Informe de Viabilidad del Panel de Revisión Independiente de Salton Sea

Informe de Viabilidad del Panel de Revisión Independiente

Evaluación de los Conceptos de Importación de Agua para la Restauración a Largo Plazo de Salton Sea

Preparado por:

Panel de Revisión Independiente:

Rominder Suri, Ph.D.; Philip Burgi, P.E.; Robert Glennon, J.D., Ph.D.; Sharon D. Kenny, PMP; Julie Lockwood, Ph.D.; Adina Paytan, Ph.D.; Robert Raucher, Ph.D.

Preparado para:

Programa de Gestión de Salton Sea

Presentado por:

Universidad de California, Santa Cruz

Septiembre de 2022

Descargo de Responsabilidad

Los puntos de vista y las opiniones que se expresan en este Informe y sus Anexos, incluida cualquier interpretación de los objetivos o las obligaciones del Estado de California con respecto a la restauración de Salton Sea, pertenecen únicamente al Panel de Revisión Independiente. No representan la política oficial o la opinión del Estado de California.

La sección geotécnica del Informe se elaboró de acuerdo con la práctica de ingeniería civil generalmente aceptada y no da garantía alguna, ya sea de manera explícita o implícita, sobre el asesoramiento profesional que se brinda en los términos de nuestro acuerdo y que se incluye en este análisis. Esta sección solo tiene fines informativos en este estudio de viabilidad y no se debe considerar como parte de los documentos contractuales o cualquier tipo de diseño o inferencia de diseño.

Las opiniones sobre ingeniería que se expresan en este Informe representan una interpretación realizada por el Panel y el equipo de apoyo sobre los estándares reglamentarios, las propiedades de los materiales requeridos y las condiciones generales del suelo en función de la información pública disponible según los enfoques planificados.

Agradecimientos

El Panel agradece a cada uno de los 18 participantes que respondieron la Solicitud de Información (RFI). Cada una de las respuestas proporcionó una perspectiva única sobre este tema desafiante y dio lugar a debates productivos sobre los méritos de las posibles soluciones.

El Panel también agradece la importante contribución del Equipo de Apoyo para la elaboración de este informe:

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, SANTA CRUZ

Brent M. Haddad, MBA, Ph.D., Investigador Principal
Yihsu Chen, Profesor
Michael Loik, Profesor
Daniel Hastings, Candidato a Doctor
Hannah Newburn, Candidata a Doctora
Siyu Luo, Estudiante de Doctorado
Azucena Beltran, Coordinadora de Proyectos

KENNEDY JENKS CONSULTANTS

Stephen Timko, Ph.D.
Meredith Clement
Anson Chan
Zach Devlin, P.E.
Mohammad Fard, Ph.D.
Stephen Montagna, P.E.

TRUSSELL TECHNOLOGIES

Jean Debroux, Ph.D.

GWENDOLYN BUCHHOLZ, PERMIT ENGINEER, INC.

SILVA INTERNATIONAL

METIS RENEWABLES, LLC

CW RESEARCH AND CONSULTING

Carolyn Wagner

ESTRATEGIAS EN CIENCIAS SOCIALES

Colleen Donovan

Fotografía de portada de Daniel Hastings.

Índice

Lista de Tablas ..... *v*

Lista de Figuras ..... *vi*

Siglas y Abreviaturas ..... *ix*

Resumen Ejecutivo 1

Sección 1: Introducción 1

1.1 Proceso de Revisión 1
1.2 Propósito de este Informe 2

Sección 2: Enfoque para el Análisis Técnico y las Suposiciones de Costo 1

2.1 Análisis Técnico 1
2.1.1 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos 1
2.1.2 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación 5
2.1.3 Evaluación del Desempeño Técnico 6
2.2 Análisis Económico 8
2.2.1 Enfoque para las Estimaciones de Costo de Capital 8
2.2.2 Suposiciones de Costos de Servidumbre y Adquisición de Tierra 9
2.2.3 Enfoque para los Costos de Operaciones y Mantenimiento 9
2.2.4 Compensaciones de Costos 9
2.2.5 Otras Suposiciones de Costos 9
2.2.6 Costos del Ciclo de Vida 9
2.3 Análisis de Beneficios 10
2.3.1 Revitalización Económica 11
2.3.2 Servicios del Ecosistema 13
2.3.3 Calidad del Aire y Salud Humana 16
2.3.4 Omisiones, Sesgos e Incertidumbre 17

Sección 3: Conceptos Candidatos 1

3.1 Escenario Inicial Sin Proyecto 1
3.2 Concepto de Importación del Mar de Cortés 3
3.2.1 Entrada en el Mar de Cortés 4
3.2.2 Desalinación en el Mar de Cortés 4

Índice (continuación)

3.2.3 Gestión de la Salmuera - Mar de Cortés 4
3.2.4 Transporte 5
3.2.5 Entrega a Salton Sea 5
3.2.6 Reducción de la Salinidad en Salton Sea 6
3.2.7 Gestión de la Salmuera - Salton Sea 7
3.3 Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 8
3.3.1 Entrada en el Mar de Cortés 11
3.3.2 Desalinación en el Mar de Cortés 11
3.3.3 Gestión de la Salmuera - Mar de Cortés 11
3.3.4 Transporte 11
3.3.5 Entrega a Salton Sea 11
3.4 Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado via IID 12
3.4.1 Reducción de la Salinidad en Salton Sea 12
3.4.2 Gestión de la Salmuerta - Salton Sea 13

Sección 4: Viabilidad del Concepto de Importación del Mar de Cortés 1

4.1 Descripción, Diseño e Ingeniería del Concepto 1
4.1.1 Principales Instalaciones 1
4.1.2 Requirimientos Hidráulicos y de Bombeo 8
4.1.3 Operaciones a Largo Plazo, Incluida la Recuperación de Energía 8
4.2 Evaluación de viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos 9
4.2.1 Consideraciones Ambientales de Obtención de Permisos 9
4.2.2 Control de Inundaciones 17
4.2.3 Cambio Climático y Resiliencia Climática 18
4.2.4 Plazos 22
4.3 Evaluación de Viabilidad de la Construción y Operación 28
4.3.1 Condiciones Geotécnicas 28
4.3.2 Disponibilidad de Personal Calificado 39
4.4 Evaluación del Desempeño Técnico 39
4.4.1 Calidad del Agua 39
4.4.2 Cantidad de Agua 42
4.4.3 Exposición de la Playa 42
4.5 Estimación de Costos del Proyecto 43
4.6 Análisis de Beneficios 50
4.6.1 Revitalización Económica 50
4.6.2 Servicios del Ecosistema 52

Índice (continuación)

4.6.3 Calidad del Aire y Salud Humana 53
4.6.4 Resumen de Beneficios 54

Sección 5: Viabilidad del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 1

5.1 Descripción, Diseño e Ingeniería del Concepto 1
5.1.1 Principales Instalaciones 1
5.1.2 Requerimientos Hidráulicos y de Bombeo 6
5.1.3 Operaciones a Largo Plazo, Incluida la Recuperación de Energía 6
5.2 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos 7
5.2.1 Consideraciones Ambientales de Obtención de Permisos 7
5.2.2 Control de Inundaciones 8
5.2.3 Cambio Climático y Resiliencia Climática 8
5.2.4 Plazos 10
5.3 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación 12
5.3.1 Condiciones Geotécnicas 15
5.4 Evaluación del Desempeño Técnico 26
5.4.1 Calidad del Agua 26
5.4.2 Cantidad de Agua 28
5.4.3 Exposición de la Playa 29
5.5 Estimación de Costos del Proyecto 29
5.6 Analisis de Beneficios 34

Sección 6: Viabilidad del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado 1

6.1 Descripción, Diseño e Ingeniería del Concepto 1
6.1.1 Principales Instalaciones 1
6.1.2 Requerimientos Hidráulicos y de Bombeo 2
6.1.3 Operaciones a Largo Plazo, Incluida la Recuperación de Energía 2
6.2 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos 3
6.2.1 Consideraciones Ambientales de Obtención de Permisos 3
6.2.2 Control de Inundaciones 5
6.2.3 Cambio Climático y Resiliencia Climática 6
6.2.4 Plazos 7
6.3 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación 9

Índice (continuación)

6.3.1 Condiciones Geotécnicas 10
6.3.2 Disponibilidad de Personal Calificado 13
6.4 Evaluación del Desempeño Técnico 13
6.4.1 Calidad del Agua 13
6.4.2 Cantidad de Agua 15
6.4.3 Exposición de la Playa 16
6.5 Estimación de Costos del Proyecto 16
6.6 Análisis de Beneficios 20

Sección 7: Resumen y Próximos Pasos 1

7.1 Viabilidad de los Conceptos de Importación 1
7.1.1 Trabajo Futuro para Avanzar en los Conceptos de Importación 3
7.2 Proximos Pasos 4

Referencias i

Lista de Tablas

Tabla 2-1: Otros Beneficios Previstos de los Conceptos de Importación de Agua 11
Tabla 2-2: Omisiones, Sesgos e Incertidumbres 17
Tabla 3-1: Componentes de las Respuestas que Pasaron el Análisis de Fallas Críticas 3
Tabla 3-2: Componentes del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 8
Tabla 3-3: Componentes del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado 12
Tabla 4-1: Plantas de Importación de Agua 3
Tabla 4-2: Plantas Exclusivas para el Escenario 1 (además de las plantas de la Tabla 4-1).. 5
Tabla 4-3: Plantas Exclusivas para el Escenario 2 (además de las plantas de la Tabla 4-1).. 5
Tabla 4-4: Permisos Previstos Necesarios para las Instalaciones en México 10
Tabla 4-5: Permisos Previstos Necesarios para las Instalaciones en EE. UU. 13
Tabla 4-6: Dióxido de Carbono Equivalente para las Fuentes de Energía 18
Tabla 4-7: Estimación Anual de Emisiones de CO_2E de Plantas de Importación de Agua para el Escenario 1 20
Tabla 4-8: Estimación Anual de Emisiones de CO_2E de Plantas de Importación de Agua para el Escenario 2 20
Tabla 4-9: Suposiciones de Plazos 24
Tabla 4-10: Condiciones Previstas del Suelo y el Lecho de Roca para el Concepto de Importación del Mar de Cortés 32
Tabla 4-11: Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Costos de Adquisición de Tierra - Escenario 1 del Concepto de Importación del Mar de Cortés 44
Tabla 4-12: Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Costos de Adquisición de Tierra - Escenario 2 del Concepto de Importación del Mar de Cortés 45
Tabla 4-13: Costos Anuales de O&M - Escenario 1 del Concepto de Importación del Mar de Cortés 47
Tabla 4-14: Costos Anuales de O&M - Escenario 2 del Concepto de Importación del Mar de Cortés 48
Tabla 4-15: Cálculo de Valor Actual Neto - Escenario 1 del Concepto de Importación del Mar de Cortés 49
Tabla 4-16: Cálculo de Valor Actual Neto - Escenario 2 del Concepto de Importación del Mar de Cortés 49
Tabla 4-17: Beneficios Monetizados de la Revitalización Económica para los Conceptos de Importación de Agua 51
Tabla 4-18: Beneficios Estimados del Concepto de Importación del Mar de Cortés 54
Tabla 5-1: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, Plantas de Importación de Agua 3

Tabla 5-2: Estimación de Emisiones Anuales de CO_2E: Plantas del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 9
Tabla 5-3: Suposiciones de Plazos para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés..... 11
Tabla 5-4: Condiciones Previstas del Suelo y el Lecho de Roca para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 19
Tabla 5-5: Costos de Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Adquisición de Tierra: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 31
Tabla 5-6: Costos Anuales de O&M: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 33
Tabla 5-7: Cálculo del Valor Actual Neto: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 34
Tabla 5-8: Beneficios Estimados del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés..... 35
Tabla 6-1: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado, Plantas de Importación de Agua 2
Tabla 6-2: Permisos Previstos Necesarios para las Transferencias Voluntarias del Río Colorado 3
Tabla 6-3: Estimación Anual de Emisiones de CO_2E para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario..... 6
Tabla 6-4: Suposiciones de Plazos para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario 9
Tabla 6-5: Condiciones Previstas del Suelo y el Lecho de Roca para el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado..... 10
Tabla 6-6: Costos de Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Adquisición de Tierra: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado 18
Tabla 6-7: Costos Anuales de O&M: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado19
Tabla 6-8: Cálculo del Valor Actual Neto: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado 20
Tabla 6-9: Beneficios Estimados para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario 21
Tabla 7-1: Resumen de los Conceptos 1

Lista de Figuras

Figura 3-1: Elevación de Salton Sea (línea continua) y playa expuesta resultante en relación con 2018 (línea punteada) proyectada en el escenario inicial sin proyecto..... 2
Figura 3-2: Salinidad promedio de Salton Sea en el escenario inicial sin proyecto. 2
Figura 3-3: Alineaciones Propuestas de las Respuestas que Pasaron el Análisis de Fallas Críticas 6
Figura 3-4: Componentes del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés..... 10

Figura 4-1: Principales Instalaciones en el Concepto de Importación del Mar de Cortés 7
Figura 4-2: Perfil de Elevación y Perfil de Pendiente Hidráulica: del Mar de Cortés a Salton Sea 8
Figura 4-3: Plazos Estimados de Obtención de Permisos y Planificación 23
Figura 4-4: Plazos Estimados de Construcción e Inicio 27
Figura 4-5: Alineación Aproximada del Transporte en el Mapa Geológico de México/EE. UU.30
Figura 4-6: Mapa Geológico de la Región de Laguna Salada (Nota: Roca basal al este de la cuenca)..... 35
Figura 4-7: Salinidad promedio proyectada de Salton Sea con 540,000 AFY de agua importada y sin desalinización adicional (negro), 13.5 MGD de desalinización (azul) y 100 MGD de desalinización (verde) en Salton Sea. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base. 40
Figura 4-8: Producción de sal anual proyectada a partir de las plantas de desalinización de recuperación propuestas con capacidades de 13.5 MGD (azul) y 100 MGD (verde) en Salton Sea. 41
Figura 4-9: Elevación proyectada de Salton Sea con 540,000 AFY de agua importada según el escenario 1 (azul) y el escenario 2 (verde) de los Conceptos de Importación del Mar de Cortés. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base. 42
Figura 5-1: Perfil de Elevación y Perfil de Pendiente Hidráulica de la Entrada de Agua de Mar y las Estaciones de Bombeo de Refuerzo del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 6
Figura 5-2: Plazos Estimados de Obtención de Permisos y Planificación: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés 13
Figura 5-3: Plazos Estimados de Construcción: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés14
Figura 5-4: Alineación Aproximada del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés en el Mapa Geológico de México/EE. UU. 17
Figura 5-5: Salinidad promedio proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada desalinizada y sin desalinización adicional (negro), 100 MGD de desalinización (azul) en Salton Sea. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base..... 27
Figura 5-6: Producción de sal anual proyectada a partir de la planta de desalinización de recuperación propuesta de 100 MGD en Salton Sea. 28
Figura 5-7: Elevación proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada según el Concepto de Intercambio Mar de Cortés (azul). Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base. 29
Figura 6-1: Plazos Estimados de Obtención de Permisos y Planificación para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario..... 8

Figura 6-2: Plazos Estimados de Construcción para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario..... 8
Figura 6-3: Salinidad promedio proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada del Río Colorado y sin desalinización adicional (negro), y 100 MGD de desalinización (azul) en Salton Sea. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base..... 14
Figura 6-4: Producción de sal anual proyectada a partir de la planta de desalinización de recuperación propuesta de 100 MGD en Salton Sea. 15
Figura 6-5: Elevación proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada según el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base. 16

Siglas y Abreviaturas

AF acres-pies (acre-feet)
AFY acres-pies por año (acre-feet per year)
B mil millones (billion)
bgs por debajo de la superficie del suelo (below ground surface)
BHP potencia de frenado (brake horsepower)
BoR Oficina de Recuperación (Bureau of Reclamation)
CADFW Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California (California Department of Fish and Wildlife)
CADWR Departamento de Recursos Hídricos de California (California Department of Water Resources)
CDFG Departamento de Caza y Pesca de California (California Department of Fish and Game)
CDPH Departamento de Salud Pública de California (California Department of Public Health)
CDWR Departamento de Recursos de Agua de California (California Department of Water Resources)
CEQ Consejo de Calidad Ambiental (Council on Environmental Quality)
CEQA Ley de Calidad Ambiental de California (California Environmental Quality Act)
CFE Comisión Federal de Electricidad (Federal Electricity Commission)
CH_4 metano
CNIE Comisión Nacional para la Inversión Extranjera (National Commission for Foreign Investment)
CNRA Agencia de Recursos Naturales de California (California Natural Resource Agency)
CO_2 dióxido de carbono
CO_2E dióxido de carbono equivalente
CPI Índice de Precios al Consumidor (Consumer Price Index)
cy yardas cúbicas (cubic yards)
DWR Departamento de Recursos Hídricos de California (Department of Water Resources)
EIR Informe de Impacto Ambiental (Environmental Impact Report)
EIS Declaración de Impacto Ambiental (Environmental Impact Statement)
ESA Sociedad Ecológica de Estados Unidos (Ecological Society of America)
FIL Revisión de la Inversión Extranjera (Foreign Investment Review)

ft pies (feet)
ft/s pies por segundo (feet per second)
GHG gases de efecto invernadero (greenhouse gases)
GWP potencial de calentamiento global (global warming potential)
HGL línea de pendiente hidráulica (hydraulic grade line)
IBWC Comisión Internacional de Límites y Aguas (International Boundary and Water Commission)
IID Distrito de Riego de Imperial (Imperial Irrigation District)
kWh kilovatios/hora
M millones
MAF millones de acres-pies (million acre-feet)
MAFY millones de acres-pies por año (million acre-feet per year)
MGD millones de galones por día
mg/l miligramos por litro
mmol milimoles
msl nivel medio del mar (mean sea level)
MW megavatios (megawatt)
N_2O óxido nitroso
NEPA Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act)
NPDES Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (National Pollutant Discharge Elimination System)
OBU omisiones, sesgos e incertidumbres (omissions, biases, and uncertainties)
OSHA Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (US Occupational Safety and Health Administration)
Panel Panel de Revisión Independiente
$PM_{2.5}$ materia particulada (particulate matter) de 2.5 micrones o menos
PM_{10} materia particulada de 10 micrones o menos
psi libras por pulgada cuadrada (pounds per square inch)
QSA Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación (Quantification Settlement Agreement)
RFI Solicitud de Información (Request for Information)
RNIE Registro de Inversiones Extranjeras (Foreign Investment Registry)
RO ósmosis inversa (reverse osmosis)
SEN Sistema Eléctrico Nacional
SEMARNAP Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Secretariat of Environment, Natural Resources, and Fisheries)

SSAM	Modelo de Informe de Salton Sea (Salton Sea Accounting Model)
SSMP	Programa de Gestión de Salton Sea (Salton Sea Management Program)
SWRCB	Junta Estatal de Control de los Recursos de Agua (State Water Resources Control Board)
TBD	por determinar (to be determined)
TBL	triple resultado (triple bottom line)
TM	memorando técnico (technical memorandum)
EE. UU.	Estados Unidos
USD	dólares estadounidenses (US Dollars)

Resumen Ejecutivo

Introducción

Este informe es un producto del Panel de Revisión Independiente (Panel) donde se evalúan las soluciones de importación de agua a largo plazo que se presentaron en respuesta a una Solicitud de Información (RFI). El Panel fue convocado como parte del Acuerdo n.º 4600014042 entre el Programa de Gestión de Salton Sea (SSMP) del Estado de California y la Universidad de California, Santa Cruz (Brent Haddad, Ph.D., Investigador Principal). Este informe es el tercer producto del Panel tras la finalización de los informes de selección y fallas críticas.

En el proceso de revisión, el Panel primero seleccionó las presentaciones según su cumplimiento con la RFI (Informe de Selección). El Informe de Selección eliminó cinco respuestas para su consideración debido al incumplimiento con la RFI, lo que dejó un total de trece. Luego, el Panel las evaluó en cuanto a fallas críticas (Informe de Fallas Críticas). El Informe de Fallas Críticas determinó que tres respuestas no tenían fallas críticas.

Este informe evalúa la viabilidad de las respuestas que el Panel consideró que no tienen fallas críticas. Debido a grandes similitudes en las respuestas, como sacar agua de la región noroeste del Mar de Cortés y enviarla por tuberías a Salton Sea, se examinaron conjuntamente en este Informe de Viabilidad como un solo enfoque de importación de agua, el “Concepto de Importación del Mar de Cortés”. Como parte de la investigación de las soluciones de importación de agua a largo plazo, el Panel evaluó otros proyectos e ideas, incluida una que se ha presentado ante la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC). Esto resultó en la inclusión de dos conceptos adicionales en este Informe de Viabilidad: el “Concepto de Intercambio del Mar de Cortés” y el “Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado”.

Resumen de los Conceptos Evaluados

Concepto de Importación del Mar de Cortés

Los principales componentes/instalaciones de este concepto son los siguientes:

- Desalinización en el Mar de Cortés.
- Transporte de agua desalinizada del Mar de Cortés a Salton Sea.
- Desalinización adicional en Salton Sea para reducir aún más la salinidad. Se evaluaron dos tamaños de plantas de desalinización de recuperación. El escenario 1 incluye una planta de 13.5 millones de galones por día (MGD); el escenario 2 incluye una planta de 100 MGD.

Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Las principales partes/instalaciones de este concepto son las siguientes:

- Desalinización en el Mar de Cortés.
- Transporte de agua desalinizada del Mar de Cortés a la presa de Morelos de México, ubicada en el Río Colorado.
- A cambio de la entrega de agua desalinizada a la presa de Morelos, se proporcionará agua equivalente del Río Colorado a Salton Sea a través del Canal All-American.
- Desalinización de recuperación en Salton Sea para reducir aún más la salinidad.

Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

Las principales partes/instalaciones de este concepto son las siguientes:

- Desalinización de recuperación en Salton Sea para reducir la salinidad.
- El agua se pone a disposición a través del barbecho voluntario en el territorio de servicio del Distrito de Riego de Imperial (IID) y se transfiere a Salton Sea.

Hallazgos

El análisis de alto nivel de los conceptos evaluados determinó que los tres conceptos son técnicamente viables. Sin embargo, los tres conceptos evaluados difieren en cuanto a impactos ambientales, niveles de incertidumbre en relación con la obtención de permisos y la probabilidad de conocer los beneficios del proyecto. Los tres conceptos también difieren considerablemente en términos de costo.

Próximos Pasos

El Panel considerará los resultados del análisis de viabilidad y brindará un análisis comparativo, conclusiones y recomendaciones en su Informe Resumido final. El Informe Resumido incluirá una descripción general del trabajo y los hallazgos del Panel, seguido de recomendaciones del Panel sobre las acciones que se deben realizar para la restauración de Salton Sea.

Sección 1: Introducción

El Decreto Ejecutivo N-10-19 solicita que la Agencia de Recursos Naturales de California (CNRA), la Agencia de Protección Ambiental de California y el Departamento de Alimentos y Agricultura de California, en consulta con el Departamento de Finanzas, desarrollen una Cartera de Resiliencia del Agua para el Estado de California. La Cartera final contiene una serie de recomendaciones para mejorar la capacidad de California de manejar los recursos de agua de manera adaptativa. La Cartera de Resiliencia del Agua especifica que el Estado de California completará un análisis de viabilidad independiente de opciones de importación de agua para Salton Sea. A fin de facilitar este proceso, el Departamento de Recursos Hídricos de California (DWR) de California procuró los servicios de un equipo de evaluación externo independiente, en adelante, el Panel de Revisión Independiente (Panel).

Simultáneamente, la Junta Estatal de Control de los Recursos de Agua (SWRCB) adoptó la Ordenanza revisada WRO 2002-0013. Esta ordenanza establecía un marco para la restauración de Salton Sea y solicitaba que la CNRA desarrolle un plan a largo plazo para la restauración de Salton Sea, el cual podía incluir la importación de agua. Con este fin, la CNRA emitió una Solicitud de Información (RFI), buscando conceptos para mejorar Salton Sea a través de la importación de agua.

Este informe es un producto del Panel donde se evalúan las soluciones de importación de agua a largo plazo que se presentaron en respuesta a la RFI. El Panel fue convocado como parte del Acuerdo n.º 4600014042 entre el Programa de Gestión de Salton Sea (SSMP) del Estado de California y la Universidad de California, Santa Cruz (Brent Haddad, Ph.D., Investigador Principal). Este informe es el tercer producto del Panel tras la finalización de los informes de selección y fallas críticas.

1.1 Proceso de Revisión

En dos ocasiones, el SSMP (2017) y el Panel (2021) emitieron una RFI pública para solicitar enfoques basados en la importación de agua para la restauración de Salton Sea. Se recibieron 18 conceptos en total. Estos fueron revisados por el Panel con la ayuda de un equipo de apoyo de investigación y análisis. El proceso de revisión incluyó los siguientes pasos:

- La selección de las 18 respuestas con respecto al cumplimiento de los requerimientos de la RFI (Informe de Selección).
- Un análisis de fallas críticas de las presentaciones restantes (Informe de Fallas Críticas).
- Estudios de viabilidad detallados de las respuestas restantes (este informe).
- Un Informe Resumido con un análisis comparativo, conclusiones y recomendaciones.

Como se muestra anteriormente, el Panel llevó a cabo la revisión de las respuestas de la RFI en dos pasos: selección y viabilidad. El proceso de selección en sí mismo, se dividió en dos partes, la selección inicial de las presentaciones en cuanto a su cumplimiento con la RFI (Informe de Selección), y un examen de las presentaciones para detectar fallas críticas (Informe de Fallas Críticas). El Informe de Selección eliminó cinco respuestas para su consideración debido al incumplimiento con la RFI, lo que dejó un total de 13 para el análisis de fallas críticas. El Informe de Fallas Críticas sirvió como la primera revisión importante de las 13 respuestas restantes. Este informe incluye el análisis de viabilidad de las tres respuestas que se consideraron sin fallas críticas.

1.2 Propósito de este Informe

Este informe evalúa la viabilidad de las respuestas que el Panel consideró que no tienen fallas críticas. Debido a grandes similitudes en las tres respuestas sin fallas críticas, se examinaron conjuntamente en este Informe de Viabilidad como un solo concepto de importación de agua, el "Concepto de Importación del Mar de Cortés". La investigación realizada en relación con las soluciones de importación de agua a largo plazo identificó otros proyectos y acciones que podrían beneficiar a Salton Sea, y esto dio como resultado la inclusión de otros dos conceptos en este Informe de Viabilidad, el "Concepto de Intercambio del Mar de Cortés" y el "Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado".

Sección 2: Enfoque para el Análisis Técnico y las Suposiciones de Costos

Esta sección detalla la metodología utilizada en el análisis técnico, económico y de beneficios.

2.1 Análisis Técnico

2.1.1 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos

A fin de evaluar la viabilidad de la planificación y la obtención de permisos para los proyectos de importación de agua, el Panel revisó los procesos utilizados para la implementación de proyectos de agua binacionales anteriores. Además, el Panel llevó a cabo una investigación para comprender las agencias fiduciarias de recursos y sus procesos de obtención de permisos tanto en EE. UU. como en México.

El Panel no se involucró con las agencias o los gobiernos mencionados en esta sección para evaluar la viabilidad de la obtención de permisos en el clima político actual. En su lugar, la evaluación identificó posibles requerimientos de obtención de permisos y cumplimiento para los procesos establecidos.

2.1.1.1 Comisión Internacional de Límites y Aguas

Un proyecto que implique infraestructura que: (a) cruce la frontera internacional de EE. UU.-México, (b) incluya infraestructura en ambos países, o (c) afecte los términos de los tratados que rigen la gestión del Río Colorado requerirá la participación de la IBWC.

Estados Unidos y México establecieron la Comisión Internacional de Límites en 1889 para revisar y aplicar las reglas de los diversos tratados y convenciones que rigen la gestión de la frontera EE. UU.-México. Hoy, conocida como la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC), su misión es brindar un marco para hallar soluciones binacionales a problemas relacionados con delineación de límites, propiedad nacional de aguas, saneamiento, calidad del agua y control de inundaciones en la región fronteriza. El Tratado de Aguas del 3 de febrero de 1944, Artículo 24, amplió la jurisdicción de la IBWC:

> Iniciar y llevar a cabo investigaciones y desarrollar planes para los trabajos que se deben realizar o establecer de acuerdo con la disposición de este y otros tratados o acuerdos vigentes entre los dos gobiernos con respecto a límites y aguas internacionales; determinar, en cuanto a tales trabajos, su ubicación, tamaño, tipo y especificación característica; estimar los costos de tales trabajos; y recomendar la división de tales costos entre los dos gobiernos, los arreglos para la disposición de los fondos necesarios y las fechas para el inicio de los trabajos…

La coordinación a través de la IBWC implicaría un proceso de múltiples pasos, comenzando por la definición y la aprobación del proyecto, el desarrollo de un acuerdo sobre el diseño y los costos de operación y mantenimiento, la construcción y la partición de costos y, finalmente, el inicio y las operaciones. La clave para la aprobación de un proyecto a través de la IBWC incluye: (a) tener un proyecto que cumpla con los objetivos de la Minuta 323 de la IBWC de aumentar la entrega y el intercambio de aguas de manera que beneficie tanto a México como a EE. UU., y (b) incorporar características de diseño y mitigación que limiten los impactos para los recursos sensibles.

2.1.1.2 Cooperación con Agencias Fiduciarias de México

Es probable que varias agencias fiduciarias de México participen en un proyecto binacional, incluido cualquier trabajo que implique fondos y compromisos federales estadounidenses. Cualquier proyecto que podría tener un impacto económico, cualquier trabajo que podría afectar hábitats sensibles y especies sensibles, y cualquier trabajo que podría alterar el uso de la tierra local y el suministro de servicios públicos estará sujeto a negociación con agencias fiduciarias. Si bien los posibles participantes se describen en el presente, también podrían participar otras agencias.

Las agencias fiduciarias relacionadas con la actividad económica, las inversiones extranjeras y las sociedades públicas-privadas incluyen:

- Dirección General de Inversión Extranjera
- Ministerio de Economía
- Ministerio de Finanzas y Crédito Público
- El gobierno estatal aplicable (como el Estado de Sonora, México, o el Estado de Baja California)

La misión de estas agencias es fomentar la inversión en los servicios públicos y el desarrollo económico en México, con énfasis en los proyectos que tengan el mayor beneficio social.

Las agencias fiduciarias relacionadas con la protección de los recursos naturales incluyen:

- La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Este departamento, a su vez, tiene cinco departamentos descentralizados:
    - Comisión Nacional del Agua
    - Instituto Nacional de Ecología
    - Agencia Federal para la Protección del Ambiente
    - Instituto Nacional de Pesca
    - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- El gobierno estatal aplicable (como el Estado de Sonora o el Estado de Baja California)

Estas agencias buscan proteger los recursos sensibles, como zonas marítimas, reservas de peces y vida silvestre, y tierras forestales dentro de México. Estas agencias también buscan

garantizar el cumplimiento de las leyes aplicables que rigen los métodos de construcción, la eliminación de residuos y las emisiones en el aire adecuados.

Las agencias fiduciarias relacionadas con la reglamentación del uso de la tierra y la protección de los servicios públicos incluyen el gobierno estatal mexicano y las municipalidades locales aplicables, así como la Comisión Federal de Electricidad (Federal Electricity Commission, CFE) y la Secretaría de Comunicación y Transporte. La misión de estas agencias es garantizar que el nuevo desarrollo no tenga un impacto negativo o represente una sobrecarga para los servicios públicos existentes.

2.1.1.3 Cooperación con Agencias Fiduciarias de Estados Unidos

Al igual que México, Estados Unidos (EE. UU.) tiene agencias que se centran en la reglamentación y la protección de recursos naturales específicos y de servicios públicos. La protección de los recursos naturales incluiría a agencias federales y del Estado de California, como:

- Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU.
- Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California
- Agencia de Recursos Naturales de California
- Departamento de Recursos Hídricos de California
- Junta Estatal de Control de los Recursos de Agua (derechos de agua)
- Junta Regional de Control de Calidad del Agua del Río Colorado (calidad del agua)
- Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. (protección de navegación y humedales)
- Distrito de Control de Contaminación Atmosférica del Condado de Imperial
- Oficina de Recuperación de EE. UU. (conformidad con las leyes que rigen la gestión del agua del Río Colorado)
- Servicio Nacional de Pesca Marina

Estas distintas agencias trabajan para preservar los recursos ambientales (agua, vida silvestre, calidad del aire) y, por lo general, tienen poder discrecional para modificar proyectos o requerir proyectos de mitigación a fin de evitar impactos negativos significativos.

Las agencias interesadas y centradas en el desarrollo organizado de las tierras y la protección de los servicios públicos incluirían:

- Oficina de Recuperación de EE. UU. (protección de infraestructura administrada por la agencia)
- Condado de Imperial (protección de tierras y carreteras)
- Departamento de Transporte de California
- Armada de EE. UU. (protección de instalaciones navales)
- Oficina de Gestión de Tierras (protección de tierras en posesión/operación)
- Departamento de Defensa (protección de tierras en posesión/operación)
- Distrito de Riego de Imperial (IID) (protección de infraestructura eléctrica y tierras en posesión/operación)
- Distrito de Agua del Valle de Coachella

2.1.1.4 Necesidad de Cooperación con Gobiernos Tribales

La cooperación con gobiernos tribales es un componente esencial del éxito del proyecto. El equipo del proyecto revisó los mapas desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. y el Estado de California para identificar tierras tribales y activos tribales dentro y alrededor de Salton Sea, el Bajo Río Colorado y el Mar de Cortés. Se identificaron las tierras de las siguientes tribus como posiblemente afectadas:

- Agua Caliente Band of Cahuilla Indians
- Agustine Band of Cahuilla Mission Indians
- Barona Group of the Capitan Grande
- Cabazon Band of Mission Indians
- Cahuilla Band of Indians
- Campo Band of Diegueno Mission Indians
- Tribu Chemehuevi
- Tribu Cocopah Indian
- Diegueno Kwaaymii Laguna Band of Mission Indians
- Ewiiaapaayp Band of Kumeyaay Indians
- Tribu Fort Mojave Indian
- Iipay Nation of Santa Ysabel
- Inaja-Cosmit Band of Indians
- Jamul Indian Village
- Tribu Kumeyaay
- La Posta Band of Diegueno Mission Indians
- Los Coyotes Band of Cahuilla and Cupeño Indians
- Diegueno Kwaaymii Laguna Band of Mission Indians
- Manzanita Band of Kumeyaay Nation
- Mesa Grande Band of Diegueno Mission Indians
- Morongo Band of Mission Indians
- Tribu Quechan de la Reserva Fort Yuma
- Ramona Band of Cahuilla
- San Pasqual Band of Diegueno Mission Indians
- Santa Rosa Band of Cahuilla Indians
- Soboba Band of Luiseno Indians
- Sycuan Band of the Kumeyaay Nation
- Tribu Tohono O'odham
- Torres-Martinez Desert Cahuilla Indians
- Twenty-Nine Palms Band of Mission Indians
- Viejas Band of Kumeyaay Indians

La información disponible sobre las tribus dentro de México era limitada. Se debe realizar mayor difusión para incluir a todas las tribus posiblemente afectadas.

2.1.2 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación

Este Informe de Viabilidad se elaboró de acuerdo con la práctica de ingeniería civil generalmente aceptada y no da garantía alguna, ya sea de manera explícita o implícita, sobre el asesoramiento profesional que se brinda e incluye en este estudio. Estas secciones solo tienen fines informativos y no se deben considerar como parte de los documentos contractuales o cualquier tipo de diseño o inferencia de diseño.

2.1.2.1 Consideraciones Geotécnicas

Se elaboró una evaluación geotécnica para ofrecer una visión general sobre los problemas geotécnicos. El trabajo geotécnico realizado para este estudio incluye la revisión de datos y la revisión de los documentos presentados por otros. No se realizó ningún trabajo de campo durante este estudio de viabilidad. La evaluación intenta determinar las contingencias normales, pero aún se mantiene la posibilidad de que puedan surgir condiciones imprevistas durante el diseño y la construcción.

Se utilizaron la disposición física básica y las posibles condiciones subterráneas que posiblemente se encontrarán (en función de la bibliografía revisada) para identificar las limitaciones físicas y los desafíos asociados a los conceptos de importación de agua propuestos (Sección 3). En este nivel de planificación conceptual, no se disponía de planes/especificaciones de diseño final o planos/informes de la construcción finalizada para su revisión al momento de este informe. Toda la información geotécnica y geológica revisada se relaciona con los datos disponibles recopilados en la región general de un concepto dado y no se considera que esté dentro de una posición conocida exacta de ninguna estructura o tubería o que sea necesariamente representativa de las condiciones actuales.

Los temas considerados en la revisión geotécnica de cada concepto incluyen los materiales terrestres que posiblemente se encontrarán (lo que incluye el potencial de contracción/expansión, corrosividad), los riesgos geológicos (licuefacción, suelos expansivos, suelos corrosivos), los riesgos sísmicos, la estabilidad de la pendiente durante la excavación, el potencial de que agua subterránea o agua suspendida afecte la excavación, y la aptitud de un lugar para soportar la estructuras propuestas o la necesidad de proporcionar cimientos profundos.

2.1.2.2 Consideraciones Hidráulicas

Se evaluó la viabilidad hidráulica de un concepto dado realizando el mapa de las instalaciones del proyecto previsto, la elevación estimada y luego, determinando el tamaño requerido de las plantas de bombeo para alcanzar la elevación necesaria. Se utilizó un objetivo de velocidad de tubería de 6 pies por segundo (ft/s) como la base para determinar el diámetro de las tuberías. Se calcularon las presiones estimadas dentro de las tuberías y un material de tubería apto para la presión prevista seleccionada para la estimación de costos.

2.1.2.3 Otras Consideraciones de Construcción

Conflictos de Servicios Públicos

Los factores que afectan la ubicación de las instalaciones del proyecto incluyen los requerimientos de tierra en la fuente de agua importada (Mar de Cortés) y Salton Sea, y el control de los recursos ambientales sensibles, incluidas las áreas protegidas. En el nivel actual de estudio, la ubicación de las instalaciones del proyecto (plantas de tratamiento, tanques, estaciones de bombeo) no se conoce en detalle. Este Informe de Viabilidad no emprendió iniciativas especiales (p. ej., revisión de planos de registro de servicios de electricidad, agua, gas, petróleo u otros servicios públicos) para examinar el potencial de conflictos de servicios públicos.

Requerimientos de Energía y Recuperación

Las demandas de energía para las estaciones de bombeo se estimaron utilizando la elevación, el volumen y la eficiencia de bombeo conocidos, y los parámetros operativos supuestos (p. ej., operación continua en todas las estaciones del año). El equipo del proyecto estimó las demandas de energía para las plantas de desalinización en función de otras plantas similares (es decir, de ósmosis inversa [RO]) y de igual tamaño. Cuando no había información sobre una planta de igual tamaño, los requerimientos de energía se ajustaron a partir de la información existente.

Una vez establecido el perfil hidráulico del proyecto, nos comunicamos con los proveedores para recopilar información sobre la tecnología aceptable para un concepto dado. Establecimos el potencial para la recuperación de energía a través de análisis informales con los proveedores/fabricantes.

2.1.3 Evaluación del Desempeño Técnico

Se utilizó el Modelo de Informe de Salton Sea (SSAM), un modelo de hoja de cálculo, para estimar la salinidad promedio de Salton Sea, la elevación de Salton Sea, y la superficie y el área de playa expuesta resultantes de Salton Sea según diferentes ingresos de agua importada. Las descripciones del SSAM se pueden encontrar en el Informe de Fallas Críticas.

Los valores de referencia y los objetivos para la restauración a largo plazo de Salton Sea se desarrollaron ampliamente como parte del análisis de fallas críticas. Los detalles sobre estos valores de referencia y objetivos se pueden encontrar en el Informe de Fallas Críticas.

2.1.3.1 Calidad del Agua

El Panel desarrolló criterios específicos con respecto a los cuales se debe medir el desempeño del proyecto. Los requerimientos de calidad del agua se derivaron directamente de la necesidad de proteger a los peces, las aves y los invertebrados que viven en Salton Sea o utilizan dicho lago. Según se documenta en el Memorando Técnico (TM) 8.2, las especies de peces que recientemente ocuparon Salton Sea (p. ej., tilapia, poecilia latipinna) pueden sobrevivir en salinidades de agua entre 45,000 miligramos por litro (mg/l) y 60,000 mg/l, dependiendo de la temperatura. Estas poblaciones de especies de peces disminuyen abruptamente con

salinidades de agua superiores a 60,000 mg/l, ya que sus tasas de reproducción y supervivencia disminuyen. Muy pocos peces pueden sobrevivir en aguas con una salinidad mayor que 70,000 mg/l, incluida la tilapia. Además, los invertebrados que sirven como la base de la cadena alimenticia actual de Salton Sea (p. ej., artemia y moscas de salmuera) no sobreviven bien en salinidades superiores a 70,000 mg/l. Sin peces e invertebrados para suministrar una fuente de alimentos, las aves migratorias no continuarán utilizando Salton Sea durante la migración o la reproducción, o se detendrán durante la migración para alimentarse, pero no lograrán subir de peso lo suficiente como para continuar su migración debido a las bajas tasas de alimento disponible. Por lo tanto, el Panel considera un nivel de salinidad mayor que 70,000 mg/l como un umbral más allá del cual probablemente colapsará todo el ecosistema. Se prefieren las salinidades de agua menores que 70,000 mg/l, ya que estas condiciones sustentarán progresivamente una mayor variedad de peces e invertebrados, que luego brindarán una fuente de alimento estacional para las aves migratorias y residentes. El Informe de Impacto Ambiental (Environmental Impact Report, EIR) Programático de 2007 identificó un rango de salinidad objetivo de 20,000 - 40,000 mg/l para las regiones que sustentan la pesca (Departamento de Recursos de Agua de California 2007). Si bien el Panel no desarrolló un objetivo establecido de salinidad, lograr una salinidad de 40,000 mg/l o menor aumentaría el potencial de biodiversidad alcanzable en Salton Sea. Por lo tanto, el desempeño técnico de los diversos conceptos candidatos relacionados con la calidad del agua tendrá en cuenta si el concepto:

- Logra una salinidad favorable para el mayor rango de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad menor que 40,000 mg/l.
- Logra una salinidad que sustenta a peces, aves e invertebrados, con una salinidad menor que 60,000 mg/l.
- Logra una salinidad favorable para un grupo selecto de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad mayor que 60,000 mg/l, pero menor que 70,000 mg/l.

Otras inquietudes sobre la calidad del agua en Salton Sea incluyen la presencia de metales pesados, selenio, nutrientes y pesticidas. Se evaluará el tratamiento de recuperación propuesto en Salton Sea para determinar su desempeño en la eliminación de estos componentes.

2.1.3.2 Cantidad de Agua

La hidrología de Salton Sea se controla mediante interacciones complejas entre prácticas de gestión agrícolas, hidrología, uso urbano, evaporación, interacciones de agua superficial-agua subterránea y políticas de agua. Los ingresos a Salton Sea provienen del Río Colorado, precipitaciones, escurrimiento agrícola y de aguas residuales, aguas pluviales, y del Río Alamo, el Río New y el Río Whitewater. Sin embargo, estos ingresos han disminuido con el tiempo y la evapotranspiración y la evaporación ahora superan los ingresos y, por lo tanto, el volumen y la superficie de Salton Sea se están reduciendo. La evaporación es la mayor parte del

presupuesto de agua de Salton Sea, y representa una pérdida anual de más de 1.2 millones de acres-pies por año (MAFY).

El Panel no estableció un valor de referencia específico para el ingreso de agua. Los estudios realizados para el EIR Programático de Restauración del Ecosistema de Salton Sea Final y Borrador (2007) indican que la elevación de la superficie del agua de la costa debe ser de al menos -228 pies a -230 pies para permitir la conectividad con los usos de la tierra y las instalaciones de la costa existentes, lo que incluye los muelles y los canales que fluyen hacia Salton Sea. Esta elevación mínima de la superficie de la costa permite que las embarcaciones sigan teniendo acceso a Salton Sea a través de los canales. Este rango de elevación también permitiría el flujo por gravedad del Río New, el Río Alamo y los canales del IID a Salton Sea. Las elevaciones de la superficie del agua mayores que -228 pies pueden provocar la inundación de las costas norte y este.

2.1.3.3 Exposición de la Playa

La disminución de las entradas y de las elevaciones de la superficie del agua está reduciendo la superficie de Salton Sea, lo que expone los suelos de la costa o la playa. El polvo transportado por el viento de la playa puede tener efectos en la calidad del aire de comunidades cercanas y distantes.

En el análisis de fallas críticas, uno de los criterios del Panel para las respuestas era reducir la playa expuesta y/o utilizar medidas de control del polvo. Específicamente, el área de playa expuesta se debe reducir a niveles congruentes con el área de playa expuesta antes de 2018, cuando las entradas de mitigación a Salton Sea se suspendieron como parte del Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación (QSA). A fin de lograr esta reducción en el área de la playa expuesta, el nivel del agua de Salton Sea debe ser igual al nivel del agua antes de 2018, lo que corresponde a un nivel de agua de -237 pies. Si la exposición de la playa supera este valor de referencia de 2018, el Panel requiere que se tomen medidas de control del polvo para reducir la capacidad de emisión de los acres equivalentes a la playa expuesta restante. Como parte del Plan de 10 Años del SSMP, se planifica la mitigación del polvo en aproximadamente 30,000 acres de playa para 2028. Las respuestas que no cumplan con el nivel de agua de -237 pies pueden acreditarse hasta 30,000 acres de mitigación del polvo mediante las actividades planificadas del SSMP. El Panel evaluó la viabilidad para la mitigación de la playa expuesta más allá de este nivel de agua en función de los proyectos de mitigación del polvo existentes.

2.2 Análisis Económico

2.2.1 Enfoque para las Estimaciones de Costo de Capital

Los costos se desarrollaron en dólares estadounidenses (USD) 2022 y se deben considerar conceptuales, ya que son adecuados para el nivel de diseño completado en esta etapa del estudio de viabilidad. El grado de precisión de la estimación es congruente con un cálculo conceptual de Clase 5 de la Asociación para el Avance de la Ingeniería de Costos de -50% a

+100%. Cuando fue posible, el Panel utilizó recursos de estimación de costos generales, como RS Means, que utiliza los costos agregados de proyectos de construcción recientes para calcular los costos del proyecto. Cuando las bases de datos de costos generales fueron insuficientes, revisamos las licitaciones recientes para instalaciones similares. Cuando el diseño no había avanzado lo suficiente como para estimar los equipos o las cantidades específicos (p. ej., plantas de tratamiento y estaciones de bombeo), se ajustaron los costos de instalaciones de tamaño similar para brindar una estimación de costos.

2.2.2 Suposiciones de Costos de Servidumbre y Adquisición de Tierra

El equipo del proyecto realizó una revisión de escritorio sobre ventas de tierra recientes en el Condado de Imperial, California, Baja California y Sonora, México, para desarrollar un costo promedio de adquisición de tierra. Sin embargo, este estudio de escritorio no fue lo suficientemente extenso como para identificar los atributos de la tierra (proximidad a servicios públicos, zonificación, proximidad a Salton Sea) que podrían afectar significativamente el valor de la tierra. A los fines de este Informe de Viabilidad, la tierra en Sonora, México, Baja California, México y el Condado de Imperial se supone en $16,000/acre (USD). La adquisición de una servidumbre se supone en la mitad del costo de la adquisición de tierra o en $8,000/acre (USD).

2.2.3 Enfoque para los Costos de Operación y Mantenimiento

El equipo del proyecto desarrolló costos de operaciones a partir de las operaciones de instalaciones de tamaño similar o ajustando los costos conocidos de instalaciones similares. Los costos operativos incluyeron energía, mano de obra y productos químicos. Dada la naturaleza conceptual del diseño en este momento, los costos de mantenimiento para una instalación dada se supusieron como un porcentaje de los costos de capital.

2.2.4 Compensaciones de Costos

La única compensación de costos prevista en este momento es la producción de energía hidroeléctrica. Se utilizó la información del producto de los proveedores para estimar la energía hidroeléctrica y las compensaciones de los costos de energía.

2.2.5 Otras Suposiciones de Costos

Se supone que el costo de la compra de agua será igual al de la compra de la misma cantidad de agua de una agencia minorista del Bajo Río Colorado, como el IID.

Se supone que los estudios, la obtención de permisos y el diseño preliminar serán el 15% de los costos de capital.

2.2.6 Costos del Ciclo de Vida

El costo del ciclo de vida es un enfoque que evalúa el costo total de un activo sobre su ciclo de vida, incluidos los costos de capital iniciales, los costos de mantenimiento, los costos operativos y el valor residual del activo al final de su vida. La evaluación del costo del ciclo de vida es una evaluación económica de un proyecto de ingeniería durante su tiempo de vida, lo

que permite informar la mejor alternativa al analizar un paquete de alternativas en función del costo mínimo.

A los fines de los costos del ciclo de vida en este Informe de Viabilidad, el análisis supuso que los costos iniciales incluyen el costo de planificación, obtención de permisos, construcción, adquisición de tierra y adquisición de servidumbre. También se supone que los costos iniciales se financiarían a través de la venta de bonos y que el término de reembolso de bonos será del 4% durante 30 años. El año base para el análisis es 2022 y se supone que los diversos conceptos estarán en operación hasta 2078. Se supuso que los costos operativos y de mantenimiento comenzarán tras la finalización de la construcción y el año en que comiencen las operaciones. Se sumó el costo de cada proyecto para crear un costo total en dólares actuales. Se utilizó una tasa de descuento del 4% para el cálculo. Con fines de simplificación, se supuso que el valor residual de la infraestructura después de 2078 es de $0.

2.3 Análisis de Beneficios

Se utilizó un marco de análisis de costo-beneficio para calcular y describir los beneficios del proyecto que podrían ocurrir si se implementaran los conceptos de importación de agua. Este enfoque sistemático identifica y mide el paquete completo de los beneficios que pueden resultar de la importación de agua en Salton Sea. Cuando fue posible, los beneficios se cuantificaron y monetizaron por la duración del proyecto.

Debido a limitaciones de tiempo y recursos, no se realizó una valuación económica primaria de los recursos específicos ni de la región. En su lugar, se utilizaron los valores que estaban disponibles en la bibliografía científica existente. La calidad y la cantidad de la información varió entre las categorías de beneficios. Los beneficios se cuantificaron y monetizaron cuando fue posible y adecuado. Se brindó una descripción cualitativa de los beneficios cuando no fue posible realizar su cuantificación y monetización. Las descripciones detalladas de los enfoques metodológicos se presentan dentro de cada categoría de beneficios a continuación.

La Tabla 2-1 presenta un resumen de las categorías de beneficios incluidas e indica si se monetizan o se describen cualitativamente.

Tabla 2-1: Otros Beneficios Previstos de los Conceptos de Importación de Agua

Categoría de Beneficios	Monetizado o Descrito Cualitativamente
Revitalización económica	**Monetizado**
Turismo y Recreación	Monetizado
Desarrollo inmobiliario	Monetizado
Impuesto a la propiedad	Monetizado
Valor de la propiedad	Monetizado
Mejoras en los servicios del ecosistema	Descrito Cualitativamente
Mejoras en la calidad del aire y la salud humana	Descrito Cualitativamente
Calidad del agua en la región de Mexicali	Descrito Cualitativamente

Los valores anualizados que se pudieron aplicar razonablemente a los beneficios de la importación de agua se identificaron a partir de estudios publicados y los valores monetizados se convirtieron a USD 2022 utilizando el índice de precios al consumidor (CPI)[1]. Los valores actuales de los beneficios se calcularon con la siguiente información:

- Tasa de descuento del 3% para considerar la tasa social de preferencia en el tiempo de dinero y estimar el paquete de beneficios para la sociedad.
- Los beneficios se comienzan a acumular tras la implementación del proyecto y aumentan de manera lineal durante un período de 10 años.
- Se incluyen los beneficios anuales hasta el último año de análisis, 2078.

2.3.1 Revitalización Económica

Desde su auge a fines de 1950 y principios de 1960, la recreación y el desarrollo económico alrededor de Salton Sea han disminuido debido a varios factores, entre ellos, cambios en los niveles del agua, muertes masivas de aves y peces por eutrofización y alta salinidad, y amenazas sanitarias de agua no tratada (Sheikh y Stern, 2021; Cohen, 2014). Los conceptos de importación de agua tienen el potencial de mejorar la estética general del área y aumentar la recreación y el turismo al crear/restaurar hábitats propicios para la recreación (p. ej.,

[1] Valor del dólar actualizado al valor de 2022 utilizando el Índice de Precios al Consumidor (según https://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm)

navegación, pesca, avistamiento de aves) y el turismo relacionado. Es probable que estos beneficios posteriormente atraigan un nuevo desarrollo e incentiven el crecimiento económico. Hay varios ejemplos del mundo real donde la restauración de condiciones ambientales degradadas ha dado lugar a la revitalización económica de las comunidades circundantes (p. ej., lago Delavan, WI; lago Onondaga, NY; *consulte* Tourism Economics, 2017).

Para estimar el beneficio de la revitalización económica asociado a los conceptos de importación de agua, nos basamos en un estudio realizado por Tourism Economics en el cual los autores analizaron los posibles beneficios económicos de un escenario de restauración hipotético de Salton Sea. Es posible que los resultados del escenario hipotético difieran de los resultados proyectados de los conceptos de importación de agua que se analizan en el presente. Sin embargo, transferir los valores ofrece un cálculo conceptual de los beneficios de los conceptos de importación. Los beneficios económicos específicos incluidos son los siguientes:

- Turismo y recreación
- Desarrollo inmobiliario e impacto impositivo sobre la propiedad
- Impacto sobre el valor de la propiedad

El estudio de Tourism Economics (2017) realizó las siguientes suposiciones:

- El lago se caracteriza por tener (p. 33):
    - aproximadamente, 23,000 acres de superficie, donde el lago perimetral se separa en células de agua con áreas de hasta 25 pies de profundidad aptas para la navegación y 130 millas de hábitats de poca profundidad junto a la costa existente;
    - aproximadamente, 18,000 acres de áreas de hábitats con un área total de lago y humedales de 41,000 acres.
- La comunidad/el área alrededor se caracteriza por (p. 32)
    - tener un lago y humedales estables, dinámicos y de gran diversidad;
    - ofrecer una variedad de hábitats naturales, que atraen y sustentan una base diversa de vida silvestre, que incluye aves y peces;
    - ofrecer extensas áreas de recreación al aire libre, incluidas grandes áreas para actividades como navegación, natación, pesca, senderismo, ciclismo y observación de vida silvestre y educación;
    - ofrecer áreas cercanas para el desarrollo de centros para visitantes, lo que incluye puertos deportivos, bajadas de embarcaciones, campamentos, instalaciones para vehículos rodantes, restaurantes, complejos turísticos, hoteles, otros alojamientos, centros educativos y de interpretación, y otras atracciones para los visitantes; y,
    - ser estable, en cuanto a que el nivel y la calidad del agua, y aspectos relacionados, estarían controlados y sustentarían la vida silvestre, pero también estable desde una perspectiva financiera y reglamentaria, con suficiente claridad en términos de recursos financieros, responsabilidad y compromisos para ofrecer un escenario predecible para el desarrollo inmobiliario.

Existe gran incertidumbre al predecir las características de Salton Sea y las comunidades aledañas que resultarán de la importación de agua. Al comparar los beneficios con los costos, cabe destacar que ninguno de los conceptos de importación de agua dará como resultado todos los beneficios del escenario hipotético analizado en Tourism Economics (2017). En su lugar, los conceptos de importación brindarán el primer paso necesario para una posible revitalización económica. A los fines de este análisis, se utilizan los beneficios económicos proyectados estimados en Tourism Economics, pero con varias advertencias y ajustes adicionales.

Este análisis incluye los siguientes pasos:

1. Adquirir conocimiento sobre los niveles económicos iniciales. El análisis supuso que los niveles económicos en el escenario de no importación serían similares a los niveles experimentados actualmente.
2. Ajustar los valores proporcionados en Tourism Economics (2017) para considerar el menor nivel previsto de revitalización económica a partir de los conceptos de importación de agua en comparación con los escenarios proyectados del estudio de 2017. El nivel de revitalización económica presentado en Tourism Economics (2017) se basa en varios factores fuera del alcance de los conceptos de importación de agua (p. ej., ofrecer áreas cercanas para el desarrollo de centros para visitantes, lo que incluye puertos deportivos, bajadas de embarcaciones, campamentos, instalaciones para vehículos rodantes, restaurantes, complejos turísticos, hoteles, otros alojamientos, centros educativos y de interpretación, y otras atracciones para los visitantes). Sin estos, es probable que los beneficios brindados por los conceptos de importación de agua sean menores que los beneficios en Tourism Economics (2017). Esta subestimación se compensa parcialmente por la superficie del lago adicional que resulta del concepto de importación de agua, unos 230,000 acres frente a los 23,000 acres estimados en el modelo de Tourism Economics, que no se basó en la importación de agua. Dada la incertidumbre en las características esperadas del lago y las comunidades aledañas, se aplicaron varios escalares. Específicamente, se aplican escalares cuartiles a los datos del estudio: 25%, 50% y 75%.
3. Realizar una transferencia del valor y aplicar los valores del beneficio anual ajustado al resultado esperado según los conceptos de importación de agua, lo que incluye aplicar el período y las tasas de descuento previstos. El análisis supuso un aumento lineal en los beneficios anuales durante 10 años a partir del año posterior a la finalización del proyecto. También se supuso un beneficio anual constante hacia el futuro.
4. Los resultados del análisis se presentan como un rango de posibles beneficios utilizando los escalares cuartiles y analizan el posible impacto en las áreas cercanas alrededor de Salton Sea.

2.3.2 Servicios del Ecosistema

Los bienes y servicios ambientales, como las mejoras del hábitat para sustentar las poblaciones de la vida silvestre local y migratoria, son difíciles de valuar primero, ya que estos no tienen un valor de mercado. Estos bienes y servicios generan lo que se suele denominar como “valor de no uso” y requieren un enfoque de “valuación ajena al mercado” para determinar su valor económico o beneficio para la sociedad. Estos enfoques de valuación ajena al

mercado generalmente implican la recopilación de datos primarios, por ejemplo, a través de estudios primarios de investigación bien diseñados y ejecutados, como encuestas de valuación. Además, son difíciles de valuar debido las complejidades de los propios sistemas. Por ejemplo, en Salton Sea, los niveles promedio de salinidad podrían sugerir la casi inhabitabilidad de los peces y, por lo tanto, de las aves que se alimentan de peces. Sin embargo, las zonas cercanas a las entradas de los ríos podrían tener una menor salinidad, permitiendo que los peces y las aves sobrevivan más allá de lo que sugiere la salinidad promedio. Una estimación de beneficios se basaría en el modelo complejo de los niveles de salinidad del área y sus impactos en las poblaciones de peces y aves. Esto lleva a otro problema: el alto costo de realizar un análisis de los beneficios del ecosistema significa que rara vez se realizan a un nivel de detalle que aborde todos los problemas.

En ausencia de estudios específicos y dirigidos, se podrían aplicar los valores ajenos al mercado de los estudios publicados disponibles a un lugar de interés no estudiado. Esta valuación se puede realizar utilizando un enfoque de “transferencia de beneficios” más riguroso o un enfoque de “transferencia de valor” menos riguroso (Parson y Kealy, 1994).

Hasta la fecha, no se han realizado investigaciones primarias (p. ej., encuestas de valuación) para determinar el valor de los servicios del ecosistema brindados por Salton Sea. Debido a limitaciones de tiempo y recursos, no fue posible realizar investigaciones primarias o un análisis de transferencia de beneficios riguroso. En su lugar, se siguió un estudio realizado por Schwabe y Baerenklau (2007) que revisó la bibliografía sobre estudios de valuación ajena al mercado para ecosistemas o hábitats relacionados y se utilizó un método de transferencia de valor para calcular el posible rango de beneficios de no mercado o no uso que se brinda a los residentes de California a través de la restauración y preservación de Salton Sea. Schwabe y Baerenklau (2007) revisaron 23 estudios. Los más relevantes de estos incluyeron siete estudios que evaluaban el valor de los humedales y la vida silvestre en el Valle de San Joaquín y tres estudios que evaluaban el valor del ecosistema del lago Mono.

En función de las estimaciones de valor de estos 10 estudios, Schwabe y Baerenklau (2007) informaron una estimación de “orden de magnitud conservadora” del valor de los servicios del ecosistema de Salton Sea, que cuando se aplica a Salton Sea, indica valores de entre $1.5 y $7.5 mil millones cada año (ajustado a USD 2022 utilizando el CPI). Hay varias advertencias para tener en mente al interpretar estos hallazgos.

- Los estudios en los que se basaron Schwabe y Baerenklau (2007) ahora tienen hasta 34 años, y el paisaje social y demográfico es diferente del actual.
- Si bien existen similitudes entre Salton Sea y el Valle de San Joaquín y el lago Mono, los ecosistemas y las poblaciones aledañas no son iguales.
- Schwabe y Baerenklau (2007) no realizaron ajustes para los diferentes horizontes de tiempo durante los cuales se brindarían los servicios.

Como se indica en Schwabe y Baerenklau (2007), “estos argumentos no se deben interpretar como una justificación para reducir o aumentar los valores... sino que se deben interpretar como una fuerte motivación para tratar las transferencias de valor como estimaciones de sugerencia”. Además, indican que el rango establecido de beneficios probablemente sea menor que el valor real dada la singularidad de Salton Sea. Schwabe y Negris (2008) caracterizan algunas de las cualidades singulares de Salton Sea que posiblemente impulsan su valor de no uso.

> Salton Sea se clasifica como la segunda área de avistamiento de aves más grande de la nación. De hecho, el 90% de la población de zampullines cuellinegros (*Podiceps nigricollis Heermann*) de América del Norte, más del 80% de toda la población de pelícanos (*Pelecanus erythrorhynchos Gmelin*) del oeste de EE. UU., y casi la mitad de la población de rascones picudos de Arizona (*Rallus longirostris yumanensis Dickey*) de EE. UU., una subespecie en peligro, utilizan este hábitat. El lago es una de las dos áreas de anidación en el oeste de EE. UU. para las pagazas piconegras (*Gelochelidon nilotica Bancroft*), un ave propuesta para ingresar a la lista de especies amenazadas. Desde la perspectiva de la pesca, el lago ha sustentado ocho especies de peces, incluido el pez pupo del desierto (*C. macularius*), que se encuentra en peligro a nivel nacional.

Para fundamentar las estimaciones de Schwabe y Baerenklau (2007), el equipo del proyecto evaluó bibliografía reciente sobre la valuación de servicios de ecosistemas similares. Camacho et al. (2013) llevaron a cabo un metanálisis de estimaciones de valuación de humedales y brindaron estimaciones de valor para diferentes tipos de servicios de ecosistemas, incluidos los valores monetizados informados en Camacho et al. (2013) para los humedales que brindan servicios de calidad del agua y biodiversidad. Los valores de los beneficios anualizados de los humedales que brindan biodiversidad y calidad del agua son de $40,000 y $120,000 por acre, respectivamente. Para comparar el valor estimado de los servicios del ecosistema esperados a partir de la importación de agua en Salton Sea, se podría usar el valor de dólar por acre de uno de los estudios de rango medio utilizado en Schwabe y Baerenklau (2007) que refleja el beneficio anualizado de hábitats creados/restaurados en el Valle de San Joaquín. Este valor es de $75,000 por acre, que casi se sitúa en el punto medio de las estimaciones informadas en Camacho et al. (2013). Si bien esta verificación en el terreno no elimina la incertidumbre que contienen los valores estimados de los servicios del ecosistema, brinda un contexto adicional relacionado con la valuación de servicios de ecosistemas similares.

Los beneficios cuantificados se calculan como la diferencia entre el resultado en un escenario inicial en comparación con el resultado en el escenario analizado (es decir, implementación del “Concepto”). En el caso de los servicios del ecosistema, ambos resultados son inciertos y se deberían haber realizado numerosas suposiciones para cuantificar la diferencia entre los dos. A la incertidumbre, también se le suma la baja confiabilidad de transferir las estimaciones de los beneficios ambientales pasadas de otros ecosistemas al ecosistema de Salton Sea. Por lo tanto, este análisis no intenta cuantificar ni monetizar los beneficios de los servicios del

ecosistema debido a la importación de agua. Como alternativa a la cuantificación y monetización de los beneficios, se incluye una estimación cualitativa de la dirección y la magnitud relativa de los beneficios de los servicios del ecosistema de la importación de agua.

2.3.3 Calidad del Aire y Salud Humana

Una de las mayores preocupaciones en Salton Sea es el efecto negativo del aumento de la playa expuesta en la calidad del aire y la salud humana debido a la materia particulada, las toxinas, los microbios y los alérgenos en el polvo. Recientemente, el Equipo de Trabajo de Salton Sea denominó la situación en Salton Sea como "una crisis de salud pública creciente, ya que la costa expuesta expone polvo potencialmente tóxico para las comunidades locales y regionales" (Fogel et al., 2020, p. 13). Cohen (2014) estimó los costos de salud pública de inacción en miles de millones de dólares.

La cantidad de beneficios para la salud humana de la restauración de Salton Sea, que si bien se aceptan como algo positivo, aún no se comprende bien y no logra consenso entre los científicos. Sheikh y Stern (2021) describen esta falta de consenso de la siguiente manera:

> Algunos científicos apoyan la premisa de que el polvo de la playa expuesta en el lago es la causa de enfermedades respiratorias en las comunidades locales... Al mismo tiempo, algunos científicos afirman que es difícil evaluar cómo el aumento en la exposición de la playa está afectando la calidad del aire, porque los datos de monitoreo varían debido a los patrones del viento y la ubicación de los centros de monitoreo en relación con el lago. Estos científicos sostienen que la contaminación atmosférica en la región también puede ser causada por la alteración del desierto aledaño y por otras fuentes naturales; por lo tanto, recomiendan realizar más estudios.

La falta de acuerdo sobre el punto inicial es otro factor que limita la capacidad de medir el beneficio para la salud humana y la capacidad de cuantificar y monetizar los beneficios. Específicamente:

- Se desconoce cuánta playa estaría expuesta sin la importación de agua (es decir, la condición inicial).
- Se desconoce cuánto de la playa expuesta, después de la importación, se podría recuperar efectivamente y en qué medida tales iniciativas de recuperación podrían reducir la liberación de materia particulada en el aire.
- Se desconoce cuál podría ser el impacto marginal del polvo de la playa en comparación con el polvo y la contaminación atmosférica del desierto aledaño. Esta misma incertidumbre sobre el impacto marginal de la contaminación por polvo en la salud humana existe en otras partes del mundo debido a la "dificultad para aislar y medir la exposición a las partículas de polvo" (Ostro et al., 2021).

Los beneficios cuantificados se calculan como la diferencia entre el resultado en un escenario inicial en comparación con el resultado en el concepto de importación de agua analizado. En el caso del polvo de la playa, ambos resultados son inciertos y requerirían numerosas

suposiciones para poder calcular la diferencia cuantificada. Por lo tanto, este análisis no intenta cuantificar ni monetizar los beneficios que la reducción del polvo de la playa tendrá en la calidad del aire y la salud humana. Como una alternativa a la cuantificación y la monetización de los beneficios, incluimos una estimación cualitativa de la dirección y la magnitud relativa de los beneficios en la calidad del aire y la salud humana para la importación de agua.

2.3.4 Omisiones, Sesgos e Incertidumbres

Los análisis de los beneficios casi siempre requieren suposiciones y advertencias, y suelen usar métodos que introducen incertidumbre. La manera más rigurosa de reducir la incertidumbre es realizar un estudio primario donde todas las cualidades singulares del centro del estudio se incluyan en el diseño y, de este modo, se consideren. Debido a limitaciones de tiempo y recursos, un estudio primario, que puede llevar varios meses, estuvo fuera del alcance de este análisis. En su lugar, se empleó un enfoque de transferencia de beneficios, que es la mejor opción para mostrar estimaciones de orden de magnitud.

Además de la incertidumbre introducida por el método de análisis, los resultados de los escenarios analizados tienen un gran grado de incertidumbre y dependen de muchos factores aparte de la importación de agua. Por ejemplo, predecir cuánto desarrollo económico se producirá en Salton Sea con la importación de agua es difícil. La importación de agua sola no agregará infraestructura crítica y muchos factores contribuyen al desarrollo económico (p. ej., precios de las viviendas dentro de un radio de transporte). Predecir las diferencias en los beneficios esperados a partir de las distintas cantidades de agua importada es incluso más difícil. La importación de agua puede evitar el colapso del ecosistema de Salton Sea, pero los beneficios variarán. La Tabla 2-2 presenta las suposiciones clave incluidas en el análisis y los problemas asociados a la región de Salton Sea, y cómo pueden afectar las OBU[2].

Tabla 2-2: Omisiones, Sesgos e Incertidumbres

Suposición/Problema	Posible impacto en los beneficios	Comentario/Descripción
Incertidumbre en torno a los resultados de la importación	U	Existe gran incertidumbre en la predicción de los resultados de los conceptos de importación y los beneficios asociados que brindarán los resultados. Esto se debe, en gran parte, a las complejas

[2] La evaluación adoptó el enfoque de OBU de Stratus Consulting, 2009

		interacciones que incluyen condiciones ecológicas y económicas. También resulta incierto cómo se gestionará Salton Sea (p. ej., distintas partes del lago posiblemente se diseñarán, recuperarán y gestionarán de manera diferente) y cómo tales opciones de gestión "dentro del lago" podrían afectar los beneficios generales atribuibles a la importación de agua.
Incertidumbre en torno al escenario "sin importación"	U	Es difícil predecir las condiciones iniciales que resultarían si no ocurre la importación. Dado que los beneficios son relativos al punto inicial, la incertidumbre sobre el punto inicial introduce incertidumbre a las medidas de los beneficios.
Exclusión de posibles beneficios a la agricultura	+	Otro estudio (Cohen, 2014) incluyó el beneficio a la agricultura asociado a la restauración de Salton Sea.
Costo evitado de impactos negativos para las condiciones económicas en la región de Palm Springs	+	El estudio en el que nos basamos para los beneficios de la revitalización económica (Tourism Economics, 2017) incluía el beneficio de evitar los impactos negativos para la mayor región de Palm Springs. Dada la incertidumbre del escenario "sin importación", no se incluyeron esos beneficios en el análisis.

Nota:

a. Indicar cómo abordar la suposición o superar la omisión podría afectar el análisis, utilizando la siguiente clave: + aumentaría probablemente los beneficios netos; ++ aumentaría los beneficios netos de manera significativa; U la dirección del cambio en el beneficio neto es incierta; - reduciría los beneficios netos; - - reduciría los beneficios netos de manera significativa.

Sección 3: Conceptos Candidatos

Tras el análisis de fallas críticas de todas las presentaciones que pasaron el Análisis de Selección, el Panel tuvo una reunión presencial de dos días para continuar su revisión de las respuestas a la RFI.

El primer paso de este proceso fue establecer cuáles serían las características de Salton Sea sin el proyecto de importación de agua utilizando el SSAM. El Panel reconoce que su escenario sin proyecto es una simplificación. El SSMP y el Comité del Plan a Largo Plazo han realizado y continúan realizando análisis significativos en el lago, lo que incluye diferentes zonas de salinidad, el desarrollo de bermas para alterar la forma y la profundidad del lago, y el desarrollo de canales (Cumbre de Salton Sea, 2022). Sin embargo, con fines comparativos, el escenario sin proyecto del Panel brinda información sobre diferencias en el nivel del lago, exposición de la playa y salinidad en distintos escenarios de importación de agua.

Luego, el Panel continuó su revisión de las respuestas que pasaron el análisis de fallas críticas. Se revisaron y compararon los componentes de estas respuestas. Finalmente, el Panel analizó conceptos alternativos, utilizando los componentes de las respuestas, estudios y prácticas anteriores, y proyectos implementados en Salton Sea.

3.1 Escenario Inicial Sin Proyecto

Este escenario se basa en la entrada promedio a largo plazo proyectada de 717,000 AFY sin entradas adicionales de los proyectos de importación de agua. En este escenario, el nivel de la superficie del agua de Salton Sea disminuye hasta que las entradas alcanzan la evaporación estimada correspondiente con la superficie y la salinidad de Salton Sea. Las figuras a continuación indican la reducción del nivel de la superficie del agua y el aumento en la salinidad de un escenario sin proyecto. Este escenario inicial sin proyecto se presenta como referencia y como punto de comparación para el concepto de importación de agua evaluado.

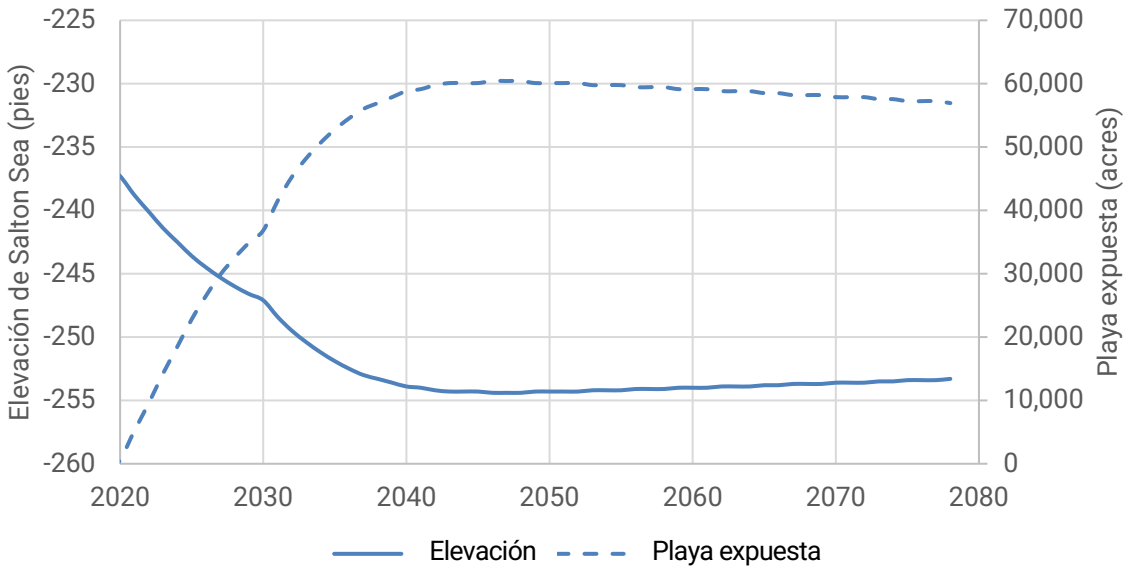


Figura 3-1: Elevación de Salton Sea (línea continua) y playa expuesta resultante en relación con 2018 (línea punteada) proyectada en el escenario inicial sin proyecto

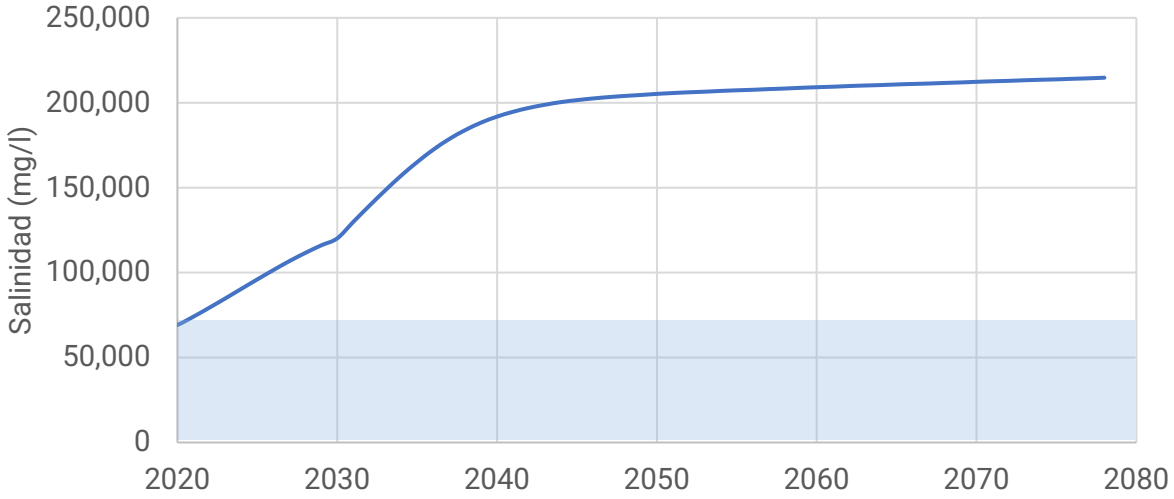


Figura 3-2: Salinidad promedio de Salton Sea en el escenario inicial sin proyecto.

El área sombreada azul representa el rango de salinidad máxima aceptable identificado en el Informe de Fallas Críticas

Los modelos en el SSAM para la Figura 3-1 y la Figura 3-2 utilizaron las suposiciones presentadas en el Informe de Fallas Críticas.

3.2 Concepto de Importación del Mar de Cortés

Tras el análisis de selección y de fallas críticas de las 18 respuestas a la RFI, 3 respuestas se consideraron sin fallas críticas: R4, R9 y R10. Los principales componentes de las respuestas se muestran en la Tabla 3-1.

Debido a las similitudes de los principales componentes de las respuestas, el Panel combinó las tres respuestas en un solo Concepto de Importación del Mar de Cortés para su evaluación en el análisis de viabilidad, según se describe en las siguientes secciones. El propósito de este análisis es desarrollar información sobre la viabilidad a nivel del proyecto. Donde se propusieron múltiples enfoques para un componente del proyecto, se seleccionó un solo enfoque para el análisis de viabilidad. Esta selección no constituye la aprobación de un componente como una alternativa preferida; en su lugar, se deben completar análisis alternativos en la fase de diseño detallada cuando se puedan realizar estudios y evaluaciones adicionales. Es probable que haya diferencias en las implicaciones de costos entre los componentes propuestos dentro del rango de precisión presentado en la estimación de costos.

Tabla 3-1: Componentes de las Respuestas que Pasaron el Análisis de Fallas Críticas

Componente	R4	R9	R10
Fuente de Agua	Mar de Cortés	Mar de Cortés	Mar de Cortés
Entrada	Sumergida	Con filtración de arena de marea	Subterránea
Desalinización - Mar de Cortés	RO	RO	RO
Gestión de la Salmuera - Mar de Cortés	No se especifica	Recuperación de sal para la venta; estanques solares de gradiente de salinidad	Descarga de Salmuera
Transporte	Tubería	Tubería y Canal	Tubería
Punto de Entrega	Salton Sea	Salton Sea (R9A) Salton Sea a través de Mexicali (R9B) Mexicali, a cambio de agua del Río Colorado (R9C)	Salton Sea; opción para entrega de agua desalinizada a México
Desalinización de Recuperación en Salton	RO; bombeo de	RO	TBD como parte de un plan de gestión de

Componente	R4	R9	R10
Sea	agua hipersalina		salinidad
Gestión de la Salmuera - Salton Sea	Estanques de Evaporación; inyección de pozo profundo	Recuperación de sal para la venta; estanques solares de gradiente de salinidad	TBD; línea de salmuera para descarga al mar

Notas: RO = ósmosis inversa
TBD = por determinar

3.2.1 Entrada en el Mar de Cortés

Las entradas para cada una de las tres respuestas se ubicaron en la costa oeste del Mar de Cortés al norte de San Felipe y al sur de la zona central de la Reserva de la Biosfera. Se propusieron tres diferentes estructuras de entrada en el Mar de Cortés: sumergida (R4), con filtración de arena de marea (R9), y subterránea (R10). Si bien las entradas con filtración de arena de marea y subterráneas pueden ser adecuadas para el proyecto, verificar los criterios de diseño y la aptitud para el proyecto requeriría estudios geotécnicos adicionales y evaluaciones de infiltración. Por lo tanto, el análisis de viabilidad utilizó una entrada sumergida, ya que no se requerirían estudios adicionales para verificar la aptitud para el proyecto.

3.2.2 Desalinización en el Mar de Cortés

Para reducir la cantidad de sal importada a la cuenca de Salton Sea junto con el agua importada, se evaluó la desalinización en el Mar de Cortés. La ubicación de la planta de desalinización se supone que será cerca de la entrada del mar al norte de San Felipe y al sur de la zona central de la Reserva de la Biosfera para reducir los costos de bombeo y reducir la distancia requerida para una descarga de salmuera. Esta ubicación se propuso en R9A, mientras que R4 y R10 no definieron un lugar específico para la planta. R9B propuso una planta de desalinización en la región de México, Cerro Prieto, para utilizar los recursos de energía geotérmica ubicados allí. Si bien se prefiere el aumento del uso de fuentes de energía renovable, las tuberías y el bombeo adicionales requeridos para entregar cientos de millones de galones de agua de mar a la planta de desalinización serían significativos.

3.2.3 Gestión de la Salmuera - Mar de Cortés

Las plantas de RO de agua de mar, por lo general, operan a una tasa de recuperación del 50%: por cada galón de agua desalinizada producida, se produce un galón de salmuera. La salmuera producida en las plantas de desalinización de agua de mar, generalmente, se descarga de nuevo en el mar utilizando difusores para dispersar la salmuera y limitar el impacto ambiental. La gestión de la salmuera a través de una descarga se propuso en R10. R9 utiliza una planta de recuperación de sal para purificar y secar la sal para vender en el mercado, así como para usar en estanques solares de gradiente de salinidad. La gestión de la salmuera en el Mar de Cortés no se especificó en R4. Si bien se deben explorar opciones de gestión de salmuera y

recuperación de recursos, aún se podría requerir una descarga para que la planta de desalinización pueda operar en el caso de interrupciones en la planta de recuperación de sal. Por lo tanto, el Concepto de Importación del Mar de Cortés incluye una descarga para eliminar la salmuera de RO.

3.2.4 Transporte

Las respuestas R4, R9A y R10 transportan agua desalinizada del Mar de Cortés a Salton Sea. R4 y R10 utilizan tuberías, mientras que R9A utiliza una combinación de canales y tuberías. El Concepto de Importación del Mar de Cortés incluye una tubería para reducir la posible pérdida de agua debido a la evaporación a lo largo de la ruta. Las alineaciones a nivel de planificación se muestran en la Figura 3-3:

Las alineaciones propuestas por R4 y R10, generalmente, siguen la Carretera Highway 5 al este de Sierra de los Cucapah, mientras que R9A viaja al oeste de la montaña. Este análisis utiliza una alineación al este de Sierra de los Cucapah, ya que facilita el acceso para la construcción, las operaciones y el mantenimiento. La construcción de una tubería al oeste de las montañas podría requerir la ubicación de una vía de acceso para la construcción, las operaciones y el mantenimiento, y probablemente, tendría un mayor costo. Sin embargo, una alineación al este de las montañas, podría requerir servidumbres adicionales, ya que se traspasarían más líneas de propiedades.

3.2.5 Entrega a Salton Sea

Las respuestas R4, R9A y R10 transportan agua desalinizada del Mar de Cortés directamente a Salton Sea. R9B propone hacer entregas en Mexicali, con agua que corre a través de los ríos New y Alamo, y de canales existentes, así como brindar agua para usos beneficiosos en México. R10 también contiene disposiciones para una entrega de agua adicional a Mexicali antes de cruzar la frontera de EE. UU.-México. Si bien la entrega de agua desalinizada en México brinda un claro beneficio del proyecto, se desconocen el alcance y la escala de la entrega de agua en R10. La decisión sobre cuánta agua se entregaría a México es crítica, ya que afecta el tamaño de la planta de desalinización en el Mar de Cortés, la longitud y el tamaño de la tubería, y otras consideraciones. Este análisis de viabilidad supone que el 100% de la entrega de agua sería en Salton Sea. Sin embargo, se deben explorar las oportunidades de entregar agua desalinizada en México en fases futuras del proyecto.

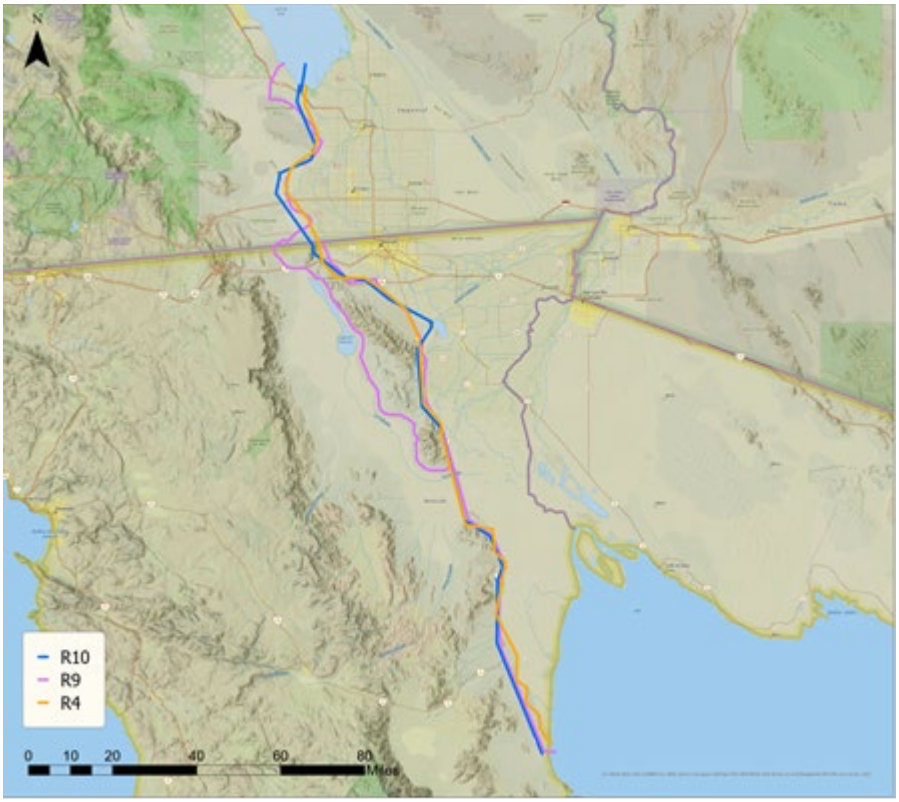


Figura 3-3: Alineaciones Propuestas de las Respuestas que Pasaron el Análisis de Fallas Críticas

La respuesta R9C consiste en un intercambio de agua con México. Según R9C, se entregarían 500,000 AFY de agua desalinizada a Mexicali a cambio de agua del Río Colorado transportada a través del Canal de Imperial. Si bien reduce la cantidad de infraestructura requerida para transportar agua de Mexicali a Salton Sea, es probable que la escala de este intercambio de agua (un tercio de la asignación de agua del Río Colorado total de México), afecte significativamente el caudal del curso de agua del Río Colorado en México. Evaluar el impacto de un intercambio de agua en el Río Colorado requeriría varios años de datos de los caudales estacionales, incluidos datos sobre puntos de desvío y caudales. Las variaciones estacionales en los caudales son importantes, ya que los caudales de agua desalinizada podrían ser constantes durante todo el año. Si bien las opciones para los intercambios de agua deben explorarse, este escenario requiere la estimación y el modelo de futuros patrones de transporte y consumo de agua al norte de México, y no se incluye como parte del análisis de viabilidad.

3.2.6 Reducción de la Salinidad en Salton Sea

Incluso con la desalinización de agua importada antes de su entrega en Salton Sea, se requiere una reducción adicional de la salinidad en Salton Sea para alcanzar las metas de salinidad detalladas en la Sección 2.1.3.1 debido a la sal existente en la cuenca, así como los casi 3.5 millones de toneladas de sal que ingresan anualmente a Salton Sea a través de las entradas existentes. La respuesta R4 propuso una planta de desalinización de recuperación de RO de

aproximadamente 13.5 MGD, mientras que R9A incluía una planta con una capacidad de aproximadamente 100 MGD. R10 propuso el desarrollo de un plan de gestión de salinidad, pero no estableció una estrategia definida. Con la planta de desalinización de recuperación, toda el agua desalinizada producida se regresaría a Salton Sea. Para evaluar el rango de costos y beneficios de las plantas de desalinización propuestas, se consideraron dos subconceptos: (1) una planta de desalinización de recuperación de 13.5 MGD y (2) una planta de desalinización de recuperación de 100 MGD en Salton Sea. Si bien la operación de la planta puede ajustarse en función de las condiciones observadas en Salton Sea, a los fines de planificación, se supuso que la planta operará a plena capacidad durante todo el proyecto (hasta 2078).

La evaluación supone el uso de RO para la desalinización de recuperación en cuanto a salinidad y estimación de costos. Cualquier tecnología seleccionada debe evaluarse a una escala de demostración antes de su implementación en Salton Sea dadas las condiciones singulares e hipersalinas del agua. Se supuso una recuperación constante del 50%. El Panel reconoce que a salinidades más altas, se reducirá la recuperación y que las recuperaciones pueden superar el 50% cuando la salinidad es inferior a la del agua de mar.

3.2.7 Gestión de la Salmuera - Salton Sea

Tanto R4 como R9 incluyen estanques de evaporación como parte de la estrategia de gestión de la salmuera. R4 también incluye el potencial de eliminación de la salmuera a través de la inyección de pozo profundo. Un parte de la salmuera se podría eliminar a través de una inyección de pozo profundo en el embalse geotérmico del área. Esta es un área de estudio futuro y supera el alcance de este análisis. Los factores a considerar incluyen:

- La ubicación de los pozos de inyección de modo que no afecten la temperatura de los líquidos en los pozos existentes de producción geotérmica.
- La capacidad de eliminación en función del volumen del embalse geotérmico y la pérdida de agua existente y futura a causa de las actividades de producción de energía geotérmica.
- El potencial de mezclar la salmuera de desalinización con los líquidos geotérmicos de retorno sin provocar escalamiento u otros impactos en las operaciones geotérmicas existentes.
- Los posibles impactos en las concentraciones de litio del embalse geotérmico y el potencial de recuperación de litio resultante.

El análisis de viabilidad no consideró la inyección de pozo profundo debido a la incertidumbre de su viabilidad para el proyecto. La inyección de pozo profundo es un área para estudio futuro, ya que la eliminación de la salmuera será un problema clave en Salton Sea en muchos escenarios de restauración.

R9 incluye un paquete de técnicas de gestión de la salmuera para separar y secar la sal para su venta en el mercado. Si bien esta estrategia ofrece una alternativa prometedora para la eliminación de la sal en un vertedero, no queda claro si el mercado local podría admitir la masa

de sal generada en las calidades propuestas. Debido a que la sal es un producto de bajo valor, la mayor parte de la sal se utiliza en la región geográfica que se produce, ya que los costos de transporte reducen rápidamente la rentabilidad del producto. El trabajo futuro debe evaluar las plantas de recuperación de sal propuestas a una escala de demostración para establecer la calidad y capacidad de comercialización de la sal recuperada.

Esta evaluación solo investigó los estanques de evaporación como un método de eliminación de la salmuera. Sin embargo, se deben poner a disposición fondos de subvención para investigar tecnologías con el potencial de optimizar la recuperación de agua de la salmuera y la gestión de la salmuera en general, ya que esto será un componente crítico de cualquier estrategia de restauración de Salton Sea.

3.3 Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Los conceptos de importación de agua presentados revisados por el Panel implican, en gran medida, la importación de suficiente agua como para regresar Salton Sea a los niveles de agua presentes entre mediados y fines del siglo 20. A fin de brindar al estado una opción comparable, pero opuesta, el Panel investigó un concepto de importación de agua basado en el Estudio de Viabilidad de la Planta de Desalinización Binacional de la IBWC (Black y Veatch, 2020). El estado de Arizona, las agencias del agua de California y otras partes han realizado un estudio sobre la construcción de una planta de desalinización en el lado este del Mar de Cortés, cerca de Puerto Peñasco, que permita bombear agua de uso potable hacia Arizona y el norte de México. El Panel investigó una expansión o adición a este enfoque para el beneficio de Salton Sea, y los principales componentes se resumen en la Tabla 3-2 y la Figura 3-4:

Tabla 3-2: Componentes del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Componente	Concepto de Intercambio del Mar de Cortés
Fuente de Agua	Mar de Cortés
Entrada	Sumergida
Desalinización - Mar de Cortés	RO
Gestión de la Salmuera - Mar de Cortés	Descarga de Salmuera
Transporte	Tubería
Punto de Entrega	Presa de Morelos
Desalinización de Recuperación en Salton Sea	RO
Gestión de la Salmuera - Salton Sea	Estanques de Evaporación

Nota: RO = ósmosis inversa

Según este Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, se importarían 100,000 AFY a la región de Salton Sea a través de un intercambio de agua con México. Se seleccionó la cantidad de 100,000 AFY porque, si bien es el doble del tamaño de la planta de desalinización existente más grande de California (en Carlsbad), se sitúa en el rango del concepto Binacional y compensaría la pérdida de agua de una planta de desalinización de recuperación de 100 MGD en Salton Sea. También resulta en una exposición de playa manejable y un futuro equilibrio en el tamaño del lago que puede sustentar los usos ambientales y turísticos del lago. El Estado de California y posiblemente otras partes ayudarían a financiar la construcción de una nueva planta de desalinización en la costa noreste del Mar de Cortés. El agua desalinizada se entregaría al norte a la presa de Morelos de México, donde se mezclaría con agua del Río Colorado, para usos directos y caudales de agua en México. También es posible que el agua desalinizada de pueda desviar antes de la presa de Morelos para usos beneficiosos alternativos. Un concepto similar (pero más grande) se analizó en la respuesta R9 a la RFI.

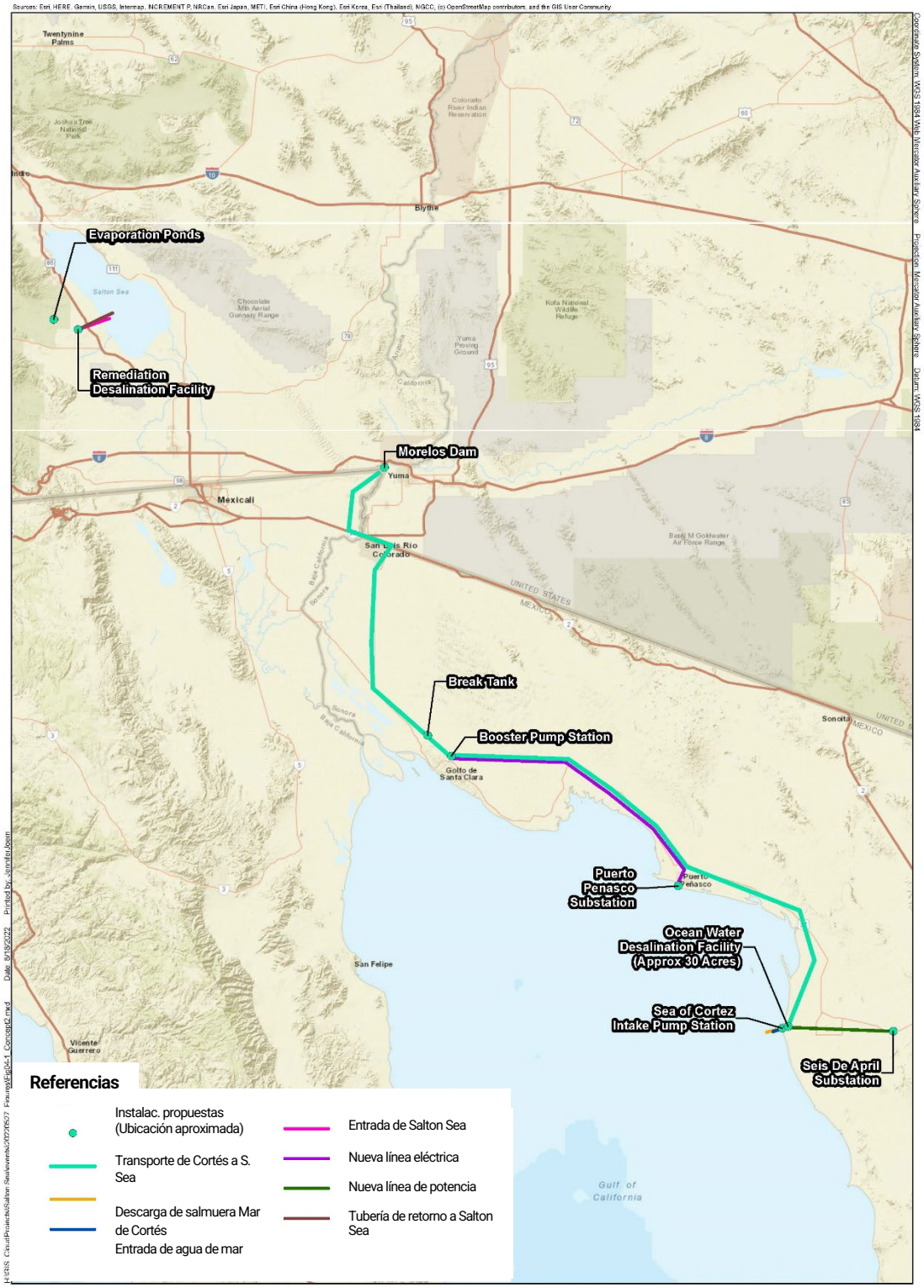


Figura 3-4: Componentes del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

3.3.1 Entrada en el Mar de Cortés

La entrada para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés se supone que será una entrada sumergida ubicada en la costa este del Mar de Cortés, entre la Bahía de San Jorge y Puerto Lobos, Sonora.

3.3.2 Desalinización en el Mar de Cortés

Para reducir la cantidad de sal importada a la cuenca de Salton Sea junto con el agua importada, se evaluó la desalinización en el Mar de Cortés. La ubicación de la planta de desalinización se supone que será cerca de la entrada del mar para reducir los costos de bombeo y reducir la distancia requerida para una descarga de salmuera.

3.3.3 Gestión de la Salmuera - Mar de Cortés

Para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, la gestión de la salmuera se supone que se realizará a través de una descarga en el Mar de Cortés.

3.3.4 Transporte

El transporte propuesto para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés es una tubería de acero de aproximadamente 230 millas y 70 pulgadas con revestimiento de mortero de cemento. La alineación, generalmente, sigue la Carretera Highway 3 desde la entrada y la planta de desalinización hasta el área de San Luis Río Colorado antes de subir hacia el norte, por lo general, en paralelo a la Carretera Highway 2 antes de terminar cerca de la presa de Morelos. La alineación a nivel de planificación se muestra en la Figura 3-4:

3.3.5 Entrega a Salton Sea

En el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, el agua desalinizada se entregaría en la presa de Morelos de México, donde se mezclaría con agua del Río Colorado, para usos directos y caudales de agua en México. A cambio, se desviaría agua adicional con destino a Salton Sea del Río Colorado en la represa de Imperial y se entregaría al lago a través del Canal All-American y otras infraestructuras y ríos existentes.

3.3.6 Reducción de la Salinidad en Salton Sea

Como se analiza en la Sección 3.2.6, se requiere una reducción adicional de la salinidad en Salton Sea para alcanzar las metas de salinidad. A fin de reducir la salinidad en Salton Sea, el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés incluye una planta de desalinización de recuperación de 100 MGD en Salton Sea. Toda el agua desalinizada producida se regresaría a Salton Sea. Si bien la operación de la planta puede ajustarse en función de las condiciones observadas en Salton Sea, a los fines de planificación, se supuso que la planta operará a plena capacidad durante todo el proyecto (hasta 2078).

3.3.7 Gestión de la Salmuera - Salton Sea

De manera similar al Concepto de Importación del Mar de Cortés, el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés incluye estanques de evaporación como método de eliminación de la salmuera.

3.4 Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

El agua del Río Colorado ofrece la oportunidad de mantener los niveles de Salton Sea mientras se implementa la desalinización de recuperación. Para la desalinización de agua de gran salinidad, la proporción de pérdida de agua-agua purificada es de 1:1. La reasignación de agua del Río Colorado utilizando incentivos financieros voluntarios, junto con la desalinización de recuperación, se vale de un enfoque de barbecho compensado voluntario de las tierras dentro del territorio de servicio del IID a cambio de entregas de agua a Salton Sea. La experiencia reciente de la región con un programa de barbecho voluntario deja al menos dos lecciones. Una es la voluntad y la capacidad de los agricultores y el IID de implementar con éxito tal programa, y la otra es el mapa de implementación proporcionado en el Código del Agua § 1013, el cual podría ser un punto de partida para nuevas reglamentaciones.

En sí misma, el agua del barbecho voluntario podría estabilizar la elevación del lago y, junto con la desalinización de recuperación, finalmente puede dar lugar a la vida sustentable en Salton Sea. Los principales componentes de este concepto se muestran en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Componentes del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

Componente	Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado
Fuente de Agua	Río Colorado
Transporte	Tuberías y canales existentes
Punto de Entrega	Salton Sea
Desalinización de Recuperación en Salton Sea	RO
Gestión de la Salmuera - Salton Sea	Estanques de Evaporación

Nota: RO = ósmosis inversa

3.4.1 Reducción de la Salinidad en Salton Sea

Incluso con la entrega de agua del Río Colorado a Salton Sea, se requiere una reducción adicional de la salinidad en Salton Sea para alcanzar las metas de salinidad detalladas en la Sección 2.1.3.1. Por este motivo, el Concepto de Transferencia Voluntaria de Agua del Río Colorado propone una planta de desalinización de recuperación de RO con una capacidad de aproximadamente 100 MGD. Con la planta de desalinización de recuperación, toda el agua desalinizada producida se regresaría a Salton Sea. Si bien la operación de la planta puede

ajustarse en función de las condiciones observadas en Salton Sea, a los fines de planificación, se supuso que la planta operará a plena capacidad durante todo el proyecto (hasta 2078).

3.4.2 Gestión de la Salmuera - Salton Sea

El Concepto de Transferencia Voluntaria de Agua del Río Colorado supone estanques de evaporación como la estrategia de gestión de la salmuera.

Sección 4: Viabilidad del Concepto de Importación del Mar de Cortés

4.1 Descripción, Diseño e Ingeniería del Concepto

La fuente de agua importada para este concepto es agua desalinizada del Mar de Cortés, México. Se extraerían entre 860,000 y 1 millón AFY de agua del Mar de Cortés, desalinizada en una planta de desalinización de agua de mar en la costa oeste del Mar de Cortés cerca de San Felipe, Baja California, México. El agua producto de la planta de desalinización, aproximadamente 430,000–540,000 AFY, se transportaría de la planta de desalinización a una ubicación en el extremo sudoeste de Salton Sea. Esta agua se utilizaría para aumentar la elevación de Salton Sea, reducir la salinidad y disminuir la cantidad de playa expuesta. Una segunda planta de desalinización de recuperación quitaría la sal y reduciría aún más la salinidad de Salton Sea.

4.1.1 Principales Instalaciones

Las instalaciones específicas del Concepto de Importación del Mar de Cortés se describen a continuación, se resumen en la Tabla 4-1 y se identifican en la Figura 4-1:

Componentes:

- Una **Entrada de Agua de Mar** de 960 MGD en el lado oeste del Mar de Cortés cerca de San Felipe, Baja California. La entrada será una estructura de al menos 40 pies por debajo de la superficie del mar. La entrada estará compuesta por dos tuberías de acero de 144 pulgadas de diámetro con revestimiento de poliuretano. La entrada incluirá rejillas que evitarán el arrastre y la colisión de vida marina, y se extenderá 1.9 millas en alta mar.
- Una **Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés** de 960 MGD y 51,100 de potencia de frenado (BHP).
- Una **Planta de Desalinización de Agua de Mar** de RO, ubicada cerca de la entrada con una capacidad de agua producto de aproximadamente 480 MGD. Esta planta estará ubicada en un lugar de 75 acres.
- Una **Descarga de Salmuera de Desalinización del Mar de Cortés**, que se supone que estará ubicada junto a la entrada. La descarga de salmuera consistiría en una tubería de 144 pulgadas y 3.4 millas de longitud. El material propuesto de la tubería sería acero con revestimiento de poliuretano.
- Una **Estación de Bombeo de Transporte** de 480 MGD y 96,000 BHP.
- Una nueva conexión de 5 millas a una **Línea de Transmisión** de 69 kV o más entre la ciudad de San Felipe y la estación de bombeo del Mar de Cortés. La presencia de las plantas eléctricas necesarias con suficiente capacidad de generación y transmisión para atender a San Felipe no se ha confirmado, pero se supone a los fines de este análisis.

- Construcción de una **Subestación Eléctrica** en la Estación de Bombeo de Entrada en el Mar de Cortés para reducir el voltaje a 13.8 kV para alimentar el conmutador de distribución dentro de la planta de estación de bombeo.
- **Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea**. Aproximadamente 190 millas de tuberías de acero paralelas de 108 pulgadas con revestimiento de poliuretano para transportar agua de mar desalinizada a Salton Sea. Se supone que la tubería de transporte de agua se instalará mediante la excavación de zanjas.
- **Turbinas de Recuperación de Energía**, que se espera que sean paralelas a las turbinas Francis cerca de la descarga de Salton Sea. Las tuberías paralelas de 108 pulgadas se conectarán a un colector que distribuye el caudal a estas turbinas. La tubería de descarga funcionará debajo de la estructura de concreto y el agua se descargará en Salton Sea por debajo de la superficie del agua. Esta estación de recuperación de energía podría producir 29 megavatios (MW) y tiene una eficacia prevista del 87%.

Componentes del escenario 1:

- **Entrada de Salton Sea** para la planta de desalinización de recuperación ubicada cerca de la esquina sudoeste de Salton Sea. Se supone que será una tubería de acero de 36 pulgadas de diámetro con revestimiento de poliuretano que se extiende 1.9 millas en alta mar.
- La **Estación de Bombeo de Salton Sea** de 27 MGD y 1,350 BHP, se utilizará para trasladar el agua de Salton Sea a la Planta de Desalinización de Recuperación.
- Una **Planta de Desalinización de Recuperación** de RO de 13.5 MGD cerca de Salton Sea para el tratamiento adicional del agua de Salton Sea.
- El agua desalinizada producida por la planta de desalinización de recuperación se regresará a Salton Sea a través de una **tubería de retorno a Salton Sea** de 26 pulgadas y 3.4 millas de longitud**.**
- Manejo de la salmuera para la planta de desalinización de recuperación a través de 3,000 acres de **Estanques de Evaporación**. Se supone que estará en el lado oeste de Salton Sea, fuera de las áreas ecológicas sensibles.

Componentes del escenario 2:

- **Plantas de Entrada de Salton Sea** para la planta de desalinización de recuperación ubicada cerca de la esquina sudoeste de Salton Sea. Se supone que será una tubería de acero de 98 pulgadas de diámetro con revestimiento de poliuretano que se extiende 1.9 millas hacia Salton Sea.
- La **Estación de Bombeo de Salton Sea** de 200 MGD y 25,000 BHP se utilizará para trasladar el agua de Salton Sea a la Planta de Desalinización de Recuperación.
- Una **Planta de Desalinización de Recuperación** de RO de 100 MGD cerca de Salton Sea para el tratamiento adicional del agua de Salton Sea.
- El agua producida por la planta de desalinización de recuperación se regresará a Salton Sea a través de una tubería de retorno a Salton Sea de 70 pulgadas y 3.4 millas de longitud**.**
- Manejo de la salmuera para la planta de desalinización de recuperación a través de 22,000 acres de **Estanques de Evaporación**. Se supone que estará en el lado oeste de Salton Sea, fuera de las áreas ecológicas sensibles.

Tabla 4-1: Plantas de Importación de Agua

Plantas de Tratamiento	Tasa de Flujo *(MGD)*	Tasa de Recuperación Supuesta	Producción de Salmuera		Agua Producto	
			MGD	*AFY*	*MGD*	*AFY*
Planta de Desalinización de Agua de Mar (Mar de Cortés)	960	50	480	430,000 a 540,000	480	430,000 a 540,000
Estaciones de Bombeo	**Tasa de Flujo** *(MGD)*	**Potencia** *(BHP)*				
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés	960	51,100				
Estación de Bombeo de Transporte	480	96,000				
Tuberías	**Diámetro** *(in)*	**Longitud** *(millas)*	**Cantidad** *(cada una)*	**Material**	**Tasa de Flujo por Tubería** *(MGD)*	**Velocidad de Flujo** *(ft/s)*
Tuberías Paralelas de Entrada de Agua de Mar (Entrada de la Estación de Bombeo del Mar de Cortés)	144	1.9	2	Acero con Revestimiento de Poliuretano	Tuberías paralelas que transportan 480 cada una	6.57
Descarga de Salmuera del Mar de Cortés	144	3.4	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	480	6.57
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea	108	190	2	Acero con Revestimiento de Poliuretano	240	5.84
Plantas Eléctricas	**Capacidad** (kV)	**Longitud** (millas)				
Línea de transmisión de San Felipe a la Estación de Bombeo del Mar de Cortés	69	5				
Subestación eléctrica en la Estación de Bombeo del Mar de Cortés	13.8					
Turbinas de Recuperación de Energía	**MW**	**Eficiencia**	**kWh de compensación**			
Turbinas Francis	29	87%	254,042,400			

Paralelas				

Tabla 4-2: Plantas Exclusivas para el Escenario 1 (además de las plantas de la Tabla 4-1)

Plantas de Tratamiento	Tasa de Flujo *(MGD)*	Tasa de Recuperación Supuesta	Producción de Salmuera		Agua Producto	
			MGD	*AFY*	*MGD*	*AFY*
Planta de Desalinización de Recuperación (Salton Sea)	27	50	13.5	12,100 a 15,100	13.5	12,100 a 15,100
Estaciones de Bombeo	**Tasa de Flujo *(MGD)***	**Potencia *(BHP)***				
Estación de Bombeo de Salton Sea	27	1,350				
Tuberías	**Diámetro** *(in)*	**Longitud** *(millas)*	**Cantidad** *(cada una)*	**Material**	**Tasa de Flujo por Tubería** *(MGD)*	**Velocidad de Flujo** *(ft/s)*
Entrada de Salton Sea	36	1.9	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	27	5.91
Tubería de Retorno a Salton Sea	26	3.4	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	13.5	5.67
Tubería de Manejo de la Salmuera	26	0	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	13.5	5.67
Otros	**Acres**					
Estanques de Evaporación	3,050					

Tabla 4-3: Plantas Exclusivas para el Escenario 2 (además de las plantas de la Tabla 4-1)

Plantas de Tratamiento	Tasa de Flujo *(MGD)*	Tasa de Recuperación Supuesta	Producción de Salmuera		Agua Producto	
			MGD	*AFY*	*MGD*	*AFY*
Planta de Desalinización de Recuperación (Salton Sea)	200	50	100	89,600 a 112,000	100	89,600 a 112,000
Estaciones de Bombeo	**Tasa de Flujo *(MGD)***	**Potencia *(BHP)***				
Estación de Bombeo de Salton Sea	200	25,000				
Tuberías	**Diámetro** *(in)*	**Longitud** *(millas)*	**Cantidad** *(cada una)*	**Material**	**Tasa de Flujo por Tubería**	**Velocidad de Flujo** *(ft/s)*

					(MGD)	
Entrada de Salton Sea	98	1.9	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	200	5.91
Tubería de Retorno a Salton Sea	70	3.4	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	100	5.79
Tubería de Manejo de la Salmuera	70	9.25	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	100	5.79
Otros	**Acres**					
Estanques de Evaporación	22,000					

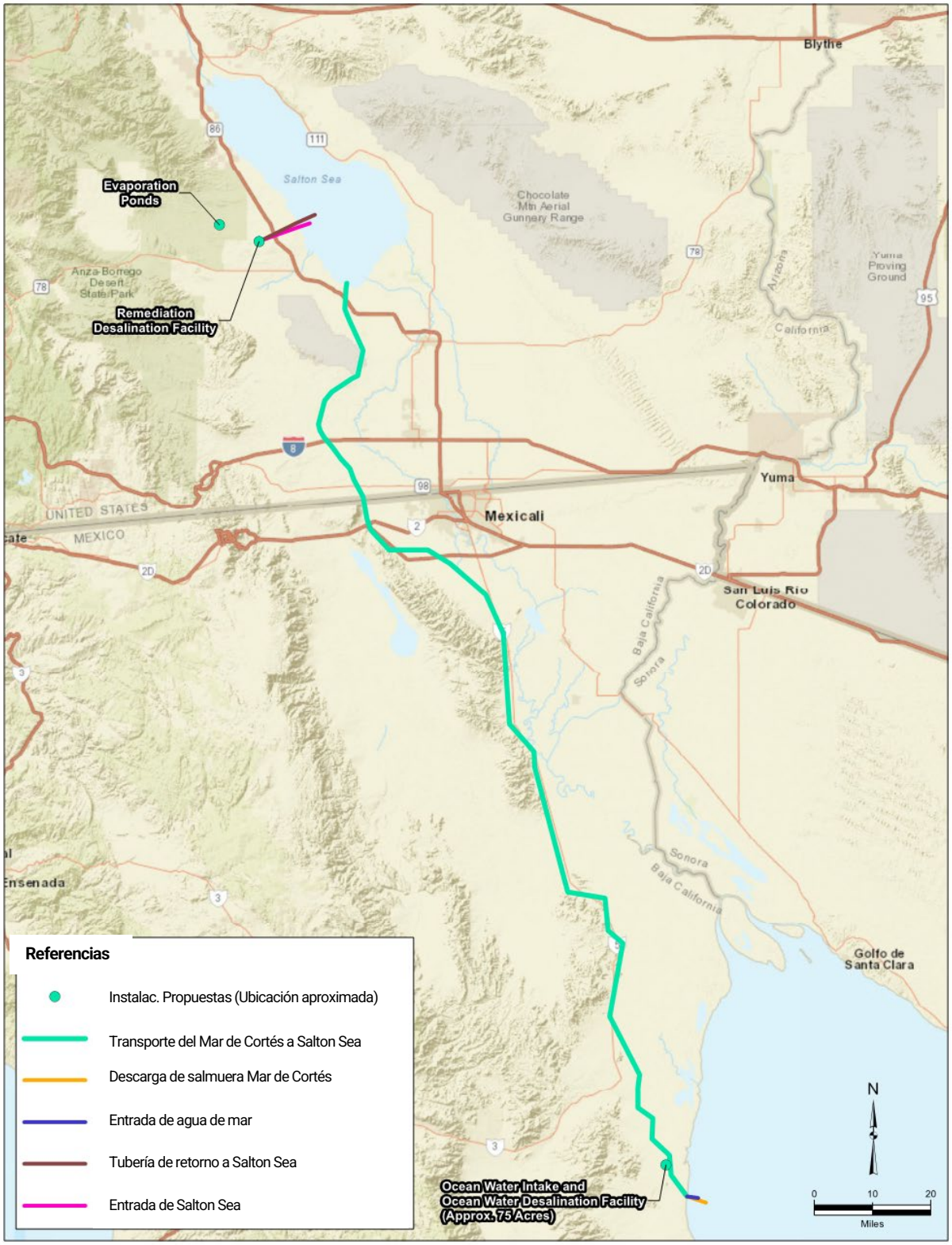


Figura 4-1: Principales Instalaciones en el Concepto de Importación del Mar de Cortés

4.1.2 Requerimientos Hidráulicos y de Bombeo

Las elevaciones clave para el análisis hidráulico de la entrada y las estaciones de bombeo de transporte y la línea de pendiente hidráulica (HGL) aproximada se presentan en la Figura 4-2 a continuación. La carga dinámica total de la Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés de 960 MGD y la Estación de Bombeo de Transporte de 480 MGD se estima en 243 pies y 912 pies, respectivamente. En función de la suposición de que las bombas de estas estaciones de bombeo tienen una eficiencia del 80%, la BHP requerida de las estaciones de bombeo respectivas es de 51,100 BHP y 96,000 BHP.

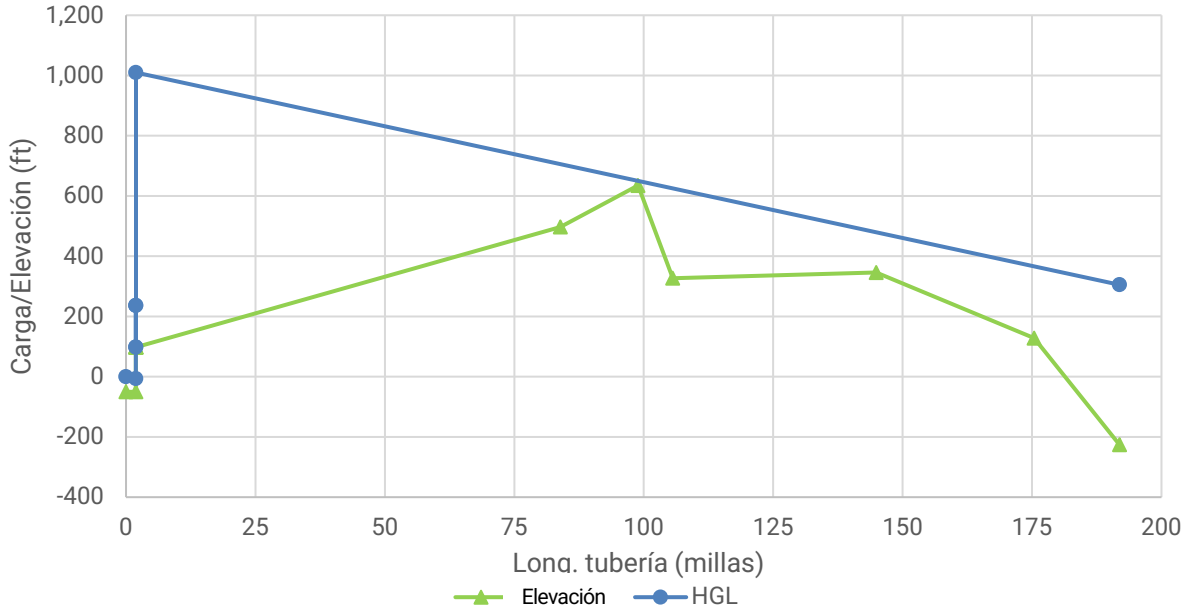


Figura 4-2: Perfil de Elevación y Perfil de Pendiente Hidráulica: del Mar de Cortés a Salton Sea

El escenario 1 incluye una Estación de Bombeo de Salton Sea de 27 MGD para la planta de desalinización de recuperación. La carga dinámica total se estima en 227 pies. En función de la suposición de que las bombas para esta estación de bombeo tienen una eficiencia del 80%, la BHP requerida de la estación de bombeo es de 1,350 BHP.

El escenario 2 incluye una Estación de Bombeo de Salton Sea de 200 MGD para la planta de desalinización de recuperación. La carga dinámica total se estima en 570 pies. En función de la suposición de que las bombas para esta estación de bombeo tienen una eficiencia del 80%, la BHP requerida de la estación de bombeo es de 25,000 BHP.

4.1.3 Operaciones a Largo Plazo, Incluida la Recuperación de Energía

Los costos anuales de operación y mantenimiento incluirán la mano de obra para operar las plantas de tratamiento, la mano de obra para el mantenimiento de todas las plantas, los productos químicos de tratamiento y la energía para las estaciones de bombeo y las plantas de tratamiento. Estos costos se resumen en la Sección 4.5 y la Tabla 4-11 (escenario 1) y la Tabla

4-12 (escenario 2). La operación de los estanques de evaporación incluirá la eliminación y el transporte de la sal de los estanques de evaporación asociados a la planta de desalinización de recuperación. Debido a que la salinidad de Salton Sea cambia, la cantidad de generación de sal en los estanques cambiará, y oscilará entre un mínimo de 3 millones de toneladas por año y un máximo de 8 millones de toneladas para el escenario 1, y entre 6 millones de toneladas por año y un máximo de 59 millones de toneladas para el escenario 2.

El proyecto tiene el potencial de recuperación de energía. A partir del perfil hidráulico desarrollado para el proyecto (Figura 4-2), el agua se descargará a aproximadamente 230 libras por pulgada cuadrada (psi) en Salton Sea. Esta presión de descarga corresponde a aproximadamente 530 pies de energía que se puede recuperar parcialmente a través de una estación de recuperación de energía en el lugar de descarga. En función de la comunicación con Canyon Hydro, un fabricante de sistemas hidráulicos, se seleccionaron turbinas Francis para esta aplicación en el nivel de planificación. Se colocarían múltiples turbinas Francis en paralelo y el equipo eléctrico asociado se podría instalar dentro de una estructura de concreto en la costa de Salton Sea. Las tuberías paralelas de 108 pulgadas se conectarían a un colector que distribuye el caudal a las turbinas. La tubería de descarga funcionaría debajo de la estructura de concreto y el agua se descargaría en Salton Sea por debajo de la superficie del agua. Esta estación de recuperación de energía produciría 29 MW y tiene una eficacia del 87%.

4.2 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos

4.2.1 Consideraciones Ambientales de Obtención de Permisos

Este análisis supuso que se utilizaría un equipo multinacional para la planificación y el diseño del Concepto de Importación del Mar de Cortés. También supuso que la ejecución y la operación del proyecto para las instalaciones dentro de México estarían a cargo de empresas y/o entes gubernamentales mexicanos, con financiamiento total o parcial del Estado de California. Los permisos necesarios serían mucho más extensos si entidades extranjeras fueran responsables de la construcción, la propiedad y la operación de las instalaciones dentro de México. El análisis supuso que la construcción y la operación de las instalaciones dentro de EE. UU. estarían a cargo de personas, empresas, gobiernos locales y estatales que pueden realizar el trabajo de manera legal en California.

Los permisos necesarios de las autoridades de México y EE. UU. implican grandes esfuerzos y tienen un plazo extendido. Sin embargo, tras la revisión de las leyes y los permisos necesarios, no existe una razón obvia para que el Concepto de Importación del Mar de Cortés no se autorice siempre que ocurra lo siguiente: (a) el proyecto se estructure de modo que cumpla con los objetivos de la Minuta 323 de la IBWC (aumentar la entrega y el intercambio de aguas de manera que beneficie tanto a México como a EE. UU.), y (b) el proyecto incorpore características de diseño y mitigación adecuadas que limiten los impactos para los recursos sensibles. La Tabla 4-4 y la Tabla 4-5 brindan orientación general sobre el momento del proceso

en que debe suceder una actividad de permiso en particular y brinda una estimación del plazo para adquirir un permiso.

4.2.1.1 *Permisos en México*

La Tabla 4-4 resume los permisos previstos y el proceso de obtención de permisos para las instalaciones y las acciones en México. Los plazos se basan en la experiencia con otros proyectos; sin embargo, los grandes proyectos de agua complejos y multinacionales no son frecuentes y ningún proyecto comparable ofrece antecedentes sobre el proceso de obtención de permisos y plazos probables. Por lo tanto, los plazos para la obtención de permisos son un área de gran incertidumbre.

Tabla 4-4: Permisos Previstos Necesarios para las Instalaciones en México

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Comisión Internacional de Límites y Aguas	Proyectos que afectan ríos internacionales (México y EE. UU.).	Aprobación de múltiples pasos. 1. Definición y aprobación del proyecto. 2. Acuerdo sobre Diseño, O&M y Costos 3. Construcción y Partición de Costos 4. Operación y Mantenimiento La duración prevista para la actividad del permiso (continua desde la concepción del proyecto hasta su finalización) es de aproximadamente 15 a 20 años.
Ley de Sociedades Públicas-Privadas de Servicios Públicos del Estado de Sonora	Cuando una empresa privada busca un socio público dentro de Sonora para llevar a cabo un proyecto de infraestructura.	Como parte de la definición y aprobación del proyecto. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Registro de Inversiones Extranjeras (RNIE)	Se requiere cuando personas o compañías extranjeras participan regularmente en actividades comerciales en México; o cuando compañías mexicanas tienen la participación, incluso a través de fideicomisos, de inversiones extranjeras.	Después de la definición del proyecto, antes de grandes inversiones en diseño, obtención de permisos y adquisición de tierra. Duración prevista para la actividad del permiso: 90 días.
Revisión de la Inversión Extranjera (FIL) por parte de la Comisión Nacional para la Inversión Extranjera (CNIE)	Cuando la inversión extranjera puede tener un impacto significativo en el empleo o cuando el trabajo que se realizará desencadena otras revisiones ambientales.	Después de la definición del proyecto, antes de grandes inversiones en diseño, obtención de permisos y adquisición de tierra. Duración prevista para la

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
		actividad del permiso: 90 días.
FIL por parte del Ministerio de Economía	Cuando puede haber inversiones extranjeras en un sector de la economía normalmente reservado para entes mexicanos (como propiedad de tierras).	Después de la definición del proyecto, antes de grandes inversiones en diseño, obtención de permisos y adquisición de tierra. Duración prevista para la actividad del permiso: 90 días.
Manifiesto de Impacto Ambiental	Necesario para las actividades que pueden tener impacto en lo siguiente: • gestión de vida silvestre • áreas protegidas naturales federales • áreas forestales • desechos peligrosos y aguas nacionales • industrias de alto riesgo • desarrollo de infraestructura • operaciones mineras • proyectos hidráulicos • humedales • áreas costeras • áreas protegidas naturales • emisiones atmosféricas • ruido • tratamiento de residuos • descarga de agua • drenaje	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Autorización del Impacto Ambiental según la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental/Evaluación del Impacto Ambiental	Se requiere para actividades o trabajos, incluidos proyectos a gran escala, que impliquen trabajos hidráulicos, exploración y explotación de sustancias preciosas, gestión de desechos peligrosos, actividades en esteros, trabajos en áreas protegidas naturales.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Estudio de Riesgos	Necesario para entidades que intentan llevar a cabo actividades que podrían causar un gran impacto ambiental negativo real o potencial.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Autorización para Cambio en el Uso de la Tierra de Tierras Forestadas	Construcción en un área forestada que resulta en la eliminación de vegetación forestal para actividades no forestales.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Licencia Ambiental Integral	Licencia para entidades interesadas	Se obtiene durante el diseño y

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Municipal	en llevar a cabo trabajos o actividades que requieren permisos, licencias, autorizaciones o registros relacionados con asuntos ambientales.	se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 90 días.
Concesión de Uso de Tierras Marítimas Federales	La Zona Marítimo-Terrestre Federal es el área de 20 metros adyacente al mar. Para tener acceso y uso en esta zona, se necesita una concesión. Las concesiones se otorgan por un período no superior a veinte años. La prohibición de concesión se debe renovar.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Ley de Organización Territorial del Estado de Sonora - Licencia de Cambio en el Uso de la Tierra	Para el desarrollo de propiedades dentro del estado de Sonora.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Opinión sobre el Impacto Regional del Ministerio de Infraestructura y Urbanización	Para el desarrollo de propiedades que podrían tener un impacto significativo en los servicios públicos.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Permiso de Descarga de Aguas Residuales	Actividades que resultarán en una descarga de desechos superior a 300 metros cúbicos por día.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Permiso para Trabajos de Infraestructura Hidráulica	Proyectos que podrían afectar el régimen hidráulico o hidrológico de un río de propiedad nacional o que podrían afectar tierras con jurisdicción federal.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Concesión para el Uso de Aguas Superficiales	Proyectos que extraen y usan aguas nacionales, como ríos, embalses y lagos.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Autorización para Conectarse a Plantas de la CFE	Necesario para trabajos de infraestructura que crearán instalaciones que se conectarán al suministro eléctrico de la CFE.	Se obtiene durante el diseño y se necesita antes de la construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Permiso de Servidumbre de	Necesario para usar la servidumbre	Se obtiene como parte del

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Paso en Carreteras Federales y de Peaje	de paso o áreas aledañas para la construcción o servidumbre (como cruzamiento de tuberías).	diseño final. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Permiso de Construcción para Trabajos en una Zona Marítima Federal	Construcción que se realizará en la playa marítima, un área marítimo-terrestre federal u otras áreas recuperadas del mar o proyectos que podrían modificar la morfología de la costa.	Se obtiene como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad del permiso: 1 año.
Licencia para Rotura de Pavimento y Excavaciones Mayores que 60 Centímetros	Realizar trabajos en la jurisdicción de una municipalidad que requieren romper el pavimento.	Se obtiene inmediatamente antes de romper el pavimento. Duración prevista para la actividad del permiso: 90 días.
Finalización del Trabajo, Conclusión del Permiso de Construcción	Tras la conclusión del trabajo sujeto a un Permiso de Construcción.	Tras la finalización del trabajo sujeto a un Permiso de Construcción. Duración prevista para la actividad del permiso: 90 días.

4.2.1.2 *Permisos en EE. UU.*

La Tabla 4-5 resume los permisos previstos para las instalaciones dentro de EE. UU. Estos se consideran los tiempos mínimos para cada paso en ausencia de litigio. Dado que el litigio se puede anticipar razonablemente para un proyecto de este tamaño e importancia, se puede prever razonablemente un período más prolongado antes del inicio de la construcción.

Tabla 4-5: Permisos Previstos Necesarios para las Instalaciones en EE. UU.

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
IBWC	Proyectos que afectan ríos internacionales (México y EE. UU.).	Aprobación de múltiples pasos. 1. Definición y aprobación del proyecto. 2. Acuerdo sobre Diseño, O&M y Costos 3. Construcción y Partición de Costos 4. Operación y Mantenimiento La duración prevista para la actividad del permiso (continua desde la concepción del proyecto hasta su finalización) es de aproximadamente 15 a 20 años.

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Revisión según la Ley de Calidad Ambiental de California (CEQA) y la Ley Nacional de Política Ambiental	Proyectos que reciben permisos o fondos de agencias públicas que podrían tener impactos significativos en el ambiente.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Acuerdo para modificar Operaciones de Recuperación del Río Colorado	Cualquier modificación necesaria en la cantidad o la ubicación de la entrega de Agua del Río Colorado por parte de la Oficina de Recuperación.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Licencia hidroeléctrica de la Comisión Federal de Reglamentación de Energía	Proyectos hidroeléctricos no federales ubicados en vías fluviales navegables o tierras federales o conectados a la red eléctrica interestatal.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Aprobación de la SWRCB para transferencias de agua	Transferencias de agua dentro del Estado de California	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Revisión y mitigación según la Ley de Especies en Peligro, Permiso Federal de Captura Incidental	Proyectos que requieren un permiso federal, acuerdo o que reciben fondos federales que podrían afectar a especies sensibles.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Revisión y mitigación según la Ley de Especies en Peligro de California, Permiso Estatal de Captura Incidental	Proyectos que requieren un permiso, acuerdo o que reciben fondos de una agencia pública de California que podrían afectar a especies sensibles.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Aplicación y Acuerdo de Clientes de Energía Eléctrica del IID	Nueva construcción que recibirá energía del servicio eléctrico del IID.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Acuerdo de Interconexión al Generador del IID	Nueva construcción que incluirá interconexión de una planta de generación al sistema de transmisión del IID.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de la Sección 404 de la Ley de Agua Limpia del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU.	Proyectos que podrían resultar en la descarga de material de dragado o de llenado en aguas de EE. UU.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso de la Sección 401 de la Junta Regional de Control de Calidad del Agua del Río Colorado	Proyectos que podrían resultar en la descarga de material de dragado o de llenado en aguas de EE. UU.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso del Código de Caza y Pesca 1600 del Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California	Proyectos que podrían desviar u obstruir sustancialmente el curso natural, o cambiar o usar sustancialmente cualquier material del lecho, canal o	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
	banco de cualquier río, arroyo o lago.	
Permiso de Servidumbre de Paso, Departamento de Transporte del Condado de Imperial	Proyectos donde nuevas instalaciones o actividades de construcción invadirán espacio dentro, debajo o sobre carreteras del condado.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de Servidumbre de Paso, IID	Para instalaciones o actividades de construcción que cruzarán tierras del IID o invadirán espacio sobre instalaciones o lugares de proyectos del IID.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de Invasión de Espacio para Trabajos Públicos del Condado de Imperial	Para instalaciones o actividades de construcción que invaden espacio dentro de infraestructuras del condado, como desagües pluviales.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de Invasión de Espacio Estándar de CalTrans	Proyectos donde nuevas instalaciones o actividades de construcción invadirán espacio dentro, debajo o sobre carreteras del estado.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permisos de Desarrollo del Condado de Imperial (lo que incluye Enmienda del Plan General, Cambio de Zonificación, Permiso de Uso Condicional, Acuerdo de Desarrollo, Permiso de Nivelación, Permiso de Aguas Residuales, Permisos del Plan de Extinción de Incendios, Permisos Mecánicos, Permisos Eléctricos, Permisos Estructurales/de Cimientos, Cumplimiento de la Regla 310 del Plan de Rutas de Transporte y la Regla 801 del Plan de Control del Polvo).	Proyectos que resultarán en una nueva construcción o la alteración de estructuras existentes dentro del condado.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Plan de Control del Polvo del Distrito de Control de Contaminación Atmosférica del Condado de Imperial	Nuevas construcciones o alteración de construcciones dentro del condado de Imperial.	Al final del diseño final. Duración prevista para la actividad: 9 meses.
Permiso de Fuentes Fijas del Distrito de Control de Contaminación Atmosférica del Condado de Imperial	Construir, alterar, reemplazar u operar equipos u otra maquinaria que podría provocar la emisión de contaminantes del aire.	Al final del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso de Descarga de Desechos para Estanques de	Almacenamiento de desechos según el Capítulo 15.	Al final del diseño final.

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Evaporación de Salmuera		Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso General del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (NPDES) para Descargas de Aguas Pluviales Asociadas a la Construcción y Actividades de Alteración de la Tierra, y Descarga de Plantas de Tratamiento.	Construcción que altera 1 acre o más.	Inmediatamente antes de la construcción. Duración prevista para la actividad: 1 año.

Antes de que el Gobierno Federal o el Estado de California puedan asignar fondos para una construcción, aprobar una construcción o realizar otras acciones que resulten en cambios físicos en el ambiente, será necesaria una revisión ambiental congruente con la Ley de Calidad Ambiental de California (CEQA) y la Ley Nacional de Política Ambiental (NEPA). Se prevé que estas revisiones incluirán estudios especializados que comparen distintas alternativas de proyectos con respecto a una alternativa de no acción. Estudios especializados relacionados con la batimetría de Salton Sea, la calidad del agua, los recursos biológicos de Salton Sea, la calidad del aire (durante la construcción y la operación del proyecto), así como con el impacto socioeconómico y el incentivo de crecimiento de la población son probables como parte de la revisión de la CEQA y la NEPA. Estos estudios, junto con el diseño preliminar, son la base de muchos de los permisos necesarios descritos en la Tabla 4-5.

La jurisprudencia relacionada con la NEPA indica que se deben analizar los efectos transfronterizos de una acción federal. La guía del Consejo de Calidad Ambiental (CEQ) indica que “Las agencias deben analizar los efectos indirectos, que sean provocados por la acción, que sean posteriores en el tiempo o sean más alejados en distancia, pero que sean razonablemente previsibles. […] El CEQ ha determinado que las agencias deben incluir un análisis de los efectos transfronterizos razonablemente previsibles de las acciones propuestas en su análisis de las acciones propuestas en Estados Unidos”. EL Decreto Ejecutivo 12114 requiere que las agencias federales analicen, en los documentos de la NEPA, los impactos significativos de los proyectos propuestos en el ambiente fuera de EE. UU. Por este motivo, es probable que cualquier revisión de la NEPA incluya un análisis de los impactos en las fuentes de agua importada dentro de México, como el Mar de Cortés, así como de los impactos en la Reserva de la Biosfera del golfo superior de California y el delta del Río Colorado.

Como parte del Acuerdo de América del Norte sobre Cooperación Ambiental de 1993, el acuerdo ambiental con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, EE. UU., Canadá y México iniciaron negociaciones para desarrollar un marco para la evaluación del impacto ambiental transfronterizo. Este marco nunca se adoptó oficialmente; en su lugar, EE. UU. debe elaborar revisiones ambientales congruentes con la NEPA y las autoridades de México deben llevar a cabo un revisión por separado según los procedimientos de la Evaluación del Impacto

Ambiental y la Evaluación de Riesgos del país. Es probable que las revisiones realizadas por un país informen la revisión y el análisis realizado por el país vecino.

4.2.2 Control de Inundaciones

Salton Sea se encuentra a más de 200 pies por debajo del nivel del mar. Las ciudades aledañas, como Indio, Calexico, y las tierras de cultivo asociadas también se encuentran por debajo del nivel del mar. Por este motivo, surge la inquietud de inundaciones catastróficas debido a una falla en las instalaciones del proyecto. Sin embargo, se supone que un diseño adecuado del proyecto incorporaría controles que limitarían el potencial de inundaciones catastróficas. Según el Concepto de Importación del Mar de Cortés, la entrada en el Mar de Cortés estaría a aproximadamente 50 pies por debajo del nivel del mar. Se necesitarían energía y bombeo considerables para trasladar el agua hacia el punto alto en la tubería de transporte, la cual estaría a una elevación aproximada de 635 pies del nivel medio del mar (msl). Este importante bombeo significa que hay una gran oportunidad de reducir el movimiento del agua hacia Salton Sea si es necesario en caso de emergencia. Se pueden utilizar otras características de diseño, como la medición de la presión y la automatización de válvulas dentro de la tubería, para limitar la longitud de la tubería y el volumen de agua que se podría liberar en caso de ruptura de una tubería. Se podrían utilizar las conexiones desde la tubería de transporte hasta los desagües pluviales y los canales existentes para direccionar el agua liberada en caso de emergencia.

Otras medidas que se deben tomar incluyen utilizar un grosor de tubería adecuado y una cubierta de tubería adecuada para minimizar la posibilidad de que un tercero pudiera dañar inadvertidamente la tubería. El control continuo de la corrosión también reduciría el riesgo de fallas en la tubería.

Sin embargo, no se puede eliminar el riesgo de inundaciones localizadas y, por lo general, se limita al agua almacenada en las instalaciones de la tubería. Las instalaciones del proyecto estarían trasladando 960 MGD hacia la Planta de Desalinización de Agua de Mar. Una interrupción en la estación de bombeo de entrada por una hora podría significar que se liberarían 40 millones de galones de agua de mar de manera descontrolada y probablemente fluirían nuevamente hacia el Mar de Cortés. Las instalaciones del proyecto estarían trasladando 480 MGD del Mar de Cortés a Salton Sea. Si una milla de la tubería de transporte sufre una ruptura, se liberarían más de 2.6 millones de galones de agua desalinizada de manera descontrolada. En el escenario 1, la Planta de Desalinización de Recuperación extraería 27 MGD de Salton Sea, lo que significa que una interrupción de más de una hora podría implicar que se liberaría aproximadamente 1 millón de galones de agua desalinizada de manera descontrolada. Sin embargo, las bermas y la nivelación del lugar podrían contener volúmenes de este tamaño en el lugar. En el escenario 2, la Planta de Desalinización de Recuperación extraería 200 MGD de Salton Sea, lo que significa que una interrupción de más de una hora podría implicar que se liberarían aproximadamente 8.3 millones de galones de agua desalinizada de manera descontrolada, aunque con la nivelación adecuada, el agua se podría retener en el lugar.

4.2.3 Cambio Climático y Resiliencia Climática

4.2.3.1 *Contribución del Proyecto para las Emisiones de GHG*

Este análisis limita las contribuciones del proyecto para las emisiones de gas de efecto invernadero (GHG) en la energía utilizada para alimentar las distintas instalaciones. Este análisis no considera la energía utilizada para fabricar tuberías, bombas ni otros equipos, utilizada durante la construcción, utilizada por los obreros que viajan a las áreas de trabajo o cualquier crecimiento en la población y otra actividad económica como resultado de la implementación del proyecto.

Las emisiones de GHG para el proyecto dependen de la fuente de energía utilizada para alimentar las instalaciones. El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de México incluye nueve regiones interconectadas. El sistema de Baja California opera en la interconexión oeste de EE. UU., supervisada por el Consejo de Coordinación de Electricidad Occidental (Administración de Comercio Internacional de EE. UU. 2021). De acuerdo con el Programa Nacional de Desarrollo del Sistema Eléctrico de México, la capacidad de generación total hasta abril de 2021 era de 89,479 MW. Las fuentes de energía limpia, como la nuclear y la cogeneración de alta eficiencia, representan el 35.5% de la capacidad de generación de energía y el resto (64.5%) proviene de fuentes convencionales (térmica convencional, carbón) (Administración de Comercio Internacional de EE. UU. 2021).

Las instalaciones operadas dentro de California (p. ej., la planta de desalinización de recuperación) muy probablemente recibirán energía del IID. La Etiqueta de Contenido de Energía 2020 del IID (los últimos datos disponibles) informa que las fuentes renovables, como biomasa, geotérmica, hidroeléctrica y solar, representan el 41% de la energía provista por el Distrito. Un 3.5% de energía adicional proviene de fuentes nucleares y un 5.8% de gran generación hidroeléctrica. El gas natural y la energía de fuentes inespecíficas (por lo general, energía comprada por el IID en el mercado abierto) representan el 49.7% de la energía provista.

Los principales GHG que se emitirían durante la generación de electricidad para el proyecto propuesto son dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). El potencial de absorción de calor de un GHG se conoce como “Potencial de Calentamiento Global” (GWP). Cada GHG tiene un valor de GWP en función de las propiedades de absorción de calor del GHG en relación con CO_2. Esto generalmente se conoce como CO_2 equivalente (CO_2E). En la Tabla 4-6, se calculan las toneladas métricas estimadas de CO_2E por millón de kilovatio por hora (kWh) para la energía entregada en México y la energía entregada por el IID.

Tabla 4-6: Dióxido de Carbono Equivalente para las Fuentes de Energía

Tipo de Combustible	Ciclo de Vida del CO_2E por millón de kWh[1]	Producción de Electricidad por Fuente, México (Porcentaje de Generación Total)[2]	Producción de Electricidad por Fuente, IID (Porcentaje de Generación Total)[3,4]

Tipo de Combustible	Ciclo de Vida del CO_2E por millón de kWh[1]	Producción de Electricidad por Fuente, México (Porcentaje de Generación Total)[2]	Producción de Electricidad por Fuente, IID (Porcentaje de Generación Total)[3,4]
Carbón	820	0.05	0.01
Biomasa - cocombustión	740	0.10	0.01
Gas natural	490	0.55	0.36
Biomasa	130	0.05	0.10
Solar fotovoltaica (servicios)	48	0.05	0.15
Geotérmica	38	0.00	0.14
Hidroeléctrica	24	0.10	0.15
Nuclear	12	0.04	0.05
Eólica - En alta mar	12	0.07	0.00
Eólica - En tierra	11	0.00	0.02
CO_2E por millón de kWh ponderado		***396***	***217***

Notas:

1. CO_2E del Anexo III de Cambio Climático 2014: Mitigación del Cambio Climático. Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.
2. Revisión Estadística de Energía Mundial de BP, Revisión de Electricidad Global de Ember (2022).
3. Etiqueta de Contenido de Energía 2020 del IID. https://www.iid.com/energy/renewable-energy/power-content-label
4. Una parte de la electricidad del IID comprada en el mercado abierto. Se supone que estas fuentes son congruentes con la Generación Eléctrica Total del Sistema 2020 de California.

Este análisis examina las fuentes actuales utilizadas para la generación eléctrica en lugar de aquellas que se pueden utilizar en los años 2030, 2040 y más adelante. Es posible que este análisis sobreestime las emisiones de GHG, ya que tanto las fuentes de energía de México como del IID han tendido a ser fuentes de electricidad más limpias/de menores emisiones.

La Tabla 4-7 muestra la estimación anual de CO_2E en toneladas métricas para el escenario 1 y la Tabla 4-8 brinda los mismos datos para el escenario 2.

Tabla 4-7: Estimación Anual de Emisiones de CO_2E de Plantas de Importación de Agua para el Escenario 1

Instalación	Millones de kWh Anuales	Emisiones de CO_2E por millón de kWh (toneladas métricas)[1]	CO_2E (toneladas métricas)
Instalaciones que Utilizan Electricidad de México			
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés	427	396	169,000
Planta de Desalinización de Agua de Mar	1,766	396	699,000
Estación de Bombeo de Transporte	805	396	319,000
Instalaciones que Utilizan Electricidad del IID			
Estación de Bombeo de Salton Sea	9	217	1,954
Planta de Desalinización de Recuperación	53	217	11,423
Turbinas de Recuperación de Energía	(254)	217	(55,158)
Total Anual de CO_2E (toneladas métricas, con redondeo)			**1,145,000**

Notas: 1. Consulte la Tabla 4-6

Tabla 4-8: Estimación Anual de Emisiones de CO_2E de Plantas de Importación de Agua para el Escenario 2

Instalación	Millones de kWh Anuales	Emisiones de CO_2E por millón de kWh (toneladas métricas)[1]	CO_2E (toneladas métricas)
Instalaciones que Utilizan Electricidad de México			
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés	427	396	169,000
Planta de Desalinización de Agua de Mar	1,766	396	699,000
Estación de Bombeo de Transporte	805	396	319,000
Instalaciones que Utilizan Electricidad del IID			
Estación de Bombeo de Salton Sea	163	217	35,447
Planta de Desalinización de Recuperación	442	217	95,881
Turbinas de Recuperación de Energía	(254)	217	(55,158)
Total Anual de CO_2E (toneladas métricas, con redondeo)			**1,263,000**

Notas: 1. Consulte la Tabla 4-6

4.2.3.2 *Potencial de Emisiones de GHG sin el Proyecto*

Un beneficio de la restauración de Salton Sea sería evitar los GHG que se podrían liberar a partir de la exposición de la playa. Los comentarios públicos sobre los planes para la restauración de Salton Sea han destacado inquietudes sobre mejorar los flujos de GHG provenientes del aumento de la playa expuesta. Estas inquietudes están bien fundadas. Los flujos de CO_2 y CH_4

son mayores en lagos secos en comparación con lagos humedecidos. En un metanálisis, Marce et al. (2019) hallaron que los cuerpos de agua producen de 18 a 55 milimoles (mmol) de CO_2 m^{-2} por $día^{-1}$ mientras que los lechos del lago secos tierra adentro pueden producir de 4 a 1533 mmol de CO_2 m^{-2} por $día^{-1}$, aunque solo había disponibles 10 estudios sobre lagos secos tierra adentro para consultar al momento de la publicación. Si bien son considerablemente mayores que las de los cuerpos de agua y tienen un grado más alto de variabilidad, estas tasas de emisiones son similares a las estimaciones para los suelos, ríos corrientes y turberas secas. Utilizando el rango de emisiones de Marce et al., podemos estimar el rango de posibles emisiones de la playa en un escenario sin proyecto donde no hay importación de agua y el lago se estabiliza en un nivel de equilibrio de -261 pies. En este escenario, la playa emitiría entre 7,900 y 3 millones de toneladas métricas de carbono por año en emisiones directas de CO_2, lo que es una diferencia de 6,300 a 2.4 millones de toneladas métricas con respecto a los niveles de 2018. La alta variabilidad muestra la necesidad de realizar un estudio de emisiones de GHG provenientes de la playa.

4.2.3.3 *Resiliencia del Proyecto*

El aumento de las temperaturas y de los extremos en las precipitaciones (incluidos períodos más prolongados de baja precipitación) provocará mayores demandas de agua en el área de Salton Sea y en Baja California mientras que, a su vez, esto reducirá la cantidad de agua dulce disponible. Estas condiciones estarán acompañadas de un aumento en el nivel del mar que probablemente afectará al Mar de Cortés.

Riesgos para la Fuente de Agua Importada

El Concepto de Importación del Mar de Cortés depende del agua del Mar de Cortés. Esta fuente de agua es más resiliente que una fuente de agua dulce, como el Río Colorado. Sin embargo, un concepto que depende de intercambios o transferencias de agua del Río Colorado para lograr los beneficios podría peligrar por la sequía continua de la cuenca del Río Colorado relacionada con el cambio climático.

Riesgos para la Infraestructura

El Concepto de Importación del Mar de Cortés requerirá una entrada dentro del Mar de Cortés e instalaciones en las cercanías del Mar de Cortés. Se necesitarán una planificación adecuada y un diseño conservador para confirmar que estas instalaciones puedan funcionar con el aumento continuo del nivel del mar. El concepto también dependerá de una entrada en Salton Sea. A medida que la evaporación aumenta, el escurrimiento de agua dulce a Salton Sea disminuye y los niveles de agua en el lago cambian, por lo que la entrada para la planta de desalinización de recuperación podría no funcionar adecuadamente. Nuevamente, una planificación y un diseño adecuados podrían limitar los riesgos para esta infraestructura. La tubería de transporte entre la planta de desalinización de agua de mar y Salton Sea atravesará varios cauces secos del desierto. Eventos de lluvia más extremos, que si bien son menos frecuentes, podrían provocar la erosión y exposición de secciones de la tubería de transporte.

La alineación y profundidad de la tubería final, así como el revestimiento de la tubería, podrían limitar el riesgo de daños en la tubería a causa de tormentas.

4.2.4 Plazos

4.2.4.1 *Plazos de Planificación y Obtención de Permisos*

La Figura 4-3 a continuación ilustra los plazos previstos de planificación y obtención de permisos necesarios para el Concepto de Importación del Mar de Cortés (en ambos escenarios). Como se muestra, se estima que este plan necesitará aproximadamente 13 años para estar listo para comenzar la construcción. Este plazo no considera la posibilidad de desafíos ni litigios legales dilatorios. Para completar el diseño y obtener los permisos necesarios, cada instalación principal necesita su propio equipo de diseño, la tubería de transporte se divide en cinco paquetes por separado y el diseño de cada segmento de la tubería se realiza de manera simultánea.

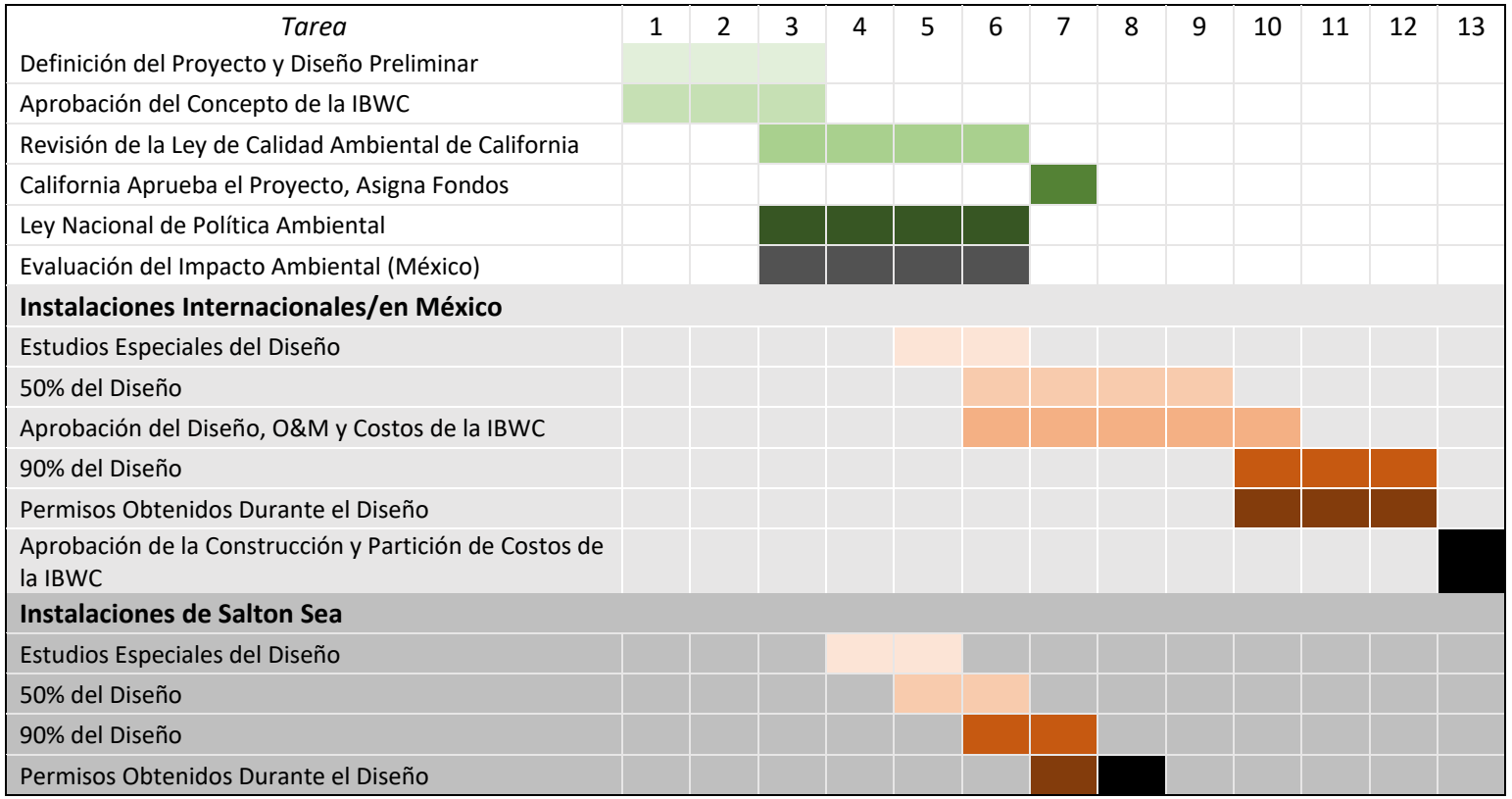


Figura 4-3: Plazos Estimados de Obtención de Permisos y Planificación

4.2.4.2 *Plazos de Construcción*

La Tabla 4-9 a continuación brinda información sobre los plazos estimados para la construcción y el inicio de la infraestructura necesaria (en ambos escenarios). El programa previsto de construcción se muestra en la Figura 4-4. Como se muestra en la Tabla 4-9 y la Figura 4-4, los plazos necesarios para la Planta de Desalinización de Agua de Mar dominan el programa de construcción. Se prevé que el programa de construcción general sea de nueve años. El programa de construcción en la Tabla 4-9 y la Figura 4-4 no considera retrasos relacionados con evitar impactos en especies especiales (p. ej., detener la construcción durante la temporada de anidación de las aves) ni incluye limitaciones en la cantidad de uso de equipos de construcción o alteración permitida del suelo para evitar volúmenes excesivos de emisiones de la calidad del aire y generación de polvo durante la construcción.

Tabla 4-9: Suposiciones de Plazos

Infraestructura Necesaria	Suposiciones de Plazos
Entrada de Agua de Mar de 960 MGD	Se supone que la construcción de la Entrada de Agua de Mar se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés de 960 MGD	Los plazos para la construcción de esta gran estación de bombeo se basaron en los plazos para la construcción de la Plana de Bombeo Harvey O. Banks del Proyecto Estatal del Agua de California. Se supone que el plazo para la construcción de la Planta de Bombeo Banks y la Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés será de seis años. Se supone que esta estación de bombeo se construirá simultáneamente con la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Planta de Desalinización de Agua de Mar de 480 MGD	Si se construye, esta sería la planta de desalinización de RO más grande del mundo. Actualmente, la instalación de RO más grande en construcción es la planta de Taweelah en Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos. La planta de Taweelah será de aproximadamente 200 MGD y tiene un programa de construcción previsto de 41 meses (unos 3.5 años). La mayor planta de desalinización de RO existente construida es la Planta de Desalinización de Sorek en Tel Aviv, Israel. Tiene una capacidad de aproximadamente 140 MGD y tuvo un plazo de construcción de aproximadamente 30 meses (unos 2.5 años). Si bien puede ser posible construir la planta de desalinización como unidades operables separables en construcción simultánea, esto es complicado por la necesidad de una logística adecuada de control y coordinación de acceso al lugar. Este análisis supone que la construcción de la planta de 480 MGD llevará aproximadamente 100 meses o aproximadamente 8.5 años.
Descarga de Salmuera del Mar de Cortés	La construcción de la Descarga de Salmuera del Mar de Cortés se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.

Infraestructura Necesaria	Suposiciones de Plazos
Estación de Bombeo de Transporte de 480 MGD	La construcción de la Estación de Bombeo de Transporte se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea	Esto consiste en 190 millas de una tubería de acero de 108 pulgadas paralela instalada mediante la excavación de zanjas. Se supone que la construcción de este transporte se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar. Si se construyeran varios segmentos de manera simultánea, sería posible completar la tubería de transporte en el mismo plazo que la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Específico para el Escenario 1	
Planta de Desalinización de Recuperación de 13.5 MGD	No se identificaron plantas de desalinización de agua superficial comparables de este tamaño dentro de California. Sin embargo, plantas de desalinización de agua subterránea de tamaño similar en California han tenido períodos de construcción de 18 a 30 meses. Se supone que esta construcción se podría realizar independientemente de la construcción asociada a la importación de agua.
Entrada de Salton Sea	Se supone que esta entrada se construirá simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y llevará entre 5 y 10 meses.
Tubería de Retorno a Salton Sea	Se supone que esta tubería de retorno se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y la tubería de Entrada de Salton Sea, y llevará entre 10 y 20 meses.
Estanques de Evaporación	No se identificaron estanques de evaporación comparables dentro de California. El plazo de construcción necesario para los estanques de evaporación se basa en el tiempo estimado necesario para la excavación y sería de aproximadamente 15 meses. Se supone que los estanques de evaporación se podrían construir simultáneamente con la Planta de Desalinización de Recuperación.
Específico para el Escenario 2	
Planta de Desalinización de Recuperación de 100 MGD	No se identificaron plantas de desalinización de agua superficial comparables de este tamaño dentro de California. Sin embargo, se supone que este programa de construcción será similar al de la Planta de Desalinización de Sorek, aproximadamente 3 años. Se supone que esta construcción se podría realizar independientemente de la construcción asociada a la importación de agua.
Entrada de Salton Sea	Se supone que esta entrada se construirá simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y llevará entre 16 y 24 meses.
Tubería de Retorno a Salton Sea	Se supone que esta tubería de retorno se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de

Infraestructura Necesaria	Suposiciones de Plazos
	Desalinización de Recuperación y la tubería de Entrada de Salton Sea, y llevará entre 16 y 24 meses.
Estanques de Evaporación	No se identificaron estanques de evaporación comparables dentro de California. El plazo de construcción necesario para los estanques de evaporación se basa en el tiempo estimado necesario para la excavación y se estima que será de 2 años. Con varios grupos trabajando, se supone que los estanques de evaporación se podrían construir simultáneamente con la Planta de Desalinización de Recuperación.

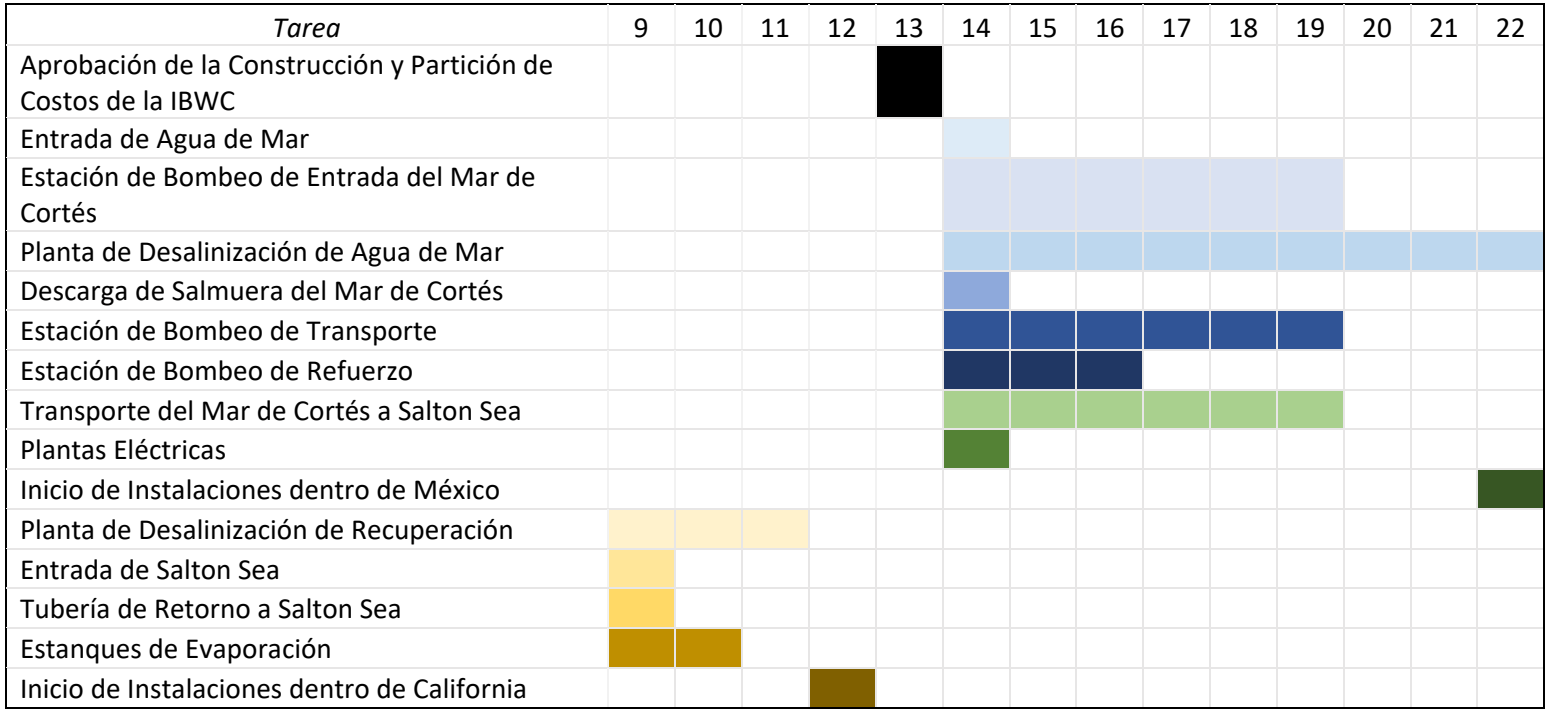


Figura 4-4: Plazos Estimados de Construcción e Inicio

4.2.4.3 *Plazos de Implementación General*

En total, se estima que las actividades de planificación llevarán aproximadamente 13 años. Se prevé que la construcción llevará aproximadamente 9 años. En total, se estima que el plazo del proyecto, desde la obtención de permisos y el diseño hasta la finalización de la construcción, llevará casi 22 años.

4.3 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación

A continuación, se describen varios desafíos clave en cuanto a la construcción y operación. Si bien no son insuperables, estos desafíos agregan la necesidad de un diseño cuidadoso, contribuyen al costo del proyecto y extienden el plazo necesario para la implementación.

- Las instalaciones estarán en un área sísmicamente activa y en áreas propensas a la licuefacción. Debido al riesgo sísmico, las áreas cercanas al Golfo de California podrían requerir soporte en cimientos profundos.
- Las instalaciones estarán en áreas con suelos corrosivos.
- La Construcción del Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea cruzará áreas rocosas y podría requerir el uso de explosivos. Debido a ordenanzas locales y hábitats sensibles, el uso de un programa de explosivos puede ser indeseable.
- La necesidad de explosivos así como la profundidad y el ancho de las zanjas para el Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea introduce problemas de seguridad de los trabajadores.
- La construcción del proyecto generará grandes volúmenes de tierra para desechar.
- La construcción del proyecto requerirá trabajadores calificados por un período extendido y esto podría requerir que los trabajadores se trasladen desde otras áreas y/o que se establezcan comunidades temporales.
- La operación del proyecto generará grandes cantidades de sal de salmuera que se deberán desechar.
- La operación del proyecto requerirá trabajadores calificados que posiblemente no estén presentes en las comunidades actuales y requerirá el reclutamiento/establecimiento de estos trabajadores desde otras áreas.

4.3.1 Condiciones Geotécnicas

A los fines de establecer una comprensión general de las condiciones geotécnicas en torno a las plantas de desalinización propuestas y a lo largo de la alineación propuesta de la tubería de transporte, el equipo de apoyo, bajo la dirección del Panel, revisó siete (7) cartas e informes geotécnicos y geológicos de referencia sobre el suelo y las condiciones geológicas dentro del área entre Salton Sea (EE. UU.) y San Felipe (México) desde 1984 hasta 2022. Todas las referencias se presentan a continuación. El equipo de apoyo también revisó los mapas topográficos y geológicos disponibles así como las imágenes y fotografías satelitales para realizar una evaluación adicional de las condiciones del lugar de la planta propuesta y la alineación de la tubería.

Los documentos históricos revisados como parte de esta evaluación se presentan a continuación:

- US Department of the Interior Geologic Survey, Geotechnical Investigation of Liquefaction Sites, Imperial Valley, California, 1984
- Mueller, K and Rockwell, T., Late Quaternary Activity of the Laguna Salada fault in northern Baja California, Mexico, 1995
- Alles, David L., Geology of the Salton Trough, Western Washington University, 28 de noviembre de 2011
- Wehncke, E., Ruben Lara-Lara, J., Alvarez-Borrego, S., Ezcurra, E., Conservation Science in Mexico's Northwest – Ecosystem Status and Trends in the Gulf of California, 2014
- Martin-Barajas, Arturo., The Geological Foundations of the Gulf of California region, diciembre de 2014
- Sanchez, Rosario, Rodriguez, Laura, Transboundary Aquifers between Baja California, Sonora and Chihuahua, Mexico, and California, Arizona and New Mexico, United States: Identification and Categorization, 2021
- Brusca, Richard C., A Brief Geologic History of Northwestern Mexico, 2022

La revisión de los informes y los mapas completados anteriormente brindó una comprensión general de las condiciones subterráneas en las cercanías de la nueva planta de desalinización cerca de San Felipe, México y a lo largo del Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea haciendo un recorrido paralelo a la Carretera Highway 5 en México hasta Mexicali antes de rodear Mexicali hacia el oeste.

Para reflejar de manera más precisa las condiciones que probablemente se encontrarán durante la instalación considerada en este estudio, el equipo de apoyo se centró en los elementos técnicos de los documentos antes mencionados, manteniendo una conexión con la demás información disponible (de trabajos disponibles públicamente en EE. UU.) donde se preveía que los trabajos de construcción subterránea estarían ubicados en áreas geológicas similares.

No había disponibles planes/especificaciones de diseño final ni planos/informes de la construcción finalizada de los proyectos de referencia para su revisión. Toda la información geotécnica y geológica revisada se relaciona con los datos recopilados en la región general del proyecto propuesto y no se considera que esté dentro de una posición conocida exacta de ninguna estructura o alineación de tubería.

4.3.1.1 *Geología del Lugar del Proyecto - San Felipe, de México a Salton Sea*

El lugar del proyecto está ubicado en la parte inferior de la provincia fisiográfica de Salton Trough. Salton Trough es una depresión estructural topográfica y geológica provocada por una falla regional a gran escala. La depresión está unida al noreste por la falla de San Andrés y las montañas Chocolate y al sudoeste por las Cordilleras Peninsulares y la Zona de la Falla de San

Jacinto. Salton Trough representa la extensión norte del Golfo de California que contiene sedimentos marinos y no marinos depositados desde la era geológica del Mioceno. La actividad tectónica que formó la depresión continúa siendo alta según se evidencia por los depósitos de sedimentos jóvenes deformados y los altos niveles de sismicidad. Como se puede observar en el mapa a continuación (Figura 4-5), la alineación (es decir, la línea roja) atraviesa mayormente sedimentos aluviales y lacustres, así como varias fallas geológicas desde San Felipe, México, hasta Salton Sea. Hay dos principales formaciones geológicas (de sur a norte):

- Depósitos lacustres (desde San Felipe hasta Laguna Salada, México);
- Depósitos aluviales y depósitos lacustres (desde Laguna Salada hasta Salton Sea).

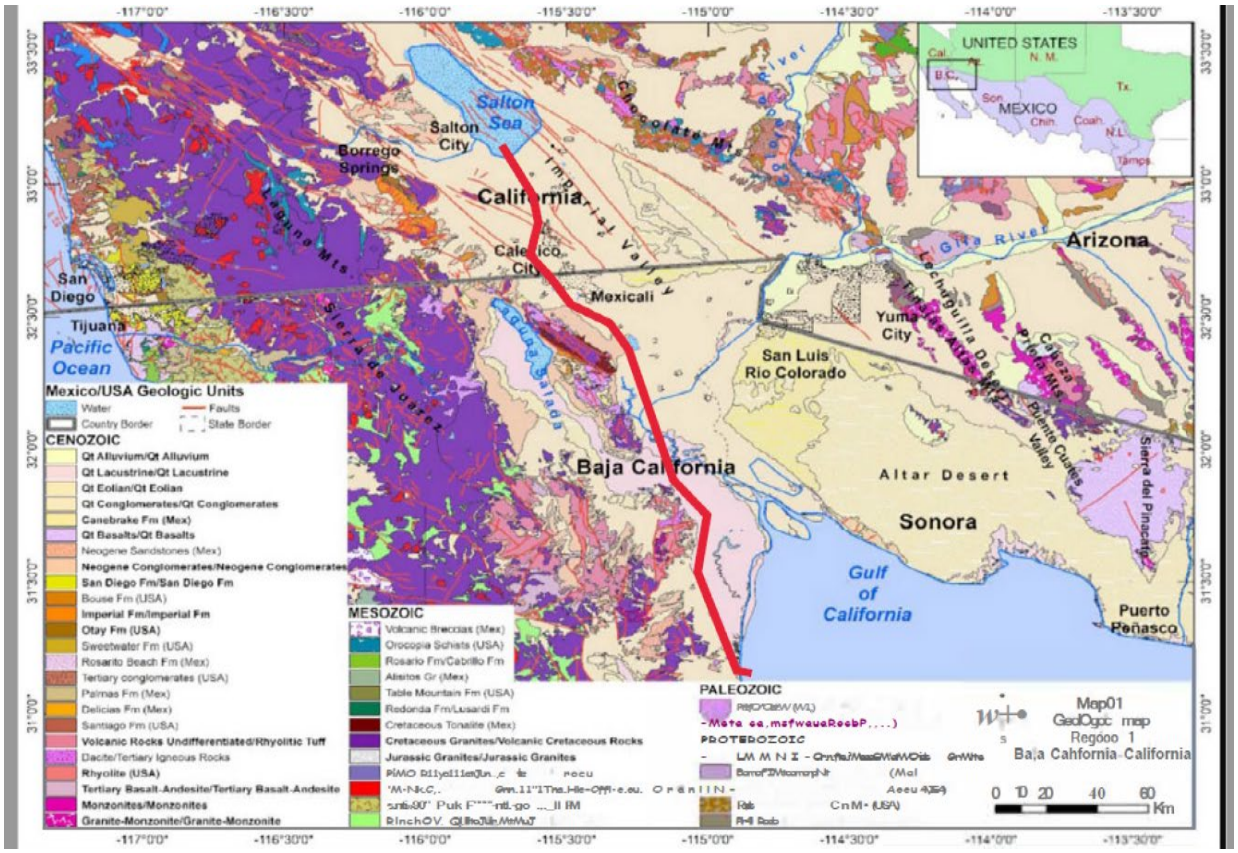


Figura 4-5: Alineación Aproximada del Transporte en el Mapa Geológico de México/EE. UU.

Depósitos Lacustres (Playa San Felipe) - Cerca de San Felipe

La fosa tectónica del Valle San Felipe que contiene la Playa San Felipe, un lecho del lago seco de 19 kilómetros (12 millas) de largo y 3.2 kilómetros (2 millas) de ancho, separa las altas montañas del oeste de tres bloques de montañas más bajas del este. El equivalente sur del Valle San Felipe se conoce a nivel local como Valle San Pedro o Valle Chico. La longitud de esta depresión estructural combinada es de aproximadamente 97 kilómetros (60 millas). Encuestas

magnéticas y de gravedad del extremo norte de esta depresión (Slyker, 1970) revelaron un mínimo de 2,450 metros^3 (8,000 pies) de relleno sedimentario en la parte más profunda.

Los depósitos lacustres consisten en interlechos de limo lenticular y tabular, que son arena y arcilla que se formaron a partir de depósitos del lago, y tienden a ser más estratificados, y pueden alcanzar mayor compactación a medida que más materiales forman una sobrecarga y llevan partículas hacia la disposición más densa. Los depósitos más antiguos de sedimentos no marinos y marinos del Mioceno al Pleistoceno se depositaron durante las intrusiones del Golfo de California.

El perfil típico del suelo dentro de esta unidad geológica incluye interlechos de limo y arena de densidad firme, así como arcillas rígidas de diversa expansividad. Las arcillas nativas pueden exhibir un potencial bajo a alto de contracción/expansión. Existe una variación considerable de los suelos en estos tipos de estratos geológicos, ya que los suelos se forman a partir de sedimentos y aluvión de origen mixto (desbordamientos del Río Colorado y sedimentos del lago de agua dulce).

Depósitos de la Era Cuaternaria - Depósitos Aluviales y Lacustres (del Norte de Laguna Salada a Salton Sea)

Los depósitos clásticos de la Era Cuaternaria se encuentran al norte de la Laguna Salada y el Valle de Imperial en las parte inferiores de las laderas y en los valles más abiertos. Estos depósitos recientes del lago del Holoceno incluyen limo, arcilla, arena asentada en los lagos y en sus costas, aluvión (en valles), fanglomerado, talud y otros materiales derivados a nivel local que se han transportado por cortas distancias (desde las laderas de la montaña). Los sedimentos de escurrimiento que se desprenden como abanicos aluviales son comunes. Según la profundidad de la estratificación de los sedimentos, los minerales de la superficie tienden a estar sueltos mientras que los suelos subyacentes pueden ser más compactos debido a las presiones de sobrecarga de la continua construcción del suelo a lo largo del tiempo.

Las características comunes son un sedimento (arcilla, limo y arena) plano, delgado, cubierto con escasa vegetación y condiciones ventosas. Estas características son similares a un tipo de ambiente eólico, aunque en lugar de que el viento mueva las partículas del suelo, los sistemas aluviales se crean donde las partículas se mueven en un ambiente lleno de agua y flotan sobre la superficie hasta que se asientan por la pérdida de velocidad.

Los depósitos (recientes) del lago del Pleistoceno tardío al Holoceno derivan de inundaciones periódicas del Río Colorado, lo que de manera intermitente formó un lago de agua dulce (Lago Cahuilla). Los depósitos lacustres consisten en un interlecho de limo lenticular y tabular, arena y arcilla que se forman a partir de los depósitos del lago. Los depósitos lacustres tienden a ser más estratificados y pueden alcanzar mayor compactación a medida que más materiales forman una sobrecarga y llevan partículas hacia la disposición más densa.

El perfil típico del suelo dentro de esta unidad geológica incluye interlechos de limo y arena de densidad firme, así como arcillas rígidas de diversa expansividad. Las arcillas nativas pueden exhibir un potencial bajo a alto de contracción/expansión. Existe una variación considerable de los suelos en estos tipos de estratos geológicos, ya que los suelos se forman a partir de sedimentos y aluvión de origen mixto (desbordamientos del Río Colorado y sedimentos del lago de agua dulce).

4.3.1.2 *Condiciones Estimadas/Previstas del Suelo y el Lecho de Roca a lo Largo de la Alineación del Transporte*

En función de las evaluaciones que se revisaron en los materiales de referencia, se desarrolló una comprensión general de los materiales para el alcance lineal de la alineación del transporte según se resume a continuación (consulte la Tabla 4-10). En función de los datos, los siguientes estratos subterráneos generalizados se encuentran debajo del Área del Proyecto hasta las profundidades según se supone a partir de la bibliografía.

Tabla 4-10: Condiciones Previstas del Suelo y el Lecho de Roca para el Concepto de Importación del Mar de Cortés

Tipo de Sedimento	Lugar	Características
Depósitos Lacustres (cerca de San Felipe, México)	Desde la superficie del suelo hasta la posible profundidad de la tubería (es decir, unos 18 pies bgs) En la Planta de Desalinización de Agua de Mar y a lo largo de aproximadamente 60 millas de la alineación de la tubería.	Arcilla limosa (CL) y arcilla (CH) a limo arcilloso (ML) de color marrón y marrón oscuro con distintas cantidades de arena y grava, matriz de grano fino con leves variaciones de partículas de grano grueso, alta corrosividad y potencial de contracción/expansión, densidad compacta a muy compacta
Sedimentos aluviales con interlechos de sedimentos lacustres (Salton Trough/Valle de Imperial)	Desde la superficie del suelo hasta la posible profundidad de la tubería (es decir, unos 18 pies bgs) En la Planta de Desalinización de Recuperación y a lo largo de aproximadamente 130 millas de la alineación de la tubería.	Arena limosa (SM), limo (ML) y arcilla (CL) de grano fino a grueso, de color marrón claro y marrón que contienen distintas cantidades de fragmentos de roca para interlechos de arenas y limos cementados, algunas vetas de arcilla; densidad baja a media, alta corrosividad y potencial

		de contracción/expansión donde hay mayor porcentaje de arcilla

4.3.1.3 *Peligros Geológicos*

Licuefacción

La licuefacción puede ser un problema en los materiales aluviales donde los suelos están saturados (es decir, en áreas de mayor agua subterránea). La licuefacción ocurre en suelos granulares (p. ej., como aquellos en un entorno de formación eólica) por debajo de la capa freática cuando esos suelos están sujetos a vibraciones como las que generan los terremotos. La presión de poros aumenta como resultado de las vibraciones y permite que las partículas del suelo se reacomoden, reduciendo así su volumen (es decir, provoca asentamiento). Las áreas más propensas a este problema son las áreas de la Planta de Desalinización de Agua de Mar cerca de la costa del Mar de Cortés y las alineaciones de la tubería que están ubicadas cerca de cuerpos de agua. Sin embargo, la licuefacción no se limita solo a estas áreas. Podría suceder en cualquier lugar donde haya mayor agua subterránea y existan suelos de grano grueso y baja densidad.

Suelos Expansivos

Los suelos en la parte lacustre y con mayor cantidad de arcilla de la alineación dentro los materiales aluviales son potencialmente propensos a la expansión (es decir, contracción/expansión). Por lo general, estos tipos de suelos de arcilla se consideran sensibles a condiciones húmedas y secas, y tienen un cambio de volumen asociado a esas variaciones en el contenido de humedad. Se deben considerar la toma de muestras específicas del lugar y su evaluación durante la fase de diseño junto con las medidas de potencial de mitigación proporcionadas por el ingeniero geotécnico.

Suelos Corrosivos

La suelos aluviales de la parte lacustre y con mayor cantidad de arcilla/limo son propensos a ser corrosivos. Durante la fase de diseño, el ingeniero geotécnico debe proporcionar medidas preventivas que sean específicas del sistema que se construirá. Existen varios métodos para abordar las condiciones de suelos corrosivos y las seleccionadas deben ser específicas para los materiales que se utilizarán.

4.3.1.4 *Peligros Sísmicos*

El lugar del proyecto está ubicado, principalmente, en Salton Trough (un área sísmicamente activa en el Valle de Imperial con numerosas fallas asociadas al sistema de fallas de San

Andrés). Toda la provincia hacia el noroeste se caracteriza por una tendencia paralela a la de la falla de San Andrés. Si bien existen algunos conflictos en este patrón en el extremo norte de la provincia, en la parte central del Valle de Imperial hay una linealidad y un paralelismo notables en las fallas más al sur de la zona de San Jacinto, lo que incluye las montañas Superstition, las sierras Superstition y las fallas de Imperial.

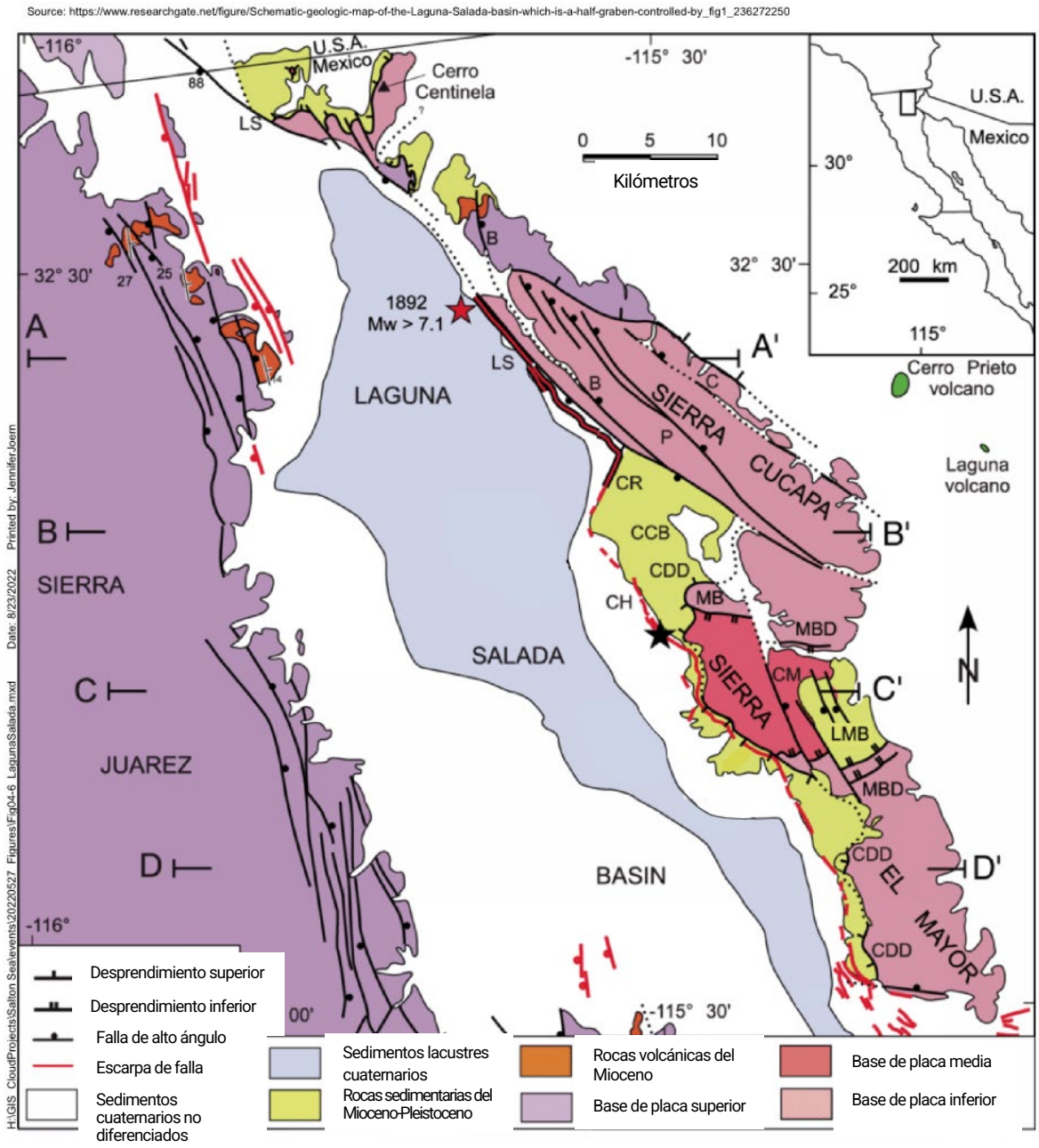
Si bien la principal falla de San Andrés corre al este de la nueva planta y la alineación de la tubería, esta área sísmicamente muy activa aún puede afectar la tubería, ya que la nueva alineación debe cruzar varias líneas de fallas hasta alcanzar Salton Sea. Se requerirá un análisis sísmico completo al momento del diseño inicial para diseñar de manera precisa los sistemas planificados.

4.3.1.5 *Consideraciones de Ingeniería Geotécnica de la Construcción*

Características de la Excavación

La revisión y la evaluación indican que por debajo de las instalaciones del proyecto existen distintas formaciones geológicas y materiales según se indica en la sección anterior. Se prevé que en la excavación de los suelos de sobrecarga, se encontrarán principalmente limos y arcillas (en la sección lacustre en la parte sur), y limos, arcillas y arenas en la parte aluvial norte de la alineación.

La alineación propuesta parece virar cerca de la base del lado este adjunto a las cadenas montañosas que se muestran en la Figura 4-6. El área de interés es el área de El Mayor hasta el área de Sierra Cucapa (consulte el área de color rosa claro en la Figura 4-6). Por lo general, se puede esperar que las excavaciones dentro de estas partes medias de la alineación (en especial aquellas áreas cerca de la base de las cadenas montañosas antes mencionadas) se completen con equipos de excavación industriales y equipos de perforación en buenas condiciones operativas. Se deben prever las zonas que contienen roca más resistente, menos meteorizada, en especial donde la tubería corre particularmente cerca de la base de la cadena montañosa. La excavación en tales materiales puede necesitar actividades pesadas de corte, rotura de rocas o extracción.



Mapa geológico esquemático de la cuenca de Laguna Salada, que es una fosa tectónica controlada por las fallas de Laguna Salada y Cañada David a lo largo de su margen oriental. Las estrellas indican las posibles ubicaciones de los principales epicentros. La marca de color verde indica volcanes cuaternarios ubicados en el margen de la placa.

Figura 4-6: Mapa Geológico de la Región de Laguna Salada (Nota: Roca basal al este de la cuenca)

Según la dureza general de los materiales subyacentes en función de los resultados de futuros estudios geotécnicos, puede ser conveniente establecer un programa de explosivos previos a la excavación en las áreas donde se prevén materiales más duros a fin de mantener un programa positivo del proyecto. Debido a ordenanzas locales y hábitats sensibles, se puede limitar o

restringir el uso de un programa de explosivos. Los requerimientos de obtención de permisos se deben investigar en mayor profundidad antes de suponer que se autoriza el uso de explosivos. Dada la profundidad y el posible ancho del trabajo requerido de excavación de la tubería, la consideración de un programa de explosivos, si se permite, se debe volver a evaluar al momento del estudio geotécnico de la alineación final.

Excavaciones y Apuntalamiento Temporales

El consultor geotécnico debe evaluar las clasificaciones del suelo y el desempeño de la excavación en el campo de acuerdo con las reglamentaciones aplicables. Las excavaciones temporales se deben construir de acuerdo con las recomendaciones de las autoridades de EE. UU. y México. Para las zanjas u otras excavaciones, se deben cumplir los requerimientos sobre seguridad del personal utilizando el apuntalamiento adecuado (incluidos cajones de zanjas) o reclinando las pendientes en función de los tipos de suelos encontrados. Como mínimo, hasta que un ingeniero geotécnico licenciado evalúe lo contrario, las excavaciones a cielo abierto deben considerar inclinaciones de no menos de 1H:1V y pueden ser necesarias pendientes más planas o apuntalamiento temporal según la presencia de suelos de baja densidad. Debido a los distintos niveles de agua subterránea que probablemente habrá en el bombeo y las plantas de tratamiento y a lo largo de la alineación, es probable que las excavaciones temporales que encuentren filtraciones requieran apuntalamiento. Las excavaciones que encuentren filtraciones se deben evaluar según cada caso individual. Actualmente, no se dispone de información específica del lugar suficiente como para determinar el grado de apuntalamiento temporal.

En las áreas de suelos de baja densidad y/o presencia de filtraciones de agua subterránea, es probable que se requiera un sistema de apuntalamiento para estabilizar las paredes laterales de la excavación durante la construcción. Se prevé que los sistemas de apuntalamiento se construirán a través de los suelos superiores de baja densidad hasta los materiales subyacentes de suelo/roca firme. El sistema de apuntalamiento se debe diseñar utilizando la magnitud y la distribución de las presiones laterales del terreno que se determinarán al momento del diseño final tanto para el apuntalamiento de refuerzo como para el apuntalamiento voladizo.

Se prevé que se encuentren restos de roca menos meteorizada/intacta en los materiales subterráneos. Por lo tanto, como se observa anteriormente, se prevé que estos materiales sean difíciles de excavar. Es posible que el ingeniero geotécnico de registro quiera considerar el uso de sistemas de apuntalamiento temporal, como cajones de zanja, sistemas de guías de deslizamiento, etc.

Los análisis sobre apuntalamiento que se presentan en este informe son con fines de viabilidad preliminar y el ingeniero geotécnico y el contratista deben evaluar los parámetros del diseño por sus propios medios y hacer las consideraciones adecuadas para su diseño. Sobre todo, el contratista debe tomar las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores. Se deben

cumplir los requerimientos sobre seguridad de los trabajadores de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Drenaje de la Construcción

Donde se encuentren condiciones de agua subterránea, filtraciones y/o agua suspendida, el ingeniero del contratista debe preparar medidas de drenaje, las cuales deben ser revisadas por el ingeniero del diseño. Las consideraciones para el drenaje de la construcción deben incluir la previsión de disminución del nivel del agua, el bombeo de suelos, el volumen de bombeo, el potencial de asentamiento y la descarga de agua subterránea. La eliminación de agua subterránea se debe realizar de acuerdo con las pautas del ente gubernamental de supervisión.

Los niveles de agua subterránea pueden fluctuar con las precipitaciones, el riego de propiedades adyacentes y el drenaje. Los niveles de agua subterránea que se analizan en el presente no se deben interpretar como una representación precisa ni una condición específica dentro del área de la planta de desalinización y/o junto a la alineación de la tubería propuesta.

4.3.1.6 *Cimientos, Movimiento de Tierra y Posibles Costos*

Sin información detallada sobre el tamaño de la planta de desalinización, la profundidad de la tubería y las necesidades de la estación de bombeo para transportar el agua por las 190 millas, el análisis sobre los cimientos y el movimiento de tierra se debe limitar a una descripción general de los posibles problemas.

Cimientos - Planta de Desalinización de Agua de Mar y Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés

Debido a las cargas estructurales, la actividad sísmica, la formación geológica en las cercanías y la proximidad al Golfo de California, es probable que la mayor parte de la planta de desalinización requiera soporte en cimientos profundos. Las zapatas separadas de poca profundidad o la carpeta de cimentación pueden soportar algunas de las unidades ligeramente cargadas (p. ej., estaciones de bombeo) según las elevaciones finales, las cargas y las tolerancias estructurales. La decisión final sobre los cimientos que se utilizarán será tomada por el ingeniero geotécnico de registro en función de los datos específicos recopilados una vez que los elementos del diseño estén mejor definidos. Por lo tanto, en este momento, solo se pueden considerar los rangos de costos de orden de magnitud.

Movimiento de Tierra - Planta de Desalinización de Agua de Mar y Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés

Este estudio supuso que los volúmenes de corte/llenado para la Planta de Desalinización y las Estaciones de Bombeo asociadas son en cierto modo iguales (aunque, generalmente, una estación de bombeo produce más materiales de corte, ya que la mayoría de la unidad se encuentra por debajo de la superficie del suelo y los excesos de suelos se generan como parte de la construcción). Independientemente de esto, el movimiento de tierra para las unidades

antes presentadas es muy pequeño en términos de volumen total del movimiento de tierra necesario para completar el trabajo de la tubería.

Movimiento de Tierra - Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea (Conductos de Agua Paralelos)

Este estudio supuso que las tuberías se construirán a cielo abierto con pendientes laterales de 1V:1H para una profundidad de diseño que brinda 8 pies de cobertura de suelo sobre las tuberías a fin de mantener uniforme las temperaturas en la tubería, tendrán 2 pies de lecho de tubería debido al tamaño de las tuberías, y se excavarán con un mínimo de 2 pies de despeje en cada lado de la tubería y tendrán un separación mínima de 5 pies entre las tuberías. Por lo tanto, para la tubería de transporte, la profundidad total de la excavación para la tubería será de 19 pies por debajo de la superficie del suelo (bgs), tendrá 27 pies de ancho en el fondo de la zanja y 65 pies de ancho en la superficie del suelo.

Dado el escenario antes mencionado, se estima que se deberán extraer hasta aproximadamente 32 yardas cúbicas (cy) de suelo por pie de tubería (es decir, 171,000 cy/milla). La longitud total de la tubería es de 190 millas, por lo que se deberán excavar hasta unas 32,500,000 cy de suelo. Los costos para una excavación de zanjas de esta magnitud estarían en el extremo inferior del rango (debido al volumen de los suelos). Se estima que se aplicaría un rango de costo de al menos $5 a $10/cy debido a los requerimientos de trabajo remoto, las condiciones ambientales y el reciente precio del mercado para el combustible.

El uso de apuntalamiento estructural temporal puede reducir la cantidad de movimiento de tierra requerido para el movimiento, pero existen costos para el uso de las medidas de apuntalamiento temporal (p. ej., mano de obra, equipo y tiempo). El trabajo del diseño geotécnico final se debe centrar en brindar la información necesaria y seleccionar áreas para la instalación de la tubería donde el apuntalamiento probablemente sea más necesario.

Los costos para el retiro de los materiales más duros (p. ej., alio, pavimento desértico, roca descompuesta/meteorizada, lecho de roca) serán más altos. Por lo tanto, se debe prever la excavación de estos materiales utilizando medios extraordinarios. Este material probablemente deberá ser retirado por grandes excavadoras o equipos de extracción. En cualquier ejercicio de estimación de costos del proyecto, también se debe considerar la opción de explosivos previos a la excavación, si se permite (según lo antes mencionado).

4.3.1.7 *General*

Las conclusiones de esta sección geotécnica de este estudio se basan en la revisión de los documentos proporcionados por otros. Se hizo un esfuerzo para considerar un nivel normal de contingencias esperadas, pero se mantiene la posibilidad de que se puedan encontrar condiciones inesperadas durante la construcción. Por lo tanto, se debe establecer un margen para tener en cuenta posibles costos adicionales.

Tras la selección de un concepto de alineación específico, se debe implementar un programa geotécnico por fases para definir mejor los suelos/lechos de roca que posiblemente se encontrarán durante la instalación para evaluar los requerimientos de diseño y los costos para las operaciones de instalación de la construcción. Este enfoque geotécnico por fases se debe considerar como parte del proceso progresivo por pasos hacia el desarrollo de un diseño final que incluya la selección de los lugares de las plantas de desalinización, la alineación de la tubería y cualquier otro elemento pertinente, como estaciones de bombeo, sistemas de soporte de la tubería de entrada/descarga y estanques de evaporación.

4.3.2 Disponibilidad de Personal Calificado

La construcción del proyecto generará gran cantidad de trabajos de construcción. La duración de la construcción (~9 años) significa que la fuerza laboral de la construcción deberá estar en el área durante un período prolongado. El área metropolitana más cercana con una fuerza laboral importante de la cual se podría obtener la mano de obra para la construcción de la planta de desalinización del Mar de Cortés es el área metropolitana de Calexico-Mexicali. Esta área metropolitana está a aproximadamente 124 millas, unas 2.5 horas de viaje, de la Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés propuesta. Dada esta distancia, puede ser difícil atraer y retener al personal calificado necesario y quizá se deban ofrecer instalaciones temporales para alojar a los trabajadores.

Después de la construcción, la operación de la planta de desalinización de agua de mar y la estación de bombeo asociada requerirán una fuerza laboral calificada de aproximadamente 350 personas. Es poco probable que la fuerza laboral necesaria actualmente viva en el área de San Felipe, Baja California, y será necesario atraer a estos trabajadores de un área geográfica amplia y/o establecer la capacitación adecuada a fin de preparar a los trabajadores locales para esta oportunidad de empleo.

La necesidad de trabajadores calificados durante la construcción y la operación no hace que el Concepto de Importación del Mar de Cortés sea inviable; sin embargo, agrega un elemento de incertidumbre y podría retrasar el inicio de la construcción y el proyecto.

4.4 Evaluación del Desempeño Técnico

4.4.1 Calidad del Agua

Como se describe en la Sección 2.1.3, los criterios específicos con respecto a los cuales se debe medir el desempeño del proyecto en relación con la calidad del agua son los siguientes:

- Logra una salinidad favorable para el mayor rango de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad menor que 40,000 mg/l.
- Logra una salinidad que sustenta a peces, aves e invertebrados, con una salinidad menor que 60,000 mg/l.

- Logra una salinidad favorable para un grupo selecto de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad mayor que 60,000 mg/l, pero menor que 70,000 mg/l.

El modelo de salinidad mediante el SSAM se realizó suponiendo la importación de agua del Mar de Cortés y: (1) ninguna desalinización de recuperación en Salton Sea; (2) una planta de desalinización de recuperación de 13.5 MGD para tratar el agua de Salton Sea (escenario 1); y (3) una planta de desalinización de recuperación de 100 MGD para tratar el agua de Salton Sea (escenario 2). El modelo del SSAM se realizó según se describe en la Sección 2.1.3 de este Informe de Viabilidad y el Informe de Fallas Críticas. El modelo incluyó escenarios iniciales (caudales base promedio de 717,000 AFY) y supuso un aumento del 10% en los caudales base debido a la incertidumbre en las entradas proyectadas a largo plazo en Salton Sea. La salinidad del modelo representa una salinidad promedio basada en el equilibrio de sal y agua.

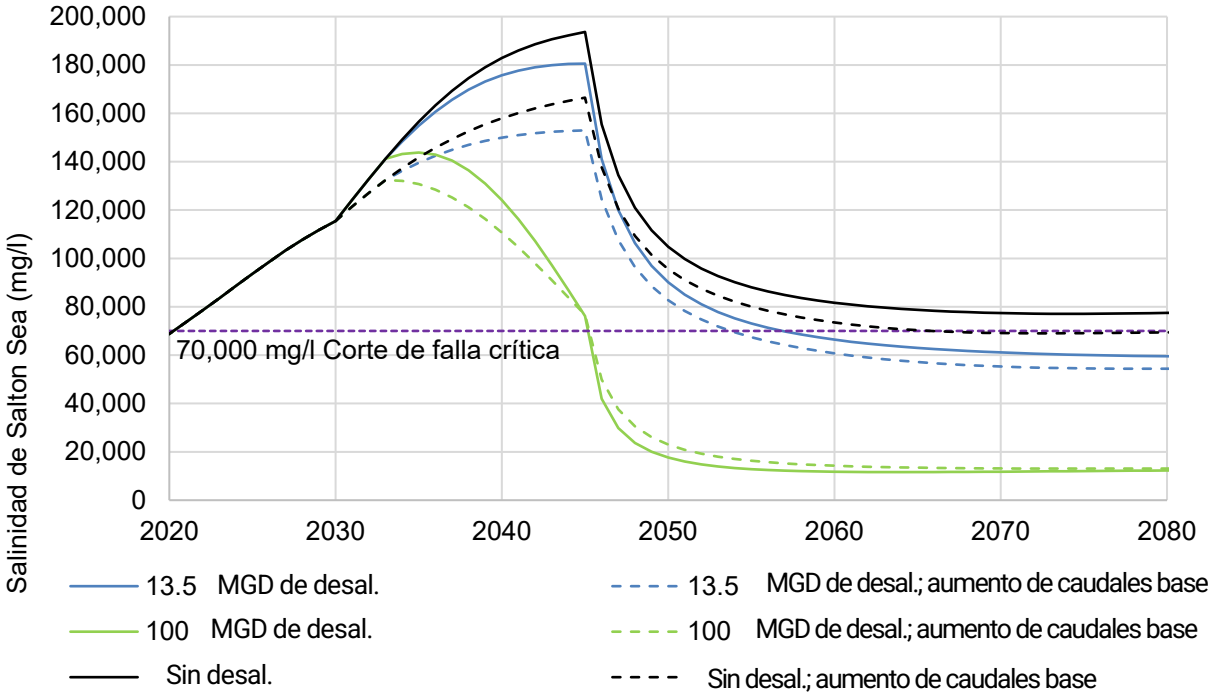


Figura 4-7: Salinidad promedio proyectada de Salton Sea con 540,000 AFY de agua importada y sin desalinización adicional (negro), 13.5 MGD de desalinización (azul) y 100 MGD de desalinización (verde) en Salton Sea. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base.

La Figura 4-7 muestra que la planta de 13.5 MGD en el escenario 1 brinda un beneficio marginal, reduciendo la salinidad promedio desde el valor inicial de 69,000 - 77,000 mg/l con importación de agua pero sin planta de desalinización (líneas negras) hasta 59,000 - 64,000 mg/l con la planta de desalinización (líneas azules; el rango incorpora la incertidumbre en los caudales

base). El modelo indica que para el año 2078, según el escenario 1, la salinidad de Salton Sea debe ser favorable para una función ecológica mínima. La planta de 100 MGD en el escenario 2 ofrece una reducción de salinidad adicional para 21,000 - 22,000 mg/l (líneas verdes). Si bien no hay un objetivo de salinidad definido por debajo del corte de falla crítica de 70,000 mg/l, es probable que el escenario 2 sustente una mayor biodiversidad acuática en Salton Sea que el escenario 1, ya que la salinidad alcanzará niveles cercanos a los del agua de mar en un menor plazo.

La generación de sal a partir de las plantas de desalinización de recuperación antes analizada se muestra en la Figura 4-8.

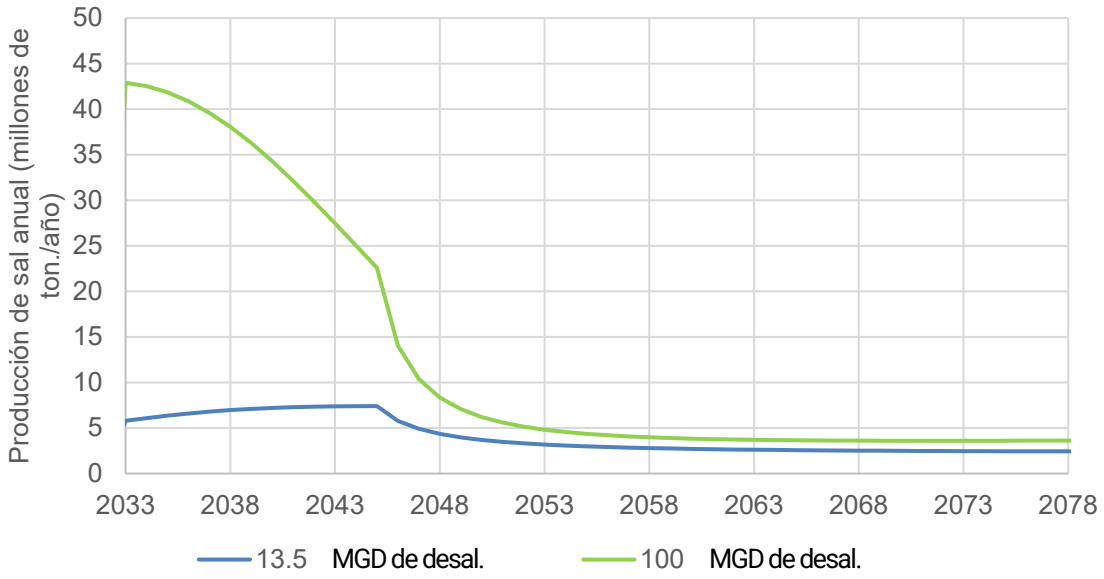


Figura 4-8: Producción de sal anual proyectada a partir de las plantas de desalinización de recuperación propuestas con capacidades de 13.5 MGD (azul) y 100 MGD (verde) en Salton Sea.

Con un potencial de producción de sal que oscila entre 2 millones y 43 millones de toneladas por año, la gestión de sal en Salton Sea a partir de una planta de desalinización de recuperación será un componente crítico del éxito del proyecto.

Además de la eliminación de sal, es probable que la desalinización del agua de Salton Sea reduzca las concentraciones de metales pesados, selenio, nutrientes y pesticidas. Las tasas de eliminación dependerían del lugar de entrada de la planta de desalinización de recuperación, la eficacia de mezclado del agua desalinizada de Salton Sea y el agua importada, las concentraciones en las entradas existentes y la distribución de los contaminantes en la columna de agua y los sedimentos. Si bien estos factores evitan la cuantificación de las posibles tasas de eliminación de contaminantes de Salton Sea, el aumento en la desalinización de Salton Sea reducirá las concentraciones generales de estos contaminantes.

4.4.2 Cantidad de Agua

El Concepto de Importación del Mar de Cortés importaría una cantidad anual de entre 430,000 y 540,000 AF, dependiendo de la tasa de recuperación de la Planta de Desalinización de Agua de Mar y del porcentaje del tiempo de operación de esta planta de desalinización por año.

El modelo del SSAM proyectó que la elevación de la superficie de agua en Salton Sea según el escenario 1 recuperaría de -233 a -229 pies msl, mientras que el escenario 2 reduciría la elevación y se estima que alcanzaría de -239 a -235 pies msl debido al mayor grado de extracción de agua para la desalinización de recuperación en Salton Sea.

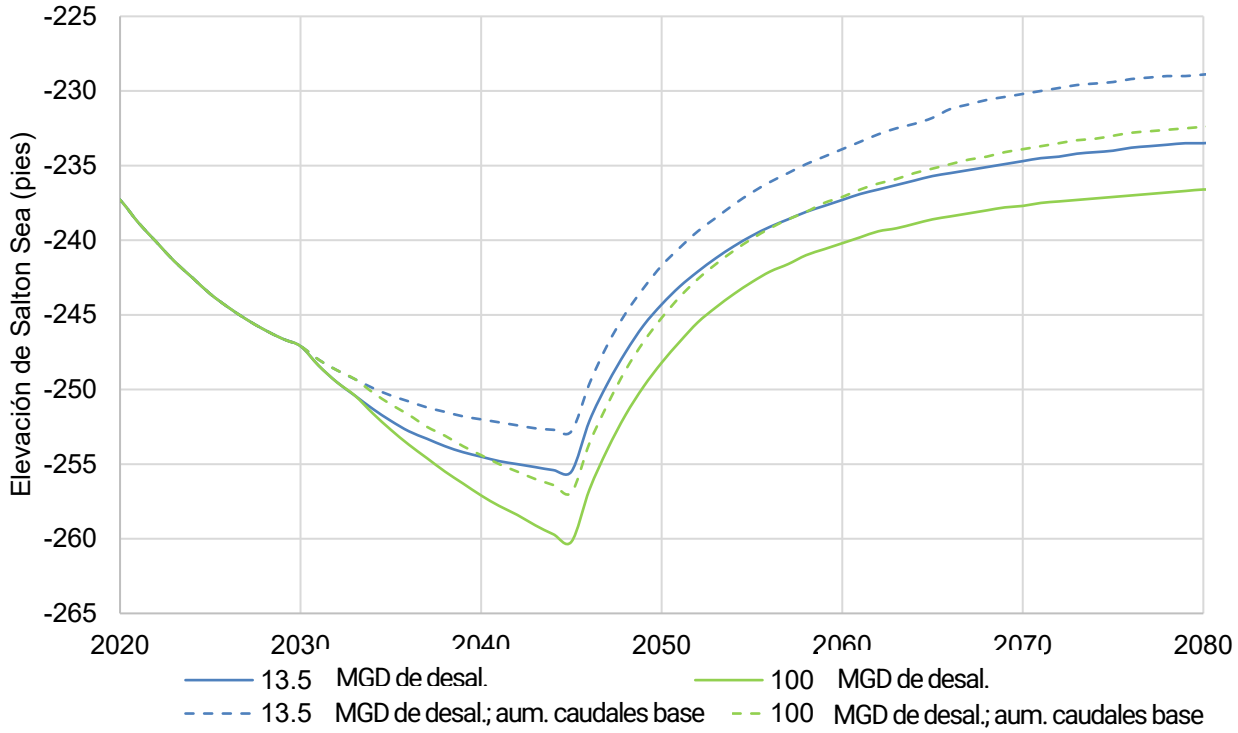


Figura 4-9: Elevación proyectada de Salton Sea con 540,000 AFY de agua importada según el escenario 1 (azul) y el escenario 2 (verde) de los Conceptos de Importación del Mar de Cortés. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base.

4.4.3 Exposición de la Playa

Como se describe en la Sección 2.1.3, se supone que un cambio en la superficie de Salton Sea tendrá una correlación directa con una reducción en la playa expuesta y una mejora en la calidad del aire. Se proyecta que el escenario 1 dará como resultado una elevación en la superficie del agua de -233 a -229 pies, lo que significa que habría más playa cubierta por el lago que en 2018 (cuando la elevación de Salton Sea era de aproximadamente -237 pies). Se proyecta que el escenario 2 dará como resultado una elevación en la superficie del agua de -

237 a -233 pies, lo que significa que la playa expuesta se cubriría a los niveles presentes en 2018.

4.5 Estimación de Costos del Proyecto

Como se describe en la Sección 2.2, los costos se desarrollaron en USD 2022 y se deben considerar conceptuales, ya que son adecuados para el nivel de diseño completado en esta etapa. El rango de precisión de una estimación conceptual de Clase 5 es de -50% a +100%. Los subtotales en las tablas a continuación se han redondeado a los diez mil dólares más cercanos. La Tabla 4-11 y la Tabla 4-12 resumen el costo de capital estimado, los costos de planificación y obtención de permisos, y los costos de adquisición de tierra para los escenarios 1 y 2.

Además de las estimaciones del costo de capital, se desarrolló una estimación de costos anuales de operación y mantenimiento (O&M). Los costos anuales de O&M incluyen la mano de obra para operar las plantas de desalinización, la mano de obra para el mantenimiento de todas las plantas, los productos químicos de tratamiento y la electricidad para las estaciones de bombeo y las plantas de desalinización. Estos costos se resumen en la Tabla 4-13 y la Tabla 4-14. La operación de los estanques de evaporación incluye la eliminación y el transporte de la sal de los estanques de evaporación asociados a la planta de desalinización de recuperación.

Finalmente, los costos del valor actual neto del ciclo de vida se evaluaron en la Tabla 4-15 y la Tabla 4-16. Como se describe en la Sección 2.2, el cálculo del valor actual neto consideró los costos iniciales, los costos de operación, supuso los costos de financiación y supuso una tasa de descuento. Los costos del valor actual neto también se generaron para los componentes de importación (ningún componente de desalinización de recuperación en Salton Sea) para generar un costo por AF de agua importada para el Concepto de Importación del Mar de Cortés (suponiendo que la operación del proyecto sea del año 2045 al año 2078). El costo de importación suponiendo 430,00-540,000 AFY de agua importada por la duración del proyecto es de $4,700–$5,900 por AF.

Tabla 4-11: Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Costos de Adquisición de Tierra - Escenario 1 del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Ítem de Costo	Unidad	Precio Unitario ($)	Cantidad	Total ($)
Entrada de Agua de Mar, tubería de acero paralela de 144 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	17,424	20,100	350,222,000
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés, 960 MGD (entrada total)	BHP	10,250	51,100	523,775,000
Planta de Desalinización de Agua de Mar (RO), Agua Producto de 480 MGD	LS	4,867,540,000	1	4,867,540,000
Descarga de Salmuera, tubería de acero de 144 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	17,424	18,000	313,632,000
Estación de Bombeo de Transporte, 480 MGD	BHP	10,250	95,900	982,975,000
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea, tubería de acero paralela de 108 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	13,068	2,006,400	26,219,635,000
Turbinas Francis de 29.6 MW	LS	9,710,000	1	9,710,000
Planta de Desalinización de Recuperación (RO), 13.5 MGD	LS	148,900,000	1	148,900,000
Estación de Bombeo de Salton Sea, 27 MGD	BHP	10,250	1,342	13,756,000
Entrada de Salton Sea, tubería de acero de 36 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	4,158	10,000	41,580,000
Tubería de Retorno a Salton Sea, tubería de acero de 26 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	3,003	18,000	54,054,000
Conexión a la Línea Eléctrica de Alto Voltaje (>69 kV)	LF	300	26,400	7,920,000
Subestación Eléctrica en la Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés (reducción del voltaje de 69 kV a 13.8 kV)	LS	42,000,000	1	42,000,000
Estanques de Evaporación con revestimiento y redes para aves (3,000 acres)	LS	775,420,000	1	775,420,000
Subtotal				**$34,351,120,000**
Movilización/Desmovilización		@4%		1,374,045,000
Bonos y Seguro		@4%		1,374,045,000
Impuestos		@8%		2,748,090,000
Gastos Generales y Ganancia		@15%		5,152,668,000
Contingencia		@30%		10,305,336,000
Subtotal de Construcción				**$55,305,300,000**
Estudios, Obtención de Permisos, Ingeniería Preliminar		@15%		5,152,668,000
Ingeniería/Diseño/CM		@15%		5,152,668,000
Subtotal de Planificación y Diseño				**$10,305,340,000**
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés y Lugar de Desalinización y Subestación	Acres	16,000	75	1,200,000
Servidumbre, tubería de transporte dentro de México	Acres	8,000	1,474	11,792,000
Estación de Bombeo de Salton Sea y Lugar de la Planta de Desalinización	Acres	16,000	2	32,000
Estanques de Evaporación	Acres	16,000	3,050	48,800,000
Servidumbre, tubería de transporte dentro de EE. UU.	Acres	8,000	368	2,948,000

Subtotal de Tierras y Servidumbres				**$64,770,000**
Total Estimado de Costos Iniciales				**$65,675,410,000**
Rango de Costo Conceptual (-50% a +100%)	**$32,837,710,000**	**a**		**$131,350,820,000**

Tabla 4-12: Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Costos de Adquisición de Tierra - Escenario 2 del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Ítem de Costo	Unidad	Precio Unitario ($)	Cantidad	Total ($)
Entrada de Agua de Mar, tubería de acero paralela de 144 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	17,424	20,100	350,222,000
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés, 960 MGD	BHP	10,250	51,100	523,775,000
Planta de Desalinización de Agua de Mar (RO), Agua Producto de 480 MGD	LS	4,867,540,000	1	4,867,540,000
Descarga de Salmuera, tubería de acero de 144 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	17,424	18,000	313,632,000
Estación de Bombeo de Transporte, 480 MGD	BHP	10,250	95,900	982,975,000
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea, tubería de acero paralela de 108 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	13,068	2,006,400	26,219,635,000
Turbinas Francis	LS	9,710,000	1	9,710,000
Planta de Desalinización de Recuperación (RO), 100 MGD	LS	1,216,880,000	1	1,216,880,000
Estación de Bombeo de Salton Sea, 200 MGD	BHP	10,250	25,000	256,250,000
Entrada de Salton Sea, tubería de acero de 98 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	10,780	10,000	107,800,000
Tubería de Retorno a Salton Sea, tubería de acero de 70 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	8,855	18,000	159,390,000
Conexión a la Línea Eléctrica de Alto Voltaje (>69 kV)	LF	300	26,400	7,920,000
Subestación Eléctrica en la Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés (reducción del voltaje de 69 kV a 13.8 kV)	LS	42,000,000	1	42,000,000
Estanques de Evaporación con revestimiento y redes para aves (22,000 acres)	LS	5,784,030,000	1	5,784,030,000
Subtotal				**$40,841,760,000**
Movilización/Desmovilización		@4%		1,633,670,000
Bonos y Seguro		@4%		1,633,670,000
Impuestos		@8%		3,267,341,000
Gastos Generales y Ganancia		@15%		6,126,264,000
Contingencia		@30%		12,252,528,000
Subtotal de Construcción				**$ 65,755,230,000**
Estudios, Obtención de Permisos, Ingeniería Preliminar		@15%		6,126,264,000
Ingeniería/Diseño/CM		@15%		6,126,264,000
Subtotal de Planificación y Diseño				**$12,252,530,000**

Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés y Lugar de Desalinización y Subestación	Acres	16,000	75	1,200,000
Servidumbre, tubería de transporte dentro de México	Acres	8,000	1,474	11,792,000
Estación de Bombeo de Salton Sea y Lugar de la Planta de Desalinización	Acres	16,000	15	240,000
Estanques de Evaporación	Acres	16,000	22,000	352,000,000
Servidumbre, tubería de transporte dentro de EE. UU.	Acres	8,000	368	2,948,000
Subtotal de Tierras y Servidumbres				**$368,180,000**
Total Estimado de Costos Iniciales				**$78,375,940,000**
Rango de Costo Conceptual (-50% a +100%)		**$39,187,970,000**	**a**	**$156,751,880,000**

Tabla 4-13: Costos Anuales de O&M - Escenario 1 del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Ítem	Costo (USD)	*Notas*
Planta de Desalinización de Agua de Mar (480 MGD), Entrada y Descarga		
Energía	286,158,000	1
Productos Químicos	76,730,000	2
Mantenimiento y Materiales	9,010,000	2
Mano de Obra	85,571,000	3
Reemplazo	48,675,000	2
Contingencia de O&M	218,698,000	4
Subtotal	*724,840,000*	
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés		
Energía	68,379,000	1
O&M (4% del costo de capital)	20,951,000	5
Subtotal	*89,330,000*	
Estación de Bombeo de Transporte		
Energía	128,772,000	1
O&M (4% del costo de capital)	39,319,000	5
Subtotal	*168,090,000*	
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea		
O&M (1.5% del costo de capital)	393,295,000	6
Subtotal	*393,300,000*	
Turbinas de Recuperación de Energía		
O&M (4% del costo de capital)	388,000	5
Energía Recuperada	(48,268,000)	7
Subtotal	*(47,880,000)*	
Planta de Desalinización de Recuperación (13.5 MGD) y Entrada		
Energía	9,996,000	7
Productos Químicos	1,644,000	8
Mantenimiento y Materiales	680,000	8
Mano de Obra	3,272,000	9
Reemplazo	1,489,000	8
Contingencia de O&M	6,642,000	4
Subtotal	*23,720,000*	
Estación de Bombeo de Salton Sea		
Energía	1,710,000	7
O&M (4% del costo de capital)	550,000	5
Subtotal	*2,260,000*	
Estanques de Evaporación		
O&M (36% del costo de capital)	279,151,000	10
Subtotal	*279,150,000*	
Total	**1,632,810,000**	

1. $0.162/kWh Costo promedio, en USD; precio comercial por kWh en México. Informado hasta diciembre de 2021. https://www.globalpetrolprices.com/Mexico/electricity_prices
2. Estimado, ajustado a partir de la planta de RO de 80 MGD.
3. Supone 340 Equivalentes de Tiempo Completo a $121/h
4. Se supone como el 10% de los costos de energía, productos químicos, mantenimiento y reemplazo.
5. Se supone como el 4% del costo de capital.
6. Se supone como el 1.5% del costo de capital.
7. $0.19/kWh. Costo promedio del Pacífico de Estados Unidos, mayo de 2022. Oficina de Estadísticas Laborales www.bls.gov/regions/midwest/data/AverageEnergyPrices_SelectedAreas_Table.htm
8. Estimado, ajustado a partir de la planta de RO de 15 MGD.
9. Supone 13 Equivalentes de Tiempo Completo a $121/h
10. Se supone como el 36% del costo de capital, congruente con el *Estudio Binacional de Oportunidades de Desalinización de Agua en el Mar de Cortés, TM2: Tecnologías de Desalinización y Opciones de Gestión de la Salmuera.*

Tabla 4-14: Costos Anuales de O&M - Escenario 2 del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Ítem	Costo (USD)	*Notas*
Planta de Desalinización de Agua de Mar (480 MGD), Entrada y Descarga		
Energía	286,158,000	1
Productos Químicos	76,730,000	2
Mantenimiento y Materiales	9,010,000	2
Mano de Obra	85,571,000	3
Reemplazo	48,675,000	2
Contingencia de O&M	218,698,000	4
Subtotal	*724,840,000*	
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés		
Energía	68,379,000	1
O&M (4% del costo de capital)	20,951,000	5
Subtotal	*89,330,000*	
Estación de Bombeo de Transporte		
Energía	128,772,000	1
O&M (4% del costo de capital)	39,319,000	5
Subtotal	*168,090,000*	
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea		
O&M (1.5% del costo de capital)	393,295,000	6
Subtotal	*393,300,000*	
Turbinas de Recuperación de Energía		
O&M (4% del costo de capital)	388,000	5
Energía Recuperada	(48,268,000)	7
Subtotal	*(47,880,000)*	
Planta de Desalinización de Recuperación (100 MGD) y Entrada		
Energía	83,905,000	7
Productos Químicos	19,183,000	2
Mantenimiento y Materiales	2,253,000	2
Mano de Obra	18,373,000	8
Reemplazo	12,169,000	2
Contingencia de O&M	55,911,000	4
Subtotal	*191,790,000*	
Estación de Bombeo de Salton Sea		
Energía	163,260,000	7
O&M (4% del costo de capital)	11,029,000	5
Subtotal	*174,290,000*	
Estanques de Evaporación		
O&M (36% del costo de capital)	2,082,251,000	9
Subtotal	*2,082,250,000*	
Total	**3,776,010,000**	

1. $0.162/kWh Costo promedio, en USD; precio comercial por kWh en México. Informado hasta diciembre de 2021. https://www.globalpetrolprices.com/Mexico/electricity_prices
2. Estimado, ajustado a partir de la planta de RO de 80 MGD.
3. Supone 340 Equivalentes de Tiempo Completo a $121/h
4. Se supone como el 10% de los costos de energía, productos químicos, mantenimiento y reemplazo.
5. Se supone como el 4% del costo de capital.
6. Se supone como el 1.5% del costo de capital.
7. $0.19/kWh. Costo promedio del Pacífico de Estados Unidos, mayo de 2022. Oficina de Estadísticas Laborales www.bls.gov/regions/midwest/data/AverageEnergyPrices_SelectedAreas_Table.htm

8. Supone 73 Equivalentes de Tiempo Completo a $121/h
9. Se supone como el 36% del costo de capital, congruente con el *Estudio Binacional de Oportunidades de Desalinización de Agua en el Mar de Cortés, TM2: Tecnologías de Desalinización y Opciones de Gestión de la Salmuera.*

Tabla 4-15: Cálculo de Valor Actual Neto - Escenario 1 del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Información del Programa			
Año Base:	2022	**Construcción:**	Años 14-22
Estudio/Diseño/Aprobación:	Años 1-13	**Operación del Proyecto:**	Años 23-56
Reembolso de Bonos	Años 1-31		
Información de Costos			
Costos Iniciales (USD)	$65.7 B	**Costos Anuales (USD)[1]:**	305 M - 1.6 B
Tasa de Interés Supuesta:	4.00%	**Tasa de Descuento Supuesta:**	3.00%
Estimación de Valor Actual Neto 2078 (todos los costos)			
$92.5 B			
Estimación del Valor Actual Neto 2078 (solo costos de agua importada)			
$86.5 B			
Valor Actual Por AF (solo costos de agua importada, supone una importación de 540,000 AFY)			
$4,700			

1. Los costos anuales de O&M variarán según las plantas que estén operando.

Tabla 4-16: Cálculo de Valor Actual Neto - Escenario 2 del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Información del Programa			
Año Base:	2022	**Construcción:**	Años 14-22
Estudio/Diseño/Aprobación:	Años 1- 13	**Operación del Proyecto:**	Años 23-56
Reembolso de Bonos	Años 1-31		
Información de Costos			
Costos Iniciales (USD)	78.4 B	**Costos Anuales (USD)[1]:**	2.4 B-3.8 B
Tasa de Interés Supuesta:	4.00%	**Tasa de Descuento Supuesta:**	3.00%
Estimación de Valor Actual Neto 2078 (todos los costos)			
$147.8 B			
Estimación del Valor Actual Neto 2078 (solo costos de agua importada)			

$86.5 B
Valor Por AF (solo costos de agua importada, supone una importación de 540,000 AFY)
$4,700

1. Los costos anuales de O&M variarán según las plantas que estén operando.

Los costos iniciales antes presentados son más altos que los presentados en las respuestas a la RFI. R4 y R10 no incluyeron los costos para la desalinización de agua importada o la desalinización de recuperación en Salton Sea y oscilaron entre $4.0 B y $11.7 B. R9 presentó un costo de capital total ajustado según la inflación anual de $16.4 B. Los costos presentados en este informe consideran los aumentos de costo recientes por condiciones del mercado, infraestructura eléctrica, costos intangibles, lo que incluye movilización/desmovilización, bonos y seguro, impuestos, gastos generales del contratista y ganancias, contingencia, estudios, obtención de permisos, ingeniería preliminar, diseño de ingeniería, y gestión de la construcción, y costos de adquisición de tierra y servidumbre. Los costos presentados en las respuestas pueden no haber incluido algunos o todos estos ítems.

Existe el potencial de reducir la producción de la planta de desalinización de recuperación una vez alcanzada la salinidad deseada de Salton Sea, como de 40,000 mg/l, según se analiza en el EIR Programático (Departamento de Recursos de Agua de California 2007). Para evaluar el impacto en el costo del proyecto, se investigó una reducción del 50% en los costos de O&M asociados a la planta de desalinización de recuperación después del año 2047, sin cambio en el costo de capital. La reducción resultante en el valor actual neto fue menor que el 9%, ampliamente dentro del rango de incertidumbre de la estimación de costos.

4.6 Análisis de Beneficios

4.6.1 Revitalización Económica

Esta sección brinda una descripción y la monetización de los beneficios de revitalización económica de Turismo y Recreación, Desarrollo Inmobiliario e Impuestos sobre la Propiedad, Impacto sobre el Valor de la Propiedad. Todos los valores en dólares se presentan en USD 2022 y se ajustaron utilizando el CPI.

Es probable que los beneficios de la revitalización económica varíen entre los dos escenarios, siguiendo la variación tanto en la calidad del agua como en el momento cuando se empezarán a notar los beneficios. Específicamente, se prevé que el escenario 1 comience a brindar beneficios en 2055, mientras que se espera que el escenario 2 brinde beneficios una década antes en 2045. Es probable que el escenario 1 tenga una peor calidad del agua, lo que probablemente tendrá un impacto en los beneficios de la revitalización económica debido a menos turismo y menos propiedades deseadas. Para representar estas diferencias, utilizamos un año de inicio diferente en los cálculos del valor actual y omitimos la estimación del extremo superior (75.° percentil) para el escenario 1.

4.6.1.1 *Turismo y Recreación*

Tourism Economics (2017) estima que el gasto de visitantes anual en el escenario revitalizado de Salton Sea podría ser de aproximadamente $649 millones. Al aplicar escalares cuartiles, el resultado es un rango de beneficios de valor actual total hasta 2078 (el período del análisis) de entre $758 millones (el extremo inferior del escenario 1) y $4.1 mil millones (el extremo superior del escenario 2).

4.6.1.2 *Desarrollo Inmobiliario e Impuestos sobre la Propiedad*

Una vez que Salton Sea se haya revitalizado y atraiga a más visitantes, es probable que siga el desarrollo inmobiliario. Como con todos los beneficios de revitalización económica, la cantidad de desarrollo previsto en las áreas cercanas es impredecible. El análisis utiliza la estimación proporcionada en Tourism Economics (2017): Un beneficio anual de $255 millones para el desarrollo inmobiliario y un beneficio anual de $15 millones de aumentos asociados en los ingresos impositivos sobre la propiedad. Al aplicar los escalares cuartiles en los dos escenarios, el resultado es un rango de beneficios de valor actual total de desarrollo inmobiliario de entre $298 millones y $1.6 mil millones y un rango de beneficios de valor actual total de ingresos impositivos sobre la propiedad de entre $18 millones y $95 millones.

4.6.1.3 *Impacto sobre el Valor de la Propiedad*

Cuando Salton Sea se revitalice, se espera que los valores de las propiedades existentes en las áreas cercanas aumenten. Este análisis utilizó la estimación proporcionada en Tourism Economics (2017) de $46 millones en concepto de beneficio anual para los valores de las propiedades. Al aplicar los escalares cuartiles, el resultado es un rango de beneficios de valor actual total de entre $54 millones y $294 millones.

La Tabla 4-17 resume el rango de la estimación del valor actual de los posibles beneficios de la revitalización económica.

Tabla 4-17: Beneficios Monetizados de la Revitalización Económica para los Conceptos de Importación de Agua

Categoría de Beneficios	**Bajo** (escalar del 25%)	**Moderado** (escalar del 50%)	**Alto** (escalar del 75%)
Escenario 1 de Importación de Agua			
Turismo y recreación	$758 M	$1.5 B	No aplicable[2]
Desarrollo inmobiliario	$298 M	$596 M	
Impuesto a la propiedad	$18 M	$35 M	
Valor de la propiedad	$54 M	$108 M	
Total	**$1.1 B**	**$2.2 B**	
Escenario 2 de Importación de Agua			
Turismo y recreación	$1.4 B	$2.7 B	$4.1 B
Desarrollo inmobiliario	$540 M	$1.1 B	$1.6 B
Impuesto a la propiedad	$32 M	$64 M	$95 M

Valor de la propiedad	$98 M	$196 M	$294 M
Total	**$2.1 B**	**$4.1 B**	**$6.1 B**

Notes: 1. Valores actuales en el período desde 2022 hasta 2078 a una tasa de descuento del 3%, USD 2022.
2. El escenario alto no se incluyó en el escenario 1, ya que se espera que los beneficios de la revitalización económica sean menores debido a la peor calidad del agua.

4.6.1.4 *Análisis*

Se prevé que la estimación del valor actual de la revitalización económica varíe entre los dos escenarios de importación de agua y oscile entre $1.1 B y $6.1 B. Si bien el beneficio marginal exacto para los conceptos de importación es altamente incierto, estos valores ofrecen un rango de beneficios que se puede utilizar para la comparación con los costos del concepto si se reconocen y admiten las advertencias y las incertidumbres.

Incluso en el escenario del mejor caso, es improbable que la actividad turística y económica en Salton Sea regrese a los niveles observados a fines de 1950 y principios de 1960. Sin embargo, varios ejemplos del mundo real muestran que la restauración de un recurso degradado puede llevar a la revitalización económica del área cercana. La revitalización económica exitosa de las comunidades aledañas implica más que solo restaurar el recurso natural. La revitalización económica también requiere infraestructura, como la creación o mejora de rutas e instalaciones recreativas, lo cual no se incluye en la estimación de costos del Concepto de Importación del Mar de Cortés. Por lo tanto, la estimación del beneficio marginal exacto atribuible al proyecto de importación tiene un gran grado de incertidumbre. La contribución del proyecto de importación para la revitalización económica del área de Salton Sea no se puede ver como un porcentaje específico del beneficio total, sino como un primer paso clave para hacer posible la revitalización. En un escenario sin proyecto, es improbable que exista revitalización, pero la importación sola no brindará el paquete completo de beneficios.

4.6.2 Servicios del Ecosistema

Schwabe y Baerenklau (2007) aplicaron un enfoque de transferencia de valor utilizando estudios de valuación similares y estimaron beneficios anualizados de $1.5 mil millones a $7.5 mil millones. Sin embargo, hay demasiada incertidumbre para aplicar de manera sólida los valores a los resultados previstos de importación de agua en Salton Sea. Esta incertidumbre incluye lo siguiente:

1) El momento, el tipo y la magnitud de los servicios del ecosistema brindados a partir de la importación de agua se desconocen y no se pueden estimar de manera confiable sin mayor investigación.
2) Si los servicios del ecosistema brindados por Salton Sea son similares a los de los ecosistemas a partir de los cuales Schwabe y Baerenklau (2007) transfirieron sus valores para justificar la metodología.
3) El período prolongado entre los estudios originales y la actualidad, y cómo puede cambiar la valuación ajena al mercado a lo largo del tiempo como resultado de los cambios en las preferencias de la sociedad.

En su lugar, se aplica un indicador cualitativo de la dirección y el orden de magnitud de los beneficios a cada uno de los escenarios de importación de agua. Es probable que el primer escenario brinde menos servicios del ecosistema que el segundo debido a la peor calidad del agua. Si bien no se estima un valor monetizado de los servicios del ecosistema, en función de la bibliografía disponible, es posible que el valor de los beneficios se sitúe en el rango de los miles de millones de dólares.

En resumen, la revisión de Schwabe y Baerenklau (2007) sobre las valuaciones ajenas al mercado tuvo varias advertencias e incertidumbres en su análisis. Además, el estudio se realizó en 2007, cuando las condiciones en Salton Sea eran diferentes a las de hoy y a las condiciones previstas después de la importación de agua.

4.6.3 Calidad del Aire y Salud Humana

La bibliografía existente indica que reducir el tamaño de la playa a través de la importación de agua podría tener beneficios positivos en la calidad del aire y la salud humana. Por ejemplo, suponiendo igual capacidad de emisión de toda la playa expuesta, Jones y Fleck (2020) conectan la exposición de la playa con las concentraciones de materia particulada $PM_{2.5}$ en el aire, y estas concentraciones con las tasas de mortalidad por motivos respiratorios en todo el condado en los condados de Imperial y San Bernardino. Ellos vinculan una caída de un pie en el nivel del lago a un aumento en la concentración de $PM_{2.5}$ de 0.28 ug/l y un aumento en la mortalidad por motivos respiratorios de 1.4 a 15.6 personas por año. Sin embargo, como observan otras personas, una limitación es el uso de datos a nivel del condado, lo que incluye casos en áreas no afectadas por Salton Sea, y esto aumenta la incertidumbre. Una investigación reciente demostró que la capacidad de emisión de la playa varía según el tipo de costra de la playa (Distrito de Riego de Imperial y Formation Environmental LLC, 2018; Buck et al., 2011). Además, un estudio de 6 años del IID utilizando la técnica de PI-SWERL demostró que el desierto contribuye más del doble de PM_{10} a la región en un área promedio ponderada con respecto a la playa, y el desierto ocupa mucha más área que la playa. Esto significa que con la exposición actual de la playa, la contribución de polvo anual de la playa es ~1% de la del desierto aledaño (IID y Formation Environmental LLC, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022). Estos resultados de algún modo no concuerdan con los hallazgos de Frie et al. (2017) que indican que la playa contribuye aproximadamente el 9% de PM_{10} como un promedio diario por masa. Otros autores han examinado accidentes geográficos en el área de Salton Sea para determinar cuáles eran las mayores fuentes de emisión de PM_{10}. Sweeney et al. (2011) demostraron que los cauces secos eran las mayores fuentes de emisión de PM_{10}, seguidas por los tipos de playa de costra blanda. King et al. (2011) demostraron que los tipos de playa de costra blanda eran las mayores fuentes de emisión, destacando la importancia de mitigar la emisión de polvo en las áreas con mayor capacidad de emisión. Nosotros no tenemos datos sobre la contribución relativa de $PM_{2.5}$ de estas áreas. Además de hallar congruencia sobre el nivel actual de emisiones de la playa y comprender su contribución a los problemas de salud pública, es importante comprender el futuro de las emisiones del lago. Parajuli et al. (2018) predijeron que para 2030, los niveles generales de PM_{10} en la región aumentarían un 11% y, en las localidades

más pequeñas, un 900%. Parece claro que reducir el área de la playa expuesta daría beneficios al lago.

4.6.4 Resumen de los Beneficios

Utilizando el enfoque de estimar los beneficios económicos que se presenta en la Sección 2.3, el valor actual estimado total de los beneficios monetizados para el Concepto de Importación del Mar de Cortés oscila entre $1.1 mil millones y $6.1 mil millones para el período de 2022 a 2078. Un proyecto de importación posiblemente brinde beneficios adicionales asociados a mejoras en la ecología, la calidad del aire y la salud humana que se incluyen de manera cualitativa, pero posiblemente sea de miles de millones de dólares. La Tabla 4-18 presenta un resumen de los beneficios.

Tabla 4-18: Beneficios Estimados del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Categoría de Beneficios	Escenario 1	Escenario 2
Revitalización Económica		
Turismo y recreación	$758 M - $1.5 B	$1.4 B - $4.1 B
Desarrollo inmobiliario	$298 M - $596 M	$540 M - $1.6 B
Impuesto a la propiedad	$18 M - $35 M	$32 M - $95 M
Valor de la propiedad	$54 M - $108 M	$98 M - $294 M
Total de Beneficios Monetizados		
	$1.1 B - $2.2 B	**$2.1 B - $6.1 B**
Servicios del Ecosistema[1]		
	+	++
Calidad del Aire y Salud Humana[1]		
	++	++

Valores actuales en el período desde 2022 hasta 2078 a una tasa de descuento del 3%, USD 2022.
1. Un indicador cualitativo utilizando la siguiente clave: + aumentaría probablemente los beneficios; ++ aumentaría probablemente los beneficios en mayor medida.

Sección 5: Viabilidad del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

La Sección 4 contiene la evaluación del Panel sobre las soluciones de importación de agua a largo plazo que se presentaron en respuesta a la RFI. Como parte de la investigación de las soluciones de importación de agua a largo plazo, el Panel evaluó otros proyectos y analiza el que se ha presentado ante la IBWC. El proyecto identificado fue el *Estudio Binacional de Oportunidades de Importación de Agua en el Mar de Cortés, Minuta 323, del Grupo de Trabajo de Desalinización*, con fecha de abril de 2020. Utilizando el elemento de importación de agua de ese análisis, combinado con características útiles de algunas de las respuestas a la RFI (como una planta de desalinización de recuperación en Salton Sea) se llegó a un concepto que en el presente se denomina "Concepto de Intercambio del Mar de Cortés". Si bien no es específicamente una respuesta a la RFI, el Panel está proporcionando el análisis que se presenta en esta Sección, ya que ayuda a la comprensión general de los problemas, desafíos, beneficios y costos de la importación de agua para la mejora de Salton Sea.

5.1 Descripción, Diseño e Ingeniería del Concepto

En el Concepto del Mar de Cortés, se trasladarían entre 90,000 y 112,000 AFY de agua desalinizada desde una planta de desalinización en la costa este del Mar de Cortés aproximadamente 11 millas al sur de la ciudad de Jaquey, Baja California, México hasta el Canal Alimentador Central que entrega agua al embalse detrás de la presa de Morelos en el Río Colorado. A través de un acuerdo con los usuarios del Río Colorado, se entregará una cantidad equivalente de agua, o agua de reemplazo, a través del Canal All-American a Salton Sea. Estas entregas de agua se utilizarán para estabilizar la elevación de Salton Sea y reducir la cantidad de playa expuesta. Se requiere un análisis legal adicional para determinar si tal transferencia es posible y si el agua transferida se podría utilizar para la restauración del lago. En este Concepto, se propone una planta de desalinización de recuperación, la cual tendría como objetivo quitar la sal y reducir aún más la salinidad de Salton Sea.

5.1.1 Principales Instalaciones

Las instalaciones específicas de este Concepto se describen a continuación y se resumen en la Tabla 5-1 y se identifican en la Figura 3-4.

Componentes:

- Una **Entrada de Agua de Mar** de 200 MGD en el lado este del Mar de Cortés entre la Bahía de San Jorge y Puerto Lobos, Sonora. Esta entrada necesitará admitir aproximadamente 200 MGD. La tubería será una tubería de 98 pulgadas de diámetro de HDPE. La entrada tendrá una longitud de 3.4 millas y se extenderá 1.9 millas en el mar. Implicará una entrada de agua de mar sumergida con límite de velocidad.
- Una **Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés** de 200 MGD y 9,000 BHP.

- Una **Planta de Desalinización de Agua de Mar** de RO, ubicada cerca de la entrada con una capacidad de agua producto de aproximadamente 100 MGD. Suponiendo un lugar de 30 acres.
- Una **Descarga de Salmuera de Desalinización del Mar de Cortés**, que se supone que estará ubicada junto a la entrada. La descarga de salmuera consistiría en una tubería de 91 pulgadas y 4.9 millas de longitud, que se extiende 3.4 millas en el mar. El material propuesto de la tubería sería HDPE.
- Una **Estación de Bombeo de Transporte** de 100 MGD y 26,900 BHP.
- **Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea.** Aproximadamente 230 millas de una tubería de acero de 70 pulgadas con revestimiento de mortero de cemento para transportar hasta 100 MGD de agua producto desde la planta de desalinización hasta la presa de Morelos. Se supone que la tubería de transporte de agua se instalará mediante la excavación de zanjas.
- **Turbinas de Recuperación de Energía**, que se espera que sean paralelas a las turbinas Francis cerca de la presa de Morelos. La tubería de 70 pulgadas se conectará a un colector que distribuye el caudal a estas turbinas. La tubería de descarga funcionará debajo de la estructura de concreto y el agua se descargará en el Canal Alimentador Central por debajo de la superficie del agua. Esta estación de recuperación de energía podría producir 4030 hp y tiene una eficacia prevista del 87%.
- Una **Estación de Bombeo de Refuerzo** de 100 MGD y 7,000 BHP ubicada a aproximadamente 125 millas de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
- Un **Tanque de Separación** de 368,000 galones y 50 pies de diámetro ubicado inmediatamente corriente arriba de la Estación de Bombeo de Refuerzo. Se supone que el tanque de separación se llenará hasta una altura de 20 pies con 100 MGD de entrada, a partir de la estación de bombeo de entrada de agua de mar, y 100 MGD de salida en condiciones de operación normal. Se supone que después de dos minutos de no recibir caudal de la estación de bombeo de entrada de agua de mar mientras salen 100 MGD, la elevación de agua dentro del tanque se reduce a una altura de 10 pies, la supuesta sumersión mínima de las bombas de refuerzo. También se supone que el tanque se rebalsará después de un minuto sin el caudal de salida del tanque de separación mientras el tanque reciba un caudal de 100 MGD.
- La construcción de 5 subestaciones eléctricas para suministrar servicio a la planta de desalinización y a 2 estaciones de bombeo. Todas ubicadas en el mismo lugar que las estaciones de bombeo o la planta de desalinización de agua de mar.
- Una nueva conexión de 78 millas con la Red Nacional de Transmisión del Servicio Eléctrico con una línea de transmisión de 115 KV.
- Una nueva conexión de 27 millas con la Red Nacional de Transmisión del Servicio Eléctrico con una línea de transmisión de 230 KV.
- **Plantas de Entrada de Salton Sea** para la planta de desalinización de recuperación ubicada cerca de la esquina sudoeste de Salton Sea. Se supone que será una tubería de acero de 98 pulgadas de diámetro con revestimiento de poliuretano que se extiende 1.9 millas hacia Salton Sea.
- La **Estación de Bombeo de Salton Sea** de 200 MGD y 25,000 BHP se utilizará para trasladar el agua de Salton Sea a la Planta de Desalinización de Recuperación.
- Una **Planta de Desalinización de Recuperación** de RO de 100 MGD cerca de Salton Sea para el tratamiento adicional del agua de Salton Sea.

- El agua producida por la planta de desalinización de recuperación se regresará a Salton Sea a través de una tubería de retorno a Salton Sea de 70 pulgadas y 3.4 millas de longitud**.**
- Manejo de la salmuera para la planta de desalinización de recuperación a través de 22,000 acres de **Estanques de Evaporación**. Se supone que estará en el lado oeste de Salton Sea, fuera de las áreas ecológicas sensibles. Se supone que los estanques de evaporación se podrían utilizar para cubrir la playa que, de lo contrario, estaría expuesta a medida que disminuye el lago a fin de reducir los acres de playa que necesitan recuperación.

Tabla 5-1: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, Plantas de Importación de Agua

Plantas de Tratamiento	**Tasa de Flujo** *(MGD)*	**Tasa de Recuperación Supuesta**	**Producción de Salmuera**		**Agua Producto**	
			MGD	*AFY*	*MGD*	*AFY*
Planta de Desalinización de Agua de Mar (Mar de Cortés)	200	50	100	90,000 a 112,000	100	90,000 a 112,000
Planta de Desalinización de Recuperación (Salton Sea)	200	50	100	90,000 a 112,000	100	90,000 a 112,000
Estaciones de Bombeo	**Tasa de Flujo** *(MGD)*	**Potencia** *(BHP)*				
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés	200	9,000				
Estación de Bombeo de Transporte	100	26,900				
Estación de Bombeo de Refuerzo	100	7,000				
Estación de Bombeo de Salton Sea	200	25,000				
Tubería	**Diámetro** *(in)*	**Longitud** *(millas)*	**Cantidad** *(cada una)*	**Material**	**Tasa de Flujo por Tubería** *(MGD)*	**Velocidad de Flujo** *(ft/s)*
Estación de Bombeo del Mar de Cortés	98	3.4	1	HDPE	200	5.91
Planta de Desalinización Descarga de Salmuera al Mar de Cortés	90.55	4.9	1	HDPE	100	3.46
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea (Planta de Desalinización al	70	125	1	Acero con Revestimiento de Mortero de Cemento	100	5.79

Tanque de la Estación de Bombeo de Refuerzo)						
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea (Estación de Bombeo de Refuerzo a la Presa de Morelos)	70	105	1	Acero con Revestimiento de Mortero de Cemento	100	5.79
Entrada de Salton Sea	98	1.9	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	200	5.91
Tubería de Retorno a Salton Sea	70	3.4	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	100	5.79
Tubería de Manejo de la Salmuera	70	9.25	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	100	5.79

Planta Eléctrica	Capacidad (kV)	Longitud (millas)		
Línea de transmisión de Puerto Peñasco a la subestación cerca de la Planta de Desalinización de Agua de Mar	115	78		
Línea de Transmisión de la Subestación Seis de Abril a la subestación cerca de la Planta de Desalinización de Agua de Mar	230	27		
Subestación eléctrica cerca de la Planta de Desalinización de Agua de Mar para reducir de 115 kV a 34.5 kV				
Subestación eléctrica cerca de la Planta de Desalinización de Agua de Mar para reducir de 230 kV a 34.5 kV				
Subestación en la Planta de Desalinización de Agua de Mar				
Subestación en la Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés				
Subestación en la Estación de Bombeo de Refuerzo				
Otros	**Capacidad (Galones)**	**Diámetro (ft)**	**Altura (ft)**	
Tanque de Separación	368,000	50	25	
Turbinas de Recuperación de Energía	**Potencia**	**Eficiencia**	**kW/h de compensación**	
Turbinas Francis Paralelas	4030	87%	6,657,600	
Otros	**Acres**			
Estanques de Evaporación	22,000			

5.1.2 Requerimientos Hidráulicos y de Bombeo

Las elevaciones clave para el análisis hidráulico de la entrada y las estaciones de bombeo de refuerzo y la HGL aproximada se presentan en la Figura 5-1 a continuación. La elevación que corresponde al desborde del tanque de separación se utilizó para determinar la potencia de la estación de bombeo de transporte y la elevación que corresponde a la sumersión mínima de la bomba de refuerzo se utilizó para determinar la potencia de la estación de bombeo de refuerzo. La carga dinámica total de la Estación de Bombeo de Entrada de Agua del Mar de Cortés de 200 MGD, la Estación de Bombeo de Transporte de 100 MGD y la Estación de Bombeo de Refuerzo de 100 MGD es de 205 pies, 1225 pies y 319 pies, respectivamente. En función de la suposición de que las bombas de estas estaciones de bombeo tienen una eficiencia del 80%, la BHP requerida de las estaciones de bombeo respectivas es de 9,000 BHP, 26,900 BHP y 7,000 BHP.

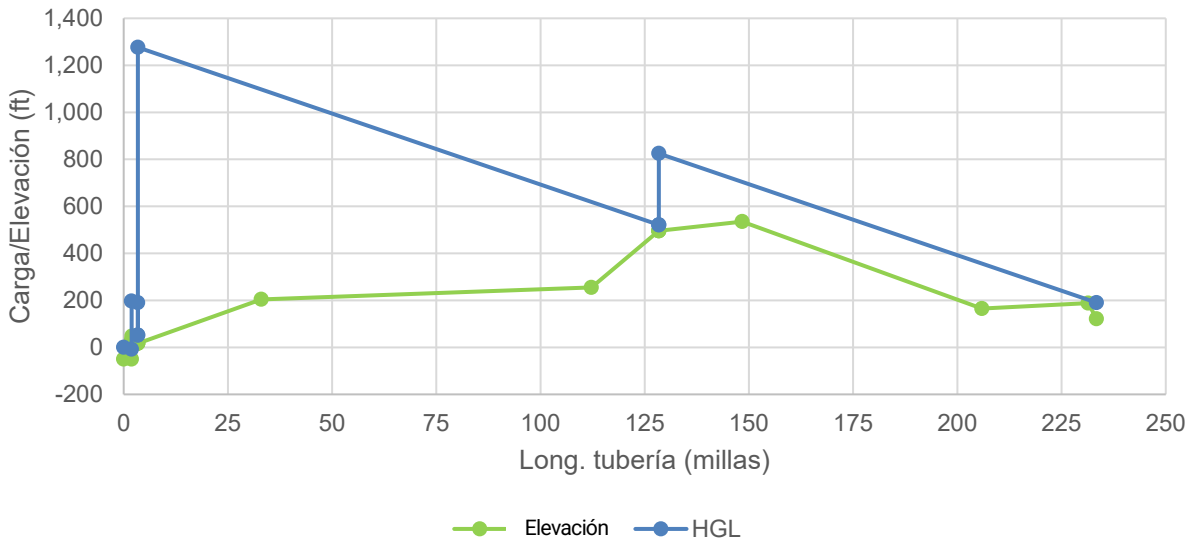


Figura 5-1: Perfil de Elevación y Perfil de Pendiente Hidráulica de la Entrada de Agua de Mar y las Estaciones de Bombeo de Refuerzo del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

El Concepto de Intercambio del Mar de Cortés incluye una Estación de Bombeo de Salton Sea de 200 MGD para la planta de desalinización de recuperación. La carga dinámica total se estima en 570 pies. En función de la suposición de que las bombas para esta estación de bombeo tienen una eficiencia del 80%, la BHP requerida de la estación de bombeo es de 25,000 BHP.

5.1.3 Operaciones a Largo Plazo, incluida la Recuperación de Energía

Los costos anuales de operación y mantenimiento incluirán la mano de obra para operar las plantas de tratamiento, la mano de obra para el mantenimiento de todas las plantas, los productos químicos de tratamiento y la electricidad para las estaciones de bombeo y la planta de tratamiento. Estos costos se resumen en la Sección 5.5 y la Tabla 5-6. La operación de los

estanques de evaporación incluirá quitar y transportar la sal de los estanques de evaporación asociados a la planta de desalinización de recuperación. Debido a que la salinidad de Salton Sea cambia, la cantidad de generación de sal en los estanques cambiará, y oscilará entre un mínimo de 6 millones de toneladas por año y un máximo de 59 millones de toneladas.

El Concepto de Intercambio del Mar de Cortés tiene el potencial de recuperación de energía. A partir del perfil hidráulico elaborado para el proyecto, el agua se descargará a aproximadamente 30 psi en la presa de Morelos porque los puntos altos a lo largo de la tubería de 70 pulgadas requieren energía adicional para ser superados. Esta presión de descarga corresponde a aproximadamente 69 pies de energía que se puede recuperar parcialmente a través de una estación de recuperación de energía en el lugar de descarga. En función de la coordinación con Canyon Hydro, un fabricante de sistemas hidroeléctricos, se determinó que las turbinas Francis serán aptas y más rentables para esta aplicación. Se instalarán varias turbinas Francis de manera paralela y el equipo eléctrico asociado dentro de una estructura de concreto en la presa de Morelos. La tubería de 70 pulgadas se conectará a un colector que distribuye el caudal a estas turbinas. La tubería de descarga funcionará debajo de la estructura de concreto y el agua se descargará en el Canal Alimentador Central por debajo de la superficie del agua. Esta estación de recuperación de energía podría producir 1033 hp y tiene una eficacia prevista del 87%.

5.2 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos

5.2.1 Consideraciones Ambientales de Obtención de Permisos

De manera similar al Concepto de Importación del Mar de Cortés, este análisis supuso que se utilizaría un equipo multinacional para la planificación y el diseño del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés. También supuso que la ejecución y la operación del proyecto para las instalaciones dentro de México estarían a cargo de empresas y/o entes gubernamentales mexicanos, con financiamiento total o parcial del Estado de California. Los permisos necesarios serían mucho más extensos si entidades extranjeras fueran responsables de la construcción, la propiedad y la operación de las instalaciones dentro de México. El análisis supuso que la construcción y la operación de las instalaciones dentro de EE. UU. estarían a cargo de personas, empresas, gobiernos locales y estatales que pueden realizar el trabajo de manera legal en California. Para ver detalles sobre el proceso de obtención de permisos en México y EE. UU., consulte la Sección 4.2.1 y la Tabla 4-4 y la Tabla 4-5.

Se prevé que los permisos necesarios de las autoridades de México y EE. UU. impliquen grandes esfuerzos y tengan un plazo extendido. Sin embargo, tras la revisión de las leyes y los permisos necesarios, no existe una razón obvia para que el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés no se autorice siempre que ocurra lo siguiente: (a) el proyecto se estructure de modo que cumpla con los objetivos de la Minuta 323 de la IBWC (aumentar la entrega y el intercambio de aguas de manera que beneficie tanto a México como a EE. UU.), y (b) el proyecto incorpore

características de diseño y mitigación adecuadas que limiten los impactos para los recursos sensibles.

5.2.2 Control de Inundaciones

La entrada en el Mar de Cortés estaría a aproximadamente 50 pies por debajo del nivel del mar. Se necesitarían energía y bombeo considerables para trasladar el agua hacia el punto alto en la tubería de transporte, la cual estaría a una elevación aproximada de 496 pies msl. Este importante bombeo significa que hay una gran oportunidad de suspender el movimiento del agua hacia Salton Sea en caso de emergencia. Las válvulas pueden segmentar la tubería en volúmenes más pequeños en caso de liberación accidental. Se podrían utilizar las conexiones desde la tubería de transporte hasta los desagües pluviales y los canales existentes para direccionar el agua liberada en caso de emergencia. Otras características de diseño, como el grosor adecuado de la tubería y una cubierta adecuada de la tubería, y el control de corrosión también reducen el riesgo de fallas en la tubería.

Las características del proyecto minimizan, pero no eliminan, el riesgo de inundaciones localizadas. Las instalaciones del proyecto trasladarían 200 MGD hacia la Planta de Desalinización de Agua de Mar; una interrupción en esta instalación durante una hora podría significar que se descontrolarían 8.3 millones de galones de agua de mar, pero se podrían utilizar las bermas y la nivelación del lugar para minimizar la cantidad de agua que podría salir del lugar. La Planta de Desalinización de Recuperación propuesta extraería 200 MGD de Salton Sea, lo que significa que una interrupción de más de una hora podría implicar que se descontrolarían aproximadamente 8.3 millones de galones de agua desalinizada. El riesgo de inundaciones catastróficas se podría reducir con la nivelación adecuada del lugar y la colocación de bermas para retener el agua en el lugar, y con la nivelación para dirigir el agua que no se logre retener nuevamente hacia Salton Sea.

5.2.3 Cambio Climático y Resiliencia Climática

5.2.3.1 *Contribución del Proyecto para las Emisiones de GHG*

La Sección 4.2.3.2 presenta un análisis sobre el potencial de emisiones de GHG sin la implementación de un proyecto de agua importada. Esta sección se centra en la posible contribución del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés para las emisiones de GHG. Este análisis se limita a la energía utilizada para alimentar las diversas instalaciones. Este análisis no considera la energía utilizada para fabricar tuberías, bombas ni otros equipos, utilizada durante la construcción, utilizada por los obreros que viajan a las áreas de trabajo o cualquier crecimiento en la población y otra actividad económica como resultado de la implementación del proyecto.

Como se describe en la Sección 4.2.3, las emisiones de GHG para el proyecto dependen de la fuente de energía utilizada para alimentar las instalaciones. La Tabla 4-5 presenta las toneladas métricas estimadas de CO_2E por millón de kWh para la energía entregada en México y la energía entregada por el IID. La Tabla 4-5 examina las fuentes actuales utilizadas para la generación eléctrica en lugar

de aquellas que se pueden utilizar en los años 2030, 2040 y más adelante. Es posible que este análisis sobreestime las emisiones de GHG, ya que tanto las fuentes de energía de México como del IID han tendido a ser fuentes de electricidad más limpias/de menores emisiones. La Tabla 5-2 muestra la estimación anual de CO_2E en toneladas métricas para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés.

Tabla 5-2: Estimación de Emisiones Anuales de CO_2E: Plantas del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Instalación	Millones de kWh Anuales	Emisiones de CO_2E por millón de kWh (toneladas métricas)[1]	CO_2E (toneladas métricas)
Instalaciones que Utilizan Electricidad de México			
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés	166	396	65,910
Planta de Desalinización de Agua de Mar	442	396	174,875
Estación de Bombeo de Transporte	163	396	64,651
Estación de Bombeo de Refuerzo	43	396	16,996
Instalaciones que Utilizan Electricidad del IID			
Estación de Bombeo de Salton Sea	163	217	35,444
Planta de Desalinización de Recuperación	442	217	95,872
Turbinas de Recuperación de Energía	(7)	217	(1,445)
Total Anual de CO_2E (toneladas métricas, con redondeo)			**452,000**

Notes: 1. Consulte la Tabla 4-6

5.2.3.2 *Resiliencia del Proyecto*

El aumento en las temperaturas y los mayores extremos en las precipitaciones (incluidos períodos más prolongados de baja precipitación) provocarán mayores demandas de agua en el área de Salton Sea y en Baja California mientras que, a su vez, esto reducirá la cantidad de agua dulce disponible. Esto estará acompañado de un aumento en el nivel del mar que probablemente afectará al Mar de Cortés.

Riesgos para la Fuente de Agua Importada

El Concepto de Intercambio del Mar de Cortés depende de agua del Mar de Cortés y el Río Colorado. El Mar de Cortés como fuente de agua es más resiliente que una fuente de agua dulce, como el Río Colorado. Sin embargo, debido a que el concepto depende de intercambios o transferencias de agua del Río Colorado para lograr los beneficios, esos intercambios podrían peligrar por la sequía continua de la cuenca del Río Colorado relacionada con el cambio climático. En 2022, los embalses más grandes en el Río Colorado cayeron a valores bajos históricos y la BoR de EE. UU. ordenó a los estados del Río Colorado que reduzcan el uso total de agua en 2 a 4 millones de AF, aproximadamente un cuarto de todo el uso. Es posible que el

gobierno federal imponga cortes de emergencia en el uso del agua de California y esto podría limitar el agua disponible para los intercambios o las transferencias a Salton Sea (Oficina de Recuperación 2022).

Riesgos para la Infraestructura

El Concepto de Intercambio del Mar de Cortés requerirá una entrada dentro del Mar de Cortés e instalaciones en las cercanías del Mar de Cortés. Se necesitarán una planificación adecuada y un diseño conservador para confirmar que estas instalaciones puedan funcionar con el aumento continuo del nivel del mar. El concepto también dependerá de una entrada en Salton Sea. A medida que la evaporación aumenta, el escurrimiento de agua dulce a Salton Sea disminuye y los niveles de agua en el lago cambian, por lo que la entrada para la planta de desalinización de recuperación no funcionará adecuadamente. Nuevamente, una planificación y un diseño adecuados podrían limitar los riesgos para esta infraestructura. La tubería de transporte entre la planta de desalinización de agua de mar y Salton Sea atravesará varios cauces secos del desierto. Eventos de lluvia más extremos, que si bien son menos frecuentes, podrían provocar la erosión y exposición de secciones de la tubería de transporte. La alineación y profundidad de la tubería final, así como el revestimiento de la tubería, podrían limitar el riesgo de daños en la tubería a causa de tormentas.

5.2.4 Plazos

5.2.4.1 *Plazos de Planificación y Obtención de Permisos*

La Figura 5-2 a continuación ilustra los plazos previstos de planificación y obtención de permisos necesarios para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés. Como se muestra, se estima que llevará aproximadamente 13 años, en ausencia de litigio, antes de que este plan esté listo para comenzar su construcción. Para completar el diseño y obtener los permisos necesarios, se supone que cada instalación principal tiene su propio equipo de diseño, la tubería de transporte se divide en cinco paquetes por separado y el diseño de cada segmento de la tubería se realiza de manera simultánea.

5.2.4.2 *Plazos de Construcción*

La Tabla 5-3 a continuación brinda información sobre los plazos estimados para la construcción y el inicio de la infraestructura necesaria para este concepto. El programa previsto de construcción para este concepto se muestra en la Figura 5-3. Como se muestra en la Tabla 5-3 y la Figura 5-3, el programa de construcción está dominado por los plazos necesarios para la Planta de Desalinización de Agua de Mar y el Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea. Se prevé que el programa de construcción general sea de 5 años. El programa de construcción en la Tabla 5-4 y la Figura 5-3 no considera retrasos relacionados con evitar impactos en especies especiales (p. ej., detener la construcción durante la temporada de anidación de las aves) ni supone limitaciones en la cantidad de uso de equipos de construcción o alteración permitida del suelo para evitar volúmenes excesivos de emisiones de la calidad del aire y generación de polvo durante la construcción.

5.2.4.3 *Plazos de Implementación General*

En total, en ausencia de litigio, se estima que las actividades de planificación llevarán aproximadamente 13 años. Se prevé que la construcción llevará aproximadamente 5 años. En total, se estima que el plazo del proyecto, desde la obtención de permisos y el diseño hasta la finalización de la construcción, llevará alrededor de 18 años.

Tabla 5-3: Suposiciones de Plazos para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Infraestructura Necesaria	Suposiciones de Plazos
Entrada de Agua de Mar de 200 MGD	Se supone que la construcción de la Entrada de Agua de Mar se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés de 200 MGD	Se supone que esta estación de bombeo llevaría aproximadamente 18 meses y se construiría simultáneamente con la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Planta de Desalinización de Agua de Mar de 100 MGD	La mayor planta de desalinización de RO existente es la Planta de Desalinización de Sorek en Tel Aviv, Israel. Tiene una capacidad de aproximadamente 140 MGD y tuvo un plazo de construcción de aproximadamente 30 meses. A los fines de este análisis, se supone que la construcción de una planta de 100 MGD llevará aproximadamente 36 meses o aproximadamente 3 años.
Descarga de Salmuera del Mar de Cortés	Se supone que la construcción de la Descarga de Salmuera del Mar de Cortés se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea	Esto consiste en 230 millas de una tubería de acero de 70 pulgadas instalada mediante la excavación de zanjas. Se estima que la construcción de la tubería llevará aproximadamente 4 años.
Estación de Bombeo de Refuerzo de 100 MGD	Se supone que la construcción de la Estación de Bombeo de Refuerzo se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Planta de Desalinización de Recuperación de 100 MGD	No se identificaron plantas de desalinización de agua superficial comparables de este tamaño dentro de California. Sin embargo, se supone que este programa de construcción será similar al de la Planta de Desalinización de Sorek, aproximadamente 3 años. Se supone que esta construcción se podría realizar simultáneamente con la Planta de Desalinización de Agua de Mar.
Entrada de Salton Sea	Se supone que esta entrada se construirá simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y llevará entre 16 y 24 meses.
Tubería de Retorno a Salton Sea	Se supone que esta tubería de retorno se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y la tubería de Entrada de Salton Sea, y llevará entre 16 y 24 meses.

Infraestructura Necesaria	Suposiciones de Plazos
Estanques de Evaporación	No se identificaron estanques de evaporación comparables dentro de California. El plazo de construcción necesario para los estanques de evaporación se basa en el tiempo estimado necesario para la excavación. Con varios grupos trabajando, se supone que los estanques de evaporación se podrían construir simultáneamente con la Planta de Desalinización de Recuperación.

5.3 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación

Existen varios desafíos en términos de construcción y operación para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, según se describe a continuación. Sin embargo, si bien no son insuperables, estos desafíos agregan la necesidad de un diseño cuidadoso, contribuyen al costo del proyecto y extienden el plazo necesario para la implementación. Como se describe a continuación:

- Las instalaciones estarán en un área sísmicamente activa y en áreas propensas a la licuefacción. Debido al riesgo sísmico, las áreas cercanas al Golfo de California podrían requerir soporte en cimientos profundos.
- Las instalaciones estarán en áreas con suelos corrosivos.
- La Construcción del Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea cruzará áreas rocosas y podría requerir el uso de explosivos. Debido a ordenanzas locales y hábitats sensibles, el uso de un programa de explosivos puede ser indeseable.
- La necesidad de explosivos así como la profundidad y el ancho de las zanjas para el Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea introduce problemas de seguridad de los trabajadores.
- La construcción del proyecto generará grandes volúmenes de tierra para desechar.
- La construcción del proyecto requerirá trabajadores calificados por un período extendido y esto podría requerir que los trabajadores se trasladen desde otras áreas y/o que se establezcan comunidades temporales.
- La operación del proyecto generará grandes cantidades de sal de salmuera que se deberán desechar.
- La operación del proyecto requerirá trabajadores calificados que posiblemente no estén presentes en las comunidades actuales y requerirá el reclutamiento/establecimiento de estos trabajadores desde otras áreas.

Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Definición del Proyecto y Diseño Preliminar													
Aprobación del Concepto de la IBWC													
Revisión de la Ley de Calidad Ambiental de California													
California Aprueba el Proyecto, Asigna Fondos													
Ley Nacional de Política Ambiental													
Evaluación del Impacto Ambiental (México)													
Instalaciones Internacionales/en México													
Estudios Especiales del Diseño													
50% del Diseño													
Aprobación del Diseño, O&M y Costos de la IBWC													
90% del Diseño													
Permisos Obtenidos Durante el Diseño													
Aprobación de la Construcción y Partición de Costos de la IBWC													
Instalaciones de Salton Sea													
Estudios Especiales del Diseño													
50% del Diseño													
90% del Diseño													
Permisos Obtenidos Durante el Diseño													

Figura 5-2: Plazos Estimados de Obtención de Permisos y Planificación: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Tarea	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Aprobación de la Construcción y Partición de Costos de la IBWC											
Entrada de Agua de Mar											
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés											
Planta de Desalinización de Agua de Mar											
Descarga de Salmuera del Mar de Cortés											
Estación de Bombeo de Transporte											
Estación de Bombeo de Refuerzo											
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea											
Plantas Eléctricas											
Inicio de Instalaciones dentro de México											
Planta de Desalinización de Recuperación											
Entrada de Salton Sea											
Tubería de Retorno a Salton Sea											
Estanques de Evaporación											
Inicio de Instalaciones dentro de California											

Figura 5-3: Plazos Estimados de Construcción: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

5.3.1 Condiciones Geotécnicas

A los fines de establecer una comprensión general de las condiciones geotécnicas en torno a las plantas de desalinización propuestas y a lo largo de la alineación propuesta de la tubería de transporte, el equipo de apoyo, bajo la dirección del Panel, revisó cinco (5) cartas e informes geotécnicos y geológicos de referencia sobre el suelo y las condiciones geológicas dentro del área entre la presa de Morelos (EE. UU.) y Puerto Lobos (México) desde 1984 hasta 2021.

Todas las referencias se presentan a continuación. El equipo de apoyo también revisó los mapas topográficos y geológicos disponibles así como las imágenes y fotografías satelitales para realizar una evaluación adicional de las condiciones del lugar de la planta propuesta y la alineación de la tubería.

Los documentos históricos revisados como parte de esta evaluación se presentan a continuación:

- United States Department of the Interior Geologic Survey, Geotechnical Investigation of Liquefaction Sites, Imperial Valley, California, 1984
- Mueller, K and Rockwell, T., Late Quaternary Activity of the Laguna Salada fault in northern Baja California, Mexico, 1995
- Lancaster, Nicolas., Origin of Gran Desierto Sand Sea, Sonora, Mexico, Evidence for Dune Morphology and Sediments, enero de 1995
- Alles, David L., Geology of the Salton Trough, Western Washington University, 28 de noviembre de 2011
- Sanchez, Rosario, Rodriguez, Laura, Transboundary Aquifers between Baja California, Sonora and Chihuahua, Mexico, and California, Arizona and New Mexico, United States: Identification and Categorization, 2021

La revisión de los informes y los mapas completados anteriormente brindó una comprensión general de las condiciones subterráneas en las cercanías de la nueva planta de desalinización al norte de Puerto Lobos, México, y a lo largo de la alineación de la tubería de 70 pulgadas de diámetro a la presa de Morelos en la frontera de EE. UU.-México.

Para reflejar de manera más precisa las condiciones que posiblemente se encontrarán durante la instalación del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, el equipo de apoyo se centró en los elementos técnicos de los documentos y los informes antes presentados, manteniendo una conexión con la demás información disponible (de trabajos disponibles públicamente en EE. UU.) donde se preveía que los trabajos de construcción subterránea estarían ubicados en áreas geológicas similares.

Cabe destacar que no había planes/especificaciones de diseño final ni planos/informes de la construcción finalizada de los proyectos de referencia disponibles para su revisión al momento de este informe. Toda la información geotécnica y geológica revisada se relaciona con los

datos recopilados en la región general del proyecto propuesto y no se considera que esté dentro de una posición conocida exacta de ninguna estructura o alineación de tubería.

5.3.1.1 *Condiciones Geológicas - Puerto Lobos, México, para la Presa de Morelos, EE. UU./México*

El lugar del proyecto está ubicado en la parte inferior de la provincia fisiográfica de Salton Trough. Salton Trough es una depresión estructural topográfica y geológica provocada por una falla regional a gran escala. La depresión está unida al noreste por la falla de San Andrés y las montañas Chocolate y al sudoeste por las Cordilleras Peninsulares y la Zona de la Falla de San Jacinto. Salton Trough representa la extensión norte del Golfo de California que contiene sedimentos marinos y no marinos depositados desde la era geológica del Mioceno. La actividad tectónica que formó la depresión continúa siendo alta según se evidencia por los depósitos de sedimentos jóvenes deformados y los altos niveles de sismicidad. Como se puede observar en la Figura 5-4 a continuación, la alineación (es decir, la línea roja) pasa a través de varias formaciones geológicas desde Puerto Lobos, México, hasta la presa de Morelos. Hay tres principales formaciones geológicas (de sur a norte):

- Formación eólica (el desierto de Sonora y la Reserva de la Biosfera, El Pinacate);
- Formación Canebrake (cerca de la base de la meseta de Sonora); y
- Depósitos Aluviales y Depósitos Lacustres (cerca de la frontera de EE. UU.-México).

Formación eólica (el desierto de Sonora y la Reserva de la Biosfera, El Pinacate)

Los accidentes geográficos eólicos son formados por el viento y crean varias características distintivas, a través de la erosión y la sedimentación, lo que incluye:

- Dunas de Arena
- Depresiones Erosionales
- Depósitos Loéssicos
- Pavimento Desértico

Las características comunes de estos entornos son vegetación escasa o nula, la presencia de un sedimento delgado (arcilla, limo y arena) y fuertes vientos. Los procesos eólicos son responsables de la emisión y/o la movilización de polvo y la formación de áreas de dunas de arena. Dependen en gran medida de otros agentes geológicos, como ríos, glaciares y olas, para el suministro de sedimentos para su transporte.

En el desierto de Sonora, las partículas acarreadas por el viento pueden deslizarse (rodar) por la superficie hasta que se asientan debido a la pérdida de velocidad, saltar de un punto a otro, o permanecer suspendidas completamente en el aire (polvo de partículas finas). Una vez que comienza el transporte de los sedimentos, este continúa por gravedad e impulso.

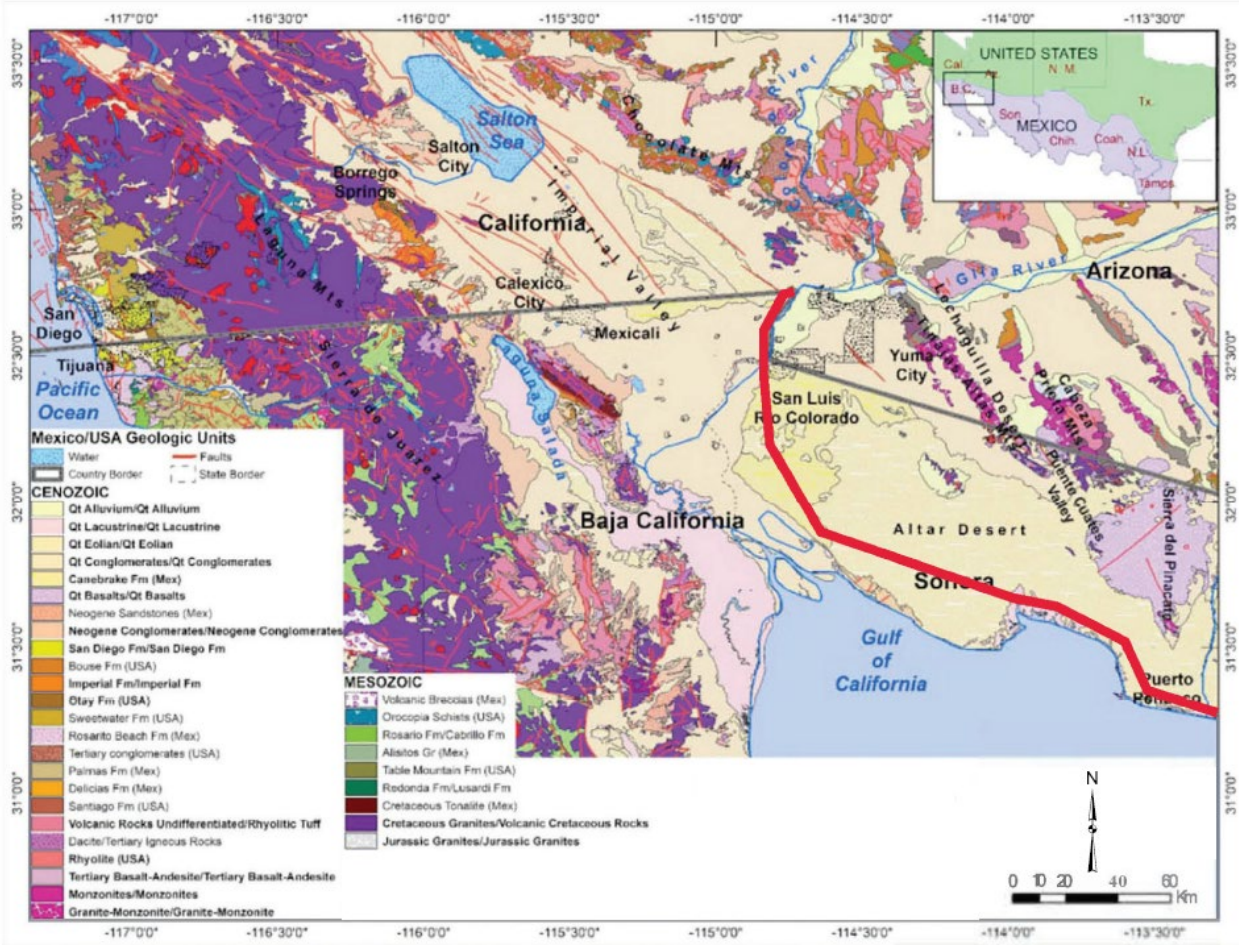


Figura 5-4: Alineación Aproximada del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés en el Mapa Geológico de México/EE. UU.

Los accidentes geográficos por deposición (p. ej., las dunas) se crean cuando la arena se traslada y crea una condición donde el viento atrapa las partículas que finalmente brindan resistencia gravitacional adecuada para continuar su movimiento. Estas áreas de deposición tienden a ser ligeramente más gruesas que las áreas erosionales y están sueltas cerca de la superficie hasta unos pocos metros por debajo de la superficie.

Los accidentes geográficos erosionales crecen cuando se retira mayor cantidad de sedimento de un área más rápido de lo que se deposita. Estos se esparcen en superficies endurecidas, azotadas por el viento. Las áreas erosionales tienden a tener perfiles de suelo ligeramente más delgados que las áreas de deposición y están sueltas inmediatamente cerca de la superficie; sin embargo, bajo el delgado revestimiento del suelo generalmente hay arena y rocas duras y cementadas (p. ej., una depresión erosional).

Formación Canebrake (parte de Palm Spring Group) - cerca de la base de la meseta de Sonora

Los sedimentos de Palm Spring consisten en arenisca, limolita y arcillocita de color marrón oscuro, con contacto gradacional lineal de grano grueso con la Formación Canebrake. El conglomerado Canebrake incluye facies de conglomerados marginales gruesos de la formación de Palm Spring. Finas vetas de conglomerado de guijarro se intercalan con la parte oeste de la exposición y generalmente gravitan hacia los sedimentos típicos de Canebrake, pero también se presentan como lentes completamente dentro de la formación de Palm Spring. Cabe destacar que la formación de Palm Spring está intensamente plegada y, por lo tanto, se debe prever la heterogeneidad de los sedimentos (como se indica en el presente) a lo largo de la mayoría de las vías lineales superficiales (es decir, es muy probable que las excavaciones en una alineación lineal dentro de este estrato varíen de arenisca a limolita a conglomerado a arenisca, etc.).

Se prevé que los materiales meteorizados en la superficie inmediata serán mayormente de grano grueso y de densidad mediana a baja. Al extenderse con mayor profundidad en el perfil del suelo subterráneo, probablemente se encontrarán capas de suelo denso menos meteorizadas y roca descompuesta. Los lechos de roca conglomerados tienden a variar de blandos a duros, según el grado de meteorización y la descomposición de la cementación entre las partículas dentro de la estructura de roca sedimentaria.

Depósitos de la Era Cuaternaria - Depósitos Aluviales y Lacustres (parte del Valle de Imperial) - cerca de la Frontera de México-EE. UU.

Los depósitos clásticos de la Era Cuaternaria se encuentran en el Valle de Imperial en las partes inferiores de las laderas y en los valles más abiertos. Estos depósitos recientes del lago del Holoceno incluyen limo, arcilla, arena asentada en los lagos y en sus costas, aluvión (en valles), fanglomerado, talud y otros materiales derivados a nivel local que se han transportado por cortas distancias (desde las laderas de la montaña). Los sedimentos de escurrimiento que se desprenden como abanicos aluviales son comunes. Según la profundidad de la estratificación de los sedimentos, los minerales de la superficie tienden a estar sueltos mientras que los suelos subyacentes pueden ser más compactos debido a las presiones de sobrecarga de la continua construcción del suelo a lo largo del tiempo.

Las características comunes son un sedimento (arcilla, limo y arena) plano, delgado, cubierto con escasa vegetación y condiciones ventosas. Son similares a un tipo de ambiente eólico, aunque en lugar de que el viento mueva las partículas del suelo, los sistemas aluviales se crean donde las partículas se mueven en un ambiente lleno de agua y flotan sobre la superficie hasta que se asientan por la pérdida de velocidad.

Los depósitos (recientes) del lago del Pleistoceno tardío al Holoceno derivan de inundaciones periódicas del Río Colorado, lo que formó un lago de agua dulce (Lago Cahuilla) de manera intermitente. Los depósitos lacustres consisten en interlechos de limo lenticular y tabular, arena y arcilla que se formaron a partir de depósitos del lago, y tienden a ser más estratificados y pueden alcanzar mayor compactación a medida que más materiales forman una sobrecarga y

llevan partículas hacia la disposición más densa. Los depósitos más antiguos de sedimentos no marinos y marinos del Mioceno al Pleistoceno se depositaron durante las intrusiones del Golfo de California.

El perfil típico del suelo dentro de esta unidad geológica incluye interlechos de limo y arena de densidad firme, así como arcillas rígidas de diversa expansividad. Las arcillas nativas pueden exhibir un potencial bajo a alto de contracción/expansión. Existe una variación considerable de los suelos en estos tipos de estratos geológicos, ya que los suelos se forman a partir de sedimentos y aluvión de origen mixto (desbordamientos del Río Colorado y sedimentos del lago de agua dulce).

Condiciones Estimadas/Previstas del Suelo y el Lecho de Roca a lo Largo de la Alineación del Transporte

En función de las evaluaciones que se revisaron en los materiales de referencia, se desarrolló una comprensión general de los materiales para el alcance lineal de la alineación del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, según se resume a continuación. En función de los datos, los siguientes estratos subterráneos generalizados se encuentran debajo del área del proyecto del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés hasta las profundidades, según se supone a partir de la bibliografía.

Tabla 5-4: Condiciones Previstas del Suelo y el Lecho de Roca para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Tipo de Sedimento	Lugar	Características
Formación Eólica Arena (desierto de Sonora)	Desde la superficie del suelo hasta la posible profundidad de la tubería (es decir, unos 10 pies bgs) En la Planta de Desalinización y a lo largo de aproximadamente 175 millas de la alineación de la tubería.	Arena limosa (SM) fina a gruesa de color marrón claro a marrón que contiene distintas cantidades de fragmentos de roca de arenisca para interlechos de arenas y areniscas cementadas; densidad baja a media en las partes del perfil de arena más profunda y gruesa (dunas de deposición), densidad media a densa en las secciones del perfil de suelo más delgado (depresiones erosionales).

Formación Canebrake (Palm Springs Group) Roca de Conglomerado	Desde la superficie del suelo hasta la posible profundidad de la tubería (es decir, unos 10 pies bgs) A lo largo de aproximadamente 40 millas de la alineación de la tubería.	Roca meteorizada de conglomerado/lecho de roca de conglomerado de color marrón y gris, matriz de grano medio a grueso, densidad posiblemente baja en zonas altamente meteorizadas cerca de la superficie; densidad compacta a muy compacta en la profundidad (Nota: Según la profundidad de la sobrecarga del suelo, se puede encontrar un lecho de roca más dura/intacta dentro de la profundidad de excavación prevista).
Depósitos Aluviales y Lacustres (Formación del Valle de Imperial) cerca de la Frontera de México-EE. UU.	Desde la superficie del suelo hasta la posible profundidad de la tubería (es decir, unos 10 pies bgs) A lo largo de aproximadamente 35 millas de la alineación de la tubería.	Arcilla limosa (CL) y arcilla (CH) a limo arcilloso (ML) de color marrón y marrón oscuro con distintas cantidades de arena y grava, matriz de grano fino con leves variaciones de partículas de grano grueso, alta corrosividad y potencial de contracción/expansión, densidad compacta a muy compacta

5.3.1.2 *Peligros Geológicos*

Licuefacción

La licuefacción puede ser un problema donde los suelos están saturados (es decir, en áreas de mayor agua subterránea). La licuefacción ocurre en suelos granulares (p. ej., como aquellos en un entorno de formación eólica) por debajo de la capa freática cuando esos suelos están sujetos a vibraciones como las que generan los terremotos. La presión de poros aumenta como resultado de las vibraciones y permite que las partículas del suelo se reacomoden, reduciendo así su volumen (es decir, provoca asentamiento). El área más probable para este problema sería el área de la nueva planta de desalinización cerca de la costa con el Golfo de California y la alineación de la tubería que se establece cerca de cuerpos de agua. Sin embargo, la licuefacción no se limita solo a estas áreas. Podría suceder en cualquier lugar donde haya mayor agua subterránea y existan suelos de grano grueso y baja densidad.

Suelos Expansivos

Los suelos en la parte lacustre de la alineación son potencialmente propensos a la expansión (es decir, contracción/expansión). Por lo general, estos tipos de suelos de arcilla se consideran

sensibles a condiciones húmedas y secas, y tienen un cambio de volumen asociado a esas variaciones en el contenido de humedad. Se deben considerar la toma de muestras específicas del lugar y su evaluación durante la fase de diseño junto con las medidas de potencial de mitigación proporcionadas por el ingeniero geotécnico.

Suelos Corrosivos

Los suelos lacustres son propensos a ser corrosivos. Durante la fase de diseño, el ingeniero geotécnico debe proporcionar medidas preventivas que sean específicas del sistema que se construirá. Existen varios métodos para abordar las condiciones de suelos corrosivos y las seleccionadas deben ser específicas para los materiales que se utilizarán.

Peligros Sísmicos

El lugar del proyecto está ubicado, principalmente, en Salton Trough (un área sísmicamente activa en el Valle de Imperial con numerosas fallas asociadas al sistema de fallas de San Andrés). Toda la provincia hacia el noroeste se caracteriza por una tendencia paralela a la de la falla de San Andrés. Si bien existen algunos conflictos en este patrón en el extremo norte de la provincia, en la parte central del Valle de Imperial hay una linealidad y un paralelismo notables en las fallas más al sur de la zona de San Jacinto, lo que incluye las montañas Superstition, las sierras Superstition y las fallas de Imperial.

Aunque la principal falla de San Andrés corre al oeste de la nueva planta y la alineación de la tubería, esto no libera a la tubería de los efectos de esta área con gran actividad sísmica. Se requerirá un análisis sísmico completo al momento del diseño inicial para diseñar de manera precisa los sistemas planificados.

5.3.1.3 *Consideraciones de Ingeniería Geotécnica*

Características de la Excavación

El resultado de la revisión y la evaluación indica que por debajo del lugar del proyecto existen distintas formaciones geológicas y materiales, según se indica en la sección anterior. Se prevé que en la excavación de los suelos de sobrecarga, se encontrará principalmente arena (en la secciones eólicas y de Canebrake en las partes sur y medias de la alineación), y principalmente limos y arcillas (en la sección lacustre en la parte norte). Además, por lo general, se puede esperar que las excavaciones dentro de las partes sur y media de la alineación (en especial aquellas áreas de depresiones erosionales) se completen con equipos de excavación industriales y equipos de perforación en buenas condiciones operativas. Sin embargo, se deben prever las zonas que contienen roca más resistente y menos meteorizada. La excavación en tales materiales puede necesitar actividades pesadas de corte, rotura de rocas o extracción.

Según la dureza general de los materiales subyacentes en función de los resultados de futuros estudios geotécnicos, puede ser conveniente establecer un programa de explosivos previos a la excavación en las áreas donde se prevén materiales más duros a fin de mantener un programa positivo del proyecto. Sin embargo, dada la estrecha tubería que se instalará, estas recomendaciones se deben volver a evaluar al momento del estudio geotécnico de la alineación final. Además, debido a ordenanzas locales y hábitats sensibles, se puede limitar/restringir el uso de un programa de explosivos; por lo tanto, esto se debe revisar adicionalmente como parte de cualquier futura evaluación de obtención de permisos que se realice antes de suponer la autorización del uso de explosivos.

Excavaciones Temporales

El consultor geotécnico debe evaluar las clasificaciones del suelo y el desempeño de la excavación en el campo de acuerdo con las reglamentaciones aplicables. Las excavaciones temporales se deben construir de acuerdo con las recomendaciones aplicables. Para las zanjas u otras excavaciones, se deben cumplir los requerimientos sobre seguridad del personal utilizando el apuntalamiento adecuado (incluidos cajones de zanjas) o reclinando las pendientes en función de los tipos de suelos encontrados. Como mínimo, hasta que un ingeniero geotécnico licenciado evalúe lo contrario, las excavaciones a cielo abierto deben considerar inclinaciones de no menos de 1H:1V y pueden ser necesarias pendientes más planas o apuntalamiento temporal según la presencia de suelos de baja densidad. Debido a los distintos niveles de agua subterránea a lo largo de la alineación, es probable que las excavaciones temporales que encuentren filtraciones requieran apuntalamiento. Las excavaciones que encuentren filtraciones se deben evaluar según cada caso individual. Actualmente, no hay información suficiente para determinar la longitud aproximada de la excavación de la tubería que podría requerir apuntalamiento.

Entibación

En las áreas de suelos de baja densidad y/o presencia de filtraciones de agua subterránea, es probable que se requiera un sistema de apuntalamiento para estabilizar las paredes laterales de la excavación durante la construcción. Se prevé que los sistemas de apuntalamiento se construirán a través de los suelos superiores de baja densidad hasta los materiales subyacentes de suelo/roca firme. El sistema de apuntalamiento se debe diseñar utilizando la magnitud y la distribución de las presiones laterales del terreno que se determinarán al momento del diseño final tanto para el apuntalamiento de refuerzo como para el apuntalamiento voladizo.

Se prevé que se encuentren restos de roca menos meteorizada/intacta en los materiales subterráneos. Por lo tanto, como se observa anteriormente, se prevé que estos materiales sean difíciles de excavar. Se puede considerar el uso de sistemas de apuntalamiento temporal, como cajones de zanja, sistemas de guías de deslizamiento, etc.; sin embargo, el uso y la recomendación final de estos tipos de sistemas es una decisión del ingeniero geotécnico de registro.

Los análisis sobre apuntalamiento que se presentan en este informe son con fines de viabilidad preliminar y el ingeniero geotécnico y el contratista deben evaluar los parámetros del diseño por sus propios medios y hacer las consideraciones adecuadas para su diseño. Sobre todo, el contratista debe tomar las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores. Se deben cumplir los requerimientos de la OSHA con respecto a la seguridad de los trabajadores.

Drenaje de la Construcción

Donde se encuentren condiciones de agua subterránea, filtraciones y/o agua suspendida, el ingeniero del contratista debe preparar medidas de drenaje, las cuales deben ser revisadas por el ingeniero del diseño. Las consideraciones para el drenaje de la construcción deben incluir la previsión de disminución del nivel del agua, el bombeo de suelos, el volumen de bombeo, el potencial de asentamiento y la descarga de agua subterránea. La eliminación de agua subterránea se debe realizar de acuerdo con las pautas del ente gubernamental de supervisión.

Los niveles de agua subterránea pueden fluctuar con las precipitaciones, el riego de propiedades adyacentes, el drenaje, etc. Los niveles de agua subterránea que se analizan en el presente no se deben interpretar como una representación precisa ni una condición específica dentro del área de la planta de desalinización y/o junto a la alineación de la tubería propuesta.

5.3.1.4 *Cimientos, Movimiento de Tierra y Posibles Costos*

Sin información detallada sobre el tamaño de la planta de desalinización, la profundidad de la tubería y las necesidades de la estación de bombeo para transportar el agua por las 230 millas, el análisis sobre los cimientos y el movimiento de tierra se debe limitar a una descripción general de los posibles problemas.

Cimientos - Planta de Desalinización y Estaciones de Bombeo

Debido a las cargas estructurales, la actividad sísmica, la formación geológica en las cercanías y la proximidad al Golfo de California, es probable que la mayor parte de la planta de desalinización requiera soporte en cimientos profundos. Es probable que algunas de las unidades ligeramente cargadas (p. ej., estaciones de bombeo) se soporten sobre zapatas separadas de poca profundidad o una carpeta de cimentación, según las elevaciones finales, las cargas y las tolerancias estructurales. La decisión final sobre los cimientos que se utilizarán será tomada por el ingeniero geotécnico de registro en función de los datos específicos recopilados una vez que los elementos del diseño estén mejor definidos. Por lo tanto, en este momento, solo se pueden considerar los rangos de costos de orden de magnitud.

Movimiento de Tierra - Planta de Desalinización y Estaciones de Bombeo

A los fines de este escrito, se supuso que los volúmenes de corte/llenado para la Planta de Desalinización y las Estaciones de Bombeo asociadas son en cierto modo iguales (aunque, generalmente, las estaciones de bombeo producen más materiales de corte, ya que la mayoría de la unidad se encuentra por debajo de la superficie del suelo y los excesos de suelos se generan como parte de la construcción). Independientemente de esto, el movimiento de tierra para las unidades antes presentadas es muy pequeño en términos de volumen total del movimiento de tierra necesario para completar el trabajo de la tubería.

Movimiento de Tierra - Línea de Flotación Única Principal de 70 pulgadas

A los fines de este escrito, se supuso que la tubería se construirá a cielo abierto con pendientes laterales de 1V:1H para una profundidad de diseño que brinda 8 pies de cobertura de suelo sobre la tubería a fin de mantener uniforme las temperaturas en la tubería, tendrá 1 pie de lecho de tubería y se excavará con un mínimo de 2 pies de despeje en cada lado de la tubería. Por lo tanto, la profundidad total de la excavación para la tubería será de 16 pies bgs, tendrá 8 pies de ancho en el fondo de la zanja y 48 pies de ancho en la superficie del suelo.

Dado el escenario antes mencionado, se estima que se deberán extraer hasta aproximadamente 14.2 yardas cúbicas (cy) de suelo por pie de tubería (es decir, unas 75,100 cy/milla). La longitud total de la tubería es de 230 millas, por lo que se deberán excavar hasta unas 17,271,000 cy de suelo.

Nota: El uso de apuntalamiento estructural temporal puede reducir la cantidad de movimiento de tierra requerido para el movimiento; sin embargo, existen costos para el uso de las medidas de apuntalamiento temporal (p. ej., mano de obra, equipo y tiempo). El trabajo del diseño geotécnico final se debe centrar en brindar la información necesaria y seleccionar áreas para la instalación de la tubería donde el apuntalamiento probablemente sea más necesario.

También cabe destacar que los costos para el retiro de los materiales más duros (p. ej., alio, pavimento desértico, roca descompuesta/meteorizada, lecho de roca) serán más altos. Por lo tanto, se debe prever la excavación de estos materiales utilizando medios extraordinarios. Este material probablemente deberá ser retirado por grandes excavadoras o equipos de extracción. Se debe tener en cuenta que en cualquier ejercicio de estimación de costos del proyecto, se debe considerar la opción de explosivos previos a la excavación, si se permite.

5.3.1.5 *General*

Las conclusiones de esta sección geotécnica se basan en la revisión de los documentos proporcionados por otros. Se hizo el intento de determinar las contingencias normales, pero aún se mantiene la posibilidad de que puedan surgir condiciones imprevistas durante el diseño y la construcción. Se debe establecer un margen para tener en cuenta posibles costos adicionales.

Esta sección se elaboró de acuerdo con la práctica de ingeniería civil generalmente aceptada y no da garantía alguna, ya sea de manera explícita o implícita, sobre el asesoramiento profesional que se brinda en los términos de nuestro acuerdo y que se incluye en este memorando. Esta sección solo tiene fines informativos y no se debe considerar como parte de los documentos contractuales o cualquier tipo de diseño o inferencia de diseño. Las opiniones que se expresan en este memorando son las del ingeniero geotécnico profesional y representan una interpretación de los estándares reglamentarios, las propiedades de los materiales requeridos y las condiciones generales del suelo en función de la información pública disponible según los enfoques planificados.

Tras la selección de un concepto de alineación específico, se debe implementar un programa geotécnico por fases para definir mejor los suelos/lechos de roca que posiblemente se encontrarán durante la instalación para evaluar los requerimientos de diseño y los costos para las operaciones de instalación de la construcción. Este enfoque geotécnico por fases se debe considerar como parte del proceso progresivo por pasos hacia el desarrollo de un diseño final que incluya la selección de los lugares de las plantas de desalinización, la alineación de la tubería y cualquier otro elemento pertinente, como estaciones de bombeo, sistemas de soporte de la tubería de entrada/descarga y estanques de evaporación.

5.3.2 Disponibilidad de Personal Calificado

La construcción del proyecto generará gran cantidad de trabajos de construcción. La duración de la construcción (~9 años) significa que la fuerza laboral de la construcción deberá estar en el área durante un período prolongado. De manera similar al Concepto de Importación del Mar de Cortés, puede ser difícil atraer y retener al personal calificado necesario y quizá sea necesario brindar instalaciones temporales para alojar a los trabajadores.

Después de la construcción, la operación de la planta de desalinización de agua de mar y la estación de bombeo asociada requerirán una fuerza laboral calificada de aproximadamente 73

personas. Esta fuerza laboral sería adicional a los trabajadores necesarios para la planta de desalinización de la IBWC. Es poco probable que la fuerza laboral necesaria actualmente viva en el área y será necesario atraer a estos trabajadores de un área geográfica amplia y/o establecer la capacitación adecuada a fin de preparar a los trabajadores locales para esta oportunidad de empleo.

La necesidad de trabajadores calificados durante la construcción y la operación no hace que el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés sea inviable; sin embargo, agrega un elemento de incertidumbre y podría retrasar el inicio de la construcción y el proyecto.

5.4 Evaluación del Desempeño Técnico

5.4.1 Calidad del Agua

Como se describe en el Informe de Viabilidad, los criterios específicos con respecto a los cuales se debe medir el desempeño del proyecto en relación con la calidad del agua son los siguientes:

- Logra una salinidad favorable para el mayor rango de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad menor que 40,000 mg/l.
- Logra una salinidad que sustenta a peces, aves e invertebrados, con una salinidad menor que 60,000 mg/l.
- Logra una salinidad favorable para un grupo selecto de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad mayor que 60,000 mg/l, pero menor que 70,000 mg/l.

El modelo de salinidad mediante el SSAM se realizó suponiendo lo siguiente: (1) ninguna desalinización de recuperación y (2) una planta de desalinización de recuperación de 100 MGD para tratar el agua de Salton Sea. El modelo incluyó escenarios iniciales y supuso un aumento del 10% en los caudales base debido a la incertidumbre en las entradas proyectadas a largo plazo en Salton Sea. La salinidad del modelo representa una salinidad promedio basada en el equilibrio de sal y agua.

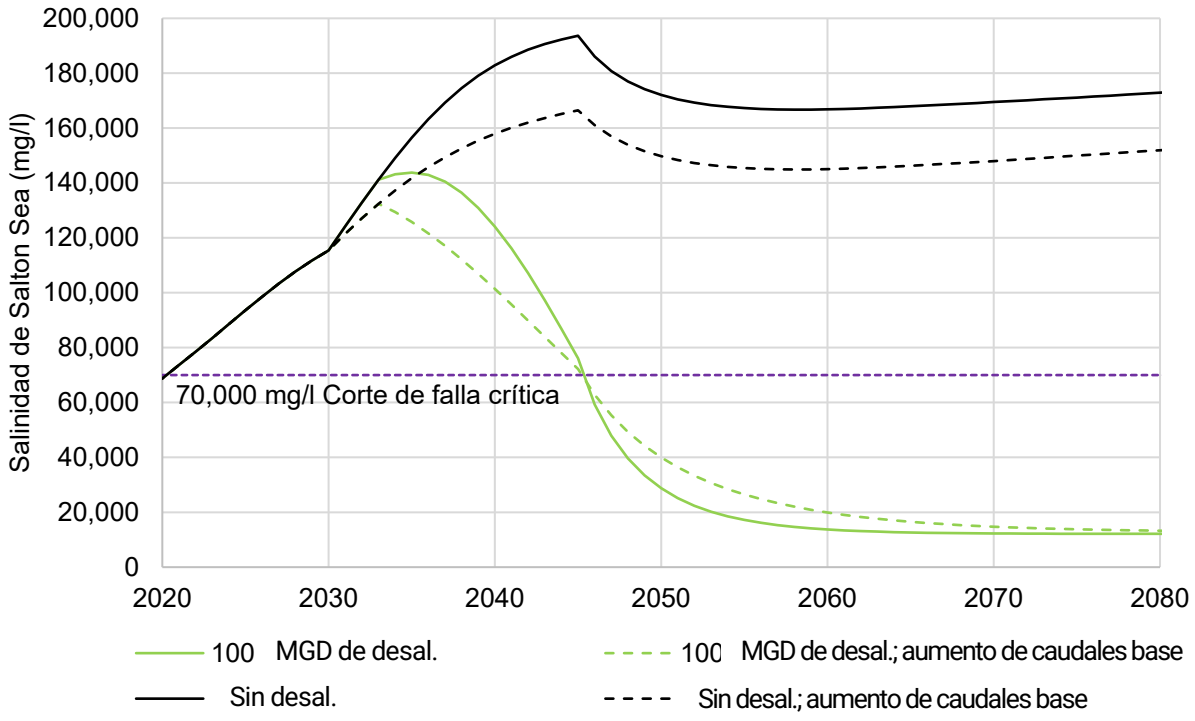


Figura 5-5: Salinidad promedio proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada desalinizada y sin desalinización adicional (negro), 100 MGD de desalinización (azul) en Salton Sea. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base.

La Figura 5-5 muestra que la planta de 100 MGD brindará una reducción de la salinidad inferior a 70,000 mg/l ya para 2045 y se reducirá a menos de 40,000 mg/l para 2048. Con décadas de condiciones hipersalinas, se requerirán iniciativas conjuntas para la reintroducción de especies y la restauración del ecosistema una vez que vuelva a ser favorable para una función ecológica mínima.

La generación de sal a partir de la planta de desalinización de recuperación antes analizada se muestra en la Figura 5-6.

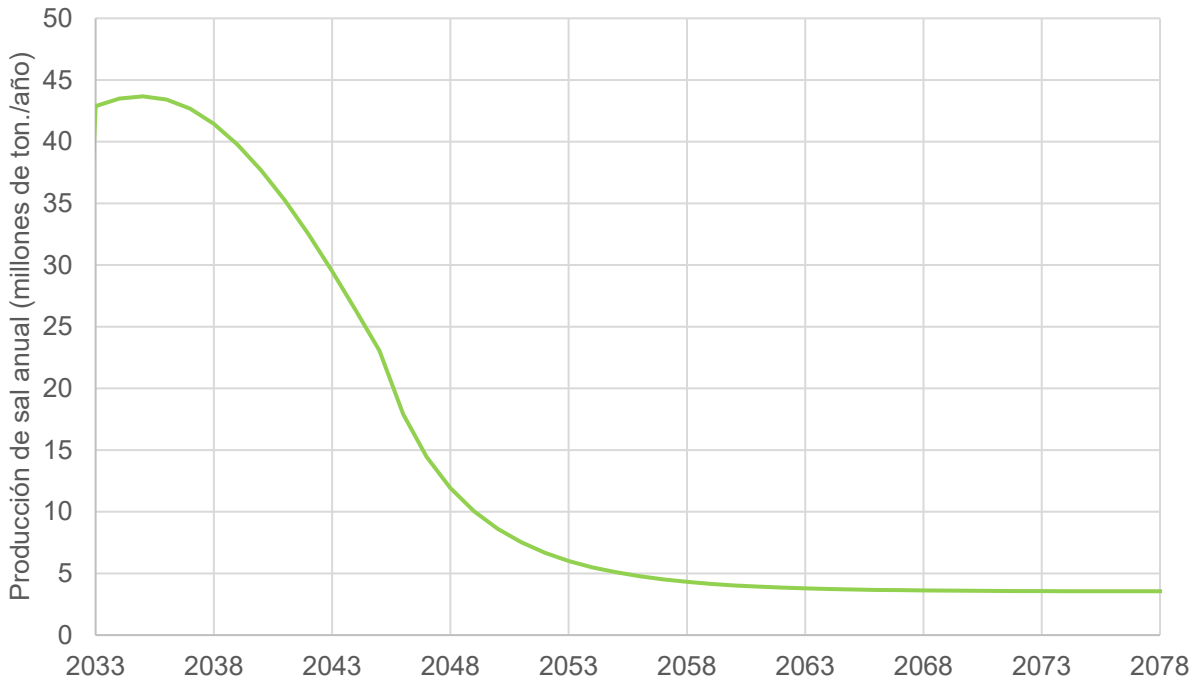


Figura 5-6: Producción de sal anual proyectada a partir de la planta de desalinización de recuperación propuesta de 100 MGD en Salton Sea.

Con un potencial de producción de sal que oscila entre 4 millones y 44 millones de toneladas por año, la gestión de sal será un componente crítico del éxito del proyecto.

Además de quitarla sal, es probable que la desalinización del agua de Salton Sea reduzca las concentraciones de metales pesados, selenio, nutrientes y pesticidas. Las tasas de eliminación dependerían del lugar de entrada de la planta de desalinización de recuperación, la eficacia de mezclado del agua desalinizada de Salton Sea y el agua importada, las concentraciones en las entradas existentes y la distribución de los contaminantes en la columna de agua y los sedimentos. Si bien estos factores evitan la cuantificación de las posibles tasas de eliminación de contaminantes de Salton Sea, el aumento en la desalinización de Salton Sea reducirá las concentraciones generales de estos contaminantes.

5.4.2 Cantidad de Agua

El Concepto de Intercambio del Mar de Cortés importará una cantidad anual de entre 90,000 y 112,000 AF, dependiendo de la tasa de recuperación de la Planta de Desalinización de Agua de Mar y del porcentaje del tiempo de operación de la planta de desalinización por año.

El modelo del SSAM proyectó que con este concepto, la elevación de la superficie del agua en Salton Sea continuaría disminuyendo a entre -255 y -261 pies msl.

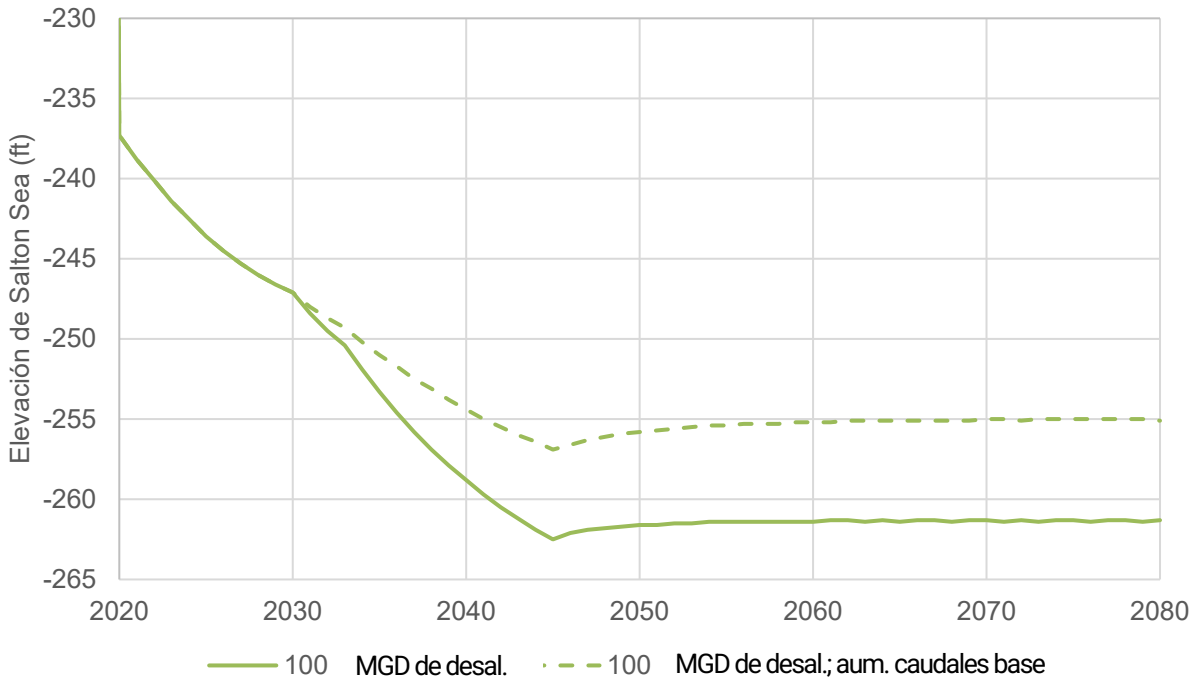


Figura 5-7: Elevación proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada según el Concepto de Intercambio Mar de Cortés (azul). Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base.

5.4.3 Exposición de la Playa

Una disminución en la elevación de Salton Sea tiene una correlación directa con la exposición de la playa y una disminución en la calidad del aire. El Concepto de Intercambio del Mar de Cortés podría resultar en 63,000 a 85,000 acres de playa expuesta adicional, lo que supera los valores en 2018. Los acres de exposición de la playa se podrían compensar por los 30,000 acres de recuperación de la playa propuestos como parte del SSMP. Se podría reducir aún más colocando los aproximadamente 22,500 acres de estanques de evaporación necesarios de manera tal que reduzcan la superficie de playa expuesta. Esto dejaría unos 30,000 acres de playa que necesitarían recuperación para regresar las condiciones a las aproximadas en 2018. Los costos del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés incluyen los costos necesarios para recuperar aproximadamente 30,000 acres de playa.

5.5 Estimación de Costos del Proyecto

Como se detalla en la Sección 2.2, la precisión de una estimación conceptual de Clase 5 es de -50% a +100%. Los subtotales en las tablas a continuación se han redondeado a los diez mil dólares más cercanos. La Tabla 5-5 resume la estimación de costos de capital, costos de planificación y obtención de permisos, costo de adquisición de tierra.

Además de las estimaciones del costo de capital, se desarrolló una estimación de costos anuales de operación y mantenimiento (O&M). Los costos anuales de O&M incluyen la mano de obra para operar las plantas de desalinización, la mano de obra para el mantenimiento de todas las plantas, los productos químicos de tratamiento y la electricidad para las estaciones de bombeo y las plantas de desalinización. Estos costos se resumen en la Tabla 5-6. La operación de los estanques de evaporación incluye la eliminación y el transporte de la sal de los estanques de evaporación asociados a la planta de desalinización de recuperación.

Finalmente, los costos del valor actual neto del ciclo de vida se evaluaron en la Tabla 5-7. Como se describe en la Sección 2.1.9, el cálculo consideró los costos iniciales, los costos de operación, supuso los costos de financiación y supuso una tasa de descuento. Los costos del valor actual neto también se generaron para los componentes de importación (ningún componente de desalinización de recuperación en Salton Sea) para generar un costo por AF de agua importada para el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés (suponiendo que la operación del proyecto sea del año 2045 al año 2078). El costo de importación suponiendo de 90,000 a 112,000 AFY de agua importada por la duración del proyecto es de $9,000-$11,300.

Tabla 5-5: Costos de Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Adquisición de Tierra: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Ítem de Costo	Unidad	Precio Unitario ($)	Cantidad	Total ($)
Entrada de Agua de Mar, 98 pulgadas, HDPE	LF	12,936	10,030	129,748,000
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés, 200 MGD	BHP	10,250	9,000	92,250,000
Planta de Desalinización de Agua de Mar (RO), Agua Producto de 100 MGD	LS	1,216,880,000	1	1,216,880,000
Descarga de Salmuera, 90.55 pulgadas, HDPE	LF	10,957	18,000	197,226,000
Estación de Bombeo de Transporte	BHP	10,250	26,900	275,725,000
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea, tubería de acero de 70 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	9,625	1,320,000	12,705,000,000
Turbinas Francis de 760 kW	LS	2,465,000	1	2,465,000
Estación de Bombeo de Refuerzo, 100 MGD	BHP	10,250	7,000	71,750,000
Tanque de Separación, 358 Mil Galones, 50' de diámetro	Galones	5	368,000	1,840,000
Estación de Bombeo de Salton Sea, 200 MGD	BHP	10,250	25,000	256,250,000
Entrada de Salton Sea, tubería de acero de 98 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	10,780	10,000	107,800,000
Planta de Desalinización de Recuperación (RO), 100 MGD	LS	1,216,880,000	1	1,216,880,000
Tubería de Retorno a Salton Sea, tubería de acero de 70 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	8,855	18,000	159,390,000
Tubería de Descarga de Salmuera, de acero de 70 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	8,855	48,840	432,478,000
Tratamiento y Transporte con Sistema de Alto Voltaje	LS	194,530,000	1	194,530,000
Costos de Recuperación de la Playa	Acres	25,000	30,000	750,000,000
Estanques de Evaporación con revestimiento y redes para aves (22,000 acres)	LS	5,784,030,000	1	5,784,030,000
Subtotal				**$23,594,240,000**
Movilización/Desmovilización		@4%		943,770,000
Bonos y Seguro		@4%		943,770,000
Impuestos		@8%		1,887,539,000
Gastos Generales y Ganancia		@15%		3,539,136,000
Contingencia		@30%		7,078,272,000
Subtotal de Construcción				**$37,986,730,000**
Estudios, Obtención de Permisos, Ingeniería Preliminar		@15%		3,539,136,000
Ingeniería/Diseño/CM		@15%		3,539,136,000
Subtotal de Planificación y Diseño				**$7,078,270,000**
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés y Lugar de Desalinización y Subestación	Acres	16,000	30	480,000
Servidumbre, tubería de transporte dentro de México	Acres	8,000	2,230	17,842,000
Lugar del Tanque de Separación	Acres	16,000	1	8,000
Estación de Bombeo de Salton Sea y Lugar de la Planta de Desalinización	Acres	16,000	15	240,000

Estanques de Evaporación	Acres	16,000	22,000	352,000,000
Subtotal de Tierras y Servidumbres				**$370,570,000**
Total Estimado de Costos Iniciales				**$45,435,570,000**
Rango de Costo Conceptual (-50% a +100%)		**$22,717,790,000**	**a**	**$90,871,140,000**

Tabla 5-6: Costos Anuales de O&M: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Ítem	Costo (USD)	*Notas*
Planta de Desalinización de Agua de Mar (100 MGD), Entrada y Descarga		
Energía	83,905,000	1
Productos Químicos	19,183,000	2
Mantenimiento y Materiales	2,253,000	2
Mano de Obra	18,373,000	3
Reemplazo	12,169,000	2
Contingencia de O&M	55,911,000	4
Subtotal	*191,790,000*	
Estación de Bombeo de Entrada del Mar de Cortés		
Energía	12,614,000	1
O&M (4% del costo de capital)	3,690,000	5
Subtotal	*16,300,000*	
Estación de Bombeo de Transporte		
Energía	163,260,000	1
O&M (4% del costo de capital)	11,029,000	5
Subtotal	*174,290,000*	
Transporte del Mar de Cortés a Salton Sea		
O&M (1.5% del costo de capital)	190,575,000	6
Subtotal	*190,580,000*	
Turbinas de Recuperación de Energía		
O&M (4% del costo de capital)	99,000	5
Energía Recuperada, 6,657,600 kWh @$0.19/kWh	(1,265,000)	
Subtotal	*(1,170,000)*	
Estación de Bombeo de Refuerzo		
Energía	6,953,000	1
O&M (4% del costo de capital)	2,870,000	5
Subtotal	*9,820,000*	
Tanque de Separación		
O&M (4% del costo de capital)	70,000	5
Subtotal	*70,000*	
Planta de Desalinización de Recuperación (100 MGD) y Entrada		
Energía	83,905,000	7
Productos Químicos	19,183,000	2
Mantenimiento y Materiales	2,253,000	2
Mano de Obra	18,373,000	3
Reemplazo	12,169,000	2
Contingencia de O&M	55,911,000	4
Subtotal	*191,790,000*	
Estación de Bombeo de Salton Sea		
Energía	163,260,000	1
O&M (4% del costo de capital)	11,029,000	5
Subtotal	*174,290,000*	

Estanques de Evaporación		
O&M (36% del costo de capital)	2,082,250,000	8
Subtotal	*2,082,250,000*	
Total	**$3,030,010,000**	

1. $0.162/kWh Costo promedio, en USD; precio comercial por kWh en México. Informado hasta diciembre de 2021. https://www.globalpetrolprices.com/Mexico/electricity_prices
2. Estimado, ajustado a partir de la planta de RO de 80 MGD.
3. Supone 73 Equivalentes de Tiempo Completo a $121/h
4. Se supone como el 10% de los costos de energía, productos químicos, mantenimiento y reemplazo.
5. Se supone como el 4% del costo de capital.
6. Se supone como el 1.5% del costo de capital.
7. $0.19/kWh. Costo promedio del Pacífico de Estados Unidos, mayo de 2022. Oficina de Estadísticas Laborales www.bls.gov/regions/midwest/data/AverageEnergyPrices_SelectedAreas_Table.htm
8. Se supone como el 36% del costo de capital, congruente con el *Estudio Binacional de Oportunidades de Desalinización de Agua en el Mar de Cortés, TM2: Tecnologías de Desalinización y Opciones de Gestión de la Salmuera*.

Tabla 5-7: Cálculo del Valor Actual Neto: Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

Información del Programa			
Año Base:	2022	**Construcción:**	Años 14-18
Estudio/Diseño/Aprobación:	Años 1-13	**Operación del Proyecto:**	Años 19-56
Reembolso de Bonos	Años 1-31		
Información de Costos			
Costos Iniciales (USD)	$45.4 B	**Costos Anuales (USD)[1]:**	2.4 B-3.0 B
Tasa de Interés Supuesta:	4.00%	**Tasa de Descuento Supuesta:**	3.00%
Estimación de Valor Actual Neto 2078 (todos los costos)			
$102.1 B			
Estimación del Valor Actual Neto 2078 (solo costos de agua importada)			
$38.5 B			
Valor Actual Por AF (solo costos de agua importada, supone una importación de 112,000 AFY)			
$9,000			

1. Los costos anuales de O&M variarán según las plantas que estén operando.

Existe el potencial de reducir la producción de la planta de desalinización de recuperación una vez alcanzada la salinidad deseada de Salton Sea, como de 40,000 mg/l, según se analiza en el EIR Programático (Departamento de Recursos de Agua de California 2007). Para evaluar el impacto en el costo del proyecto, se investigó una reducción del 50% en los costos de O&M asociados a la planta de desalinización de recuperación después del año 2048, sin cambio en el costo de capital. La reducción resultante en el valor actual neto fue de hasta el 12%, un potencial de ahorro significativo, pero ampliamente dentro del rango de incertidumbre de la estimación de costos.

5.6 Análisis de Beneficios

La Sección 4.6 anterior incluye un análisis sobre la revitalización económica, los servicios del ecosistema y los beneficios para la calidad del aire y la salud humana que podrían existir con la

implementación de los conceptos de importación de agua. El análisis de la Sección 4.6, específico para el segundo escenario de importación de agua, es aplicable al Concepto de Intercambio de Agua.

Tabla 5-8: Beneficios Estimados del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés

	Rango de Beneficios	
Categoría de Beneficios	*Bajo*	*Alto*
Revitalización Económica		
Turismo y recreación	$1.4 B	$4.1 B
Desarrollo inmobiliario	$540 M	$1.6 B
Impuesto a la propiedad	$32 M	$95 M
Valor de la propiedad	$98 M	$294 M
Total de Beneficios Monetizados		
	$2.1 B	**$6.1 B**
Servicios del Ecosistema[1]		
	++	++
Calidad del Aire y Salud Humana[1]		
	++	++

Valores actuales en el período desde 2022 hasta 2078 a una tasa de descuento del 3%, USD 2022.
1. Un indicador cualitativo utilizando la siguiente clave: + aumentaría probablemente los beneficios; ++ aumentaría probablemente los beneficios en mayor medida.

Sección 6: Viabilidad del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

6.1 Descripción, Diseño e Ingeniería del Concepto

En el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado, se realizaría el barbecho voluntario de suficiente tierra utilizando incentivos financieros proporcionados por el Estado de California para obtener un ingreso adicional neto de 100,000 AFY para Salton Sea. El agua de las transferencias voluntarias podría estabilizar la elevación del lago y, junto con la desalinización de recuperación, se podrían reducir los niveles de salinidad de Salton Sea.

6.1.1 Principales Instalaciones

Las instalaciones específicas de este Concepto se describen a continuación y se resumen en la Tabla 6-1.

Componentes:

- **Plantas de Entrada de Salton Sea** para la planta de desalinización de recuperación ubicada cerca de la esquina sudoeste de Salton Sea. Se supone que será una tubería de acero de 98 pulgadas de diámetro con revestimiento de poliuretano que se extiende 1.9 millas hacia Salton Sea.
- La **Estación de Bombeo de Salton Sea** de 200 MGD y 25,000 BHP se utilizará para trasladar el agua de Salton Sea a la Planta de Desalinización de Recuperación.
- Una **Planta de Desalinización de Recuperación** de RO de 100 MGD cerca de Salton Sea para el tratamiento del agua de Salton Sea.
- El agua producida por la planta de desalinización de recuperación se regresará a Salton Sea a través de una tubería de retorno a Salton Sea de 70 pulgadas y 3.4 millas de longitud**.**
- Manejo de la salmuera para la planta de desalinización de recuperación a través de 22,000 acres de **Estanques de Evaporación**. Se supone que estará en el lado oeste de Salton Sea, fuera de las áreas ecológicas sensibles. Se supone que los estanques de evaporación se podrían utilizar para cubrir la playa que, de lo contrario, estaría expuesta a medida que disminuye el lago a fin de reducir los acres de playa que necesitan recuperación.

Tabla 6-1: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado, Plantas de Importación de Agua

Plantas de Tratamiento	Tasa de Flujo *(MGD)*	Tasa de Recuperación Supuesta	Producción de Salmuera		Agua Producto	
			MGD	*AFY*	*MGD*	*AFY*
Planta de Desalinización de Recuperación (Salton Sea)	200	50	100	90,000 a 112,000	100	90,000 a 112,000
Estaciones de Bombeo	**Tasa de Flujo** *(MGD)*	**Potencia** *(BHP)*				
Estación de Bombeo de Salton Sea	200	25,000				
Tubería	**Diámetro** *(in)*	**Longitud** *(millas)*	**Cantidad** *(cada una)*	**Material**	**Tasa de Flujo por Tubería** *(MGD)*	**Velocidad de Flujo** *(ft/s)*
Entrada de Salton Sea	98	1.9	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	200	5.91
Tubería de Retorno a Salton Sea	70	3.4	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	100	5.79
Tubería de Manejo de la Salmuera	70	9.25	1	Acero con Revestimiento de Poliuretano	100	5.79
Otros	**Acres**					
Estanques de Evaporación	22,000					

6.1.2 Requerimientos Hidráulicos y de Bombeo

Todas las instalaciones para este Concepto se ubicarán en Salton Sea y no se consideran tuberías de transporte extensas. Por este motivo, no se realizó un modelo hidráulico detallado para este Concepto.

6.1.3 Operaciones a Largo Plazo, incluida la Recuperación de Energía

Las operaciones y el mantenimiento anuales consistirán en brindar incentivos/comprar agua de las propiedades que realizaron barbecho, los costos de la mano de obra para operar la planta de desalinización de recuperación, la mano de obra para el mantenimiento de todas las instalaciones, los productos químicos de tratamiento y la energía. Estos costos se resumen en la Sección 6.5 y la Tabla 6-7. La operación de los estanques de evaporación incluirá la eliminación y el transporte de la sal de los estanques de evaporación asociados a la planta de desalinización de recuperación. Debido a que la salinidad de Salton Sea cambia, la cantidad de

generación de sal en los estanques cambiará, y oscilará entre un mínimo de 6 millones de toneladas por año y un máximo de 59 millones de toneladas.

6.2 Evaluación de Viabilidad de la Planificación y la Obtención de Permisos

6.2.1 Consideraciones Ambientales de Obtención de Permisos

Este análisis supone que, según este Concepto, toda el agua importada y todas las actividades de construcción y operación sucederán únicamente dentro de EE. UU. Además, también se supone que el programa de transferencia voluntaria se realizará de manera tal que no necesitaría ninguna revisión de los tratados o acuerdos con México, y que el IID tiene suficientes derechos de agua perfeccionados previos a 1914 que se podrían permitir legalmente para brindar agua a Salton Sea. El análisis supone que la construcción y la operación de las instalaciones dentro de EE. UU. estarían a cargo de personas, empresas, gobiernos locales y estatales que pueden realizar el trabajo de manera legal en California.

La Tabla 6-2 resume los permisos previstos necesarios para el programa de Transferencia Voluntaria del Río Colorado. Más allá de la obtención de permisos, el programa también necesitaría la aprobación de la junta del IID, que sería uno de los principales participantes en el desarrollo y la implementación del proyecto.

Tabla 6-2: Permisos Previstos Necesarios para las Transferencias Voluntarias del Río Colorado

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Revisión según la Ley de Calidad Ambiental de California y la Ley Nacional de Política Ambiental	Proyectos que reciben permisos o fondos de agencias públicas que podrían tener impactos significativos en el ambiente.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Acuerdo para modificar Operaciones de Recuperación del Río Colorado	Cualquier modificación necesaria en la cantidad o la ubicación de la entrega de Agua del Río Colorado por parte de la Oficina de Recuperación.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Licencia hidroeléctrica de la Comisión Federal de Reglamentación de Energía	Proyectos hidroeléctricos no federales ubicados en vías fluviales navegables o tierras federales o conectados a la red eléctrica interestatal.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Aprobación de la SWRCB para transferencias de agua	Transferencias de agua dentro del Estado de California	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Revisión y mitigación según la Ley de Especies en Peligro, Permiso Federal de Captura	Proyectos que requieren un permiso federal, acuerdo o que reciben fondos federales que	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Incidental	podrían afectar a especies sensibles.	actividad del permiso: 3 años.
Revisión y mitigación según la Ley de Especies en Peligro de California, Permiso Estatal de Captura Incidental	Proyectos que requieren un permiso, acuerdo o que reciben fondos de una agencia pública de California que podrían afectar a especies sensibles.	Después del diseño preliminar. Duración prevista para la actividad del permiso: 3 años.
Aplicación y Acuerdo de Clientes de Energía Eléctrica del IID	Nueva construcción que recibirá energía del servicio eléctrico del IID.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Acuerdo de Interconexión al Generador del IID	Nueva construcción que incluirá interconexión de una planta de generación al sistema de transmisión del IID.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de la Sección 404 de la Ley de Agua Limpia del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU.	Proyectos que podrían resultar en la descarga de material de dragado o de llenado en aguas de EE. UU.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso de la Sección 401 de la Junta Regional de Control de Calidad del Agua del Río Colorado	Proyectos que podrían resultar en la descarga de material de dragado o de llenado en aguas de EE. UU.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso del Código de Caza y Pesca 1600 del Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California	Proyectos que podrían desviar u obstruir sustancialmente el curso natural, o cambiar o usar sustancialmente cualquier material del lecho, canal o banco de cualquier río, arroyo o lago.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso de Servidumbre de Paso, Departamento de Transporte del Condado de Imperial	Proyectos donde nuevas instalaciones o actividades de construcción invadirán espacio dentro, debajo o sobre carreteras del condado.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de Servidumbre de Paso, IID	Para instalaciones o actividades de construcción que cruzarán tierras del IID o invadirán espacio sobre instalaciones o lugares de proyectos del IID.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de Invasión de Espacio para Trabajos Públicos del Condado de Imperial	Para instalaciones o actividades de construcción que invaden espacio dentro de infraestructuras del condado, como desagües pluviales.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1 año.
Permiso de Invasión de Espacio Estándar de CalTrans	Proyectos donde nuevas instalaciones o actividades de construcción invadirán espacio dentro, debajo o sobre carreteras del estado.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.

Permiso	Desencadenantes del Permiso	Plazo del Permiso
Permisos de Desarrollo del Condado de Imperial (lo que incluye Enmienda del Plan General, Cambio de Zonificación, Permiso de Uso Condicional, Acuerdo de Desarrollo, Permiso de Nivelación, Permiso de Aguas Residuales, Permisos del Plan de Extinción de Incendios, Permisos Mecánicos, Permisos Eléctricos, Permisos Estructurales/de Cimientos, Cumplimiento de la Regla 310 del Plan de Rutas de Transporte y la Regla 801 del Plan de Control del Polvo). [1]	Proyectos que resultarán en una nueva construcción o la alteración de estructuras existentes dentro del condado.	Como parte del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Plan de Control del Polvo del Distrito de Control de Contaminación Atmosférica del Condado de Imperial	Nuevas construcciones o alteración de construcciones dentro del condado de Imperial.	Al final del diseño final. Duración prevista para la actividad: 9 meses.
Permiso de Fuentes Fijas del Distrito de Control de Contaminación Atmosférica del Condado de Imperial	Construir, alterar, reemplazar u operar equipos u otra maquinaria que podría provocar la emisión de contaminantes del aire.	Al final del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso de Descarga de Desechos para Estanques de Evaporación de Salmuera	Almacenamiento de desechos según el Capítulo 15.	Al final del diseño final. Duración prevista para la actividad: 1.5 años.
Permiso General del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (NPDES) para Descargas de Aguas Pluviales Asociadas a la Construcción y Actividades de Alteración de la Tierra.	Construcción que altera 1 acre o más.	Inmediatamente antes de la construcción. Duración prevista para la actividad: 1 año.

1. Si el estado construye la instalación, no necesitará un permiso de uso condicional del condado.

Como se describe anteriormente, será necesario que los entes federales y el Estado de California realicen revisiones según la NEPA y la CEQA antes de comprometerse con una acción en particular que podría resultar en cambios físicos en el ambiente. Este análisis realizado para la NEPA y la CEQA informará los diversos permisos en la Tabla 6-2.

6.2.2 Control de Inundaciones

Las características del proyecto minimizan, pero no eliminan, el riesgo de inundaciones localizadas. La Planta de Desalinización de Recuperación propuesta extraería 200 MGD de Salton Sea, lo que significa que una interrupción de más de una hora podría implicar que se liberarían y descontrolarían aproximadamente 8.3 millones de galones de agua desalinizada. El

riesgo de inundaciones catastróficas se podría reducir con la nivelación adecuada del lugar y la colocación de bermas para retener el agua en el lugar, y con la nivelación para dirigir el agua que no se logre retener nuevamente hacia Salton Sea.

6.2.3 Cambio Climático y Resiliencia Climática

6.2.3.1 *Contribución del Proyecto para las Emisiones de GHG*

La Sección 4.2.3 presenta un análisis sobre el potencial de emisiones de GHG sin la implementación de un proyecto de agua importada. Esta sección se centra en la posible contribución del Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario para las emisiones de GHG. Este análisis se limita a la energía utilizada para alimentar las diversas instalaciones. Este análisis no considera la energía utilizada para fabricar tuberías, bombas ni otros equipos, utilizada durante la construcción, utilizada por los obreros que viajan a las áreas de trabajo o cualquier crecimiento en la población y otra actividad económica como resultado de la implementación del proyecto.

Como se describe en la Sección 4.2.3, las emisiones de GHG para el proyecto dependen de la fuente de energía utilizada para alimentar las instalaciones. La Tabla 4-5 presenta las toneladas métricas estimadas de CO_2E por millón de kWh para la energía entregada por el IID. La Tabla 4-5 examina las fuentes actuales utilizadas para la generación eléctrica en lugar de aquellas que se pueden utilizar en los años 2030, 2040 y más adelante. Es posible que este análisis sobreestime las emisiones de GHG, ya que las fuentes de energía del IID han tendido a ser fuentes de electricidad más limpias/de menores emisiones. La Tabla 6-3 muestra la estimación anual de CO_2E en toneladas métricas para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario.

Tabla 6-3: Estimación Anual de Emisiones de CO_2E para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario

Instalación	Millones de kWh Anuales	Emisiones de CO_2E por millón de kWh (toneladas métricas)[1]	CO_2E (toneladas métricas)
Instalaciones que Utilizan Electricidad del IID			
Estación de Bombeo de Salton Sea	163	217	35,444
Planta de Desalinización de Recuperación	442	217	95,872
Total Anual de CO_2E (toneladas métricas, con redondeo)			**131,000**

Notas: 1. Consulte la Tabla 4-6

6.2.3.2 *Resiliencia del Proyecto*

El aumento de las temperaturas y los mayores extremos en las precipitaciones (incluidos períodos más prolongados de baja precipitación) provocarán mayores demandas de agua en el área de Salton Sea mientras que, a su vez, esto reducirá la cantidad de agua dulce disponible.

Riesgos para la Fuente de Agua Importada

Este concepto depende de intercambios o transferencias de agua del Río Colorado para lograr los beneficios y esos intercambios podrían peligrar por la sequía continua de la cuenca del Río Colorado relacionada con el cambio climático. En 2022, los embalses más grandes en el Río Colorado cayeron a valores bajos históricos y la BoR de EE. UU. ordenó a los estados del Río Colorado que reduzcan el uso total de agua en 2 a 4 millones de AF, aproximadamente un cuarto de todo el uso. Es posible que el gobierno federal imponga cortes de emergencia en el uso del agua de California y esto podría limitar el agua disponible para las transferencias a Salton Sea (Oficina de Recuperación 2022).

Riesgos para la Infraestructura

El concepto requerirá una entrada dentro de Salton Sea. A medida que la evaporación aumenta, el escurrimiento de agua dulce a Salton Sea disminuye y los niveles de agua en el lago cambian, por lo que la entrada para la planta de desalinización de recuperación no funcionará adecuadamente. Nuevamente, una planificación y un diseño adecuados podrían limitar los riesgos para esta infraestructura.

6.2.4 Plazos

6.2.4.1 *Plazos de Planificación y Obtención de Permisos*

La Figura 6-1 a continuación ilustra los plazos previstos de planificación y obtención de permisos necesarios para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario. Como se muestra, se estima que llevará aproximadamente 5 años antes de que este plan esté listo para comenzar la implementación de transferencias y posiblemente 8 años antes de la construcción de la planta de desalinización de recuperación.

6.2.4.2 *Plazos de Construcción e Implementación*

La Tabla 6-4 a continuación brinda información sobre los plazos estimados para la implementación, la construcción, y el inicio necesarios para este concepto, en ausencia de litigio. Se estima que el barbecho voluntario y las transferencias relacionadas a Salton Sea podrían comenzar dentro de los 5 años; se supone que la construcción de la planta de desalinización de recuperación se completará dentro de los 11 años. El programa de construcción en la Figura 6-2 no considera retrasos relacionados con evitar impactos en especies especiales (p. ej., detener la construcción durante la temporada de anidación de las aves) ni supone limitaciones en la cantidad de uso de equipos de construcción o alteración permitida del suelo para evitar volúmenes excesivos de emisiones de la calidad del aire y generación de polvo durante la construcción.

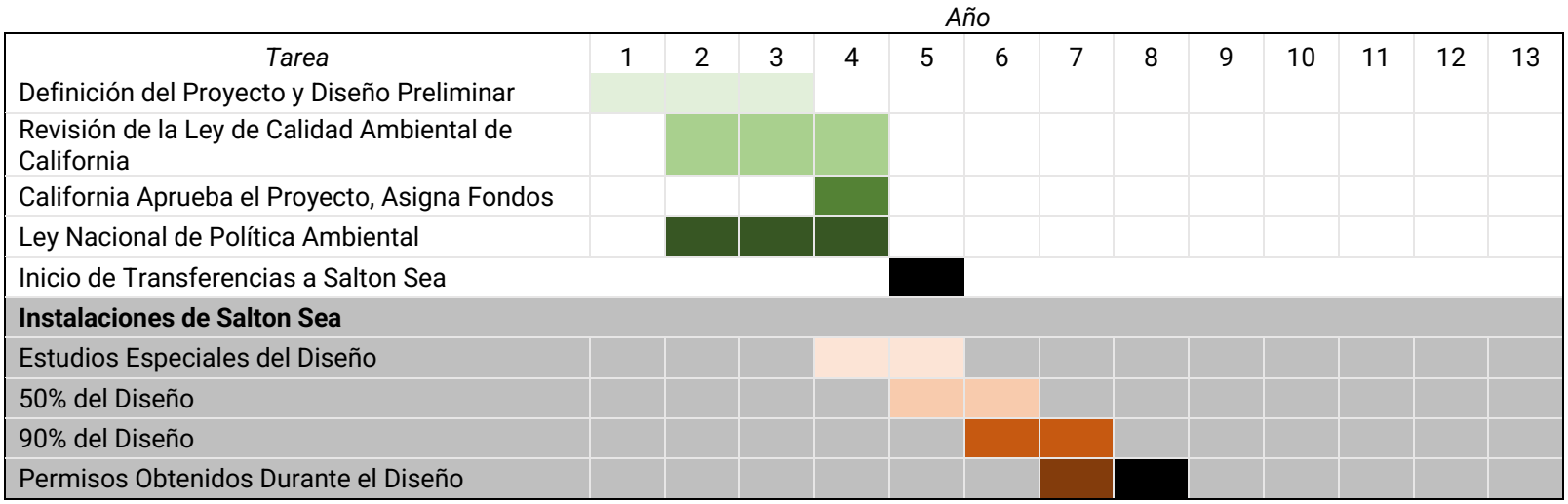


Figura 6-1: Plazos Estimados de Obtención de Permisos y Planificación para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario

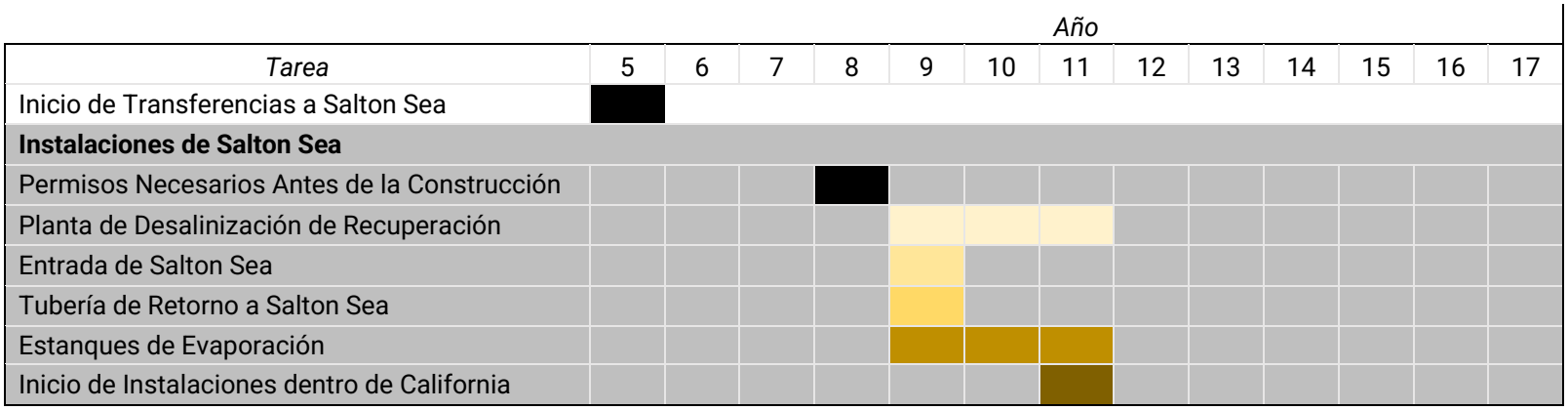


Figura 6-2: Plazos Estimados de Construcción para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario

Tabla 6-4: Suposiciones de Plazos para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario

Infraestructura Necesaria	Suposiciones de Plazos
Planta de Desalinización de Recuperación de 100 MGD	No se identificaron plantas de desalinización de agua superficial comparables de este tamaño dentro de California. Sin embargo, se supone que este programa de construcción será similar al de la Planta de Desalinización de Sorek, aproximadamente 3 años.
Entrada de Salton Sea	Se supone que esta entrada se construirá simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y llevará entre 16 y 24 meses.
Tubería de Retorno a Salton Sea	Se supone que esta tubería de retorno se realizará simultáneamente con la construcción de la Planta de Desalinización de Recuperación y la tubería de Entrada de Salton Sea, y llevará entre 16 y 24 meses.
Estanques de Evaporación	No se identificaron estanques de evaporación comparables dentro de California. El plazo de construcción necesario para los estanques de evaporación se basa en el tiempo estimado necesario para la excavación. Con varios grupos trabajando, se supone que los estanques de evaporación se podrían construir simultáneamente con la Planta de Desalinización de Recuperación.

6.2.4.3 *Plazos de Implementación General*

En total, suponiendo la ausencia de litigio, se estima que las actividades de planificación llevarán aproximadamente 5 años, donde las transferencias a Salton Sea comenzarán en el año 5. Se prevé que la construcción de la planta de desalinización de recuperación llevará aproximadamente 3 años. En total, se estima que el plazo del proyecto, desde la obtención de permisos y el diseño hasta la finalización de la construcción, llevará casi 11 años.

6.3 Evaluación de Viabilidad de la Construcción y Operación

Existen algunos desafíos en términos de construcción y operación para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario según se describe a continuación. Sin embargo, si bien no son insuperables, estos desafíos agregan la necesidad de un diseño cuidadoso, contribuyen al costo del proyecto y extienden el plazo necesario para la implementación. Como se describe a continuación:

- La construcción del proyecto requerirá trabajadores calificados por un período extendido y esto podría requerir que los trabajadores se trasladen desde otras áreas y/o que se establezcan comunidades temporales.
- La operación del proyecto generará grandes cantidades de sal de salmuera que se deberán desechar.

6.3.1 Condiciones Geotécnicas

A los fines de establecer una comprensión general de las condiciones geotécnicas en torno a la planta de desalinización de recuperación propuesta, el equipo de apoyo, bajo la dirección del Panel, revisó cartas e informes geotécnicos y geológicos de referencia sobre el suelo y las condiciones geológicas dentro del área de Salton Sea. El equipo de apoyo también revisó los mapas topográficos y geológicos disponibles así como las imágenes y fotografías satelitales para realizar una evaluación adicional de la planta de desalinización de recuperación propuesta.

No había disponibles planes/especificaciones de diseño final ni planos/informes de la construcción finalizada del concepto propuesto para su revisión. Toda la información geotécnica y geológica revisada se relaciona con los datos recopilados en la región general del proyecto propuesto y no se considera que esté dentro de una posición conocida exacta de ninguna estructura.

6.3.1.1 *Geología del Lugar del Proyecto - Salton Sea*

Al igual que en los demás conceptos, el lugar del proyecto está ubicado en la provincia fisiográfica de Salton Trough, principalmente, dentro de depósitos aluviales y lacustres. Para ver el análisis sobre la geología del lugar, consulte la Sección 4.3.1.1. La Tabla 6-5 a continuación resume las condiciones previstas del suelo y el lecho de roca para el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado.

Tabla 6-5: Condiciones Previstas del Suelo y el Lecho de Roca para el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

Tipo de Sedimento	Lugar	Características
Sedimentos aluviales con interlechos de sedimentos lacustres (Salton Trough/Valle de Imperial)	Desde la superficie del suelo hasta la posible profundidad de la tubería (es decir, unos 18 pies bgs) En la Planta de Desalinización de Recuperación	Arena limosa (SM), limo (ML) y arcilla (CL) de grano fino a grueso, de color marrón claro y marrón que contienen distintas cantidades de fragmentos de roca para interlechos de arenas y limos cementados, algunas vetas de arcilla; densidad baja a media, alta corrosividad y potencial de contracción/expansión donde hay mayor porcentaje de arcilla

6.3.1.2 *Peligros Geológicos*

Suelos Expansivos

Los suelos en la parte lacustre y con mayor cantidad de arcilla dentro los materiales aluviales son potencialmente propensos a la expansión (es decir, contracción/expansión). Por lo general, estos tipos de suelos de arcilla se consideran sensibles a condiciones húmedas y secas, y tienen un cambio de volumen asociado a esas variaciones en el contenido de humedad. Se deben considerar la toma de muestras específicas del lugar y su evaluación durante la fase de diseño junto con las medidas de potencial de mitigación proporcionadas por el ingeniero geotécnico.

Suelos Corrosivos

La suelos aluviales de la parte lacustre y con mayor cantidad de arcilla/limo son propensos a ser corrosivos. Durante la fase de diseño, el ingeniero geotécnico debe proporcionar medidas preventivas que sean específicas del sistema que se construirá. Existen varios métodos para abordar las condiciones de suelos corrosivos y las seleccionadas deben ser específicas para los materiales que se utilizarán.

6.3.1.3 *Peligros Sísmicos*

Al igual que los demás conceptos, el lugar del proyecto está ubicado en la zona sísmicamente activa de Salton Trough. Se requerirá un análisis sísmico completo al momento del diseño inicial para diseñar de manera precisa los sistemas planificados.

6.3.1.4 *Consideraciones de Ingeniería Geotécnica de la Construcción*

Características de la Excavación

La revisión y la evaluación indican que por debajo de las instalaciones del proyecto existen distintas formaciones geológicas y materiales según se indica en la sección anterior. Se prevé que en la excavación de los suelos de sobrecarga, se encontrarán principalmente, limos, arcillas y arenas.

Excavaciones y Apuntalamiento Temporales

El consultor geotécnico debe evaluar las clasificaciones del suelo y el desempeño de la excavación en el campo de acuerdo con las reglamentaciones aplicables. Las excavaciones temporales se deben construir de acuerdo con las recomendaciones de las autoridades de EE. UU. Para las zanjas u otras excavaciones, se deben cumplir los requerimientos sobre seguridad del personal utilizando el apuntalamiento adecuado (incluidos cajones de zanjas) o reclinando las pendientes en función de los tipos de suelos encontrados. Como mínimo, hasta que un ingeniero geotécnico licenciado evalúe lo contrario, las excavaciones a cielo abierto deben considerar inclinaciones de no menos de 1H:1V y pueden ser necesarias pendientes más planas o apuntalamiento temporal según la presencia de suelos de baja densidad. Debido a los distintos niveles de agua subterránea que probablemente existan en la planta de desalinización

de recuperación, es posible que las excavaciones temporales que encuentren filtraciones requieran apuntalamiento. Las excavaciones que encuentren filtraciones se deben evaluar según cada caso individual. Actualmente, no se dispone de información específica del lugar suficiente como para determinar el grado de apuntalamiento temporal.

En las áreas de suelos de baja densidad y/o presencia de filtraciones de agua subterránea, es probable que se requiera un sistema de apuntalamiento para estabilizar las paredes laterales de la excavación durante la construcción. Se prevé que los sistemas de apuntalamiento se construirán a través de los suelos superiores de baja densidad hasta los materiales subyacentes de suelo/roca firme. El sistema de apuntalamiento se debe diseñar utilizando la magnitud y la distribución de las presiones laterales del terreno que se determinarán al momento del diseño final tanto para el apuntalamiento de refuerzo como para el apuntalamiento voladizo.

Se prevé que se encuentren restos de roca menos meteorizada/intacta en los materiales subterráneos. Por lo tanto, como se observa anteriormente, se prevé que estos materiales sean difíciles de excavar. Es posible que el ingeniero geotécnico de registro quiera considerar el uso de sistemas de apuntalamiento temporal, como cajones de zanja, sistemas de guías de deslizamiento, etc.

Los análisis sobre apuntalamiento que se presentan en este informe son con fines de viabilidad preliminar y el ingeniero geotécnico y el contratista deben evaluar los parámetros del diseño por sus propios medios y hacer las consideraciones adecuadas para su diseño. Sobre todo, el contratista debe tomar las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores. Se deben cumplir los requerimientos sobre seguridad de los trabajadores de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Drenaje de la Construcción

Donde se encuentren condiciones de agua subterránea, filtraciones y/o agua suspendida, el ingeniero del contratista debe preparar medidas de drenaje, las cuales deben ser revisadas por el ingeniero del diseño. Las consideraciones para el drenaje de la construcción deben incluir la previsión de disminución del nivel del agua, el bombeo de suelos, el volumen de bombeo, el potencial de asentamiento y la descarga de agua subterránea. La eliminación de agua subterránea se debe realizar de acuerdo con las pautas del ente gubernamental de supervisión.

Los niveles de agua subterránea pueden fluctuar con las precipitaciones, el riego de propiedades adyacentes y el drenaje. Los niveles de agua subterránea que se analizan en el presente no se deben interpretar como una representación precisa ni una condición específica dentro del área de la planta de desalinización de recuperación.

6.3.1.5 *General*

Las conclusiones de esta sección geotécnica de este estudio se basan en la revisión de los documentos proporcionados por otros. Tras la selección de una ubicación general del lugar, se debe implementar un programa geotécnico por fases para definir mejor los suelos/lechos de roca que posiblemente se encontrarán durante la instalación para evaluar los requerimientos de diseño y los costos para las operaciones de instalación de la construcción. Este enfoque geotécnico por fases se debe considerar como parte del proceso progresivo por pasos hacia el desarrollo de un diseño final que incluya la selección del lugar de la planta de desalinización y las alineaciones de las tuberías relacionadas, los sistemas de soporte de la tubería de entrada/descarga y los estanques de evaporación.

6.3.2 Disponibilidad de Personal Calificado

La construcción del proyecto generará gran cantidad de trabajos de construcción. La duración de la construcción (~3 años) significa que la fuerza laboral de la construcción deberá estar en el área durante un período prolongado. Existen algunas áreas metropolitanas en los alrededores de las cuales se podría reclutar a los trabajadores, incluidas Riverside, Temécula y la mayor región de San Diego, todas a unas 100 millas de distancia. Dada esta distancia, puede ser difícil atraer y retener al personal calificado necesario y quizá se deban ofrecer instalaciones temporales para alojar a los trabajadores de la construcción.

Después de la construcción, la operación de la planta de desalinización de recuperación y la estación de bombeo asociada requerirán una fuerza laboral calificada de aproximadamente 73 personas. Es poco probable que la fuerza laboral necesaria actualmente viva en el área de Salton Sea y será necesario atraer a estos trabajadores de un área geográfica amplia y/o establecer la capacitación adecuada a fin de preparar a los trabajadores para esta oportunidad de empleo.

La necesidad de trabajadores calificados durante la construcción y la operación no hace que el Concepto sea inviable; sin embargo, agrega un elemento de incertidumbre y podría retrasar el inicio de la construcción y el proyecto.

6.4 Evaluación del Desempeño Técnico

6.4.1 Calidad del Agua

Como se describe en la Sección 2.1.3, el criterio específico con respecto al cual se mide el desempeño del proyecto en relación con la calidad del agua es la salinidad lograda por el proyecto y si esta salinidad podría sustentar a peces, aves e invertebrados:

- Logra una salinidad favorable para el mayor rango de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad menor que 40,000 mg/l.
- Logra una salinidad que sustenta a peces, aves e invertebrados, con una salinidad menor que 60,000 mg/l.

- Logra una salinidad favorable para un grupo selecto de peces e invertebrados que luego pueden sustentar una variedad de aves, con una salinidad mayor que 60,000 mg/l, pero menor que 70,000 mg/l.

El modelo de salinidad mediante el SSAM se realizó suponiendo lo siguiente: (1) ninguna desalinización de recuperación y (2) una planta de desalinización de recuperación de 100 MGD para tratar el agua de Salton Sea. El modelo incluyó escenarios iniciales y supuso un aumento del 10% en los caudales base debido a la incertidumbre en las entradas proyectadas a largo plazo en Salton Sea. La salinidad del modelo representa una salinidad promedio basada en el equilibrio de sal y agua.

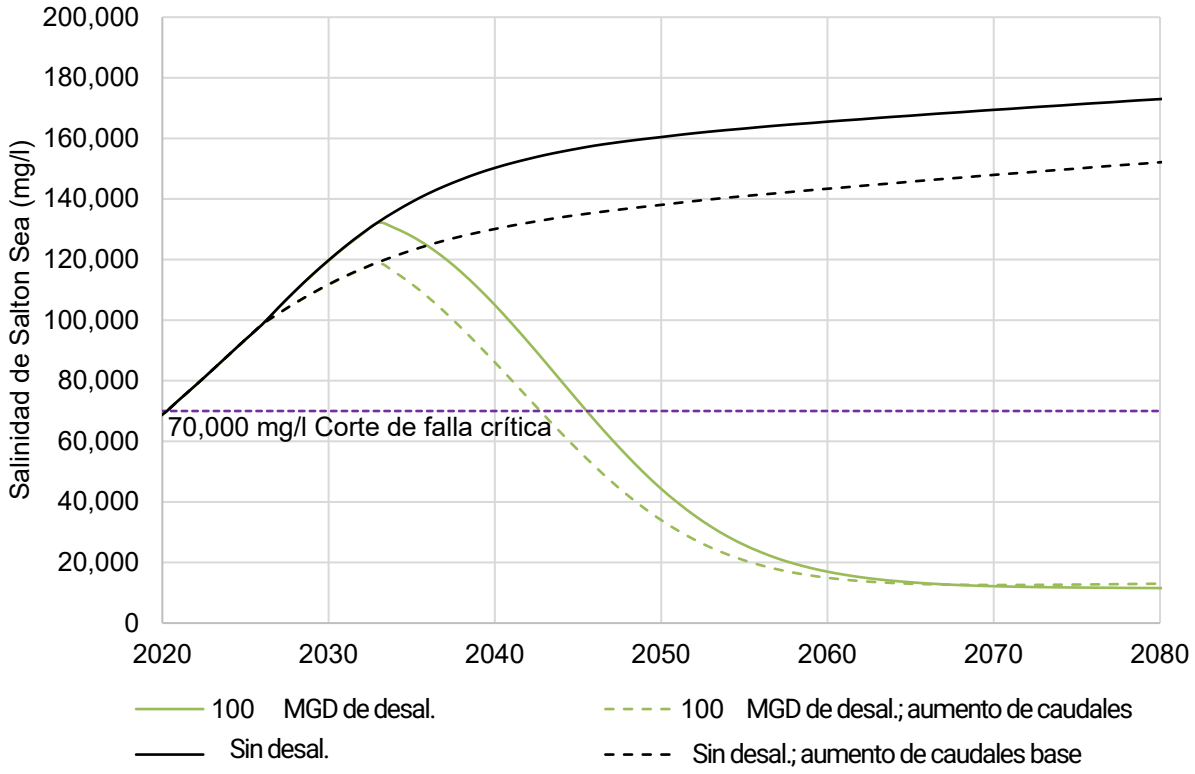


Figura 6-3: Salinidad promedio proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada del Río Colorado y sin desalinización adicional (negro), y 100 MGD de desalinización (azul) en Salton Sea. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base.

La Figura 6-3 muestra que la importación junto con la planta de 100 MGD brindarán una reducción de la salinidad inferior a 70,000 mg/l para el año 2045, aproximadamente, e inferior a 40,000 mg/l para el año 2051. Sin embargo, incluso con estas reducciones en la salinidad, dadas las décadas de condiciones hipersalinas, se requerirán iniciativas conjuntas para la reintroducción de especies y la restauración del ecosistema una vez que vuelva a ser favorable para una función ecológica mínima.

La generación de sal a partir de la planta de desalinización de recuperación antes analizada se muestra en la Figura 6-4.

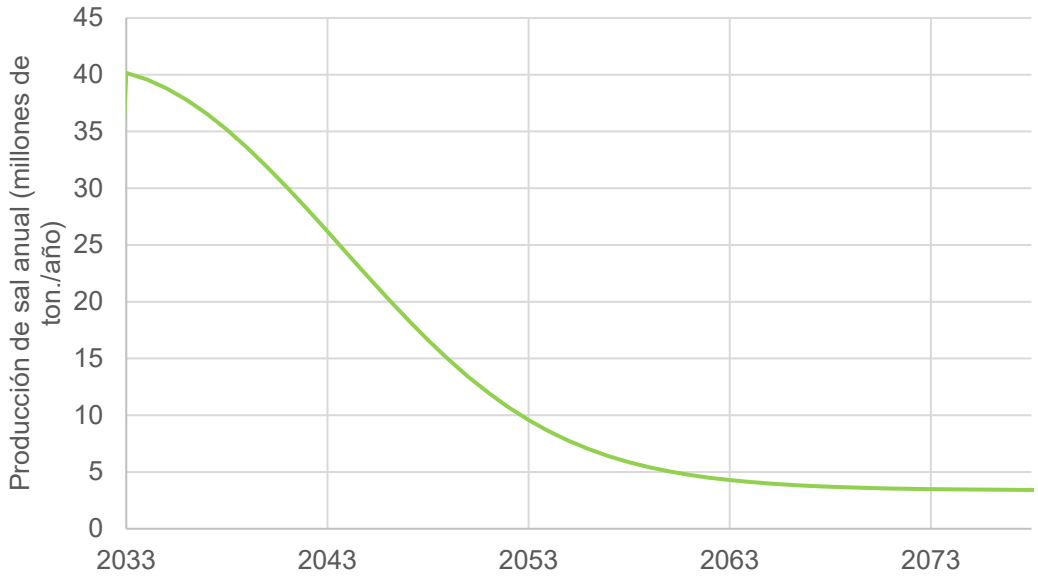


Figura 6-4: Producción de sal anual proyectada a partir de la planta de desalinización de recuperación propuesta de 100 MGD en Salton Sea.

Con un potencial de producción de sal que oscila entre 4 millones y 40 millones de toneladas por año, la gestión de sal será un componente crítico del éxito del proyecto.

Además de la eliminación de sal, es probable que la desalinización del agua de Salton Sea reduzca las concentraciones de metales pesados, selenio, nutrientes y pesticidas. Las tasas de eliminación dependerían del lugar de entrada de la planta de desalinización de recuperación, la eficacia de mezclado del agua desalinizada de Salton Sea y el agua importada, las concentraciones en las entradas existentes y la distribución de los contaminantes en la columna de agua y los sedimentos. Si bien estos factores evitan la cuantificación de las posibles tasas de eliminación de contaminantes de Salton Sea, el aumento en la desalinización de Salton Sea reducirá las concentraciones generales de estos contaminantes.

6.4.2 Cantidad de Agua

El Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario importará una cantidad anual de aproximadamente 100,000 AFY y esto se sumaría a la planta de desalinización de recuperación que elimina de manera efectiva toneladas de sal del lago cada año.

La Figura 6-5 ilustra que el modelo del SSAM proyectó que la elevación de la superficie del agua en Salton Sea continuaría disminuyendo a entre -258 y -261 pies msl.

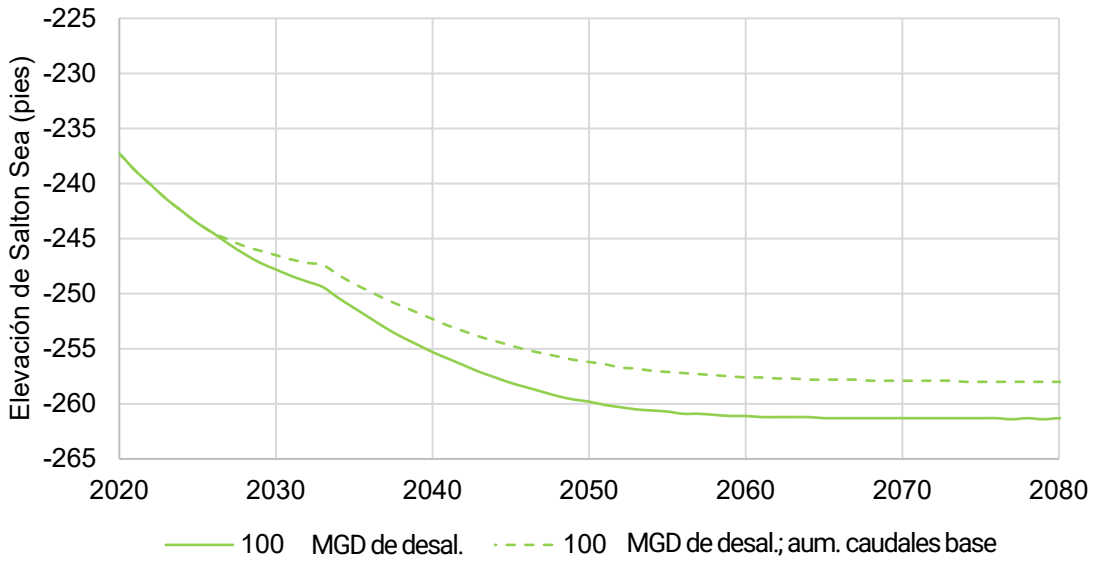


Figura 6-5: Elevación proyectada de Salton Sea con 100,000 AFY de agua importada según el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado. Las líneas punteadas indican un aumento del 10% en los caudales base.

6.4.3 Exposición de la Playa

Una disminución en la elevación de Salton Sea tiene una correlación directa con la exposición de la playa y una disminución en la calidad del aire. El Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado podría resultar en 73,000 a 86,000 acres de playa expuesta adicional, lo que supera los valores en 2018. Los acres de exposición de la playa se podrían compensar por los 30,000 acres de recuperación de la playa propuestos como parte del SSMP. Se podría reducir aún más colocando los aproximadamente 22,500 acres de estanques de evaporación necesarios de manera tal que reduzcan la superficie de playa expuesta. Esto dejaría unos 30,000 acres de playa que necesitarían recuperación para regresar las condiciones a las aproximadas en 2018. Los costos del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado incluyen los costos necesarios para recuperar aproximadamente 30,000 acres de playa.

6.5 Estimación de Costos del Proyecto

Como se detalla en la Sección 2.2, la precisión de una estimación conceptual de Clase 5 es de -50% a +100%. Los subtotales en las tablas a continuación se han redondeado a los diez mil dólares más cercanos. La Tabla 6-6 resume la estimación de costos de capital, costos de planificación y obtención de permisos, y costos de adquisición de tierra para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario.

Además de las estimaciones del costo de capital, se desarrolló una estimación de costos anuales de operación y mantenimiento (O&M). El costo anual de O&M incluye los costos de mano de obra, energía y productos químicos para operar la planta de desalinización de

recuperación así como la compra de agua disponible a través del barbecho voluntario. Estos costos se resumen en la Tabla 6-7. La operación de los estanques de evaporación incluye la eliminación y el transporte de la sal de los estanques de evaporación asociados a la planta de desalinización de recuperación.

Finalmente, los costos del valor actual neto del ciclo de vida se evaluaron en la Tabla 6-8. Como se describe en la Sección 2.1.9, el cálculo del valor actual neto del ciclo de vida consideró los costos iniciales, los costos de operación, supuso los costos de financiación y supuso una tasa de descuento. Los costos del valor actual neto también se generaron para los componentes de importación (ningún componente de desalinización de recuperación en Salton Sea) para generar un costo por AF de agua importada para el Concepto (suponiendo que la operación del proyecto sea del año 2026 al año 2078). El costo de importación suponiendo 100,000 AFY de agua importada por la duración del proyecto es de $230.

Tabla 6-6: Costos de Capital, Planificación, Obtención de Permisos y Adquisición de Tierra: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

Ítem de Costo	Unidad	Precio Unitario ($)	Cantidad	Total ($)
Estación de Bombeo de Salton Sea, 200 MGD	BHP	10,250	25,000	256,250,000
Entrada de Salton Sea, tubería de acero de 98 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	10,780	10,000	107,800,000
Planta de Desalinización de Recuperación (RO), 100 MGD	LS	1,216,880,000	1	1,216,880,000
Tubería de Retorno a Salton Sea, tubería de acero de 70 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	8,855	18,000	159,390,000
Tubería de Descarga de Salmuera, de acero de 70 pulgadas con revestimiento de poliuretano	LF	8,855	48,840	432,478,000
Costos de Recuperación de la Playa	Acres	25,000	30,000	750,000,000
Estanques de Evaporación con revestimiento y redes para aves (22,000 acres)	LS	5,784,030,000	1	5,784,030,000
Subtotal				**$8,706,830,000**
Movilización/Desmovilización		@4%		348,273,000
Bonos y Seguro		@4%		348,273,000
Impuestos		@8%		696,546,000
Gastos Generales y Ganancia		@15%		1,306,025,000
Contingencia		@30%		2,612,049,000
Subtotal de Construcción				**$14,018,000,000**
Estudios, Obtención de Permisos, Ingeniería Preliminar		@15%		1,306,025,000
Ingeniería/Diseño/CM		@15%		1,306,025,000
Subtotal de Planificación y Diseño				**$2,612,050,000**
Estación de Bombeo de Salton Sea y Lugar de la Planta de Desalinización	Acres	16,000	15	240,000
Estanques de Evaporación	Acres	16,000	22,000	352,000,000
Subtotal de Tierras y Servidumbres				**$352,240,000**
Total Estimado de Costos Iniciales				**$16,982,290,000**
Rango de Costo Conceptual (-50% a +100%)		**$8,491,150,000**	**a**	**$33,964,580,000**

Tabla 6-7: Costos Anuales de O&M: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

Ítem	Costo (USD)	*Notas*
Costos de Compra de Agua		
Costos de Compra de Agua	22,770,000	1
Subtotal	*22,770,000*	
Planta de Desalinización de Recuperación (100 MGD) y Entrada		
Energía	83,905,000	2
Productos Químicos	19,183,000	3
Mantenimiento y Materiales	2,253,000	3
Mano de Obra	18,373,000	4
Reemplazo	12,169,000	3
Contingencia de O&M	55,911,000	5
Subtotal	*191,790,000*	
Estación de Bombeo de Salton Sea		
Energía	163,260,000	1
O&M (4% del costo de capital)	11,029,000	6
Subtotal	*174,290,000*	
Estanques de Evaporación		
O&M (36% del costo de capital)	2,082,250,000	7
Subtotal	*2,082,250,000*	
Total	**2,741,100,000**	

1. Suponiendo $157/AF. La compra de 145,000 AFY menos el 30% de pérdida de caudal de retorno resulta en una entrada adicional a Salton Sea de 100,000 AFY.
2. $0.19/kWh. Costo promedio del Pacífico de Estados Unidos, mayo de 2022. Oficina de Estadísticas Laborales www.bls.gov/regions/midwest/data/AverageEnergyPrices_SelectedAreas_Table.htm
3. Estimado, ajustado a partir de la planta de RO de 80 MGD.
4. Supone 73 Equivalentes de Tiempo Completo a $121/h
5. Se supone como el 10% de los costos de energía, productos químicos, mantenimiento y reemplazo.
6. Se supone como el 4% del costo de capital.
7. Se supone como el 36% del costo de capital, congruente con el *Estudio Binacional de Oportunidades de Desalinización de Agua en el Mar de Cortés, TM2: Tecnologías de Desalinización y Opciones de Gestión de la Salmuera.*

Tabla 6-8: Cálculo del Valor Actual Neto: Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

Información del Programa			
Año Base:	2022	**Construcción:**	Años 8-11
Estudio/Diseño/Aprobación:	Años 1-8	**Operación del Proyecto:**	Años 11-56
Reembolso de Bonos	Años 8-37		
Información de Costos			
Costos Iniciales (USD)	17.0 B	**Costos Anuales (USD)[1]:**	22.7 M - 2.5 B
Tasa de Interés Supuesta:	4.00%	**Tasa de Descuento Supuesta:**	3.00%
Estimación de Valor Actual Neto 2078 (todos los costos)			
$63.6 B			
Estimación del Valor Actual Neto 2078 (solo costos de agua importada)			
$1.2 B			
Valor Actual Por AF (solo costos de agua importada, supone una importación de 100,000 AFY)			
$230			

1. Los costos anuales de O&M variarán según las plantas que estén operando.

Existe el potencial de reducir la producción de la planta de desalinización de recuperación una vez alcanzada la salinidad deseada de Salton Sea, como de 40,000 mg/l, según se analiza en el EIR Programático (Departamento de Recursos de Agua de California 2007). Para evaluar el impacto en el costo del proyecto, se investigó una reducción del 50% en los costos de O&M asociados a la planta de desalinización de recuperación después del año 2051, sin cambio en el costo de capital. La reducción resultante en el valor actual neto fue de hasta el 18%, un potencial de ahorro significativo, pero ampliamente dentro del rango de incertidumbre de la estimación de costos.

6.6 Análisis de Beneficios

La Sección 4.1.16 anterior incluye un análisis sobre la revitalización económica, los servicios del ecosistema y los beneficios para la calidad del aire y la salud humana que podrían suceder con la implementación de los conceptos de importación de agua. El análisis de la Sección 4.1.16 para el escenario 2 generalmente es aplicable al Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario.

Tabla 6-9: Beneficios Estimados para el Agua del Río Colorado a través del Barbecho Voluntario

	Rango de Beneficios	
Categoría de Beneficios	*Bajo*	*Alto*
Revitalización Económica		
Turismo y recreación	$1.4 B	$4.1 B
Desarrollo inmobiliario	$540 M	$1.6 B
Impuesto a la propiedad	$32 M	$95 M
Valor de la propiedad	$98 M	$294 M
Total de Beneficios Monetizados		
	$2.1 B	**$6.1 B**
Servicios del Ecosistema[1]		
	++	++
Calidad del Aire y la Salud Humana[1]		
	++	++

Valores actuales en el período desde 2022 hasta 2078 a una tasa de descuento del 3%, USD 2022.
1. Un indicador cualitativo utilizando la siguiente clave: + aumentaría probablemente los beneficios; ++ aumentaría probablemente los beneficios en mayor medida.

Sección 7: Resumen y Próximos Pasos

7.1 Viabilidad de los Conceptos de Importación

El análisis de alto nivel de los conceptos evaluados determinó que los tres conceptos son viables. Sin embargo, los tres conceptos evaluados difieren en cuanto a niveles de incertidumbre en relación con la obtención de permisos y la probabilidad de conocer los beneficios. El resumen de los componentes del concepto, los costos y los beneficios se presenta en la Tabla 7-1:

Tabla 7-1: Resumen de los Conceptos

Parámetro	Importación del Mar de Cortés		Intercambio del Mar de Cortés	Transferencia Voluntaria del Río Colorado
	Escenario 1	Escenario 2		
Componentes				
Fuente de Agua para Salton Sea	Agua desalinizada del Mar de Cortés		Río Colorado (a través de intercambio)	Río Colorado
Tamaño de la Planta de Desalinización del Mar de Cortés (MGD)	490		100	N/C
Fuerza Laboral Estimada - Mar de Cortés (Equivalentes de Tiempo Completo)	340		73	N/C
Importación de Agua Prevista más Temprana	2045		2045	2026
Tamaño de la Planta de Desalinización de Recuperación (MGD)	13.5	100	100	100
Fuerza Laboral Estimada - Desalinización de Recuperación (Equivalentes de Tiempo Completo)	13	73	73	73
Inicio de la Planta Previsto más Temprano	2033	2033	2033	2033
Consumo de Energía Anual (millones de kWh por año)	2,806	3,349	1,142	605
Estimación de Emisiones Anuales de CO_2E (toneladas métricas)	1,145,000	1,263,000	452,000	131,000
Resultados				
Modelo de Elevación de Salton Sea para 2078	-233	-239	-261	-258

Parámetro	Importación del Mar de Cortés		Intercambio del Mar de Cortés	Transferencia Voluntaria del Río Colorado
	Escenario 1	Escenario 2		
Año del proyecto para lograr una salinidad de 40,000 mg/l en Salton Sea	N/C	2046	2048	2051
Modelo de Salinidad Mínima de Salton Sea para 2078 (mg/l)[1]	64,600	21,000	12,900	12,600
Acres de playa expuesta recuperada[2]	0	0	30,000	30,000
Beneficios				
Servicios del Ecosistema	+	++	++	++
Calidad del Aire y la Salud Humana	++	++	++	++
Beneficios Monetizados del Valor Actual Neto (2022 a 2078) ($B)	1.1 - 2.2	2.1 - 6.1	2.1 - 6.1	2.1 - 6.1
Costos				
Costos Iniciales ($B)	65.7	78.4	45.4	17.0
Costo Anual de O&M ($/año)[3]	305 M - 1.6 B	2.4 B - 3.8 B	2.4 B - 3.0 B	22.7 M - 2.5 B
Valor Actual Neto ($B)	94.7	147.7	102.1	63.6
Costos de Importación de Agua ($/AF)[3]	4,700 - 5,900[4]		9,000 - 11,300[5]	230

1. La salinidad mínima representa la planta de desalinización de recuperación operando a plena capacidad por la duración del proyecto. La capacidad se podría reducir en el futuro para mantener objetivos más altos de salinidad.
2. Solo incluye la recuperación de la playa expuesta; no se incluye la playa cubierta por agua.
3. Los costos anuales de O&M variarán según las plantas que estén operando.
4. Solo incluye los componentes de importación (sin desalinización de recuperación).
5. Supone una producción de 430,00 - 540,000 acres-pies por año (AFY) por la duración del proyecto.
6. Supone una producción de 90,000 - 112,000 AFY por la duración del proyecto.

Los beneficios monetizados totales del valor actual de los conceptos de importación de agua se estiman en un rango de $1.1 B a $6.1 B. A primera vista, esto da la impresión de que los costos del proyecto sobrepasan ampliamente sus beneficios. Sin embargo, es común en análisis como este no poder monetizar los beneficios de manera tan exhaustiva como los costos. Aquí, los principales beneficios no cuantificados son las mejoras en los servicios del ecosistema y en la calidad del aire y la salud humana. Estos beneficios son los objetivos clave de la restauración de Salton Sea y es probable que sean de miles de millones de dólares. No se sabe lo suficiente como para brindar estimaciones adecuadas, incluso con amplias barras de error. Sin los valores monetizados para estas categorías de beneficios, brindar una relación de beneficio-costo es inadecuado en esta etapa del análisis. El Panel presentará un análisis más detallado sobre los beneficios y los costos del proyecto en su Informe Resumido.

7.1.1 Trabajo Futuro para Avanzar en los Conceptos de Importación

Este Informe evalúa la viabilidad de tres conceptos de importación de agua en el nivel conceptual. Para cualquier concepto seleccionado por el SSMP como la alternativa preferida para la Restauración de Salton Sea, se requeriría un mayor nivel de definición del proyecto para comprender todos los problemas y desafíos que podrían enfrentar el diseño, la construcción y la operación. Una definición detallada del proyecto incluiría estudios del lugar para las principales instalaciones y tuberías de transporte, así como las conexiones eléctricas necesarias.

Para evaluar los requerimientos de diseño y los costos para las operaciones de instalación de la construcción, un programa geotécnico por fases debería definir mejor los suelos/lechos de roca que posiblemente se encontrarán durante la instalación. Este enfoque geotécnico por fases se consideraría como parte del proceso progresivo por pasos hacia el desarrollo de un diseño final que incluya la selección del lugar de la planta de desalinización, la alineación de la tubería y cualquier otro elemento pertinente, como estaciones de bombeo, sistemas de soporte de la tubería de entrada/descarga y estanques de evaporación.

Se requieren análisis adicionales para determinar la capacidad óptima de cada instalación principal, en particular cualquier planta de desalinización. Estos análisis permitirían determinar si el aumento de tamaño de una instalación dada brindaría un mejor resultado de costo-beneficio.

Este análisis de viabilidad conceptual utilizó suposiciones que ameritan investigación adicional. Específicamente:

- Este análisis supuso que las plantas de entrada de desalinización del Mar de Cortés y Salton Sea se extienden aproximadamente 2 millas en el mar. De manera similar, se supuso que la descarga de salmuera en el Mar de Cortés será a aproximadamente 3.4 millas en el mar. La ubicación de cualquier planta de desalinización debe seguir encuestas biológicas extensas de los ecosistemas marinos y costeros que posiblemente se verán afectados por la descarga de salmuera, así como un examen de las condiciones geotécnicas del lugar. La colocación de la entrada y la descarga de salmuera se debe confirmar con encuestas batimétricas y ecológicas, y un modelo hidrodinámico para identificar las ubicaciones óptimas para la operación de la planta de desalinización, así como la protección del ambiente local.
- El análisis supuso la energía adecuada que se podría obtener con las conexiones a la CFE de México y/o el IID, pero esto no se ha confirmado. Un área de incertidumbre en particular es la capacidad de obtener la energía necesaria para cualquier instalación en el lado oeste del Mar de Cortés.
- Se requiere la evaluación de tecnologías de desalinización a escala de demostración para la selección de la tecnología, el tamaño de la planta y el diseño de la entrada/descarga.
- Dado que los estanques de evaporación en Salton Sea tienen grandes requerimientos de acres, su ubicación y el costo resultante de las tierras podrían tener un impacto significativo en el costo del proyecto. Los costos de la construcción y los costos

anuales de O&M, estimados en ~$2 B por año, comprenden una gran parte de los costos de O&M para los conceptos. Se deben investigar las estrategias de gestión de la salmuera para reducir los costos.

- Se debe examinar en detalle la preferencia del uso de estanques de evaporación como método para limitar la playa expuesta.
- Se debe confirmar que será posible adquirir las servidumbres de paso necesarias y las parcelas de tierra necesarias para la servidumbre de paso y el potencial de traspasar o evitar impactos en otros servicios.

7.2 Próximos Pasos

El Panel considerará los resultados del análisis de viabilidad y brindará recomendaciones en su Informe Resumido final. El Informe Resumido incluirá una descripción general del trabajo y los hallazgos del Panel, seguido de recomendaciones del Panel sobre las acciones que se deben realizar para la restauración de Salton Sea y para mayores investigaciones.

Referencias

Black & Veatch, 2020, Binational Study of Water Desalination Opportunities in the Sea of Cortez, B&V Project No. 400584. Abril.

Revisión Estadística de Energía Mundial de BP, Revisión de Electricidad Global de Ember 2022. Consultado el 8/5/2022. https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

Buck, B. J., King, J., & Etyemezian, V. 2011. Effects of Salt Mineralogy on Dust Emissions, Salton Sea, California. Soil Science Society of America Journal, 75(5), 1971–1985. https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0049

Departamento de Recursos Hídricos de California. 2007. Informe de Impacto Ambiental Programático Final y Borrador de Restauración del Ecosistema de Salton Sea. Enero.

Camacho-Valdez, V., A. Ruiz-Luna, A. Ghermandi, and P. Nunes. 2013. Valuación de los servicios del ecosistema proporcionados por los humedales costeros en el noroeste de México. Ocean & Coastal Management, 78:1-11.

Cohen, M.J. 2014. Hazard's toll: the costs of inaction at the Salton Sea. Disponible en: http://pacinst.org/publication/hazards–toll. Consultado: 9 de julio de 2022.

Delavan Lake, WI; Onondaga Lake, NY; cited in Tourism Economics, 2017.

Fogel, M.L., H. Ajami, E. Aronson, R. Bahreini, W.A. Elders, D. Jenerette, D. Lo, T. Lyons, M. McKibben, W. Porter, A. Raju, K. Schwabe, C. Hung, and J. Nye. 2020. Crisis at the Salton Sea: Research Gaps and Opportunities. Consultado en: https://www.researchgate.net/publication/347535556_Crisis_at_the_Salton_Sea_Research_Gaps_and_Opportunities_THE_EDGE_INSTITUTE_UNIVERSITY_OF_CALIFORNIA_RIVERSIDE_SALTON_SEA_TASK_FORCE_Cover_Photo_Salton_Sea_at_North_Shore_Yacht_Club-Photo_Credit_Jonat Consultado el: 14 de julio de 2022.

Distrito de Riego de Imperial y Formation Environmental 2018. Programa de Mitigación de la Calidad del Aire de Salton Sea 2016/2017 Informe Anual y Estimaciones de Emisiones (edición de junio). http://www.co.imperial.ca.us/announcements/PDFs/SaltonMitigation.pdf

Distrito de Riego de Imperial y Formation Environmental LLC. 2019. Programa de Monitoreo de Emisiones de Salton Sea 2017/2018 Informe Anual y Estimaciones de Emisiones Preparados (edición de mayo).

Distrito de Riego de Imperial y Formation Environmental LLC. 2020. Programa de Monitoreo de Emisiones de Salton Sea 2018/2019 Informe Anual y Estimaciones de Emisiones de PM_{10} Preparados (edición de marzo).

Distrito de Riego de Imperial y Formation Environmental LLC. 2021. Programa de Monitoreo de Emisiones de Salton Sea 2019/2020 Informe Anual y Estimaciones de Emisiones de PM_{10} Preparados (edición de septiembre).

Distrito de Riego de Imperial y Formation Environmental LLC. 2022. Programa de Monitoreo de Emisiones de Salton Sea 2020/2021 Informe Anual y Estimaciones de Emisiones de PM_{10} (edición de junio).

Distrito de Riego de Imperial. Etiqueta de Contenido de Energía 2020. https://www.iid.com/energy/renewable-energy/power-content-label

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. 2014. Anexo III de Cambio Climático 2014: Mitigación del Cambio Climático. Contribución del Grupo de Trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/

Asociación Internacional de Energía Renovable. 2012. Tecnologías de Energía Renovable: Series de Análisis de Costos. Volumen 1: Sector de Energía/Edición 3/5 Hidroelectricidad. Junio.

Jones, B. A. and J. Fleck, 2020. Shrinking Lakes, Air Pollution, and Human Health: Evidence from California's Salton Sea, Science of the Total Environment, vol. 712 (10 de abril de 2020).

King, J., Etyemezian, V., Sweeney, M., Buck, B. J., & Nikolich, G. 2011. Dust emission variability at the Salton Sea, California, USA. Aeolian Research, 3(1), 67–79. https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2011.03.005

Mankins, J.C. 1995. Technology Readiness Levels, Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA, Internal white paper.

Marcé, R., Obrador, B., Gómez-Gener, L., Catalán, N., Koschorreck, M., Arce, M. I., Singer, G., & von Schiller, D. 2019. Emissions from dry inland waters are a blind spot in the global carbon cycle. Earth-Science Reviews, 188, 240–248. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.11.012

Parajuli, S. P., & Zender, C. S. 2018. Projected changes in dust emissions and regional air quality due to the shrinking Salton Sea. Aeolian Research, 33(January), 82–92. h https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2018.05.004

Ostro, B., A. Yewande, and E. Sanchez-Triana. 2021. When the Dust Settles: A Review of the Health Implications of the Dust Component of Air Pollution. Publicaciones del Banco Mundial.

Parsons, G.R. and M.J. Kealy. 1994. Benefits transfer in a random utility model of recreation. Water Resources Research, VOL. 30, NO. 8, pgs. 2477-2484.

Oficina de Recuperación de EE. UU. 2022. Comunicado de Prensa, 14 de junio de 2022: Commissioner Touton asks Basin States and Tribes to conserve an additional 2-4 million acre-feet of water in 2023.

Schwabe KA, Baerenklau KA. 2007. A Preliminary Investigation of the Potential Non-Market Benefits Provided by the Salton Sea. Informe presentado a la Autoridad de Salton Sea según K2 Economics. Junio.

Schwabe, K., and N. Negris. 2008. Fundamentals of estimating the net benefits of ecosystem preservation: The case of the Salton Sea. Hydrobiologia, 604: 181-195. DOI 10.1007/s10750-008-9317-0. Marzo.

Sheikh, P.A., and C.V. Stern. 2021. Gestión de Salton Sea. Preparado para el Servicio de Investigación del Congreso. https://crsreports.congress.gov

Programa de Gestión de Salton Sea. 2022. Plan a Largo Plazo, Cumbre de Salton Sea, Universidad de California en Riverside, Campus de Palm Desert, 6-7 de abril de 2022.

Slyker, R.G. 1970. Geologic and geophysical reconnaissance of the Valle de San Felipe region, Baja California. Master's Thesis. San Diego, California, San Diego State College, 97p.

Stratus Consulting, 2009. A triple bottom line assessment of traditional and green infrastructure options for controlling CSO events in Philadelphia's watersheds.

Sweeney, M. R., McDonald, E. V., & Etyemezian, V. (2011). Quantifying dust emissions from desert landforms, eastern Mojave Desert, USA. Geomorphology, 135(1–2), 21–34. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.07.022

Tourism Economics. 2017. Revitalized Salton Sea: Analysis of potential economic benefits. Diciembre. Consultado en: saltonsea.com/wp-content/uploads/2019/11/Oxford-Tourism-Revitalized_Salton_Sea_Benefit_FlipBook.pdf

Administración de Comercio Internacional de EE. UU. 2021. Mexico – Country Commercial Guide – Electricity Sector. Septiembre.