en estas pruebas, permitirá determinar las tasas de producción de agua desalinizada. Con esta información se podrá hacer los cálculos correspondientes al escalamiento del sistema piloto para las pruebas agrícolas.

También se realizará pruebas de tasas de evaporación para determinar las pérdidas.

Para cumplir con este objetivo, se propone las siguientes actividades con sus correspondientes metodologías.

| <b>Actividades:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Metodología</b>                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño del sistema de captación y almacenamiento de agua salobre proveniente de la vertiente del Río Loa hacia la zona de estudio.</li> <li>- Dimensionamiento del sistema de bombeo y requerimientos de energía.</li> <li>- Instalación y montaje del sistema de desalinización de aguas salobres (unidad de pre-tratamiento, tratamiento y post-tratamiento)</li> <li>- Pruebas de desalinización utilizando el sistema de tratamiento, alimentado por paneles solares fotovoltaicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método heurístico y determinístico</li> <br/> <li>▪ Método empírico y determinístico</li> <br/> <li>▪ Método heurístico</li> <br/> <li>▪ Método científico y ANOVA</li> </ul> |

**OE 5 Caracterización y preparación de la superficie agrícola a utilizar de acuerdo a los productos agrícolas seleccionados para su cultivo.**

A través de este objetivo se pretende averiguar la calidad de los suelos del valle de Quillagua, en particular el suelo del área designada para los estudios del presente proyecto.

Con los resultados de la caracterización, se desarrollará un programa para hacer las mejoras correspondientes los suelos para que sea apto para el cultivo de las hortalizas seleccionada para su cultivo. Esto implica la determinación de la dosificación de fertilizantes y enmiendas orgánicas necesarias.

La superficie contemplada para el establecimiento de la parcela demostrativa agroecológica es parte de una propiedad de 24 hectáreas correspondiente a la compañía minera Soquimich, quien la ha cedido a la comunidad de Quillagua para fines educativos. El área de trabajo para este proyecto, es de aproximadamente 0,5 hectáreas, ubicadas en las coordenadas UTM, Huso 19, 7.604.819 N; 444.249 E.

Para cumplir con este objetivo, se propone las siguientes actividades con sus correspondientes metodologías.

| <b>Actividades:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Metodología</b>                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras del suelo definido para las pruebas agrícolas.</li> <li>- Análisis de propiedades químicas del suelo</li> <li>- Análisis e interpretación de resultados.</li> <li>- Determinación de los requerimientos de fertilizantes y enmiendas basado en los resultados de la caracterización del suelo y tipo de hortaliza a cultivar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método Norma Chilena NCh 2060- 199</li> <li>▪ Método Norma Chilena NCh 2880, Of. 2004</li> <li>▪ Revisión bibliográfica base de datos</li> </ul> |

## OE 6 Desarrollo de pruebas de pilotaje agrícola de los productos agrícolas seleccionados para su cultivo utilizando agua desalinizada.

La superficie contemplada para el establecimiento de la parcela demostrativa agroecológica es parte de una propiedad de 24 hectáreas correspondiente a la compañía minera Soquimich, quien la ha cedido a la comunidad de Quillagua para fines educativos. El área de trabajo para este proyecto, es de aproximadamente 0,5 hectáreas, ubicadas en las coordenadas UTM, Huso 19, 7.604.819 N; 444.249 E.

Para el diseño agronómico experimental de la parcela demostrativa, se contempla dos áreas para el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), ambas de 360 m<sup>2</sup>, cada una contiene 360 plantas con un marco de plantación de 2 m entre hilera y 0,5 m sobre hilera. De acuerdo a antecedentes bibliográficos, la mayor demanda hídrica de este cultivo se observa en el estado fenológico de floración y cuajado de fruto, en donde alcanza 3 litros de agua por planta, por lo tanto se tiene que sostener las dos áreas de cultivo de tomate se necesita 2.160 litros de agua de riego al día, distribuidos en una frecuencia de riego diaria de tres tiempos, de tal modo por riego se necesitan 720 litros de agua para el riego del cultivo tres veces al día. Es imprescindible calzar la demanda máxima de agua del cultivo con los meses de menor evapotranspiración. Los datos contenidos en el cuadro N°1 indican la evapotranspiración evidenciada en el sector de estudio por meses del año. La Figura 3, se muestra la ubicación de la parcela experimental.

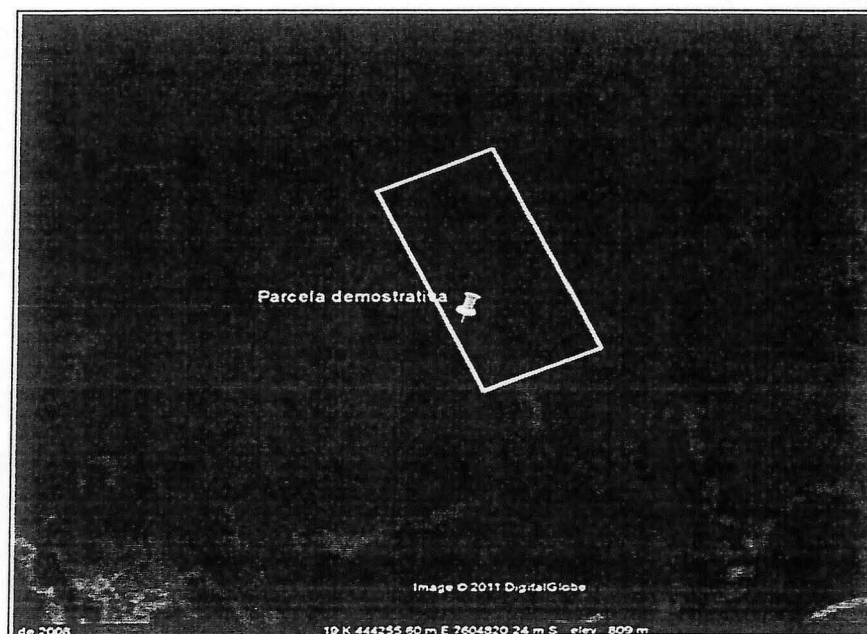
Cuadro N°1: Informe de evapotranspiración potencial de la zona de emplazamiento del proyecto FIA PYT-2010-1059, identificada en coordenadas geográficas UTM, emitido por la Comisión Nacional de riego.

| Evapotranspiración potencial                            |      |         |
|---------------------------------------------------------|------|---------|
| Print Save Close                                        |      |         |
| INFORME DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL                 |      |         |
| Comuna: MARIA ELENA                                     |      |         |
| Coordenadas UTM Huso 19: X=444249 Y=7604819             |      |         |
| Evapotranspiración potencial anual: 2025 mm             |      |         |
| Meses de mayor evapotranspiración potencial             |      |         |
| Mes                                                     | [mm] | [m3/há] |
| Diciembre                                               | 205  | 2047    |
| Noviembre                                               | 197  | 1966    |
| Enero                                                   | 192  | 1918    |
| Distribución por mes de la evapotranspiración potencial |      |         |
| Mes                                                     | [mm] | [m3/há] |
| Enero                                                   | 192  | 1918    |
| Febrero                                                 | 185  | 1849    |
| Marzo                                                   | 178  | 1780    |
| Abril                                                   | 158  | 1575    |
| Mayo                                                    | 144  | 1436    |
| Junio                                                   | 131  | 1312    |
| Julio                                                   | 137  | 1375    |
| Agosto                                                  | 150  | 1498    |
| Septiembre                                              | 165  | 1654    |
| Octubre                                                 | 184  | 1843    |
| Noviembre                                               | 197  | 1966    |
| Diciembre                                               | 205  | 2047    |

De acuerdo a esta información, se recomienda el establecimiento del cultivo de tomate en el mes de febrero, sin embargo, este es el mes en que se siembra en el valle de Azapa, región de Arica Parinacota, principal productor. No obstante, no se observa como competencia, ya que este producto es transportado hacia el sur de Chile para ser comercializado, de tal manera que la producción local podría ser comercializada en el mercado regional, o proveer a servicios de casino en compañías mineras aledañas a la zona de producción.



Figura N°3: Imagen satelital ubicación del cultivo de *Lycopersicum esculentum* al interior de parcela demostrativa.



En los demás cultivos comerciales (ajo y maíz) también se tendrá como cultivo asociativo el de alfalfa, el cual tendrá como fin principal mitigar la evapotranspiración y recuperar el suelo degradado. Debido a sus características fisiológicas, esta forrajera, capaz de fijar el nitrógeno atmosférico, entre 80 y 140 unidades de N/ha/temporada; sus raíces profundas le permiten mejorar la estructura del suelo, su aireación y fertilidad, actualmente la alfalfa tiene usos tan impactantes como mantener la napa freática baja y/o drenar la salinidad (FIA, 2008). El ecotipo Alta Sierra es reconocido por su capacidad de adaptarse a las condiciones de salinidad (INIA, 2009).

Para el caso del maíz (*Zea maíz*), se contempla una superficie de 300 metros cuadrados, con un marco de plantación de un metro entre hilera por un metro sobre hilera, lo que suma un total de 280 plantas. Las necesidades hídricas este cultivo aumentan en la etapa de llenado de grano llegando aproximadamente a  $5 \times 10^{-4}$  litros por planta, por lo que en la etapa de mayor exigencia, se debe disponer de un volumen de 0,14 litros al día, con una frecuencia de un riego cada tres días.

Para el cultivo de ajo, *Allium sativum*, se contempla una superficie de  $400 \text{ m}^2$ , con un marco de plantación de 0,5 metros entre hilera y 0,07 metros sobre hilera, se contempla un total de 11.400 plantas de ajo. El mes de mayor evapotranspiración de referencia, corresponde a diciembre, con 205 mm (cuadro N°1), si calzara con la mayor demanda hídrica del cultivo, es decir un coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) de 0,7, la demanda diaria sería de  $4,7 \times 10^{-3}$  litros por planta, sumando un total de 55 litros para la superficie contemplada conforme al marco de plantación. El riego tiene una frecuencia de siete días.

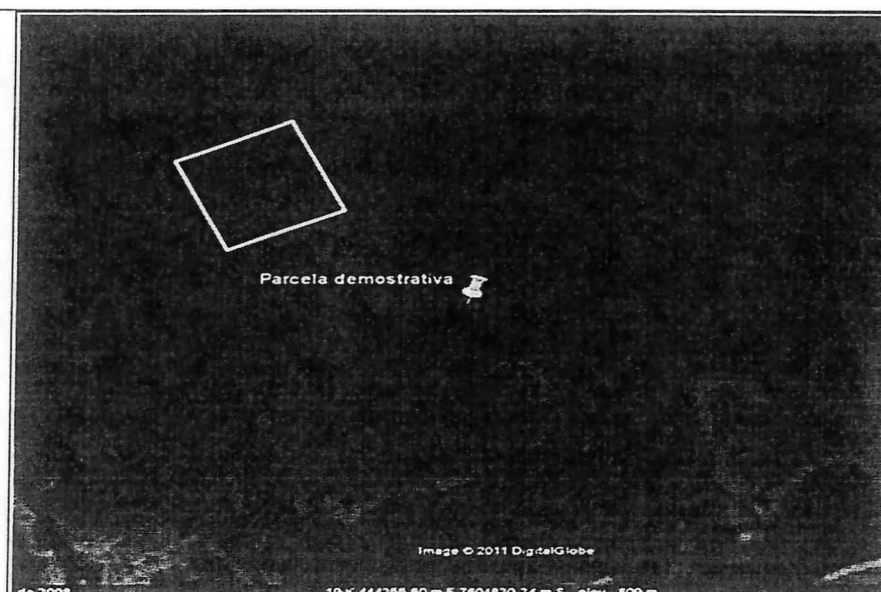


Figura N°4: Imagen satelital ubicación del cultivo de *Zea maiz* al interior de parcela demostrativa.

Para el cultivo de ajo, *Allium sativum*, se contempla una superficie de 400 m<sup>2</sup>, con un marco de plantación de 0,5 metros entre hilera y 0,07 metros sobre hilera, se contempla un total de 11.400 plantas de ajo. El mes de mayor evapotranspiración de referencia, corresponde a diciembre, con 205 mm (cuadro N°1), si calzara con la mayor demanda hídrica del cultivo, es decir un coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) de 0,7, la demanda diaria sería de  $4,7 \times 10^{-3}$  litros por planta, sumando un total de 55 litros para la superficie contemplada conforme al marco de plantación. El riego tiene una frecuencia de siete días.

Para cumplir con este objetivo, se propone las siguientes actividades con sus correspondientes metodologías.

| Actividades:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación del suelo del área de cultivo utilizando los requerimientos de fertilizantes y enmiendas.</li> <li>- Diseño e instalación del sistema de riego</li> <li>- Planificación de las pruebas piloto de cultivo según especie de hortaliza seleccionada para el estudio.</li> <li>- Iniciar el proceso de siembra de las hortalizas seleccionadas.</li> <li>- Monitoreo y control de variables de crecimiento de las hortalizas sembradas.</li> <li>- Monitoreo de las variables climatológicas.</li> <li>- Monitoreo y control de la dosificación de agua diaria</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método empírico y Bibliográfico</li> <li>▪ Método determinístico</li> <li>▪ Método científico y ANOVA</li> <li>▪ Método empírico y bibliográfico</li> <li>▪ Método científico y ANOVA</li> <li>▪ Método científico y ANOVA</li> </ul> |

4.8.1. Asociar las actividades a llevar a cabo con los resultados esperados del proyecto.

| Nº OE | Resultado Esperado (RE)                                                                                                                                                                                         | Actividades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 1. Caracterización fisicoquímica de las aguas salobre superficiales que pasa por el valle de Quillagua                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras de aguas salobre en la vertiente del Rio Loa que pasa por el valle de Quillagua.</li> <li>- Análisis fisicoquímico de las muestras de agua.</li> <li>- Análisis e interpretación de resultados.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|       | 2. Calidad de agua requerida para el cultivo de tomates, choclo, entre otras hortalizas.                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de hortalizas con relativa tolerabilidad a salinidades medias.</li> <li>- Identificación de la calidad del agua requerida para el cultivo de tomates, choclo, etc.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2     | 3. Parámetros de densidad de corriente, pH, caudal de operación, amperaje y tiempo de residencia hidráulico óptimos que maximizan la tasa de producción de agua de acuerdo a la calidad definida anteriormente. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras de aguas salobres en Quillagua</li> <li>- Diseño de pruebas experimentales en base a antecedentes disponibles en la literatura científica y experiencias propias en otros estudios similares.</li> <li>- Pruebas de pre-tratamiento para las aguas salobres (remoción de sólidos suspendidos totales y acondicionamiento del pH).</li> <li>- Pruebas experimentales para determinar las mejores condiciones operacionales que maximice la tasa de producción de agua tratada de acuerdo a las calidades pre-definidas anteriormente.</li> </ul> |
| 3     | 4. Sistema de pre-tratamiento de aguas salobres                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de un sistema de pre-tratamiento y post-tratamiento basado en los resultados de laboratorio.</li> <li>- Construcción y puesta en marcha blanca del sistema de pre-tratamiento.</li> <li>- Determinación de los requerimientos de energía de las bombas del sistema.</li> <li>- Determinación del número paneles solares fotovoltaicos requeridos para operar el sistema.</li> <li>-</li> </ul>                                                                                                                                                            |
|       | 5. Sistema piloto de desalinización mediante electrodiálisis y energía solar fotovoltaica                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de un sistema de desalinización basado en los resultados de laboratorio.</li> <li>- Construcción y puesta en marcha blanca del sistema de desalinización.</li> <li>- Determinación de los requerimientos de energía de las bombas y electrodiálizador del sistema de tratamiento.</li> <li>- Determinación del número paneles solares fotovoltaicos requeridos para operar el sistema de desalinización.</li> </ul>                                                                                                                                       |

|   |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 6. Tasas de producción de agua tratada de acuerdo a la calidad requerida para el uso agrícola.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño del sistema de captación y almacenamiento de agua salobre proveniente de la vertiente del Río Loa hacia la zona de estudio.</li> <li>- Dimensionamiento del sistema de bombeo y requerimientos de energía.</li> <li>- Instalación y montaje del sistema de desalinización de aguas salobres (unidad de pre-tratamiento, tratamiento y post-tratamiento)</li> <li>- Pruebas de desalinización utilizando el sistema de tratamiento, alimentado por paneles solares fotovoltaicos.</li> </ul>                                                                                |
| 5 | 7. Caracterización de las propiedades químicas del suelo.                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras del suelo definido para las pruebas agrícolas.</li> <li>- Análisis de propiedades químicas del suelo</li> <li>- Análisis e interpretación de resultados.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|   | 8. Requerimientos de fertilizantes y tipo de enmienda de suelo para el tipo de cultivo seleccionado. | - Determinación de los requerimientos de fertilizantes y enmiendas basado en los resultados de la caracterización del suelo y tipo de hortaliza a cultivar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6 | 9. Dosificación diaria de agua requerida según tipo de cultivo                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación del suelo del área de cultivo utilizando los requerimientos de fertilizantes y enmiendas.</li> <li>- Diseño e instalación del sistema de riego</li> <li>- Planificación de las pruebas piloto de cultivo según especie de hortaliza seleccionada para el estudio.</li> <li>- Iniciar el proceso de siembra de las hortalizas seleccionadas.</li> <li>- Monitoreo y control de variables de crecimiento de las hortalizas sembradas.</li> <li>- Monitoreo de las variables climatológicas.</li> <li>- Monitoreo y control de la dosificación de agua diaria</li> </ul> |
|   | 10. Ciclo de cultivo por especie.                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|   | 11. Tasa de producción por especie                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|   | 12. Programa de capacitación.                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|   | 13. Difusión de resultados                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|   |                                                                                                      | - Desarrollo un programa de capacitación para la operación del sistema de desalinización y cultivo de hortalizas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|   |                                                                                                      | - Desarrollo talleres de difusión y publicación de resultados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

4.8.2. A su juicio ¿cuáles son los hitos críticos asociados al proyecto?

| Nº RE | Hitos críticos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <p><b>Características fisicoquímicas del agua salobre con elevados niveles de xantatos u otros químicos tóxicos utilizados en la minería.</b></p> <p>La presencia de sustancias químicas complejas no ionizables como los xantatos pueden requerir un pre-tratamiento adicional antes de desalinizar el agua. Esto incrementará los costos finales del tratamiento del agua.</p>                                                                             |
| 3     | <p><b>Parámetros operacionales del proceso de desalinización por electrodiálisis con energía solar fotovoltaica.</b></p> <p>Hay dos situaciones que pueden comprometer el proyecto: altos requerimientos de corriente debido a la calidad de origen de las aguas salobre o altos tiempos de tratamiento, lo que incrementaría los costos de tratamiento por metro cúbico de agua tratada (debe ser inferior al costo de tratamiento por osmosis reversa)</p> |
| 7 y 8 | <p><b>Características químicas del suelo del área de estudio.</b></p> <p>Se puede presenta un suelo con salinidad extrema que requiere un acondicionamiento adicional para disminuir dicha salinidad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9     | <p><b>Dosificación diaria de agua</b></p> <p>Puede que las condiciones ambientales de una zona desértica y el nivel de radiación solar, favorezca las tasas de evapotranspiración, lo cual se traduce en pérdidas importantes de agua.</p>                                                                                                                                                                                                                   |
| 10    | <p><b>Tasa de producción</b></p> <p>Una tasa de producción (Kg de producto cultivado/área de cultivo) inferior al promedio de zonas similares puede influenciar los costos de producción y el consumo de agua tratada.</p>                                                                                                                                                                                                                                   |



- 4.9. Riesgos: indicar cuáles son los factores de riesgo tecnológico y de mercado que puedan hacer fracasar la innovación.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Riesgo tecnológico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>La tecnología de electrodiálisis viene siendo utilizada para la purificación de agua en la industria farmacéutica, alimentaria, industrial y sanitaria, a fin de desalinizar el agua de acuerdo a la calidad requerida.</p> <p>Por otro lado la calidad de las aguas superficiales y subterráneas utilizadas por las comunidades altiplánicas o rurales como agua para el consumo humano son de buena calidad en términos de salinidad, excepto por la dureza y la presencia de arsénico y boro. Especialmente éstos dos últimos en concentraciones que sobre pasan los límites permitidos por la normativa vigente y los estándares definidos por la OMS en relación a agua para el consumo humano.</p> <p>Dado que el agua para riego agrícola no requiere la remoción total de sus iones disueltos, solo la de los que causan problemas a la salud y al crecimiento del cultivo. Esto requiere la realización de pruebas de laboratorio y planta piloto para encontrar los mejores parámetros (pH, densidad de corriente, configuración del sistema, tiempos de residencia, flujos, tamaño de los equipos, entre otros) que maximicen la producción de agua de acuerdo a los estándares de calidad que exige la norma de calidad del agua para regadío. Adicionalmente, las concentraciones de estos contaminantes están en bajas concentraciones, por lo que se requiere de un sistema de tratamiento específico para remover Arsénico y Boro.</p> <p>Adicionalmente, debido al bajo consumo de energía requerido para el proceso de electrodiálisis lo hace atractivo para utilizar energía solar fotovoltaica para su funcionamiento. Aspecto que se evaluará para el análisis de factibilidad técnico-económico.</p> <p>Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que el Centro CEITSAZA tiene experiencia en el uso de esta tecnología para estudios similares, el riesgo tecnológico de la implementación de la presente propuesta es bajo.</p> |
| <b>Riesgo de mercado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>De acuerdo a lo descrito anteriormente, la demanda del mercado local de la Región en términos de hortalizas es creciente. Ciertamente, esto está ligado a la calidad del producto. Prueba de esta demanda creciente, es el mercado emergente de los cultivos hidropónicos que se están desarrollando en la Ciudad de Antofagasta, a través de AGRALPA, utilizando agua desalinizada de agua de mar. Aunque la oferta de este tipo de cultivos está limitada, por ahora, un número específico de hortalizas que se destinan principalmente a las empresas hoteleras y restaurantes. Es decir, para consumo inmediato. Mientras AGRALPA no resuelva el problema de almacenamiento y el tiempo de vida útil de sus productos, el mercado de las hortalizas aun está abierto a otras iniciativas.</p> <p>Quillagua está muy próxima a la comuna de María Elena, con una población importante como mercado y las operaciones mineras de SQM, que es una empresa que también requiere de hortalizas para los casinos de sus empleados y empresas de servicios similares que trabajan para los contratistas de SQM.</p> <p>En tal sentido, el riesgo del mercado es relativamente bajo si se obtiene productos que compitan con los traídos de otras regiones.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



- 4.10. Carta Gantt: por medio de una carta Gantt indique la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas en el punto 4.8.1. e incluya en ella los hitos críticos. Construya la carta Gantt de acuerdo a la siguiente tabla.

| Nº<br>OE | Nº<br>RE | Actividades                                                                                                           | Año 1     |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
|          |          |                                                                                                                       | Trimestre |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          |                                                                                                                       | 1         |  |  | 2 |  |  | 3 |  |  | 4 |  |  |
| 1        | 1        | Toma de muestras de aguas salobre en la vertiente del Río Loa que pasa por Quillagua.                                 |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Análisis fisicoquímico de las muestras de agua.                                                                       |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Análisis e interpretación de resultados.                                                                              |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          | 2        | Identificación de hortalizas con relativa tolerabilidad a salinidades medias.                                         |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Identificación de la calidad del agua requerida para el cultivo de tomates, choclo, etc.                              |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 2        | 3        | Toma de muestras de aguas salobres en Quillagua                                                                       |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Diseño de pruebas experimentales en base a antecedentes disponibles...                                                |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Pruebas de pre-tratamiento para las aguas salobres (remoción de SST y control de pH).                                 |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Pruebas experimentales para determinar las mejores condiciones operaciones que maximice la tasa de producción de agua |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 3        | 4        | Diseño de un sistema de pre-tratamiento basado en los resultados de laboratorio.                                      |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Construcción y puesta en marcha blanca del sistema de pre-tratamiento.                                                |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Determinación de los requerimientos de energía de las bombas del sistema.                                             |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Determinación del número paneles solares fotovoltaicos requeridos para operar el sistema.                             |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |

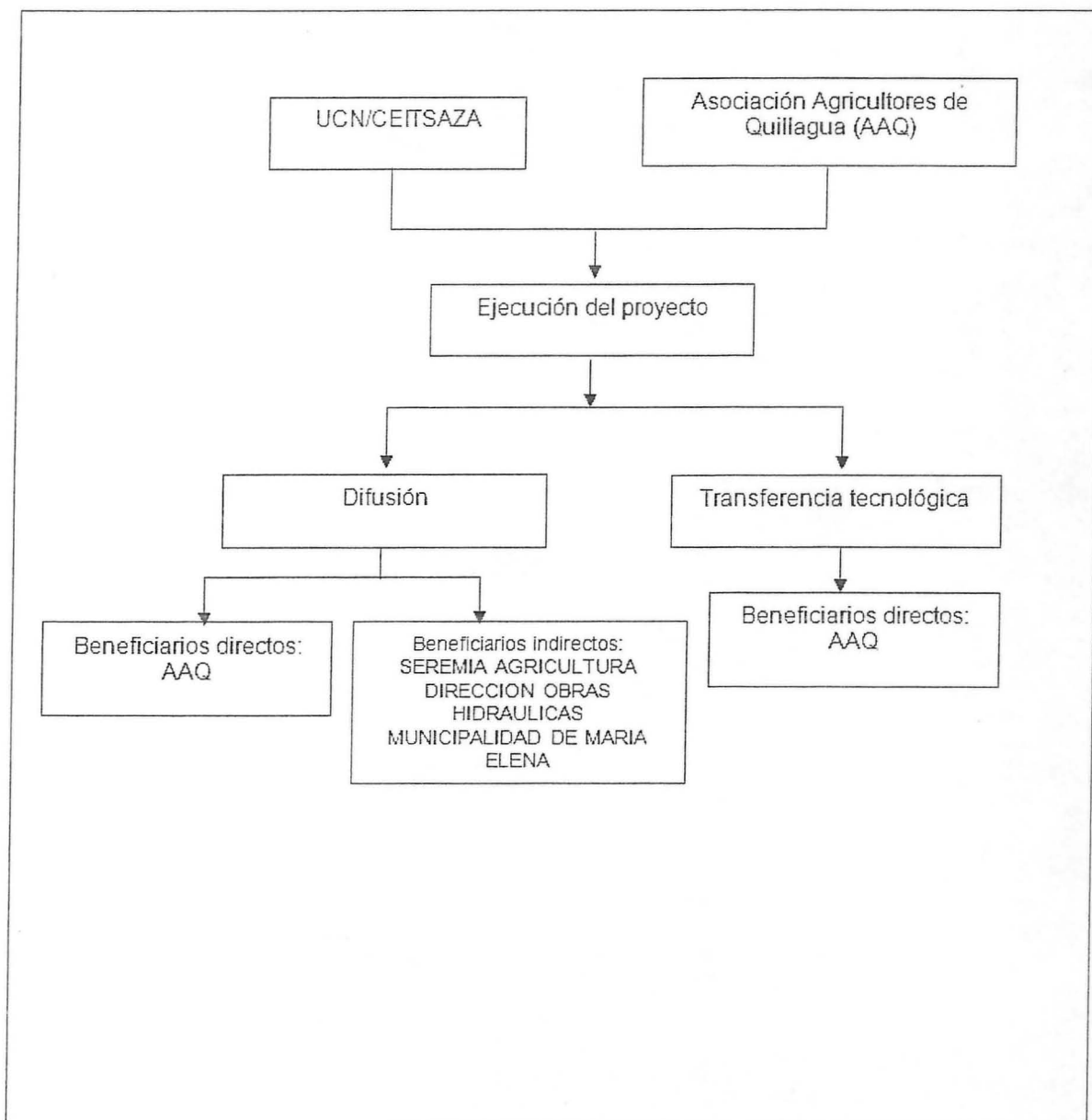
| Nº<br>OE | Nº<br>RE | Actividades                                                                                                                        | Año 1     |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|----------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
|          |          |                                                                                                                                    | Trimestre |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          |                                                                                                                                    | 1         |  |  | 2 |  |  | 3 |  |  | 4 |  |  |
| 3        | 5        | Diseño de un sistema de desalinización basado en los resultados de laboratorio.                                                    |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Construcción y puesta en marcha blanca del sistema de desalinización.                                                              |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Determinación de los requerimientos de energía de las bombas y electrodiálizador del sistema de tratamiento.                       |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Determinación del número paneles solares fotovoltaicos requeridos para operar el sistema de desalinización.                        |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 4        | 6        | Diseño del sistema de captación y almacenamiento de agua salobre proveniente de la vertiente del Río Loa hacia la zona de estudio. |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Dimensionamiento del sistema de bombeo y requerimientos de energía.                                                                |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Instalación y montaje del sistema de desalinización de aguas salobres (unidad de pre-tratamiento, tratamiento y post-tratamiento)  |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |          | Pruebas de desalinización utilizando el sistema de tratamiento, alimentado por paneles solares fotovoltaicos.                      |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |

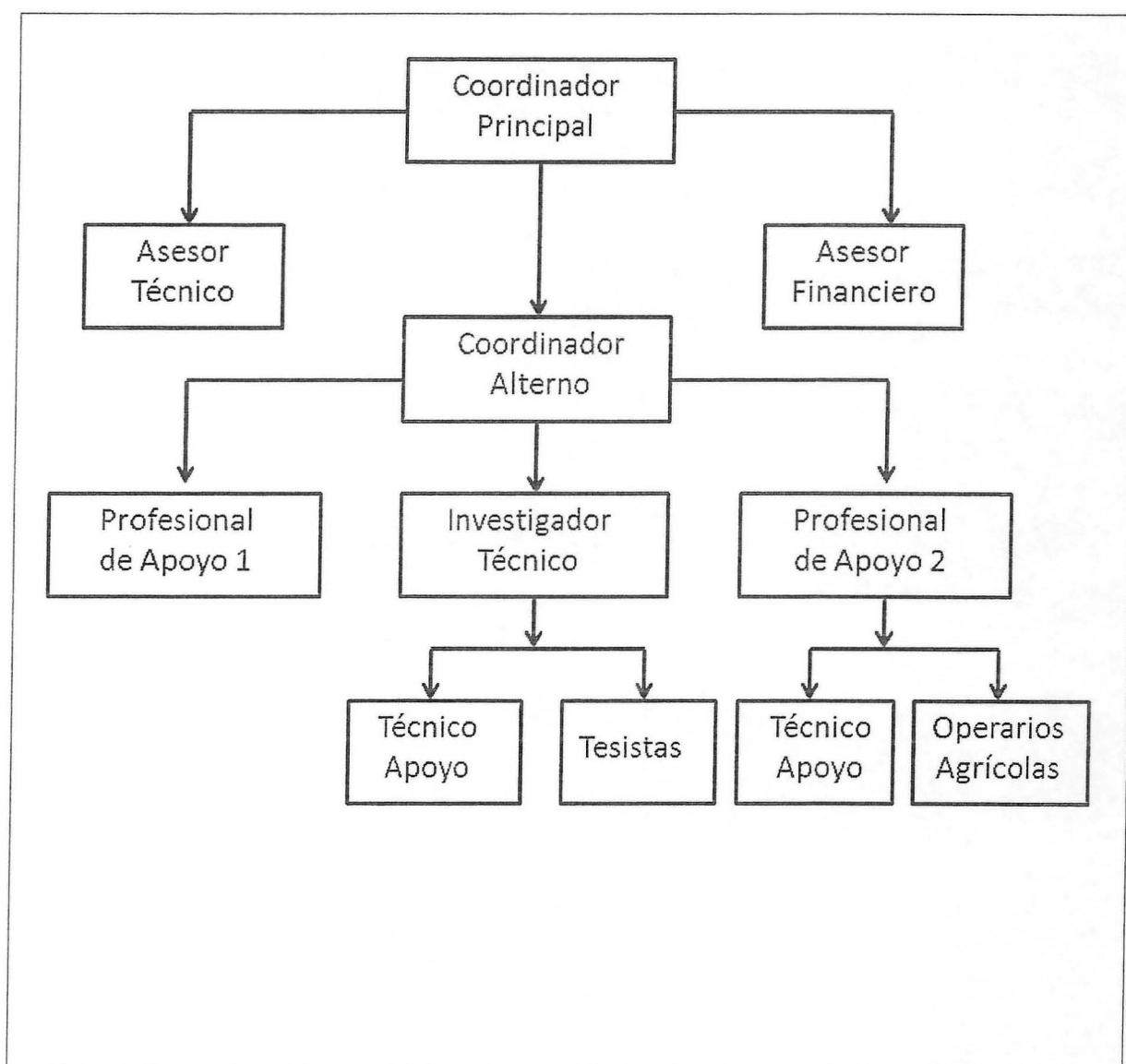
| Nº<br>OE | Nº<br>RE        | Actividades                                                                                                                                        | Año 2     |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|----------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
|          |                 |                                                                                                                                                    | Trimestre |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 |                                                                                                                                                    | 1         |  |  | 2 |  |  | 3 |  |  | 4 |  |  |
| 5        | 7               | Toma de muestras del suelo definido para las pruebas agrícolas.                                                                                    |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Análisis de propiedades químicas del suelo                                                                                                         |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Análisis e interpretación de resultados.                                                                                                           |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Diseño e instalación sistema piloto desalinización                                                                                                 |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 5        | 8               | Determinación de los requerimientos de fertilizantes y enmiendas basado en los resultados de la caracterización del suelo y requerimientos cultivo |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 6        | 9,<br>10,<br>11 | Preparación del suelo del área de cultivo utilizando los requerimientos de fertilizantes y enmiendas.                                              |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Diseño e instalación del sistema de riego                                                                                                          |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Planificación de las pruebas piloto de cultivo según especie de hortaliza seleccionada para el estudio.                                            |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Iniciar el proceso de siembra de las hortalizas seleccionadas.                                                                                     |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Monitoreo y control de variables de crecimiento de las hortalizas sembradas.                                                                       |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Monitoreo de las variables climatológicas.                                                                                                         |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          |                 | Monitoreo y control de la dosificación de agua diaria.                                                                                             |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          | 12              | Programa de capacitación                                                                                                                           |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|          | 13              | Programa de difusión                                                                                                                               |           |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |

## 5. ORGANIZACIÓN

5.1. Función y responsabilidades del ejecutor y asociados: indicar y describir la función y responsabilidades del ejecutor y asociados a en la ejecución del proyecto.

### 5.1.1. Organigrama





#### 5.1.2. Descripción

|            | Función dentro del proyecto                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------|
| Ejecutor   | Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA) |
| Asociado 1 | Asociación Gremial de Agricultores de Quillagua                        |
| Asociado n |                                                                        |

5.2. Cargos y responsabilidades del equipo técnico / administrativo: describir las responsabilidades del equipo técnico / administrativo asociado a la ejecución del proyecto. Utilizar los siguientes cargos como referencia:

|   |                       |   |                      |
|---|-----------------------|---|----------------------|
| 1 | Coordinador principal | 5 | Técnico de apoyo     |
| 2 | Coordinador alterno   | 6 | Administrativo       |
| 3 | Asesor                | 7 | Profesional de apoyo |
| 4 | Investigador técnico  | 8 | Otro                 |

| Cargo | Nombre persona   | Formación / Grado académico                                        | Empleador                            | Responsabilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Javier R. Quispe | Ingeniero Civil Químico / Doctor en Ingeniería Química             | Universidad Católica del Norte (UCN) | Supervisión de las etapas del proyecto.<br>Supervisión de resultados y de informes.<br>Coordinador equipo de trabajo UCN- CEITSAZA<br>Diseño de experimentos y sistemas de desalinización                                                                                                               |
| 2     | Leonardo Romero  | Ingeniero Civil Químico / Doctor en Ingeniería Química             | UCN                                  | Supervisión de las etapas del proyecto.<br>Supervisión de resultados y de informes.<br>Coordinador equipo de trabajo UCN- CEITSAZA<br>Diseño sistema de pre y post-tratamiento                                                                                                                          |
| 3     | Alex Covarrubias | Ingeniero Civil                                                    | UCN                                  | Diseño del sistema de captación de aguas salobres y pre-tratamiento                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4     | NN 1             | Ingeniero Civil Ambiental/ Químico                                 | Proyecto                             | Supervisión y seguimiento de las etapas del proyecto<br>Instalación y montaje del sistema de desalinización<br>Encargada de las pruebas experimentales de laboratorio y piloto.<br>Reporte de informes de resultados<br>Encargada de compras de equipos e insumos<br>Supervisión de trabajos en terreno |
| 7     | Yaneska Tapia    | Ingeniero Civil Industrial / Magister en Transferencia Tecnológica | CEITSAZA-UCN                         | Apoyo elaboración informes financieros<br>Encargado de Transferencia Tecnológica<br>Programas de difusión.                                                                                                                                                                                              |
| 7     | NN 2             | Ingeniero Agrónomo/Técnico Agrícola                                | Proyecto                             | Caracterización y acondicionamiento de suelos<br>Planificación e Implementación de los cultivos<br>Toma de muestras y medición de parámetros de los cultivos en terreno<br>Supervisión de la etapas del año 2 del proyecto                                                                              |



| Cargo | Nombre persona | Formación / Grado académico | Empleador | Responsabilidades                                                                                                       |
|-------|----------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5     | NN 3           | Tesista 1                   | Proyecto  | Apoyo en el desarrollo de las pruebas experimentales de desalinización a nivel de laboratorio y piloto                  |
| 5     | NN 4           | Tesista 2                   | Proyecto  | Apoyo desarrollo sistema de captación, transporte y almacenamiento de agua salobre<br>Apoyo diseño del sistema de riego |
| 8     | NN 5           | Operario agrícola 1         | Proyecto  | Riego y monitoreo de cultivos                                                                                           |
| 8     | NN 6           | Operario técnico 2          | Proyecto  | Supervisión del sistema de captación de aguas salobres<br>Supervisión del sistema de desalinización.                    |
| 8     | NN 7           | Operario agrícola 2         | Proyecto  | Riego y monitoreo de cultivos                                                                                           |
| 3     | NN 8           | Antropólogo                 | Proyecto  | Apoyo a los talleres de transferencia tecnológica a la comunidad                                                        |

## **6. ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN**

Meta de comercialización: definir la meta de comercialización de la innovación a insertar en el mercado objetivo. Describir los canales de comercialización, modelo de asociatividad o la implementación de modelos de mejora de la competitividad de la empresa.

La meta de comercialización de la innovación tecnológica será a través de la patente del proceso de desalinización mediante electrodiálisis y energía solar fotovoltaica. Para ello se hará uso de la OTRI S.A.

La transferencia tecnológica de la agricultura tecnificada para la producción de hortalizas usando agua desalinizada no será comercializada.

Las actividades de Protección Industrial en la Universidad Católica del Norte se realizan a través de la OTRI S.A. instancia en la cual la Universidad comparte con otras Universidades y organismos privados.

## **7. ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN Y/O TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

Describir la estrategia de difusión y/o transferencia tecnológica asociado al proyecto, indicando las actividades específicas contempladas para ello.

### **Estrategia de Transferencia Tecnológica**

Es importante destacar que la transferencia de resultados, la retroalimentación y el trabajo en conjunto entre los agricultores y los profesionales estará implícita durante la ejecución del proyecto puesto que las unidades experimentales serán construidas en el terreno entregado para la ejecución del proyecto en la localidad de Quillagua, lo cual beneficiará y complementará la interacción entre ambos sectores y favorecerá el constante aprendizaje de los agricultores, quienes serán finalmente los beneficiarios finales del presente proyecto.

Dado que el sistema de desalinización mediante electrodiálisis es una tecnología poco conocida por los beneficiarios finales, se realizará todo un programa de capacitación a fin de asegurar que los operadores finales puedan operar el sistema de manera independiente si la asistencia de terceros.

Debido a que los conocimientos técnicos de los agricultores podrían ser insuficientes para enfrentar un proceso productivo con alta tecnología, es necesario capacitar y homogenizar las competencias de las personas involucradas en el proyecto. La modalidad operativa de la transferencia tecnológica debe tener un enfoque práctico y contar con el apoyo de un equipo con capacidades interdisciplinarias, que intervenga activamente tanto en el ámbito técnico-productivo.

La metodología de enseñanza deberá adaptarse a las capacidades cognitivas, afectivas y psicomotoras de un grupo heterogéneo de personas, de esta manera se logrará internalizar los conocimientos y asegurar el éxito de la capacitación. Se deberá evaluar previamente el nivel de conocimientos de los participantes para lo cual se plantea el uso de un test para diagnosticar los estilos de aprendizajes de los integrantes del grupo y definir los estilos predominantes. Además mediante una jornada de reflexión se podrá dimensionar el nivel de conocimientos en el tema del proyecto, su comportamiento social y la capacidad de emprendimiento para abordar un negocio agrícola de alta tecnología, de esta manera se orientarán los esfuerzos para la superación en aspectos de gestión técnico productiva.

La metodología planteada deberá ser flexible para avanzar en la entrega de conocimientos de acuerdo a las competencias de los participantes, y exigente en el cumplimiento de los objetivos del proyecto y en el cumplimiento de los compromisos adquiridos por los participantes. La metodología deberá trabajar con calendario definido con acuerdo entre las partes y constitución de equipo técnico y organización de tareas. Se deberá contemplar además, un sistema de control de actividades, tales como planilla de asistencia, evaluaciones de conocimientos técnicos entregados, de perfil teórico y práctico. La información deberá ser entregada en un vocabulario simple y técnico a la vez, de manera que los participantes logren adquirir los conocimientos fundamentales.

### **Estrategia de Difusión**

La estrategia de difusión de los resultados de la investigación es transversal a todo el proyecto y tiene principalmente tres tipos de público objetivo: la comunidad en general, los agricultores y académicos e investigadores de universidades y centros de investigación vinculados con el tema del proyecto. La difusión y transferencia se deberá realizar por diversos medios, que aseguren la inclusión de los actores recién mencionados.

Para llegar a estos tres tipos de público objetivo, la estrategia de difusión contempla distintas actividades a realizar:

- Primero, con el objetivo de llegar a la comunidad en general, se hace necesaria la publicación en diarios regionales de los avances y resultados del proyecto, como también la exposición de éstos a través de los canales de TV regionales y nacionales y de radios locales. Estas difusiones se realizarán durante todo el proceso, con el fin de divulgar la experiencia y sus resultados en la medida que se van obteniendo conocimientos nuevos.
- Segundo, la publicación en revistas de divulgación científica y la participación en congresos o seminarios técnico-científico de nivel nacional e internacional, donde se estarán divulgando los principales resultados de las distintas etapas del proyecto y que tienen como público objetivo al sector académico y científico principalmente, con el fin de que aporten de sus conocimientos y reproduzcan esta experiencia en otras zonas del país.
- Tercero, la realización de talleres o reuniones de expertos donde se mostrarán los resultados obtenidos para posteriormente discutir y evaluar los procedimientos realizados y los resultados alcanzados, que nuevamente tiene como público objetivo a los académicos y científicos.
- Finalmente, la realización de charlas a la comunidad, con participación de agricultores, empresarios, estudiantes y entidades de gobierno, donde se les expondrán los principales resultados alcanzados, teniendo como público objetivo principalmente a los agricultores y a los agentes involucrados en el proceso agrícola desarrollado en la Región.

## 8. COSTOS DEL PROYECTO

8.1. Presupuesto consolidado del proyecto **AÑO 1, Etapa 1** (Con financiamiento FIC Regional 2010 aprobado)

| Nº    | Ítem                     | Total | Aporte FIA | Aporte contraparte |               |       |
|-------|--------------------------|-------|------------|--------------------|---------------|-------|
|       |                          |       |            | Pecuniario         | No pecuniario | Total |
| 1     | Recursos humanos         |       |            |                    |               |       |
| 2     | Equipamiento             |       |            |                    |               |       |
| 3     | Infraestructura (menor)  |       |            |                    |               |       |
| 4     | Viáticos y movilización  |       |            |                    |               |       |
| 5     | Materiales e insumos     |       |            |                    |               |       |
| 6     | Servicios de terceros    |       |            |                    |               |       |
| 7     | Difusión                 |       |            |                    |               |       |
| 8     | Capacitación             |       |            |                    |               |       |
| 9     | Gastos generales         |       |            |                    |               |       |
| 10    | Gastos de administración |       |            |                    |               |       |
| 11    | Imprevistos              |       |            |                    |               |       |
| Total |                          |       |            |                    |               |       |

Presupuesto consolidado del proyecto **AÑO 2, Etapa 2** (Sin financiamiento)

| Nº    | Ítem                     | Total | Aporte FIA | Aporte contraparte |               |       |
|-------|--------------------------|-------|------------|--------------------|---------------|-------|
|       |                          |       |            | Pecuniario         | No pecuniario | Total |
| 1     | Recursos humanos         |       |            |                    |               |       |
| 2     | Equipamiento             |       |            |                    |               |       |
| 3     | Infraestructura (menor)  |       |            |                    |               |       |
| 4     | Viáticos y movilización  |       |            |                    |               |       |
| 5     | Materiales e insumos     |       |            |                    |               |       |
| 6     | Servicios de terceros    |       |            |                    |               |       |
| 7     | Difusión                 |       |            |                    |               |       |
| 8     | Capacitación             |       |            |                    |               |       |
| 9     | Gastos generales         |       |            |                    |               |       |
| 10    | Gastos de administración |       |            |                    |               |       |
| 11    | Imprevistos              |       |            |                    |               |       |
| Total |                          |       |            |                    |               |       |



1.1. Costeo por actividades: este cuadro excluye inversiones en equipamiento, infraestructura, gastos generales y de administración e imprevistos. Los costos corresponden al consolidado entre FIA y la contraparte.

| N °<br>RE | Actividad                                                                                              | AÑO 1, Etapa 1 ( \$ ) |                         |                      |                       |          | Total \$     | % |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------|--------------|---|
|           |                                                                                                        | Recursos Humanos      | Viáticos y movilización | Materiales e Insumos | Servicios de Terceros | Difusión | Capacitación |   |
| 1         | Toma de muestras de aguas salobres de Quillagua                                                        |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 1         | Análisis fisicoquímico de muestras                                                                     |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 2         | Identificación de hortalizas tolerables a salinidades medias                                           |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 2         | Identificación de calidades de agua para distintos tipos de hortalizas                                 |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 3         | Toma de muestras de aguas salobres en Quillagua                                                        |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 3         | Diseño de pruebas experimentales                                                                       |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 3         | Pruebas de pre-tratamiento para las aguas salobres                                                     |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 3         | Pruebas experimentales para determinar condiciones operacionales                                       |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 4         | Diseño de un sistema de pre y post tratamiento                                                         |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 4         | Construcción del sistema de pre y post tratamiento.                                                    |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 4         | Puesta en marcha del sistema de pre y post tratamiento.                                                |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 4         | Determinación de los requerimientos de energía de las bombas del sistema y nro. Paneles fotovoltaicos. |                       |                         |                      |                       |          |              |   |
| 5         | Diseño de un sistema de desalinización basado en los resultados de laboratorio.                        |                       |                         |                      |                       |          |              |   |

|       |                                                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 5     | Construcción y puesta en marcha del sistema de desalinización.                                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5     | Determinación de los requerimientos de energía de las bombas y electrodializador y Nro de paneles fotovoltaicos |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6     | Diseño del sistema de captación y almacenamiento del agua salobre.                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6     | Dimensionamiento del sistema de bombeo y requerimientos de energía.                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6     | Instalación y montaje del sistema de desalinización de aguas salobres.                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6     | Pruebas de desalinización utilizando el sistema de tratamiento.                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6     | Desarrollo de capacitación y difusión                                                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TOTAL |                                                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |

| N°<br>RE | Actividad                                                                                                                                                | AÑO 2, Etapa 2 (\$) |                         |                      |                       |          |              | Total \$ | % |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------|--------------|----------|---|
|          |                                                                                                                                                          | Recursos Humanos    | Viáticos y movilización | Materiales e Insumos | Servicios de Terceros | Difusión | Capacitación |          |   |
| 7        | Toma de muestras y análisis de propiedades químicas del suelo definido para las pruebas agrícolas.                                                       |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 7        | Diseño e instalación del sistema piloto de desalinización                                                                                                |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 8        | Determinación de los requerimientos de fertilizantes y enmiendas basado en los resultados de la caracterización del suelo y tipo de hortaliza a cultivar |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 9        | Preparación del suelo del área de cultivo utilizando los requerimientos de fertilizantes y enmiendas                                                     |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 9        | Diseño e instalación del sistema de riego                                                                                                                |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 10       | Planificación de las pruebas piloto de cultivo según especie de hortaliza seleccionada para el estudio.                                                  |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 10       | Proceso de siembra de las hortalizas seleccionadas                                                                                                       |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 11       | Monitoreo y control de variables de crecimiento de las hortalizas sembradas.                                                                             |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 11       | Monitoreo de las variables climatológicas.                                                                                                               |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 11       | Monitoreo y control de la dosificación de agua diaria                                                                                                    |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 12       | Desarrollo de un programa de capacitación                                                                                                                |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| 13       | Desarrollo de un programa de difusión de resultados                                                                                                      |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |
| TOTAL    |                                                                                                                                                          |                     |                         |                      |                       |          |              |          |   |

## 2. ANEXOS

2.1. Subsector y rubro de impacto del proyecto de acuerdo a CIIU-Clasificador de actividades económicas para Chile.

En el cuadro 2.2 del formulario de postulación, completar el código CIIU (código clase), el subsector y rubro correspondiente al proyecto. Si no se encuentra un subsector ni rubro apropiado, completar sólo el código CIIU.

### Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca

| Categoría                                   | División                                                        | Grupo                                                              | Glosa                                                                              | Código Clase         | Subsector               | Rubro                                          |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------------------|
| Agricultura, ganadería, caza y silvicultura | Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas | Cultivos en general; cultivo de productos de mercado; horticultura | Cultivo de cereales y otros cultivos n.c.p.                                        | 0111                 | Cultivos Y Cereales     | Cereal                                         |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Cultivos Y Cereales     | Cultivos Industriales                          |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Cultivos Y Cereales     | Otros Cultivos Y Cereales                      |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Cultivos Y Cereales     | General Para El Subsector Cultivos Y Cereales  |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hortalizas Y Tubérculos | Tubérculos                                     |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Praderas Y Forrajes     | Praderas Artificiales                          |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Praderas Y Forrajes     | Praderas Naturales                             |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Praderas Y Forrajes     | Cultivos Forrajeros                            |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Praderas Y Forrajes     | Arbustos Forrajeros                            |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Praderas Y Forrajes     | Otras Praderas Y Forrajes                      |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Praderas Y Forrajes     | General Para Subsector Praderas Y Forrajes     |
|                                             |                                                                 |                                                                    | Cultivo de hortalizas y legumbres, especialidades horticolas y productos de vivero | 0112                 |                         | Leguminosas                                    |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Flores Y Follajes       | Flores De Corte                                |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Flores Y Follajes       | Flores De Bulbo                                |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Flores Y Follajes       | Follajes                                       |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Flores Y Follajes       | Plantas Ornamentales                           |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Flores Y Follajes       | Otras Flores Y Follajes                        |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Flores Y Follajes       | General Para Subsector Flores Y Follajes       |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hongos                  | Hongos Comestibles                             |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hongos                  | Otros Rubros                                   |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hongos                  | General Para Subsector Hongos                  |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hortalizas Y Tubérculos | Hortalizas De Hoja                             |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hortalizas Y Tubérculos | Hortalizas De Frutos                           |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hortalizas Y Tubérculos | Bulbos                                         |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hortalizas Y Tubérculos | Otras Hortalizas Y Tubérculos                  |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    |                      | Hortalizas Y Tubérculos | General Para Subsector Hortalizas Y Tubérculos |
|                                             |                                                                 | hojas o frutas se                                                  | 0113                                                                               | Frutales Hoja Caduca | Viñas Y Vides           |                                                |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    | Frutales Hoja Caduca | Pomáceas                |                                                |
|                                             |                                                                 |                                                                    |                                                                                    | Frutales Hoja Caduca | Carozos                 |                                                |

|  |  |  |      |                                     |                                                                   |
|--|--|--|------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |      | Frutales Hoja Caduca                | Otros Frutales De Hoja Caduca                                     |
|  |  |  |      | Frutales Hoja Caduca                | General Para Subsector Frutales Hoja Caduca                       |
|  |  |  |      | Frutales Hoja Persistente           | Cítrico                                                           |
|  |  |  |      | Frutales Hoja Persistente           | Olivo                                                             |
|  |  |  |      | Frutales Hoja Persistente           | Otros Frutales De Hoja Persistente                                |
|  |  |  |      | Frutales Hoja Persistente           | General Para Subsector Frutales Hoja Persistente                  |
|  |  |  |      | Frutales De Nuez                    | Frutales De Nuez                                                  |
|  |  |  |      | Frutales De Nuez                    | General Para Subsector Frutales De Nuez                           |
|  |  |  |      | Frutales Menores                    | Berries                                                           |
|  |  |  |      | Frutales Menores                    | Otros Frutales Menores                                            |
|  |  |  |      | Frutales Menores                    | General Para Subsector Frutales Menores                           |
|  |  |  |      | Frutales Tropicales Y Subtropicales | Frutales Tropicales Y Subtropicales                               |
|  |  |  |      | Frutales Tropicales Y Subtropicales | General Para Subsector Frutales Tropicales Y Subtropicales        |
|  |  |  |      | Otros Frutales                      | Otros Frutales                                                    |
|  |  |  |      | Otros Frutales                      | General Para Subsector Otros Frutales                             |
|  |  |  |      | Plantas Medicinales Y Especies      | Plantas Medicinales Aromáticas Y Especies                         |
|  |  |  |      | Plantas Medicinales Y Especies      | General Para Subsector 'Plantas Medicinales Aromáticas Y Especies |
|  |  |  |      | Otros Agrícolas                     | Otros Rubros Agrícolas                                            |
|  |  |  |      | Otros Agrícolas                     | General Para Subsector Otros Rubros Agrícolas                     |
|  |  |  |      | General Para Sector Agrícola        | General Para Subsector Agrícola                                   |
|  |  |  | 0121 | Bovinos                             | Bovinos De Carne                                                  |
|  |  |  |      | Bovinos                             | Bovinos De Leche                                                  |
|  |  |  |      | Bovinos                             | Otros Bovinos                                                     |
|  |  |  |      | Bovinos                             | General Para Subsector Bovinos                                    |
|  |  |  |      | Caprinos                            | Caprinos De Leche                                                 |
|  |  |  |      | Caprinos                            | Caprinos De Carne                                                 |
|  |  |  |      | Caprinos                            | Caprinos De Fibra                                                 |
|  |  |  |      | Caprinos                            | Otros Caprinos                                                    |
|  |  |  |      | Caprinos                            | General Para Subsector Caprinos                                   |
|  |  |  |      | Ovinos                              | Ovinos De Leche                                                   |
|  |  |  |      | Ovinos                              | Ovinos De Carne                                                   |
|  |  |  |      | Ovinos                              | Ovinos De Lana                                                    |
|  |  |  |      | Ovinos                              | Otros Ovinos                                                      |
|  |  |  |      | Ovinos                              | General Para Subsector Ovinos                                     |
|  |  |  |      | Camélidos                           | Camélidos Domésticos                                              |
|  |  |  |      | Camélidos                           | Camélidos Silvestres                                              |

|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      |                                          |                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas | Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas | Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas | Cría de otros animales; elaboración de productos animales n.c.p. | 0122 | Camélidos                                | Otros Camélidos                                                 |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Camélidos                                | General Para Subsector Camélidos                                |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Equinos                                  | Equinos Trabajo                                                 |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Equinos                                  | Equinos Carne                                                   |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Equinos                                  | Otros Equinos                                                   |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Equinos                                  | General Para Subsector Equinos                                  |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Aves                                     | Aves Tradicionales                                              |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Aves                                     | Otras Aves                                                      |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Aves                                     | General Para Subsector Aves                                     |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Cunicultura                              | Conejos De Carne                                                |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Cunicultura                              | Conejos De Pelo                                                 |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Cunicultura                              | Otros Conejos                                                   |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Cunicultura                              | General Para Subsector Cunicultura                              |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Porcinos                                 | Porcinos Tradicionales                                          |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Porcinos                                 | Porcinos No Tradicionales                                       |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Porcinos                                 | Otros Porcinos                                                  |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Porcinos                                 | General Para Subsector Porcinos                                 |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Cérvidos                                 | Cérvidos                                                        |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Cérvidos                                 | General Para Subsector Cérvidos                                 |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Ratites                                  | Ratites                                                         |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Ratites                                  | General Para Subsector Ratites                                  |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Apicultura                               | Apicultura                                                      |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Apicultura                               | General Para Subsector Apicultura                               |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Otros Pecuarios                          | Otros Pecuarios                                                 |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Otros Pecuarios                          | General Para Subsector Otros Pecuarios                          |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | General Para Sector Pecuario             | General Para Sub Sector Pecuario                                |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Anfibios                                 | Batraceos                                                       |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Anfibios                                 | Otros Rubros                                                    |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Anfibios                                 | General Para Subsector Anfibios                                 |
| Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas | Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas | Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas | 0200                                                             |      | Bosque Nativo                            | Bosque Nativo                                                   |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Bosque Nativo                            | General Para Subsector Bosque Nativo                            |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Plantaciones Forestales Tradicionales    | Plantaciones Forestales Tradicionales                           |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Plantaciones Forestales Tradicionales    | General Para Subsector Plantaciones Forestales Tradicionales    |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Plantaciones Forestales No Tradicionales | Plantaciones Forestales No Tradicionales                        |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Plantaciones Forestales No Tradicionales | General Para Subsector Plantaciones Forestales No Tradicionales |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Otros Forestales                         | Otros Rubros Forestales                                         |
|                                                                       |                                                                       |                                                                       |                                                                  |      | Otros Forestales                         | General Para Subsector Otros Forestales                         |



|       |                                                                                                                   |  |  |      |                                    |                                                 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Pesca |                                                                                                                   |  |  |      | General Para Sector Forestal       | General Para Subsector Forestal                 |
|       | Pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas; actividades de servicios relacionadas con la pesca |  |  | 0500 | Peces                              | Peces De Agua Dulce Y/O Estuarina               |
|       | Pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas; actividades de servicios relacionadas con la pesca |  |  |      | Peces                              | General Para Subsector Peces                    |
|       | Pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas; actividades de servicios relacionadas con la pesca |  |  |      | Crustáceos                         | Camarones (Agua Dulce)                          |
|       | Pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas; actividades de servicios relacionadas con la pesca |  |  |      | Crustáceos                         | Langosta (Agua Dulce)                           |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | Otros Rubros                                    |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | General Para Subsector Crustáceos               |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Bivalvos (Agua Dulce)                           |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Monovalvos (Agua Dulce)                         |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Gasterópodos (Agua Dulce)                       |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Otros Rubros                                    |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | General Para Subsector Moluscos                 |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Algas                              | Macroalgas (Agua Dulce)                         |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Algas                              | Microalgas (Agua Dulce)                         |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Algas                              | General Para Subsector Algas                    |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Otros Dulceacuícolas               | Otros Rubros Dulceacuícolas                     |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Otros Dulceacuícolas               | General Para Subsector Otros Dulceacuícolas     |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | General Para Sector Dulceacuícolas | General Para Sub Sector Dulceacuícolas          |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Peces                              | Peces De Agua De Mar                            |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Peces                              | General Para Subsector Peces (Agua De Mar)      |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | Camarones (Agua De Mar)                         |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | Cangrejos                                       |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | Langosta (Agua De Mar)                          |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | Centolla                                        |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | Otros Rubros                                    |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Crustáceos                         | General Para Subsector Crustáceos (Agua De Mar) |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Bivalvos (Agua De Mar)                          |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Monovalvos (Agua De Mar)                        |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Cefalópodos                                     |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Gasterópodos (Agua De Mar)                      |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | Otros Rubros                                    |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Moluscos                           | General Para Subsector Moluscos (Agua De Mar)   |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Algas                              | Macroalgas (Agua De Mar)                        |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Algas                              | Microalgas (Agua De Mar)                        |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Algas                              | General Para Subsector Algas (Agua De Mar)      |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Echinodermos                       | Echinodermos                                    |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Echinodermos                       | General Para Subsector Echinodermos             |
|       |                                                                                                                   |  |  |      | Microorganismos Animales           | Microorganismos                                 |

|  |  |  |  |  |                              |                                                 |
|--|--|--|--|--|------------------------------|-------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  | Microorganismos Animales     | General Para Subsector Microorganismos Animales |
|  |  |  |  |  | Otros Acuícolas              | Otros Rubros Acuícolas                          |
|  |  |  |  |  | Otros Acuícolas              | General Para Subsector Acuícolas                |
|  |  |  |  |  | General Para Sector Acuícola | General Para Subsector Acuícola                 |

### Clasificación industrial para industria manufacturera y educación

| Categoría                 | División                                        | Grupo                                                                                                                       | Glosa                                                                                                 | Código Clase |
|---------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Industrias manufactureras | Elaboración de productos alimenticios y bebidas | Producción, procesamiento y conservación de carne, pescado, frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas                 | Producción, procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos                                | 1511         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado                                          | 1512         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas                                          | 1513         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal                                            | 1514         |
|                           |                                                 | Elaboración de productos lácteos                                                                                            | Elaboración de productos lácteos                                                                      | 1520         |
|                           |                                                 | Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón, y de alimentos preparados para animales | Elaboración de productos de molinería                                                                 | 1531         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de almidones y productos derivados del almidón                                            | 1532         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de alimentos preparados para animales                                                     | 1533         |
|                           |                                                 | Elaboración de otros productos alimenticios                                                                                 | Elaboración de productos de panadería                                                                 | 1541         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de azúcar                                                                                 | 1542         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de cacao y chocolate y de productos de confitería                                         | 1543         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de macarrones, fideos, alucuz y productos farináceos similares                            | 1544         |
|                           |                                                 |                                                                                                                             | Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.                                                    | 1549         |
|                           |                                                 | Elaboración de bebidas                                                                                                      | Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; producción de alcohol etílico a partir de | 1551         |

|  |                                                                                                                                                  |                                                                          |                                                                                                                                                              |      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | sustancias fermentadas                                                                                                                                       |      |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Elaboración de vinos                                                                                                                                         | 1552 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Elaboración de bebidas malteadas y de malta                                                                                                                  | 1553 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales                                                                                         | 1554 |
|  | Elaboración de productos de tabaco                                                                                                               | Elaboración de productos de tabaco                                       | Elaboración de productos de tabaco                                                                                                                           | 1600 |
|  | Fabricación de productos textiles                                                                                                                | Hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles                      | Preparación e hilatura de fibras textiles; tejeduría de productos textiles                                                                                   | 1711 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Acabado de productos textiles                                                                                                                                | 1712 |
|  |                                                                                                                                                  | Fabricación de otros productos textiles                                  | Fabricación de artículos confeccionados de materiales textiles, excepto prendas de vestir                                                                    | 1721 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de tapices y alfombras                                                                                                                           | 1722 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de cuerdas, cordeles, bramantes y redes                                                                                                          | 1723 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de otros productos textiles n.c.p.                                                                                                               | 1729 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          |                                                                                                                                                              |      |
|  | Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables | Aserrado y acepilladura de madera                                        | Aserrado y acepilladura de madera                                                                                                                            | 2010 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          |                                                                                                                                                              |      |
|  |                                                                                                                                                  | Fabricación de productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables | Fabricación de hojas de madera para enchapado; fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de partículas y otros tableros y paneles | 2021 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones                                                                                | 2022 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de recipientes de madera                                                                                                                         | 2023 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de otros productos de madera; fabricación de artículos de corcho, paja y materiales trenzables                                                   | 2029 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          |                                                                                                                                                              |      |
|  | Fabricación de sustancias y productos químicos                                                                                                   | Fabricación de sustancias químicas básicas                               | Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno                                                                         | 2411 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno                                                                                                              | 2412 |
|  |                                                                                                                                                  |                                                                          | Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético                                                                                           | 2413 |

|  |                                           |                                           |                                                                                                         |      |
|--|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|  |                                           | Fabricación de otros productos químicos   | Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario                               | 2421 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas | 2422 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos           | 2423 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador | 2424 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de otros productos químicos n.c.p.                                                          | 2429 |
|  | Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p. | Fabricación de maquinaria de uso general  | Fabricación de motores y turbinas, excepto motores para aeronaves, vehículos automotores y motocicletas | 2911 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de bombas, compresores, grifos y válvulas                                                   | 2912 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión                      | 2913 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de hornos, hogares y quemadores                                                             | 2914 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de equipo de elevación y manipulación                                                       | 2915 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso general                                                 | 2919 |
|  |                                           | Fabricación de maquinaria de uso especial | Fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal                                                       | 2921 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de máquinas herramienta                                                                     | 2922 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de maquinaria metalúrgica                                                                   | 2923 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de maquinaria para la explotación de minas y canteras y para obras de construcción          | 2924 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco                            | 2925 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de maquinaria para la elaboración de productos textiles, prendas de vestir y cueros         | 2926 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de armas y municiones                                                                       | 2927 |
|  |                                           |                                           | Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso especial                                                | 2929 |

|           |                                                                                      |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                     |      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|           |                                                                                      | Fabricación de aparatos de uso doméstico n.c.p.                                                                                                    | Fabricación de aparatos de uso doméstico n.c.p.                                                                                                     | 2930 |
|           | Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión y fabricación de relojes | Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines excepto instrumentos de ópticas | Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortopédicos                                                                                 | 3311 |
|           |                                                                                      |                                                                                                                                                    | Fabricación de instrumentos y aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto el equipo de control de procesos industriales | 3312 |
|           |                                                                                      |                                                                                                                                                    | Fabricación de equipo de control de procesos industriales                                                                                           | 3313 |
| Enseñanza | Enseñanza                                                                            | Enseñanza primaria                                                                                                                                 | Enseñanza primaria                                                                                                                                  | 8010 |
|           |                                                                                      | Enseñanza secundaria                                                                                                                               | Enseñanza secundaria de formación general                                                                                                           | 8021 |
|           |                                                                                      |                                                                                                                                                    | Enseñanza secundaria de formación técnica y profesional                                                                                             | 8022 |
|           |                                                                                      | Enseñanza superior                                                                                                                                 | Enseñanza superior                                                                                                                                  | 8030 |
|           |                                                                                      | Enseñanza de adultos y otros tipos de enseñanza                                                                                                    | Enseñanza de adultos y otros tipos de enseñanza                                                                                                     | 8090 |

## 2.2. Ficha identificación ejecutor

|                                                                                       |                                             |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|
| Nombre                                                                                | Universidad Católica del Norte              |                            |
| Giro / Actividad                                                                      | Educación                                   |                            |
| RUT                                                                                   |                                             |                            |
| Tipo de organización                                                                  | Empresas                                    |                            |
|                                                                                       | Personas naturales                          |                            |
|                                                                                       | Universidades                               | Privada sin fines de lucro |
|                                                                                       | Otras (especificar)                         |                            |
| Ventas en el mercado nacional, año 2010 (UF)                                          |                                             |                            |
| Exportaciones, año 2010 (US\$)                                                        |                                             |                            |
| Número total de trabajadores                                                          |                                             |                            |
| Usuario INDAP (sí / no)                                                               |                                             |                            |
| Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)                                  |                                             |                            |
| Teléfono fijo                                                                         |                                             |                            |
| Fax                                                                                   |                                             |                            |
| Teléfono celular                                                                      |                                             |                            |
| Email                                                                                 |                                             |                            |
| Dirección Web                                                                         | www.ucn.cl                                  |                            |
| Nombre completo del representante legal                                               | Misael Camus Ibacache                       |                            |
| RUT del representante legal                                                           |                                             |                            |
| Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante | Rector de la Universidad Católica del Norte |                            |
| Firma del representante legal                                                         |                                             |                            |



### 2.3. Ficha identificación asociados

Esta ficha debe ser llenada por separado por cada uno de los Asociados al proyecto.

|                                                                                       |                     |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--|
| Nombre                                                                                |                     |  |
| Giro / Actividad                                                                      |                     |  |
| RUT                                                                                   |                     |  |
| Tipo de organización                                                                  | Empresas            |  |
|                                                                                       | Personas naturales  |  |
|                                                                                       | Universidades       |  |
|                                                                                       | Otras (especificar) |  |
| Ventas en el mercado nacional, año 2010 (UF)                                          |                     |  |
| Exportaciones, año 2010 (US\$)                                                        |                     |  |
| Número total de trabajadores                                                          |                     |  |
| Usuario INDAP (sí / no)                                                               |                     |  |
| Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)                                  |                     |  |
| Teléfono fijo                                                                         |                     |  |
| Fax                                                                                   |                     |  |
| Teléfono celular                                                                      |                     |  |
| Email                                                                                 |                     |  |
| Dirección Web                                                                         |                     |  |
| Nombre completo del representante legal                                               |                     |  |
| RUT del representante legal                                                           |                     |  |
| Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante |                     |  |
| Firma del representante legal                                                         |                     |  |

#### 2.4. Ficha identificación coordinador y equipo técnico

Esta ficha debe ser llenada por separado por el Coordinador Principal y por cada uno de los profesionales del equipo técnico.

|                                                      |  |
|------------------------------------------------------|--|
| Nombre completo                                      |  |
| RUT                                                  |  |
| Profesión                                            |  |
| Nombre de la empresa/organización donde trabaja      |  |
| Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región) |  |
| Teléfono fijo                                        |  |
| Fax                                                  |  |
| Teléfono celular                                     |  |
| Email                                                |  |
| Firma                                                |  |

#### 2.5. Carta compromiso aportes entidad responsable y agentes asociados

Elaborar una carta de compromiso por separado para el postulante ejecutor y para cada uno de los postulantes asociados, según el modelo siguiente:



## CARTA COMPROMISO DE APORTES ENTIDAD RESPONSABLE

Antofagasta, 26 de Julio de 2011

Yo *Misael Camus*, vengo a manifestar el compromiso de la  
*Universidad Católica del Norte*, a la cual represento, para realizar un  
aporte total de como aportes no pecuniarios para la Etapa 1 (Año 1)  
del proyecto denominado "DESALINIZACIÓN DE AGUAS SALOBRES MEDIANTE  
ELECTRODIÁLISIS Y ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA USO AGRÍCOLA EN LA  
LOCALIDAD DE QUILLAGUA, ANTOFAGASTA", presentado a la Convocatoria de  
Proyectos de Innovación 2010/2011.

*Misael Camus Ibacache,*

Rector y Representante Legal  
Universidad Católica del Norte

Antofagasta, 26 de julio de 2011

**Señores**

**Fundación de Innovación Agraria**

**Señores**

En el marco de la Iniciativa denominada "Desalinización de aguas salobres mediante electrodiálisis y energía solar fotovoltaica para uso agrícola en la localidad de Quillagua, Antofagasta", que formula a Universidad Católica del Norte, a través del Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto, CEITSAZA, a la FIA en la Línea de Proyectos de Innovación, es de nuestro interés, como Asociación Gremial de Agricultores de Quillagua, dar apoyo al desarrollo y ejecución de este proyecto.

Este proyecto nos permitirá, a través de un prototipo de bajo costo y de fácil implementación, mejorar la calidad del agua, generando agua con calidad para el riego y por otra parte reactivar el sector productivo orientado a desarrollar una agricultura sustentable para la comercialización de hortalizas en la localidad de Quillagua.

Esperamos una buena acogida.

Sin otro particular

**Víctor Palape**

**Presidente Asociación Gremial de Agricultores de Quillagua**

**Región de Antofagasta**

#### 2.6. Carta compromiso de cada integrante del Equipo Técnico

Cada profesional integrante del equipo técnico, que no sea profesional de apoyo o técnico, deberá presentar una carta de compromiso indicando sus intenciones y compromiso de participación en el proyecto según el modelo siguiente:





Universidad Católica del Norte  
ver más allá

Antofagasta, 27 de Julio de 2011

Yo **Javier René Quispe Curasi**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente como **Coordinador Principal** en el proyecto denominado "DESALINIZACIÓN DE AGUAS SALOBRES MEDIANTE ELECTRODIÁLISIS Y ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA USO AGRÍCOLA EN LA LOCALIDAD DE QUILLAGUA, ANTOFAGASTA", presentado a la Convocatoria de Proyectos 2010-2011. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **38 horas** por mes durante un total de **12 meses**, servicio que tendrá un costo total de                      valor que se desglosa en como aporte FIA,                      como aportes no pecuniarios de la Contraparte



Universidad Católica del Norte  
ver más allá

Antofagasta, 27 de Julio de 2011

Yo **Leonardo Romero Aranguiz**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente como **Coordinador Alterno** en el proyecto denominado "DESALINIZACIÓN DE AGUAS SALOBRES MEDIANTE ELECTRODIÁLISIS Y ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA USO AGRÍCOLA EN LA LOCALIDAD DE QUILLAGUA, ANTOFAGASTA", presentado a la Convocatoria de Proyectos 2010-2011. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **22 horas** por mes durante un total de **12 meses**, servicio que tendrá un costo total de valor que se desglosa en como aporte FIA, como aportes no pecuniarios de la Contraparte



Universidad Católica del Norte  
ver más allá

Antofagasta, 27 de Julio de 2011

Yo **Alex Milton Covarrubias Aranda**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente como **Asesor Técnico** en el proyecto denominado "DESALINIZACIÓN DE AGUAS SALOBRES MEDIANTE ELECTRODIÁLISIS Y ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA USO AGRÍCOLA EN LA LOCALIDAD DE QUILLAGUA, ANTOFAGASTA", presentado a la Convocatoria de Proyectos 2010-2011. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **27 horas** por mes durante un total de **12 meses**, servicio que tendrá un costo total de                      valor que se desglosa en como aporte FIA,                      como aportes no pecuniarios de la Contraparte



Antofagasta, 27 de Julio de 2011

Yo **Yaneska Beatriz Tapia Lineros**, vengo a manifestar mi compromiso de participar activamente como **Asesor Técnico** en el proyecto denominado "DESALINIZACIÓN DE AGUAS SALOBRES MEDIANTE ELECTRODIÁLISIS Y ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA USO AGRÍCOLA EN LA LOCALIDAD DE QUILLAGUA, ANTOFAGASTA", presentado a la Convocatoria de Proyectos 2010-2011. Para el cumplimiento de mis funciones me comprometo a participar trabajando **20 horas** por mes durante un total de **12 meses**, servicio que tendrá un costo total de valor que se desglosa en como aporte FIA.

## 2.7. Currículo Vital de los integrantes del Equipo Técnico

Entregar un currículum breve, de **no más de 3 hojas**, para cada profesional integrante del equipo técnico que no cumpla una función de apoyo. La información contenida en cada currículum deberá poner énfasis en los temas relacionados a la temática del proyecto y/o estar ligada al cargo que ejercerá el profesional durante su ejecución. De preferencia el CV deberá rescatar la experiencia profesional histórica de los últimos 10 años.

| <b>Coordinador</b>     |                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre Completo</b> | Javier René Quispe Curasi                                                                                                                                       |
| <b>Profesión</b>       | Ingeniero Civil Químico, Master of Science in Chemical Engineering, Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Química.                            |
| <b>Especialidades</b>  | Flujo y transporte en medios porosos, Tecnología de Membranas para el tratamiento de aguas, Optimización de procesos industriales, Diseño avanzado de procesos. |

## TRABAJO ACTUAL

|                                                                  |                                      |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Institución                                                      | UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE       |
| Cargo Ocupado                                                    | Profesor Asociado (Jornada Completa) |
| Compromiso Contractual con la Institución (hrs./mes contratadas) | 44 hrs./semana<br>180 hrs./mes       |

## TRABAJOS ANTERIORES

| Trabajos anteriores                                                                                                    |                                                |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|-------|
| Institución                                                                                                            | Cargo                                          | Desde | Hasta |
| Cerro Verde S. A. Minero Perú (PERU)<br>Planta Concentradora y Planta de Extracción por Solventes e Intercambio Iónico | Ingeniero de procesos<br>Jefe de Planta        | 1992  | 1995  |
| Universidad de Concepción                                                                                              | Ingeniero de Proyectos                         | 1998  | 2000  |
| Laboratorio ASIF (Análisis de Superficies a Nivel Atómico y su Interacción con Fluidos)<br>Universidad de Concepción   | Ingeniero de Proyectos/<br>Investigador Senior | 1998  | 2006  |
| Universidad Católica de Temuco                                                                                         | Académico/Investigador                         | 2002  | 2006  |
| Universidad Católica de Temuco                                                                                         | Vice Decano Facultad de Ingeniería             | 2005  | 2006  |

## PRINCIPALES ESTUDIOS Y CONSULTORÍAS HACIA LA INDUSTRIA

| Temas                                                                                          | Institución Contratante                                        | Desde    | Hasta    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Modelamiento del flujo y transporte a través de materiales desordenados                        | Centro de Modelamiento Matemático U. de Chile                  | Mar 1997 | Mar 1998 |
| Determinación de arsénico en láminas de cobre                                                  | Subgerencia de Refinería, División Chuquicamata, Codelco Norte | Abr 1999 | May 1999 |
| Determinación de la composición química de manchas verde-gris en cátodos de cobre y su posible | División Chuquicamata, Codelco Norte                           | Jun 1999 | Sep 1999 |

|                                                                                                                                               |                                                       |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|----------|
| origen                                                                                                                                        |                                                       |          |          |
| Análisis superficial y perfiles de concentración hacia el interior de cátodos de cobre mediante decapados sucesivos. Determinación de Fe y S. | Mina Sur Oxidos, División Chuquicamata, Codelco Norte | Ene 1999 | Abr 1999 |
| Mecanismo de formación de pátina en cátodos de cobre.                                                                                         | División Chuquicamata, Codelco Norte                  | Sep 2001 | Dic 2001 |
| Problemas de adherencia de pinturas en hojalata de acero                                                                                      | Huachipato S.A.                                       | Ene 1999 | Ene 2002 |
| Estabilidad coloidal de resinas de madera y su efecto en las propiedades adhesivas de papel de impresión                                      | Papeles Norske-Skog Bío-Bío                           | Jun 2002 | Dic 2003 |
| Distribución, migración y control de resinas en papeles de impresión de Inforsa                                                               | CMPC INFORSA                                          | Abr 2004 | Ene 2005 |
| Estudio sobre caracterización de molibdeno de Codelco El Teniente.                                                                            | CODELCO-División El Teniente                          | Jul 2004 | Jul 2005 |
| Estudio sobre química de superficies de especies minerales en Espesador P-4                                                                   | CODELCO-División El Teniente                          | Jun 2004 | Jul 2005 |
| Estudio sobre química de superficies de especies minerales biolixiviadas                                                                      | BIOSIGMA                                              | Nov 2004 | Mar 2006 |
| Optimización de la planta de tratamiento de Aguas Servidas de Traiguen, Temuco                                                                | Aguas Araucanía S.A.                                  | Nov 2005 | Jul 2006 |
| Simulación dinámica de la Planta de Lodos Activados de Los Angeles, Temuco                                                                    | ESSBIO                                                | Oct 2005 | Sep 2006 |
| Evaluación de escenarios críticos de operación de la laguna de aireación de riles de celulosa.                                                | CMPC Planta Pacífico, MININCO                         | Sep 2006 | Oct 2006 |

## PRINCIPALES PROYECTOS DE INVESTIGACION

| Título del Proyecto                                                                                                       | Fuente Financiamiento | Desde    | Hasta    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|----------|
| Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en los procesos de separación sólido-líquido en la industria minera | FONDEF D97I2042       | Sep 1997 | Sep 2000 |
| Desarrollo de un modelo de sedimentación basado en mecanismos físicos de interacción de partículas                        | FONDECYT 2990055      | Mar 1999 | Mar 2002 |



|                                                                                                                                                                                   |                                |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|
| Simulación de flujo en medios porosos 3D mediante el método de Lattice Boltzmann                                                                                                  | FONDECYT 1030866               | Mar 2003  | Mar 2005  |
| Flujo y transporte en materiales porosos: Efecto de la arquitectura del espacio poroso y de las propiedades fisicoquímicas de las superficies e interfases                        | FONDECYT 1050856               | Mar 2005  | Mar 2008  |
| Medición directa de fuerzas moleculares superficiales y adhesivas entre sólidos en medio fluido e interpretación a la luz de dinámica molecular y teorías continua y semicontinua | FONDECYT 1060912               | Mar 2006  | Mar 2009  |
| Manejo electrónico de ganado                                                                                                                                                      | FONDEF D05I10298               | Sep 2006  | Sep. 2007 |
| Tratamiento de lodos de pisciculturas de agua dulce mediante digestión anaerobia.                                                                                                 | INNOVA CORFO                   | Agos 2006 | Ago. 2007 |
| Evaluación de la tecnología de adsorción para remoción de arsénico en agua de consumo humano, destinada a pequeñas comunidades de la Segunda Región.                              | ESO-AUI                        | Dic 2006  | Dic 2008  |
| Recuperación electrodialítica de cobre y molibdeno de relaves mineros                                                                                                             | Minera Escondida Ltda.         | Dic 2007  | Dic 2008  |
| Valorización energética de neumáticos usados mediante pirolisis                                                                                                                   | Minera Escondida Ltda.         | Dic 2007  | Dic 2008  |
| Centro para el desarrollo de tecnologías de explotación sustentable de recursos hídricos en zonas áridas (CEITSAZA)                                                               | INNOVA CORFO                   | Abr 2008  | Abr 2011  |
| Centro de experimentación y pilotaje para el desarrollo tecnológico de las PYMEs de la minería del norte de Chile                                                                 | INNOVA CORFO                   | Sep 2010  | Nov 2011  |
| Remoción de arsénico de pulpa de concentrado de cobre                                                                                                                             | INNOVA CORFO                   | 2009      | 2010      |
| Drenaje electroosmótico de relaves minero                                                                                                                                         | Cluster BHP – Minera Escondida | Oct 2010  | Dic 2012- |

| <b>Coordinador Alterno</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre Completo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Leonardo Romero Aranguiz                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Profesión</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Ingeniero Civil Químico Universidad Católica del Norte, Doctor en Ingeniería Química. Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden.</p> <p>Director del Centro para el Desarrollo de Tecnologías de Explotación Sustentable de Recursos Hídricos en Zonas Áridas (CEITSAZA)</p> |
| <b>Especialidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Modelación Ambiental (transporte de solutos en suelos y aguas subterráneas) y tratamientos físico-químicos de riles.                                                                                                                                                                   |
| <b>Proyectos de Investigación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• "The Poços de Caldas Project: Natural Analogues of Processes in a Radioactive Waste Repository" Proyecto Internacional con la participación de Brasil, Suecia, Suiza, Reino Unido y USA. Proyecto dirigido por: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management, 1988 -1991.</li> <li>• "The Redox Front in a Repository for Radioactive Waste" Proyecto financiado por: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management, 1991 -1994.</li> <li>• "Near - Field Radionuclide Transport" Proyecto financiado por: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management, 1991 – 1995.</li> <li>• "Modelling of Emission and Re-emission of Volatile Organic Compounds from Building Materials." Proyecto financiado por: Departamento de Ingeniería Química del Royal Institute of Technology, Estocolmo – Suecia,(1994 – 1995).</li> <li>• "Release Calculations in the SFL 3-5 Repositories" Proyecto financiado por: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management CO, 1995 -1996.</li> <li>• "Coupling of the Near Field Release to the Far Field Transport - Using NUCTRAN and CHAN3D," Proyecto financiado por: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management CO, 1995 -1996.</li> <li>• "Waquaminar Innovative Strategies for the Preservation of the Water Quality in the Mining Areas of Latin America," Inco-Dc Project: International Cooperation with Developing Countries, EC Contract N°. ERBIC18CT980284, 1998 – 2002.</li> <li>• "Tecnologías Innovativas para la Recirculación del Agua y Tratamiento de Efluentes en Procesos Mineros Usando Zeolitas Naturales Chilenas," Fundación Chile – CORFO, 2005 – 2007</li> <li>• "Evaluación de la Tecnología de Adsorción para Remoción de Arsénico en Agua de Consumo Humano, Destinada a Pequeñas Comunidades de la Segunda Región," INICIATIVAS DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO CONVENIO ESO-AUI, 2007-2008.</li> <li>• "Recuperación Electrodialítica de Cobre y Molibdeno de Relaves", Fundación Escondida MEL, 2007.</li> <li>• "Valorización Energética de Neumáticos Usados Mediante Pirolisis", Fundación Escondida MEL, 2007.</li> <li>• "Centro para el Desarrollo de Tecnologías de Explotación Sustentable de Recursos Hídricos en Zonas Áridas, (Ceitsaza)," Innovación de Interés Público e Innovación Precompetitiva-Innova CORFO, años 2008 – 2011.</li> <li>• "Desarrollo de Tecnología para la Producción de Agua con Calidad Industrial en Minería Metálica a partir de Agua con Calidad Secundaria", Innovación de Interés Público e Innovación Precompetitiva-Innova CORFO, 2009 – 2011.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Consultorías</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto: "Remoción de Arsénico del Agua Utilizando Hidróxido Férrico Granulado: Diseño y Construcción de una Planta Piloto," ESSAN, 2002 – 2003.</li> <li>• Proyecto, "Estudio de Alternativas de Tratamiento Agua Industrial Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC)", CMDIC, 2008.</li> <li>• Simular experimentos de laboratorio de precipitación de sulfato y otros compuestos con cal, desde agua Coposa Norte (CEITSAZA-COT01-Enero 2009).</li> <li>• Evaluación técnica de la precipitación de aluminato de cloruro de calcio al poner en contacto el agua Coposa con la fase mineral. (CEITSAZA-COT04-remoción de Cloruro).</li> <li>• Precipitación de sulfato de calcio y otros compuestos del agua coposa en un reactor-espesador conteniendo relave minero. (CEITSAZA-COT02-Sept.-2009).</li> <li>• Validación del proceso de eliminación de carga orgánica de pulpa de concentrado de cobre en Patache-CMDIC, mediante el uso de procesos avanzados de oxidación (PAOs).</li> </ul> |
| <b>Experiencia Laboral</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Científico e investigador docente en Royal Institute of Technology, Estocolmo Suecia. 1993-1996.</li> <li>• Académico UCN desde el año 1996 a la fecha.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| <b>Asesor Técnico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre Completo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Alex Milton Covarrubias Aranda                                                                                                                                                                    |
| <b>Profesión</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile<br>Pos título en <b>Aguas Subterráneas</b><br><b>Post título en Ciencias del Agua en el Medio Ambiente</b> , Universidad de Montpellier |
| <b>Especialidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Hidrología e Hidrogeología<br>Ingeniería Hidráulica<br>Gestión Ambiental                                                                                                                          |
| <b>Proyectos desarrollados</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                   |
| <p>" * Proyecto de Instalación Red de Alcantarillado de Pichidegua. (1984) Mandante: SENDOS VI Región.</p> <p>* Anteproyecto "Mejoramiento del Servicio de Agua Potable de Puerto Montt", X Región. (1984) Mandante: SENDOS X Reg.</p> <p>* Proyecto "Mejoramiento Integral del Servicio de Agua Potable de Angol", IX Región: (1985) Mandante: SENDOS IX Región.</p> <p>* Proyecto "Mejoramiento del Servicio de Alcantarillado de Aguas Servidas de Coronel". (1985) Mandante: SENDOS VIII R.</p> <p>* "Estudio de Factibilidad de Nuevas Fuentes para el Agua Potable de Arica", I Región. (Solo en 1ª Etapa). (1984) Mandante: SENDOS I Región.</p> <p>* Proyectos de Mejoramiento Integral de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de Arauco (solo 1ª etapa), Villa Alemana, Huasco y Freirina.<sup>1</sup> (1985-1986) Mandante: SENDOS VIII Región, ESVAL y SENDOS III Región.</p> <p>* Proyectos de Instalación de Servicio de Agua Potable Rural, en la III Región. Son 7 localidades. (1985) Mandante: APR SENDOS Central</p> <p>* Proyectos de Instalación de Servicio de Agua Potable Rural, X y XI Región. Son 11 localidades en total. (1985) Mandante: APR SENDOS Central.</p> <p>* Proyecto "Reposición de Redes e Instalaciones en el Gran Valparaíso", V Región. (1985-1986) Mandante: ESVAL.</p> <p>•</p> |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Consultorías</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                   |
| <p>* Proyectos de Mejoramiento Integral de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de La Ligua, Cunco, Hualqui, Quillón, Dichato, El Carmen. (1986-1988)<sup>1</sup>. Mandante: ESVAL, SENDOS IX Región y SENDOS VIII Región.</p> <p>* Proyecto de Ampliación Red de Alcantarillado de Aguas Servidas de Lontué. (1986). Mandante: SENDOS VII Región.</p> <p>* Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de Tocopilla, II Región. (1987-1988). Mandante: SENDOS II Región.</p> <p>* Proyecto de Instalación Red de Alcantarillado de Aguas Servidas de San Rafael de Pelarco, VII Región. (1986)</p> <p>* Anteproyecto "Instalación de Servicio de A.P. en las localidades de Tres Pinos, Cerro Alto y Otras", VIII Región. Cinco localidades en total, que incluyen captación, tratamiento, conducción,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                   |

<sup>1</sup> *Alintegral*  $\cong$  incluye obras de captación en río y las correspondientes defensas fluviales.

regulación y distribución. (1987-1988). Mandante: SENDOS Central.

\* Anteproyecto "Mejoramiento Integral del Servicio de Alcantarillado de Osorno", X Región.(1987-1988)

\* Proyecto "Mejoramiento Sistema de Abastecimiento Caldera-Chañaral", III Región. (1988)

#### **Experiencia Laboral**

|                   |                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| JUL/1982-MAR/1983 | Desempeño profesional independiente.                                                                     |
| MAR/1983-DIC/1984 | Profesor por horas en Depto. de Ingeniería en Obras Civiles, Universidad de Santiago de Chile.           |
| ENE/1984-ABR/1986 | Ingeniero de Proyecto, Sociedad de Ingenieros Consultores Ltda., "I.C.I. Ingenieros Ltda.".              |
| MAY/1986-AGO/1988 | Ingeniero de Proyecto, "Oficina Consultora Luis R. Acevedo I.".                                          |
| OCT/1986-DIC/1990 | Socio e Ingeniero de Proyecto de "SIC Ingenieros Ltda.".                                                 |
| MAR/1989-         | Académico de Jornada Completa del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Católica del Norte. |
| JUN/1991-DIC/1994 | Socio y Gerencia Técnica de "Hidronor Ingeniería S.A."                                                   |
| ENE/1995-         | Desempeño profesional independiente.                                                                     |

| <b>Profesional de Apoyo 1</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre Completo</b>            | Yaneska Beatriz Tapia Lineros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Profesión</b>                  | Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Playa Ancha.<br><br>Magíster en Innovación Tecnológica y Emprendimiento, Universidad Técnica Federico Santa María                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Especialidad</b>               | Evaluación de Proyectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Proyectos de Investigación</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia Tecnológica y Tecnologías de Libre Acceso para la Minería de Mediana y Pequeña Escala en la Región de Antofagasta – 2009 – 2010</li> <li>• Centro para el Desarrollo de Tecnologías de Explotación Sustentable de Recursos Hídricos en Zonas Áridas, CEITSAZA – 2009 – 2012</li> <li>• Innovaminería Región de Antofagasta. Estrategia de Desarrollo e Innovación del Segmento de la Minería de Mediana y Pequeña Escala – 2007 - 2009</li> <li>• Estudio de Desarrollo Económico y Caracterización de los Recursos Geológicos de Rocas Ornamentales de la Región de Antofagasta 2008.</li> <li>• Nodo de Difusión y Transferencia Tecnológica de la Región de Antofagasta. CIMM-CORFO 2007</li> <li>• Nodo de Difusión y Transferencia Tecnológica de la Región de Coquimbo. CIMM-CORFO 2007</li> <li>• Desarrollo de la Minería en torno a la Innovación Tecnológica. CIMM- Programa Bicentenario de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnológica, CONICYT 2006-2007</li> <li>• Estudio de la Percepción de la Comunidad Respecto al Impacto de la Minería en la III y IV Región. CIMM- Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO, 2006</li> <li>• Estudio de Caracterización y Determinación de los Requerimientos de Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica para la Minería de Mediana y Pequeña Escala de la III, IV y V Región. CIMM-Ministerio de Minería. 2005-2006</li> <li>• Plataforma Virtual de Trabajo Colaborativo de Innovaminería, <a href="http://www.innovamineria.cl">www.innovamineria.cl</a>. CIMM 2006-2009</li> <li>• Programa de Pasantías Tecnológicas 2007 - 2009</li> </ul> |
| <b>Experiencia Laboral</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Católica del Norte, 2010. Gerente de Negocios y Desarrollo Tecnológico, Centro para el Desarrollo de Tecnologías de Explotación Sustentable de Recursos Hídricos en Zonas Áridas, CEITSAZA. Cargo que ejerce a la fecha.</li> <li>• Centro de Investigación Minera y Metalúrgica, CIMM 2005 – 2009. Director de Proyectos de Innovación Tecnológica, dependencia directa del Director de Innovación y Desarrollo Estratégico del Centro.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



## 2.8. Ficha de antecedentes legales del postulante

Esta ficha debe ser llenada por separado por el Ejecutor y por cada uno de los Asociados al proyecto.

### 2.8.1. Identificación

|                       |                                |
|-----------------------|--------------------------------|
| Nombre o razón social | Universidad Católica del Norte |
| Nombre fantasía       | UCN                            |
| RUT                   |                                |
| Objeto                |                                |
| Domicilio social      |                                |
| Duración              |                                |
| Capital (\$)          |                                |

### 2.8.2. Administración (composición de directorios, consejos, juntas de administración, socios, etc.)

| Nombre | Cargo | RUT |
|--------|-------|-----|
|        |       |     |

### 2.8.3. Apoderados o representantes con facultades de administración (incluye suscripción de contratos y suscripción de pagarés)

| Nombre                | RUT |
|-----------------------|-----|
| Misael Camus Ibacache |     |

### 2.8.4. Socios o accionistas (sociedades de responsabilidad limitada, sociedades anónimas, SPA, etc.)

| Nombre | Porcentaje de participación |
|--------|-----------------------------|
|        |                             |

### 2.8.5. Personería del (los) representante(s) legal(es) constan en

|                                                                                                            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Indicar escritura de constitución entidad, modificación social, acta de directorio, acta de elección, etc. |  |
| Fecha                                                                                                      |  |
| Notaría                                                                                                    |  |

### 2.8.6. Antecedentes de constitución legal

#### a) Estatutos constan en:

|                                                 |                          |
|-------------------------------------------------|--------------------------|
| Fecha escritura pública                         | 16 de Septiembre de 2008 |
| Notaría                                         | Julio Abasolo Aravena    |
| Fecha publicación extracto en el Diario Oficial |                          |
| Inscripción Registro de Comercio                |                          |
| Fojas                                           |                          |
| Nº                                              |                          |
| Año                                             |                          |
| Conservador de Comercio de la ciudad de         |                          |



- b) Modificaciones estatutos constan en (si las hubiere)

|                                                 |  |
|-------------------------------------------------|--|
| Fecha escritura pública                         |  |
| Notaría                                         |  |
| Fecha publicación extracto en el Diario Oficial |  |
| Inscripción Registro de Comercio                |  |
| Fojas                                           |  |
| Nº                                              |  |
| Año                                             |  |
| Conservador de Comercio de la ciudad de         |  |

- c) Decreto que otorga personería jurídica

|                                         |  |
|-----------------------------------------|--|
| Nº                                      |  |
| Fecha                                   |  |
| Publicado en el Diario Oficial de fecha |  |
| Decretos modificatorios                 |  |
| Nº                                      |  |
| Fecha                                   |  |
| Publicación en el Diario Oficial        |  |

- d) Otros (caso de asociaciones gremiales, cooperativas, organizaciones comunitarias, etc.)

|                |  |
|----------------|--|
| Inscripción Nº |  |
| Registro de    |  |
| Año            |  |

- e) Esta declaración debe suscribirse por el representante legal de la entidad correspondiente (ejecutor o asociado), quien certifica que son fidedignos.

|        |  |
|--------|--|
| Nombre |  |
| RUT    |  |
| Firma  |  |

## 2.9. Antecedentes comerciales del postulante

Entregar informe DICOM (Platinum).