

## 1. RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El Estudio de Análisis Ambiental (EAA) se enmarca en el Estudio de Prefactibilidad del Proyecto “Mejoramiento Sistema de riego en Río San Pedro, San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta”.

### 1.2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL EAA

#### 1.2.1. Objetivo General

Analizar, a nivel de prefactibilidad y desde la perspectiva ambiental, los efectos o implicancias de las obras sobre el medio ambiente enfocados en las Alternativas de solución propuestas durante la consultoría, incluyendo análisis legal, descripción y evaluación de impactos potenciales preliminares, y la estimación de los costos ambientales asociados.

### 1.3. CONTENIDO DEL EAA

El presente EAA se presenta en 12 Capítulos y un Resumen Ejecutivo. El contenido de cada capítulo se describe brevemente a continuación:

1. **Introducción y Objetivos del EAA:** Pone en contexto el EAA y expone objetivos del mismo.
2. **Antecedentes Generales del Proyecto:** Da a conocer la características generales del estudio en curso y el tipo de obras involucradas.
3. **Explicación de la metodología general del EAA.** Se detallan los pasos seguidos para la evaluación de los impactos ambientales.
4. **Caracterización de la línea de base del Área de Influencia:** Se describen los principales aspectos de los componentes ambientales relevantes en el proyecto en el área de influencia y se evalúa la sensibilidad ambiental de cada uno de ellos.
5. **Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales:** Se identifican y evalúan impactos ambientales en etapas de construcción y operación, describiendo previamente el método empleado.

6. **Zonas de Restricción Ambiental:** se identifican, en función de los antecedentes recopilados, aquellas zonas en que los trabajos relacionados con el proyecto deben ser limitados o prohibidos.
7. **Análisis de la Legislación Ambiental:** con base en el marco legal, se analiza la normativa ambiental general y específica aplicable al proyecto. Estas normas se asocian a las obras y acciones que se definen para el proyecto.
8. **Plan de Manejo Ambiental:** con base en los impactos identificados se presentan medidas generales correspondientes a los Planes de Medidas de Mitigación, Restauración y Compensación.
9. **Plan de Seguimiento Ambiental:** se presentan los elementos que componen el plan y las medidas relacionadas con él.
10. **Identificación de Estudios Ambientales Recomendados:** Detalla los estudios ambientales recomendados para las etapas posteriores (factibilidad y diseño), con el fin de sumar información de mayor detalle a la toma de decisiones en materia ambiental.
11. **Aproximación de los costos ambientales asociados al proyecto.** Se estiman los costos de las medidas ambientales genéricas factibles de ser implementadas durante la construcción y operación.
12. **Conclusiones:** Se presentan conclusiones del EAA.

#### 1.4. RESULTADOS PRINCIPALES DEL ESTUDIO

##### 1.4.1. Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA

Se concluye que el proyecto deberá someterse al SEIA como un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), por cuanto el emplazamiento de las alternativa propuesta generaría impactos ambientales relevantes y que determinan el modo de ingreso como un EIA de acuerdo al Artículo 11 de la Ley 19.300, sus modificaciones (Ley 20.417) y sus especificaciones en el Artículo 6 (letras m y p) del Reglamento del SEIA.

Los impactos identificados y valorados, presentan a lo menos uno de los efectos, características o circunstancias de acuerdo al artículo 11 de la Ley 19.300 y su modificación establecida en la Ley 20.417 y en el Artículo 6 del Reglamento del SEIA.

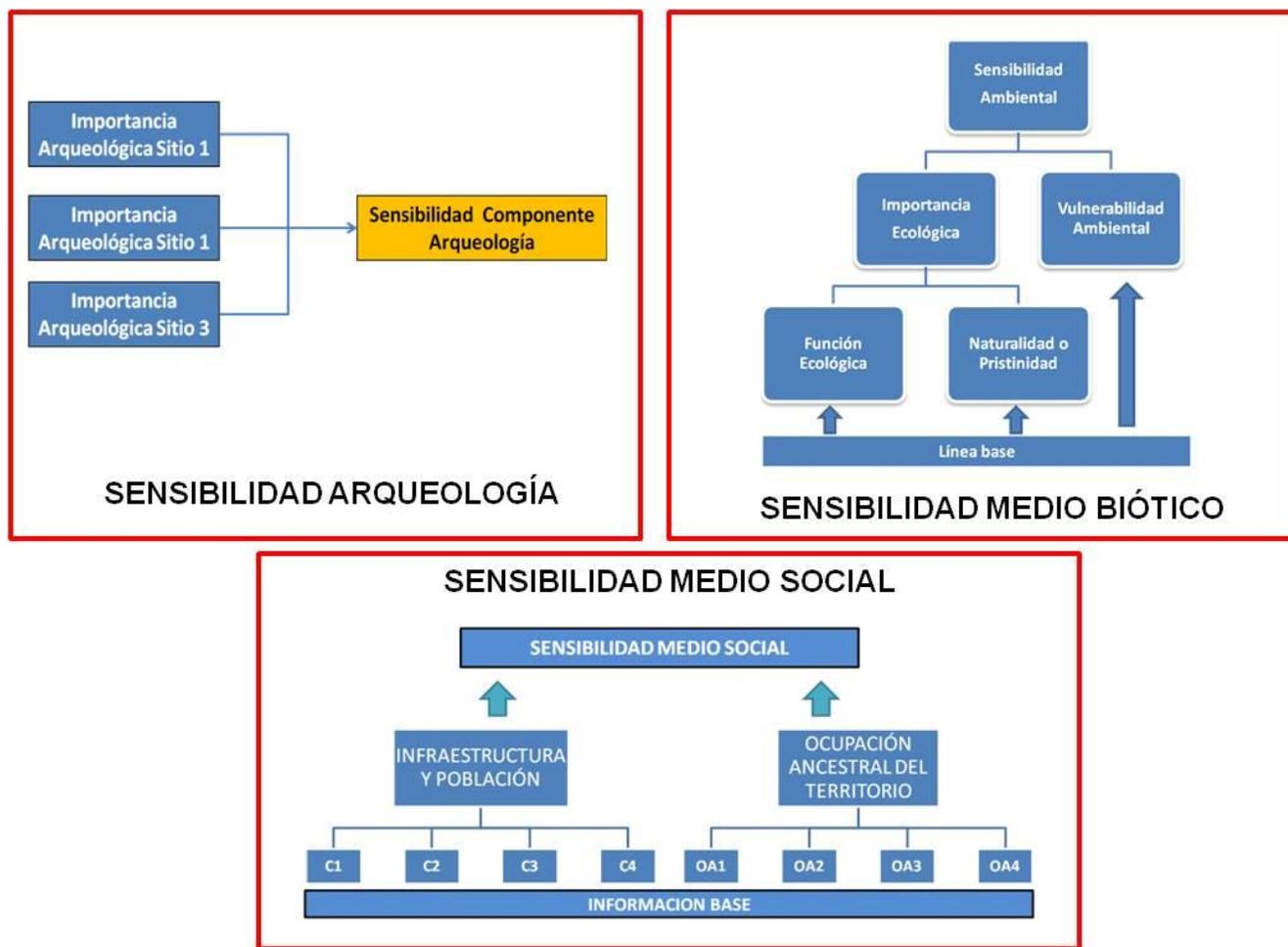
Esta conclusión deberá ser ratificada en las siguientes fases del proyecto, al conocer en mayor detalle sus obras, diseños definitivos y actividades asociadas, y habiéndose también realizado los estudios propuestos en el presente informe.

### 1.4.2. Evaluación de Impactos Ambientales

La evaluación de la intensidad de impactos potenciales, está dada por la combinación de los resultados obtenidos entre Sensibilidad Ambiental y Agresividad de actividades, tal como se indica en la explicación de este método (apartado 3 del Informe EAA). Para efectos de este cálculo se obtuvo un valor de Sensibilidad Ambiental para cada componente, y un valor de Agresividad de Actividades. Posteriormente se promedian ambos valores en cada componente, para obtener un valor de Intensidad del Impacto Ambiental.

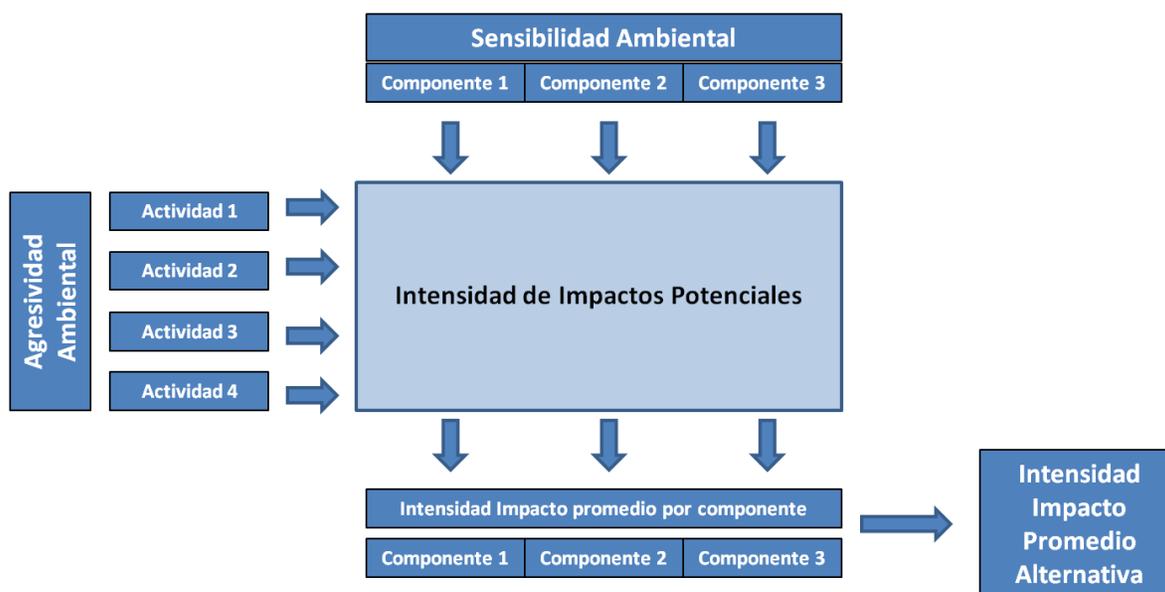
Las Figuras 1.4.2-1 y 1.4.2-2, muestran un esquema de la metodología empleada y el Cuadro 1.4.2-1 muestra el resultado final de dichos cálculos.

**FIGURA 1.4.2-1 ESQUEMA MÉTODO EAA: ESTIMACIÓN SENSIBILIDAD**



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 1.4.2-2 ESQUEMA MÉTODO EAA: EVALUACIÓN IMPACTOS**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 1.4.2-1  
INTENSIDAD DE IMPACTOS POR COMPONENTES Y POR OBRA ANALIZADA**

OBRA	COMPONENTES						
	FVt	FAt	FFa	Hi	AH	PAr	Ca
<b>BYPASS RIO GRANDE</b>	3,37	3,37	3,12	3,62	2,72	3,37	3,12
<b>TUBERIA RIO SALADO</b>	3,38	3,38	3,13	3,63	2,73	3,38	3,13
<b>TUNEL 1 / TUNEL 2</b>	3,55	3,55	3,3	3,8	2,9	3,55	3,3
<b>EMBALSE CRECIDAS</b>	3,58	3,58	3,33	3,83	2,93	3,58	3,33
<b>EMBALSE RIEGO</b>	3,63	3,63	3,38	3,88	2,98	3,63	3,38
<b>CONDUCCIÓN AGUAS SALINAS</b>	3,53	3,53	3,28	3,78	2,88	3,53	3,28

Simbología: FVt: Flora y Vegetación Terrestre; FAt: Fauna Terrestre; FFa: Flora y Fauna Acuática; Hi: Hidrología; AH: Asentamientos Humanos; PAr: Patrimonio Arqueológico; Ca: Calidad de Aguas.

Fuente: Elaboración propia

### 1.4.3. Costos Ambientales Asociados al proyecto

El Cuadro 1.4.3-1 muestra el resumen de los costos asociados según tipo de medida. El Cuadro detallado de cada medida propuesta se encuentra en el Apartado 11 del informe EAA.

**CUADRO 1.4.3-1  
RESUMEN DE COSTOS AMBIENTALES POR ALTERNATIVA Y ETAPAS (PESOS)**

ALTERNATIVA	COSTO DIRECTO	AÑO 1 (CONSTRUCCIÓN)	AÑO 2 (PRIMER AÑO DE OPERACIÓN)	IMPREVISTOS Y OTROS (30%)	COSTO TOTAL
1a	286.864.967	180.615.288	106.249.679	86.059.490	372.924.457
1b	843.614.566	531.154.744	312.459.823	253.084.370	1.096.698.936
2a	315.651.763	198.739.967	116.911.796	94.695.529	410.347.292
2b	872.401.363	549.279.423	323.121.940	261.720.409	1.134.121.772
3-0a	532.614.055	335.343.287	197.270.768	159.784.216	692.398.271
3-0b	1.089.363.654	685.882.743	403.480.912	326.809.096	1.416.172.751
3a	2.056.304.944	1.294.686.186	761.618.758	616.891.483	2.673.196.427
3b	2.613.054.543	1.645.225.641	967.828.902	783.916.363	3.396.970.906
4a	1.899.890.402	1.196.204.807	703.685.595	569.967.121	2.469.857.523
4b	2.456.640.002	1.546.744.263	909.895.739	736.992.001	3.193.632.002

Fuente: Elaboración propia

#### 1.4.4. Identificación de Estudios ambientales Recomendados

Respecto de los estudios recomendados para las etapas posteriores, si bien ya se ha establecido que el proyecto debe ingresar al SEIA mediante la realización de un EIA (con todo lo que ello involucra), debe ponerse especial énfasis a aquellos componentes del medio biótico en que existe evidencia sobre existencia de especies con problemas de conservación. Otro aspecto de importancia debe ser el establecimiento de un caudal ecológico acorde con las características del medio biótico asociado a los cauces involucrados en el proyecto.

A continuación se enlistan aquellos estudios que, se propone, deben profundizarse y/o agregarse para la etapa de Factibilidad.

- Actualización de la línea de base del medio biótico en todos sus componentes, con el fin de complementar la información levantada en este estudio y extender el área de muestreo a toda la zona intervenida por las obras de la alternativa que sea seleccionada.
- Es necesario realizar un estudio hidrogeológico y ecosistémico que permita identificar los efectos de la modificación del sistema hídrico sobre el Oasis de San Pedro de Atacama y el Salar de Atacama.

- Realizar estudios relacionados con los efectos específicos que podría tener este tipo de intervención en el régimen normal del cauce sobre las especies que conforman este ecosistema
- Estudio para la determinación de un caudal ecológico, idealmente basado en criterios tanto biológicos, físicos (geomorfología fluvial) y químicos como hidrológicos y no sólo en el porcentaje del caudal establecido por la normativa vigente.
- Levantamiento arqueológico de toda el área de estudio, para complementar los resultados obtenidos en esta etapa y verificar la posible existencia de otros sitios con potencial valor arqueológico o cultural presentes en la zona.
- Línea de base de la Calidad del Aire. Debe incluir monitoreos/mediciones de la calidad del aire en puntos estratégicos que se deberán definir en conjunto con la inspección fiscal del futuro estudio.
- Línea de base de Ruido y Vibraciones. Debe incluir monitoreos/mediciones de los niveles sonoros y de vibraciones en puntos estratégicos que se deberán definir en conjunto con la inspección fiscal del futuro estudio.

## **1.5. CONCLUSIONES**

El proyecto analizado en el presente informe, debe someterse al SEIA mediante la elaboración de un EIA, dado que cumple con los requisitos estipulados con la Normativa Ambiental vigente en Chile (ver apartado 7 del presente informe).

De forma adicional, se ha realizado un análisis preliminar de impactos potenciales, en el cual se concluye inicialmente, que el componente más afectado sería la Hidrología, ya que como sucede en cualquier proyecto que incluye obras de gran envergadura y numerosas intervenciones en los cauces, se ve completamente alterado el régimen de caudales y sedimentos. En cuanto a impacto, le siguen los componentes de Flora y Vegetación, junto con Fauna terrestre, ya que se han encontrado especies con problemas de conservación, que aunque son de preocupación menor cobran relevancia en un ecosistema con las características del área de estudio.

Respecto a las obras a ejecutar, es conocido el impacto que tiene la construcción de embalses, sin embargo el embalse de control de crecidas por corresponder a un muro filtrante, es decir, que no genera un área de inundación permanente, se presenta como una buena respuesta para dicho problema específico. Sin embargo, las alternativas cuya configuración requiere trasvases de agua a través de acueductos son las menos favorables ambientalmente, dadas las dimensiones de estas obras y los impactos que generarán en su construcción. Complementario a esto, para todas las alternativas que tienen tuberías de

conducción a través del cauce, con el fin de evitar la extrema salinización del agua producto de la conformación química de los suelos del lugar, se recomienda el desarrollo de estudios para la determinación del caudal ecológico efectivamente necesario desde un punto de vista biológico y los efectos del cambio en las condiciones del cauce sobre el ecosistema.

En relación al valor cultural y patrimonial, la prospección en la zona del Río Grande, donde se ubica el embalse de control de crecidas (inicialmente se encontraban allí las alternativas de embalse de riego), da cuenta de la presencia de sitios arqueológicos, algunos de alta relevancia en el contexto local, como sitios habitacionales y petroglifos. Algunas de las estructuras asociadas pudieron asociarse a redes viales, de tipo pastoril o incluso como parte del Camino del Inca en dirección al tambo de Catarpe. Es por ello que se recomienda la prospección exhaustiva del área en las futuras etapas, además de la realización de prospecciones en el sector del Río Salado, en donde se identificaron terrenos agrícolas actualmente sin uso, de los cuales se desconoce su antigüedad.

Se recomienda la realización de algunos estudios ambientales específicos, independiente de la alternativa seleccionada: actualización y seguimiento de la línea de base, con especial énfasis en el medio biótico, en el funcionamiento hidrogeológico y ecosistémico del Oasis y el Salar de Atacama, el caudal ecológico basado en criterios biológicos (no sólo hidrológicos), calidad del aire y ruido, con el fin de afinar el conocimiento referente a estos temas y aumentar así el nivel de claridad y seguridad al momento de evaluar el impacto ambiental correspondiente, con todo lo que esto involucra en términos de la toma de decisiones futuras, planificación y manejo. Estos estudios, se propone, debieran realizarse para el Estudio de Factibilidad de este mismo proyecto.

Respecto de los costos estimados para las medidas ambientales, se han estimado montos que alcanzan un máximo de aproximadamente 3.397 millones de pesos, que aumentan hasta 3.669 millones al incorporar planta desalinizadora o 3.475 si la obra anexa incorporada es una minicentral hidroeléctrica de pasada . Esto se debe a los diferentes niveles de intervención de cada una de las alternativas en función de la cantidad de obras comprometidas en ellas (en algunos casos considerando dos muros de embalse), en conjunto con la lejanía y accesibilidad de la zona de estudio, además del tamaño de las obras. Queda claro, al observar las diferencias en los montos obtenidos, que las alternativas que contemplan embalses de regadío y embalse de control de crecidas al mismo tiempo, constituyen las opciones de mayor costo ambiental debido a sus impactos, sin embargo estas son al mismo tiempo las que podrían otorgar los mayores beneficios desde el punto de vista productivo a los habitantes de la Comuna de San Pedro de Atacama, permitiendo un mejor desarrollo de la agricultura así como el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico producido por este tipo de obras que podría mejorar el suministro en la zona, administrado por los mismos habitantes de la comuna.

Es necesario tener en cuenta que los impactos analizados son de nivel general, así como las medidas costeadas corresponden a medidas sugeridas a priori, y que las medidas de mitigación, reparación y/o compensación definitivas deben ser obtenidas como

resultado de la realización del Estudio de Impacto Ambiental que es pertinente a este proyecto.

Al evaluar todos los criterios, considerando los resultados de todos los estudios realizados en esta etapa de Prefactibilidad y la relación costo-beneficio de las obras, en la Evaluación Económica, que es parte del Estudio de Ingeniería recomienda seleccionar la Alternativa 3a, que se presentaría como la mejor solución para el mejoramiento del sistema de riego del Río San Pedro. Desde el punto de vista del presente EAA, esta alternativa tiene un nivel de impactos intermedio entre todas las alternativas propuestas, sin embargo en próximas etapas se deben realizar los estudios anteriormente indicados y revisar la ubicación definitiva de las obras de embalse.