Informe Resumido del Panel de Revisión Independiente de Salton Sea

Informe Resumido 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
Brent M. Haddad, Ph.D., Investigador Principal

Acuerdo n.º 4600014042

Septiembre de 2022

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 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 ..... *iii*

Lista de Figuras ..... *iii*

Lista def Anexos ..... *iv*

Siglas y Abreviaturas ..... *v*

Resumen Ejecutivo 1

Sección 1: Introducción 1-1

1.1 Propósito del Informe 1-1
1.2 Proceso de Revisión 1-1

Sección 2: Antecedentes de la Región de Salton Sea 2-1

2.1 Antecedentes de Salton Sea 2-1
2.2 Acuerdo Conciliatorio de Cuantificaciónt 2-2
2.3 Población 2-3
2.4 Esfuerzos de Recuperación 2-3

Sección 3: Evaluación de los Conceptos de Importación de Agua 3-1

3.1 Selección de Respuestas 3-1
3.1.1 Criterios de Selección 3-1
3.1.2 Resultados de Selección 3-2
3.2 Análisis de Fallas Críticas 3-2
3.2.1 Criterios de Fallas Críticas 3-3
3.2.2 Resultado del Análisis de Fallas Críticas 3-5
3.3 Análisis de Viabilidad 3-6
3.3.1 Descripción General del Análisis de Viabilidad 3-6
3.3.2 Resultados del Análisis de Viabilidad 3-7
3.3.3 Costos a Nivel de Planificación 3-9
3.3.4 Beneficios del Proyecto 3-10

Sección 4: Hallazgos del Panel 4-1

4.1 Definición de Viabilidad 4-1
4.2 Posibles Fuentes de Importación de Agua 4-1
4.2.1 Océano Pacífico 4-1
4.2.2 Mar de Cortés 4-2

Índice (continuación)

4.2.3 Río Colorado 4-3
4.3 Temas y Perspectivas Críticos 4-4
4.3.1 Momento de Implementación 4-4
4.3.2 Calidad del Aire y Playa Expuesta de Salton Sea 4-4
4.3.3 Salinidad y Salud del Ecosistema de Salton Sea 4-5
4.3.4 Activos Inmovilizados 4-6
4.3.5 Gestión de la Sal 4-6
4.3.6 Obtención de Permisos 4-7
4.3.7 Los Proyectos e Infraestructura Relacionados con Salton Sea No Recibirán Tratamiento Reglamentario Especial 4-8
4.3.8 Costo 4-8
4.3.9 Requerimientos de Energía, Fuentes e Impacto del Carbono 4-9
4.3.10 Beneficios Binacionales 4-9
4.3.11 Posibilidades de Recuperación de Litio 4-10

Sección 5: Restauración de un Lago Más Pequeño 5-1

5.1 Restauración sobre Desecación 5-1
5.2 Lago en Constante Cambio 5-1
5.3 Desalinización de Recuperación 5-2
5.4 Gestión de la Playa 5-3

Sección 6: Conceptos de Importación de Agua Alternativos 6-1

6.1 Intercambio de Agua Impulsado por Una Nueva Planta de Desalinización 6-2
6.2 Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado 6-6
6.3 Comparación de los Conceptos de Importación 6-11

Sección 7: Recomendaciones del Panel de Revisión Independiente 7-1

7.1 Introducción 7-1
7.2 Acciones Inmediatas 7-2
7.2.1 Medidas 7-2
7.2.2 Investigación 7-3
7.3 Medidas a Largo Plazo 7-4
7.3.1 Medidas 7-4
7.3.2 Investigación 7-6
7.4 Conclusión 7-7

Referencias i

Lista de Tablas

Tabla ES-1: Resumen de los Costos Asociados a los Escenarios de Importación de Agua (Tabla 6-3 en el texto) 4
Tabla 3-1: Criterios de Selección 1
Tabla 3-2: Resultados de la Aplicación de los Criterios de Selección 2
Tabla 3-3: Criterios de Fallas Críticas 3
Tabla 3-4: Resultados de la Aplicación de los Criterios de Fallas Críticas 6
Tabla 3-5: Resumen de las Principales Instalaciones 7
Tabla 3-6: Resumen de las Características de la Planta de Desalinización de Recuperación del Concepto de Importación del Mar de Cortés 8
Tabla 3-7: Resumen de los Costos del Concepto de Importación del Mar de Cortés 9
Tabla 3-8: Resumen de los Beneficios del Proyecto 10
Tabla 6-1: Comparación del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés con el Concepto de Importación del Mar de Cortés 3
Tabla 6-2: Comparación del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado con el Concepto de Importación del Mar de Cortés 9
Tabla 6-3: Resumen de los Conceptos 12

Lista de Figuras

Figura 2-1: Mapa del área de Salton Sea. Del “Informe Resumido sobre la Restauración de Salton Sea” USDI 2007. 2
Figura 6-1: Salinidad promedio de Salton Sea proyectada a lo largo del tiempo con el Concepto de Importación del Mar de Cortés y el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés. 5
Figura 6-2: Gráficos de los resultados simulados según el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado: precios del agua en el eje X con respecto a la tierra de barbecho en (a), agua producida en (b) y el pago total en (c). Las líneas punteadas en (b) brindan un ejemplo sobre la cantidad de agua (145,000 AFY) que se puede producir a un precio ofrecido de $157/AF. 8
Figura 6-3: Salinidad promedio de Salton Sea proyectada a lo largo del tiempo con el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado y el Concepto de Importación del Mar de Cortés. 11

Lista de Anexos

Anexo A: Resúmenes Biográficos del Panel de Revisión Independiente
Anexo B: Solicitud de Información de 2021 emitida por el Panel de Revisión Independiente
Anexo C: Memorando Técnico del Concepto de Barbecho Voluntario

Siglas y Abreviaturas

ac	acre
AF	acres-pies (acre-feet)
AFY	acres-pies por año (acre-feet per year)
BoR	Oficina de Recuperación (Bureau of Reclamation)
CADFW	Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California (California Department of Fish and Wildlife)
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)
CNRA	Agencia de Recursos Naturales de California (California Natural Resource Agency)
DCM	medidas de control del polvo (Dust Control Measures)
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)
EPA	Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency)
ESA	Sociedad Ecológica de Estados Unidos (Ecological Society of America)
ft	pies (feet)
GHG	gases de efecto invernadero (Greenhouse Gases)
IBWC	Comisión Internacional de Límites y Aguas (International Boundary and Water Commission)
IID	Distrito de Riego de Imperial (Imperial Irrigation District)
M	millones
ONG	Organización No Gubernamental
Panel o IRP	Panel de Revisión Independiente (Independent Review Panel)
ppm	partes por millón
P y R	Preguntas y Respuestas
QSA	Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación (Quantification Settlement Agreement)
RFI	Solicitud de Información (Request for Information)
SB-654 (2003)	Proyecto de Ley del Senado (Senate Bill) n.º 654 (2003)
SSA	Autoridades de Salton Sea (Salton Sea Authority)

SSMP Programa de Gestión de Salton Sea (Salton Sea Management Program)

TBL triple resultado (Triple Bottom Line)

TM memorando técnico (Technical Memorandum)

USFWS Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU. (United States Fish and Wildlife Service)

USGS Encuesta Geológica de EE. UU. (US Geological Survey)

WET Tecnología Ambiental y del Agua (Water and Environmental Technology)

Resumen Ejecutivo

Este informe es el cuarto y último producto del Panel de Revisión Independiente sobre la Evaluación de los Conceptos de Importación de Agua para la Restauración a Largo Plazo de Salton Sea. El Panel introdujo un Anexo A y examinó los conceptos de importación de agua a largo plazo para abordar los problemas que enfrenta el lago Salton Sea, ubicado al sur de California. 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., PI).

Este informe presenta un resumen sobre el proceso de revisión general, los hallazgos clave y las recomendaciones que realizó el Panel de manera unánime.

Salton Sea es el lago más grande de California, con una superficie de más de 200,000 acres y un volumen de aproximadamente 4.8 millones de acres-pies (Sección 2). Desde principios de la década de 2000, cuando disminuyó el escurrimiento agrícola que ingresaba a Salton Sea, el lago ha ido perdiendo volumen. Esta pérdida provocó la exposición de la costa aledaña, que se denomina playa, y aumentó la salinidad del lago, que actualmente es casi el doble que la del agua de mar. Las condiciones generalmente ventosas de la región han provocado tormentas de polvo relacionadas con la playa y han empeorado la calidad del aire local. El aumento en la salinidad del lago ha provocado una disminución en las poblaciones de peces y de aves que se alimentan de peces. La economía turística local se vio afectada como consecuencia.

El Panel se estableció en octubre de 2021 para evaluar los conceptos de importación de agua presentados conforme a dos Solicitudes de Información (Anexo B de las RFI) emitidas en 2018 y 2021. En total, se presentaron 18 ideas (Sección 3). El Panel invitó a todos los participantes a hacer una presentación de 30 minutos para explicar sus enfoques, seguida de preguntas. El Panel también organizó una reunión pública virtual y dos reuniones presenciales para reunir los comentarios del público, mientras también gestionaba dos sitios web que brindaban orientación para enviar los comentarios por correo electrónico. El Panel, además, organizó reuniones públicas para anunciar y explicar todos sus informes y responder preguntas.

Tras la selección de los conceptos presentados según su cumplimiento con las RFI (consulte el *Informe de Selección* del Panel), se eliminaron cinco presentaciones, lo que dejó un total de 13. Luego, el Panel elaboró una lista de cinco “fallas críticas” que, en caso de encontrarse en algún enfoque de importación de agua, harían que este se considere inaceptable. Después de una revisión inicial, todas las presentaciones en las que se hallaron fallas críticas recibieron una oportunidad para solucionar dichas fallas y volver a presentarse. Tras la revisión posterior, se seleccionaron tres enfoques (consulte el *Informe de Fallas Críticas* del Panel).

Estos tres enfoques presentaban varias similitudes y se combinaron en un Concepto de Importación del Mar de Cortés que se sometió a un detallado estudio de viabilidad, el cual incluyó evaluaciones de costos, obtención de permisos, ingeniería, condiciones geotécnicas y

análisis de beneficios. El Panel debía adoptar una perspectiva “a largo plazo”. Si bien los análisis de costo y beneficio se detienen en 2078, su perspectiva general se extiende más allá de ese punto, previendo que los beneficios de restauración perduren mucho más allá de 2078. El Concepto de Importación del Mar de Cortés fue rechazado por el Panel en función de su alto costo, daño ambiental, mínimos beneficios para México (aparte de los trabajos de construcción y operación), y la posibilidad de que no se observe ningún beneficio.

Durante su análisis, el Panel identificó dos enfoques adicionales para la importación y los sometió al mismo análisis de viabilidad (consulte el *Informe de Viabilidad* del Panel). Tras una revisión del proceso y los primeros hallazgos, este *Informe Resumido* ofrece las recomendaciones del Panel en términos de acción, investigación adicional y justificaciones.

Existen tres posibles fuentes de importación de agua para Salton Sea: La costa del Pacífico de California, el Mar de Cortés de México, que se conecta con el Océano Pacífico, y la Cuenca del Río Colorado (Sección 4.1). Al evaluar estas tres fuentes de agua, el Panel llegó a 11 temas y perspectivas críticos (Sección 4.2) que deben servir como guía en la toma de decisiones sobre la restauración a largo plazo de Salton Sea. Entre estos 11 puntos, se encuentran la importancia de la gestión de la sal, los impactos adversos de los retrasos en la implementación del proyecto y la importancia de limitar los requerimientos de energía y el impacto del carbono. Sin bien ninguno de estos temas y perspectivas críticos se consideraron “fallas críticas”, son sumamente importantes para tener en cuenta como parte de la planificación a largo plazo (Sección 5).

El Panel llegó a tres conclusiones (Sección 6). La primera conclusión es que hay enfoques viables para minimizar la capacidad de emisión de polvo de la playa expuesta. Algunos de estos se están evaluando actualmente en Salton Sea, y otros se han demostrado en otras partes del mundo. Estos enfoques indican que la inundación de la playa no es el único método viable para mejorar los impactos de la playa relacionados con el polvo en la calidad del aire.

La segunda conclusión es que la gestión de la sal, tanto limitando las entradas de nueva sal como eliminando la sal existente, es fundamental para el manejo sustentable a largo plazo del lago. Con respecto a esto, el Panel considera que el sistema ferroviario puede crear suficientes oportunidades para eliminar la tierra de la sal que se extrae del lago.

La tercera conclusión es que no es necesario rellenar Salton Sea hasta el volumen que presentaba a mediados/fines del siglo 20. Un lago con menor volumen también puede alcanzar las metas actuales en términos ambientales, económicos y de calidad del aire. A raíz de esta conclusión, el Panel replanteó el rol del agua importada. En lugar de aumentar el volumen del lago, su objetivo debe ser reemplazar el agua de efluentes de salmuera que se pierde en el proceso de desalinización.

Siguiendo esta perspectiva, el Panel identificó y analizó la viabilidad de dos enfoques adicionales para la importación de agua (Secciones 6.1 y 6.2). Ambos se basaron en el principio

de que se debe establecer, sin demora, una gran planta de desalinización en Salton Sea. De manera similar al Concepto de Importación del Mar de Cortés, la planta eliminaría 100,000 acres-pies por año de efluentes de salmuera y regresaría 100,000 acres-pies por año de agua pura al lago. Sin embargo, el objetivo de la importación no sería ampliar el volumen del lago, sino reemplazar los 100,000 acres-pies por año que se perderían por los efluentes de salmuera. Con una menor superficie del lago, ambos enfoques irían acompañados de proyectos de estabilización de la playa para la playa expuesta adicional, así como de un plan de eliminación de sal. Un enfoque de importación implicaba al Mar de Cortés, mientras que el otro implicaba al Río Colorado.

El primer enfoque, denominado Concepto de Intercambio del Mar de Cortés, proponía agregar 100,000 acres-pies por año de capacidad a un proyecto de desalinización binacional que actualmente estudia la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC). El agua desalinizada se entregaría a la presa de Morelos en México a cambio de que los derechos del Río Colorado de México se desvíen a la presa de Imperial para Salton Sea. El agua importada compensaría el agua perdida a partir de la producción de salmuera de la planta de desalinización de recuperación en Salton Sea. Este enfoque fue rechazado por el Panel en función de su costo, retraso en los beneficios para Salton Sea, daño ambiental y mínimos beneficios para México, incluso con su característica de intercambio.

El otro enfoque, denominado Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado, se basa en el programa de barbecho voluntario remunerado, que el Distrito de Riego de Imperial (IID) operó con éxito desde 2003 hasta 2017. En esta instancia, la remuneración estaría a cargo del estado u otras entidades. Los agricultores del IID tendrían la oportunidad de realizar el barbecho de sus campos a cambio de pagos en efectivo. Se producirían importaciones adicionales netas de 100,000 acres-pies por año (Anexo C). El agua importada compensaría el agua perdida a partir de la producción de salmuera de la planta de desalinización de recuperación en Salton Sea.

Esta combinación de una planta de desalinización a gran escala (el doble del tamaño de la planta de Carlsbad de California) en Salton Sea, agua de reemplazo de los efluentes de salmuera a partir de un programa de transferencia voluntaria remunerado en IID, proyectos de eliminación de polvo y un plan de eliminación de sal es el enfoque recomendado por el Panel para la restauración a largo plazo de Salton Sea a través de la importación. Como muestra la Tabla ES-1 (Tabla 6-3 del informe), este concepto es mucho menos costoso que las demás alternativas. Minimiza los picos de salinidad que ocasionan retraso y logra la salinidad objetivo en el mismo tiempo o antes que las demás alternativas. Al evitar la construcción de una gran infraestructura, tiene un mayor rendimiento ambiental y de gas de efecto invernadero (GHG). Si bien México perderá los beneficios a partir de la desalinización/los empleos por la construcción y operación de las tuberías, también evitará el daño ambiental que provocaría esto.

Tabla ES-1: Resumen de los Costos Asociados a los Escenarios de Importación de Agua (Tabla 6-3 en el texto)

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
Año del proyecto para lograr una salinidad de 40,000 mg/l en Salton Sea	N/C	2046	2048	2051

Parámetro	Importación del Mar de Cortés		Intercambio del Mar de Cortés	Transferencia Voluntaria del Río Colorado
	Escenario 1	Escenario 2		
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 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

Parámetro	Importación del Mar de Cortés		Intercambio del Mar de Cortés	Transferencia Voluntaria del Río Colorado
	Escenario 1	Escenario 2		
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)[4]	4,700 - 5,900[5]		9,000 - 11,300[6]	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.

Las recomendaciones del Panel en cuanto a acciones e investigación (Sección 7) indican implementar la combinación del programa de barbecho voluntario remunerado del IID, el proyecto de desalinización, el proyecto de eliminación de sal y el proyecto de eliminación de polvo de la playa sin demora. El Panel también advierte el valor de ingresos únicos inmediatos al lago para diluir su salinidad actual, aunque no se realizó un modelo de estos caudales y no se incluyen en la recomendación principal. En términos de investigación, se necesita de inmediato una mejor comprensión de la contribución de la playa a la calidad del aire regional. También se presentan las necesidades de acciones e investigación a más largo plazo.

Sección 1: Introducción

Este informe es producto de la evaluación del Panel de Revisión Independiente (IRP) de soluciones de importación de agua a largo plazo para los problemas que enfrenta Salton Sea, ubicado al sur de California. 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., PI). Este informe es el cuarto y último producto del Panel.

1.1 Propósito del Informe

En dos ocasiones (2018 y 2021), el SSMP emitió una Solicitud de Información (RFI) pública para solicitar enfoques basados en la importación de agua para la restauración de Salton Sea (Anexo B). Para ver los 18 conceptos recibidos en total, ingrese a https://saltonsea.ca.gov/planning/. 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 sustancial de fallas críticas de las respuestas restantes (Informe de Fallas Críticas).
- Estudios de viabilidad detallados recopilados en un análisis de viabilidad de las respuestas restantes (Informe de Viabilidad).
- Un Informe Resumido con las conclusiones sobre la viabilidad de las respuestas restantes (este informe) y las recomendaciones del Panel para el futuro.

Este Informe Resumido resume el proceso de revisión, presenta los hallazgos clave de la evaluación, brinda recomendaciones para la importación de agua para la restauración a largo plazo de Salton Sea, identifica otras opciones para asegurar la mejora de caudales al lago, y enumera las áreas que requieren investigación adicional.

1.2 Proceso de Revisión

El Panel realizó su revisión de las respuestas a la RFI en dos pasos: selección y viabilidad. En el proceso de selección, el Panel primero seleccionó las respuestas según su cumplimiento con la RFI, lo que se documentó en el Informe de Selección. Las respuestas que cumplieron con los criterios de selección se evaluaron para detectar fallas críticas, lo que se documentó en el Informe de Fallas Críticas. El Panel se comunicó con los participantes cuyas respuestas se consideraron con fallas críticas y los invitó a presentar nuevamente las respuestas tras abordar tales fallas. Después de una segunda revisión, el Panel sometió las respuestas que se habían

considerado con fallas críticas a un análisis detallado de viabilidad técnica y económica. Los resultados del análisis de viabilidad se documentan en el Informe de Viabilidad. Este Informe Resumido describe el proceso de revisión general, los resultados de los análisis de selección y viabilidad, incluidos los principales hallazgos del Panel, identifica otras opciones de agua para el lago y establece necesidades de investigación adicional.

El Informe de Selección eliminó cinco respuestas 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 una revisión importante de las 13 respuestas restantes. Se consideró que diez respuestas presentaban fallas críticas, las cuales quedaron fuera de consideración. El Panel evaluó la viabilidad de las tres respuestas restantes.

Sección 2: Antecedentes de la Región de Salton Sea

Esta sección proporciona un breve resumen de la historia de la región de Salton Sea y los esfuerzos de restauración y rehabilitación hasta la fecha.

2.1 Antecedentes de Salton Sea

Salton Sea se encuentra en el centro sur de California, en el Valle de Imperial. Salton Sea es el lago más grande de California, con una superficie de más de 200,000 acres (ac) y un volumen de aproximadamente 4.8 millones (M) de acres-pies (AF). En enero de 2022, el lago tenía una elevación de la superficie del agua de -239 pies (USGS, 2022). Salton Sea no tiene otra salida más que casi seis pies verticales de evaporación neta anual (Cohen, 2013). Salton Sea se formó en 1905 cuando un punto de desvío de agua a lo largo del Río Colorado fue superado por las inundaciones que permitieron que el agua del río fluyera hacia la cuenca de Salton Sea. El alto flujo de agua resultante continuó durante 18 meses e inundó la cuenca de Salton Sea hasta que el Río Colorado se redirigió con éxito hacia el Mar de Cortés. En la actualidad, el escurrimiento agrícola, derivado del uso del agua del Bajo Río Colorado, continúa suministrando agua a Salton Sea. Antes de 1905, hay evidencia de existencias históricas de lagos en la cuenca de Salton Sea, como el Lago Cahuilla, que existió en el Pleistoceno tardío y el Holoceno (Ross, 2020).

Para la década de 1930, Salton Sea se había convertido en una importante escala para las aves migratorias a lo largo de la ruta migratoria del Pacífico. El Refugio de Vida Silvestre de Salton Sea se estableció en 1930 para proteger a las aves acuáticas migratorias y residentes. Hasta la fecha, se han registrado más de 400 especies de aves en Salton Sea y sus alrededores (USFWS, sin fecha). El pez pupo del desierto, en peligro de extinción en las listas federales, tiene una gran parte de su hábitat restante dentro de la cuenca de Salton Sea, predominantemente restringido a los afluentes de Salton Sea, y utiliza el lago para la dispersión entre los afluentes.

En las décadas de 1940 y 1950, cuando el lago tenía una elevación de la superficie y un nivel de salinidad bastante estables, la región se convirtió en un destino turístico conocido por la pesca, la navegación y otras actividades recreativas. En 1955, se designó el Parque Estatal Salton Sea y, a mediados de la década de 1960, atrajo a más visitantes que el Parque Nacional Yosemite (Holdren, 2014). En ese tiempo, las comunidades comenzaron a desarrollarse alrededor de Salton Sea, incluida la ciudad de Salton (Archbold, 1971). Sin embargo, el aumento de los niveles de salinidad, la degradación de la calidad del agua y la pérdida de peces desalentaron a los visitantes y desaceleraron el desarrollo de la comunidad a partir de la década de 1960 (Sheikh y Stern, 2021).

En las décadas de 1980 y 1990, la calidad del agua de Salton Sea comenzó a ser motivo de preocupación. Los niveles de selenio fueron aumentando en peces, 150,000 zampullines cuellinegros murieron en 1992, y grandes cantidades de pelícanos blancos y marrones americanos murieron a causa de botulismo aviar en 1996 (Moreau et al., 2007). Las iniciativas

para la restauración de Salton Sea comenzaron a fines de la década de 1990 cuando las entradas del escurrimiento agrícola comenzaron a disminuir. En 2000, las Autoridades de Salton Sea (SSA) y la Oficina de Recuperación (BoR) publicaron un plan de restauración (SSA y BoR, 2000).

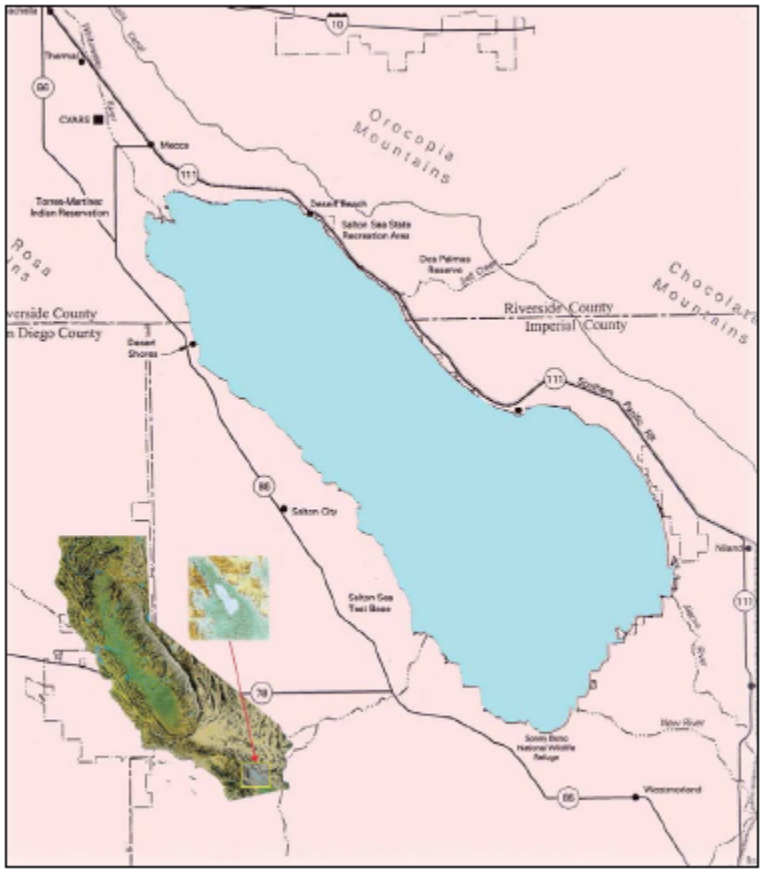

Figura 2-1: Mapa del área de Salton Sea. Del "Informe Resumido sobre la Restauración de Salton Sea" USDI 2007.

2.2 Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación

En 2003, entró en vigor el Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación (QSA). Los derechos de California sobre el excedente de agua del Río Colorado disminuyeron cuando el estado de Arizona comenzó a tomar su asignación completa de agua del Río Colorado. California se vio obligada a reducir sus desvíos de agua de 5.2 M a 4.4 M de acres-pies por año (AFY). Para satisfacer la demanda de agua de las poblaciones urbanas en crecimiento, el IID, el principal proveedor de agua de las tierras agrícolas que drenan Salton Sea, transfirió 200,000 AFY de agua a la Autoridad del Agua del Condado de San Diego y 103,000 AFY de agua al Distrito de Agua del Valle de Coachella y al Distrito de Agua Metropolitano del Sur de California (IID, sin fecha). Los distritos de agua beneficiarios pagaron al IID para revestir el Canal All-American y mejorar la eficiencia del riego agrícola, aumentando así la cantidad de agua transferida a la

Autoridad del Agua del Condado de San Diego y las Tribus Indígenas de San Luis Rey en 67,000 AFY (IID, sin fecha). El QSA también requería que el IID mitigara la transferencia de agua manteniendo las entradas a Salton Sea hasta 2017 (Cohen, 2013). La entrada de mitigación varió de un año a otro, desde 15,000 hasta más de 153,000 AF para un total de 730,182 AF durante 14 años (IID, 2019). Los tres distritos de agua involucrados debían pagar $30 M al Fondo de Restauración de Salton Sea (SB-654, 2003). A cambio de estas concesiones, el Estado de California acordó asumir la responsabilidad por los costos de Restauración de Salton Sea que superan los $133 M, mientras que el IID, el Distrito de Agua del Valle de Coachella y la Autoridad del Agua del Condado de San Diego asumieron la responsabilidad por costos de hasta $133 M (SB-654, 2003).

Para 2018, como resultado del QSA y la reducción de la entrada desde México, la entrada a Salton Sea disminuyó en un tercio (Holdren, 2014), la elevación del agua de Salton Sea disminuyó a -235.7 pies del nivel medio del mar y la salinidad aumentó a 62,927 partes por millón (ppm) (TetraTech, 2000). El lecho del lago expuesto resultante, conocido como playa, y los altos niveles de salinidad generaron numerosos problemas para las comunidades locales y la vida silvestre, incluida la mala calidad del aire y la gran pérdida de peces.

2.3 Población

La Oficina del Censo de EE. UU. de 2020 informó una población de alrededor de 367,000 residentes que viven en la región de Salton Sea en los valles de Imperial y Coachella, la mayoría de los cuales son hispanos o latinos, con un ingreso familiar anual promedio que oscila entre $35,000 y $48,000 según la ubicación (Oficina del Censo de EE. UU., 2019; Oficina del Censo de EE. UU., 2020; Fogel y Schwabe, 2021). Debido al aumento de salinidad y degradación ambiental, los ingresos por turismo y recreación disminuyeron significativamente. La disminución de la elevación del agua expone la playa a los fuertes vientos del desierto, lo que hace que la materia particulada pase al aire. Muchos factores a lo largo de los años han contribuido a una disminución de la calidad del aire alrededor de Salton Sea, entre ellos, la materia particulada movilizada desde el desierto por el viento, las actividades agrícolas y las emisiones del tráfico de vehículos. La disminución de la calidad del aire ha provocado altas tasas de asma en los residentes (Maheshwari et al., 2021). La tasa de asma infantil en el condado de Imperial es del 19-24%, que es más alta que el promedio del estado de California del 14% (Farzan et al. 2019; Departamento de Salud Pública de California [CDPH, 2019]).

2.4 Esfuerzos de Recuperación

Si no se toman medidas para restaurar el lago, los niveles de salinidad aumentarán rápidamente. Una iniciativa de modelo predice que la salinidad en Salton Sea aumentará a 296,000 ppm y la elevación del agua disminuirá a -259 pies para 2045 (CH2M, 2018; Ajami, 2021), y el modelo del SSAM predice una salinidad de aproximadamente 196,000 ppm y una elevación del lago de -254 para 2045. Este aumento en los niveles de salinidad y de playa expuesta adicional exacerbará aún más los problemas de salud que experimentan los

residentes locales y degradará por completo el hábitat de los peces y la vida silvestre. A modo de comparación, la salinidad del Océano Pacífico es de casi 35,000 ppm.

Entre 2006 y 2013, se publicaron varios estudios con evaluaciones de restauración. En 2007, la Agencia de Recursos de California publicó el Informe de Impacto Ambiental (EIR) Programático del Estudio de Restauración del Ecosistema de Salton Sea. El EIR contenía un análisis de opciones alternativas de restauración en respuesta al QSA y concluyó que la mejor alternativa era una que creaba o mantenía una diversidad de hábitats definidos por la salinidad, la implementación de acciones de mitigación de playa y la designación de áreas recreativas (Departamento de Recursos Hídricos de California [DWR] y CDFG, 2007). La viabilidad, la financiación y otros problemas impidieron que el plan se llevara a cabo (Buchholz, 2021). En 2013, el Estado de California publicó un EIR/Declaración de Impacto Ambiental (EIS) Final donde recomienda la creación del Proyecto de Hábitats para la Conservación de Especies como una solución a corto plazo para la creación de hábitats y como una guía para futuras decisiones de restauración (CADWR y CADFW, 2013).

Los esfuerzos de restauración a pequeña escala comenzaron en 2006 con el Complejo de Estanques de Hábitats para Especies diseñado para evaluar la eficacia y viabilidad de construir estanques con islas para restaurar el hábitat (Holdren, 2014). En 2016, comenzó el Proyecto Red Hill Bay, que planea restaurar 500 acres de hábitats acuáticos de poca profundidad y suprimir el polvo de la playa expuesta en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Sonny Bono (DWR, 2022). El Programa de Mitigación de la Calidad del Aire del IID planeó mitigar 5,300 acres de playa expuesta a través del engrosamiento de la superficie o la plantación de vegetación para mejorar la calidad del aire. Para 2019, se completaron 1,535 acres (IID, 2021). En 2017, el SSMP estableció el Plan de 10 Años (2018-2028) con un objetivo de 30,000 acres de eliminación de polvo y creación de hábitats, de los cuales 755 acres se completaron en 2020 (Sheikh y Stern, 2021). En 2021, se lanzaron y avanzaron numerosos proyectos de eliminación de polvo y revegetación, incluido el programa de Hábitats para la Conservación de Especies de 4,100 ac en el extremo sur de Salton Sea (CNRA, 2022).

Además del Plan de 10 Años, el SSMP convocó un comité de planificación a largo plazo para desarrollar un plan para proteger o mejorar el hábitat de la vida silvestre, la calidad del aire y la calidad del agua, y para prevenir o reducir las consecuencias ambientales y de salud previstas a partir del retroceso a largo plazo de Salton Sea. El desarrollo del plan a largo plazo incluirá la evaluación de las opciones de restauración en el lago, incluidas las identificadas en el EIR, así como los aportes de este Panel sobre la viabilidad de la importación de agua.

Sección 3: Evaluación de los Conceptos de Importación de Agua

Esta sección detalla el proceso de evaluación desarrollado por el Panel, lo que incluye la selección según el cumplimiento con la RFI, la identificación de fallas críticas y el análisis de viabilidad.

3.1 Selección de Respuestas

El primer paso en el proceso de revisión fue seleccionar las respuestas para determinar su cumplimientos con las pautas de la RFI. El hecho de que un concepto de proyecto de un participante no pase la fase de selección se basó solamente en el incumplimiento de las pautas de la RFI y no constituyó un juicio sobre la capacidad del participante para realizar el proyecto presentado, o el mérito de las tecnologías y los participantes.

3.1.1 Criterios de Selección

Los criterios enumerados a continuación se relacionan con el cumplimiento de las respuestas de las pautas de la RFI.

Tabla 3-1: Criterios de Selección

N.º	Criterio de Selección
1	La presentación debe tener un componente de importación de agua.
2	La presentación debe estar completa, con información para las cinco secciones detalladas en la RFI: 1. Identificación del equipo del proyecto 2. Descripción narrativa del concepto del proyecto y cómo/cuándo beneficiará a Salton Sea 3. Proceso de planificación y diseño del proyecto 4. Proyección de costo 5. Plan de financiación del proyecto propuesto

El Panel seleccionó estos criterios de selección por las siguientes razones:

1. La presentación debe tener un componente de importación de agua.

La función del Panel es revisar los conceptos del proyecto para un proyecto de importación de agua, como se establece en la RFI (se agregó el subrayado):

“Esta Solicitud de información (RFI) describe la información solicitada por la Agencia de Recursos Naturales de California (CNRA) para evaluar propuestas para un <u>proyecto de importación de agua</u> para cumplir con los objetivos a largo plazo del SSMP. La intención del

proceso de RFI es recopilar información sobre los proyectos de importación de agua propuestos".

Las respuestas que no tengan un componente de importación de agua estarán fuera de la función del Panel y no serán consideradas en el Estudio de Viabilidad.

2. ***La presentación debe estar completa, con información para las cinco secciones detalladas en la RFI:***
    1. ***Identificación del equipo del proyecto***
    2. ***Descripción narrativa del concepto del proyecto y cómo/cuándo beneficiará a Salton Sea***
    3. ***Proceso de planificación y diseño del proyecto***
    4. ***Proyección de costo***
    5. ***Plan de financiación del proyecto propuesto***

Las respuestas incompletas no tenían información suficiente para ser evaluadas individualmente o comparadas con otras respuestas dentro del análisis de viabilidad. Sin embargo, si el Panel y el equipo de apoyo pudieran extrapolar de los materiales enviados respuestas razonables y congruentes con las cinco secciones, la respuesta se consideraría suficiente.

3.1.2 Resultados de Selección

Se evaluó cada una de las 18 respuestas utilizando los dos criterios de selección descritos anteriormente. De las 18 respuestas, se determinó que 5 no cumplían con los criterios: R1, R3, R11, R17 y R18.

Tabla 3-2: Resultados de la Aplicación de los Criterios de Selección

Criterio	Respuesta																	
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Las respuestas que no cumplieron con los criterios se eliminaron del análisis y no recibieron mayor consideración.

3.2 Análisis de Fallas Críticas

El segundo paso en el proceso de revisión fue la identificación de fallas críticas. Los criterios de fallas críticas fueron desarrollados por el Panel y se aplicaron a cada una de las respuestas. De las 13 respuestas restantes, 12 se consideraron deficientes en al menos 1 criterio después de

la revisión inicial. Todos los participantes tuvieron la oportunidad de abordar las fallas críticas y 10 de 12 presentaron nuevamente las respuestas. Las nuevas presentaciones se revisaron para determinar los cinco criterios de fallas críticas. Dos respuestas adicionales pasaron todos los criterios luego de ser presentadas nuevamente.

3.2.1 Criterios de Fallas Críticas

Una falla crítica representa al menos una de las siguientes características:

- Un resultado de desempeño muy por debajo de las condiciones a largo plazo necesarias para minimizar los problemas de calidad del aire de la playa expuesta y abordar la salud ecológica de la región.
- Posibles efectos negativos de la construcción y operación del proyecto que son lo suficientemente graves como para impedir su aceptación.

El hecho de que la respuesta del participante no pase el análisis de fallas críticas no constituye un juicio sobre la capacidad del participante de llevar a cabo el proyecto o sobre los méritos de las tecnologías.

Tabla 3-3: Criterios de Fallas Críticas

N.º	Criterios de Fallas Críticas
1	La presentación es sólida desde el punto de vista técnico y utiliza tecnologías establecidas, no especulativas.
2	La presentación no creará un riesgo significativo de inundaciones catastróficas.
3	La presentación es congruente con los objetivos de la Ley de Restauración de Salton Sea.
3a	La presentación da lugar a mejoras en la calidad del aire (1) a través de una reducción de la playa expuesta a niveles congruentes con aquellos antes de 2018, o (2) a través de una reducción de las emisiones de polvo empleando otros mecanismos sobre un área equivalente.
3b	Las metas de salinidad establecidas por la presentación no deben exceder los 70,000 mg/l, lo cual es superior a los rangos de tolerancia de salinidad identificados para Especies Protegidas y Especies de Importancia.
4	La ausencia de propuestas de extracción o infraestructura provocará impactos ecológicos significativos a la Reserva de la Biosfera y a los humedales Ramsar de importancia internacional ubicados dentro del Alto Golfo de California y la parte inferior del Delta del Río Colorado.
5	Las soluciones deben ser viables por la duración del proyecto (hasta 2078).

El Panel seleccionó los criterios de fallas críticas por las siguientes razones:

1. ***La presentación es sólida desde el punto de vista técnico y utiliza tecnologías establecidas, no especulativas.***

El Panel recomienda soluciones nuevas e innovadoras. Sin embargo, se deben presentar en forma de nuevas combinaciones y usos de tecnologías comprobadas. Las tecnologías con registro mínimo o ningún registro de desempeño presentan demasiado riesgo para la finalización oportuna de un proyecto de esta inmediatez, magnitud e importancia. Los Niveles de Disponibilidad Tecnológica, desarrollados en un principio por la NASA y utilizados ampliamente en la ingeniería y el tratamiento de recursos de agua, brindan un ejemplo de un enfoque sistemático para evaluar la tecnología. Los Niveles oscilan entre Nivel 1: principios básicos observados e informados, y Nivel 9: sistema real comprobado a través del uso (Mankins, 1995). Las tecnologías utilizadas para este proyecto deben ser equivalentes al Nivel 9 (sistemas reales comprobados a través del uso).

2. ***La presentación no creará un riesgo significativo de inundaciones catastróficas.***

Un proyecto de importación de agua para la restauración a largo plazo de Salton Sea implicaría el transporte de agua a una escala de cientos de miles de millones de acres-pies por año. La liberación descontrolada de grandes volúmenes de agua en el caso de una falla en la infraestructura podría tener consecuencias devastadoras. Ningún proyecto debe presentar un riesgo significativo de inundaciones catastróficas a causa de fallas en la infraestructura que pudieran ser desencadenadas por terremotos, incendios, mala gestión, vandalismo y otras causas.

La elevación de la superficie de Salton Sea es de más de 200 pies por debajo del nivel del mar. Muchas de las ciudades aledañas, desde Indio hasta Calexico, y tierras de cultivo asociadas en la cuenca de Salton Sea, también se encuentran al nivel del mar o por debajo del nivel del mar. La liberación descontrolada de agua a la cuenca de Salton Sea podría resultar en una pérdida catastrófica de vidas y/o daños a la tierra, la propiedad y el ecosistema.

3. ***La presentación es congruente con los objetivos de la Ley de Restauración de Salton Sea.***

   3a. La presentación da lugar a mejoras en la calidad del aire (1) a través de una reducción de la playa expuesta a niveles congruentes con aquellos antes de 2018, o (2) a través de una reducción de las emisiones de polvo empleando otros mecanismos sobre un área equivalente.

   3b. Las metas de salinidad establecidas por la presentación, confirmadas por modelos de proyecciones, no deben exceder los 70,000 mg/l, lo cual es superior a los rangos de tolerancia de salinidad identificados para Especies Protegidas y Especies de Importancia.

La Ley de Restauración de Salton Sea establece los objetivos de restauración del estado para minimizar los problemas de la calidad del aire y del agua, y restaurar el hábitat de la costa y

acuático para lograr una estabilidad a largo plazo que sustente a una comunidad acuática autónoma y a las aves nativas que usan Salton Sea como hábitat de escala durante la migración. Para aprobar este criterio, la respuesta debe demostrar una sólida probabilidad de cumplir con los objetivos del estado. El Panel seleccionó el año 2018 como el año de referencia para la exposición de la playa debido a los flujos de migración relacionados con el QSA finalizado en 2017. El Panel seleccionó 70,000 mg/l como la salinidad mínima aceptable y el punto límite de falla crítica porque es el nivel de salinidad en el cual podrían colapsar las redes alimentarias en el lago que sustentan la vida silvestre aviar.

4. ***La ausencia de propuestas de extracción o infraestructura provocará impactos ecológicos significativos a la Reserva de la Biosfera y a los humedales Ramsar de importancia internacional ubicados dentro del Alto Golfo de California y la parte inferior del Delta del Río Colorado.***

La Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y el Delta del Río Colorado, declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO, se define como el Alto Golfo de California, el delta del Río Colorado (la parte marina), y las islas asociadas y las áreas costeras protegidas. Otras tres zonas ecológicas protegidas se superponen, o son adyacentes a la Reserva de la Biosfera, una de las cuales son los Humedales del Delta del Río Colorado, un humedal Ramsar de importancia internacional (Ramsar 2001; Ramsar 2008). Dado el valor actual y potencial de estas áreas para la biodiversidad y sus servicios del ecosistema asociados, los impactos ecológicos sustanciales y duraderos serían considerados como pérdidas inaceptables por las organizaciones de conservación internacionales y nacionales (p. ej., las Naciones Unidas y la Convención Ramsar [Conferencia de las Partes Contratantes]) y las industrias naturales locales, y podrían requerir un extenso proceso de revisión y análisis por parte de las agencias reglamentarias de México. Por lo tanto, las respuestas que podrían provocar impactos ecológicos sustanciales e irreversibles en la Biosfera o los humedales de importancia durante la construcción u operación no pasaron este análisis de fallas críticas.

5. ***Las soluciones deben ser viables por la duración del proyecto (hasta 2078).***

La función del Panel es evaluar la viabilidad de la importación de agua como una estrategia a largo plazo para la restauración de Salton Sea. De manera congruente con el QSA, el período definido por el Programa de Restauración del Ecosistema de Salton Sea y el EIR Programático Final se extiende hasta 2078. Los factores considerados para la viabilidad incluyen la confiabilidad de la fuente de agua, la capacidad para obtener de manera oportuna y en la medida necesaria los derechos y permisos correspondientes, la capacidad de mantener o reemplazar la infraestructura, y la prevención de efectos secundarios negativos. Los conceptos que tienen un período más breve de impacto beneficioso también están sujetos a este análisis de fallas críticas.

3.2.2 Resultado del Análisis de Fallas Críticas

Cada una de las 13 respuestas se evaluó utilizando los 5 criterios de fallas críticas antes descritos (Tabla 3-2). De las 13 respuestas, 12 se consideraron deficientes en al menos 1 criterio después de la revisión inicial. Todos los participantes tuvieron la oportunidad de abordar las fallas críticas y 10 de 12 presentaron nuevamente las respuestas. Las nuevas presentaciones se revisaron para determinar los cinco criterios de fallas críticas. Dos respuestas adicionales pasaron todos los criterios luego de ser presentadas nuevamente.

Los resultados se muestran en la Tabla 3-4, donde los puntos rojos denotan los criterios no aprobados y los puntos verdes denotan los criterios aprobados. Las respuestas R4, R9 y R10 aprobaron todos los criterios. Las siguientes secciones proporcionan detalles adicionales sobre esta determinación.

Tabla 3-4: Resultados de la Aplicación de los Criterios de Fallas Críticas

Criterio	Respuesta												
	R2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R12	R13	R14	R15	R16
1	🟢	🟢	🔴	🔴	🔴	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴	🟢	🔴	🔴
2	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢
3	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴
4	🔴	🟢	🔴	🟢	🔴	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
5	🟢	🟢	🔴	🔴	🔴	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴	🔴	🔴	🔴

Las tres respuestas que pasaron el análisis de fallas críticas se evaluaron nuevamente en el análisis de viabilidad.

3.3 Análisis de Viabilidad

El análisis de viabilidad, documentado en el Informe de Viabilidad del Panel, evaluó la viabilidad de las tres respuestas que pasaron el análisis de fallas críticas, que se resumen en esta Sección. El Informe de Viabilidad también presentó un análisis de viabilidad de dos conceptos de importación de agua alternativos, que se resumen en la Sección 6.

3.3.1 Descripción General del Análisis de Viabilidad

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. Debido a las similitudes de los principales componentes de las respuestas, las tres respuestas se combinaron en un solo Concepto de Importación del Mar de Cortés para su evaluación en el análisis de viabilidad. El propósito de este análisis fue 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 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.

Los conceptos se evaluaron para determinar lo siguiente:

- Viabilidad de la planificación y la obtención de permisos
- Viabilidad de la construcción y operación
- Desempeño técnico en relación con las metas del proyecto
- Costos de capital, de operación y del ciclo de vida
- Beneficios del proyecto

3.3.2 Resultados del Análisis de Viabilidad

El Concepto de Importación del Mar de Cortés implica aumentar Salton Sea con agua importada desalinizada del Mar de Cortés junto con agua desalinizada del mismo lago Salton Sea. Los principales componentes son los siguientes:

- Desalinización en el Mar de Cortés.
- Transporte de agua desalinizada del Mar de Cortés a Salton Sea.
- Desalinización de recuperación en Salton Sea para reducir aún más la salinidad.

3.3.2.1 Desalinización en el Mar de Cortés

El Concepto de Importación del Mar de Cortés implica una planta de desalinización de agua de mar de ósmosis inversa en el Mar de Cortés. El concepto supone una tasa de recuperación del 50%, que daría como resultado 480 MGD de agua producto y 480 MGD de salmuera. En función de esta tasa, se podrían trasladar a Salton Sea entre 430,000 y 540,000 AFY de agua desalinizada. La salmuera se descargaría a 3.4 millas en el Mar de Cortés. Los parámetros de las principales instalaciones son los siguientes:

Tabla 3-5: Resumen de las Principales Instalaciones

Capacidad de Agua Producto (MGD/AFY)	**Tamaño del Lugar (Acres)**	**Requerimientos de Energía Anual** (millones de kWh)	**Fuerza Laboral** (Equivalentes de Tiempo Completo)
430,000 a 540,000 a 480 MGD	75	1,766	340

En función de las encuestas geotécnicas de la bibliografía (es decir, ausencia de investigaciones para corroborar el lugar), la planta de desalinización parece estar en un área

sujeta a actividad sísmica y licuefacción, cuando el suelo pierde rigidez y se comporta más como el agua durante un terremoto, así como suelos expansivos y corrosivos. Dada la carga estructural de la planta de desalinización, la actividad sísmica y la geología local, es probable que la planta de desalinización se deba sostener sobre cimientos profundos.

Se necesitaría una gran fuerza laboral calificada para la construcción y operación de la planta de desalinización. La necesidad de trabajadores calificados durante la construcción y operación no hace que el Concepto resulte inviable. Sin embargo, agrega un elemento de incertidumbre y podría retrasar el inicio de la construcción y el proyecto. Se prevé que la necesidad de operadores calificados genere demandas de viviendas y otros servicios en el área.

3.3.2.2 Transporte

El transporte de agua desalinizada del Mar de Cortés a Salton Sea se realizaría a través de aproximadamente 190 millas de dos tuberías de acero paralelas de 108 pulgadas con revestimiento de poliuretano. Se supone que las tuberías de transporte de agua se instalarán mediante la excavación de zanjas.

En función de un estudio teórico, las tuberías probablemente atravesarán áreas sujetas a actividad sísmica y licuefacción, así como suelos expansivos y corrosivos. La construcción puede ser complicada debido a la necesidad de instalar las tuberías en áreas con roca menos meteorizada que requerirá el uso de explosivos en lugar de la excavación de zanjas. Se prevé que la construcción de la tubería generará más de 6.7 millones de yardas cúbicas de suelo que se deberían reubicar o eliminar.

3.3.2.3 Desalinización de Recuperación

Los escenarios 1 y 2 representan un rango de tamaño para una Planta de Desalinización de Recuperación ubicada en Salton Sea. Ambos escenarios suponen una planta de desalinización de ósmosis inversa con una tasa de recuperación del 50%.

En el escenario 1, la Planta de Desalinización de Recuperación y las instalaciones asociadas tendrían un tamaño como para producir 13.5 MGD de agua producto y 13.5 MGD de salmuera. Se extraerían hasta 31,000 AFY de agua de Salton Sea y hasta 15,100 AFY se someterían a desalinización y se regresarían a Salton Sea. La salmuera se descargaría en estanques de evaporación. En el escenario 2, la Planta de Desalinización de Recuperación y las instalaciones asociadas tendrían un tamaño como para producir 100 MGD de agua producto y 100 MGD de salmuera. Los parámetros de las principales instalaciones son los siguientes:

Tabla 3-6: Resumen de las Características de la Planta de Desalinización de Recuperación del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Concepto	Capacidad de Agua Producto	Tamaño del Lugar (Acres)	Requerimientos de Energía	Fuerza Laboral

	(MGD/AFY)		**Anual** (millones de kWh)	(Equivalentes de Tiempo Completo)
Concepto de Importación del Mar de Cortés (escenario 1)	12,100 a 15,100 a 13.5 MGD	2	52.6	13
Concepto de Importación del Mar de Cortés (escenario 2)	89,600 a 112,000 a 100 MGD	30	442	73

3.3.3 Costos a Nivel de Planificación

Los costos se desarrollaron en dólares estadounidenses 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%. La Tabla 3-7 a continuación resume los costos iniciales (estimación de costos de capital, costos de planificación y obtención de permisos, y adquisición de tierra), los costos de operación y mantenimiento, los costos del valor actual neto (suponiendo que el proyecto se implemente y opere hasta el año 2078), así como el costo por AF para el volumen de agua importada.

Tabla 3-7: Resumen de los Costos del Concepto de Importación del Mar de Cortés

Escenario	**Costos Iniciales** ($US)	**Costos Anuales de O&M** ($US)[1]	**Valor Actual Neto** 2023 a 2078 ($US)	**Costo de Agua Importada** ($US/AF) [2]
1	65.7 B	305 M - 1.6 B	94.7 B	4,700 - 5,900
2	78.4 B	2.4 B - 3.8 B	147.7 B	4,700 - 5,900

1. Los costos anuales de O&M variarán según las plantas que estén operando.
2. Solo se incluyen componentes de importación (sin desalinización de recuperación) y se supone una producción de 430,00-540,000 AFY por la duración del proyecto.

3.3.4 Beneficios del Proyecto

Los beneficios monetizados del proyecto se resumen a continuación:

Tabla 3-8: Resumen de los Beneficios del Proyecto

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.

Con una planta de desalinización de recuperación más grande que en el escenario 1, el escenario 2 alcanza salinidades promedio que pueden sustentar un ecosistema diverso, incluida la pesca deportiva. Por lo tanto, tanto los beneficios monetizados como los beneficios de servicios del ecosistema son mayores en el escenario 2 que en el escenario 1.

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.

Sección 4: Hallazgos del Panel

Durante el transcurso de su estudio y deliberaciones, el Panel identificó temas y desarrolló perspectivas sobre la importación de agua a la cuenca de Salton Sea. Estos temas y perspectivas informaron el proceso de toma de decisiones del Panel sobre la viabilidad del Concepto de Importación del Mar de Cortés para la restauración a largo plazo de Salton Sea.

4.1 Definición de Viabilidad

Antes de proceder con el análisis sobre los conceptos de importación de agua, es importante presentar la idea de viabilidad del Panel. Si un proyecto propuesto se puede construir y operar según lo planeado, el proyecto es viable desde el punto de vista técnico. Si los costos previstos de un proyecto se pueden situar dentro de un rango de costos aceptable, el proyecto es viable desde el punto de vista financiero. En sí misma, esta estrecha definición de *viabilidad* hace que el término sea equivalente o incluso menos estricto que el término *fallas críticas*. Un proyecto con fallas críticas podría ser viable desde el punto de vista técnico y financiero, como un "puente hacia ninguna parte", pero tiene fallas críticas porque no brinda beneficios a la sociedad. **Un definición completa de viabilidad debe tener en cuenta los beneficios previstos del proyecto. Si es poco probable que los beneficios se materialicen, el proyecto se puede considerar inviable desde el punto de vista social o político**.

Hay dos "áreas grises" en esta definición. Una es el área gris entre los beneficios esenciales sin los cuales el programa sería inviable, y los beneficios deseables sin los cuales el proyecto sería viable, pero no necesariamente digno de realizar. La otra es el área gris de los beneficios que tienen "poca probabilidad" de lograrse. Incluso si fuera posible determinar un nivel específico de probabilidad, digamos un 51%, es casi imposible estimar la probabilidad de que un proyecto complejo y a gran escala alcance los beneficios. Existen algunas pautas, como la mayor probabilidad de que un proyecto modular brinde beneficios tempranos (p. ej., una serie de tanques de almacenamiento) en comparación con un proyecto que se debe completar antes de acumular beneficios (un embalse). Para determinar la viabilidad del proyecto, el Panel analizó los proyectos en detalle, evaluó estudios, consultó con expertos y escuchó los comentarios del público.

4.2 Posibles Fuentes de Importación de Agua

4.2.1 Océano Pacífico

Tres presentaciones (R6, R12 y R13) incluyen importación de agua del Océano Pacífico. Las ventajas de la importación del Océano Pacífico incluyen que la distancia para importar el agua es menor que si esta agua proviniera del Mar de Cortés, y que toda la infraestructura asociada a la desalinización y el transporte del agua está ubicada dentro de Estados Unidos. Sin embargo, **el Panel determinó que el Océano Pacífico actualmente no es una fuente de agua viable para Salton Sea debido, en parte, a los proyectos reglamentarios actuales sobre el agua a lo largo de la costa sur de California**. En particular, el Panel vio la decisión de mayo de 2022 de la

Comisión Costera de California de negar un permiso para construir una nueva planta de desalinización en Huntington Beach (citando, entre otras inquietudes, los impactos ecológicos tanto de la extracción de agua como de la descarga de salmuera) como un buen indicador de los proyectos de agua que son posibles actualmente. El clima político y reglamentario en torno a la desalinización del mar puede cambiar en el futuro para favorecer la extracción de agua de la costa del Pacífico y la descarga de salmuera a lo largo de la costa sur de California, en especial debido a que el cambio climático provoca sequías prolongadas en la región. Sin embargo, el Panel vio las realidades de obtención de permisos reglamentarias actuales de California como un impedimento para el uso del agua del Océano Pacífico para satisfacer las necesidades inmediatas de la restauración a largo plazo de Salton Sea. Otros desafíos de importación de agua del Océano Pacífico incluyeron mayores costos de energía debido al aumento de la elevación de bombeo, altos costos de capital para construir un túnel de transporte y la dificultad de hallar un lugar adecuado para las plantas de desalinización y bombeo en la sumamente desarrollada área de la costa de California.

Además del Océano Pacífico como una fuente de agua, el Panel consideró agua recuperada de las plantas de recuperación de agua de la costa de California que se podrían transferir (después de su tratamiento) a Salton Sea a través de una tubería o túnel, según se sugiere en la respuesta R14. Si bien un gran volumen de aguas residuales tratadas se descarga actualmente en el Océano Pacífico y esta agua, en su lugar, se podría dirigir hacia Salton Sea, los servicios públicos a lo largo de la costa de California y en todo el estado se están moviendo rápidamente para aumentar la recuperación de agua para la reutilización potable y no potable dentro de áreas metropolitanas cerca de donde se generan las aguas residuales. El Panel respalda la recuperación de agua como una fuente de agua confiable, de baja salinidad, a prueba de sequías, disponible para la cartera de agua metropolitana local. **Debido al aumento en la demanda local, el Panel no considera que habrá disponibilidad uniforme de un volumen suficiente de agua recuperada como fuente única de importación a Salton Sea para hacer una contribución sustancial a su restauración a largo plazo.**

4.2.2 Mar de Cortés

El Mar de Cortés se propone como la fuente de agua en ocho de las presentaciones (R2, R4, R5, R6, R7, R8, R9 y R10). La importación de agua desalinizada del Mar de Cortés tiene el beneficio de menores requerimientos de elevación de bombeo. Los desafíos del Mar de Cortés como fuente de agua incluyen una mayor distancia de transporte que los conceptos donde el agua se obtiene del Océano Pacífico, la posible necesidad de nuevas plantas de generación de energía para alimentar una planta de desalinización en el Mar de Cortés, la necesidad de grandes inversiones en infraestructura fuera de la jurisdicción de EE. UU. (un posible riesgo para la finalización del proyecto y operaciones en curso), y los impactos en la biodiversidad y los servicios del ecosistema de un gran proyecto de desalinización y construcción en el Mar de Cortés. Debido a que el clima reglamentario en México podría permitir la extracción de agua del Mar de Cortés para su desalinización y eliminación de salmuera, el lago se consideró una fuente de agua viable para los conceptos que se evaluarán en el análisis de viabilidad. Sin

embargo, el Panel considera firmemente que cualquier proyecto de agua transfronterizo para Salton Sea debe cumplir con los principios ambientales y de justicia social. Por lo tanto, el Panel sugiere que cualquier iniciativa de desalinización en el Mar de Cortés no solo debe cumplir con la revisión ambiental en México, sino también con los análisis de impacto ambiental que se aplican dentro de Estados Unidos.

El Panel considera que cualquier proyecto ubicado en California y para su beneficio se debe diseñar y construir conforme a los estándares establecidos por las agencias reglamentarias de California. Por lo tanto, si los impactos ambientales de una planta de desalinización son demasiado grandes como para ser permitidos en California, es inconcebible que se construya en México una planta de desalinización hasta 10 veces más grande que las rechazadas en California. Además, la degradación ambiental en México sería provocada no solo por las estructuras de entrada y descarga, sino también por la planta de desalinización, que se estima que se ubicará sobre un lugar de 75 acres y más de 100 millas de tubería. **El Panel considera que sacrificar la integridad ecológica y la biodiversidad del Mar de Cortés en nombre de restaurar un ecosistema acuático compuesto principalmente por especies no nativas (es decir, especies que son nativas de un lugar fuera de California o América del Norte) en Salton Sea es injustificable.** Por lo tanto, el Panel determina que el potencial del impacto ambiental en México asociado al concepto de importación de agua es inaceptable.

4.2.3 Río Colorado

Otra fuente de agua que el Panel consideró para Salton Sea es el Río Colorado. Con la disminución de los caudales promedio anuales en el río y los embalses de almacenamiento que alcanzan niveles históricamente bajos, obtener agua adicional del Río Colorado supone un desafío significativo, pero no imposible, ahora y hacia el futuro. También existe la complicación que el Convenio del Río Colorado de 1922, parte de la ley federal, no incluye la recuperación o restauración ambiental como usos válidos del agua del Río Colorado, pero en su lugar, reconoce propósitos domésticos, agrícolas y energéticos, así como la navegación. Para California, esta limitación solo deja disponibles los derechos de agua perfeccionados previos a 1914 antes del convenio para la recuperación de Salton Sea. El IID tiene tales derechos.

Las oportunidades de conservar y transferir el agua a través de los derechos de agua existentes, incluidas las enmiendas de los acuerdos de transferencia de agua existentes, existen pero no se debe subestimar el desafío de llegar a un resultado de negociación exitoso. Por ejemplo, el Panel no espera que el agua del Río Colorado brinde caudales a los volúmenes necesarios para llenar Salton Sea a los niveles de mediados/fines del siglo 20.

El agua dulce de otras fuentes fuera del Río Colorado (p. ej., R15 y R16) no se consideró viable debido al costo de transporte y otros desafíos.

4.3 Temas y Perspectivas Críticos

Los siguientes temas y perspectivas críticos se deben considerar e incluir en un plan de restauración para Salton Sea.

4.3.1 Momento de Implementación

El Panel reconoce los impactos ambientales y en la calidad del aire de la disminución en los niveles de la superficie del lago y la expansión de la playa expuesta no recuperada. El Panel ha escuchado las voces de la comunidad local sobre la urgencia de estos problemas y la necesidad de que el Estado de California aborde rápidamente los cambios que ocurren en Salton Sea. El propio modelo del Panel sobre la salinidad y el nivel del lago con el tiempo enfatiza esta situación. El momento de implementación del proyecto es crítico para la capacidad de los proyectos de importación de agua de alcanzar las metas de restauración. Mientras más sal se acumule, mayor será la necesidad de eliminarla antes de que el lago vuelva a ser viable.

Si bien el Panel aceptó que la probabilidad de que un proyecto nunca obtenga los permisos necesarios era suficiente para considerarse una falla crítica, no seleccionó un tiempo de corte "crítico" para un proceso de obtención de permisos lento o demorado. Por lo tanto, los plazos para la implementación de un concepto de importación de agua se evaluaron en detalle dentro del Informe de Viabilidad.

El Panel determinó que el plazo estimado para iniciar la implementación de todos los proyectos de importación de agua que utilizan el Mar de Cortés como fuente es de 22 años, como mínimo. Este plazo incluye 13 años para la obtención de permisos y el diseño, y nueve años para la construcción de la infraestructura. Estos se consideran los tiempos mínimos para cada paso en ausencia de litigio. El litigio se puede anticipar razonablemente para un proyecto de este tamaño e importancia, y se puede prever razonablemente un período más prolongado antes del inicio de la construcción. La disminución continua de la elevación de la superficie del agua en los próximos 22 años provocaría una gran exposición adicional de la playa, lo que contribuiría a la degradación de la calidad del aire, a menos que se tomen medidas de recuperación. Si bien la obtención de permisos y la construcción de la planta de desalinización de recuperación se pueden lograr más rápidamente, se proyecta que la salinidad se situará muy por encima del rango que puede sustentar el ecosistema existente, lo que incluye a invertebrados, peces y aves. De hecho, la salinidad prevista de Salton Sea para 1033 supera los 140,000 mg/l, lo que solo puede sustentar muy poca vida (p. ej., bacterias). **Dada la urgencia de los problemas ambientales y de calidad del aire, el Panel determina que el plazo necesario para implementar el Concepto de Importación del Mar de Cortés no satisface las necesidades de la región.**

4.3.2 Calidad del Aire y Playa Expuesta de Salton Sea

Las tasas de asma en la región aledaña a Salton Sea son inaceptablemente altas. La playa expuesta es una de las fuentes de materia particulada en el aire de la región (consulte la

Sección 5.4). Los conceptos de importación de agua, según se describen en las respuestas a la RFI, no solucionarán los problemas de la calidad del aire de la cuenca. Se necesita investigación adicional que vincule los resultados de la salud con las fuentes de contaminación atmosférica, así como programas adicionales para reducir los impactos adversos de la contaminación atmosférica en la salud pública de la región.

El grado en que el polvo de la playa expuesta de Salton Sea contribuye a los problemas de la calidad del aire y la salud pública de la región no queda claro. Sin embargo, es muy probable que un aumento en la playa expuesta tenga un impacto negativo en la calidad del aire, a menos que se tomen medidas de recuperación. La importación de agua a gran escala podría abordar la capacidad de emisión de la playa al cubrir dicha playa con agua. Sin embargo, los modelos indican que la playa expuesta no se podría cubrir hasta al menos 2050, lo que resulta en décadas de mala calidad del aire para la comunidad. **Por lo tanto, el Panel determina que el Concepto del Importación del Mar de Cortés no brindaría los supuestos beneficios de mejoras en la calidad del aire.**

4.3.3 Salinidad y Salud del Ecosistema de Salton Sea

La Ley de Restauración de Salton Sea estipula que el Estado de California tiene como objetivo restaurar y proteger el hábitat de la costa y acuático del ecosistema de Salton Sea, y estipula la conservación a largo plazo de los peces y la vida silvestre que dependen de este hábitat. El Artículo 1 de la Ley de Restauración de Salton Sea (Código de Caza y Pesca §§ 2930-2933) establece el objetivo para restaurar y proteger de manera permanente el ecosistema de Salton Sea, específicamente, el "hábitat acuático y de la costa para lograr una estabilidad a largo plazo a niveles históricos y para la diversidad de peces y vida silvestre". El Artículo 2 (Código de Caza y Pesca §§ 2940-2945) establece que el estado tiene como objetivo conservar y restaurar el ecosistema de Salton Sea, y proteger la calidad del agua a fin de brindar un hábitat a largo plazo para los peces, y para las aves que dependen del ecosistema y lo usan como una escala en la ruta migratoria del Pacífico.

Varias especies nativas tienen estado de protección legal en la región de Salton Sea, entre ellas se encuentran el pez pupo del desierto, el pelícano blanco americano y el palmoteador de Yuma. Por lo tanto, cualquier proyecto de restauración de Salton Sea debe dar como resultado rangos de salinidad congruentes con la permanencia a largo plazo de estas especies y de las redes alimentarias de las que dependen. En función de los rangos de tolerancia de salinidad del pez pupo del desierto, el pelícano blanco americano y el palmoteador de Yuma, así como la artemia, el gusano de pelo y el percebe, todas especies clave para la red alimentaria de Salton Sea, el Panel determinó que la salinidad máxima aceptable de Salton Sea es de 70,000 mg/l (Kuhl y Oglesby 1979; Simpson y Hurlbert 1989; Nougué et al. 2015). El Panel utilizó el nivel de 70,000 mg/l como umbral de falla crítica. El Panel reconoció que se sugirieron otros niveles objetivo a largo plazo, lo que incluyó alcanzar 40,000 mg/l menos (DWR y CDFG, 2007).

Como se mencionó anteriormente, se proyecta que el plazo prolongado de implementación de la importación de agua resulte en salinidades de Salton Sea que podrían alcanzar los 140,000 mg/l. Con la introducción de agua dulce importada y la desalinización de recuperación no se lograría que Salton Sea regrese a un nivel de salinidad que sustente a los invertebrados, los peces y las aves históricamente presentes en el lago antes de 2047. En ese momento, las especies de invertebrados y peces se deberían reintroducir a Salton Sea, ya que no habrían logrado permanecer en el lago debido a la alta salinidad del agua. Las décadas en las que Salton Sea no sea una escala sostenible de la ruta migratoria del Pacífico probablemente resultarían en una disminución de la población de las especies de aves donde un gran porcentaje de su población depende del hábitat del lago para su escala migratoria o alimentación. **Un período prolongado donde el valor de Salton Sea se reduzca significativamente para las aves migratorias podría resultar en impactos inaceptables o poblaciones vulnerables.** Por lo tanto, el Panel determina que el Concepto de Importación del Mar de Cortés no brinda las beneficios previstos de restauración del ecosistema.

4.3.4 Activos Inmovilizados

Un activo inmovilizado es una pieza funcional de un equipo o todo un sistema que deja de utilizarse en su plena capacidad. Los problemas relacionados con los activos inmovilizados incluyen falta de ingresos a partir de la operación del sistema para pagar los costos de capital y mantenimiento, un impacto de construcción innecesariamente grande, y la operación ineficiente de un sistema restante que tiene un tamaño inadecuado para su uso actual.

Varias respuestas incluyeron la importación de grandes volúmenes (millones de acres-pies) de agua en un plazo breve (cinco años o menos) para restaurar las elevaciones históricas de la superficie del agua en Salton Sea, seguido de una disminución en el caudal por la duración del proyecto. El tamaño de las instalaciones de bombeo, transporte y tratamiento para una tasa inicial de gran caudal, que luego disminuya significativamente durante las operaciones a más largo plazo, podría resultar en grandes activos de infraestructura inmovilizados y esto no se investigó como parte del análisis de viabilidad.

Sobredimensionar la infraestructura no es un enfoque viable para restaurar Salton Sea más rápidamente. Si bien sobredimensionar la infraestructura entregaría más agua a Salton Sea poco después de la construcción, aún se estima que llevará 22 años hasta concretar la obtención de permisos, el diseño y la construcción de la infraestructura en ausencia de litigio. La recuperación posterior de la elevación de la superficie del agua y la salinidad se podrían apresurar tras la finalización de la construcción, pero esto no abordaría adecuadamente los problemas antes detallados en relación con el ambiente y la calidad del aire. **Por lo tanto, la sobredimensión de la infraestructura aumentaría enormemente el costo del proyecto y ofrecería beneficios marginales.**

4.3.5 Gestión de la Sal

La cuenca de Salton Sea presenta una gran carga de sal. Este estado se debe, en parte, a la deposición de sal que ocurrió cuando las iteraciones prehistóricas previas del lago se secaron, así como a la deposición de sal debido a los caudales de agua del Río Colorado que ingresaron previamente y aún ingresan a la cuenca. Cuando el agua se evapora, la sal permanece, y esta sal residual se ha acumulado en el agua subterránea y los suelos de Salton Sea. Al considerar la importación de agua a la cuenca, limitar la importación de sal con el agua es un factor crítico. Cualquier ingreso de sal que reciba la cuenca como resultado de la importación de agua se debe eliminar finalmente de Salton Sea a través de una planta de desalinización de recuperación. De lo contrario, la salinidad de Salton Sea continuará aumentando incluso después de la importación de agua, y el lago sería un hábitat inviable para una variedad de peces y aves.

Los escenarios investigados en el Informe de Viabilidad requieren la construcción de 3,000 a 22,000 acres de estanques de evaporación para manejar la sal que se debe eliminar de Salton Sea una vez finalizada la infraestructura para la importación de agua. Estos estanques generarían millones de toneladas de sal que se debe eliminar.

La gestión de la sal será un gran desafío en cualquier plan para la restauración de Salton Sea. **El Panel considera que la eliminación de sal de los estanques de evaporación asociados a una planta de desalinización de recuperación en Salton Sea es difícil, pero viable.** El transporte de la sal, también sugerido en las respuestas R5 y R9 presentadas, es posible con varios lugares de eliminación disponibles al oeste de Estados Unidos, incluido el vertedero regional de Mesquite cercano. Sin embargo, el Panel considera que no se deben sacrificar ecosistemas prístinos en el esfuerzo por quitar la sal de Salton Sea, por lo que cualquier lugar para la eliminación de sal se debe elegir con cuidado.

4.3.6 Obtención de Permisos

Una transferencia de agua de diseño binacional a la escala del Proyecto Binacional (Black y Veatch, 2020) de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC) en consideración, o los conceptos presentados en las respuestas a la RFI son emprendimientos masivos. Si bien Estados Unidos actualmente goza de buenas relaciones diplomáticas con la República de México, y el Proyecto Binacional demuestra la voluntad de explorar la viabilidad de tal oportunidad, estas condiciones podrían cambiar en las dos décadas que llevaría el diseño y la construcción del proyecto, lo que agrega un riesgo adicional a su futura realización.

La construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura en México requeriría la coordinación y el respaldo de gran cantidad de agencias locales, estatales, tribales y federales tanto de EE. UU. como de México. El Panel reconoce y valora los derechos y privilegios soberanos de nuestro país vecino México. En el Informe de Viabilidad, el Panel estipula una lista prevista de las aprobaciones necesarias para la construcción de un proyecto en México, pero comprende que México debe decidir si participará y bajo qué condiciones lo haría. Por ejemplo, el Panel decidió no acercarse a un subconjunto de funcionarios o grupos mexicanos para

consultar si respaldarían el proyecto porque esto daría la impresión de que el Panel no valora los comentarios o las funciones de los demás en México. El Panel considera que una vía de negociación/obtención de permisos es posible, pero no desea minimizar las complicaciones de hacer que esto suceda. La falta de apoyo para el proyecto al inicio o, peor aún, el retiro del respaldo después del inicio del diseño y la construcción del proyecto resultaría en retrasos significativos o el fracaso de la finalización del proyecto. Este riesgo se debe considerar dada la urgencia de los problemas que enfrenta Salton Sea y porque, en proyectos que implican la construcción de un sistema de transporte, no se acumulan beneficios hasta la total finalización del proyecto.

4.3.7 Los Proyectos e Infraestructura Relacionados con Salton Sea No Recibirán Tratamiento Reglamentario Especial

Algunas de las estrategias presentadas por los participantes dependen de consideraciones de obtención de permisos especiales por parte del Gobernador de California o funcionarios de México. **Si bien ciertos funcionarios pueden acelerar los procesos de obtención de permisos o dirigir las políticas que rigen la asignación y el uso del agua, el Panel no considera prudente depender de consideraciones o aprobaciones especiales en circunstancias extraordinarias.** Depender de acciones ejecutivas con mínimos precedentes podría resultar en extensos litigios que retrasarían el proyecto por más tiempo que si se tomaran las vías convencionales. Como alternativa, el tratamiento reglamentario esperado podría no suceder, lo que provocaría la cancelación del proyecto.

4.3.8 Costo

Los costos de muchas de las presentaciones se sitúan en miles de millones de dólares. Si bien el Panel reconoce que el costo de un proyecto podría exceder los recursos asignados disponibles, no pudo determinar un punto de corte que se considere como falla crítica. El hecho de que las crisis inmediatas de salud pública y ambientales en Salton Sea requieren grandes inversiones a corto y largo plazo es evidente.

El rango de costo estimado para importar 430,000 a 540,000 AFY de agua a través de la desalinización en el Mar de Cortés y el transporte a lo largo de un canal o una alineación de tubería de 190 millas es de $4,700 a $5,900 por AF ($94.7 B a $147.7 B en valor actual neto de 2023 a 2078). Estos costos proyectados son de dos a tres veces el costo del agua producida en las plantas de desalinización de agua de mar existentes en el Estado de California y son incluso más costosos en comparación con el agua importada al sur de California por el Proyecto Estatal del Agua. Además, en 2020, el IID vendió agua a los usuarios agrícolas por $20 por AF, al Distrito de Agua del Valle de Coachella por menos de $200 por AF y a la Autoridad del Agua del Condado de San Diego por menos de $700 por AF (IID 2020). **La asombrosa diferencia en los costos entre lo que se paga en la región por el agua y la importación o el intercambio para el agua desalinizada del Mar de Cortés se debe tener en cuenta al seleccionar una estrategia a largo plazo.**

4.3.9 Requerimientos de Energía, Fuentes e Impacto del Carbono

El Estado de California está realizando iniciativas conjuntas para abordar los riesgos del cambio climático mediante la reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero (GHG), y ha promulgado políticas que llevarán al estado hacia un futuro de energía neutra en carbono. Como parte de esta iniciativa, el estado ha promulgado leyes (SB 100) para garantizar que "recursos de energía renovable elegibles y recursos de carbono cero suministren el 100 por ciento de todas las ventas minoristas de electricidad a los consumidores finales de California y el 100 por ciento de la electricidad procurada para atender a todas las agencias estatales para el 31 de diciembre de 2045". El Gobernador Newsom ha solicitado que se acelere este proceso para alcanzar un nuevo objetivo de 2035.

Las disposiciones dentro del SB 100 indican que todas las agencias estatales "garanticen que las medidas tomadas para fomentar estos propósitos alcancen los objetivos especificados [del SB 100]". En el contexto de las iniciativas de restauración de Salton Sea, el Panel advierte que el transporte de agua a gran escala, la desalinización y los demás componentes presentados en las respuestas, por lo general, requieren una gran cantidad de energía. El Concepto de Importación del Mar de Cortés requiere aproximadamente 3,000 MW de capacidad eléctrica para la infraestructura de importación y de siete a 70 MW para la desalinización de recuperación. Además, el Panel reconoce que es probable que el cambio climático exacerbe los desafíos de salud pública y ambientales que enfrenta la región de Salton Sea. Como consecuencia, un proyecto de importación de agua debe demostrar la capacidad de cumplir con el objetivo del SB 100 permaneciendo neutro en carbono (p. ej., minimizando el consumo de energía y utilizando energía renovable para las operaciones continuas) durante todo el proyecto.

Si bien el SB 100 se aplica directamente a la energía generada o vendida dentro del estado, la construcción de grandes plantas de desalinización y bombeo en México requerirán la construcción de infraestructura eléctrica que probablemente se alimentará mediante combustibles fósiles. La construcción de instalaciones de generación eléctrica neutra en carbono en México como parte del proyecto puede ser viable desde el punto de vista técnico, pero aumentaría aún más los costos de capital y de operación del proyecto. **El Panel determina que el alto consumo de energía basada en carbono a largo plazo para la restauración de Salton Sea no es congruente con las metas de neutralidad de carbono establecidas por el estado.**

4.3.10 Beneficios Binacionales

Es más probable que la construcción y el mantenimiento de gran infraestructura en México se permita si el proyecto demuestra beneficios para las comunidades locales, tribus, y gobiernos de México y cumple con los principios de justicia social. El Panel no es capaz de cuantificar qué beneficios binacionales o el nivel de beneficios que se requerirán para el éxito del proyecto. Además, la participación de los costos del proyecto deben reflejar los beneficios del proyecto para cada país.

El Concepto de Importación del Mar de Cortés según lo evaluado contiene beneficios para México que se limitan al dinero para pagar por la construcción y operación de las instalaciones en México, el empleo durante las fases de construcción y operación, y beneficios secundarios de brindar servicios comunitarios a los empleados. Las actualizaciones a las redes de energía locales brindarían beneficios adicionales. Los beneficios negociados para México necesitarían ir más allá de los empleos para la construcción y operación, y podrían incluir fondos para otros proyectos de conservación de agua en México o la entrega de agua desalinizada adicional a las comunidades locales. Ambos ejemplos, si bien son viables desde el punto de vista técnico, aumentarían aún más el costo del proyecto.

4.3.11 Posibilidades de Recuperación de Litio

La transición energética continua del país está aumentando su demanda de almacenamiento de baterías. Las principales tecnologías de baterías de hoy requieren el elemento litio. La región de Salton Sea es rica en depósitos de litio en sus salmueras geotérmicas. La futura contribución de litio a la economía regional podría ser muy grande y la gestión en curso de Salton Sea no debe obstaculizar este futuro si es congruente con las metas ambientales y de calidad del aire de Salton Sea.

En su revisión de los conceptos de importación de agua, **el Panel no halló ningún motivo para concluir que la implementación de la importación de agua tendría un impacto negativo en las posibilidades de recuperación de litio de la región.**

Sección 5: Restauración de un Lago Más Pequeño

Debido a la improbabilidad de que el Concepto de Importación del Mar de Cortés se pueda completar y brinde beneficios, un criterio de viabilidad, combinado con la alta probabilidad de daños ambientales y costos acumulados durante la construcción, el Panel no recomienda el Concepto de Importación del Mar de Cortés. Se necesita con urgencia un enfoque diferente, que posiblemente no implique el Mar de Cortés.

Sin la provisión de agua complementaria por la importación de agua, la elevación de la superficie del agua de Salton Sea continuará disminuyendo hasta que la tasa de evaporación coincida con las entradas existentes. Ese futuro implica un lago más pequeño y una playa más grande. Sin embargo, el Panel confía en que existen opciones para remediar la playa expuesta para reducir las emisiones de polvo y que existen opciones para reducir la salinidad de Salton Sea para restaurar la salud del ecosistema.

Recuerdos de una "era dorada" de turismo en la región de las décadas de 1950 a 1980 han fomentado la idea persistente de que la restauración ideal resultaría en un Salton Sea con una elevación de aproximadamente -230 pies con una salinidad cercana a la del agua de mar. Dada la realidad actual, el Panel considera que este resultado de elevación es casi imposible. Buscar una elevación del lago de -230 pies es arriesgado, dañino y costoso. Las siguientes perspectivas sobre el futuro de la región ofrecen una alternativa a la búsqueda de un lago con una elevación de -230 pies.

5.1 Restauración sobre Desecación

Si bien el llenado de Salton Sea con agua a principios del siglo 20 puede haber sido accidental, hoy es una características real del paisaje de California. Permitir que Salton Sea se seque por completo no es considerado aceptable por el Panel. El hábitat crítico que brinda Salton Sea y los humedales aledaños para los peces nativos y las poblaciones de aves migratorias y residente no puede perderse. De manera similar, el valor cultural, económico y recreativo de Salton Sea para los residentes tampoco puede perderse. Sin importar la forma de restauración, Salton Sea debe permanecer. El futuro del lago tampoco debe imponer una carga de mala calidad del aire en las comunidades aledañas.

5.2 Lago en Constante Cambio

Salton Sea es un sistema altamente dinámico. En los últimos 2,000 años, Salton Trough ha contenido un cuerpo de agua, denominado Lago Cahuilla, que en varias oportunidades presentó recesión intermitente o completa desecación del lago. Se estima que el episodio más reciente de desecación del Lago Cahuilla fue en el siglo 16 (Waters, 1983). Se cree que estos cambios se deben, principalmente, a cambios en el curso del Río Colorado. La presencia de un cuerpo de agua en Salton Trough duró entre unos pocos años a cientos de años.

La naturaleza dinámica de la región ha dado como resultado un ecosistema cambiante en Salton Sea. Las introducciones intencionales y accidentales de especies de peces a principios del siglo 20 permitieron que Salton Sea se convierta en un gran centro para la pesca recreativa, un hábitat para las aves que se alimentan de peces y un lugar clave de escala migratoria para las aves que se trasladan por la ruta migratoria del Pacífico. Con el aumento de la salinidad y la posterior pérdida de casi todas las especies de peces, el ecosistema ha cambiado para sustentar a más aves que se alimentan de invertebrados y menos aves que se alimentan de peces.

Como la ecología de la región cambió, también lo hizo la economía del entorno. Un breve período de fuerte actividad turística y recreativa a mediados del siglo 20 llegó a su fin cuando la población de peces disminuyó y el agua y la calidad del aire empeoraron. Si bien la elevación del agua ha disminuido rápidamente en los últimos años, un período de años consecutivos de humedad en la década de 1980 provocó inundaciones en la región.

Incluso con el deterioro de Salton Sea en los últimos años, el Valle de Coachella ha expandido su economía por turismo y entretenimiento a través de festivales de música y torneos de golf, y también ha construido nuevas viviendas. Este crecimiento indica que el Valle de Coachella no depende de Salton Sea para su vitalidad económica. Las ciudades al sur del lago en el condado de Imperial siguen dependiendo de la economía agrícola del IID, pero, nuevamente, no están fuertemente vinculadas a Salton Sea en materia económica. La posibilidad de una futura economía basada en el litio tampoco se vincula fuertemente a Salton Sea. A pesar del auge turístico de mediados del siglo 20, el desarrollo económico alrededor del lago fue escaso. Por lo tanto, el futuro de Salton Sea puede ser tan dinámico como su pasado.

Cualquier programa para restaurar Salton Sea debe tener en cuenta la naturaleza altamente dinámica de la región, lo que incluye su hidrología, ecología y economía. Una restauración exitosa de Salton Sea implicará compromiso y debe considerar las cambiantes condiciones futuras a medida que el clima global continúa cambiando.

5.3 Desalinización de Recuperación

Con o sin la importación de agua de baja salinidad, la salinidad de Salton Sea continuará aumentando debido a la carga de sal de las entradas del mar y la evaporación del agua de Salton Sea. Para quitarla sal, se requiere una planta de desalinización de recuperación en el lugar. El Informe de Viabilidad presenta los posibles tamaños y costos de una planta de desalinización de recuperación. La instalación eliminaría hasta 200 MGD de agua de mar de alta salinidad y produciría hasta 100 MGD de agua desalinizada, que se regresaría a Salton Sea para reducir la salinidad general. La salmuera concentrada de la instalación se eliminaría en estanques de evaporación y la sal seca se transferiría a vertederos o tendría otros usos. La necesidad de desalinización en el lago tiene el efecto secundario indeseado de reducir el volumen de agua de Salton Sea en cantidades casi iguales al caudal purificado de retorno. Anualmente, se podrían perder hasta 100 MGD o casi 100,000 AFY. Las entradas adicionales a

Salton Sea pueden compensar esta pérdida (consulte la Sección 6). Los estanques de evaporación tomarían hasta 22,000 acres. Esta gran infraestructura se podría construir parcialmente en la playa expuesta, reduciendo la capacidad de emisión de la playa y el grado de recuperación de playa requerido.

5.4 Gestión de la Playa

Los objetivos principales de los conceptos de importación de agua han sido complementar las entradas existentes y futuras con agua importada para rellenar Salton Sea a las elevaciones presentes a mediados/fines del siglo 20 y mantener la elevación deseada con respecto a la pérdida de agua por evaporación (>1 MAFY). **El Panel considera que las metas de mejorar la calidad del aire y el ambiente se pueden lograr sin cubrir la playa con agua.**

El Plan de Acción de Eliminación de Polvo del SSMP (2020) enumera 10 métodos para controlar el polvo en la playa. Muchas de estas técnicas son altamente efectivas y el uso de estas técnicas se puede personalizar a las condiciones específicas de cada área de la playa. El Departamento de Recursos Hídricos de California ha comenzado a implementar algunas de estas medidas de control del polvo (DCM). En el "Clubhouse" cerca de la ciudad de Salton, han colocado temporalmente fardos de paja en la playa para facilitar el establecimiento de vegetación permanente. En sus lugares de Bombay Beach, el DWR ha empleado, entre otros métodos, surcos arados, fardos de paja y vegetación para estabilizar una mayor área de playa a menor costo. El DWR planea implementar estos métodos en 15,000 acres de playa a un costo de $25,000-30,000 por acre, gran parte del cual es el costo de perforar pozos o transportar el agua para establecer la vegetación.

Otro método para controlar el polvo es establecer hábitats inundados con poca profundidad. Este método de recuperación es efectivo para reducir las emisiones de polvo y, además, brinda el tan necesario hábitat de humedales de baja salinidad para las especies de aves.

Cada vez hay más experiencia en materia de eliminación de polvo en California y otros lugares. En el lago Owens de California, además de la eliminación de polvo relacionada con la pulverización, los gerentes han establecido hábitats de vegetación autónomos, cobertura de grava en mallas superficiales o geotextiles, adoquines, DCM a base de rugosidad, DCM que disminuyen la velocidad del viento, lo que incluye vegetación controlada, rugosidad artificial, cercas de arena, labrado y paneles solares, y la aplicación de salmuera para formar una costra (National Academies, 2020). En el condado de San Luis Obispo, las iniciativas para reducir las emisiones de materia particulada provenientes de las dunas del océano han demostrado tener éxito, aunque el total de acres recuperados es mucho menos del que se necesitará en Salton Sea (CDPR, 2022). Otros estudios cubren las iniciativas de eliminación de polvo en otras partes del mundo (Lan et al., 2014; Zhao et al., 2020; Kheirfam y Roohi, 2022; Rodriguez-Caballero et al., 2022; Wucherer et al., 2012; Barnes et al., 2020; Li et al., 2021).

La playa expuesta en Salton Sea es una fuente de PM 10 y PM 2.5 (es decir, materia particulada menor que 10 y 2.5 micrones, respectivamente) y se debe abordar. Sin embargo, muchos estudios destacan que existen muchas otras fuentes importantes de contaminación atmosférica en la región que también se deben abordar. Por ejemplo, el estudio de seis años del IID sobre las emisiones de polvo de la playa y los desiertos al oeste del lago han demostrado que el desierto es una fuente mucho más importante de polvo que la playa, tanto en términos de masa total como de emisiones ajustadas al área (IID y Formation Environmental, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022). Los estudios también demostraron que los cauces secos pueden ser la fuente más importante de polvo de todos los tipos de cobertura de la tierra en la región (Sweeney et al., 2011). Hay muy pocos datos sobre la contribución de las tierras agrícolas o las prácticas en las tierras agrícolas para la calidad del aire en el Valle de Imperial. Una mejor comprensión de las fuentes de los problemas de la calidad del aire en la región, así como de los métodos rentables de eliminación de polvo, sería beneficioso en la elaboración de una estrategia que se adapte mejor a los problemas de salud pública.

Sección 6: Conceptos de Importación de Agua Alternativos

En función de sus informes previos y estos hallazgos y perspectivas críticos, el Panel ha llegado a tres conclusiones cruciales. **La primera conclusión es que hay enfoques viables para minimizar la capacidad de emisión de polvo de la playa expuesta.** Algunos de estos se están evaluando y demostrando actualmente en Salton Sea, el Clubhouse y los Proyectos de Demostración de West Bombay Beach, y algunos se han demostrado en otras partes del mundo. Eso significa que la inundación de la playa no es el único método viable para mejorar los problemas de la calidad del aire relacionados con la playa. Además, investigaciones recientes sugieren que la contribución de la playa a los problemas reales de calidad del aire de la región puede ser menor de lo que se cree actualmente. Esta conclusión crea la oportunidad para considerar una variedad más amplia de futuros para Salton Sea que no requieren mantener los niveles del mar de mediados/fines del siglo 20.

La segunda conclusión es que la gestión de la sal, tanto limitando las entradas de nueva sal como quitando la sal existente, es *el tema fundamental* para el manejo sustentable a largo plazo de Salton Sea. Hoy, la salinidad del lago aumenta rápidamente y, para 2025, podría ser el doble que la del mar. Ningún enfoque de importación de agua tendrá éxito en regresar Salton Sea a una salinidad cercana a la del mar (35,000-45,000 mg/l) sin actividades de desalinización en el lugar para quitar la sal directamente del lago. Este hecho se reconoció en aquellas respuestas a la RFI que pasaron el análisis de fallas críticas y se analizaron en el Informe de Viabilidad. El Concepto de Importación del Mar de Cortés resultante combina caudales por tuberías y desalinizados del Mar de Cortés con otra planta de desalinización ubicada directamente en Salton Sea. Para el Panel, el elemento esencial es la planta de desalinización ubicada en Salton Sea, no las entradas por tuberías desde México**.** Habiendo llegado a la conclusión de que la playa se puede gestionar con éxito para minimizar la capacidad de emisión de polvo, el nuevo propósito de las importaciones es reemplazar el agua de los efluentes de salmuera que se pierde durante la desalinización, no hacer crecer el lago. En relación con esta conclusión, está el hallazgo del Panel de que la eliminación superficial de la sal que se extrae de Salton Sea es posible utilizando el transporte ferroviario.

Esto lleva a la tercera conclusión del Panel: **no es necesario restaurar las elevaciones de la superficie del agua de mediados/fines del siglo 20 de Salton Sea para alcanzar las metas actuales en términos ambientales, económicos y de calidad del aire. Un lago más pequeño con menor elevación también puede alcanzar estas metas.**

En función de estas tres conclusiones, el Panel investigó estrategias de importación alternativas a fin de aumentar las entradas para reemplazar las pérdidas de los efluentes de salmuera de la desalinización en el lugar. Debido al tamaño recomendado de la planta de desalinización de 100 MGD (aproximadamente, pero un poco más que, 100,000 AFY), la

importación de la misma cantidad de agua reemplazaría lo que se perdería por la desalinización y cualquier cantidad adicional permitiría estabilizar los niveles del mar con respecto a los períodos intermitentes de sequía. El Panel investigó dos enfoques de importación alternativos y recomienda uno de ellos: el programa de transferencia voluntaria analizado en la Sección 6.2. Se debe tener en cuenta que los tres conceptos de importación analizados por el Panel dan como resultado un solo Salton Sea. Debido a que la sal se extrae y elimina en otra parte, no hay regiones de salinidad concentrada en el lago.

6.1 Intercambio de Agua Impulsado por una Nueva Planta de Desalinización

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 a mediados/fines del siglo 20. Aparte de los beneficios económicos de la construcción y operación, el enfoque no brinda otros beneficios para México, lugar que alojaría la infraestructura. 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 y otras partes han realizado un estudio para construir una planta de desalinización en el lado este del Mar de Cortés al sur de Puerto Peñasco y canalizar agua para 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. Tras una revisión exhaustiva, el Panel no respalda este enfoque, ya que comparte muchas de las desventajas asociadas al Proyecto de Importación del Mar de Cortés (certidumbre de costos y daño ambiental, e improbabilidad de beneficios), incluido el extremadamente alto costo de agua por acre-pie. El Panel no recomienda este enfoque, pero lo describe en el presente en oposición al concepto de importación de agua de restauración total del lago.

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, que a su vez, obtendría agua a través de la planta de desalinización ampliada del Mar de Cortés. Se seleccionó la capacidad de desalinización adicional de 100,000 AFY en la planta de la IBWC 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 cantidad de playa expuesta 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 planta de desalinización de la IBWC ampliada 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 entregada se pueda desviar antes a la presa de Morelos para usos beneficiosos alternativos en México. La

respuesta R9 de la RFI analizó un concepto de intercambio similar. Un intercambio de este tipo requeriría mayor investigación para determinar si la entrega a Salton Sea, y otros aspectos del concepto, se permitirían desde el punto de vista legal, teniendo en cuenta las perspectivas tanto de EE. UU. como de México.

A cambio del agua dulce derivada del Mar de Cortés, se desviaría agua adicional con destino a Salton Sea del Río Colorado en la presa de Imperial y se entregaría a Salton Sea a través del Canal All-American y otras infraestructuras y ríos existentes. El intercambio de agua reduciría los caudales obligatorios según el tratado de México. En términos de los caudales a lo largo del Río Colorado, las pocas millas entre la presa de Imperial en California y la presa de Morelos experimentarían una reducción anual en el caudal de 100,000 AFY.

El resumen de este concepto alternativo y la comparación entre este y otros conceptos de importación de agua se presentan en la Tabla 6-1. El análisis de viabilidad de este concepto de importación de agua alternativo se presenta en el Informe de Viabilidad del Panel.

Para construir una planta de desalinización de esta escala, este Concepto de Intercambio del Mar de Cortés incluye asociarse con el proyecto de Desalinización Binacional propuesto. Este proyecto ya tiene el interés de ambas naciones a nivel de viabilidad a través del proceso de la Minuta de la IBWC, que podría mejorar el plazo y el proceso para la obtención de permisos y la construcción. La planta de desalinización en el Mar de Cortés para el intercambio de agua entregaría aproximadamente 100,000 AFY a la presa de Morelos.

Una planta de desalinización en el Mar de Cortés que produzca agua purificada podría brindar beneficios a México. Estos incluyen una fuente confiable de agua purificada adicional a la presa de Morelos y la posibilidad de desviar agua desalinizada potable para otros usos.

Tabla 6-1: Comparación del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés con el Concepto de Importación del Mar de Cortés

Tema Crítico	Comparación con el Concepto de Importación del Mar de Cortés	Notas
Momento de Implementación	+	El trabajo de planificación preliminar realizado en el proyecto de la IBWC y la infraestructura de mantenimiento en un país (México) probablemente acelerarán el proceso de obtención de permisos y diseño.
Calidad del Aire, Salud Pública y Playa Expuesta de Salton Sea	o	Al incluir la mitigación del polvo de la playa expuesta, los beneficios para la calidad del aire y la salud son

Tema Crítico	Comparación con el Concepto de Importación del Mar de Cortés	Notas
		comparables en ambos conceptos de importación.
Salinidad y Salud del Ecosistema de Salton Sea	o	Los beneficios para la salinidad y la salud del ecosistema son comparables en ambos conceptos de importación.
Activos Inmovilizados	+	Una alternativa de importación de agua uniforme utilizará infraestructura de manera más eficiente.
Gestión de la Sal	o	No se observan diferencias entre los conceptos.
Obtención de Permisos	+	La expansión del proyecto existente de la IBWC, la infraestructura de mantenimiento en un país y los claros beneficios binacionales hacen más probable que el concepto alternativo obtenga los permisos necesarios y reciba la participación de partes interesadas.
Costo	+/-	Si bien los costos de capital generales serían más bajos, el menor caudal de la alternativa provoca costos mucho más altos por acre-pie de agua importada.
Requerimientos de Energía, Fuentes e Impacto del Carbono	++	El concepto alternativo daría como resultado un consumo de energía y un impacto de carbono significativamente menores.
Impacto Ambiental en México	+	El menor tamaño de la planta de desalinización reduciría los impactos de la descarga de salmuera en el Mar de Cortés.
Beneficios Binacionales	+	Mantener el agua desalinizada en México brinda un beneficios del proyecto a las comunidades de México.

Los desafíos de este concepto incluyen los altos costos para: construir, operar y mantener la planta de desalinización del Mar de Cortés; reclutar y/o capacitar a los trabajadores para operar la planta; las mejoras necesarias a las infraestructura local, lo que incluye la construcción de

una planta de generación de energía; y las mejoras a las carreteras para admitir los altos volúmenes de tráfico de vehículos industriales.

La Figura 6-1 compara la salinidad promedio proyectada según el concepto de importación de agua y el concepto de intercambio de agua.

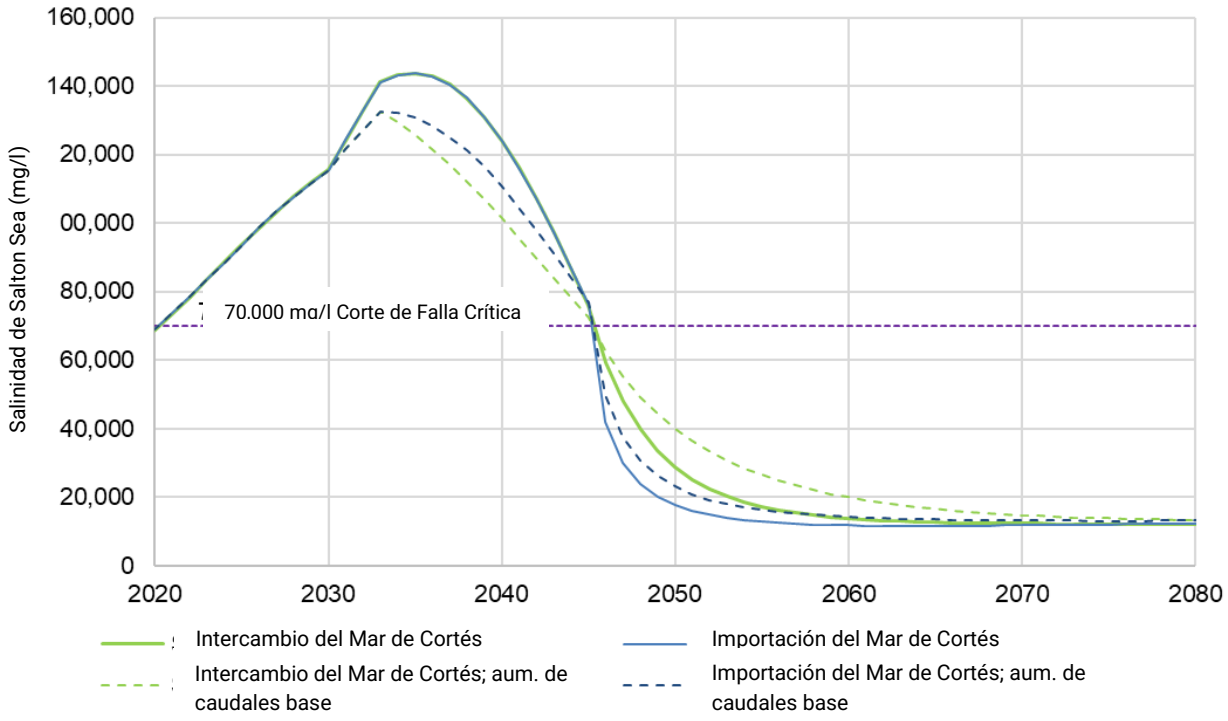

Figura 6-1: Salinidad promedio de Salton Sea proyectada a lo largo del tiempo con el Concepto de Importación del Mar de Cortés y el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés.

En la Figura 6-1, las líneas gruesas suponen caudales base anuales proyectados de 717,000 AFY y las líneas punteadas suponen un caudal base adicional del 10% (789,000 AFY). La salinidad proyectada a lo largo del tiempo según el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés es levemente mayor que con el Concepto de Importación del Mar de Cortés y se prevé que los dos conceptos tengan beneficios similares en cuanto a los servicios del ecosistema.

Si bien el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés mejora varios conceptos con respecto al Concepto de Importación del Mar de Cortés (en cualquier escenario), el Panel determina que aún se aplican los principales defectos en cuanto a los criterios de viabilidad, en especial el extremadamente alto costo unitario de agua, los impactos ambientales para México para construir y operar la planta de desalinización, y los mínimos beneficios generales para México. **Por lo tanto, el Panel no recomienda la implementación del Concepto de Intercambio del Mar de Cortés.**

6.2 Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado

El agua del Río Colorado, en particular aquella sujeta a los derechos de agua actualmente perfeccionados previos a 1914, brinda la oportunidad de mantener los niveles de agua de Salton Sea mientras la desalinización en el lago reduce la salinidad. 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 estatales junto con la desalinización de recuperación en Salton Sea es el enfoque a largo plazo recomendado por el Panel.** Se basa en el programa de barbecho voluntario remunerado de las tierras del IID que se realizó como parte del QSA. Este enfoque se benefició de leyes específicas (Código del Agua § 1013) y es posible que se necesiten nuevas leyes para la realización de este nuevo enfoque. En sí mismo, un programa limitado de transferencia voluntaria puede estabilizar la elevación del lago. Junto con la desalinización de recuperación, se puede lograr que Salton Sea sea sustentable.

Una distinción clave entre el programa de barbecho del QSA original y esta propuesta es la adición del enfoque de desalinización de recuperación. Esta adición cambia el programa de transferencia voluntaria de una medida de mitigación que, incluso si continúa en el tiempo, solo habría retrasado el colapso del ecosistema del lago, a un componente de un programa de restauración absoluta que puede brindar beneficios ecológicos y de salud permanentes para Salton Sea.

El Panel considera que este concepto es viable y lo recomienda. Sin embargo, requerirá el acuerdo y la participación de partes locales, estatales y posiblemente nacionales, incluida, por ejemplo, la Junta Directiva del IID. El Panel considera que la Junta del IID se podría abrir a tener debates con el estado porque los beneficios para el IID y el Condado de Imperial son sustanciales, lo que incluye regresar Salton Sea a largo plazo a un recurso de recreación local y regional atractivo y un hábitat principal para las aves con menor riesgo de alteración de la calidad del aire. Al mismo tiempo, se deberían identificar y compensar los costos impuestos por la implementación de un programa de transferencia voluntaria. Estos costos podrían incluir la pérdida de empleo de trabajadores del campo causada por el barbecho intermitente, la pérdida de respaldo, actividad comercial y trabajos agrícolas locales asociados, el riesgo de crear nueva contaminación atmosférica en los acres del barbecho, y la pérdida de los ingresos impositivos regionales.

En general, si bien el concepto de un programa de transferencia voluntaria se explica con facilidad, el Panel reconoce estos desafíos y las complicaciones de llegar a un acuerdo que los aborde. Muchas partes tienen intereses legítimos y derechos reconocidos que se deben respetar y considerar. Si bien el Panel ofrece una visión de un programa de transferencia voluntaria, que tiene un componente de barbecho anual, las partes más cercanas a las prácticas agrícolas y al uso del agua de la región pueden identificar un enfoque superior a través de la negociación. A través de negociaciones comprometidas, podrían surgir soluciones, una de las cuales podría ser un Memorando de Entendimiento (Memorandum of Understanding,

MOU) a nivel estatal y del condado para reemplazar la pérdida de ingresos impositivos del Condado de Imperial, y llegar a un acuerdo beneficioso.

En términos del mecanismo de transferencia, un elemento del QSA implicaba transferir agua de los usuarios agrícolas del IID a Salton Sea. De 2003 a 2017, el IID implementó un Programa de Barbecho que compensaba a los agricultores en función de la cantidad de agua de riego ahorrada a través del barbecho de las tierras de cultivo. En el período del programa, los agricultores recibieron un conjunto de precios que oscilaron entre $60 y $175 por acre-pie de agua. El gasto total anual del programa se situó entre $1.7 y $31.8 millones, y la mayor cantidad de acres de barbecho en cualquier año alcanzó aproximadamente los 34 mil acres (Distrito de Riego de Imperial, 2022a). El análisis del Panel utilizó un modelo económico para evaluar el pago requerido para la cantidad de agua generada por un programa de barbecho voluntario que soportaría los niveles de agua de Salton Sea durante la desalinización.

El análisis siguió el marco desarrollado por Levers et al. (2019) y Jones et al. (2022) para cuantificar los beneficios de programas voluntarios de conservación de agua basados en incentivos. El análisis se construye sobre este trabajo y solo se centra en el Programa de Barbecho. Otros programas paralelos, como el Programa de Conservación de Eficiencia en los Establecimientos Agrícolas (Distrito de Riego de Imperial, 2022b), no se incluyen en el análisis.

El marco del análisis se basa en un modelo económico hidroagrícola que simula las decisiones de maximización de ganancias anuales de los agricultores del IID (lo que significa que los agricultores eligen participar porque les representa la mayor cantidad de dinero) mientras tiene en cuenta el efecto de sus decisiones en los caudales hidrológicos a Salton Sea.

En general, el modelo se desempeña bastante bien según el escenario inicial en cuanto a reproducir las últimas transacciones de barbecho, en especial aquellas después de 2012. Por ejemplo, el modelo estima que los agricultores del IID elegirían realizar el barbecho en 27.5 mil acres a un precio del agua de $175/AF, lo que se acerca al promedio de 24.7 mil acres hallado en los datos históricos del proyecto (Distrito de Riego de Imperial, 2015; Distrito de Riego de Imperial, 2016; Distrito de Riego de Imperial, 2017). Según el escenario inicial, en función de los tipos y acres de cultivos que se someterían a barbecho (alfalfa y grama), el barbecho voluntario generaría 175,000 AFY de agua. Suponiendo que el 30% de esta cantidad se dirigiría a Salton Sea de cualquier modo como escurrimiento, el barbecho voluntario da como resultado un producto neto de 123,000 AFY entregados a Salton Sea. Este resultado ilustra cómo el modelo puede replicar los resultados reales. La cantidad que se debe transferir a Salton Sea para compensar la pérdida de agua debido a la desalinización de recuperación, 100,000 AFY, es menor de lo que el escenario del modelo ilustra como posible.

Los principales hallazgos de nuestras iniciativas de modelo se resumen en la Figura 6-3 en el Memorando Técnico (TM) 10.3 que se encuentra en el Anexo C. La Figura 6-3 muestra los precios del agua ($/AF) en el eje X y, en el eje Y, la cantidad de tierra sometida a barbecho (a), el agua producida (b), y el pago anual total (c) según un programa de barbecho voluntario futuro.

Las líneas punteadas en (b) brindan un ejemplo de la predicción del modelo de que se pueden producir 145,000 AFY a un precio ofrecido de $157/AF a los agricultores para el barbecho voluntario de alfalfa o grama. Después de una reducción del 30% para considerar el escurrimiento que correría de los campos irrigados a Salton Sea, el producto es de unos 100,000 AFY, la cantidad necesaria para compensar las operaciones de la planta de desalinización de recuperación. A esta mayor tasa de entrada, en un principio, Salton Sea se continuaría reduciendo tras el inicio de la desalinización, pero el programa de barbecho voluntario podría estabilizar los niveles del lago por encima del nivel sin importación y compensar la pérdida por las salmueras de desalinización.

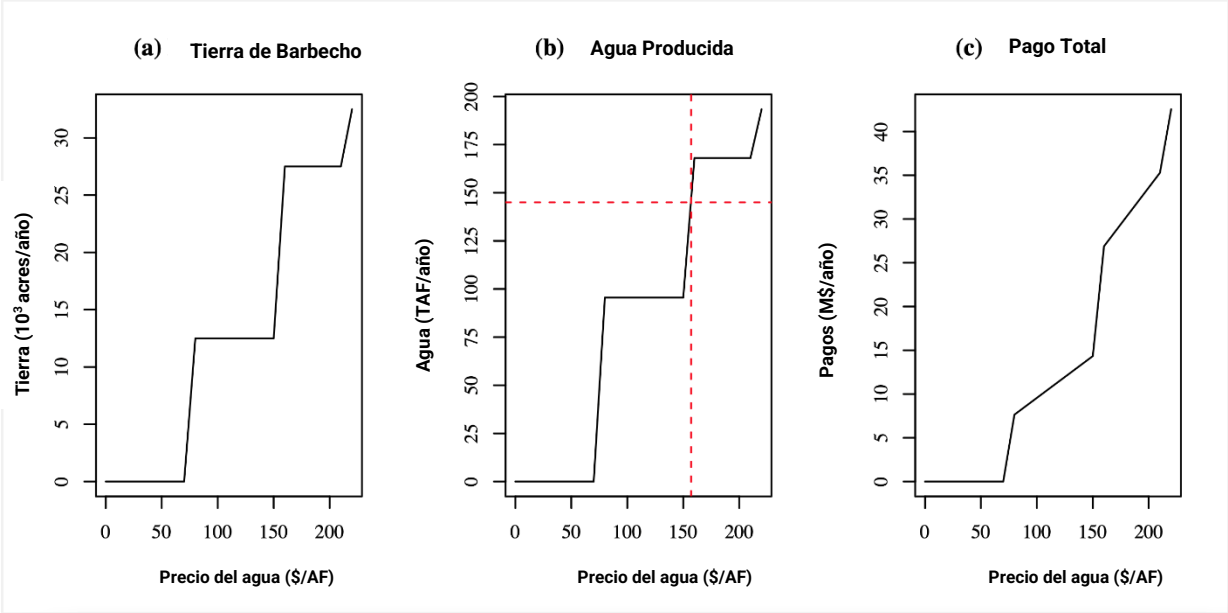

Figura 6-2: Gráficos de los resultados simulados según el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado: precios del agua en el eje X con respecto a la tierra de barbecho en (a), agua producida en (b) y el pago total en (c). Las líneas punteadas en (b) brindan un ejemplo sobre la cantidad de agua (145,000 AFY) que se puede producir a un precio ofrecido de $157/AF.

En el modelo, se supuso que el costo de producción para cada cultivo sería el mismo para todos los agricultores. Cuando el precio del agua ofrecido aumenta, los productores de los cultivos de menos a más rentables comienzan a estar económicamente dispuestos a participar en un programa de barbecho voluntario. Como resultado de esta suposición de modelo, los productores de alfalfa, el cultivo de gran cantidad de acres menos rentable del IID, serían los primeros en participar en un programa de barbecho voluntario, seguidos por los productores de grama. En función de este modelo, un programa a largo plazo podría producir 145,000 AFY para usar en Salton Sea, con un precio igual a $157/AF o un costo del programa anual total de $22.7

millones. Nuevamente, se seleccionó la cantidad de 145,000 AFY como el objetivo anual porque, suponiendo que el 30% de dicha cantidad fluya a Salton Sea de cualquier modo como escurrimiento de establecimientos agrícolas, el producto neto es de 100,000 AFY. Debido a que el rendimiento para Salton Sea es menor que la cantidad ahorrada por el barbecho, el costo del valor actual neto por acre-pie entregado a Salton Sea es de $230/AF.

Nuestro modelo, que se basa en la experiencia histórica del programa de barbecho del IID, limita el barbecho al 20% de los acres totales de cada cultivo y al barbecho anual. Sin embargo, el programa en sí mismo no tiene que tener estas restricciones. Por ejemplo, la alfalfa es un firme candidato para el barbecho estacional (Orloff et al., 2014; Rinaldi et al., 2008; Glennon, 2009), o la adopción de tecnologías de riego de bajo volumen (Zaccaria, et al., 2017; Udall y Peterson, 2017). Durante el verano, la alfalfa consume más agua para un producto de menor calidad que en las demás temporadas. Esta situación presenta la oportunidad para un alto rendimiento de gua del barbecho estacional de verano de alfalfa. Otros cultivos podrían presentar oportunidades de gestión similares para altos rendimientos de agua con menor impacto en el rendimiento de los cultivos, trabajos agrícolas y otros factores.

Nuestro modelo de barbecho voluntario remunerado estima el precio del agua en función de cuando se vuelve más rentable para los agricultores realizar el barbecho dada la rentabilidad de los cultivos que de otro modo cultivarían. En realidad, los precios del agua ofrecidos están a cargo del distrito del agua, es decir, la Junta del IID, los cuales pueden diferir con respecto a nuestras estimaciones (Distrito de Riego de Imperial, 2014). Nuestros costos estimados del programa pueden estar sobreestimados, ya que no consideran opciones menos costosas para reducir el uso del agua relacionada con proyectos de mejora de eficiencia del agua en el lugar (Distrito de Riego de Imperial, 2022b).

Tabla 6-2: Comparación del Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado con el Concepto de Importación del Mar de Cortés

Tema Crítico	Comparación con el Concepto de Importación del Mar de Cortés	Notas
Momento de Implementación	++	Un programa de transferencia voluntaria podría comenzar dentro de los 2-5 años en comparación con 22 años.
Calidad del Aire, Salud Pública y Playa Expuesta de Salton Sea	o	Al incluir la mitigación del polvo de la playa expuesta, los beneficios para la calidad del aire y la salud son comparables en ambos conceptos.

Salinidad y Salud del Ecosistema de Salton Sea	o	Los beneficios para la salinidad y la salud del ecosistema son comparables en todos los conceptos.
Activos Inmovilizados	++	Un programa de transferencia voluntaria requiere mínima infraestructura adicional.
Gestión de la Sal	o	No se observan diferencias entre los conceptos.
Obtención de Permisos	++	Un programa de transferencia voluntaria no requiere premisos de construcción, pero sí requiere aprobaciones de entes gubernamentales.
Costo	++	Básicamente sin costos de capital, el precio por AF del barbecho cuesta de veinte a cincuenta veces menos que los conceptos de importación.
Requerimientos de Energía, Fuentes e Impacto del Carbono	++	Menor consumo de energía sin planta de desalinización de agua de mar del Mar de Cortés.
Impacto Ambiental en México	++	El programa de barbecho no tiene ningún impacto ambiental en México.
Beneficios Binacionales	-	No hay beneficios de empleo de construcción/operación para México.

Un beneficio del barbecho voluntario remunerado es que representa una solución local que es congruente con la protección de los recursos naturales locales. Si bien los fondos para el programa serían provistos por el estado y posiblemente otras partes, las medidas tomadas estarían a cargo de personas que se ganan la vida en el Condado de Imperial junto a Salton Sea. El IID, por ejemplo, ha expresado interés en cumplir un rol de protección a través de su Iniciativa de Restauración de Salton Sea y Energía Renovable.

Para reducir la salinidad de Salton Sea, un programa de transferencia voluntaria debería realizarse junto con el enfoque de desalinización descrito en la Sección 5.3. La Figura 6-3 muestra el modelo del SSAM de esta opción en comparación con el concepto de importación de agua.

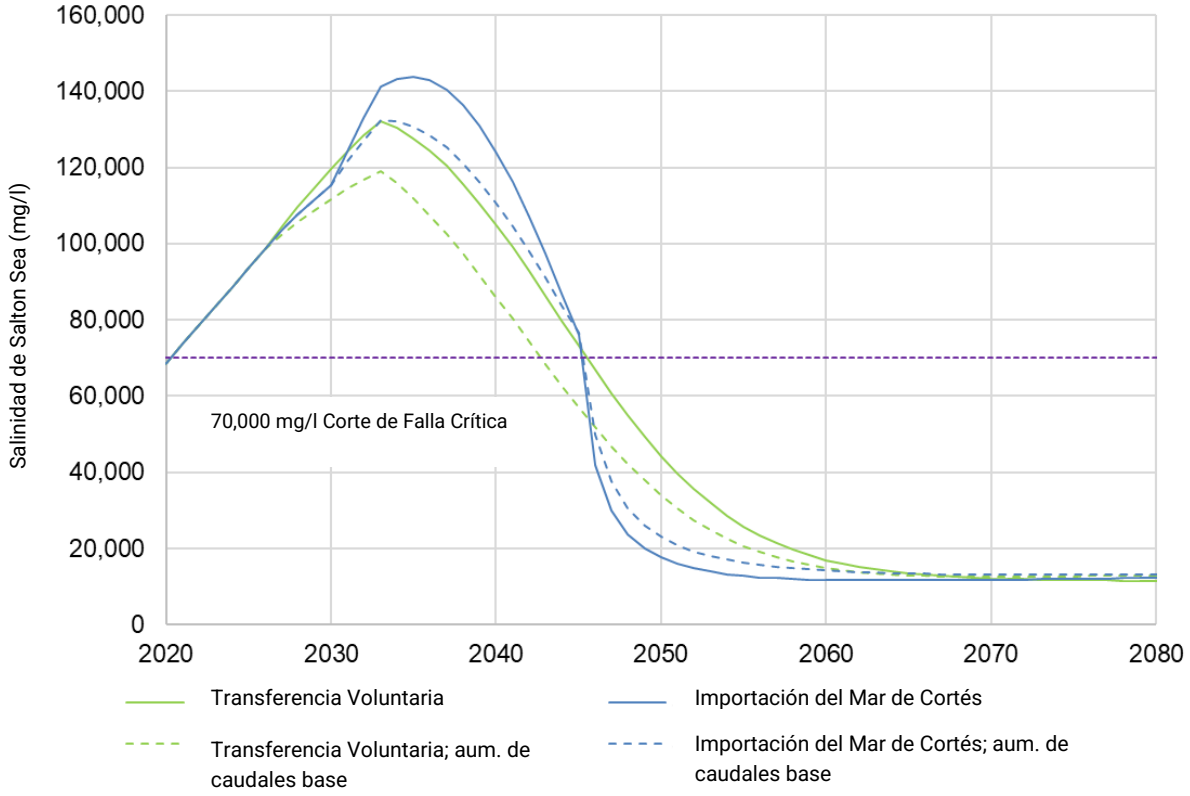

Figura 6-3: Salinidad promedio de Salton Sea proyectada a lo largo del tiempo con el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado y el Concepto de Importación del Mar de Cortés.

En la Figura 6-3, las líneas gruesas suponen caudales base anuales proyectados de 717,000 AFY y las líneas punteadas suponen un caudal base adicional del 10% (789,000 AFY). La salinidad proyectada a lo largo del tiempo según el Concepto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado es levemente mayor que con el Concepto de Importación del Mar de Cortés y se prevé que los dos conceptos tengan beneficios similares en cuanto a los servicios del ecosistema.

6.3 Comparación de los Conceptos de Importación

La Tabla 6-3 resume los componentes, los resultados, los beneficios y los costos para los tres conceptos de importación de agua. Como se menciona anteriormente, el Panel seleccionó 2078 como el año final del modelo a largo plazo para el análisis, pero espera que los beneficios y los costos continúen más allá de ese punto. Los detalles de las evaluaciones sobre el concepto de importación de agua y el concepto de importación de agua alternativo se presentan en el Informe de Viabilidad.

Tabla 6-3: 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
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 Salud Humana	++	++	++	++

Parámetro	Importación del Mar de Cortés		Intercambio del Mar de Cortés	Transferencia Voluntaria del Río Colorado
	Escenario 1	Escenario 2		
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

Parámetro	Importación del Mar de Cortés		Intercambio del Mar de Cortés	Transferencia Voluntaria del Río Colorado
	Escenario 1	Escenario 2		
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)[4]	4,700 - 5,900[5]		9,000 - 11,300[6]	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.

De los conceptos revisados, solo el Concepto de Importación del Mar de Cortés (escenario 1) nunca alcanza una salinidad cercana a la del mar. La diferencia se debe al tamaño de la planta de desalinización de recuperación (solo la planta más grande de 100 MGD alcanza el objetivo) y, de manera más precisa, a la rapidez con que la planta puede ser operativa. Los tres conceptos restantes llevan al rango de salinidad del mar a fines de 2040/principios de 2050.

Según los Conceptos de Importación del Mar de Cortés y de Intercambio del Mar de Cortés, los costos ambientales se acumulan para el Mar de Cortés de México, ya sea cerca de San Felipe o de Puerto Peñasco. Se construirían ya sea la planta de desalinización más grande del mundo (San Felipe), junto con infraestructura de energía y tuberías de agua, y viviendas para los trabajadores, o la planta de desalinización más grande en el oeste de América del Norte (Puerto Peñasco). El proyecto generaría emisiones de GHG por la construcción y operación de una planta de desalinización de este tamaño en el Mar de Cortés y crearía alteraciones del suelo de más de 100 millas de tuberías y estaciones de bombeo para entregar esta agua a Salton Sea. Habría un costo diplomático de dedicar recursos diplomáticos limitados de EE. UU. y México para este proyecto en lugar de otros que podrían mejorar el saneamiento de la frontera u otras condiciones ambientales transfronterizas, así como el desafío inherente de ambos lados de gestionar un proyecto binacional en el cual un lado (EE. UU.) pagaría alrededor de $100 mil millones para llevar a cabo un proyecto enorme que probablemente no genere beneficios por más de dos décadas. Desde el punto de vista económico, como se muestra en la Tabla 6-3, el Concepto de Importación del Mar de Cortés es 20-26 veces más costoso por acre-pie de agua entregada a Salton Sea que el agua generada por el barbecho agrícola voluntario, y el Concepto de Intercambio del Mar de Cortés es 39-49 veces más costoso por acre-pie de agua entregada que el barbecho voluntario. El Panel determina que, para resultados casi similares, un enfoque

de barbecho voluntario para generar agua para Salton Sea tiene muchos menos costos tangibles e intangibles, y es la opción que se recomienda.

Sección 7: Recomendaciones del Panel de Revisión Independiente

7.1 Introducción

Dado que el Panel presenta sus recomendaciones para un lago Salton Sea más pequeño restaurado, la situación del agua en el sudoeste estadounidense es urgente. El aumento en la aridez ha provocado que la Cuenca del Río Colorado sufra su peor sequía en 1,200 años. Los niveles del agua en los lagos Mead y Powell han bajado a sus peores niveles en la historia. En abril de 2022, el Departamento del Interior de EE. UU. anunció que retendría 480,000 AF en el lago Powell para evitar que el lago caiga por debajo de la Elevación Mínima de Pozo de Energía, el nivel cuando la planta de hidrogeneración en la presa del Cañón de Glen dejaría de producir energía. Los estados de la Cuenca ya han aceptado cortes aún mayores en su asignación de agua del Río Colorado que en los Planes de Contingencia por Sequía de 2019. Los agricultores de California y Arizona están sometiendo sus campos a barbecho. En junio de 2022, la Oficina de Recuperación (BoR) de EE. UU. anunció que liberaría 500,000 AF de la presa de Flaming Gorge en la frontera de Utah-Wyoming hacia el lago Powell. El Comisionado de la Oficina también testificó ante un Comité del Senado de EE. UU. que los estados de la Cuenca necesitaban reducir su consumo de agua del Río Colorado en una cantidad de 2 a 4 millones de AF en 2023. Mientras tanto, los residentes de Rio Verde Foothills, una comunidad adyacente a Scottsdale, Arizona, han comenzado a transportar agua.

El 16 de agosto de 2022, el Presidente Biden promulgó la Ley de Reducción de Inflación. La Ley deja a disposición de la BoR $4 mil millones para combatir el cambio climático y la escasez por sequía en el oeste. La Oficina puede asegurar: 1. pagar a los usuarios de agua para que no usen agua; 2. reducir la demanda y el uso de agua a través de proyectos de conservación y eficiencia, como el riego por goteo; y 3. restaurar los ecosistemas y por hábitats afectados por la sequía. Salton Sea, una prioridad para las comunidades de Imperial y Riverside de California, podría ser elegible para recibir estos fondos. Que los enfoques de la Oficina ayuden a Salton Sea depende del destino del agua que se logre ahorrar, la cual se podría consumir en un uso diferente antes de llegar al punto final de Salton Sea.

En este contexto, hallar nuevas fuentes de agua para Salton Sea será un gran desafío. Cada opción viable, lo que incluye importación, reutilización, venta, arrendamiento y barbecho, encontrará usuarios municipales, industriales y agrícolas interesados en la misma agua. Cualquier nueva fuente de agua para Salton Sea será disputada y costosa.

Debido a la gran cantidad de sal presente en Salton Sea y a la continua salinización del agua debido a la evaporación, el Panel ha determinado que regresar todo Salton Sea a una salinidad propicia para sustentar a las especies de invertebrados, peces y aves, llevará 20 años o más. Por lo tanto, el estado debe avanzar en soluciones “en el lago” que dependan de múltiples

zonas de salinidad para recuperar y mantener diversos ecosistemas a medida que el lago se recupera. El Panel también considera que se requiere una restauración sustentable a largo plazo que incluya la eliminación y exportación de sal. Las recomendaciones a continuación describen cómo la planta de desalinización en Salton Sea junto con el plan de transferencia de barbecho voluntario, eliminación de sal y gestión de capacidad de emisión de la playa se combinan para brindar un futuro a largo plazo positivo para la región.

7.2 Acciones Inmediatas

Mientras el estado prepara su Plan a Largo Plazo para Salton Sea, el Panel tiene las siguientes recomendaciones para medidas e investigaciones inmediatas y a largo plazo.

7.2.1 Medidas

El estado debe tomar medidas inmediatas para abordar la crisis ecológica en Salton Sea.

7.2.1.1 Lanzar el Programa de Transferencia Voluntaria

El estado debe trabajar con el IID para el relanzamiento de un nuevo programa de barbecho voluntario remunerado basado en el programa exitoso anterior del IID. Esta vez, el estado, y posiblemente otras partes, proporcionarán los fondos. El objetivo debe ser detener el riego de 145,000 AFY. Si se tiene en cuenta lo que habría drenado a Salton Sea si los campos se hubieran regado, resulta en casi 100,000 AFY de entradas adicionales, que es el objetivo para reemplazar las pérdidas de agua de salmuera de desalinización.

7.2.1.2 Lanzar el Desarrollo de la Planta de Desalinización de Recuperación

El estado debe comenzar a planificar e implementar una planta de desalinización de recuperación en Salton Sea. La planta retirará 200,000 MGD y regresará 100,000 MGD de agua purificada al lago. Dependiendo del rendimiento (p. ej., tiempo de inactividad por reparaciones) de la planta de desalinización, una planta de 200,000 MGD genera casi 100,000 AFY de agua purificada. Las tecnologías de desalinización candidatas se deben evaluar a escala de demostración para confirmar su aptitud dada las características hipersalinas y singulares de Salton Sea.

7.2.1.3 Expandir los Programas de Recuperación de la Playa

El estado ya ha lanzado varios programas de recuperación y se deben lanzar más. Incluso si los proyectos terminan siendo temporales porque la playa expuesta se utiliza con otros fines (p ej., residencial, recreativo, gestión de la sal, creación de hábitats de humedales), las iniciativas para reducir la capacidad de emisión de la playa se deben ampliar previendo los casi 30,000 acres adicionales de playa expuesta en el tamaño de equilibrio final del lago.

7.2.1.4 Tomar Medidas Inmediatas para Abordar el Aumento de la Salinidad del Lago

El rápido aumento continuo en la salinidad se debe detener lo antes posible. Igualmente importante es establecer en forma inmediata lugares de baja salinidad donde la función

ecológica se puede mantener y restaurar previendo que todo el lago más pequeño regrese a la salinidad objetivo inferior a 70,000 mg/l en la década de 2040. Con este fin, el Panel recomienda las siguientes medidas:

- Ampliar la restauración y la construcción de humedales de baja salinidad en las áreas de entradas existentes del río.
- Implementar los proyectos propuestos según el Plan de 10 Años de Salton Sea y ampliarlos.
- Explorar y financiar oportunidades para utilizar plantas de desalinización temporales para quitar la sal en las áreas existentes de Salton Sea, como el Proyecto de Demostración North Lake. Dirigirse a tales áreas permitirá el mantenimiento de las áreas de baja salinidad, brindará información crítica sobre el desempeño de la desalinización en Salton Sea, y establecerá/mantendrá las especies que proliferarán en las condiciones objetivo (p. ej., peces y aves que se alimentan de peces).
- Llegar a un acuerdo con las múltiples agencias de California que utilizan el agua del Río Colorado para usar parte de su asignación para brindar un caudal único de hasta 200,000 AF de agua dulce a Salton Sea. Si bien el Panel no incluyó este caudal único en ninguno de sus modelos, todos los modelos muestran el impacto dañino que el retraso en las medidas tiene en el nivel de salinidad del lago, y el aumento en el costo para la recuperación de la salinidad mientras se permite que la sal se acumule en el lago cada año. Dado este “costo de retraso”, un caudal temprano adicional podría ralentizar el aumento de la salinidad mientras se inician las demás medidas, lo que aceleraría el regreso de toda la vida al lago. El problema de utilizar los derechos de agua del Convenio previo a 1922 no sujetos a restricciones de uso se debería considerar plenamente en las negociaciones.

7.2.2 Investigación

7.2.2.1 Calidad del aire

La mala calidad del aire en la región de Salton Sea es un problema continuo de gran preocupación pública. Si bien el Panel está solicitando tomar medidas inmediatas para reducir la contribución de la playa a la mala calidad del aire, también ha identificado áreas donde se requiere investigación adicional, como en las causas y los impactos de las enfermedades respiratorias en la región. Miao et al. (2022) es un ejemplo reciente de una investigación de resultados de salud que expone espacios en blanco en nuestro conocimiento. La investigación adicional informaría el avance en las prioridades de restauración e inversión de salud pública. Específicamente, esta investigación se debe centrar en lo siguiente:

- Los componentes en el polvo de la playa que provocan enfermedades.
- La eficacia de las medidas de mitigación del polvo para reducir la capacidad de emisión de la playa.

- La contribución relativa por masa y toxicidad del polvo de la playa en la calidad del aire general de la región.
- Las comunidades afectadas y los pasos inmediatos para reducir los impactos.
- Los futuros impactos en la calidad del aire y su debida mitigación.

7.2.2.2 Gestión de la Sal

Cualquier actividad de restauración en Salton Sea deberá abordar la salinidad del lago y la salmuera o el agua hipersalina resultantes de las iniciativas de desalinización. Las iniciativas de investigación sobre la gestión de la sal se deben financiar inmediatamente para optimizar la recuperación del agua, así como recuperar, utilizar o quitar la sal. Específicamente:

- Las tecnologías de desalinización establecidas y las tecnologías emergentes que se han utilizado en la región a escala piloto se deben evaluar adicionalmente a escala de demostración.
- El tratamiento de la salmuera en los estanques de evaporación de la playa es uno de los mayores costos individuales en todos los proyectos. La investigación sobre cómo reducir estos costos podría ahorrarle al estado miles de millones de dólares. La evaluación de los sistemas de tratamiento de la salmuera se debe extender más allá de los utilizados en el agua potable y explorar tecnologías utilizadas en otras industrias.
- Los componentes de la salmuera generada en Salton Sea se deben cuantificar para determinar si la sal se puede recuperar para usos beneficiosos.
- Existe la posibilidad de que los efluentes de salmuera y la sal resultante se puedan caracterizar como desechos peligrosos y, por lo tanto, se debe realizar una caracterización cuidadosa de la salmuera y describir detalladamente las opciones de eliminación.
- Se debe finalizar la estrategia de eliminación de sal para el proyecto de desalinización de Salton Sea.

7.3 Medidas a Largo Plazo

Como parte de un plan a largo plazo, el Panel ha identificado medidas e investigaciones adicionales que se deben llevar a cabo, pero que no son tan urgentes como las medidas y las investigaciones inmediatas identificadas anteriormente, o cuya implementación podría llevar más tiempo.

7.3.1 Medidas

7.3.1.1 Modernizar la infraestructura agrícola

El riego por inundación, una actividad que aún es común en California y el oeste de EE. UU., generalmente implica escurrimiento excesivo, evaporación y percolación profunda. Otros métodos de riego, desde pivotes centrales hasta microrriego y riego por goteo subterráneo, utilizan el agua de manera más eficiente. Sin embargo, el costo inicial para la instalación de estos sistemas excede los medios de muchos agricultores. El Panel respalda un programa para

que el Estado de California subsidie la modernización de los sistemas de riego en los campos de los agricultores dispuestos dentro del IID, la Cuenca del Río Colorado y quizás otras regiones. Por ejemplo, algunos de los programas de subvenciones existentes financiados por el estado pueden brindar fondos para mejoras en la eficiencia de riego en los establecimientos agrícolas a cambio de dedicar el agua conservada para el caudal del flujo de agua según el Código del Agua § 1707. El agua conservada aquí se dedicaría a Salton Sea. Esta inversión es el equivalente agrícola de las ciudades que ofrecen incentivos financieros para que los consumidores de agua instalen dispositivos de bajo caudal y luego destinen el agua ahorrada para otros usos.

Esta opción no implica pérdida de producción para los agricultores que participan en programas de modernización, ya que la inversión de tecnologías de riego permite que el agua se utilice de manera más eficiente. Debido a que es una solución en la que ganan ambas partes, el estado debe dedicar ingresos sustanciales para su implementación. Esta opción no se debe limitar a la Cuenca del Río Colorado. Es posible que los agricultores y quizás las ciudades deseen participar a través de medidas de conservación del agua que impliquen eliminación de césped u otras medidas de conservación en otras cuencas. El intercambio de agua podría facilitar la ampliación del programa a otras cuencas.

7.3.1.2 Arrendamientos en años secos

Es posible que el Distrito de Agua Metropolitano del Sur de California (MWD) haya sido el pionero de los arrendamientos en años secos en acuerdos con el Distrito de Riego de Palo Verde. En 2004, el MWD y el Distrito de Riego de Palo Verde (PVID) celebraron un acuerdo de transferencia de agua de 35 años que implicaba que los agricultores colocaran hasta el 29% de sus acres en el programa. A cambio, el MWD les pagaba a los agricultores el equivalente del valor justo de mercado de esos acres y los agricultores conservaban el título de la tierra. Luego, en cualquier año que el MWD necesitara el agua, el MWD pagaría a los agricultores una tarifa para usar el agua. El PVID recibió sus cuotas e impuestos habituales de agua de los agricultores, así como una tarifa de gestión del MWD. La tarifa anual excede lo que los agricultores del PVID pueden ganar cultivando alfalfa que requiere agua, un cultivo principal. Este acuerdo fue extremadamente popular entre los agricultores del PVID. El acuerdo ofrece un proyecto que el Estado de California puede usar para atraer a otros agricultores a celebrar acuerdos de arrendamiento en años secos.

7.3.1.3 Intercambios de Agua donde participan usuarios urbanos y agrícolas

Las opciones de acuerdos de barbecho y arrendamientos en años secos con los usuarios existentes del agua del Río Colorado brindan un mecanismo para permitir que el agua sin usar fluya a Salton Sea. Los intercambios de agua ofrecen la oportunidad de expandir el alcance geográfico (Glennon, 2009; Culp et al., 2014). Por ejemplo, un agricultor en el Valle Central podría aceptar celebrar un acuerdo de barbecho o un arrendamiento de año seco. El MWD podría usar el agua de ese agricultor, pero aceptar reducir su desvío de agua del Río Colorado a

través del Acueducto de California en una cantidad igual de agua. El agua sin usar del Río Colorado del MWD se desviaría hacia el Canal All-American y podría fluir hacia Salton Sea. Es probable que ideas como estas requieran extensas negociaciones.

Los principales proveedores de agua de la Cuenca del Río Colorado, incluida la Autoridad del Agua del Sur de Nevada (Southern Nevada Water Authority, SNWA), el Distrito de Conservación de Agua de Arizona Central (Central Arizona Water Conservation District, CAWCD), y el MWD, han celebrado diversos acuerdos de intercambio de agua a lo largo de los años. Estos acuerdos intercambian una fuente de agua por agua de una fuente diferente. En 2022, la Ciudad de Los Ángeles anunció que la SNWA y el CAWCD aceptaron contribuir fondos para ayudar a Los Ángeles a emprender un programa masivo para reutilizar todas las aguas residuales tratadas en su Planta de Tratamiento de Hyperion. El agua previamente descargada en el Océano Pacífico ahora estará disponible para ser reutilizada por la Ciudad de Los Ángeles. Si bien la fuente de agua para la SNWA y el CAWCD aún no se ha anunciado, casi con seguridad serán los derechos del Río Colorado de Los Ángeles (la SNWA desviará del Lago Mead y el CAWCD desviará del Río Colorado hacia su canal del Proyecto de Arizona Central). Otros proyectos de reutilización de agua potable al sur de California avanzan rápidamente para aumentar los suministros de agua y reducir potencialmente su dependencia del poco confiable Río Colorado.

Un intercambio de agua que financia la expansión de las iniciativas de recuperación de agua a cambio de los derechos del Río Colorado, suponiendo que puede abordar el problema legal de los usos beneficiosos permitidos del agua del Río Colorado, es una opción más sustentable que las transferencias intercuenca de agua recuperada. Las políticas que provocan el aumento del uso de agua local disminuyen los costos de capital y de operación del transporte a larga distancia, así como las pérdidas durante el transporte a causa de evaporación o fugas. El concepto de intercambio también podría permitir que el agua ahorrada por la eliminación de céspedes urbanos en otros lugares de California se transfiera para usar en Salton Sea.

7.3.2 Investigación

7.3.2.1 Reducir la pérdida por evaporación de Salton Sea

La pérdida de agua por evaporación en Salton Sea se estima en 0.7 a 1.3 millones de AFY dependiendo de la elevación del agua superficial y la superficie correspondiente. Reducir la pérdida por evaporación reduciría la posterior disminución en la elevación del agua superficial y el aumento asociado de salinidad. Capturar las pérdidas por evaporación de los estanques de sal también podría proporcionar un caudal de agua pura para el lago. La respuesta R11 propuso combinar destiladores flotantes/colectores de energía solar en barcazas. Las ideas como esta se deben presentar con fondos iniciales para proyectos de investigación y demostración adicionales.

7.3.2.2 Cubrir los canales, posiblemente con paneles solares, para limitar las pérdidas por evaporación

El Distrito de Riego de Turlock, el Departamento de Recursos Hídricos de California e investigadores de la Universidad de California están colaborando para construir cobertizos de paneles solares sobre los canales de riego para medir el ahorro de agua a partir de la reducción de la evaporación y el aumento en la eficiencia de la energía. Esta tecnología es bastante nueva para Estados Unidos, pero se emplea de manera más habitual en la India. El equipo de la UC estima que cubrir las 4,000 millas de canales en California podría reducir la evaporación en 63 mil millones de galones por año o casi 190,000 acres-pies por año.

7.3.2.3 Investigar sobre la calidad del agua continua en Salton Sea y sus efectos en la red alimentaria acuática

Uno de los motivos clave para la restauración de Salton Sea es reducir la frecuencia (con suerte a cero) de los incidentes de "zonas muertas" acuáticas, donde los niveles de oxígeno en el lago se reducen sustancialmente y provocan muertes masivas de peces y aves. Estas zonas muertas se crean a través de una interacción compleja entre la hidrodinámica dentro del lago y productos químicos perjudiciales enterrados que luego se vuelven a suspender en los sedimentos del lago. Se comprende bien la dinámica entre la deposición de los productos químicos de las entradas agrícolas, la dinámica de los sedimentos y el caudal del agua dentro del lago en función de las condiciones actuales y anteriores. Sin embargo, debemos comprender esta dinámica para poder predecir si, y cómo, las iniciativas de importación de agua y desalinización pueden aumentar (o disminuir) la aparición de zonas muertas. El Panel recomienda inversiones en los siguiente:

- La documentación de todos los productos químicos que fluirán hacia Salton Sea a través de cualquier importación de agua, incluido el barbecho voluntario u otras entregas de agua del Río Colorado que se filtrarán a través de las tierras de cultivo del IID.
- La realización de mapas y modelos más completos sobre la hidrodinámica en el lago que puedan incorporar los efectos de entradas de agua de fuentes puntuales a través de una planta de desalinización u otra agua importada.
- Una documentación más completa de la red alimentaria acuática y bentónica de Salton Sea, que incluya sus componentes bacterianos, virales, de algas, plantas, invertebrados y vertebrados.
- Determinar la concentración de pesticidas, bifenilo policlorado (PCB) y sustancias per- y polifluoroalquilo (PFAS) en los sedimentos de Salton Sea.

7.4 Conclusión

El Panel es optimista y vislumbra un futuro brillante para Salton Sea. Ese futuro implica un lago más pequeño y una playa más grande. Si bien no existe una solución milagrosa para abordar los problemas de la calidad del aire y ecológicos provocados por la disminución del nivel del agua de Salton Sea, un programa sólido para reducir la salinidad y estabilizar/vegetar la playa restaurará el funcionamiento ecológico del lago, brindará oportunidades para la economía turística y protegerá la salud humana al reducir la contaminación atmosférica relacionada con

la materia particulada. Esto se puede lograr de manera realista en el momento oportuno, con un presupuesto realista y sin ocasionar daño en otros lugares.

El Panel recomienda implementar el Proyecto de Transferencia Voluntaria del Río Colorado. El enfoque tripartito del Panel incluye lo siguiente:

1) Expandir las entradas del Río Colorado a través de un programa de transferencia voluntaria agrícola del IID. El programa debe generar 145,000 AFY en agua ahorrada, casi el equivalente a una entrada adicional de 100,000 AFY a Salton Sea.
2) Lanzar un programa de desalinización en Salton Sea sin demora. La instalación debe extraer 200,000 AFY del lago, regresar 100,000 AFY de agua pura y enviar 100,000 AFY a los estanques de evaporación. También se debe elaborar una estrategia de eliminación de sal de tierra firme.
3) Expandir las actividades de eliminación de polvo de la playa. Se expondrán unos 30,000 acres adicionales de playa. Se debe comenzar la planificación y se deben tomar medidas para minimizar la capacidad de emisión de la nueva playa expuesta, lo que incluye la revegetación y la creación de más humedales de baja salinidad.

Una cuarta recomendación es intentar iniciar la recuperación de Salton Sea a través de caudales únicos de agua de baja salinidad lo antes posible. Los caudales únicos de 100,000-200,000 AFY ralentizarán la tasa de crecimiento de la salinidad y permitirán que el lago mantenga algunas funciones ecológicas a medida que se implementan los programas a largo plazo.

Cada recomendación es una parte esencial de un todo integrado y, en general, brindará beneficios significativos para el lago y la región. Los proyectos de reducción de la gran capacidad de emisión de la playa reducirán las inquietudes de salud pública existentes relacionadas con el polvo que surge de la playa expuesta. La desalinización de recuperación reducirá sustancialmente y gestionará los niveles de salinidad del lago, recreando hábitats sustentables para los peces y las aves. Un lago restaurado más pequeño reducirá los olores nocivos, mejorará el aspecto del lago y brindará oportunidades recreativas, lo que permitirá que vuelva a ser una joya en el desierto de California, y un lugar donde otros querrán ir de visita y vivir nuevamente.

.

Referencias

Ajami, H. (2021). Chapter 2 Watershed Hydrology: Hydrology and Water Resources in the Salton Sea Watershed in Crisis at the Salton Sea: The Vital Role of Science. Equipo de Trabajo de Salton Sea de la Universidad de California Riverside, EDGE Institute y Center for Science to Policy. https://zenodo.org/record/5149222#.Yg2H8N_MJPY

Archbold, J.C. (1971). *A Recreational Geography of Salton Sea, California* (Orden n.º 7208623). Disponible en ProQuest Dissertations & Theses A&I. (302604482). Extraído de https://www.proquest.com/dissertations-theses/recreational-geography-salton-sea-california/docview/302604482/se-2?accountid=14523

Barnes, D. L., Connor, B., Trost, B., McTigue, E., Krauss, K., y Bluehorse, B. (2020). Managing Alaska's Road-Dust Problem: A Model for Road Dust-Impacted Regions. *Journal of transportation engineering. Part A, Systems*, *146*(4), 10.1061/JTEPBS.0000314. https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000314

Black y Veatch, 2020. Estudio Binacional de Oportunidades de Desalinizaicón del Agua en el Mar de Cortés. TM1: Análisis de Demanda y Disponibilidad del Suministro de Agua. Elaborado para la Minuta 323 del Grupo de Trabajo de Desalinización. B&V Proyecto n.º 400584 (abril).

Buchholz, G. (2021). Comunicación Personal, 6 de octubre de 2021.

Oficina de Recuperación (2007). Restauración de Salton Sea: Informe Resumido. Oficina de Recuperación, Departamento del Interior de EE. UU. Disponible en línea en: https://www.usbr.gov/lc/region/saltnsea/FinalSummaryRpt.pdf

Departamento de Salud Pública de CA (2019). Lifetime asthma prevalence in Imperial County compared to California (2015–2016), by age group. County Asthma Data Tool, California Breathing, Subdivisión de Investigaciones de Salud Ambiental, Departamento de Salud Pública de California. Última actualización: 30 de abril de 2019 Consultado el 22 de septiembre de 2021. Disponible en línea en: https://www.cdph.ca.gov/Programs/CCDPHP/DEODC/EHIB/CPE/Pages/CaliforniaBreathingCountyAsthmaProfiles.aspx

CADWR y CADFW (2013). Proyecto de Hábitats para la Conservación de Especies de Salton Sea, Declaración de Impacto Ambiental/Informe de Impacto Ambiental Final, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos N.º de Solicitud SPL-2010-00142-LLC,

Oficina de Información Estatal N.º 2010061062. Preparado por el Departamento de Recursos Hídricos de California y el Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California para la Agencia de Recursos Naturales de California. Disponible en: http://www.water.ca.gov/saltonsea/docs/eir2013/FinalEIS_EIR_complete.pdf

CDFW y USFWS (2017). Monitoreo a Largo Plazo de las Pesquerías de Salton Sea, Informe de Muestreo: Verano de 2017. Realizado en forma conjunta por el Departamento de Pesca y Vida Silvestre de California y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos. Disponible en línea en: https://resources.ca.gov/CNRALegacyFiles/wp-content/uploads/2018/01/Salton-Sea-Fisheries-Long-Term-Monitoring-Sampling-report-Summer-2017.pdf

DWR (2022). Red Hill Bay. Unidad de Salton Sea, Gestión del Agua Regional Integrada, Programas, Departamento de Recursos Hídricos de California . Disponible en línea en: https://water.ca.gov/Programs/Integrated-Regional-Water-Management/Salton-Sea-Unit/Red-Hill-Bay

DWR y CDFG (2007). Informe de Impacto Ambiental Programático Final del Programa de Restauración del Ecosistema de Salton Sea. Preparado para el Estado de California, la Agencia de Recursos, por el Departamento de Recursos Hídricos de California y el Departamento de Caza y Pesca de California.

CDPR (2022). Programa Estatal de Control de Polvo en Áreas para Vehículos de Recreación en Dunas del Océano BORRADOR Informe y Plan de Trabajo Anual 2022. Departamento de Parques y Recreación del Estado de California (1 de agosto). Disponible en línea en: https://slocleanair.org/air-quality/oceano-dunes-efforts.php

CH2M (2018). Modelos Hidrológicos de Salton Sea y Resultados preparados por el Distrito de Riego de Imperial. Disponible en línea en: https://www.iid.com/home/showdocument?id=17299

CNRA (2022). Informe Anual de la Agencia de Recursos Naturales de California sobre el Programa de Gestión de Salton Sea (febrero). Disponible para descarga en : https://saltonsea.ca.gov/2022/02/ssmp-annual-report-submitted-to-state-water-board-2/

Cohen, M.J. (2013). Water Brief 2, Past and Future of the Salton Sea, p. 127-138, in (*eds*). Gleick, P.H. y Cohen, M.J. *The World's Water 2008-2009: The Biennial Report on Freshwater Resources*, Island Press, 5 de marzo de 2013, pp. 432. ISBN: 1597269662, 9781597269667

Cohen, M.J. (2014). Hazard's Toll: The Costs of Inaction at the Salton Sea. Pacific Institute. ISBN: 1893790576. Disponible en línea en: https://pacinst.org/wp-content/uploads/2014/09/PacInst_HazardsToll.pdf

Farzan, S. F., Razafy, M., Eckel, S. P., Olmedo, L., Bejarano, E., y Johnston, J. E. (2019). *Assessment of respiratory health symptoms and asthma in children near a drying saline lake*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(20). https://doi.org/10.3390/ijerph16203828

Culp, P., Glennon, R., and Libecap, G. (2014). Shopping for Water: How the Market Can Mitigate Water Shortages in the American West. The Hamilton Project and the Brookings Institute.

FEIS/EIR (2013). Proyecto de Hábitats para la Conservación de Especies de Salton Sea, Declaración de Impacto Ambiental/Informe de Impacto Ambiental Final, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos preparado para la Agencia de Recursos Naturales de California por el Departamento de Recursos Hídricos de California y el Departamento de Pesca y Vida Silvestre, julio. Disponible en línea en: https://water.ca.gov/-/media/DWR-Website/Web-Pages/Programs/Integrated-Regional-Water-Management/Salton-Sea-Unit/Salton-Sea-Species-Conservation-Habitat-Project-EIR-EIS/SaltonSea-Species-ConservationHabitat-Project-Final-EIS-EIR-2013_ay_19.pdf

Fogel, M.L. y Schwabe, K.A. (2021). Chapter 1 Water Policy: Framing the Crisis Unfolding at the Salton Sea, Crisis at the Salton Sea: The Vital Role of Science, Equipo de Trabajo de Salton Sea de la Universidad de California Riverside, EDGE Institute y Center for Science to Policy, UC Riverside, julio, p. 20-27. Disponible en línea en: https://doi.org/10.5281/zenodo.5149222

Garcia, Steven (2022) comunicación personal.Departamento de Recursos Hídricos de California . 27 de junio de 2022.

Glennon, R. (2009). Unquenchable: America's Water Crisis and What to Do About It. Island Press.

Holdren, G.C. (2014). The Salton Sea: An Uncertain Future for California's Largest Lake. Terminal Lakes, *LakeLine*, Fall, p.15-20. Disponible en línea en: http://www.nalms.org/wp-content/uploads/LakeLine/34-3/Articles/34-3-5.pdf

IID (sin fecha). QSA – Transferencia de Agua, Agua, Biblioteca. IID. Consultado el 13 de septiembre de 2021. Disponible en línea en: https://www.iid.com/water/library/qsa-water-transfer

IID (2020) Informe Anual del Agua e Implementación del QSA 2020. Disponible en : https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/19662/637768904053670000

IID (2019). Informe del Agua e Implementación del QSA 2017-2018. Informe Anual del Agua, Distrito de Riego de Imperial, pp.73. Disponible en línea en: https://www.iid.com/home/showdocument?id=18426

Lan, S. B., Zhang, Q., Wu, L., Liu, Y., Zhang, D., y Hu, C. (2014). Artificially accelerating the reversal of desertification: Cyanobacterial inoculation facilitates the succession of vegetation communities. *Environmental Science & Technology*, 48, 307–315. https://doi.org/10.1021/es403785j

Li, Z., Chen, C., Gao, Y., Wang, B., Wang, D., Du, Y., ... y Cai, D. (2021). Synergistic effect of cyanobacteria and nano-sand-stabilizer on biocrust formation and sand fixation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *9*(1), 104887. https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104887

Kheirfam, H., Roohi, M. (2022). Reduction of the wind erosion potential in dried-up lakebeds using artificial biocrusts. *Front. Earth Sci*. https://doi.org/10.1007/s11707-021-0951-4

Maheshwari, S., Castillo, D. D. y Lo, D. D. (2021). Chapter 6: Health Disparities and Respiratory Illness in Salton Sea Communities. Crisis at the Salton Sea: The Vital Role of Science. Equipo de Trabajo de Salton Sea de la Universidad de California Riverside, EDGE Institute y Center for Science to Policy. https://doi.org/10.5281/zenodo.5149222

Mankins, John C. 1995. Technology Readiness Levels, Advanced Concepts Office: A White Paper. Office of Space Access and Technology, NASA. http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf

Miao, Y., Porter, W., Schwabe, K., y LeCompte-Hinely, J. 2022. Evaluating health outcome metrics and their connections to air pollution and vulnerability in Southern California's Coachella Valley. Science of the Total Environment. 821, 153255, http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153255

Moreau, M.F., Surico-Bennett, J., Vicario-Fisher, M., Gerads, R., Gersberg, R.M. y Hurlbert, S.H. (2007). Selenium, arsenic, DDT and other contaminants in four fish species in the Salton Sea, California, their temporal trends, and their potential impact on human consumers and wildlife, Lake and Reservoir Management, 23:5, 536-569, DOI: 10.1080/07438140709354037

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020). *Effectiveness and Impacts of Dust Control Measures for Owens Lake*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/25658.

Orloff, S., Bali, K., and Putnam, D. 2014. Deficit Irrigation of Alfalfa and Grasses: What are the Impacts/Options? Proceedings, 2014 California Alfalfa, Forage, and Grain Symposium. Long Beach, CA., 10-12 de diciembre.

Rinaldi, M., Vonella, A., Soldo, P., Debiase, G., y Garofalo, P. 2008. Midsummer deficit irrigation of alfalfa as a strategy for providing water for water-short areas. WIT Transactions on Ecology and the Environment. 1: 115-122.

Rodriguez-Caballero, E., Stanelle, T., Egerer, S. et al. (2022) Global cycling and climate effects of aeolian dust controlled by biological soil crusts. *Nat. Geosci.* 15, 458–463. https://doi.org/10.1038/s41561-022-00942-1

Ross, J.E. (2020). Formation of California's Salton Sea in 1905-07 was not "accidental". Actas del Simposio de Investigación del Desierto 2020, p.103-116.

Sacks, A. y Ryan, A. (2017). Revitalized Salton Sea: Analysis of Potential Economic Benefits, Tourism Economics, An Oxford Economics Company, Greater Palm Springs Convention & Visitors Bureau. Diciembre. Disponible en línea en: https://s3.amazonaws.com/tourism-economics/craft/Latest-Research-Docs/Revitalized_Salton_Sea_Benefit_FlipBook_1217_b41de714-d5f0-4317-a008-b6237bb551c5.pdf

SB-654 (2003). Proyecto de Ley del Senado n.º 654, Capítulo 613, SB-654 Agua: Salton Sea: Río Colorado. (2003-2004), Machado, Información Legislativa de California, 29 de septiembre de 2003. Disponible en línea en: https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=200320040SB654

Sheikh, P.A. y Stern, C.V. (2021). Salton Sea Restoration, Congressional Research Service, actualizado el 28 de julio, R46625. https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46625

SSA y BoR (2000). Declaración de Impacto Ambiental del Borrador del Proyecto de Restauración de Salton Sea/Informe de Impacto Ambiental, Preparado por Tetra Tech Inc, para la Autoridad de Salton Sea y la Oficina de Recuperación del Departamento del Interior de EE. UU., enero de 2000. Disponible en línea en: https://www.usbr.gov/lc/region/saltnsea/deistoc.html

Sweeney, M., E. McDonald, y V. Etyemezian (2011). Quantifying dust emissions from desert landforms, eastern Mojave Desert, USA. Geomorphology, Volumen 135. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.07.022.

TetraTech (2021). Modelo de Informe de Salton Sea. Actualización del Borrador 21 de enero de 2000.

Udall, B., y Peterson, G. 2017. Agricultural Water Conservation in the Colorado River Basin: Alternatives to Permanent Fallowing Research, Synthesis and Outreach Workshops, parte 2 de 5. CR 232.2. Colorado State University Colorado Water Center. Disponible en: https://watercenter.colostate.edu/publicationsdatabase/

Oficina del Censo de EE. UU. (2019). Estimaciones de 5 años de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense. Extraído de la página de perfil de Census Reporter para CCD del Valle de Coachella, Condado de Riverside, CA. Disponible en línea en: http://censusreporter.org/profiles/06000US0606590520-coachella-valley-ccd-riverside-county-ca/

Oficina del Censo de EE. UU. (2020). Condado de Imperial, California. Datos Generales, Oficina del Censo de Estados Unidos. Disponible en línea en: https://www.census.gov/quickfacts/imperialcountycalifornia

USGS (2022). Elevación de la superficie del agua del lago o embalse por encima de NGVD 1929, pies. USGS 10254005 Salton Sea Nr Westmorland CA, Sistema Nacional de Información del Agua: Interfaz Web, Operada en cooperación con el Distrito de Riego de Imperial y USGS, USGS. Valor instantáneo más reciente publicado el 12 de enero de 2022 a las 9:45 PST. Disponible en línea en: https://waterdata.usgs.gov/ca/nwis/uv?site_no=10254005

USFWS (sin fecha). El Refugio Nacional de Vida Silvestre de Salton Sea Sonny Bono tiene la distinción de tener la selección más diversa de especies de aves que se encuentran en cualquier refugio nacional de vida silvestre en el oeste. Servicio de Pesca y Vida Silvestre. Disponible en línea en: https://www.fws.gov/uploadedFiles/Bird%20list.final.pdf

Waters, M. R (1983) Late Holocene lacustrine chronology and archaeology of ancient Lake Cahuilla, California. Quaternary Research, Volumen 19. DOI: 10.1016/0033-5894(83)90042-X

Wucherer W., Breckle S. W., Kaverin V.S., Dimeyeva L.A., Zhamantikov K. (2012). Phytomelioration in the Northern Aralkum. En: Breckle SW., Wucherer W., Dimeyeva L.,

Ogar N. (eds) Aralkum - a Man-Made Desert. *Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol. 218. Springer, Berlin, Heidelberg.

Zaccaria, D., Carrillo-Cobo, M., Montazar, A., Putnam, D., y Bali, K. 2017. Assessing the Viability of Sub-Surface Drip Irrigation for Resource-Efficient Alfalfa Production in Central and Southern California. Water 9(11): 837. https://doi.org/10.3390/w9110837

Zhao, Y., Wang, N., Zhang, Z., Pan, Y., y Jia, R. (2020). Accelerating the development of artificial biocrusts using covers for restoration of degraded land in dryland ecosystems. *Land Degradation & Development, 32*, 285 - 295. https://doi.org/10.1002/ldr.3714

.

Anexos

Anexo A: Resúmenes Biográficos del Panel de Revisión Independiente

El Presidente del Panel fue identificado por el Investigador Principal Prof. Brent Haddad de la Universidad de California, Santa Cruz. Los panelistas posteriores surgieron de un proceso de búsqueda dirigido por el Presidente Rominder Suri en consulta con el Prof. Haddad. Todos los nominados, incluido el Presidente, se sometieron a revisión por parte del liderazgo del Programa de Gestión de Salton Sea. Si no había objeciones, los Panelistas eran nombrados como tales. El Panel es independiente en el sentido de que no hay comunicación entre los panelistas y los empleados estatales y contratistas que trabajan en Salton Sea, y cualquier comunicación entre los Panelistas y otras partes interesadas se mantiene en registros grabados o escritos. La investigación, el análisis, las deliberaciones, los hallazgos y los informes del Panel se producen de forma independiente con la asistencia del equipo de apoyo.

Presidente del Panel

El **Dr. Rominder Suri** es Profesor y Presidente del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Temple, y director fundador del Water and Environmental Technology (WET) Center en la Universidad de Temple. El Dr. Suri ha liderado esfuerzos de investigación en torno al agua, la tecnología y la ingeniería, y es un experto reconocido en calidad y purificación del agua. Específicamente, el Dr. Suri ha estudiado ampliamente los contaminantes y los procesos de tratamiento de agua tradicionales y novedosos, y ha publicado numerosos trabajos de investigación. El Dr. Suri también tiene gran experiencia trabajando con una amplia gama de partes interesadas y facilitando procesos de colaboración desde su mandato académico, así como su trabajo con el WET Center.

Miembros del Panel

Robert Raucher, Ph.D., ha tenido una carrera distinguida como consultor en economía ambiental y del agua, centrándose en el análisis de costo-beneficio. Su atención se ha centrado en enfoques sistemáticos para incluir la gama completa de beneficios y costos del Triple Resultado (TBL) de los proyectos del sector del agua, para reflejar mejor el ecosistema, la salud pública, la recreación, el riesgo climático y otros impactos más allá de los costos y beneficios financieros directos.

La **Profesora Julie Lockwood** es una experta en ecología reconocida internacionalmente y Presidenta del Departamento de Ecología, Evolución y Recursos Naturales de la Universidad de Rutgers. Es miembro electo de la Sociedad Ecológica de Estados Unidos (ESA), que es un reconocimiento de las muchas formas en que sus miembros contribuyen a la investigación y el descubrimiento, la comunicación, la educación y la pedagogía, y la gestión y las políticas en materia de ecología. La Profesora Lockwood ha contribuido al Programa de las Naciones Unidas

sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas, y varios programas nacionales de conservación de la biodiversidad.

La **Dra. Adina Paytan** es Investigadora Científica en el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de California, Santa Cruz. Obtuvo su licenciatura en ciencias con doble especialización en Biología y Geología en la Universidad Hebrea de Jerusalén y una maestría en educación científica en el Weizmann Institute of Science en Rehovot. En 1996, la Dra. Paytan obtuvo su doctorado en oceanografía en el Scrips Institute of Oceanography en San Diego y su investigación se centra en los campos de la biogeoquímica, la oceanografía química y la paleoceanografía. Un objetivo general de su investigación es vincular los cambios observados en los sistemas terrestres y oceánicos con los cambios globales en el clima y la tectónica, con énfasis en los impactos en el ser humano.

El **Profesor Robert Glennon** es Profesor Regents Emérito y Profesor Emérito de Derecho y Política Pública Morris K. Udall en la Facultad de Derecho James E. Rogers de la Universidad de Arizona. Recibió el título de Doctor en Derecho en la Facultad de Derecho de Boston College y una maestría y un doctorado en Historia de los Estados Unidos de la Universidad de Brandeis. El Profesor Robert Glennon es uno de los expertos más destacados del país en materia de políticas y leyes del agua. Beneficiario de dos subvenciones de la Fundación Nacional de Ciencias, Glennon se desempeña como asesor de gobiernos, corporaciones, grupos de expertos, bufetes de abogados y ONG que buscan resolver desafíos serios relacionados con la sustentabilidad y la planificación del agua. Glennon es autor de Unquenchable: America's Water Crisis and What To Do About It, y Water Follies: Groundwater Pumping and the Fate of America's Fresh Waters. En 2014, Glennon y dos coautores escribieron un informe para el Proyecto Hamilton en la Brookings Institution. Shopping for Water: How the Market Can Mitigate Water Shortages in the American West explora soluciones a las violaciones de leyes federales y estatales que contribuyen a empeorar la escasez de agua en California y otros estados del oeste. Los escritos de Glennon han aparecido en el New York Times, Los Angeles Times, Washington Post y Wall Street Journal.

Sharon D. Kenny, PMP es fundadora de la firma de consultoría KLVN International LLC. Tiene una licenciatura en Geología de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, y maestrías en Geoquímica e Ingeniería Civil de la Universidad de Florida y la Universidad de Colorado en Boulder, respectivamente. Sharon es experta en la remediación de desechos peligrosos y en los impactos de las actividades industriales a gran escala en la tierra y el agua. Tiene una amplia experiencia en las áreas de evaluación de riesgos, análisis de costo-beneficio y gestión de proyectos. Durante los últimos años, Sharon ha dirigido equipos en las aplicaciones de modelado y análisis geoespacial, como experta e instructora invitada. Aunque actualmente trabaja con la USEPA para proporcionar revisiones de gestión de calidad y realizar análisis cuantitativos de datos relacionados con emisiones ambientales en la región del Atlántico medio, realiza este trabajo en su calidad de directora de KLVN International.

Philip Burgi, P.E. es un experto reconocido internacionalmente en el campo de la ingeniería hidráulica y de recursos hídricos con más de 50 años de experiencia. Es Miembro Distinguido de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles en reconocimiento de su eminencia en el campo de la ingeniería hidráulica. Sus contribuciones a la comprensión del rendimiento de las estructuras y equipos hidráulicos, como presas, vertederos, obras de desagüe, escaleras de peces, compuertas y válvulas, son un aporte al cuerpo de conocimiento científico para la ingeniería hidráulica. Su trabajo en ingeniería abarca desde el servicio de ingeniería civil en el Cuerpo de Paz (Chile) a fines de la década de 1960 hasta investigador y gerente del Laboratorio Hidráulico de la Oficina de Recuperación durante 30 años, ingeniero de construcción para proyectos de riego de tamaño pequeño y mediano en Perú (Inter -American Development Bank) y, más recientemente, se desempeñó como miembro de la Junta de Revisión de Pares para el diseño del Vertedero del Lago Gatún de la Autoridad del Canal de Panamá. También se desempeñó como consultor del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. en la revisión de los daños a las Obras de Salida del Río de la Presa Seven Oaks, y consultor de la Oficina de Recuperación sobre Evaluaciones de Riesgos para la Presa Ochoco: Evaluación de Problemas Sísmicos.

Anexo B: Solicitud de Información de 2021 emitida por el Panel de Revisión Independiente

Solicitud de Información Actualizada

Fecha: 13 de agosto de 2021
Para: Todas las Partes Interesadas y los Participantes en la Solicitud de Información del 12/08/17 para Proyectos de Importación de Agua de Salton Sea
De: Presidente, Panel de Revisión Independiente que Evalúa las Opciones de Importación de Agua para la Restauración a Largo Plazo de Salton Sea
Asunto: **Seguimiento del Panel de Revisión Independiente a la Solicitud de Información de 2017**

El 8 de diciembre de 2017, la Agencia de Recursos Naturales de California emitió una Solicitud de Información (RFI) para ayudar al Programa de Gestión de Salton Sea (SSMP) a identificar enfoques para la importación de agua para cumplir con los objetivos a largo plazo del SSMP. Se ha encargado a un Panel de Revisión Independiente (Panel) que revise las once presentaciones a la RFI y solicite ideas adicionales para la importación de agua. El presidente del Panel de Revisión Independiente, el Dr. Rominder Suri, emitirá una RFI actualizada con los siguientes propósitos:

1. Invitar a las partes que no participaron en la RFI de 2017 a realizar una presentación ahora;
   Invitar a los once participantes originales a actualizar sus presentaciones si así lo desean; e
   Invitar a los participantes nuevos y originales a hacer una presentación ante el Panel sobre su propuesta.

1. Presentaciones Nuevas

La RFI original se adjunta a este seguimiento de Información. El Panel solicita que todas las presentaciones nuevas sigan el formato de la Solicitud original con las siguientes excepciones:

Sección 4 de la RFI original, Proyección de costos: Para facilitar la comparación de propuestas, el Panel solicita que las nuevas presentaciones completen la planilla adjunta para presentar la Opinión de un Ingeniero sobre los Costos Probables a nivel de concepto.

También se agradece la presentación de mapas en formatos compatibles con GIS (p. ej., .kml).

Plazo: Las respuestas a esta RFI deben enviarse a Azucena Beltran a azrbeltr@ucsc.edu hasta el 12 de octubre de 2021. Si desea enviar materiales, envíe un correo electrónico a la Sra. Beltran hasta el 10 de septiembre.

2. Actualizaciones a las Presentaciones Originales

No es obligatorio actualizar las presentaciones originales. Sin embargo, con el fin de facilitar la comparación de propuestas, el Panel solicita a los once participantes originales que completen la planilla adjunta para presentar una Opinión del Ingeniero sobre Costos Probables actualizada a nivel de concepto. Si la presentación original tenía más de una alternativa, proporcione una planilla para cada alternativa.

El Panel también aceptará un apéndice con material nuevo o actualizado para las once presentaciones originales. Se agradece la presentación de información adicional, lo que incluye mapas en formatos compatibles con GIS (p. ej., .kml). El apéndice no tiene que seguir el formato de la RFI original.
Plazo: Las respuestas a esta RFI deben enviarse a Azucena Beltran a azrbeltr@ucsc.edu hasta el 12 de octubre de 2021. Si desea enviar materiales actualizados, envíe un correo electrónico a la Sra. Beltran hasta el 10 de septiembre.

3. Invitación a Presentar ante el Panel de Revisión Independiente
Se invita a cada participante de presentación nueva y presentación original a presentar ante el Panel de Revisión Independiente. Se identificará un intervalo virtual de 30 minutos con presentaciones que se realizarán del 20 al 22 de octubre de 2021. Los participantes pueden utilizar este tiempo como deseen para presentar y aclarar sus propuestas. Después de cada presentación, habrá hasta 15 minutos para preguntas y respuestas.

Preguntas: Las preguntas o solicitudes de aclaración sobre el contenido de este seguimiento deben dirigirse a Azucena Beltran a azrbeltr@ucsc.edu. El período de preguntas cierra el **10 de septiembre**; las preguntas recibidas se publicarán con las respuestas en la página web del Panel de Revisión Independiente en: https://saltonsea.ca.gov/planning/water-importation-independent-review-panel/.

Anexo C: Memorando Técnico del Concepto de Barbecho Voluntario

Memorando Técnico (TM) n.º 10.3
Fecha: 2 de septiembre de 2022

Preparado por: Siyu Luo, Yihsu Chen, Ph.D., UC Santa Cruz

Revisado por: Robert Raucher, Ph.D.

Asunto: Resultados de la Evaluación

Tema: Importación de Agua a través del Barbecho Voluntario del IID

Este Memorando Técnico (TM) se elaboró como parte de la Revisión de la Propuesta de Importación de Agua de Salton Sea a fin de brindar información para respaldar y reflejar la evaluación del Panel de Revisión Independiente de las ideas presentadas para restaurar Salton Sea mediante la importación de agua y brindar al Programa de Gestión de Salton Sea (SSMP) enfoques que sean viables. *Es posible que algunas partes de este TM se utilicen en el Informe de Selección, el Informe de Fallas Críticas, el Informe de Viabilidad y/o el Informe Resumido (los Informes) del Panel. En caso de discrepancias entre los Informes y este TM, tendrán prioridad los Informes.*

ENTRADAS DE AGUA DEL IID

El Distrito de Riego de Imperial (IID), ubicado al sur de Salton Sea, tiene la mayor parte de los derechos de agua del Río Colorado desde principios del siglo 20 (IID, 2022a). El derecho actual del IID de 3.1 millones de acres-pies por año del caudal del Río Colorado se utiliza, principalmente, para el riego de aproximadamente 460,000 acres cultivados (Ortiz, 2020). No solo un consumidor de agua, el riego del IID proporciona agua de escurrimiento que fluye hacia Salton Sea. Debido a que la mayoría de las tierras de cultivo utilizan riego por inundación, una gran parte de los retiros de riego se convierten en drenaje (drenaje agrícola que viaja a través del suelo subterráneo) y agua residual (flujo por gravedad que viaja por la superficie del suelo) que termina en Salton Sea. Históricamente, la entrada promedio al lago era de unos 1.36 millones de acres-pies por años (AFY) (USBR, 2000). Sin embargo, dichas entradas han disminuido desde la promulgación del Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación (QSA) de 2003.

El QSA facilita las transferencias de agua a gran escala del IID a los usuarios de agua urbanos en el condado de San Diego, el Valle de Coachella y el Distrito de Agua Metropolitano. Las transferencias de agua se realizarán por hasta 75 años (QSA, 2003). Según el QSA, la disminución del agua disponible para el riego reduce las entradas de agua de drenaje y residual a Salton Sea. Durante el período del QSA de 2003 a 2017, el promedio de las entradas de agua de Salton Sea del IID fue de aproximadamente 1 millón

de acres-pies por año, lo que fue una reducción de casi un 10% de las entradas en comparación con el inicio del QSA (Levers et al., 2019; USBR, 2000). Para mitigar los impactos negativos de la reducción en las entradas, el IID recibió la orden de transferir 105,000 acres-pies (AF) anualmente al lago (QSA, 2003). La transferencia de mitigación finalizó en 2017, lo que provocó una mayor reducción en el agua de escurrimiento al lago.

PROGRAMA DE BARBECHO DEL IID

La disminución en las entradas provocó la salinización y la reducción del lago, lo que puso en riego el hábitat natural de la vida silvestre, expuso los sedimentos y varios contaminantes tóxicos del lecho del lago, y amenazó la salud y la calidad de vida de los residentes cercanos de bajos recursos (Johnston et al., 2019). Según los términos del QSA, el Estado de California propuso un plan a largo plazo para abordar estos desafíos. Una de las medidas más implementadas es el arrendamiento de agua de los usuarios agrícolas del IID.

De 2003 a 2017, el IID implementó un Programa de Barbecho que compensaba a los agricultores en función de la cantidad de agua de riego ahorrada a través del barbecho de las tierras de cultivo. Durante el período del programa, los agricultores recibieron un precio compensado que osciló entre $60/AF y $175/AF de agua, y el gasto anual total del programa fue de 1.7 a 31.8 millones de dólares, y la mayor cantidad de acres con barbecho fue de aproximadamente 34,000 acres en 2013 (IID, 2022b). El análisis en esta sección aplica un modelo económico hidroagrícola para evaluar los costos incurridos o el pago para una cantidad significativa de agua generada por un futuro programa de barbecho que sustentaría la desalinización de recuperación en Salton Sea.

MODELO ECONÓMICO HIDROAGRÍCOLA

El análisis se basa en el marco desarrollado por Levers et al. (2019) y Jones et al. (2022). El objetivo es cuantificar los beneficios de programas voluntarios de conservación de agua basados en incentivos. El análisis se centra solo en el Programa de Barbecho; otros programas paralelos, como el Programa de Conservación de Eficiencia en los Establecimientos Agrícolas del IID, no se incluyen en el análisis (IID, 2022c).

El marco es un modelo de optimización que simula las decisiones de maximización de ganancias anuales de los agricultores del IID mientras tiene en cuenta el efecto de sus decisiones en los caudales hidrológicos en el área de Salton Sea. Dados los diferentes precios de arrendamiento del agua, este merco maximiza la ganancia económica de los agricultores, incluida la ganancia del cultivo y los pagos de la compensación por barbecho del IID. Considera los elementos económicos hidroagríolas esenciales sobre patrón y valor del cultivo, área de tierra cultivable y disponibilidad de agua de riego para año del modelo.

Modelo de Cultivo Completo

El modelo se calibró sobre el patrón del cultivo y el escenario de gastos de cultivo correspondientes a los años 2013-2015. El IID se modela como un solo agricultor y un agente económico con un conjunto de

elección multidimensional que consiste en la cantidad de tierra cultivable en acres ($\bar{L}$), agua de riego disponible en acres-pies ($\bar{W}$). Para un tipo de cultivo dado, *c*, el modelo resuelve las elecciones óptimas de dos variables de decisión: los acres agrícolas (x_c) y la profundidad del agua aplicada (w_c) de los tipos de cultivos seleccionados c cuando enfrentan un precio de cultivo, p_c. El modelo considera los ocho cultivos más frecuentes, los cuales representan el 72% de la tierra cultivable total del IID, incluidos cuatro cultivos de campo (alfalfa, grama, pasto del Sudán, remolacha azucarera), y cuatro cultivos de jardín (brócoli, zanahoria, cebolla, lechuga) (Ortiz, 2021). Los costos de cosecha relacionados con el rendimiento son dados por H_c donde r_c y y_c denotan el rendimiento relativo y los posibles rendimientos de los cultivos, respectivamente. Aquí, r_c e y_c son una función del agua aplicada w_c en función de Jones et al. (2022). El costo de producción por acre es dado por q_c. El costo del agua es representado por p_w. Con todas las anotaciones, la ganancia por acre de tipo de cultivo *c* o p_c se puede expresar de la siguiente manera:

$$p_c = (p_c - H_c)\, r_c y_c - q_c - h_c - w_c\, p_w$$

El modelo de optimización en los casos de cultivo completo sin considerar el programa de barbecho voluntario es para maximizar la ganancia económica anual de los agricultores (Õ) en (1):

$$\max_{x,w} \prod = \sum_c \pi_c x_c \qquad (1)$$

Sujeto a:

$$x_c^{mín} \leq x_c \leq x_c^{máx} \qquad (2)$$

$$\sum_c x_c \leq \bar{L} \qquad (3)$$

$$x_{brócoli} + x_{zanahoria} + x_{cebolla} + x_{lechuga} \leq 0.25\,\bar{L} \qquad (4)$$

$$\sum_c x_c\, w_c \leq \bar{W} \qquad (5)$$

La ecuación (2) limita el área de cultivo de cada cultivo dentro de ciertos rangos conforme al patrón de cultivo en el período inicial. La ecuación (3) limita el total de tierras de cultivo a los acres cultivables observados reales, mientras que la ecuación (4) limita el total de acres de cultivos de jardín al 25% de los acres cultivables reales. La ecuación (5) limita la cantidad de riesgo total al agua aplicada real disponible.

Los resultados del modelo producen la ganancia total y el uso de agua de riesgo por tipo de cultivo de los agricultores. Los resultados luego se pueden utilizar para calcular el valor del agua en $/AF.

Modelo de Barbecho

El programa de barbecho introduce un pago por arrendamiento de agua para los agricultores y el problema de optimización de ganancia luego se modifica de (1) con un término adicional agregado a la función objetivo en (6) de la siguiente manera:

$$\max_{x,w} \prod = \sum_{c} \pi_c \, x_c + (x_c^b - x_c) w_c^b p_f \qquad (6)$$

Sujeto a:

$$0.8\, x_c^b \leq x_c \leq x_c^b \qquad (7)$$

$$w_c \leq w_c^b \qquad (8)$$

donde x_c^b y w_c^b son los acres de los cultivos y la profundidad del agua aplicada en el escenario de cultivo completo en el modelo inicial definido en (1)-(5) y, por lo tanto, son los parámetros para el problema definido por (6)-(8). El término p_f es el precio por acre-pie pagado para el agua conservada producida a través de la tierra sometida a barbecho. El término $\left(x_c^b - x_c\right)$ da los acres de tierra sometida a barbecho. En otras palabras, el término adicional en la función objetivo en (6) representa el pago recibido de los agricultores por su iniciativa para producir agua de arrendamiento. En (7), el modelo también limita la cantidad de tierra que se puede someter a barbecho de cada cultivo en menos del 20 por ciento de los acres de cultivo completo, lo que es congruente con los datos históricos. De manera similar a Levers et al. (2019), también suponemos que el agua aplicada es menor que la inicial w_c^b para garantizar que es el agua "adicional" que se conservará en (8). Dado un precio de arrendamiento de agua y las limitaciones desarrolladas anteriormente, los agricultores luego eligen cuánta tierra someterán a barbecho en cada cultivo mientras consideran la combinación más rentable de agua aplicada y agua arrendada.

RESULTADOS DEL MODELO

Los resultados del modelo se informan en esta sección. La Sección 4.1 analiza los resultados del valor de agua simulado dados los precios de los cultivos y las condiciones de producción agrícola en diferentes años del modelo. La Sección 4.2 aborda la evaluación de la capacidad y el costo del programa de barbecho en la generación de agua conservada.

Modelo de Barbecho

El modelo de cultivo desarrollado en (1)-(5) se utilizó para examinar los impactos de los precios de arrendamiento del agua en las elecciones de los agricultores. Primero informamos los resultados en el período inicial (2013-2015), seguido de aquellos de los otros cuatro años. Las Tablas 1 a 5 muestran los resultados simulados del caso inicial y los años 2005, 2010-2012, respectivamente. Cada columna en las Tablas 1-5 corresponde a un tipo de cultivo, mientras que cada fila informa diversos resultados de interés.

Tabla 1: Resultados de simulación y estimación del valor del agua del escenario inicial (2013-2015)[a]

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo (10^3 ac)	182.50	75.00	45.00	35.00	25.00	20.00	15.00	52.50
Profundidad del agua aplicada (ft)	7.88	4.95	6.65	5.21	2.42	2.20	2.75	1.65
Ganancia unitaria ($/ac)	571.04	751.63	491.84	1071.70	1636.79	772.31	286.97	1397.50
Agua aplicada (10^3 AF)	1437.44	371.51	299.28	182.18	60.57	44.06	41.31	86.67
Ganancia (millones $)	104.22	56.37	22.13	37.51	40.92	15.45	4.30	73.37
Ganancia ($/AF)	72.50	151.74	73.95	205.89	675.63	350.59	104.20	846.56
Estimación de uso de agua de riego: 2,523,010 AF								
Estimación de ganancia de los agricultores: $354,268,520								
Estimación de valor del agua: $140.42/AF								
Precio de arrendamiento del agua histórico: $125/AF a $175/AF								

[a] Tierra cultivable, valor del cultivo en función del promedio de 2013-2015. Adaptado de los Informes de Cultivos del Condado de Imperial (Valenzuela, 2014; Valenzuela, 2015; Valenzuela, 2014). Agua de riesgo disponible en función del promedio de 2013-2015. Adaptado del IID (2016a). Costos de cultivo en función del promedio de 2013-2015. Adaptado de Levers et al. (2019).

Tabla 2: Resultados de simulación y estimación del valor del agua de 2005[a]

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo (10^3 ac)	180.00	75.00	70.00	35.00	25.00	20.00	15.00	60.00
Profundidad del agua aplicada (ft)	7.81	4.89	6.59	5.30	2.42	2.26	2.67	1.69
Ganancia unitaria ($/ac)	66.93	159.18	104.57	512.76	475.34	261.41	-506.79	699.90
Agua aplicada (10^3 AF)	1405.31	366.50	461.32	185.47	60.47	45.14	40.05	101.27
Ganancia (millones $)	12.05	11.94	7.32	17.95	11.88	5.23	-7.60	41.99
Ganancia ($/AF)	8.57	32.57	15.87	96.76	196.54	115.81	-189.83	414.66
Estimación de uso de agua de riego: 2,665,527 AF								
Estimación de ganancia de los agricultores: $100,756,558								
Estimación de valor del agua: $37.80/AF								
Precio de arrendamiento del agua histórico: $60/AF								

[a] Datos de tierra cultivable y del valor del cultivo de 2005 del IID (2006a). Datos de agua de riego disponible de 2005 del IID (2016a). Costos de cultivo en función del promedio de 2013-2015; los costos de cultivo de 2005 se adaptaron a la inflación.

Tabla 3: Resultados de simulación y estimación del valor del agua de 2010[a]

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo (10^3 ac)	170.00	73.75	70.00	35.00	21.25	20.00	15.00	60.00
Profundidad del agua aplicada (ft)	7.52	4.78	6.58	5.47	2.43	2.16	2.56	1.72
Ganancia unitaria ($/ac)	0.33	143.28	182.29	1274.30	886.18	-72.26	-728.10	1459.77
Agua aplicada (10^3 AF)	1278.96	352.43	460.49	191.61	51.73	43.20	38.33	103.25
Ganancia (millones $)	0.06	10.57	13.04	44.60	18.83	-1.45	-10.92	87.59
Ganancia ($/AF)	0.04	29.98	28.32	232.76	364.04	-33.46	-284.95	848.31
Estimación de uso de agua de riego: 2,519,996 AF								
Estimación de ganancia de los agricultores: $162,314,130								
Estimación de valor del agua: $64.41/AF								
Precio de arrendamiento del agua histórico: $85/AF								

[a] Datos de tierra cultivable y del valor del cultivo de 2010 de Valenzuela (2011). Datos de agua de riego disponible de 2010 del IID (2016a). Costos de cultivo en función del promedio de 2013-2015; los costos de cultivo de 2010 se adaptaron a la inflación.

Tabla 4: Resultados de simulación y estimación del valor del agua de 2011[a]

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo (10^3 ac)	190.00	75.00	70.00	35.00	25.00	20.00	15.00	60.00
Profundidad del agua aplicada (ft)	8.35	5.01	6.84	5.53	2.66	2.14	2.53	1.88
Ganancia unitaria ($/ac)	677.47	631.48	413.22	1519.25	3598.62	-169.29	-798.35	4855.05
Agua aplicada (10^3 AF)	1585.15	382.04	478.89	193.69	66.53	42.85	38.01	112.84
Ganancia (millones $)	128.72	47.36	28.93	53.17	89.97	-3.39	-11.98	291.30
Ganancia ($/AF)	81.20	123.97	60.40	274.53	1352.31	-79.02	-315.09	2581.51
Estimación de uso de agua de riego: 2,899,987 AF								
Estimación de ganancia de los agricultores: $624,087,571								
Estimación de valor del agua: $215.20/AF								

Precio de arrendamiento del agua histórico: $75/AF a $85/AF

[a] Datos de tierra cultivable y del valor del cultivo de 2011 de Valenzuela (2012). Datos de agua de riego disponible de 2011 del IID (2016a). Costos de cultivo en función del promedio de 2013-2015; los costos de cultivo de 2011 se adaptaron a la inflación.

Tabla 5: Resultados de simulación y estimación del valor del agua de 2012[a]

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo (10^3 ac)	190.00	75.00	70.00	35.00	25.00	35.00	25.00	35.00
Profundidad del agua aplicada (ft)	8.28	5.18	6.88	5.47	2.36	2.26	2.85	1.57
Ganancia unitaria ($/ac)	638.59	835.89	475.85	1340.63	379.65	563.06	240.00	-34.25
Agua aplicada (10^3 AF)	1537.90	388.38	481.94	191.51	58.94	79.08	71.31	54.94
Ganancia (millones $)	121.33	62.69	33.31	46.92	9.49	19.71	6.00	-1.20
Ganancia ($/AF)	77.09	161.42	69.11	245.02	161.04	249.21	84.14	-21.82
Estimación de uso de agua de riego: 2,899,990 AF								
Estimación de ganancia de los agricultores: $298,255,530								
Estimación de valor del agua: $102.85/AF								
Precio de arrendamiento del agua histórico: $75/AF a $125/AF								

[a] Datos de tierra cultivable y del valor del cultivo de 2012 de Valenzuela (2013). Datos de agua de riego disponible de 2012 del IID (2016a). Costos de cultivo en función del promedio de 2013-2015; los costos de cultivo de 2012 se adaptaron a la inflación.

En el presente, analizamos el desempeño del modelo comparando sus resultados con los datos históricos. En general, el modelo se desempeña bastante bien según el escenario inicial (2013-2015) y el año 2012. El modelo estima que el valor del agua sería de $140.42/AF en el escenario inicial (Tabla 1) y de $102.85/AF en 2012 (Tabla 5), valores que se encuentran dentro del rango de precio del agua de arrendamiento informado en los registros históricos del programa de barbecho (IID, 2022b).

Sin embargo, los resultados del modelo son menos precisos para reproducir la situación en otros años. La ganancia por acre-pie de la lechuga es ampliamente sobreestimada en el modelo de 2011 (Tabla 4).

En algunas instancias, incluso da como resultado una ganancia negativa, lo que implica que los agricultores preferirían no plantar ese cultivo. Analizamos las posibles fuentes de discrepancias de la siguiente manera. En 2011, el suministro de lechuga se complicó debido al brote de infección por Escherichia Coli, lo que provocó precios excepcionalmente altos de la lechuga ese año, que casi duplicaron el precio en 2012 (Roos, 2011; Valenzuela, 2012; Valenzuela, 2013). El elevado precio de la lechuga provocó el aumento en la ganancia del cultivo total de los agricultores y, por lo tanto, el valor del agua simulado de 2011 de $215.20/AF fue sobreestimado en comparación con el precio histórico ofrecido, que oscilaba entre $75/AF y $85/AF. Se debe tener en cuenta que las limitaciones definidas en (2) y (4) en el patrón del cultivo, incluido el porcentaje del área de cultivo de jardín y el rango de acres de cada cultivo, dependieron del escenario inicial 2013-2105. Además, las suposiciones del costo de cultivo, incluidos los costos de cosecha y los costos de producción, también se basaron en el caso inicial. Si bien el modelo considera explícitamente el efecto de la inflación, las suposiciones del modelo son menos aplicables a los años anteriores a 2012. Esto también explica por qué la estimación de los valores del agua de $37.80/AF (Tabla 2) y $64.41/AF (Tabla 3) en 2005 y 2010 son menores que los precios históricos de arrendamiento del agua de $60/AF y $85/AF.

Dado que los cultivos tienen diferentes demandas de agua, la cantidad de agua se podría arrendar a través del barbecho que depende del agua aplicada a cada cultivo así como de los precios del cultivo. Los resultados de la simulación implican que la alfalfa es el cultivo con mayor demanda de agua y menor rentabilidad en todos los años del modelo. Su agua aplicada es de 7.88 pies en profundidad y 1437 mil acres-pies (TAF) en cantidad durante 2013-2015. Su ganancia por AF de agua aplicada es igual a $72.50/AF (Tabla 1). La estimación de riego anual es de 371 TAF para la grama, seguido de 299 TAF para el pasto del Sudán (Tabla 1). El pasto del Sudán tiene la segunda menor rentabilidad por AF de agua o $73.95/AF; se podría esperar que sea el segundo cultivo en someterse a barbecho cuando el precio de arrendamiento del agua es adecuadamente alto. Sin embargo, dado que su simulación de acres es de 45 mil acres, que se encuentra en el extremo inferior en (2), esto significa que el modelo no puede realizar el barbecho del pasto del Sudán. Por lo tanto, en el escenario inicial, se selecciona el cultivo con la tercera menor rentabilidad por AF de agua aplicada o grama de $152/AF para realizar el barbecho. La remolacha azucarera tiene la mayor rentabilidad de agua de $206/AF entre los cultivos de campo, de modo que no se permitirá, a menos que el precio del agua de arrendamiento sea extremadamente alto. Finalmente, es menos probable que los agricultores realicen el barbecho de los cultivos de jardín más valuados, como lechuga, brócoli y zanahoria, que tienen una rentabilidad de agua de $847/AF, $676/AF y $351/AF, respectivamente (Tabla 1). El cultivo de jardín menos valuado, la cebolla, no participaría en el programa de barbecho porque demanda la menor cantidad de agua entre todos los cultivos, de modo que no es eficiente para generar agua conservada a través del barbecho de cebollas.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE BARBECHO

Dados los precios históricos del agua, se utilizó el modelo de barbecho para examinar los acres de barbecho para cada tipo de cultivo y resolver el agua producida y el gasto del programa de barbecho

resolviendo el modelo definido en (6)-(8). La Tabla 6 muestra los acres de barbecho y los precios de arrendamiento del agua históricos en los datos históricos del Programa de Barbecho (IID, 2022b).

Tabla 6: Acres de Barbecho y Precio de Arrendamiento del Agua del IID Históricos, 2004-2017

Período	Acres de Barbecho (ac)	Precio de Arrendamiento del Agua ($/ac-ft)
2004-2005	12,126.5	60
1 de julio de 2005- 30 de junio de 2006	11,676.2	60
2006-2007	17,984.4	60
1 de julio de 2007- 30 de junio de 2008	16,172.0	75
1 de julio de 2008- 30 de junio de 2009	12,778.7	85
1 de julio de 2009- 30 de junio de 2010	17,852.20	85
1 de julio de 2010- 30 de junio de 2011	9,330.6	85
1 de julio de 2011- 30 de junio de 2012	5,795.6	75
1 de julio de 2012- 30 de junio de 2013	31,859.5	125
1 de julio de 2013- 30 de junio de 2014	34,432.6	125
1 de julio de 2014- 30 de junio de 2015	32,915.1	175
1 de julio de 2015- 30 de junio de 2016	17,377.9	175
1 de julio de 2016- 30 de junio de 2017	23,910.3	175

El modelo se utilizó para examinar cuatro precios históricos del agua informados que se dieron a partir del Programa de Barbecho de 2003-2017: $60/AF para 2004 a 2007, $85/AF para 2008 a 2011, $125/AF para 2012 a 2014, $175/AF para 2015 a 2017. Las Tablas 7-10 ilustran los resultados simulados según los cuatros precios del agua.

Tabla 7: Resultados del modelo del programa de barbecho con un precio de arrendamiento del agua de $175/AF, 2014-2017

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo (10^3 ac)	170.00	60.00	45.00	35.00	25.00	20.00	15.00	52.50
Acres de barbecho(10^3 ac)	12.50	15.00	-[a]	-	-	-	-	-
Cambio de acres de cultivo con respecto al inicio	7.35%	25.00%	-	-	-	-	-	-
Estimación del total de acres de barbecho: 27,500.00 ac								
Total histórico de acres de barbecho: 24,734.43 ac[b]								

Profundidad de agua aplicada del programa de barbecho (ft)	7.88	4.95	6.65	5.21	2.42	2.20	2.75	1.65
Agua producida (10^3 AF)	98.46	74.30	-	-	-	-	-	-
Total de agua producida: 172,756.00 AF								
Gasto del programa de barbecho: $30,232,300.00								

[a] - implica un valor de cero.

[b] El total histórico de acres de barbecho es el promedio de 2014-2017; datos de IID (2014a), IID (2015), IID (2016b), IID (2017).

Tabla 8: Resultados del modelo del programa de barbecho con un precio de arrendamiento del agua de $125/AF, 2012-2014

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo10^3 (ac)	170.00	75.00	56.00	35.00	25.00	35.00	20.00	35.00
Acres de barbecho (10^3 ac)	20.00	-[a]	14.00	-	-	-	5.00	-
Cambio de acres de cultivo con respecto al inicio	10.53%	-	20.00%	-	-	-	20.00%	-
Estimación del total de acres de barbecho: 39,000.00 ac								
Total histórico de acres de barbecho: 33,146.05 ac[b]								
Profundidad de agua aplicada del programa de barbecho (ft)	8.28	5.18	6.88	5.47	2.36	2.26	2.85	1.57
Agua producida (10^3 AF)	165.67	-	96.39	-	-	-	14.26	-
Total de agua producida: 276,324.60 AF								
Estimación de gasto del programa de barbecho: $34,540,575.00								

[a] - implica un valor de cero.

[b] El total histórico de acres de barbecho es el promedio de 2012-2014; datos de IID (2012), IID (2013), IID (2014).

Tabla 9: Resultados del modelo del programa de barbecho con un precio de arrendamiento del agua de $85/AF, 2008-2011

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo10^3 (ac)	170.00	60.00	56.00	35.00	21.25	20.00	15.00	60.00
Acres de Barbecho (10^3 ac)	-[a]	13.75	14	-	-	-	-	-
Cambio de acres de cultivo con respecto al inicio	-	18.64%	20.00%	-	-	-	-	-
Estimación del total de acres de barbecho: 27,500.00 ac								
Total histórico de acres de barbecho: 13,321.17 ac[b]								
Profundidad de agua aplicada del programa de barbecho (ft)	7.52	4.78	6.58	5.47	2.43	2.16	2.56	1.72
Agua producida (10^3 AF)	-	65.71	92.10	-	-	-	-	-
Total de agua producida: 157,804.73 AF								
Estimación de gasto del programa de barbecho: $13,413,401.63								

[a] - implica un valor de cero.

[b] El total histórico de acres de barbecho es el promedio de 2008-2011; datos de IID (2008), IID (2009), IID (2010), IID (2011).

Tabla 10: Resultados del modelo del programa de barbecho con un precio de arrendamiento del agua de $60/AF, 2004-2007

	Alfalfa	Grama	Pasto del Sudán	Remolacha Azucarera	Brócoli	Zanahoria	Cebolla	Lechuga
Acres de cultivo10^3 (ac)	170.00	60.00	45.00	35.00	25.00	20.00	15.00	52.50
Acres de Barbecho (10^3 ac)	10.00	15.00	25.00	-[a]	-	-	-	7.50
Cambio de acres de cultivo con respecto al inicio	5.56%	20.00%	35.b71%	-	-	-	-	12.50%
Estimación del total de acres de barbecho: 57,500.00 ac								
Total histórico de acres de barbecho: 13,929.03 ac[b]								
Profundidad de agua aplicada del programa de barbecho (ft)	7.81	4.89	6.59	5.30	2.35	1.50	2.67	1.63
Agua producida (10^3 AF)	78.07	73.30	164.76	-	-	-	-	12.20
Total de agua producida: 328,332.00 AF								
Estimación de gasto del programa de barbecho: $19,699,920.00								

[a] - implica un valor de cero.

[b] El total histórico de acres de barbecho es el promedio de 2004-2007; datos de IID (2004), IID (2005), IID (2006), IID (2007).

En general, el modelo se desempeña bastante bien según el escenario inicial en cuanto a reproducir las transacciones recientes, en especial aquellas después de 2012. Como se muestra en la Tabla 7, los resultados del modelo estiman que la tierra de barbecho será de 27.5 mil acres con un precio del agua de $175/AF, lo que no está lejos del promedio de 24.7 mil acres de los datos históricos (IID, 2015; IID, 2016; IID, 2017). En este escenario, los agricultores deciden realizar un barbecho en el 7% de la tierra de alfalfa (12.5 mil acres) y el 25% de la tierra de grama (15 mil acres), lo que en conjunto da un total de 172 TAF de agua con un gasto del programa de $30 millones (Tabla 7).

Como se muestra en la Tabla 8, con un precio del agua de $125/AF en 2012, el análisis estima que el total del barbecho será de 39 mil acres, en comparación con los 33 mil acres históricos (IID 2012; IID, 2013; IID, 2014a). Además, los agricultores realizarían el barbecho en el 10% de la tierra de alfalfa (20 mil acres) y el 20% de la tierra de pasto del Sudán (14 mil acres), lo que produciría 276 TAF de agua con un gasto de programa de $34 millones.

Como se menciona anteriormente, el orden del barbecho sigue la rentabilidad de agua de $/AF. Mientras menor sea la rentabilidad por AF, el barbecho del cultivo se realizará primero, a menos que ya se encuentre en el extremo inferior de la escala de cultivo. La decisión de realizar el barbecho de los agricultores depende de la rentabilidad del cultivo y de la intensidad de demanda de agua del cultivo; los cultivos con menos valor y que necesitan más agua serían los primeros en seleccionarse para el barbecho. Dado que la alfalfa es el cultivo con menor valor y mayor demanda de agua, los resultados de

las Tablas 7, 8 y 10 indican que la alfalfa se seleccionaría para el barbecho. Por los mismos motivos antes analizados, el pasto del Sudán no se selecciona para el barbecho, ya que sus acres ya se encuentran en el extremo inferior; en el caso de la grama, se realiza el barbecho en el 25% con respecto al inicio, como se muestra en la Tabla 7. En 2012, el área de cultivo del pasto del Sudán es mayor que el extremo inferior y, por lo tanto, el pasto del Sudán es el segundo cultivo de barbecho según se informa en la Tabla 8. Además, como se analiza en la Sección 4.1, los agricultores no están dispuestos a realizar el barbecho de los cultivos de jardín de mayor valor dado su alto valor económico, de modo que los cultivos que se someten a barbecho son los cultivos de campo. Una advertencia es que de manera similar al modelo inicial, las suposiciones del modelo no representaron bien el patrón del cultivo ni los costos de cultivo antes de 2012, ya que estos se basan en el escenario inicial en 2013-2015. Por lo tanto, la cantidad simulada de tierra de barbecho se sobreestimó a un precio del agua de $85/AF y $60/AF. Sin embargo, las estimaciones posteriores a 2012 son más congruentes con los registros históricos.

El efecto del precio del agua en la decisión de los agricultores se resumen en la Figura 1, la cual informa, según diferentes precios del agua ($/AF) en el eje X, en el eje Y, la cantidad de tierra de barbecho en (a), el agua producida en (b), y en (c) al pago total en el programa de barbecho.

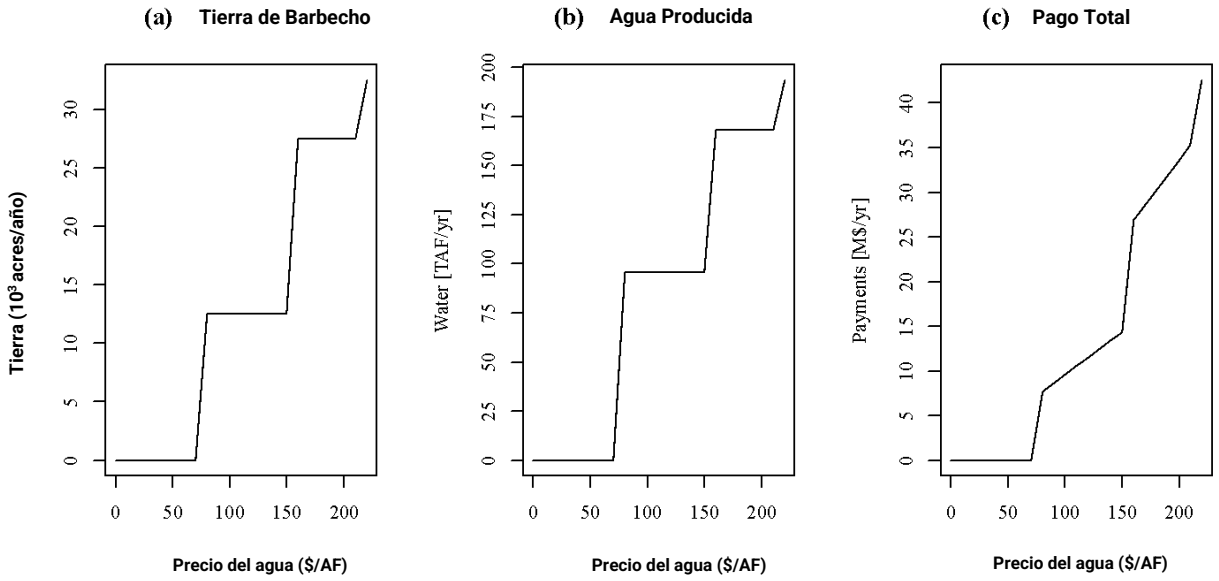

Figura 1: Gráficos de los resultados simulados según el Programa de Barbecho de tierra del IID: precios del agua en el eje X con respecto al eje Y de la tierra de barbecho en (a), el agua producida en (b) y el pago total en (c)

De la Figura 1, surgen varias observaciones. Primero, cuando el precio del agua es menor que $70/AF, ninguno de los agricultores del IID encuentra económicamente atractivo entregar sus derechos del agua y realizar el barbecho de su tierra, ya que la ganancia que pueden obtener de la agricultura es mayor que si participan en el programa. Segundo, la cantidad de tierra de barbecho en la Figura 1(a) con

respecto a los precios sigue una función de pasos. Por ejemplo, con los precios entre $75/AF-$150/AF, no hay ganancia en la tierra de barbecho. La misma observación se aplica a los precios entre $160-210/AF. El motivo es el siguiente. Dentro de cada cultivo, se supone que el costo de producción será el mismo entre los diferentes agricultores. Cuando el precio del agua ofrecido aumenta, el siguiente cultivo rentable se vuelve económicamente viable para participar en el programa de barbecho. En nuestro análisis, la alfalfa es el primer tipo de cultivo en participar en el Programa de Barbecho seguido por la grama. Finalmente, se estima que un programa a largo plazo puede procurar 175 TAF/año para usar en Salton Sea, con un precio razonable igual a $210/AF o un costo total del programa de $37 millones.

En realidad, los precios del agua ofrecidos, generalmente, dependen del ente gubernamental del distrito del agua, es decir la Junta del IID, que puede ser diferente de las estimaciones económicas e hidrológicas (IID, 2014b). El enfoque del programa de barbecho también sugiere que el modelo podría sobreestimar los costos del programa al no considerar las opciones menos costosas relacionadas con los proyectos de mejora de la eficiencia del agua en el lugar (IID, 2022c).

RESUMEN

Desde el inicio del QSA, que efectivamente redujo el uso del agua en los establecimientos agrícolas del Valle de Imperial, el escurrimiento agrícola que históricamente fluía hacia Salton Sea también disminuyó, lo que tuvo un impacto negativo en el hábitat natural y la salud humana. El arrendamiento de agua de la región del IID rica en agricultura brinda la oportunidad de abordar este desafío. Este análisis intenta cuantificar los beneficios y los costos de un programa de barbecho del IID, un programa de conservación de agua a base de incentivos que transfiere agua agrícola a Salton Sea. Al aplicar un modelo económico hidroagrícola, el análisis demuestra que mientras el precio de arrendamiento del agua aumenta, los agricultores de los cultivos que son relativamente menos rentables se vuelven económicamente dispuestos a participar en un programa de barbecho. Nuestro análisis demuestra que los cultivos menos rentables, con mayor demanda de agua y más ampliamente plantados son los primeros en seleccionarse para el barbecho, a menos que los acres del cultivo ya se encuentren en el extremo inferior. Este análisis llega a la conclusión de que un precio del agua menor que $200/AF puede producir 165 mil acres-pies de agua de arrendamiento. El agua conservada permitiría mantener los niveles de Salton Sea mientras se implementan otras actividades de recuperación (p. ej., posible desalinización en el lago).

REFERENCIAS

Distrito de Riego de Imperial, 2004. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2003-2004. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/633/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2005. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2004-2005. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/628/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2006a. 2005 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2005_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report.pdf.

Distrito de Riego de Imperial, 2006b. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2005-2006. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/625/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2007. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2006-2007. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/618/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2008. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2007-2008. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/616/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2009. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2008-2009. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/609/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2010. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2009-2010. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/601/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2011. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2010-2011. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/592/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2012. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2011-2012. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/7771/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2013. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2012-2013. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/9489/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2014a. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2013-2014. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/8385/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2014b. Descripción del Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas del Distrito de Riego de Imperial. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/8978/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2015. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2014-2015. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/9121/635648001335730000.

Distrito de Riego de Imperial, 2016a. Informe Anual del Distrito de Riego de Imperial 2015 Conforme a la Ordenanza revisada WRO 2022-013. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showdocument?id=11619.

Distrito de Riego de Imperial, 2016b. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2015-2016. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/10241/636263819799300000.

Distrito de Riego de Imperial, 2017. Programa de Barbecho Unitario de Establecimientos Agrícolas 2016-2017. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/home/showpublisheddocument/12907/636263042344870000.

Distrito de Riego de Imperial, 2022a. Historial del IID. Extraído el 30 de agosto del 2022 de https://www.iid.com/about-iid/mission-vision-statements/iid-history.

Distrito de Riego de Imperial, 2022b. Programas de Barbecho. Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/water/water-conservation/fallowing#:~:text=While%20fundamentally%20opposed%20to%20fallowing,out%20of%20the%20Imperial%20Valley.

Distrito de Riego de Imperial, 2022c. Programa de Conservación de Eficiencia en Establecimientos Agrícolas (On-Farm Efficiency Conservation Program, OFECP). Extraído el 24 de agosto de 2022 de https://www.iid.com/water/water-conservation/on-farm-efficiency.

Jones, B., Wang, J., & Fleck, J. (2022). Sending Agricultural Water to The Salton Sea to Improve Public Health? An Integrated Hydro-Agri-Health Economic Analysis. *An Integrated Hydro-Agri-Health Economic Analysis (June 23, 2022), University of New Mexico*.

Johnston, J. E., Razafy, M., Lugo, H., Olmedo, L., & Farzan, S. F. (2019). The disappearing Salton Sea: A critical reflection on the emerging environmental threat of disappearing saline lakes and potential impacts on children's health. *Science of the Total Environment*, *663*, 804-817.

Levers, L. R., Skaggs, T. H., & Schwabe, K. A. (2019). Buying water for the environment: A hydro-economic analysis of Salton Sea inflows. *Agricultural Water Management*, *213*, 554-567.

Ortiz, C. *Office of the Agricultural Commissioner Sealer of Weights and Measures-Imperial County*. Annual Crop and Livestock Report: Imperial County, CA, USA, 2020.

Ortiz, C. (2021). 2020 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2021/08/2020-Crop-Report-v2.pdf.

Acuerdo Conciliatorio de Cuantificación y Acuerdos y Documentos Relacionados. (2003) Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://www.sdcwa.org/sites/default/files/files/QSA_final.pdf.

Roos, R. (07 de diciembre de 2011). CDC cites romaine lettuce in 10-state E coli outbreak. *Center for Infectious Disease Research and Policy, University of Minnesota*. https://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2011/12/cdc-cites-romaine-lettuce-10-state-e-coli-outbreak.

Oficina de Recuperación de Estados Unidos, 2000. Modelo de Informe de Salton Sea, Adjunto B. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://www.usbr.gov/lc/region/saltnsea/pdf_files/daar/daar_att-b.pdf.

Valenzuela, C. L. (2011). 2010 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2010_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report.pdf.

Valenzuela, C. L. (2012). 2011 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2011_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report.pdf.

Valenzuela, C. L. (2013). 2012 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2012_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report-1.pdf.

Valenzuela, C. L. (2014). 2013 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2013_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report.pdf.

Valenzuela, C. L. (2015). 2014 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2014_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report.pdf.

Valenzuela, C. L. (2016). 2015 Imperial County Agricultural Crop & Livestock Report. Extraído el 30 de agosto de 2022 de https://agcom.imperialcounty.org/wp-content/uploads/2020/02/2015_Imperial_County_Crop_and_Livestock_Report.pdf.