



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL  
EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL “HUMEDALES DE VENTANILLA”,  
CALLAO, PERÚ

**Línea de investigación:**

**Biodiversidad, ecología y conservación**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniera Ambiental

**Autora:**

Calderon Solorzano, Mitsy Marisol

**Asesora:**

Aparicio Ilazaca, Roxana Clara Yaquely

(ORCID: 0000-0002-8826-4603)

**Jurado:**

Portuguez Yactayo, Hubert Orlando

Vasquez Aranda, Ahuber Omar

Miranda Jara, Angelica

**Lima - Perú**

**2023**

# OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL "HUMEDALES DE VENTANILLA", CALLAO, PERÚ

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.litoclean.com.pe">www.litoclean.com.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://cybertesis.uni.edu.pe">cybertesis.uni.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://pirhua.udep.edu.pe">pirhua.udep.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%



**Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo**

**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN PLAN DE COMPENSACIÓN**

**AMBIENTAL EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL**

**“HUMEDALES DE VENTANILLA”, CALLAO, PERÚ**

**Línea de investigación:**

Biodiversidad, Ecología y Conservación

Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

**Autora:**

Calderon Solorzano Mitsy Marisol

**Asesora:**

Aparicio Ilazaca Roxana Clara Yaquely

ORCID: 0000-0002-8826-4603

**Jurado:**

Portuguez Yactayo Hubert Orlando

Vasquez Aranda Ahuber Omar

Miranda Jara Angelica

Lima – Perú

**2023**

**Dedicatoria**

A Dios por todo lo vivido, a Marzol y David, mis padres que son mi mayor motivación, a mis hermanas Leyci y Madai por el soporte emocional, a mis maestros que compartieron sus conocimientos y a toda mi familia que me ayudaron con su apoyo incondicional a culminar esta etapa de mi vida.

## INDICE

RESUMEN .....	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. Trayectoria del Autor.....	10
1.2. Descripción de la empresa.....	10
1.3. Organigrama de la empresa .....	11
1.4. Áreas y funciones desempeñadas .....	13
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA .....	15
2.1. Objetivo General.....	15
2.2. Descripción del Proyecto.....	15
2.3. Ubicación del proyecto .....	17
2.4. Etapas del Proyecto .....	19
2.4.1. Planificación.....	20
2.4.2. Estudios Ambientales Complementarios .....	21
2.4.3. Diseño de alternativas a nivel de ingeniería conceptual .....	26
2.4.4. Selección de criterios de evaluación .....	31
2.4.5. Evaluación y selección de la alternativa .....	33
2.4.6. Ingeniería Básica del Diseño Mejorado .....	40
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA .....	44
IV. CONCLUSIONES .....	45
V. RECOMENDACIONES .....	46

	4
VI. REFERENCIAS.....	47
VII. ANEXOS .....	49
ANEXO I: GLOSARIO .....	49
ANEXO II. GALERÍA FOTOGRÁFICA.....	52
ANEXO III. ANÁLISIS CUALITATIVO DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL DISEÑO INICIAL Y DISEÑO MEJORADO .....	56

### Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Ubicación geográfica del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla</i> .....	18
<b>Tabla 2</b> <i>Riesgos identificados para el diseño propuesto en el plan de compensación ambiental</i> .....	22
<b>Tabla 3</b> <i>Unidades de Vegetación comprometidas en el plan de compensación ambiental de la MEIA (Walsh, 2018) .....</i>	27
<b>Tabla 4</b> <i>Propuestas de mejora resultado de los estudios ambientales complementarios para la optimización del Plan de Compensación Ambiental .....</i>	29
<b>Tabla 4</b> <i>Especies objetivo-seleccionadas en el Estudio Hortícola .....</i>	30
<b>Tabla 6</b> <i>Criterios de Evaluación planteados para evaluar las alternativas de diseño para la compensación ambiental.....</i>	32
<b>Tabla 7</b> <i>Comparación cualitativa de las alternativas de diseño para la compensación ambiental.....</i>	34
<b>Tabla 8</b> <i>Comparación cuantitativa de las Alternativas de diseño para la compensación ambiental.....</i>	35

<b>Tabla 9</b> <i>Aplicación de los criterios de evaluación a las alternativas de diseño para la compensación ambiental.....</i>	36
<b>Tabla 10</b> <i>Áreas de Componentes del Diseño Mejorado para la optimización del Plan de Compensación Ambiental .....</i>	42
<b>Tabla 11</b> <i>Diseño Mejorado para la optimización del Plan de Compensación Ambiental.....</i>	43
<b>Tabla 12</b> <i>Identificación de las Actividades del Proyecto de Compensación Ambiental. ....</i>	56
<b>Tabla 13</b> <i>Resumen de los Potenciales Impactos en los Componentes Ambientales. ....</i>	57
<b>Tabla 14</b> <i>Resumen del análisis comparativo de posibles impactos ambientales .....</i>	67

### Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Organigrama de la empresa TEMA LITOCLEAN S.A.C. – Sede Perú. ....	12
<b>Figura 2</b> Estructura Jerárquica de la empresa TEMA LITOCLEAN – Sede Perú .....	12
<b>Figura 3</b> Ubicación del área del plan de compensación ambiental dentro de los límites del ACRHV.....	19
<b>Figura 4</b> Etapas de la Fase I del proyecto de compensación ambiental en el ACRHV .....	20
<b>Figura 5</b> Diseño inicial aprobado en el plan de compensación ambiental .....	28
<b>Figura 6</b> Propuestas de diseños elaborados a nivel de ingeniería conceptual para la compensación ambiental .....	33
<b>Figura 7</b> Diseño mejorado a nivel de Ingeniería Básica para la optimización del plan de compensación ambiental.....	41

**Lista de Acrónimos**

**ACRHV:** Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla

**AIJCH:** Aeropuerto Internacional Jorge Chavez

**DEIN:** Dirección de Evaluación Ambiental para Proyectos de Infraestructura

**MEIA:** Modificación de Impacto Ambiental

**MINAM:** Ministerio del Ambiente

**PCA:** Plan de Compensación Ambiental

**SENACE:** Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles

**VE:** Valor Ecológico

**VET:** Valor Ecológico Total



## RESUMEN

El presente informe describe mi experiencia profesional obtenida en el ámbito de la ingeniería ambiental, destacándose mi participación en proyectos ambientales del sector minería, hidrocarburos y transportes. En ese contexto, se presenta la optimización de un plan de compensación ambiental que será desarrollado en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. Esta optimización se dividió en 2 fases y hasta la fecha se ha ejecutado la fase I, cuyo objetivo fue desarrollar un diseño conceptual de compensación a nivel de ingeniería básica. Esta propuesta fue aprobada en la Estrategia de Manejo Ambiental de la Primera Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA) del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez del año 2018, a fin de recuperar la biodiversidad pérdida en dicho proyecto por impactos residuales, siendo el área comprometida a compensar de 69,105 ha. Para llevar a cabo la optimización de este diseño, la Fase I del proyecto se dividió en 6 etapas: planificación, estudios ambientales complementarios, diseño de alternativas a nivel de ingeniería conceptual, selección de criterios de evaluación, evaluación y selección de alternativa e ingeniería básica del diseño mejorado. Durante estas etapas, se obtiene información primaria del área a compensar y se realiza una comparación entre el diseño inicial y una propuesta de diseño mejorado. Finalmente, como resultado de la evaluación, el diseño mejorado obtuvo la mejor puntuación en los criterios legales, técnicos y económicos, destacándose la minimización de impactos ambientales directos e indirectos durante la etapa de construcción. Así, se logró mejorar de manera innovadora el diseño de compensación ambiental.

**Palabras Claves:** *compensación ambiental, humedales, zona costera.*

## ABSTRACT

This report describes my professional experience in the field of environmental engineering, with a focus on my involvement in environmental projects related to the mining, hydrocarbon, and transportation sectors. Within this context, I present the optimization of an environmental compensation plan to be implemented in the Ventanilla Regional Wetlands Conservation Area. The optimization process was divided into two phases, with Phase I already completed. The primary objective of Phase I was to develop a design conceptual compensation at the basic engineering level. This proposal was approved as part of the environmental management strategy for the first modification of the study environmental impact assessment for the expansion of the Jorge Chávez International Airport in 2018. The goal was to restore biodiversity lost in another area due to residual impacts, with a total area of 69,105 hectares committed to compensation. The optimization design process involved six stages: planning, complementary studies, design of alternatives at the conceptual engineering level, selection of evaluation criteria, evaluation and selection of alternative and basic engineering of the improved design. During these stages, primary information is obtained from the area to be compensated and a comparison is made between the approved design and an improved design proposal. The evaluation results favored the enhanced design, which scored higher in legal, technical, and economic criteria. Notably, the enhanced design minimized both direct and indirect environmental impacts during the construction phase. Overall, the innovative approach successfully improved the environmental compensation design.

**Keywords:** environmental compensation, wetlands, coastal zone.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe mi experiencia profesional adquirida en los años de ejercicio de mi profesión en ingeniería ambiental en base a los conocimientos adquiridos en mis años de formación académica en la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal. De manera específica se describirá mi participación en el proceso de optimización de un plan de compensación ambiental a desarrollarse en los humedales de ventanilla como parte de un compromiso ambiental aprobado, para lo cual es importante aclarar algunos conceptos previos.

El desarrollo de proyectos ambientales en nuestro país, bajo las certificaciones ambientales nos permite propiciar el desarrollo sustentable de nuestros recursos. Como parte de estas certificaciones ambientales surgen los compromisos ambientales, aquellos que deben cumplirse para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y la mitigación de los impactos ambientales evaluados. Cuando existen impactos ambientales residuales, es decir aquellos que no podrán ser prevenidos, ni eliminados, ni minimizados, se proponen los planes de compensación como última medida a dichos impactos. La ejecución de este plan de compensación ambiental juega un rol muy importante en la conservación o recuperación del ecosistema perdido, siempre y cuando la empresa este comprometida con el ambiente y la sostenibilidad en el tiempo del proyecto de compensación a ejecutar (Aerts & Honnay, 2011).

Un plan de compensación ambiental de acuerdo con la Resolución Ministerial N° 398-2014-MINAM debe presentar un contenido mínimo dividido en 10 ítems, donde solo uno de ellos está referido a la “*selección, caracterización, tamaño del área y de sus componentes para aplicar las medidas de compensación ambiental*”; es en este apartado en el que se enfocó el proyecto de optimización del diseño de compensación ambiental, modificando el tamaño del área y los componentes, en varias etapas que han sido descritas en el capítulo 2.

## **1.1. Trayectoria del Autor**

La autora de este informe es Bachiller de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la casa de estudios superiores Universidad Nacional Federico Villareal, desde setiembre del 2019 conferido por R.R. N° 6304-2019-CU-UNFV, de la cual egresó dentro del quinto superior, en el mes de enero del 2019.

Inicio su trayectoria laboral en noviembre del 2018, como asistente de gestión ambiental para la elaboración de instrumentos de gestión ambiental del sector minero en la consultora Geostudios Ambientales S.A.C., desempeñándose en la elaboración de línea base física y mapas temáticos. En agosto del 2020, fue ascendida al puesto de Especialista ambiental, teniendo a su cargo la ejecución de estudios en el interior del país, participando en el levantamiento de información de campo, elaboración de línea base física, caracterización de impactos ambientales y el desarrollo de la estrategia de manejo ambiental para proyectos del sector minero.

Posterior a ello, desde abril del 2021 desempeño labores como profesional en la especialidad de Ingeniería Ambiental en la empresa Tema Litoclean S.A.C., desarrollándome principalmente en el cargo de Ingeniera de Proyectos, donde desempeño funciones de colaboración de proyectos ambientales, coordinaciones y gestiones para su ejecución, teniendo la mayor participación en el desarrollo de la Fase I del Plan de Compensación Ambiental para un humedal costero de la región Callao; así como otras responsabilidades encomendadas relacionadas con el puesto asignado.

## **1.2. Descripción de la empresa**

El grupo Tema Litoclean tiene su sede central en la ciudad de Barcelona. El grupo Tema, es una consultora en Seguridad, Medio Ambiente y Suelos contaminados, especializadas en industria química, petrolera y minera. A lo largo de sus más de 30 años de historia, la compañía ha realizado multitud de Estudios Ambientales, de Seguridad Industrial y de

Investigación de Suelos Contaminados, así como actuaciones ambientales de Remediación de Pasivos, atendiendo las exigencias legales de los más de 30 países donde se han desarrollado los proyectos.

Litoclean es innovación aplicada a la investigación y remediación de suelos, teniendo como objetivo brindar soluciones eficientes en tiempo y coste a problemas de contaminación de suelos. Litoclean fue creada en Perú en el año 2009, con el objetivo de desarrollar servicios de consultoría ambiental, seguridad y proyectos de investigación y descontaminación de suelos.

Tema Litoclean S.A.C. – Sede Perú, viene realizando estudios y proyectos desde el año 2001 y se constituyó localmente en el año 2009, por lo que conoce ampliamente la legislación local y los organismos de regulación y fiscalización existentes. Se desempeña en diversos sectores como minería, hidrocarburos, transportes (marítimo y aeroportuario), energía e industria; para los que brinda servicios en seguridad industrial, remediación de suelos y estudios ambientales.

#### Datos Generales:

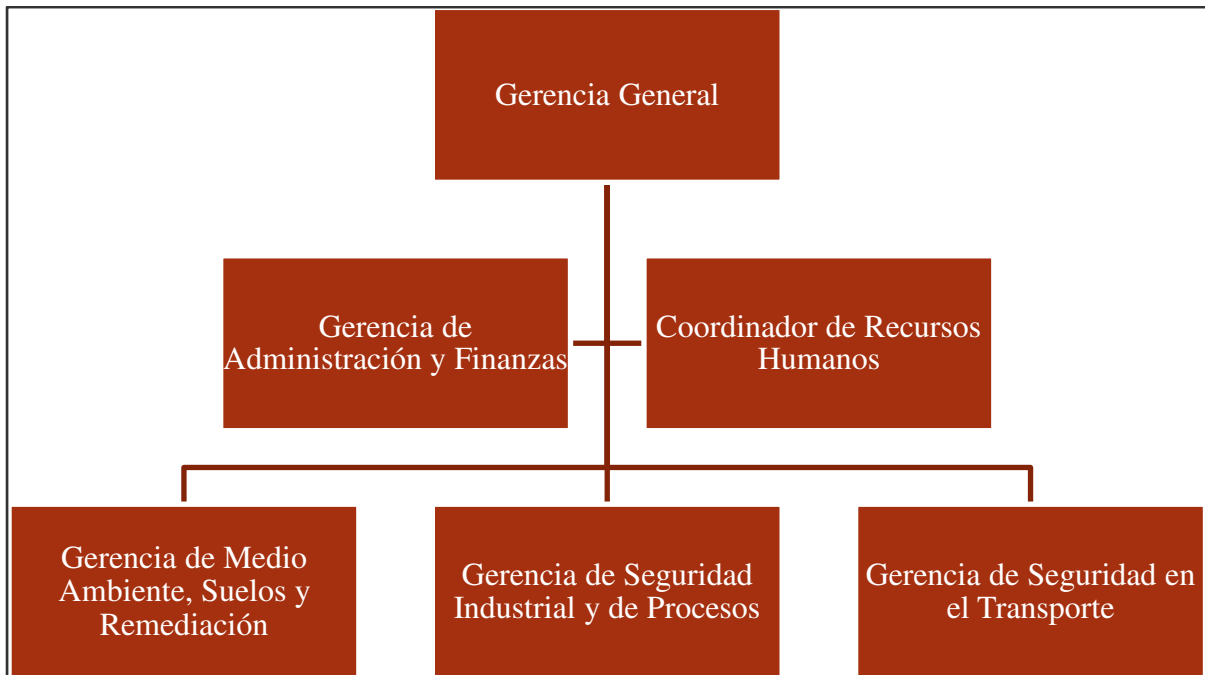
- Empresa: TEMA LITOCLEAN SAC
- RUC: 20521268191
- Dirección: Av. Jose Galvez Barrenechea 566 - Oficina 501 San Isidro, Perú
- Telefono: +511 223 1122

### **1.3. Organigrama de la empresa**

A continuación, en la Figura 1 se presenta el organigrama de la empresa TEMA LITOCLEAN S.A.C. - Sede Perú y en La Figura 2, la estructura jerárquica de la empresa, donde me desempeño como Ingeniera de proyectos medium.

**Figura 1**

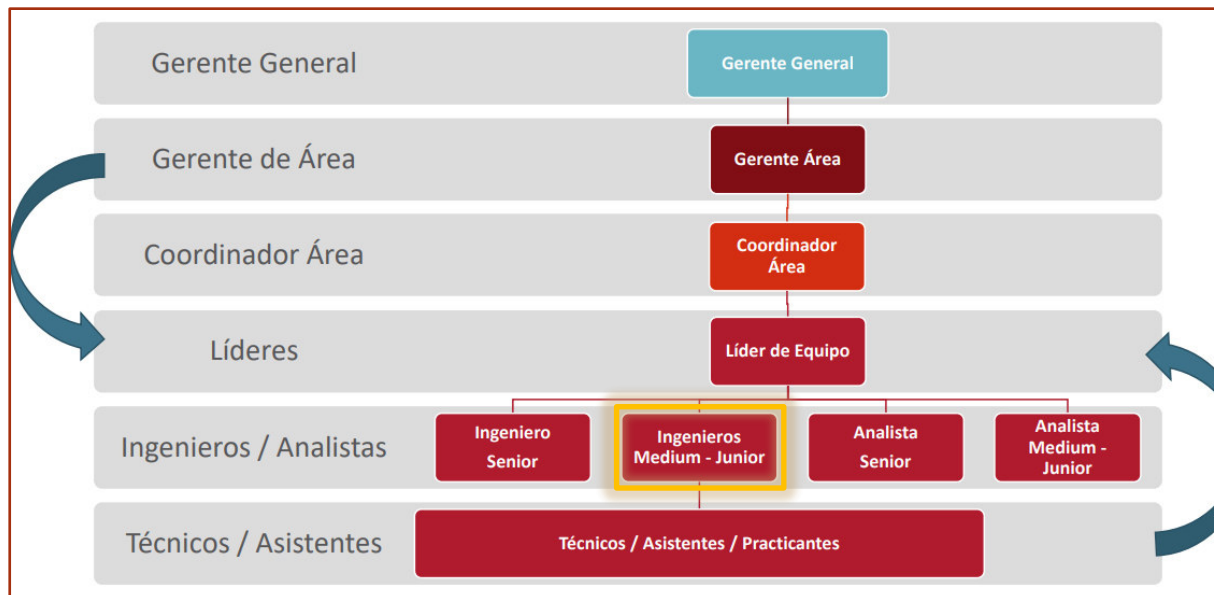
*Organigrama de la empresa TEMA LITOCLEAN S.A.C. – Sede Perú.*



Fuente: TEMA LITOCLEAN SAC, 2023

**Figura 2**

*Estructura Jerárquica de la empresa TEMA LITOCLEAN – Sede Perú*



Fuente: TEMA LITOCLEAN SAC, 2023

#### **1.4. Áreas y funciones desempeñadas**

Consultor en Proyectos Ambientales relacionados con el sector hidrocarburos y transportes, soy responsable de brindar opiniones técnicas a las diferentes áreas de la Gerencia de Medio Ambiente, Suelos y Remediación, siendo responsable de la redacción de informes de campo y la elaboración de estudios ambientales para proyectos de inversión privada y públicos en los diversos sectores en el contexto del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Participación de la elaboración y coordinación de los siguientes proyectos:

- Plan de Compensación Ambiental en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla a nivel de Ingeniería básica y talleres de trabajo con entidades gubernamentales.
- Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de la identificación de pasivos ambientales en el sector hidrocarburos y talleres de capacitación.
- Coordinación para habilitación de personal en ingresos de Monitoreo Biológico en lotes petroleros en costa y selva.
- Seguimiento y verificación de las coordinaciones de campo en el desarrollo de los Monitoreos Biológicos y Ambientales (Agua marina y submarina).
- Análisis Paisajístico mediante imágenes satelitales de un proyecto de revegetación.
- Diseño de un parque ecológico a nivel de factibilidad – Unidad Minera El Brocal.
- Planes de Abandono Total y Parcial para el sector hidrocarburos y tuberías submarinas.

- Informe Socio-Ambiental Anual para el sector de producción – PRODUCE
- Informe Técnico Sustentatorio para la modificación de Plan de Monitoreo de un IGA aprobado.
- Estudios Ambientales para una Planta de Cogeneración en la zona norte del Perú.



## **II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA**

### **2.1. Objetivo General**

Describir mi participación en las etapas ejecutadas de la Fase I para la optimización del diseño del plan de compensación ambiental en el área de conservación regional “Humedales de Ventanilla”.

### **2.2. Descripción del Proyecto**

Para el presente informe se describirá mi participación en la optimización del diseño de un proyecto de compensación ambiental<sup>1</sup> del cual he sido parte durante más de 2 años, este se enmarca en el plan de compensación ambiental que forma parte de la Estrategia de Manejo Ambiental de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA) detallado del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez que fue aprobado el 11 de octubre de 2018, mediante Resolución Directoral N° 00036-2018-SENACE-PE/DEIN por el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles.

En el plan de compensación ambiental se determinó las áreas afectadas por el proyecto de 46,07 ha y en base a indicadores y un análisis cuantitativo se le asigna al área afectada del proyecto un valor ecológico de 6 y al ACRHV un valor ecológico de 2, indicando un pobre estado de conservación, que tiene potencial de recuperación, ya que existen zonas que albergan un gran número de aves migratorias, por dichas razones se da como viable que sea elegida como área para ejecutar la compensación.

---

<sup>1</sup> Se define conceptualmente en el Anexo I. Glosario

En el PCA se calcula la pérdida y ganancia del valor ecológico, la cual se estima mediante una relación inversa entre las unidades de compensación del área a impactar y el incremento del valor ecológico ganado después de ejecutar las medidas de compensación

- Unidades de compensación: 46,07
- Valor ecológico total (VET) perdido:  $6 - 0 = 6$
- Unidades de compensación del área impactada:  $6 * 46.07 = 276,42$  ha
- Valor ecológico total del área equivalente antes de la compensación: 2
- Valor ecológico ganado perdido ( $6 - 2$ ): 4
- Unidades de compensación del área a compensar (ha):  $276,42/4 = 69,105$  ha

Posteriormente, en este instrumento se desarrolla el diseño de compensación a nivel conceptual, con el objetivo de cumplir con lo solicitado por la autoridad para su aprobación, de acuerdo con los lineamientos nacionales<sup>2</sup> y específicos dados por SERNANP<sup>3</sup> durante el desarrollo del instrumento. Asumiéndose los siguientes compromisos:

- **Ubicación:** Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla en el sector Sur denominado “Pampas de Ventanilla”
- **Área Total por compensar:** 69,105 Ha
- **Valor ecológico por alcanzar:** 6
- **Valor ecológico total por alcanzar:** 276,42

El plan de compensación ambiental fue planificado de ejecutarse en dos fases, tal como se describe en la segunda modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA) detallado del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez aprobado el 21 de octubre del 2022 mediante

---

<sup>2</sup> “Lineamientos para la Compensación Ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)” aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 398-2014-MINAM

<sup>3</sup> Lineamientos del SERNANP. Lineamientos para el plan de compensación ambiental en el ACRHV en el marco de la modificación del estudio de impacto ambiental del AIJC.

([https://enlinea.senace.gob.pe/procesos/Visor.aspx?id=45f6a0b7-1264-4f87-a521-](https://enlinea.senace.gob.pe/procesos/Visor.aspx?id=45f6a0b7-1264-4f87-a521-1e6221f63c87)

1e6221f63c87), donde en el capítulo 8, menciona lo siguiente:

- Fase I, tiene el siguiente alcance: Complementar la ingeniería conceptual existente, llevar a cabo la ingeniería básica y elaborar los documentos de procura necesarios para llevar a cabo la Fase II.
- Fase II, tiene el siguiente alcance: Elaborar la ingeniería de detalle y ejecución del PCA. La ejecución del PCA incluye la construcción, restauración, conservación, monitoreo del humedal, entre otros.

El 26 de octubre del 2020, se le adjudicó a la consultora TEMA LITOCLEAN S.A.C el desarrollo del servicio “Desarrollo de la Fase I para ejecutar la compensación en el área de conservación regional Humedales de ventanilla” (en adelante el proyecto) a quien corresponde la autoría de los estudios mencionados en el presente informe, desarrollados por equipos multidisciplinarios, donde se contó con mi participación para realizar el levantamiento de información en campo, revisión de traducción del francés-ingles al español, uso de herramientas de información geográfica y enfoque ambiental en el diseño de compensación ambiental propuesto. La Fase I, se desarrolló desde noviembre del 2020 hasta diciembre del 2022 y tal como se mencionó en el capítulo introductorio, este proyecto de optimización solo está relacionado con el literal D. de los “Lineamientos para la Compensación Ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)” aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 398-2014-MINAM.

### **2.3. Ubicación del proyecto**

El proyecto políticamente está ubicado en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla (en adelante ACRHV), ubicado en el distrito de Ventanilla, provincia

constitucional del Callao, región Callao. Geográficamente se encuentra en el siguiente rango de coordenadas:

**Tabla 1**

*Ubicación geográfica del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla*

<b>Zona Norte</b>	<b>Zona Sur</b>
<b>Coordenadas UTM, WGS 84</b>	<b>Coordenadas UTM, WGS 84</b>
<b>Zona 18</b>	<b>Zona 18</b>
268200 – 8688000	265000 – 8683000

De acuerdo con lo establecido en el D.S. N° 074-2006-AG del 20 de diciembre del 2006 que dispone la creación del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, el área conservada tiene una superficie de 275,45 ha (Ver en la Figura 3, límite del ACRHV).

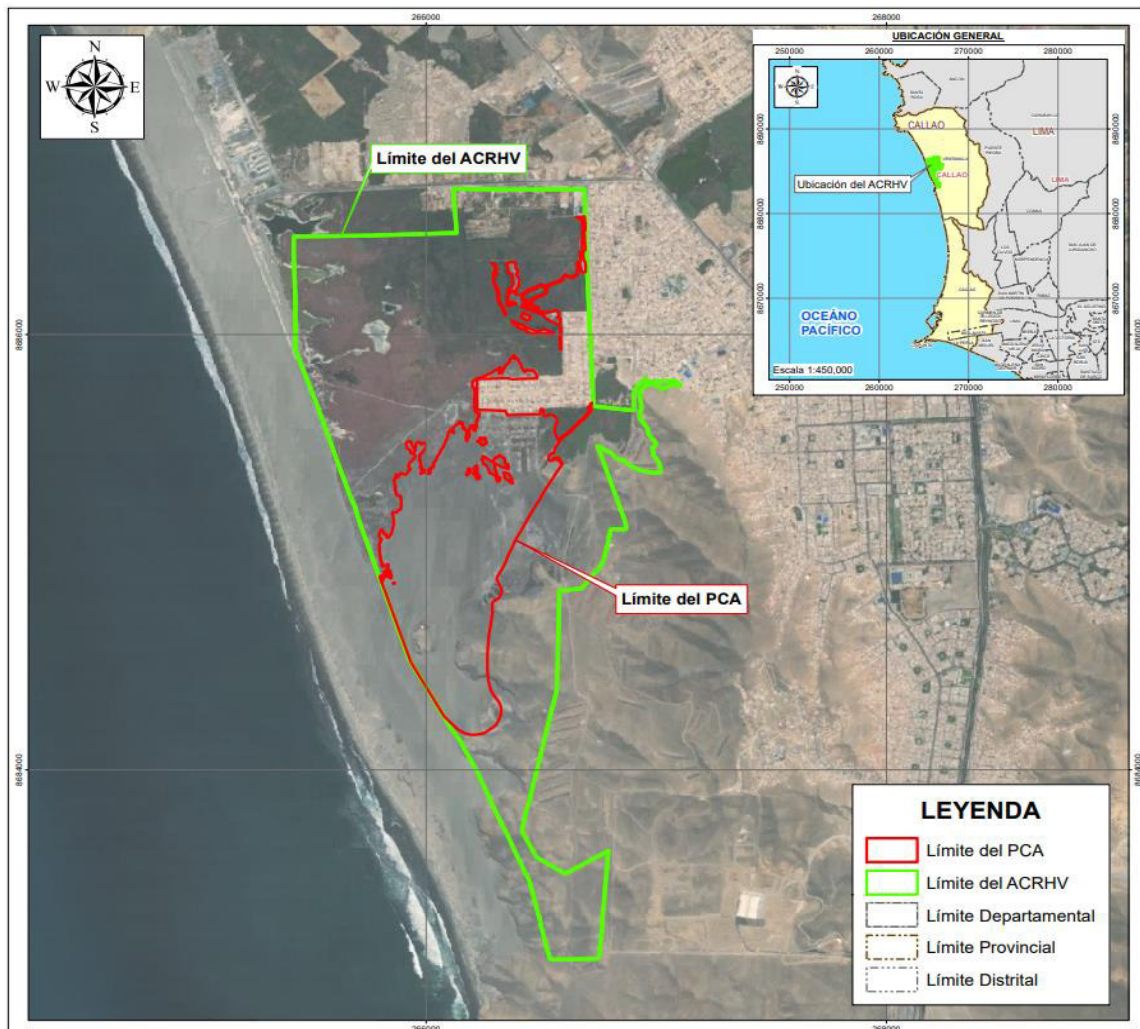
Los límites del área de conservación son:

- Al Norte: Av. La Playa - Balneario Costa Azul.
- Al Sur: Zonas eriazas de las estribaciones finales de los cerros Colinar y Los Perros.
- Al Este: Av. Miguel Grau (Boquerón) que delimita el AA.HH. Defensores de la Patria.
- Al Oeste: Playas de Ventanilla a una distancia de 3 km aproximadamente

Sin embargo, este proyecto de optimización se emplaza en la zona sur del área de conservación denominada “Pampas de Ventanilla”, tal como se muestra en la Figura 3 (límite del PCA, en color rojo).

**Figura 3**

*Ubicación del área del plan de compensación ambiental dentro de los límites del ACRHV*



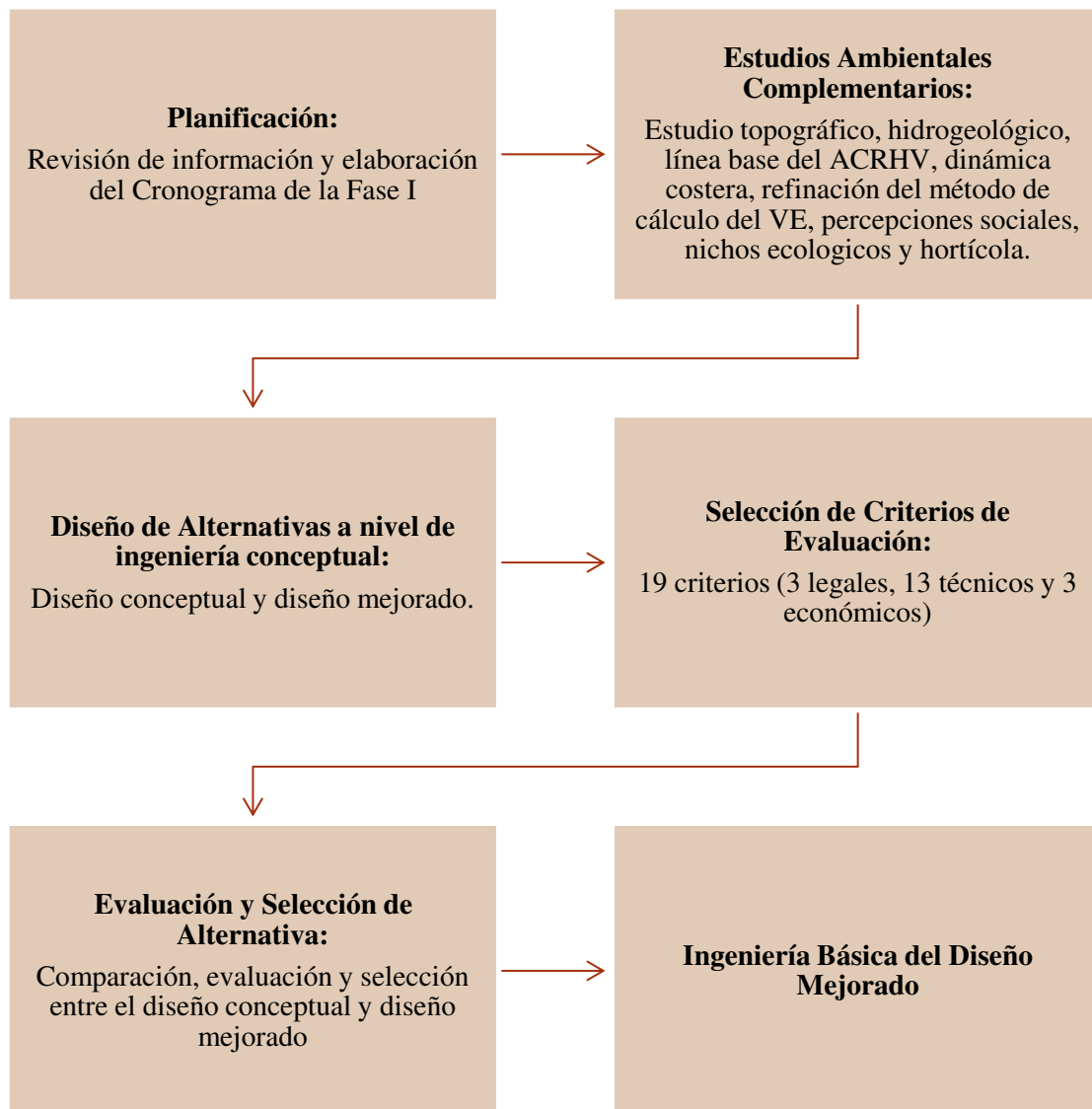
*Nota: PCA: Plan de Compensación Ambiental. ACRHV: Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. La imagen satelital fue tomada de Google Earth, 2021; el límite del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla fue obtenido del Geoservidor de SERNANP, 2023; el límite del PCA fue vectorizado en el 2023, en base al mapa PCA-01 aprobado en la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA) detallado del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez elaborado por Walsh, 2018.*

#### **2.4. Etapas del Proyecto**

Se propuso dividir la Fase I del proyecto en 6 etapas, como se presenta en la Figura 4, con el fin de realizar una planificación más detallada de las próximas actividades.

**Figura 4**

*Etapas de la Fase I del proyecto de compensación ambiental en el ACRHV*



*Nota: Las etapas presentadas en el diagrama fue elaborado en base al Plan de Trabajo elaborado por Tema Litoclean S.A.C. para el desarrollo de la Fase I.*

A continuación, se describen cada una de las etapas de la Fase I del proyecto de compensación ambiental:

#### **2.4.1. Planificación**

La etapa de planificación tuvo una duración de 3 meses, se desarrolla el Plan de Trabajo a ejecutarse en los próximos meses y el cronograma. La primera actividad que se realizó en

esta etapa fue una revisión literaria de los estudios disponibles y actuales que se hayan realizado en el ACRHV relacionado a temas de aves, botánica, suelos, topografía, hidrogeología, oleaje y arenamiento, informes sociales, catastro u otros estudios que puedan servir de referencia, menores a 5 años de antigüedad. De esta revisión se concluye que la información disponible es escasa o nula con respecto a los temas mencionados.

Asimismo, para el desarrollo de este proyecto la empresa tiene como socio a una empresa canadiense, con experiencia en el desarrollo de compensación en humedales costeros con éxito, el cual propone los estudios relevantes que deben ejecutarse en el ACRHV, específicamente en la zona de las pampas de ventanilla. Es importante mencionar que para el desarrollo de este proyecto se contó con la participación de un equipo multidisciplinario tanto en Perú como en Canadá.

#### ***2.4.2. Estudios Ambientales Complementarios***

La segunda actividad realizada fue identificar cuáles son los principales riesgos del proyecto, muchos de ellos relacionados con la nula información disponible del área, así como la incertidumbre sobre varios aspectos relevantes que aseguren la sostenibilidad de la compensación. Para ello, se elabora una tabla resumen con los riesgos identificados y los estudios complementarios planteados a fin de atender estos riesgos.

**Tabla 2**

*Riesgos identificados para el diseño propuesto en el plan de compensación ambiental*

<b>Nº</b>	<b>Riesgo identificado</b>	<b>Estudio para controlar el riesgo</b>
1	Aumento de la evaporación y afectación de la zona norte del ACRHV debido a la(s) nueva(s) laguna(s) que se formará(n) por la compensación.	Estudio hidrogeológico
2	Afloramiento de aguas subterráneas con calidad desfavorable para las plantaciones.	
3	Invasión del área por arenas costeras	Estudio de dinámica costera
4	Determinación de volúmenes de tierra a movilizar para la ingeniería.	Levantamiento topográfico detallada actualizada
5	Sustrato y ambiente desfavorable para plantar especies del humedal.	Estudios hortícolas
6	Escaso conocimiento de la ecología del hábitat para proponer un diseño acorde.	Estudios sobre los nichos ecológicos de las especies objetivo
7	Método de cálculo del Valor Ecológico impreciso puede traer inconsistencias e inexactitudes en el desarrollo de la compensación.	Refinación del método de cálculo del Valor Ecológico
8	Evaluación imprecisa e inexacta del estado inicial del Valor Ecológico. Esto puede complicar la ejecución de la compensación, pues afectará el cálculo del VE a ganar y por lo tanto, los esfuerzos y recursos invertidos.	Completar la línea base del Valor Ecológico del sitio de compensación
9	La participación de la población y autoridades locales es decisiva para el éxito del proyecto de compensación	Estudio social (Mapeo de stakeholders, percepciones y valorización de servicios ecosistémicos)

*Nota: La tabla resumen fue elaborada en base a los posibles riesgos identificados para el diseño de compensación ambiental a nivel conceptual aprobado en la Modificación de Estudio de Impacto Ambiental elaborado por la consultora Walsh en el año 2018.*



Los estudios ambientales complementarios fueron 8 en total, los cuales obtuvieron información más precisa del área lo cual permitió plantear una mejor alternativa de diseño al propuesto en la MEIA. Estos estudios también facultaron una línea base ecológica del sitio de compensación, una estrategia de monitoreo más acorde al ecosistema estudiado, con rigor técnico y que sea efectiva en el uso de recursos a utilizar posteriormente. A continuación, se menciona los resultados obtenidos de la ejecución de los estudios ambientales complementarios:

#### **2.4.2.1. Estudio Hidrogeológico**

Se obtuvo información sobre el comportamiento del agua subterránea, su capacidad de recarga y la elevación del nivel freático, específicamente en la zona sur del ACRHV, para ello se instalaron 12 piezómetros y se evaluó la calidad del agua subterránea, donde se obtuvo que las aguas son de origen continental con influencia marina y con presencia mineral correspondientes a características propias de las aguas subterráneas. Con los datos de los niveles de agua y ensayos de permeabilidad, fue posible estimar que una excavación de aproximadamente sesenta (60) centímetros acercaría el nivel freático lo suficiente como para soportar el crecimiento de las plantas.

Mi participación en este estudio fue para levantar información en campo con el acompañamiento del personal del ACRHV, desde mayo a diciembre del año 2021, ingrese al área para medir el nivel de las aguas subterráneas en relación con el borde del revestimiento de protección de los piezómetros instalados, utilizando como equipo de medición una sonda de interfase (Solinst), posteriormente registre digitalmente la información para ser procesada por el hidrogeólogo, las fotografías de mi trabajo realizado en campo se presentan en el Anexo II. Galería Fotográfica. Asimismo, participe en la coordinación y ejecución de las pruebas de permeabilidad de carga variable (ascendente) en los 12 piezómetros, a fin de estimar la conductividad hidráulica del acuífero. Se realizaron 2 ensayos en cada piezómetro (teniendo

24 ensayos de permeabilidad en total), utilizando como equipos: una sonda de interfase (Solinst), un levelogger, un barologger y una bomba centrífuga. Posteriormente, los datos fueron procesados en gabinete con el Software Logger SW4.6.0. donde se compensaron los datos con los registros del barologger instalado en los piezómetros. Las fotografías de mi participación en campo se presentan en el Anexo II (Galería Fotográfica).

#### **2.4.2.2. Estudio de la Dinámica Costera**

En el estudio de dinámica costera se tenía el fin de identificar los niveles de riesgo de una posible inmersión marina y arenamiento costero, para ello se recopiló información de la estación mareográfica del Callao, datos meteorológicos y oceanográficos disponibles, análisis de imágenes satelitales. Con la información disponible se desarrolló el modelo en dos escenarios, el primer escenario fue considerando el cambio climático, los resultados indican que en un periodo de retorno de 50 años existe un nivel de riesgo bajo para una posible inmersión marina en el sitio de compensación mientras que en el segundo escenario se evaluó un posible arenamiento costero el modelo dio como resultado un nivel de riesgo alto, considerando los escenarios al 2040-2070, cabe indicar que en caso de un evento extremo, como los sismos o tsunamis, puede originarse un solapamiento en los resultados, producto de ello se planteó una alternativa de solución que será integrada en la alternativa mejorada.

Mi participación fue en la revisión de la traducción franco-ingles al español, verificando que los términos técnicos usados sean coherentes con los utilizados en el Perú, para una mejor comprensión, búsqueda de información secundaria y en la digitalización de la data mareográfica obtenida para modelar la inmersión marina.

#### **2.4.2.3. Estudio Topográfico Detallado**

Este estudio permitió tener información cartográfica detallada de la zona de compensación, con curvas de nivel cada 5 cm, lo cual permitiría en la etapa de ingeniería conceptual y básica, estimar los volúmenes de tierra a remover, presupuestos y el diseño de los

componentes. Así también, la cartografía base se utilizó para realizar los modelos de hidrogeología y dinámica costera. Este estudio fue desarrollado integralmente por el equipo de ingeniería.

#### **2.4.2.4. Estudio “Refinación del Método de cálculo del valor ecológico” y Línea Base del ACRHV**

El asesor biológico internacional, para el estudio de Refinación del Método de cálculo del valor ecológico, realizó la selección de once indicadores agrupados en ocho atributos, sustentados mediante normativa nacional, internacional y mejores prácticas en compensación, además de experiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos. Este método fue aplicado para completar la línea base del Valor Ecológico del sitio de compensación, donde se realizaron ciertos ajustes en el método para su aplicación, además se utilizó información recopilada en el estudio de inventario de aves, donde se aplicó también el método refinado.

Mi participación en este estudio fue como soporte en el uso de herramientas SIG, en este caso se utilizó el ArcGIS. De acuerdo con los criterios indicados por el asesor, realice la clasificación y delimitación de las Unidades ecosistémicas (UE) en ArcGIS, calculando el área (Ha) que corresponde a cada UE, que permitió realizar el cálculo del valor ecológico y valor ecológico total. Así también, realice la proyección cartográfica de los transectos evaluados en campo para la taxa botánica.

#### **2.4.2.5. Estudio Nichos Ecológicos**

Se realizó un inventario de aves en dos temporadas, levantando información de especies de aves y las características de los nidos, así como información botánica e hidrobiológica, siendo integrada en el estudio de nichos ecológicos. El estudio detalla las características de los nichos ecológicos e identifica las especies de interés, de manera que se pueda proporcionar un hábitat favorable para las plantas, aves y peces de interés. Cada taxa tienen necesidades muy

específicas y particulares, por ejemplo, las plantas necesitan determinados tipos de suelo y humedad para que puedan crecer y reproducirse. Este estudio fue desarrollado integralmente por el equipo de biólogos.

#### **2.4.2.6. Estudio Hortícola**

En el estudio hortícola se plantearon alternativas para poder desarrollar la plantación de las especies objetivo de plantas identificadas en base al estudio de nichos ecológicos, el informe está más enfocado en la producción y suministro de las plantas objetivo así como las condiciones requeridas para la instalación y desarrollo de estas. Este estudio fue desarrollado integralmente por el equipo de biólogos con experiencia en el manejo hortícola de estas especies de humedal.

#### **2.4.3. *Diseño de alternativas a nivel de ingeniería conceptual***

En la tercera etapa, se desarrollarán las alternativas a nivel de ingeniería conceptual, considerando presupuestos, insumos y materiales. En primer lugar, se desarrolló la propuesta conceptual aprobada en la MEIA AIJCH (Walsh, 2018) a nivel de ingeniería conceptual (Figura 5) denominado “Diseño Inicial”. En segundo lugar, se propuso el diseño de compensación denominado “Diseño Mejorado”, el cual incorporó las mejoras y recomendaciones según los resultados obtenidos en los estudios ambientales complementarios.

##### **2.4.3.1. Alternativa de acuerdo con el Diseño Inicial**

Tiene las siguientes características:

- Incluye actividades de restauración ecológica que se deberán dar en el marco del fortalecimiento de la gestión del ACRHV
- Área total a compensar: 69, 105 Ha

- Periodo de 03 años para llegar al objetivo de Valor Ecológico de 6 y un Valor Ecológico Total de +276.
- Una vez se alcance este Valor Ecológico, se prolongará el monitoreo 1 año más para demostrar sostenibilidad
- Respetar el límite del PCA propuesto en la MEIA (Walsh, 2018).
- Se respetan los límites del ACR donde se ejecutará el PCA.
- Con respecto a las áreas por formación vegetal y/o tipo de área a compensar en el ACRHV se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3**

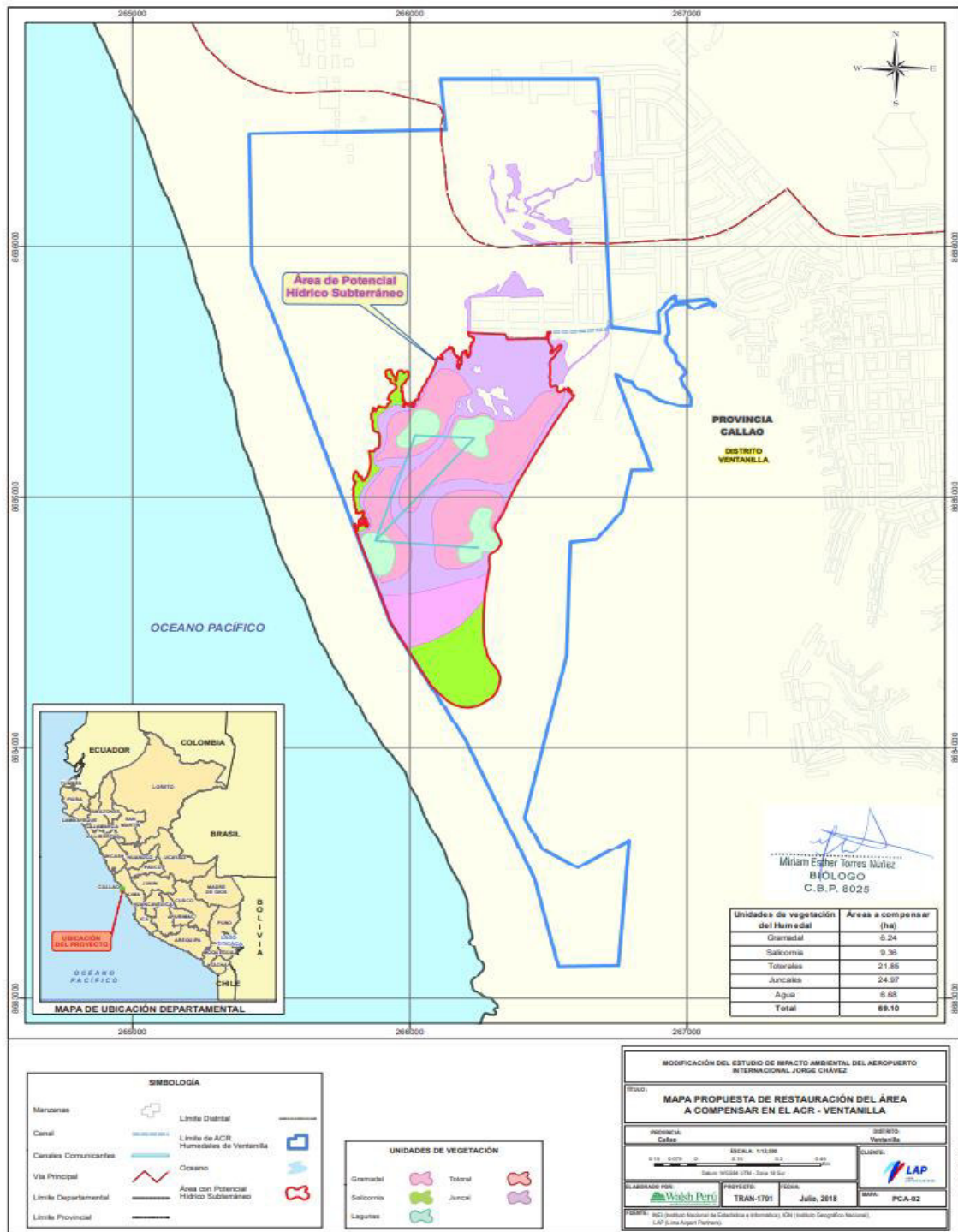
*Unidades de Vegetación comprometidas en el plan de compensación ambiental de la MEIA (Walsh, 2018)*

N°	Unidades de Vegetación en el Humedal	Área a compensar (ha)
1	Gramadal	6,24
2	Salicornia	9,36
3	Totorales	21,85
4	Juncales	24,97
5	Espejo de agua	6,68
Total de áreas		69,105

*Fuente: Capítulo 8 (p. 8-126) de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental para el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, por Walsh Perú S.A., 2018.*

**Figura 5**

*Diseño inicial aprobado en el plan de compensación ambiental*



*Fuente: Figura tomada del Capítulo 8 (p. 8-128) de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental para el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, por Walsh Perú S.A., 2018.*

### 2.4.3.2. Alternativa de acuerdo con el Diseño Mejorado

Las características que deben presentar la alternativa diferente al diseño del PCA aprobado en la MEIA son:

- Esta alternativa propuesta tiene el objetivo de alcanzar como mínimo un VET de 276 unidades y mantener las unidades de vegetación propuestas en la MEIA, es de diseño libre, es decir, sin restricciones territoriales como el área comprometida en el PCA de la MEIA y no se consideran la cantidad de áreas propuestas para las unidades de vegetación, ni la distribución descrita en el PCA.
- Integrar las recomendaciones de los estudios complementarios, que se presentan en la Tabla 4.
- Adicionalmente, debe considerar las especies objetivo-seleccionadas en el estudio hortícola, estas se presentan en la Tabla 5.

#### Tabla 4

*Propuestas de mejora resultado de los estudios ambientales complementarios para la optimización del Plan de Compensación Ambiental*

<i>Estudios ambientales complementarios</i>	<i>Propuestas de mejora en el diseño</i>
Estudio hidrogeológico	Ubicar la vegetación en función de la gradiente de salinidad. Descentralización de las lagunas para evitar el impacto al nivel freático
Estudio de dinámica costera	Construcción de una duna costera artificial para proteger la zona del arenamiento

Levantamiento topográfico	Advierte la presencia de grandes macizos rocosos en la zona sur
Estudios hortícolas	Selección de especies objetivo a utilizar
Estudios sobre los nichos ecológicos de las especies objetivo	Plantear áreas heterogéneas, más atractivas para las especies objetivo.
Estudio social (Mapeo de stakeholders, percepciones y valorización de servicios ecosistémicos)	Incluir caminos y miradores, puesto que, los pobladores valoran el uso turístico.

*Nota: Tabla basada en las mejoras presentadas en el informe de Evaluación de Alternativas elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

### **Tabla 5**

*Especies objetivo-seleccionadas en el Estudio Hortícola*

<b>N°</b>	<b>Unidades de Vegetación en el Humedal</b>	<b>Especies objetivo</b>	<b>Nombre común</b>
1	Gramadal	<i>Distichlis spicata</i>	“grama salada”
2		<i>Sporobolus virginicus</i>	“grama”
3	Salicornia	<i>Salicornia fruticosa</i>	salicornia
4	Totorales	<i>Typha domingensis</i>	Totora
5	Juncales	<i>Schoenoplectus americanus</i>	Junco
6		<i>Phragmites australis</i>	Carricillo

*Nota: La tabla fue tomada del estudio Hortícola elaborado por TEMA LITOCLEAN S.A.C., 2021, donde se seleccionaron las especies de humedal que serán utilizadas en el plan de compensación ambiental.*

Finalmente, estas alternativas desarrolladas a nivel de ingeniería conceptual serán evaluadas de acuerdo con lo desarrollado en la siguiente etapa del proyecto.



Mi participación en esta etapa del proyecto fue supervisar la elaboración de los diseños a nivel de ingeniería conceptual, en el planteamiento del diseño mejorado respetando los lineamientos e integrando las recomendaciones dadas y en la identificación de impactos ambientales a nivel cualitativo para cada diseño.

#### ***2.4.4. Selección de criterios de evaluación***

De manera simultánea con la etapa III se ejecuta la etapa IV, que está relacionada con la selección de los criterios de evaluación, a fin de sustentar porque se da selección a una alternativa de diseño.

La alternativa elegida deberá considerar los servicios disponibles para su ejecución, y adaptarse desde un punto de vista técnico-ambiental, social y legal, ya que debe corresponder a las expectativas de los residentes locales, los gobiernos locales y las Autoridades Competentes (MTC, MINAM, GORE y/o SERNANP, etc.), así como cumplir con las mejores prácticas internacionales.

En consecuencia, los criterios de evaluación permitirán evaluar hasta qué punto las alternativas están alineadas a estos principios y serán efectivas en su factibilidad y desarrollo.

Las alternativas serán evaluadas con un valor entre 0 – 10, la cual será atribuida para cada uno de los diecinueve criterios, agrupados en 3 categorías. Estas valoraciones de los criterios podrán en ciertos casos ser cuantitativas, por ejemplo, los costos de construcción. Sin embargo, la mayoría de las evaluaciones fueron estimaciones cuantitativas y basados en juicio de experto, sobre la escala de 0 – 10.

**Tabla 6**

*Criterios de Evaluación planteados para evaluar las alternativas de diseño para la compensación ambiental.*

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	
<b>Legales</b>	
1	Compromisos según Instrumento de Certificación Ambiental
2	Implicancias legales para las autorizaciones
3	Compromisos legales por asumir
<b>Técnicos</b>	
4	Rapidez en la ganancia del VET
5	Obtención del VET sin llegar a VE = 6
6	Aplicación del Enfoque ecosistémico
7	Cantidad y acceso a los servicios ecosistémicos
8	Disponibilidad del recurso hídrico
9	El componente agua y sus riesgos son atendidos
10	Control de los riesgos de introducción de especies invasoras/exóticas
11	Adaptación al cambio climático
12	Estrategias que reducen la tasa de mortalidad de las plantas
13	Aprobación social
14	Minimización de impactos ambientales directos o indirectos durante la etapa de construcción
15	Principio de adicionalidad
16	Contribuye a la reducción de las amenazas en el ACRHV
<b>Económicos</b>	
17	Costo de realización del proyecto en la Fase 2 (demanda de recursos, tiempo, esfuerzo)
18	Costo del mantenimiento hasta que el VET = 276 (recursos financieros de LAP)
19	Costo de mantenimiento del nuevo hábitat después de VET = 276 (Costos para el Gobierno Regional del Callao)

*Nota: La tabla está basada en el informe de Criterios de Selección elaborado por Tema*

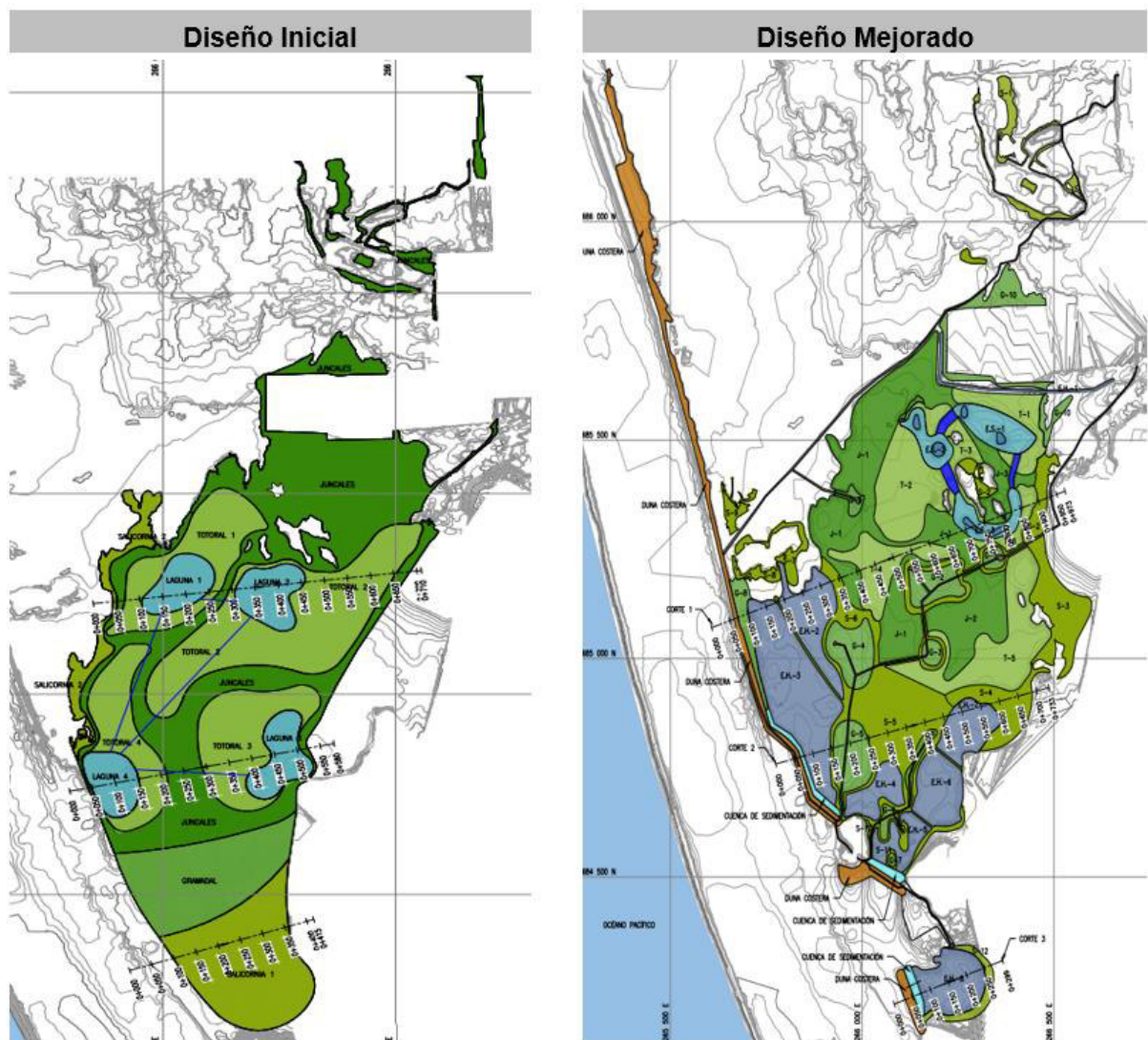
*Litoclean S.A.C., 2021.*

### 2.4.5. Evaluación y selección de la alternativa

En base a lo desarrollado en la Fase III y IV se evalúan las alternativas de diseño. En la figura 6, se presentan los dos diseños a nivel de ingeniería conceptual.

**Figura 6**

*Propuestas de diseños elaborados a nivel de ingeniería conceptual para la compensación ambiental*



*Nota: Elaboración propia utilizando los planos presentados en el informe de Evaluación de Alternativas elaborado por TEMA LITOCLEAN S.A.C., 2022.*

Se realiza una comparación de las principales características que diferencian a los 2 diseños de manera cualitativa se presenta en la Tabla 7 y de manera cuantitativa se presenta en la Tabla 8.

**Tabla 7**

*Comparación cualitativa de las alternativas de diseño para la compensación ambiental*

Componentes	Alternativas	
	Diseño Inicial	Diseño Mejorado
Gramadal	SI	SI
Salicornia	SI	SI
Juncales	SI	SI
Totorales	SI	SI
Laguna salobre	SI	SI
Laguna (zona profunda)	NO	SI
Canales	NO	SI
Laguna hipersalina	NO	SI
Zona Insular aislada	NO	SI
Áreas propuestas fuera del ACRHV	NO	SI
Caminos que conectan los componentes	NO	SI
Miradores	NO	SI
Gramadal (área que no necesita excavación)	NO	SI
Salicornia (área que no necesita excavación)	NO	SI
Cuenca de sedimentación	NO	SI
Dunas costeras propuestas estabilizada con grava/vegetación	NO	SI
Voladuras de macizos rocosos	SI	NO

*Nota: La tabla fue elaborada en base al contenido del informe de Evaluación de Alternativas elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

**Tabla 8***Comparación cuantitativa de las Alternativas de diseño para la compensación ambiental*

Componentes	Alternativas		Unidades
	Diseño	Diseño	
	Inicial	Mejorado	
Gramadal	6,21	5,02	
Salicornia	9,42	7,96	
Juncales	24,93	14,10	
Totorales	21,84	12,59	
Laguna salobre		2,94	
Laguna (zona profunda)	6,69	0,32	
Canales	-	0,74	
Laguna hipersalina	-	14,83	
Zona Insular aislada		2,62	
Áreas propuestas fuera del ACRHV		4,16	Hectáreas
Caminos que conectan los componentes		1,64	
Gramadal (área que no necesita excavación)	-	2,49	
Salicornia (área que no necesita excavación)	-	8,24	
Cuenca de sedimentación	-	0,81	
Estabilización de la vegetación/grava en las dunas costeras propuestas	-	4,15	
Ganancia de VET	+276	300,32	VET
Belvederes (Mirador)	-	7	unidades
Número de lagunas hipersalinos	-	7	unidades
Número de lagunas salobre	4	3	unidades
Voladura de roca m <sup>3</sup>	1,114,530.		m <sup>3</sup>
	4	-	
<b>Total</b>	<b>69.09</b>	<b>74,19</b>	

*Nota: La tabla fue elaborada en base al contenido del informe de Evaluación de Alternativas**elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

Finalmente, en la tabla 9 se presenta la evaluación de los dos diseños a nivel de ingeniería conceptual de acuerdo con los criterios seleccionados.

**Tabla 9**

*Aplicación de los criterios de evaluación a las alternativas de diseño para la compensación ambiental*

N°	Criterios	Puntuación	Diseño Inicial	Diseño Mejorado
<b>Legales</b>				
1	Compromisos según Instrumento de Certificación Ambiental	0 - 10	9	10
2	Implicancias legales para las autorizaciones	0 - 10	9	10
3	Compromisos legales por asumir	0 - 10	10	10
<b>Total de los puntos legales</b>			28	25
<b>Promedio de los puntos legales</b>			9.33	8.33
<b>Valor en porcentaje</b>			3.08	2.75
<b>Técnicos</b>				
4	Rapidez en la ganancia del VET	0 - 10	5	7
5	Obtención del VET sin llegar a VE = 6	0 - 10	0	0
6	Aplicación del Enfoque ecosistémico	0 - 10	5	9
7	Cantidad y acceso a los servicios ecosistémicos	0 - 10	5	10
8	Disponibilidad del recurso hídrico	0 - 10	8	10
9	El componente agua y sus riesgos son atendidos	0 - 10	5	10
10	Control de los riesgos de introducción de especies invasoras/exóticas	0 - 10	5	8
11	Adaptación al cambio climático	0 - 10	5	10
12	Estrategias que reducen la tasa de mortalidad de las plantas	0 - 10	10	10
13	Aprobación social	0 - 10	3	10
14	Minimización de impactos ambientales directos o indirectos durante la etapa de construcción	0 - 10	3	7
15	Principio de adicionalidad	0 - 10	5	9

N°	Criterios	Puntuación	Diseño Inicial	Diseño Mejorado
16	Contribuye a la reducción de las amenazas en el ACRHV	0 - 10	5	10
<b>Total de los puntos técnicos</b>			64	110
<b>Promedio de los puntos técnicos</b>			4.92	8.46
<b>Valor en porcentaje</b>			1.62	2.79
<b>Económicos</b>				
17	Costo de construcción del proyecto en la Fase 2 (demanda de recursos, tiempo, esfuerzo)	0 - 10	1	8
18	Costo del mantenimiento hasta que el VET = 276 (recursos financieros de LAP)	0 - 10	10	10
19	Costo de mantenimiento del nuevo hábitat después de VET = 276 (Costos para el Gobierno Regional del Callao)	0 - 10	10	10
<b>Total de los puntos económicos</b>			21	28
<b>Promedio de los puntos económicos</b>			7.00	9.33
<b>Valor en porcentaje</b>			2.31	3.08
<b>TOTAL</b>			<b>7.23</b>	<b>8.62</b>

*Fuente: La tabla fue tomada y basada en el informe de Evaluación de Alternativas elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

A continuación, se dará un breve sustento comparativo de las valorizaciones dadas a cada diseño evaluado:

#### **2.4.5.1. Análisis Criterios Legales**

En este aspecto, el diseño conceptual respeta los compromisos y lineamientos asumidos en el PCA según MEIA (Walsh, 2018). A diferencia del diseño mejorado que cumple de manera parcial, ya que solo respeta los tipos de unidades de vegetación y el Valor Ecológico Total a alcanzar. Respecto al nivel de gestión ante el gobierno (permisos, IGA, convenios, etc.) solo en el caso del diseño conceptual MEIA, no se hacen modificaciones que requerirán una comunicación a las autoridades. A diferencia del diseño mejorado que requiere solicitar

permisos adicionales y una modificación del PCA de la MEIA, mediante un instrumento de gestión ambiental.

Los compromisos asumidos una vez ejecutado el diseño (por ejemplo: mantenimiento de componentes, autorizaciones de uso de espacio, compromisos con instituciones, etc.) son los mismos, pues tienen que ver con la obtención del VET y ganancias, sostenibilidad, protección del área y conservación del ACRHV. Por ello las diferencias de puntajes son mínimas, entre el diseño inicial y el diseño mejorado que es diferente al PCA aprobado.

#### **2.4.5.2. Análisis Criterios Técnicos**

Se ha considerado que las alternativas tienen diferentes velocidades para alcanzar el VET objetivo; aunque consideren los mismos lineamientos principales, se compararon las alternativas de acuerdo al VET objetivo que alcanzaría, y se asignaron los puntajes considerando las diferencias entre ellas. Para el criterio 5, las alternativas reciben la misma calificación pues de acuerdo a la estimación del valor ecológico realizado, no logran obtener VE=6 antes de llegar al VET +276. En las estrategias de conectividad ecosistémica se denota una diferencia entre el diseño inicial y el diseño mejorado, este último presenta mayor heterogeneidad espacial de unidades y mayores puntos de conectividad, además que favorece la ubicación de los hábitats en zonas con mayor presencia natural de cobertura, se consideró las zonas insulares aisladas y el número de islas, así como la distribución de las lagunas y su heterogeneidad (salinas y salobres), por lo que se consideró el diseño mejorado como el que presenta mayor enfoque ecosistémico. Adicionalmente se presume que los servicios ecosistémicos como el turismo sostenible y la educación ambiental serían más favorecedores para este diseño ya que propone la creación de hábitats que podrían ser de interés turístico (una gran laguna hipersalina).

En el caso de la disponibilidad de agua, las alternativas consideran estrategias para la ubicación de dichos estanques, en algunos casos considerando los estanques de agua existentes



en el área, la alternativa mejorada implica la construcción de 10 lagunas (7 lagunas salinas y 3 lagunas salobres), a diferencia del diseño inicial que propone 4 lagunas ubicados (3 lagunas salobres y 1 laguna hipersalina). En todos los casos las simulaciones ejecutadas indican que la disponibilidad de agua es óptima con un impacto mínimo (5 a 10 cm) a los demás cuerpos de agua del ACRHV. Para el diseño mejorado se proponen actividades específicas para el control de riesgos de introducción de especies exóticas e invasoras, además de las labores de mantenimiento y también se proponen áreas insulares aisladas para proteger a la fauna y flora de los riesgos antrópicos. En el caso de la adaptación al cambio climático, el diseño mejorado considera actividades específicas para atender este aspecto en el diseño de los cuerpos de agua, así como la creación de dunas artificiales estabilizadas y cuencas de captación de arena eólica. Todas las alternativas incluyen estrategias para reducir mortalidad de las plantas.

En el caso del diseño inicial, el hecho de eliminar formaciones rocosas significativas como Roca Ventana y no incluir estructuras que incentiven algunos servicios ecosistémicos valorados por la población, podría no ser muy aceptado socialmente. El trabajo sobre estas formaciones rocosas implica también impactos ambientales significativos en el sitio, para todas las alternativas evaluadas, así como la consiguiente dificultad en demostrar adicionalidad y la probable percepción de reducción de amenazas en el ACRHV. En el caso del diseño mejorado, se considera la inclusión de estas rocas en el diseño, sin modificar su topografía, incluyéndolos como parte de las propuestas de protección de la dinámica costera.

#### **2.4.5.3. Análisis Criterios Económicos**

El diseño mejorado es la de menor costo comparado con el diseño inicial. A diferencia de los costos de mantenimiento hasta alcanzar el VET y después, se estima serán muy similares en ambos casos pues las estructuras, áreas y enfoques son muy similares, se considera que la diferencia es mínima.

#### **2.4.5.4. Recomendación de la Alternativa a Seleccionar**

Se ha seleccionado al diseño mejorado, como aquel que se alinea mejor a los compromisos legales y técnicos, además de ser una de las más eficiente en uso de recursos. Considera menor costo para la producción de las plantas ya que las lagunas ocupan la mayor superficie y el interés turístico de esta alternativa sería muy alto al construir una gran laguna hipersalina que se presume puede atraer a las especies objetivo, la distribución de la vegetación de los Totorales y Juncales en el área favorecen a la reducción del impacto en la napa freática por ende la afectación en la zona norte del ACRHV sería mínima o nulo.

Mi participación en esta etapa fue la de realizar un análisis cualitativo de los impactos ambientales a generarse en cada diseño propuesto a fin de evaluar las alternativas propuestas en el criterio de minimización de impactos ambientales directos e indirectos, este análisis se presenta en el Anexo III.

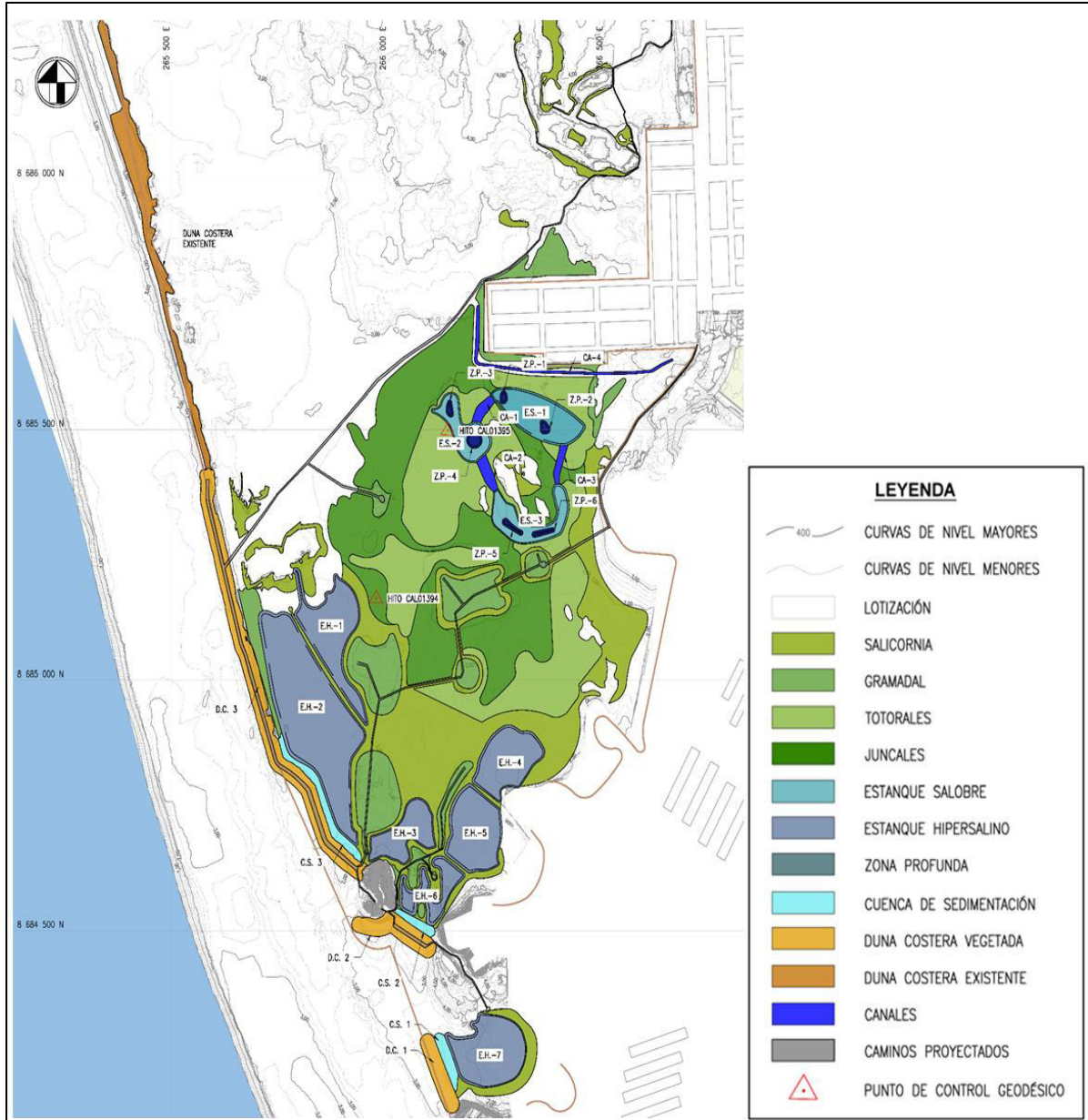
#### **2.4.6. Ingeniería Básica del Diseño Mejorado**

En esta última etapa, ya habiéndose seleccionado a la mejor alternativa “Diseño mejorado” de acuerdo con los criterios planteados, se procede a desarrollar esa alternativa a nivel de ingeniería básica, realizando los ajustes que fueran necesarios.

El Diseño mejorado está compuesto por 9 áreas que se emplazan sobre 76,15 ha de superficie total. Del total de hectáreas, 69,40 ha corresponden a las formaciones vegetales comprometidas y los cuerpos de agua (lagunas salinas, lagunas salobres y canales), mientras que el resto son 4,57 ha estructuras de sostenibilidad (duna costera y cuenca de sedimentación), adicionalmente se consideran los caminos, miradores y casetas de vigilancia emplazadas sobre 2,18 ha. El Diseño mejorado se ubica, en su mayoría, dentro del área definida en la MEIA, excluyendo aquellas áreas con macizos rocosos. Además, se ha añadido el área de la Duna costera artificial, caminos y áreas adicionales para el desarrollo de las UE. En la próxima tabla 10 se presentan las áreas que corresponden a cada componente.

**Figura 7**

*Diseño mejorado a nivel de Ingeniería Básica para la optimización del plan de compensación ambiental*



*Nota: Imagen tomada en base al Informe de Ingeniería Básica del Diseño Mejorado elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

**Tabla 10**

*Áreas de Componentes del Diseño Mejorado para la optimización del Plan de Compensación Ambiental*

<i>Componente</i>	<i>Tipo de Componente</i>	<i>Área (Ha)</i>
	<i>Salicornial</i>	<i>16,20</i>
<i>Formaciones</i>	<i>Gramadal</i>	<i>7,51</i>
<i>Vegetales</i>	<i>Totalal</i>	<i>12,59</i>
	<i>Juncal</i>	<i>14,10</i>
	<i>Lagunas Salobres</i>	<i>3,56</i>
<i>Cuerpos de agua</i>	<i>Lagunas Hipersalinas</i>	<i>14,83</i>
	<i>Canales</i>	<i>0,73</i>
	<i>Duna Costera</i>	<i>4,35</i>
	<i>Cuenca de Sedimentación</i>	<i>0,58</i>
<i>Estructuras de sostenibilidad</i>	<i>Caminos</i>	<i>1,64</i>
	<i>Miradores</i>	

*Nota: Elaboración propia en base al Informe de Ingeniería Básica del Diseño Mejorado elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

Finalmente, se logró mejorar el diseño inicial planteado de manera conceptual (Figura 6, imagen izquierda) y las mejoras que presenta el nuevo diseño se enlistan en la siguiente tabla 11.

**Tabla 11**

*Diseño Mejorado para la optimización del Plan de Compensación Ambiental*

#	Características del Diseño Mejorado
1	Se ubica la vegetación de acuerdo con su capacidad de tolerancia a la salinidad
2	Se proponen lagunas salobres e hipersalinas, favoreciendo la diversidad de hábitats.
3	Se proponen canales cortos (285 m) que permiten que el movimiento de la fauna hidrobiológica entre los espejos de agua se dé con mayor facilidad.
4	Se propone la diversificación de áreas (vegetación heterogénea y zonas insulares aisladas)
5	Se propone la construcción de una duna costera artificial y cuencas de sedimentación, para proteger las lagunas hipersalinas de la zona sur.
6	Las dunas artificiales serán estabilizadas con grava y vegetación. La grava será obtenida de la misma zona, durante la construcción, evitando el material excedente.
7	Se propone la ubicación de la vegetación considerando la topografía actual, reduciendo zonas de excavación e intervención (Gramadal y Salicornia 10.7 Ha)
8	Distribución de lagunas en dos zonas reduce el impacto al nivel freático.
9	Se proponen 3 caminos y 7 miradores para favorecer los servicios ecosistémicos valorados por la población. Estos caminos a su vez se utilizarán para el mantenimiento de las áreas.
10	La compensación se realizará en un área mayor a los compromisos establecidos
11	De acuerdo con el método refinado, esta propuesta obtendría un VET mayor a 300+.
12	Menor cantidad de plantas y lagunas más extensas, van de acorde al humedal de la zona norte como referencia, por ende, se estima una mayor sostenibilidad.
13	Se incluirá un monitoreo de evaporación para lagunas hipersalinas.

*Nota: Elaboración propia en base al Informe de Ingeniería Básica del Diseño Mejorado elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

### **III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA**

En virtud de los trabajos designados correspondiente a la empresa Tema Litoclean S.A.C., la autora detalla a continuación los aportes más destacables:

- Elaboración de la ficha de identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos y la metodología de estimación del nivel de riesgo de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos en el marco de la ley N° 29134 y su reglamento.
- Cierre satisfactorio de la Fase I del proyecto para ejecutar la compensación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, ganando experiencia en el mercado laboral en proyectos de compensación ambiental.
- Cierre satisfactorio del proyecto de Elaboración del diseño a nivel de factibilidad del Parque Ecológico – Huaraucaca Sur, U.M. Colquijirca.
- Habilitación de personal para ingreso a campo de Monitoreos Biológicos de acuerdo a los protocolos de la empresa. El personal seleccionado fue aprobado y el trabajo de campo se desarrolló sin accidentes.
- Optimización del control de calidad de los informes elaborados para el cumplimiento de la normativa ambiental y satisfacción de los clientes.
- Seguimiento de las actividades Post- Fase I del proyecto para ejecutar la compensación en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, acompañamiento técnico en visitas y reuniones de supervisión de lo realizado en la Fase.
- Preparación para las actividades a ejecutarse en la Fase II del proyecto de compensación ambiental en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla.

#### IV. CONCLUSIONES

- Con base a todo lo aprendido en mis años de formación académica en pregrado en la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, he podido desarrollar diversos proyectos en el sector minero, hidrocarburos y transportes.
- En este proyecto innovador de compensación ambiental para humedales en la zona costera del país, que ha sido desarrollado en el presente informe, considero que mi desempeño ha sido exitoso, cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por la empresa y el cliente.
- Con respecto al proyecto descrito, se realizaron las etapas de manera progresiva y de acuerdo con lo planificado, se elaboraron las alternativas a nivel de ingeniería conceptual de manera que cumplan con los lineamientos, donde se mantienen los tipos de unidades de vegetación (como lagunas, gramadal, salicornia, juncales y Totorales), y todas están enfocadas en alcanzar el valor ecológico total objetivo de +276.
- Se ha seleccionado al Diseño mejorado como la alternativa óptima para el plan de compensación ambiental, siendo la mejor alternativa legal, técnica y económica.
- La alternativa seleccionada denominado “Diseño mejorado”, se desarrolló a nivel de ingeniería básica, realizando sé los ajustes necesarios en los componentes para integrar las recomendaciones de los estudios ambientales complementarios.

## V. RECOMENDACIONES

- Remarcar el tema de la preparación en temas innovadores y capacitación constante a los profesionales egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Con respecto al proyecto, se debe realizar la consulta a las entidades correspondientes sobre el tipo de instrumento de gestión ambiental que debe presentarse a fin de cambiar el diseño inicial, ya que no está claro la normativa vigente.
- Se debe realizar un nuevo análisis de riesgos del diseño propuesto para el plan de compensación, ya que actualmente en la zona aledaña al ACRHV se van a desarrollar 2 grandes proyectos que podrían cambiar las condiciones existentes.
- Se recomienda la instalación de piezómetros adicionales en la zona sur para mejorar la resolución del modelo hidrogeológico en la zona de las lagunas hipersalinas.
- Se recomienda incluir en la siguiente Fase II, un plan de manejo ambiental detallado para la etapa de construcción y operación, estimando los impactos directos e indirectos a nivel cuantitativo del proyecto, considerando que se encuentra dentro de un área de conservación.



## VI. REFERENCIAS

- Aerts, R. & O. Honnay, (2011) Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning. *BMC Ecology* 2011, 11:299.
- Bouchard, A., Bergeron, Y., Camiré, C., Gangloff, P. & Gariépy, M. (1985). Proposition d'une méthodologie d'inventaire et de cartographie écologique; le cas de la MRC du Haut-Saint-Laurent. *Cahiers de géographie du Québec*, 29 (76), 79–95.
- Conseils canadiens des ministres des ressources (CCMR) (2010). Biodiversité canadienne: état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique. Ottawa, (Ont.). ii + 18 p.
- Gerardin, V. et Y. Lachance (1997). Vers une gestion intégrée des bassins versants. Atlas du cadre écologique de référence du bassin versant de la rivière Saint-Charles, Québec, Canada. Min. de l'Environnement et de la Faune du Québec - Min. de l'Environnement du Canada; 58 p.
- Gobierno Regional del Callao (2009). Plan Maestro 2009-2014. Lima, Perú, pp.38-44.
- Ministerio del Ambiente, MINAM (2015). Lineamientos para la compensación ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) : R.M. N° 398-2014-MINAM. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural
- Ministerio del Ambiente, MINAM (2016). Guía Complementaria para la compensación ambiental: Ecosistemas Alto andinos. Lima, Perú. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-183-2016-MINAM1.pdf>
- Ministerio del Ambiente, MINAM (2019). Guía de evaluación del estado de ecosistemas de bosque seco: bosque estacionalmente seco de llanura y bosque estacionalmente seco de Colina y montaña. Lima, Perú. Disponible en:

[https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/guia\\_bosque\\_seco.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/guia_bosque_seco.pdf)

Ministerio del Ambiente, MINAM (2019). Guía de evaluación del estado del ecosistema de bofedal. Lima, Perú.

Mitchell, S.A. (2005). How useful is the concept of habitat?—a critique. *Oikos* 110:634–638

Walsh Perú S.A. (2018). Modificación al Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez” aprobado el 11 de octubre de 2018, mediante Resolución Directoral N° 00036-2018-SENACE-PE/DEIN. Lima, Perú.

Knigh Piesold Consultores S.A. (2022). Segunda Modificación al Estudio de Impacto Ambiental del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez” aprobado el 21 de octubre del 2022, mediante Resolución Directoral N° 00167-2022-SENACE-PE/DEIN (<https://enlinea.senace.gob.pe/procesos/Visor.aspx?id=45f6a0b7-1264-4f87-a521-1e6221f63c87>). Lima, Perú.

## **VII. ANEXOS**

### **ANEXO I: GLOSARIO**

A continuación, se describen conceptos relacionados con la compensación ambiental en humedales costeros:

#### **Compensación Ambiental**

Medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los daños o perjuicios ambientales causados por el desarrollo de los proyectos, siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, corrección, mitigación, recuperación y restauración eficaces. (Ministerio del Ambiente, 2015)

#### **Área para compensar**

Es el área o sitio donde se ejecutarán las medidas y acciones de compensación, la cual ha sido determinada en aplicación de los principios de la Compensación Ambiental y de los criterios de selección. (Resolución Ministerial N° 066-2016-MINAM)

#### **Impacto ambiental negativo no evitable**

Es aquel impacto ambiental residual de un proyecto o actividad que no ha podido ser prevenido, minimizado ni rehabilitado, conforme a la debida aplicación del principio de jerarquía de mitigación. (Ministerio del Ambiente, 2015)

#### **Impacto ambiental negativo significativo**

Son aquellos impactos o alteraciones ambientales que se producen en uno, varios o en la totalidad de los factores que componen el ambiente, como resultado de la ejecución de proyectos o actividades con características, envergadura o localización con ciertas particularidades. La identificación y valoración de estos impactos ambientales negativos

requieren de un análisis cualitativo y cuantitativo profundo, así como de una Estrategia de Manejo Ambiental que incluya medidas preventivas, correctivas, de mitigación, rehabilitación y compensatorias. (Ministerio del Ambiente, 2015)

### **Hábitat**

Áreas específicas dentro del rango normal de distribución de una especie o población de una especie, con condiciones físicas particulares (concepción tomada del análisis realizado por Mitchell (2005), para propósitos de la presente evaluación.

### **Humedales**

La Estrategia Nacional de Humedales aprobada por Decreto Supremo N° 004-2015-MINAM, el 24 de enero de 2015, define como humedales a “las extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua, bajo un régimen hídrico natural o artificial, permanente o temporal, dulce, salobre o salado, y que albergan comunidades biológicas características, que proveen servicios ecosistémicos”.

### **Valor Ecológico**

Índice que representa la distancia ecológica entre el ecosistema estudiado y un ecosistema de referencia íntegro. Es el valor y/o ponderación que representa el estado de conservación de un ecosistema (RM N° 066-2016-MINAM).

### **Valor Ecológico Total**

Es el valor y/o ponderación que representa el estado de conservación de un ecosistema multiplicado por las unidades de compensación (RM N° 066-2016-MINAM).

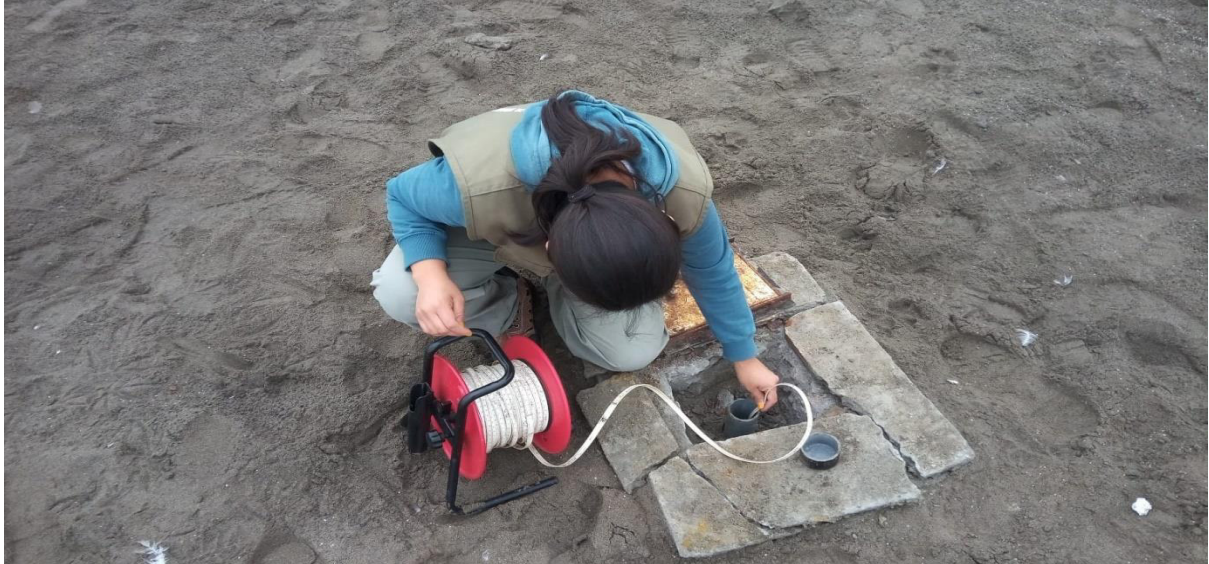
## **Unidad ecosistémica (UE)**

Subdivisión del territorio al estudio basado en las características ecológicas y antropogénicas. Esta metodología para definir las unidades se basa en lo planteado por CCMR (2010), Gerardin & Lachance (1997) y Bouchard et al (1985). Para la delimitación de cada unidad, se consideró: Vegetación dominante, nivel hídrico, geomorfología, límites del ACRHV y presencia de huellas de actividades antropogénicas.

## ANEXO II. GALERÍA FOTOGRÁFICA

### A. Muestreo de los Niveles de Agua utilizando una sonda de Interfase Solinst

A.1 En la fotografía se observa el momento donde se está introduciendo la sonda dentro del piezómetro para medir el nivel de agua.



A.2. En la fotografía se observa el momento donde se está introduciendo la sonda dentro del piezómetro para medir el nivel de agua, marcando la profundidad en centímetros.



A.3. En la fotografía se observa el momento donde se está tomando la profundidad en centímetros en la cual se encuentra el nivel del agua para dicho piezómetro.



A.4. En la fotografía se observa el momento donde se está tomando la profundidad en centímetros en la cual se encuentra el nivel del agua para dicho piezómetro, acompañado del personal del área de conservación regional Humedales de Ventanilla.



## B. Pruebas de Permeabilidad

*B.1. En la fotografía se observa el momento donde se está instalando el barologger dentro del piezómetro, de forma fija, a fin de compensar la data a obtener por el levelogger.*





*B.2. En la fotografía se observa el momento donde se está midiendo el nivel de recuperación del nivel freático durante los ensayos de permeabilidad utilizando el equipo levelogger en el piezómetro instalado en la zona sur del ACRHV.*



## ANEXO III. ANÁLISIS CUALITATIVO DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL DISEÑO INICIAL Y DISEÑO MEJORADO

Con la información suministrada del Plan de Compensación Ambiental presentado en la MEIA, se desarrolló el diseño propuesto a nivel de ingeniería conceptual y adicionalmente se desarrolló a nivel de ingeniería conceptual un diseño mejorado, distinto a lo propuesto en el PCA. Este diseño contiene propuestas de solución técnicas a los riesgos identificados en el diseño según PCA y respeta las características del humedal. Para la ejecución de dichos diseños será necesario seguir una secuencia de actividades, dividido en 2 etapas. A continuación, se enlistan las actividades con potencialidad de generar impactos ambientales.

**Tabla 12**

*Identificación de las Actividades del Proyecto de Compensación Ambiental.*

Etapas	Actividades Diseño inicial	Actividades Diseño mejorado
	<b>1. Actividades Preliminares</b>	<b>1. Actividades Preliminares</b>
	1.1. Trazo, niveles, planteo y elaboración de planos	1.1. Trazo, niveles, planteo y elaboración de planos
	1.2. Limpieza del terreno	1.2. Limpieza del terreno
	<b>2. Construcción</b>	<b>2. Construcción</b>
	2.1. Movilización de maquinarias y personal	2.1. Movilización de maquinarias y personal
	2.2. Habilitación de accesos nuevos	2.2. Habilitación de accesos nuevos
<b>Construcción</b>	2.3. Nivelación del Terreno (Voladura del cerro Roca Ventana y otros macizos rocosos)	2.3. Nivelación del Terreno
	2.4. Acondicionamiento (Excavación) del terreno para las unidades de vegetación	2.4. Acondicionamiento (Excavación) del terreno para las Unidades de Desarrollo
	2.5. Disposición de material excedente	2.5. Disposición de material excedente
	2.6. Transporte y disposición final de residuos	2.6. Transporte y disposición final de residuos

	3. Plantación en las Unidades de Vegetación	3. Plantación en las Unidades de Vegetación
	4. Introducción de Fauna (acuática)	4. Introducción de Fauna (acuática)
<b>Seguimiento y Mantenimiento</b>	1. Monitoreos Biológicos	1. Monitoreos Biológicos
	2. Seguimiento y Mantenimiento de la Vegetación	2. Seguimiento y Mantenimiento de la Vegetación
	3. Mantenimiento de Infraestructuras	3. Mantenimiento de Infraestructuras

*Nota: Cuadro tomado de Análisis de No Significancia elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

Como se observa en el cuadro anterior, las actividades a realizar para ambos diseños son similares durante las 2 etapas, solo diferenciándose puntual y significativamente en la actividad “2.3 Nivelación del Terreno”, donde para el diseño según PCA, se deberá ejecutar la Voladura del cerro Roca Ventana y otros macizos rocosos.

Para realizar el análisis comparativo referencial es importante definir cuáles son los factores ambientales siendo conformados por el conjunto de componentes del medio físico, biológico y social, susceptibles de sufrir cambios positivos o negativos a partir de una actividad o de un conjunto de actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto. Estos factores y componentes ambientales vinculados a posibles impactos se presentan en el

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Cabe mencionar, que se presentará un solo cuadro debido a la similitud entre ambos diseños y se describirá cada posible impacto diferenciando ambos diseños

### **Tabla 13**

*Resumen de los Potenciales Impactos en los Componentes Ambientales.*

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>		<b>Aspectos Ambientales</b>	<b>Potencial Impacto Ambiental</b>	<b>Componente Ambiental</b>	<b>Medio</b>	
Construcción	1. Actividades Preliminares	1.1. Trazo, niveles, replanteo y elaboración de planos finales	Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido Ambiental	Físico	
				Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico	
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía	Social	
		1.2. Limpieza de terreno	Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
			Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado			
			Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental			
			Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo		
			Emisión de material particulado	Calidad de agua superficial	Agua		
			Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna		Biológico
			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora		
	Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía	Social			
	2. Construcción	2.1. Movilización de Maquinarias y personal	Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
Emisión de material particulado			Variación de la concentración de Material Particulado				

			Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido Ambiental		
			Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo		
			Emisión de material particulado	Alteración de la Calidad de agua superficial	Agua		
			Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna		Biológico
			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora		
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía		Social
		2.2. Habilitación de accesos nuevos	Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
			Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado			
			Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido		
			Movimiento de Tierras	Modificación de la Topografía y Geomorfología local	Geología y Geomorfología		
			Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo		
			Erosión del Suelo, Movimiento de Tierras	Alteración de la Calidad del Suelo por la Compactación del Suelo			
			Emisión de material particulado	Alteración de la Calidad de agua superficial	Agua		
			Alteración del paisaje	Alteración del paisaje	Paisaje		

			Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico	
			Emisión de material particulado	Perturbación Temporal de la Comunidad Hidrobiológica			
			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora		
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía		Social
	2.3. Nivelación del Terreno (Voladura del cerro Roca Ventana y otros macizos rocosos)			Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico
				Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado		
				Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido Ambiental y Vibraciones	
				Generación de vibraciones	Incremento del Nivel de Vibraciones		
				Movimiento de Tierras	Modificación de la Topografía y Geomorfología local	Geología y Geomorfología	
				Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo	
				Erosión del Suelo, Movimiento de Tierras	Alteración de la Calidad del Suelo por la Compactación del Suelo		
				Emisión de material particulado	Alteración de la Calidad de agua superficial	Agua	
				Alteración del paisaje	Alteración del paisaje	Paisaje	
				Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental, Generación de Vibraciones	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	

			Emisión de material particulado	Perturbación Temporal de la Comunidad Hidrobiológica		Social			
			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora				
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía				
		2.4. Acondicionamiento (Excavación) del terreno para las unidades de vegetación			Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
					Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado			
					Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido Ambiental y Vibraciones		
					Generación de vibraciones	Incremento del Nivel de Vibraciones			
					Movimiento de Tierras	Modificación de la Topografía y Geomorfología local	Geología y Geomorfología		
					Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo		
					Erosión del Suelo, Movimiento de Tierras	Alteración de la Calidad del Suelo por la Compactación del Suelo			
					Emisión de material particulado	Alteración de la Calidad de agua superficial	Agua		
					Alteración del paisaje	Alteración del paisaje	Paisaje		
					Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental, Generación de Vibraciones	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna		Biológico
					Emisión de material particulado	Perturbación Temporal de la Comunidad Hidrobiológica			

			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora		
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía		Social
		2.5. Disposición de material excedente (acopio)	Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
				Emisión de material particulado			Variación de la concentración de Material Particulado
			Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido		
			Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo		
			Emisión de material particulado	Alteración de la Calidad de agua superficial	Agua		
			Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna		Biológico
			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora		
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía		Social
		2.6. Transporte y disposición final de residuos	Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
				Emisión de material particulado			Variación de la concentración de Material Particulado
			Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido		
			Erosión del Suelo	Aumento de la erosión	Suelo		



			Emisión de material particulado	Alteración de la Calidad de agua superficial	Agua		
			Emisión de material particulado, Generación de Ruido Ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico	
			Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora		
			Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Social	Social	
3. Plantación en las Unidades de Vegetación			Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico	
			Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado			
			Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido		
			Plantación de Vegetación	Alteración de la napa freática	Agua		
			Plantación de Vegetación	Alteración del paisaje	Paisaje		
			Generación de ruido ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico	
			Plantación de Vegetación	Incremento de la Cobertura Vegetal	Flora		
			Plantación de Vegetación	Incremento de Hábitats para la flora terrestre y acuática			
				Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía	Social
	4. Introducción de Fauna (acuática)			Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico
			Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado			

		Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido	
		Introducción de Especies Hidrobiológicas	Alteración del paisaje	Paisaje	
		Generación de ruido ambiental	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico
		Plantación de Vegetación	Población de Fauna en los hábitats de las UD		
		Introducción de Especies Hidrobiológicas	Población de comunidades acuáticas		
				Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local
Mantenimiento	1. Monitoreos Biológicos	Emisión de gases de combustión	Variación de la concentración de gases de combustión	Aire	Físico
		Emisión de material particulado	Variación de la concentración de Material Particulado		
		Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido	
		Generación de ruido ambiental, Monitoreo Biológico de las U.V.	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico
		Monitoreo Hidrobiológico de los cuerpos de agua	Perturbación Temporal de la Comunidad Hidrobiológica		
		Emisión de material particulado	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	Flora	
				Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local

	2. Seguimiento y Mantenimiento de la Vegetación	Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido	Físico
		Abono de la Vegetación, Control de densidad y propagación, Mantenimiento de los cuerpos de agua	Población de Fauna en los hábitats de las UD	Fauna	Biológico
		Control de Calidad de agua	Población de comunidades acuáticas		
		Abono de la Vegetación, Control de densidad y propagación	Incremento de la Cobertura Vegetal	Flora	
		Abono de la Vegetación, Control de densidad y propagación	Incremento de Hábitats para la flora terrestre y acuática		
	3. Mantenimiento de Infraestructuras	Generación de ruido ambiental	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	Ruido	
		Mantenimiento de infraestructuras	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente	Fauna	Biológico
		Control de la Calidad de Agua e Infraestructura	Perturbación Temporal de la Comunidad Hidrobiológica		
		Requerimiento de Mano de Obra Local	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	Economía	Social

*Nota: Cuadro tomado de Análisis de No Significancia elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

Realizado el análisis comparativo referencial se obtuvo que los impactos socio ambientales identificados en las actividades del Diseño actualizado, cuentan con un grado de significancia igual o menor a los identificados en el Diseño según PCA MEIA, hay que precisar que este análisis comparativo es referencial y a nivel cualitativo preliminar, ya que ambos diseños se han elaborado a nivel de ingeniería conceptual. Para realizar estimaciones más precisas del grado de significancia y una evaluación a nivel cuantitativo, es necesario realizar modelamientos de dispersión de contaminantes con información más precisa del diseño a nivel de factibilidad e información de línea base de los componentes ambientales en dos temporadas.

En general, se puede afirmar que la actividad “Nivelación del Terreno” es aquella que diferencia al Diseño inicial y Diseño mejorado, principalmente por la eliminación de los macizos rocosos mediante voladuras propuesto en el Diseño Inicial.

Como resultado se estima a nivel de ingeniería conceptual que el Diseño Inicial, trasladará un 49.75 % más de material excedente en comparación el Diseño mejorado. Realizando una modificación de la topografía, geomorfología y paisaje de manera irreversible y permanente y afectando directa e indirectamente de forma negativa a la fauna y flora del ACRHV. En la siguiente tabla se presenta un resumen del análisis comparativo entre el Diseño Inicial y Diseño mejorado.

Donde:

“X”: Diseño donde se estima un **impacto negativo mayor** en comparación al otro diseño

“O”: Diseño donde se estima **impacto positivo**

“=”: Diseño donde se estima **impacto de grado igual o menor** en comparación al otro diseño

**Tabla 14**

*Resumen del análisis comparativo de posibles impactos ambientales*

Medio	Componentes Ambientales	Impactos Ambientales	Diseño según PCA MEIA	Diseño actualizado
<b>Medio Físico</b>	Aire	Variación de la concentración de gases de combustión	X	
		Variación de la concentración de Material Particulado	X	
	Ruido Ambiental y Vibraciones	Incremento del Nivel de Ruido Ambiental	X	
		Incremento del Nivel de Vibraciones	X	
	Geología y Geomorfología	Modificación de la Topografía y Geomorfología local	X	O
	Suelo	Aumento de la erosión	X	
		Alteración de la Calidad del Suelo por Compactación	X	
	Agua	Alteración de la Calidad de agua superficial	X	
		Alteración de la napa freática	X	

<b>Medio</b>	<b>Componentes Ambientales</b>	<b>Impactos Ambientales</b>	<b>Diseño según PCA MEIA</b>	<b>Diseño actualizado</b>
	Paisaje	Alteración del paisaje	X	O
<b>Medio Biológico</b>	Flora	Incremento del Material Particulado en Superficie Foliar	X	
	Fauna	Alejamiento o Perturbación Temporal de la Fauna Existente y Comunidad Hidrobiológica	X	
<b>Medio Social</b>	Economía	Contratación Temporal de Mano de Obra Local	O/=	O/=

*Nota: Cuadro tomado de Análisis de No Significancia elaborado por Tema Litoclean S.A.C., 2022.*

