



Instituto
Metropolitano
de Planificación

PMDCV COSTA VERDE

**Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde
2026-2040**

**Propuesta General y
Específica
Componente Gestión de Riesgo de
Desastres.**



Estudio:

**PROPUESTA GENERAL Y ESPECÍFICA DEL COMPONENTE
GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE PARA EL PLAN MAESTRO DE
LA COSTA VERDE – PMDCV 2026 - 2040**

PROPUESTA GENERAL Y ESPECÍFICA DEL COMPONENTE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE PARA EL PLAN MAESTRO DE LA COSTA VERDE – PMDCV 2026 – 2040

Nombre del solicitante:



Equipo Técnico del componente GRD:

© Consultoría – Setiembre - 2026

El contenido del presente documento no podrá ser usado o copiado sin autorización expresa del INSTITUTO METROPOLITANO DE PLANIFICACIÓN

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. PROPUESTA GENERAL	9
1.1. Propuesta Gestión de Riesgo de Desastre para la Costa Verde.....	9
1.2. Visión de Desarrollo Urbano Sostenible.....	9
1.2.1. Consideraciones Previas:	9
1.2.2. Identificación de Variables Estratégicas.....	10
1.2.3. Visión	11
1.2.4. Ejes Estratégicos	11
1.2.5. Políticas en Gestión de Riesgos de Desastres	12
1.2.6. Objetivos Estratégicos: Generales y Específicos	21
CAPÍTULO II. PROPUESTA ESPECÍFICA	26
2.1. Sistematización de la propuesta general – imagen objetivo.....	26
2.2. Conformación transversal de la Costa Verde.....	30
2.3. Plan del sistema de protección Marino – costera	33
2.4. Plan del sistema de protección de la plataforma baja.	72
2.5. Plan del sistema de protección de los acantilados.	116
2.6. Plan del sistema de protección de la plataforma superior	127
2.7. Lineamientos generales transversales	148
2.8. Portafolio de Programas de Inversión e Instrumentos de Gestión para la Reducción del Riesgo de Desastres.....	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Identificación de variables de la propuesta General.....	10
Tabla N° 2: Matriz Estratégica.....	24
Tabla N° 3: Diagnóstico de los estudios existentes	35
Tabla N° 4: Diagnóstico de los estudios existentes	40
Tabla N° 5: Matriz de estudios marino-costeros según tipo de infraestructura, conforme a la Norma Técnica Hidrográfica N.° 45	41
Tabla N° 6: Distribución de espigones.....	45
Tabla N° 7: Espigones en Chorrillos.....	46
Tabla N° 8: Espigones en barranco.....	46
Tabla N° 9: Espigones de Miraflores	47
Tabla N° 10: Estrategias de intervención Sistema de espigones Existentes.....	48
Tabla N° 11: Distribución del sistema de enrocados existentes.....	50
Tabla N° 12: Sistema de enrocado existentes	50
Tabla N° 13: Estrategia de Intervención para sistema de enrocado Existente	51
Tabla N° 14: Sistema de playas y borde costero	53
Tabla N° 15: Estrategia de Intervención para sistema de Playa y borde de mar.....	54
Tabla N° 16: Distribución Espacial y Estratégica de Espigones y Rompeolas por Sectores.....	56
Tabla N° 17: Distribución Espacial y Estratégica Detalladas de Espigones y Rompeolas por Sectores.....	59
Tabla N° 18: Estrategias y Acciones para el Sistema implementación de espigones y rompeolas	61
Tabla N° 19: Función de las estructuras propuestas de Enrocado	63
Tabla N° 20: Propuestas de enrocado según distrito, función y Priorización de intervención	64
Tabla N° 21: Estrategia de Intervención para sistema de Enrocado	66
Tabla N° 22: Proyección de áreas de playa por distrito en la Costa Verde	68
Tabla N° 23: Estrategia de la ampliación progresiva del sistema de playas	69
Tabla N° 24: Condición actual de la superficie de la plataforma baja Consolidada por distrito	77
Tabla N° 25: Condición actual de la superficie de la plataforma baja recientemente implementada, por distrito	78
Tabla N° 26: Condición actual de las plataformas de la terraza baja en proceso de relleno, por distrito	78
Tabla N° 27: Distribución de puentes peatonales evaluados, por distrito.....	87
Tabla N° 28: Estrategia de intervención a puentes peatonales.....	88
Tabla N° 29: Condición de la ciclovía según distrito, peligros y horizonte de intervención..	90

Tabla N° 30: Dimensiones priorizadas para la intervención de defensa y Señalización del sistema vial	99
Tabla N° 31: Propuestas para la implementación de drenaje vial.....	101
Tabla N° 32: Superficie propuesta para la ampliación de la plataforma baja mediante terrenos ganados al mar, por distrito	103
Tabla N° 33: Red de puentes propuestos, por distrito	106
Tabla N° 34: Ubicación de Estructuras verticales de evacuación	109
Tabla N° 35: Reubicación del eje del Sistema Vial	112
Tabla N° 36: Matriz de modelamientos según escenarios	118
Tabla N° 37: Matriz de modelamientos según escenarios	130
Tabla N° 38: Distribución de edificaciones expuestas en el borde del acantilado por distrito	135
Tabla N° 39: Distribución de la cobertura vegetal en la plataforma superior.....	136
Tabla N° 40: Escenarios Críticos.....	153
Tabla N° 41: Actividades, componentes, distritos beneficiados y responsable	165
Tabla N° 42: Momento de Respuesta.....	166
Tabla N° 43: Actividades y responsables	169
Tabla N° 44: Distribución de la cobertura vegetal en la plataforma superior.....	171
Tabla N° 45: Objetivo Estratégico Específico 1	173
Tabla N° 46: Objetivo Estratégico Específico 2	174
Tabla N° 47: Objetivo Estratégico Específico 3	175
Tabla N° 48: Objetivo Estratégico Específico 4	181
Tabla N° 49: 2-A. Priorización distrital de la estabilización de la plataforma inferior	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Visión al 2040-Costa Verde.....	11
Figura N° 2: Gobernanza territorial y gestión integral del riesgo de desastres en la Costa Verde	27
Figura N° 3: Reducción del Riesgo y Protección Integral del Territorio	28
Figura N° 4: Gestión del conocimiento y monitoreo territorial de la Costa Verde.....	29
Figura N° 5: Sectorización transversal	32
Figura N° 6: Sistema integrado de gestión del sistema marino-costero de la Costa Verde	34
Figura N° 7: Distribución de espigones existentes a rehabilitar o reforzar	49
Figura N° 8: Distribución de Sistema de enrocado existentes a rehabilitar o reforzar.....	52
Figura N° 9: Distribución de Sistema de playa o borde costero existentes a rehabilitar o reforzar.....	55
Figura N° 10: Criterios para la definición de los Horizontes	58
Figura N° 11: Distribución del Sistema de Sistema de espigones y rompeolas propuestos	62
Figura N° 12: Distribución de la Implementación del Sistema de Sistema de Enrocado Propuestos	66
Figura N° 13: Distribución de la Implementación del Sistema de Sistema de Enrocado Propuestos	69
Figura N° 14: Arquitectura y Componentes del Sistema Integrado de Alerta Temprana y Gestión Marino-Costera (SIAT-MC-CV)	71
Figura N° 15: Sistema de terrazas bajas de la plataforma inferior.....	78
Figura N° 16: Imagen referencial de estrategias de Control de asentamientos y deformaciones	81
Figura N° 17: Imagen referencial de estrategias de Control de infiltración y agua.....	82
Figura N° 18: Imagen referencial de estrategias de consolidación y cimentación	84
Figura N° 19: Imágen referencial de estrategias de consolidación	85
Figura N° 20: Imagen referencial de red de puentes peatonales.....	90
Figura N° 21: Imágen referencial de red de ciclovía y malecón.....	91
Figura N° 22: Sistema de puentes, ciclovías y rutas de evacuación.....	94
Figura N° 23: Imágen referencial del sistema vial expuesto	95
Figura N° 24: Imágen referencial del Plan de Continuidad Operativa del circuito de playas	98
Figura N° 25: Distribución de Infraestructura de defensa y protección del sistema vial	100
Figura N° 26: Infiltración hidrogeológica y drenaje del sistema vial	102
Figura N° 27: Sistemas de tierras ganadas al mar	103
Figura N° 28: Estrategias para gana tierras al mar	105
Figura N° 29: Distribución de Infraestructura de defensa y protección del sistema vial	107
Figura N° 30: Distribución de Infraestructura de defensa y protección del sistema vial	110

Figura N° 31: Mapa de reubicación del eje del mapa vial.....	113
Figura N° 32: Propuesta de la Reubicación del eje vial.....	115
Figura N° 33: Estrategia integral de intervención en acantilados	122
Figura N° 34: Propuesta de la Reubicación del eje vial.....	123
Figura N° 35: Distribución de edificaciones expuestas en el borde del acantilado por distrito	136
Figura N° 36: Distribución de Cobertura Vegetal en la plataforma superior.....	137
Figura N° 37: Imagen representativa de la propuesta Renovación Tecnológica y Monitoreo Inteligente de Redes de Agua Potable y Alcantarillado.....	140
Figura N° 38: Distribución de las Redes de Agua Potable y Alcantarillado a Considerar en las Propuestas de Intervención	140
Figura N° 39: Imagen representativa de la propuesta Reconversión Paisajística y Tecnificación Inteligente del Riego en Espacios Públicos.....	142
Figura N° 40: Imagen representativa de la propuesta de Implementación de un Sistema Integral de Drenaje y Control Hidrogeológico	143
Figura N° 41: Imagen representativa de la propuesta de Consolidación Geotécnica y Estabilización Mecánico-Química de la Plataforma Superior	144
Figura N° 42: Imagen representativa de la propuesta de Implementación Estratégica de Almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH)	145
Figura N° 43: Distribución de Almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH).....	145
Figura N° 44: Propuesta de la Reubicación del eje vial.....	147
Figura N° 45: Diagrama técnica de zonas condicionadas	150
Figura N° 46: Distribución de las zonas condicionadas en la costa verde	151
Figura N° 47: Formulación e Implementación del Riesgo de Desastres	186
Figura N° 48: Mejoramiento y estabilización de suelos	187
Figura N° 49: Proyecto de Drenaje Pluvial	189
Figura N° 50: Programa de Sistema de Alerta Temprana	190
Figura N° 51: Programa de mejoramiento de riego en parques	191
Figura N° 52: Protección Costera mediante enrocados en Chorrillos	192
Figura N° 53: Proyecto de espigones en Miraflores	194
Figura N° 54: Red de Almacenes de Ayuda Humanitaria.....	195
Figura N° 55: Propuesta para protección costera.....	196

PROPUESTA GENERAL Y ESPECÍFICA DEL COMPONENTE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE PARA EL PLAN MAESTRO DE LA COSTA VERDE – PMDCV 2026 – 2040

CAPÍTULO I. PROPUESTA GENERAL

1.1. Propuesta Gestión de Riesgo de Desastre para la Costa Verde

La transformación de la Costa Verde hacia un entorno urbano seguro, resiliente y sostenible exige un marco de acción estructurado que articule la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) con la planificación territorial prospectiva. Para materializar se plantea una visión para garantizar la viabilidad técnica y social de todas las intervenciones proyectadas a lo largo de su compleja geomorfología, el plan se fundamenta en los siguientes seis pilares estratégicos.

Para alcanzar este estado, el plan se apoya en seis pilares estratégicos:

- Protección de la Vida: Prioridad máxima centrada en el cuidado de las personas y los modos de vida.
- Reducción del Riesgo: Gestión integral con enfoque preventivo, correctivo y reactivo para lograr un territorio más seguro y sostenible.
- Protección de Sistemas: Conservación y gestión técnica de los sistemas marino-costeros, la terraza baja, los acantilados y la plataforma superior
- Infraestructura y Tecnología: Innovación, tecnología e inteligencia artificial aplicada para el desarrollo de infraestructura de alto desempeño y resiliente.
- Desarrollo Económico: Motor económico interconectado, competitivo y sostenible.
- Legado al 2040: Herencia de prosperidad, bienestar y equilibrio territorial preparado ante desafíos climáticos.

1.2. Visión de Desarrollo Urbano Sostenible

1.2.1. Consideraciones Previas:

El componente de Gestión del Riesgo de Desastres parte de una comprensión sistémica e integral del territorio. La zona de intervención constituye un espacio complejo y altamente dinámico donde convergen múltiples funciones físicas, sociales, ambientales y económicas, soportadas por cuatro unidades interrelacionadas: la Plataforma Superior, el Sistema de Acantilados, la Plataforma Inferior y la Zona Marino-Costera. La evolución histórica de la ocupación urbana y la alteración de estas Geoformas han configurado las condiciones actuales del territorio, generando escenarios de alta vulnerabilidad y propensión al riesgo frente a diversas dinámicas geológicas e Hidro - Oceanográficas.

Frente a esta realidad, es imperativo replantear el modelo de desarrollo urbano bajo un enfoque prospectivo, correctivo, reactivo y resiliente, con el objetivo de implementar procesos sostenibles orientados a la reducción del riesgo y a la protección de los sistemas y sus configuraciones naturales. Asimismo, demanda el fortalecimiento técnico mediante la ejecución de estudios especializados, la aplicación de tecnología e infraestructura de vanguardia, y la implementación de sistemas de monitoreo y evaluación continua.

La consolidación de una gobernanza territorial sólida e integrada asegurará un desarrollo verdaderamente sostenible. Bajo estas condiciones de seguridad y resiliencia territorial, se impulsará un desarrollo económico competitivo, garantizando la protección de la vida y posicionando a la Costa Verde como un hub económico de clase mundial y un legado de prosperidad para las futuras generaciones.

1.2.2. Identificación de Variables Estratégicas

Resulta fundamental identificar las variables estratégicas que inciden en la realidad urbana de la ciudad —tanto en sus problemáticas como en sus potencialidades— y que, por ello, deben ser consideradas en el proceso de formulación de la propuesta, independientemente de su carácter cuantificable o cualitativo.

Desde el punto de vista de la Gestión del Riesgo de Desastres, se plantean variables estratégicas que son el punto de partida para alinear un desarrollo territorial resiliente. Estas son desarrolladas a partir de su realidad territorial, tomando en consideración las cuestiones que nos llevaron al momento actual. Por ello, es necesario revertir este proceso para presentar un escenario en condiciones que aseguren una vida social continúa, sostenible y resiliente.

En este escenario, las múltiples dimensiones territoriales deben integrarse en una línea de desarrollo respaldada por la seguridad en el tiempo, donde sus dinámicas perduren hasta lograr una armonía entre lo antrópico y lo natural, y así ambos presenten tolerancia del uno al otro. Por ello, es necesario plantear el desarrollo desde un punto de vista territorial, donde la política, la sociedad, sus dinámicas en el territorio estén interrelacionados para un solo objetivo. Bajo esta premisa, la identificación de las variables estratégicas para el componente de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) son las siguientes:

Tabla N° 1: Identificación de variables de la propuesta General

Componente Estratégico	Variable	Descripción
Planificación y Gestión Integral del Riesgo	1. Nivel de integración de la GRD en la planificación y preparación	Comprende el grado en que los instrumentos de planificación, regulación territorial e inversión pública incorporan la gestión prospectiva y correctiva. Asimismo, evalúa la operatividad de los instrumentos de preparación y respuesta para asegurar la continuidad de funciones y proteger a la población ante emergencias.
Monitoreo, Información y Alerta Temprana	2. Capacidad operativa del monitoreo territorial y la base científica	Integra el desarrollo y actualización de estudios técnico-científicos, la implementación de la red de instrumentación continua (geotécnica, sísmica, oceanográfica), el uso de teledetección para alertas tempranas y el nivel de operatividad del Observatorio Territorial de la Costa Verde.
Seguridad Física y Estabilización Territorial	3. Nivel de seguridad física y estabilización del macizo y sus plataformas	Mide la eficacia de la regulación de ocupación en la plataforma superior y cuantifica la longitud de laderas y acantilados con medidas de protección implementadas. Evalúa el grado de seguridad alcanzado en la infraestructura estratégica de la terraza baja frente a peligros geodinámicos e hidrológicos.
Resiliencia Marino-Costera y Adaptación Climática	4. Adaptabilidad del borde litoral frente a dinámicas marinas extremas	Evalúa la gestión de la exposición al riesgo en el litoral, cuantificando la extensión del borde costero que cuenta con medidas de protección y adaptación implementadas frente a procesos de erosión, socavación, oleajes anómalos y los efectos proyectados del cambio climático.

Gobernanza Territorial y Seguimiento	5. Efectividad de la gobernanza, articulación interinstitucional y control	Comprende la solidez de los mecanismos de coordinación entre el sector público, privado, academia y sociedad civil. Evalúa la implementación de mecanismos legales vinculantes para el seguimiento, evaluación y mejora continua de los proyectos, garantizando una gestión territorial adaptativa.
--------------------------------------	--	---

Elaboración: Equipo técnico

1.2.3. Visión

Con visión al año 2040, la Costa Verde se consolidará como un referente global de resiliencia territorial y sostenibilidad, donde la protección de la vida y la reducción integral del riesgo constituyan ejes estructurales del desarrollo. Este modelo articulará infraestructura de vanguardia y tecnología de alta precisión con la protección y gestión sostenible de los sistemas terrestre y marino costero, reconociendo sus dinámicas y capacidades naturales como elementos fundamentales del territorio. La Costa Verde se proyectará como un espacio seguro, competitivo e interconectado, capaz de sostener un desarrollo económico dinámico y resiliente, garantizando la seguridad, el bienestar y la protección de vida de la población, y legando a las futuras generaciones un territorio próspero, equilibrado y preparado frente a los desafíos naturales y climáticos.

Figura N° 1: Visión al 2040-Costa Verde



Fuente: Elaboración propia mediante inteligencia artificial (IA), 2026.

1.2.4. Ejes Estratégicos

Ejes estratégicos General:

Como eje estratégico general se considera la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD), orientada a reducir las condiciones de riesgo existentes, prevenir la generación de nuevos riesgos y fortalecer las capacidades de respuesta y recuperación frente a escenarios de peligro.

Ejes Estratégicos Específicos

EE.1. Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Resiliencia territorial:

Orientar el desarrollo y la gestión del sistema territorial de la Costa Verde bajo un enfoque integral de Gestión del Riesgo de Desastres, incorporando transversalmente acciones e instrumentos para la gestión prospectiva, correctiva y reactiva en los procesos de planificación, ocupación, regulación, inversión y desarrollo territorial. Asimismo, prevenir la generación de nuevos riesgos, reducir las condiciones existentes y fortalecer la capacidad del territorio para anticipar, responder y recuperarse frente a eventos extremos, priorizando la seguridad y salvaguarda de la vida de la población, así como la continuidad funcional de la infraestructura y los servicios.

EE.2. Desarrollo de Conocimiento, Monitoreo, Innovación y Medidas de Adaptación para un Territorio Seguro:

Fortalecer la generación y gestión del conocimiento técnico y científico de la Costa Verde mediante la producción y actualización permanente de información, estudios especializados y sistemas de monitoreo del territorio, incorporando herramientas de innovación y tecnologías aplicadas para la identificación, evaluación y seguimiento de las condiciones de riesgo y los efectos del cambio climático, que orienten la planificación territorial y respalden la toma de decisiones.

EE.3. Desarrollo e Infraestructura Resiliente para la Reducción del Riesgo.

Promover el desarrollo de infraestructura resiliente en la Costa Verde mediante la incorporación de criterios de Gestión del Riesgo de Desastres, seguridad física, sostenibilidad y adaptación en la planificación, diseño, ejecución y mantenimiento de las inversiones públicas y privadas, garantizando su compatibilidad con las condiciones del territorio y las dinámicas naturales, así como el respeto de las zonas condicionadas o excluidas por naturales o riesgo, contribuyendo a reducir la vulnerabilidad, proteger la vida y asegurar la continuidad funcional de la infraestructura y los servicios.

EE.4. Gobernanza y Gestión Integrada del Territorio:

Fortalecer la gobernanza de la Costa Verde mediante la articulación y coordinación entre las entidades públicas, el sector privado, la academia y la sociedad civil, promoviendo una gestión integrada del territorio basada en instrumentos, mecanismos de coordinación, seguimiento y evaluación. Asimismo, impulsar la articulación entre los sistemas terrestre, marino-costero y la interfaz tierra-mar, fortaleciendo la toma de decisiones y la implementación coordinada de políticas, programas e intervenciones orientadas a un desarrollo seguro, resiliente y sostenible.

1.2.5. Políticas en Gestión de Riesgos de Desastres

A. Política General

Gestionar integralmente el riesgo y garantizar la resiliencia territorial de la Costa Verde.

B. Propuesta de la políticas de gestión

PG1. Política de Resiliencia Territorial y Gestión Integral del Riesgo de Desastres

Fortalecer la formulación, actualización, articulación e implementación de los instrumentos de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres en el sistema territorial de la Costa Verde, incorporando de manera transversal los enfoques prospectivo, correctivo y reactivo en la planificación, ocupación, regulación, inversión e intervención del territorio, a fin de prevenir y reducir las condiciones de riesgo(o, fortalecer la resiliencia territorial, proteger la vida y garantizar la continuidad funcional de la infraestructura y los ecosistemas.

PG.1./L.1 Integrar criterios de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial, la planificación urbana, el desarrollo de intervenciones y la gestión de la infraestructura.

PG.1./L.2 Impulsar la formulación, actualización, articulación e implementación de los instrumentos de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, en concordancia con la Ley N.° 29664 y el SINAGERD.

- Promover la prevención y reducción de las condiciones de riesgo mediante instrumentos y medidas prospectivas y correctivas articuladas con la planificación territorial, la evaluación del riesgo y las inversiones.
- Fortalecer la preparación y respuesta ante emergencias y desastres mediante instrumentos, protocolos y medidas reactivas que protejan la vida y aseguren la continuidad de la infraestructura y los servicios.
- Asegurar la recuperación y reconstrucción mediante instrumentos y mecanismos de financiamiento que incorporen criterios de reducción del riesgo y resiliencia, evitando reproducir condiciones de riesgo.
- Garantizar el estricto cumplimiento de la formulación de los planes de Gestión reactiva y continuidad operativa, por cada distrito ribereños de la costa verde

PG.1./L.3 Priorizar intervenciones orientadas a prevenir la generación de nuevos riesgos, reducir las condiciones de riesgo existentes y fortalecer la resiliencia territorial mediante soluciones sostenibles y coordinadas.

PG1./L.4. Incorporar de manera transversal los enfoques y medidas de gestión prospectiva, correctiva y reactiva en la planificación, diseño, ejecución, operación, mantenimiento y supervisión de las intervenciones públicas y privadas, asegurando la reducción progresiva de las condiciones de riesgo y evitando la generación de nuevos escenarios de riesgo en la Costa Verde.

PG1. /L.5. Garantizar la continuidad funcional de la infraestructura crítica y estratégica, así como la conservación y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y marino-costeros frente a amenazas de origen natural y antrópico.

PG2. Política de Gestión del Conocimiento, Monitoreo y Evaluación Territorial

Garantizar la generación, actualización, integración y gestión permanente de información técnico-científica del sistema territorial de la Costa Verde y la implementación de mecanismos de monitoreo continuo, evaluación periódica e investigación especializada de los procesos geológicos, geotécnicos, sísmicos, hidro-oceanográficos, ambientales y urbanos, como sustento para la planificación territorial, la gestión integral del riesgo de desastres.

PG2.a.1 Impulsar la generación, actualización e integración permanente de información técnico-científica sobre los procesos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, sísmicos y marino-costeros, mediante la elaboración y actualización de estudios especializados, cartografía temática y modelamientos de riesgo de desastre.

PG.2.a.1/L.1. Promover la elaboración, actualización e integración de estudios especializados, cartografía temática y bases de datos geoespaciales que sustenten la planificación, la gestión de riesgo y la toma de decisiones en la Costa Verde.

PG.2.a.1/L.1-1. Promover estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, hidrogeológicos y sísmicos para caracterizar las condiciones y peligros del sistema terrestre - Mecánica de suelos, estabilidad de Taludes, licuación, hundimientos, microzonificación sísmica, drenaje, etc.

- Promover estudios hidro-oceanográficos, de dinámica litoral, erosión, socavación, tsunami y evolución costera con fines de caracterización de escenarios de riesgo y condiciones del litoral.
 - Oleaje, corrientes, transporte de sedimentos, erosión, tsunami y modelamientos costeros.
- Promover estudios territoriales, urbanos y de infraestructura que permitan evaluar la capacidad, estado, seguridad, vulnerabilidad y funcionalidad en el territorio. - Capacidad de acogida, restricciones, movilidad, infraestructura vial, servicios y continuidad funcional.
- Fortalecer la investigación científica y el intercambio de información técnica entre las entidades públicas, privadas, la academia y los centros de investigación, promoviendo la generación de conocimiento aplicado para la gestión integral del riesgo.
- Promover la actualización periódica de los estudios técnicos y científicos, considerando la evolución de los procesos naturales, los efectos del cambio climático y los avances tecnológicos.
- Promover que toda intervención pública o privada que, por su naturaleza, magnitud, ubicación o nivel de riesgo potencial, pueda afectar la estabilidad del territorio, la seguridad de la población, la infraestructura o los ecosistemas, sustente su planificación, diseño y ejecución en estudios técnicos especializados acordes con las características del ámbito de intervención, conforme a la normativa vigente y a las mejores prácticas de ingeniería, gestión del riesgo de desastres y sostenibilidad.

PG2.a.2 Implementar un sistema integral de monitoreo y evaluación territorial que incorpore tecnologías avanzadas de observación, medición y análisis para el seguimiento continuo de los peligros, las condiciones de vulnerabilidad y la dinámica del territorio cumpliendo el rol de Observatorio territorial de la costa.

PG.2.a.2/L.1 Implementar una red integrada de monitoreo geológico, geotécnico, sísmico, oceanográfico, meteorológico y ambiental para el seguimiento permanente de las condiciones del territorio.

- Desarrollar un sistema integral de monitoreo, alerta temprana y preparación para la gestión del riesgo ante peligros marino-costeros en la Costa Verde, con énfasis en el seguimiento de la dinámica litoral, erosión, oleaje, nivel del mar y tsunami.
- Implementar un sistema integral de monitoreo y alerta temprana para fortalecer la preparación y gestión del riesgo ante peligros geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, sísmicos e hidrológicos en la Costa Verde, con énfasis en el seguimiento de la estabilidad de laderas en los acantilados, Procesos geomecánicos en la plataforma superior y plataforma inferior.

PG.2.a.2/L.2 Promover la evaluación periódica de la información generada por los sistemas de monitoreo para actualizar estudios, escenarios y medidas de gestión del riesgo.

PG.2.a.2/L.3 Desarrollar el Observatorio Territorial de la Costa Verde para integrar, procesar y visualizar información sobre peligros, vulnerabilidad, riesgo y dinámica territorial.

- Desarrollar un Geovisor de la Costa Verde que permita consultar y visualizar información territorial, estudios, peligros, riesgos, infraestructura y condiciones ambientales de manera integrada.
- Impulsar el desarrollo tecnologías de Percepción remota y observación terrestre, monitoreo remoto, sensores e instrumentos especializados para detectar cambios en el territorio y generar alertas oportunas.
- Impulsar las herramientas y aplicaciones digitales de comunicación masiva que faciliten el intercambio de información, la comunicación y la coordinación en tiempo real entre las entidades, actores vinculados y población en general a la gestión monitoreo y evaluación de la Costa Verde.
- Integrar la información proveniente de plataformas de gestión territorial de otras instituciones que faciliten la evaluación continua de los peligros, vulnerabilidades y riesgos.

PG.2.a.2/L.4 Promover la coordinación interinstitucional para el intercambio, validación y gestión de la información generada por los sistemas de monitoreo y evaluación territorial.

PG2.a.3. Desarrollar un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de las medidas implementadas en orientación a la Gestión de riesgo de desastres.

PG.2.a.3/L.1 Diseñar e implementar indicadores de desempeño, resultado e impacto que permitan evaluar de forma integral la eficacia de las políticas, lineamientos, programas, proyectos y acciones desarrolladas en relación al componente de riesgo en el ámbito de la Costa Verde.

PG.2.a.3/L.2 Incorporar procesos de mejora continua mediante la revisión y actualización periódica de los indicadores, metodologías y herramientas de evaluación, en función de los resultados obtenidos y de los cambios en las condiciones del territorio.

PG3. Política de Desarrollo Territorial e Infraestructura Resiliente

Orientar el desarrollo de las inversiones y la infraestructura de la Costa Verde bajo criterios de Gestión Integral del Riesgo de Desastres, resiliencia territorial y sostenibilidad, garantizando su compatibilidad con las condiciones del sistema terrestre y marino-costero, el cumplimiento requerido de las zonas condicionadas por riesgo, la capacidad de soporte del territorio y la conservación de los ecosistemas.

CONSIDERACIONES GENERALES.

PG.3.a.1/L.1 Fortalecer la gestión prospectiva y correctiva del riesgo en la Costa Verde se implementará una sectorización del territorio basada en su interdependencia geomorfológica y exposición a peligros. Para establecer los tratamientos, restricciones y estudios exigibles, definiendo tres sectores operativos (A, B y C) agrupados en dos grandes Zonas de intervención condicionada:

- Zona I: Plataforma superior y acantilados: Comprende las áreas interrelacionadas por dinámicas geofísicas donde la prioridad es el control de presiones antrópicas y la estabilidad estructural del macizo.
 - Sector C2 (Plataforma Superior): Abarca desde la zona urbana (vías, malecones, usos residenciales y comerciales) hasta la corona del acantilado.
 - Sector C1 (Sistema de Acantilados): Comprende el talud desde la corona hasta el pie del acantilado.
 - Condicionante de Intervención: Cualquier modificación urbana, cambio de zonificación o proyecto de mitigación en esta zona queda estrictamente condicionada a la formulación previa de estudios científicos de alto rigor (geotécnicos, sísmicos e hidrogeológicos) que determinen la viabilidad de la intervención según su naturaleza y garanticen la estabilidad del sistema.
- Macro-Zona II: Sistema Marino-Costero y Terraza Baja: Comprende el ámbito de interacción mar-tierra, altamente susceptible a la dinámica hidrodinámica y caracterizado por la consolidación reciente de rellenos antrópicos.
 - Sector B (Plataforma Inferior): Abarca desde el pie del acantilado hasta el límite con el borde litoral, incluyendo el Circuito de Playas, plataformas consolidadas, áreas en proceso de relleno y zonas de equipamiento comercial.
 - Sector A (Zona Marina- costera y Borde Litoral): Comprende el mar adyacente, la playa y, prospectivamente, las áreas proyectadas como tierras ganadas al mar.
 - Condicionante de Intervención: Dada la dependencia fáctica entre estos sectores y el impacto directo que generan el uno sobre el otro, toda intervención territorial o de ingeniería debe estar fundamentada obligatoriamente en estudios hidroceanográficos, geotécnicos e hidrogeológicos para asegurar un conocimiento integral que respalde la toma de decisiones.

PG.3.a.1/L.2 Los proyectos no deben generar riesgos al acantilado, cuya estabilidad y seguridad deberá estar sustentada por Estudios Especiales Geomorfológicos, Geotécnicos y de Seguridad.

PG.3.a.1/L.3 Los proyectos o intervenciones en los tramos de acantilados aptos, además de contribuir con la estabilización de taludes, serán componentes integradores con la plataforma superior y con las playas, fortaleciendo la conectividad y la accesibilidad ciudad-mar.

I. PLANICIE SUPERIOR

PG.3.a.1/L.4 Regular la ocupación y transformación de la plataforma superior de acuerdo con sus condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas y de riesgo, estableciendo criterios y condiciones para su uso seguro y sostenible.

- Regular las cargas, usos y nuevas ocupaciones en la plataforma superior y el borde superior del acantilado, evitando actividades y edificaciones que incrementen la vulnerabilidad, alteren las condiciones de estabilidad o generen nuevas condiciones de riesgo.
- Garantizar que las intervenciones en zonas condicionadas por riesgo cuenten con estudios geofísicos, geotécnicos e hidrológicos que determinen las condiciones de ocupación, diseño y ejecución, conforme a la normativa vigente u otros criterios que el plan considere necesario.

PG.3.a.1/L.5 Incorporar criterios para el manejo integral del drenaje superficial y subterráneo, controlando las infiltraciones y escorrentías que puedan afectar la estabilidad de las laderas y acantilados.

- Promover el adecuado manejo del drenaje superficial y la infiltración en áreas verdes y zonas de recreación pública de la plataforma superior, evitando condiciones que puedan afectar la estabilidad del terreno y los acantilados.
- Garantizar el adecuado funcionamiento y mantenimiento de las redes de agua y alcantarillado de la plataforma superior, previniendo fugas e infiltraciones que puedan afectar la estabilidad del terreno y los acantilados.

PG.3.a.1/L.6 Acondicionar y fortalecer las zonas seguras y de acogida de la plataforma superior para facilitar la evacuación y protección de la población ante emergencias y desastres.

- Implementar y fortalecer infraestructura y espacios destinados al almacenamiento y distribución de bienes de ayuda humanitaria para la atención de emergencias en la Costa Verde.
- Garantizar la seguridad, accesibilidad y continuidad de las vías, conectores, puentes y rutas de evacuación, así como acondicionar zonas seguras y de acogida que permitan la evacuación y protección de la población ante emergencias y desastres.
- Mejoramiento y/o implementación de Almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria en la plataforma superior de los distritos ribereños del ámbito Costa Verde

PG.3.a.1/L.7 Implementar sistemas de monitoreo y alerta temprana para identificar oportunamente deformaciones, movimientos y cambios en las condiciones geotécnicas y de la infraestructura de la plataforma superior, estableciendo umbrales de alerta, protocolos de respuesta e inspecciones periódicas en los sectores críticos.

II. SISTEMA DE LADERAS Y ACANTILADOS

PG.3.a.1/L.8 *Promover* medidas de estabilización, protección y recuperación de los acantilados, priorizando intervenciones técnicamente adecuadas, sostenibles y compatibles con las condiciones naturales y la dinámica del medio físico.

- Promover medidas de estabilización geotécnica en sectores críticos, seleccionando soluciones de acuerdo con las características del terreno, mecanismos de falla y nivel de riesgo.

- Promover el perfilado, regularización y acondicionamiento geométrico de los taludes, adecuando su configuración a las condiciones geotécnicas y reduciendo la susceptibilidad a procesos de inestabilidad.
- Promover medidas de protección para garantizar la seguridad y continuidad de vías, conectores, puentes y demás infraestructura localizada en el entorno de los acantilados.
- Impulsar soluciones de ingeniería verde y recuperación superficial de los acantilados, mediante revegetación y técnicas de bioingeniería compatibles con las condiciones ambientales y la dinámica natural del medio físico.

PG.3.a.1/L.9 Impulsar el control de los procesos de erosión superficial, erosión hídrica, movimientos en masa y degradación de los taludes mediante medidas de manejo, drenaje, protección superficial y soluciones basadas en la naturaleza, priorizando la protección de la infraestructura y áreas expuestas.

PG.3.a.1/L.10 Regular y condicionar las intervenciones, ocupaciones y actividades que puedan alterar las condiciones naturales de estabilidad de las laderas y acantilados, estableciendo criterios de conservación, seguridad y manejo preventivo del territorio.

- Garantizar que las intervenciones en zonas condicionadas por riesgo próximas al borde de los acantilados cuenten con la evaluación de la estabilidad geotécnica del sistema proyecto-acantilado para las intervenciones que puedan modificar **las condiciones** de estabilidad del talud, considerando escenarios estáticos, sísmicos y de acción marina extrema, a fin de determinar las condiciones de seguridad, zonas de influencia y medidas de estabilización, protección o adecuación del proyecto.

PG.3.a.1/L.11 Desarrollar integralmente la recuperación, rehabilitación, mejora de la infraestructura de protección y estabilización de los acantilados, priorizando la intervención de estructuras que protegen infraestructura crítica y línea vitales.

- Promover la recuperación, rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura existente de protección y estabilización de los acantilados, priorizando los sectores donde presente deterioro, pérdida de funcionalidad o insuficiente capacidad de protección.

PG.3.a.1/L.12 Gestionar integralmente las laderas y acantilados mediante la identificación, evaluación y monitoreo permanente de los procesos de inestabilidad que condicionan su comportamiento.

III. TERRAZA BAJA O PLATAFORMA INFERIOR

PG.3.1/L.13 Orientar el desarrollo y operación de la infraestructura ubicada en la terraza baja considerando las condiciones geotécnicas, sísmicas e hidrológicas que caracterizan este espacio
Cualquier intervención debe seguir los estudios

- Incorporar criterios de diseño resiliente y gestión del riesgo en las intervenciones que se desarrollen en la terraza baja, considerando su interacción con el sistema de acantilados y el sistema marino-costero.
- Promover y determinar la obligatoriedad de estudios geotécnicos, sísmicos e hidrodinámicos especializados para las intervenciones en la terraza baja, según las características y condiciones del terreno y del proyecto, que permitan caracterizar la estratigrafía, propiedades físico-mecánicas, capacidad portante, asentamientos diferenciales, susceptibilidad a licuación, respuesta sísmica local, estabilidad de rellenos y plataformas, así como la exposición frente a tsunami y las condiciones de evacuación, estableciendo criterios de emplazamiento, cimentación, diseño y seguridad que reduzcan la generación de nuevos riesgos y garanticen la funcionalidad de las infraestructuras.

PG.3.1/L.14 Promover la conservación y estabilidad física de la plataforma inferior mediante criterios de mantenimiento y gestión de sus condiciones geotécnicas.

- *Promover la estabilización y consolidación de la terraza baja, especialmente en las áreas de reciente conformación mediante tierras ganadas al mar, incorporando soluciones de ingeniería geotécnica que garanticen su estabilidad y capacidad portante, priorizando cimentaciones profundas para infraestructura crítica, densificación o mejoramiento del terreno y sistemas de drenaje, según las condiciones específicas del sitio.*
- *Promover la ampliación controlada (Vertical u Horizontal) de la terraza baja mediante tierras ganadas al mar, cuando resulte técnicamente viable, incorporando criterios de ingeniería geotécnica / Ingeniería controlada y costera, Gestión Integral del Riesgo de Desastres y protección ambiental, a fin de generar plataformas estables y seguras para usos e infraestructura compatibles con las condiciones del territorio.*
- *Garantizar que durante el proceso de conformación de tierras ganadas al mar se establezcan medidas de protección y tratamientos pertinentes frente a procesos de erosión, socavación, inundación y otros peligros que puedan comprometer su estabilidad y funcionalidad, evitando pérdidas de material que puedan generar otros peligros e impactos en el medio ambiente.*

PG.3.1/L.15 Garantizar y alinear las intervenciones con la funcionalidad de la infraestructura estratégica y la conectividad y movilidad del corredor de la Costa Verde.

- *Garantizar que la planificación, diseño, rehabilitación y mantenimiento de puentes y conectores peatonales de la terraza baja incorporen criterios de estabilidad estructural, seguridad, accesibilidad y resiliencia frente a los peligros que afectan el territorio.*
- *Promover la recuperación, reforzamiento y mantenimiento de los malecones y ciclovías de la terraza baja que presenten deformaciones, deterioro o afectación por erosión marina y socavación, garantizando su estabilidad, continuidad y transitabilidad, así como condiciones seguras y accesibles para la movilidad y evacuación de la población.*
- *Gestionar la adecuación y, cuando corresponda, reubicar los ejes de las vías en sectores expuestos a caída de rocas, derrumbes, deslizamientos y otros peligros gravitacionales, priorizando la reducción de la exposición, la seguridad de los usuarios y la continuidad operativa de la infraestructura vial.*
- *Garantizar la Implementación. reforzamientos y conservación medidas de protección y estabilización de las vías frente a la caída de rocas, desprendimientos y otros peligros gravitacionales, mediante soluciones de ingeniería compatibles con las condiciones geotécnicas del terreno y el paisaje, priorizando la seguridad y continuidad operativa de la infraestructura vial.*
- *Promover y fortalecer la señalización y el control de las vías expuestas a peligros, mediante la identificación y señalización de zonas críticas y la implementación de advertencias, restricciones y medidas de seguridad orientadas a reducir la exposición y prevenir accidentes.*
- *Impulsar el desarrollo de programas permanentes de inspección, mantenimiento y recuperación de las vías motorizadas afectadas por deformaciones, asentamientos, movimientos del terreno u otros procesos que comprometan su seguridad y continuidad operativa.*
- *Fomentar el desarrollo de medidas para el manejo y control de la escorrentía proveniente de laderas y acantilados, reduciendo el riesgo de inundación y afectación de las vías mediante soluciones compatibles con la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y el paisaje de la Costa Verde.*
- *Impulsar la implementación de medidas de protección y adaptación de las vías motorizadas expuestas a erosión, socavación, oleaje extremo, inundación y tsunamis, considerando la dinámica litoral y los criterios de Gestión Integral del Riesgo de Desastres.*

PG.3.1/L.16 Promover la identificación y acondicionamiento de zonas seguras y rutas de evacuación accesibles e inclusivas, garantizando su conectividad, continuidad y capacidad para una evacuación rápida y segura, e impulsar la implementación de edificaciones de evacuación vertical que cumplan condiciones de seguridad estructural, accesibilidad universal y capacidad de respuesta ante escenarios de tsunami y otros peligros.

- *Implementar y mantener rutas y corredores de evacuación continuos, señalizados, iluminados y libres de obstáculos, priorizando conexiones directas hacia zonas seguras y puntos de acogida.*
- *Garantizar condiciones de accesibilidad universal en las rutas, espacios de evacuación y zonas seguras, incorporando soluciones que permitan la evacuación autónoma o asistida de personas con discapacidad, movilidad reducida, adultos mayores, niños y otros grupos con necesidades específicas.*
- *Promover la implementación de edificaciones y estructuras de evacuación vertical ubicadas estratégicamente en sectores donde la evacuación horizontal no resulte suficiente, garantizando su seguridad estructural, accesibilidad universal, capacidad, autonomía y funcionalidad ante eventos de tsunami.*

PG.3.1/L.17 Implementar un sistema integrado y permanente de monitoreo y alerta temprana de las condiciones físicas, geotécnicas, hidrogeológicas y estructurales de la terraza baja, que permita detectar oportunamente asentamientos, deformaciones, variaciones del nivel freático y cambios en la estabilidad del terreno, a fin de anticipar situaciones de riesgo y garantizar la seguridad y continuidad operativa de la infraestructura.

- *Implementar una red permanente de piezómetros para monitorear las variaciones del nivel freático y la presión de poros en la terraza baja, con mediciones periódicas y registro continuo en los sectores críticos, a fin de identificar incrementos de saturación que puedan reducir la capacidad portante y afectar la estabilidad del terreno y de las infraestructuras.*
- *Implementar sistemas de monitoreo geotécnico y topográfico para detectar oportunamente asentamientos, desplazamientos, deformaciones y procesos de consolidación en la terraza baja y sus rellenos antrópicos.*

PG.3.a.2. De la Gestión Integral del Sistema Marino-Costero: Orientar la gestión integral del sistema marino-costero de la Costa Verde mediante la incorporación de criterios hidro-oceanográficos, geomorfológicos, ambientales y de ingeniería costera, considerando su organización en unidades funcionales interdependientes que integran el espacio marino, la franja litoral y la infraestructura costera, con el propósito de preservar la estabilidad del litoral, proteger los ecosistemas marino-costeros, reducir las condiciones de riesgo y promover el aprovechamiento sostenible de los espacios costeros.

I. ZONA MARINA

PG.3.a.2/L.1 Promover la conservación de las condiciones físicas, oceanográficas y ambientales del espacio marino, considerando la dinámica del oleaje, las corrientes, el transporte de sedimentos y la calidad ambiental.

PG.3.a.2. /L.2 Incorporar estudios hidro-oceanográficos especializados como sustento para las intervenciones que se desarrollen en el medio marino, cuando la naturaleza y alcance del proyecto lo requieran.

PG.3.a.2. /L.3 Promover el monitoreo permanente de las condiciones oceanográficas y ambientales para fortalecer la gestión sostenible del sistema marino.

PG.3.a.2. /L.4 Garantizar que las intervenciones en el sistema marino sean compatibles con la conservación de los ecosistemas, la funcionalidad del litoral y la reducción de las condiciones de riesgo.

II. FRANJA LITORAL

PG.3.a2. /L.5 Gestionar la franja litoral considerando la dinámica del oleaje, el transporte de sedimentos, la evolución de la línea de costa y los procesos de erosión y acreción, promoviendo el equilibrio morfodinámico y la estabilidad del sistema marino-costero.

PG.3.a2. /L.6 Promover la conservación, recuperación y estabilización de playas y demás unidades del litoral mediante intervenciones compatibles con la dinámica natural del sistema marino-costero, priorizando soluciones sostenibles que fortalezcan su función como infraestructura natural de protección costera.

- Fortalecer el respeto estricto de la franja intangible de 50 metros de "área exclusiva de playa actual", así como las playas a ganar, son de uso recreacional, público e irrestricto, no edificable de conformidad con el artículo 16° inciso c del reglamento de la Ley N° 26306.
- Promover la recuperación y estabilización de playas alineadas a las estructuras de protección y manejo de sedimentos, priorizando sectores con procesos de erosión y pérdida de superficie de playa.
- Impulsar la ampliación y recuperación de playas a largo plazo como infraestructura de protección, incrementando el espacio litoral, la disipación de energía de los fenómenos oceanográficos y la resiliencia marino-costera.
- Preservar las rompientes de valor recreativo y deportivo mediante soluciones de protección costera compatibles con sus condiciones hidrodinámicas y morfodinámicas, evitando intervenciones que alteren significativamente su funcionamiento.

PG.3.a2. /L.7. Incorporar la identificación, evaluación, monitoreo y gestión de los peligros marino-costeros, incluyendo el oleaje extremo, la erosión costera, la socavación, la inundación por tsunami, el incremento del nivel del mar y otros procesos asociados, como base para la planificación y gestión sostenible del litoral.

PG.3.a2. /L.8. Orientar la planificación, diseño, ejecución, operación y mantenimiento de la infraestructura costera mediante la incorporación de criterios hidro-oceanográficos, geomorfológicos, ambientales, de resiliencia y adaptación al cambio climático, asegurando su compatibilidad con la dinámica litoral y evitando la generación o incremento de condiciones de riesgo.

- Garantizar la conservación, funcionalidad y capacidad de protección de los espigones y defensas costeras existentes mediante su evaluación periódica, rehabilitación, reforzamiento y mantenimiento, priorizando las estructuras que presenten deterioro, socavación, desplazamiento de elementos o pérdida de sección y considerando su comportamiento frente a la dinámica litoral.
- Implementar y mantener sistemas de enrocado para la protección y estabilización del borde costero, el pie del acantilado y las tierras ganadas al mar, priorizando sectores expuestos a erosión, socavación y acción del oleaje, y garantizando su compatibilidad con la estabilidad de las plataformas, la dinámica litoral, la conservación de las playas y las rompientes.
- Impulsar el diseño e implementación de los enrocados considerando su integración paisajística con el borde costero, minimizando impactos visuales y priorizando soluciones técnicamente adecuadas a las condiciones del litoral.
- Promover la implementación de nuevos espigones, rompeolas y otras estructuras de protección costera, sustentadas en estudios hidro-oceanográficos y morfodinámicos, orientadas a controlar la erosión, estabilizar el borde litoral, favorecer la recuperación de playas y proteger la infraestructura y población expuesta, garantizando su compatibilidad con la dinámica sedimentaria, las rompientes y las condiciones ambientales del litoral.

PG.3.a2. /L.9. Fortalecer los sistemas de monitoreo hidro-oceanográfico y los mecanismos de alerta para riesgos marino-costeros, integrando información oportuna y confiable que contribuya a la evaluación de las condiciones del litoral, la toma de decisiones y la gestión preventiva del riesgo.

PG.4. De la Gobernanza y la Gestión Integral del Riesgo de Desastres

Establecer un modelo de gobernanza territorial que garantice la articulación permanente entre las entidades públicas, el sector privado, la academia, la sociedad civil y los usuarios de la Costa Verde, incorporando la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y la Gestión Integrada de la Zona Marino-Costera como principios rectores para la planificación, gestión, ejecución y seguimiento de las intervenciones. Este modelo promoverá la coordinación interinstitucional, la gestión del conocimiento, el monitoreo continuo del territorio para la toma de decisiones, mediante el fortalecimiento de capacidades, la implementación de mecanismos de seguimiento y evaluación, la gestión del conocimiento y la mejora continua de la toma de decisiones.

PG.4/L.1. Gobernanza y articulación institucional: Fortalecer los mecanismos de coordinación, articulación y cooperación entre las entidades públicas, el sector privado, la academia y la sociedad civil para la implementación integrada de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres en la Costa Verde.

PG.4/L.2. Fortalecimiento institucional y desarrollo de capacidades: Promover el fortalecimiento de las capacidades institucionales, técnicas y operativas, así como la cultura de prevención y la gestión del conocimiento, para mejorar la implementación de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres y la toma de decisiones.

PG.4/L.3. Seguimiento, evaluación y mejora continua: Implementar mecanismos de seguimiento, evaluación y mejora continua que permitan verificar el cumplimiento de las políticas, programas, proyectos e instrumentos de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, mediante indicadores de desempeño y sistemas de información que apoyen la gestión adaptativa del territorio.

1.2.6. Objetivos Estratégicos: Generales y Específicos

Objetivo general:

Como eje estratégico general se considera la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD), orientada a reducir las condiciones de riesgo existentes, prevenir la generación de nuevos riesgos y fortalecer las capacidades de respuesta y recuperación frente a escenarios de peligro.

Objetivo Específicos:

OE.1: Reducir las condiciones de riesgo de desastres en la Costa Verde mediante una gestión integral y articulada, aplicando los enfoques prospectivo, correctivo y reactivo.

Consideraciones: Fortalecer la resiliencia del sistema territorial de la Costa Verde mediante una gestión integral del riesgo de desastres, articulando los instrumentos de GRD con la planificación, regulación, ocupación e inversión territorial, bajo enfoques prospectivos, correctivos y reactivos que permitan prevenir y reducir las condiciones de riesgo, proteger la vida, asegurar la continuidad de la infraestructura estratégica y preservar los ecosistemas terrestres y marino-costeros.

1.1. Reducir las condiciones de riesgo existentes y evitar la generación de nuevos riesgos, mediante la implementación de instrumentos y medidas prospectivas y correctivas articuladas con la planificación territorial y las inversiones.

1.2. Fortalecer la capacidad reactiva ante emergencias y desastres, mediante la implementación y articulación de instrumentos, protocolos y medidas que permitan proteger la vida y asegurar la continuidad funcional del territorio.

OE.2: Fortalecer la gestión de la información y el monitoreo continuo de la Costa Verde a través de la investigación científica y el Observatorio Territorial, para fundamentar la planificación y la gestión del riesgo.

Consideraciones: Generación y gestión del conocimiento territorial: Fortalecer la generación, actualización e integración de información técnico-científica del sistema territorial de la Costa Verde mediante estudios multidisciplinarios, cartografía temática y modelamientos de riesgo de desastres, como sustento para la planificación territorial y la toma de decisiones e Impulsar el desarrollo del sistema integral de monitoreo y evaluación territorial, basado en tecnologías avanzadas de observación, medición y análisis, que permita el seguimiento continuo de los peligros, la vulnerabilidad y la dinámica territorial, mediante el desarrollo del Observatorio Territorial de la Costa Verde.

2.1. Promover la elaboración, actualización e integración de estudios especializados, cartografía temática y bases de datos geoespaciales que sustenten la planificación, la gestión de riesgo y la toma de decisiones en la Costa Verde.

2.2. Fortalecer la investigación científica y el intercambio de información técnica entre las entidades públicas, privadas, la academia y los centros de investigación, promoviendo la generación de conocimiento aplicado para la gestión integral del riesgo.

2.3. Promover la actualización periódica de los estudios técnicos y científicos, considerando la evolución de los procesos naturales, los efectos del cambio climático y los avances tecnológicos.

2.4. Desarrollar una red integrada de monitoreo geológico, geotécnico, oceanográfico, meteorológico y ambiental que permita el seguimiento permanente de los procesos que condicionan la estabilidad y seguridad del territorio.

2.5. Promover tecnologías de observación terrestre, monitoreo remoto, instrumentación especializada y sistemas inteligentes para la detección temprana de cambios en las condiciones del territorio y la generación de alertas.

2.6. Desarrollar el observatorio territorial o sistema de inteligencia territorial de la costa Verde

OE.3. Desarrollar y ejecutar propuestas de intervención que aseguren el manejo sostenible de la Costa Verde, garantizando la estabilidad y protección de su plataforma inferior, acantilados y plataforma superior frente a peligros naturales, respetando siempre su capacidad territorial.

Consideraciones: Gestión del Sistema Terrestre: Promover el desarrollo de intervenciones de infraestructura resiliente para la reducción del riesgo asociado a los procesos geológicos, geotécnicos y sísmicos del sistema terrestre de la Costa Verde, priorizando la estabilización, protección y seguridad de sus áreas e infraestructuras estratégicas.

3.1. Orientar la ocupación e intervención de la plataforma superior bajo criterios de seguridad, gestión del riesgo y sostenibilidad, regulando sus usos, cargas e infraestructura y fortaleciendo las condiciones de evacuación y respuesta.

3.2. Fortalecer la estabilidad y protección de las laderas y acantilados mediante medidas de estabilización, recuperación, control de procesos de inestabilidad y protección de la infraestructura estratégica.

3.3. Orientar el desarrollo e intervención de la terraza baja bajo criterios de seguridad geotécnica, sísmica e hidrológica, garantizando la funcionalidad de la infraestructura estratégica y la conectividad de la Costa Verde.

OE.4. Desarrollar y ejecutar propuestas de intervención que aseguren el manejo sostenible de la Costa Verde, garantizando la protección, conservación y resiliencia de su sistema marino-costero frente a las dinámicas y peligros naturales.

Consideraciones: Gestión del Sistema Marino-Costero: Promover el desarrollo de intervenciones de infraestructura resiliente para la reducción del riesgo asociado a los procesos y peligros marino-costeros de la Costa Verde, fortaleciendo la protección, adaptación y seguridad del borde litoral y de las infraestructuras expuestas.

4.1. Promover la ocupación y transformación segura y sostenible de la plataforma superior, regulando los usos, cargas e intervenciones de acuerdo con las condiciones de riesgo y estabilidad del territorio.

4.2. Orientar las nuevas intervenciones bajo criterios de Gestión Integral del Riesgo de Desastres, resiliencia y sostenibilidad, previniendo la generación de nuevos escenarios de riesgo y asegurando su compatibilidad con la capacidad de soporte y las dinámicas marinas costeras del territorio.

OE.5. Fortalecer la gobernanza y la gestión adaptativa de la Costa Verde mediante la articulación institucional, el seguimiento y la mejora continua.

Consideraciones: Gobernanza y Gestión Integral del Riesgo: Consolidar la gobernanza territorial mediante la articulación de las entidades públicas, el sector privado, la academia y la sociedad civil, para incorporar la Gestión Integral del Riesgo de Desastres en la toma de decisiones y asegurar una gestión coordinada, eficiente y sostenible de la Costa Verde.

5.1. Fortalecer la coordinación y cooperación entre las entidades públicas, el sector privado, la academia y la sociedad civil para una gestión integrada y articulada del riesgo de desastres en la Costa Verde.

5.2. Implementar mecanismos de seguimiento y evaluación de políticas, instrumentos, programas y proyectos de gestión del riesgo, mediante indicadores y sistemas de información que permitan orientar la mejora continua y la gestión adaptativa del territorio.

Sistematización Ejes estratégicos, Políticas generales y Objetivos Estratégicos

Se presenta a continuación la matriz estratégica que indica la articulación de Eje Estratégico de desarrollo (EE), Lineamiento de la política general (PG) Objetivo estratégico General y Objetivos Estratégicos Específicos del Componente de Gestión Integral del Riesgo de Desastres del Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde, estructurada a partir de los ejes estratégicos definidos para fortalecer la resiliencia territorial, la gestión del conocimiento, la gestión de los sistemas terrestre y marino-costero, el desarrollo de infraestructura resiliente y el fortalecimiento de la gobernanza territorial. Esta matriz establece la relación jerárquica entre los objetivos, los escenarios estratégicos de desarrollo y las principales acciones orientadas a su implementación, constituyendo el marco de referencia para la formulación de programas, proyectos e intervenciones del Plan Maestro.

Tabla N° 2: Matriz Estratégica

Eje de Desarrollo	Lineamiento de Política	Objetivo Estratégico General	Objetivo Estratégico Específico	Acciones	Indicador
Gestión de Riesgo de Desastres	Gestionar integralmente el riesgo y garantizar la resiliencia territorial de la Costa Verde.	Fortalecer la resiliencia y sostenibilidad territorial de la Costa Verde mediante una gestión integral del riesgo, el conocimiento y monitoreo del territorio, y una gobernanza articulada de sus sistemas terrestre y marino-costero.	O.E.1. Reducir las condiciones de riesgo de desastres en la Costa Verde mediante una gestión integral y articulada, aplicando los enfoques prospectivo, correctivo y reactivo.	A.E. 1.1: Articular la gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo con la planificación, regulación, ocupación e inversión territorial.	Porcentaje de instrumentos de planificación e inversión territorial que incorporan la gestión del riesgo de desastres
			O.E.2 Fortalecer la gestión de la información y el monitoreo continuo de la Costa Verde a través de la investigación científica y el Observatorio Territorial, para fundamentar la planificación y la gestión del riesgo	A.E. 1.2: Fortalecer la preparación y respuesta ante emergencias para proteger a la población y asegurar la continuidad de las funciones e infraestructuras estratégicas.	Porcentaje de entidades con instrumentos de preparación y respuesta implementados
				A.E. 2.1: Generar, actualizar e integrar estudios, cartografía y bases de datos geoespaciales sobre las dinámicas y condiciones de riesgo del territorio.	Porcentaje de componentes de información territorial de riesgo generados e integrados
				A.E. 2.2: Promover la investigación aplicada y el intercambio de conocimiento entre entidades públicas, sector privado, academia y centros de investigación.	Número de investigaciones o mecanismos de intercambio de conocimiento desarrollados
				A.E. 2.3: Actualizar periódicamente el conocimiento territorial considerando la evolución de los peligros, el cambio climático y los avances tecnológicos.	Porcentaje de estudios técnicos actualizados periódicamente
				A.E. 2.4: Implementar una red integrada de monitoreo geológico, geotécnico, sísmico, oceanográfico, meteorológico y ambiental.	Porcentaje de componentes de la red integrada de monitoreo implementados
				A.E. 2.5: Incorporar tecnologías de observación, teledetección, instrumentación y análisis para la detección temprana de cambios y generación de alertas.	Número de sistemas tecnológicos de observación, detección y alerta implementados
				A.E. 2.6: Implementar el Observatorio Territorial de la Costa Verde como plataforma de información, monitoreo y soporte para la toma de decisiones.	Porcentaje de implementación del Observatorio Territorial de la Costa Verde
			O.E.3. Desarrollar y ejecutar propuestas de intervención que aseguren el manejo sostenible de la Costa Verde, garantizando la estabilidad y protección	A.E. 3.1: Regular la ocupación y las intervenciones en la plataforma superior de acuerdo con las condiciones de riesgo y las características físicas del territorio.	Porcentaje de intervenciones en la plataforma superior reguladas bajo criterios de riesgo y seguridad
				A.E. 3.2: Estabilizar y proteger laderas y acantilados mediante intervenciones de reducción del riesgo y recuperación de áreas inestables.	Longitud de laderas y acantilados con medidas de estabilización y protección implementadas

		de su plataforma inferior, acantilados y plataforma superior frente a peligros naturales, respetando siempre su capacidad territorial.	A.E. 3.3: Implementar medidas de seguridad y reducción del riesgo en la terraza baja y su infraestructura estratégica frente a peligros geotécnicos, sísmicos e hidrológicos.	Porcentaje de infraestructura estratégica de la terraza baja con medidas de seguridad y reducción del riesgo implementadas
		O.E.4. Desarrollar y ejecutar propuestas de intervención que aseguren el manejo sostenible de la Costa Verde, garantizando la protección, conservación y resiliencia de su sistema marino-costero frente a las dinámicas y peligros naturales	A.E. 4.1: Incorporar criterios de dinámica marina, erosión y exposición al riesgo en la gestión del borde litoral.	Porcentaje del borde litoral gestionado bajo criterios de riesgo y dinámica marina
			A.E. 4.2: Implementar medidas de protección, adaptación y reducción del riesgo frente a peligros marino-costeros y efectos del cambio climático.	Longitud del borde litoral con medidas de protección y adaptación implementadas
		OE 5. Fortalecer la gobernanza y la gestión adaptativa de la Costa Verde mediante la articulación institucional, el seguimiento y la mejora continua.	A.E. 5.1: Fortalecer la coordinación entre entidades públicas, sector privado, academia y sociedad civil para la gestión integrada del territorio y del riesgo.	Número de mecanismos de coordinación interinstitucional implementados
			A.E. 5.2: Implementar mecanismos legales de seguimiento, evaluación y mejora continua de políticas, instrumentos, programas y proyectos territoriales.	Porcentaje de instrumentos, programas y proyectos con mecanismos de seguimiento y evaluación implementados

Fuente: Equipo Técnico

CAPÍTULO II. PROPUESTA ESPECÍFICA

2.1. Sistematización de la propuesta general – imagen objetivo.

Se han establecido criterios de evaluación orientados al logro de la Imagen Objetivo, en concordancia con la Visión componente propuesta para el desarrollo de la Costa Verde. Estos criterios permiten vincular los resultados del diagnóstico con las propuestas de intervención, asegurando que las acciones planteadas respondan a las condiciones, problemáticas y oportunidades identificadas en el territorio y contribuyan al cumplimiento de los objetivos estratégicos.

En este marco, la evaluación considera la articulación entre diagnóstico, objetivos, estrategias y propuestas, de manera que las intervenciones previstas contribuyan de forma coherente al modelo territorial proyectado y al logro de la Visión de la Costa Verde.

Criterio 1: Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GRD) y Gobernanza.

La Costa Verde presenta una alta complejidad institucional debido a la superposición de competencias y la limitada articulación entre múltiples actores, tales como la Municipalidad Metropolitana de Lima, los municipios distritales ribereños, la Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV) y DICAPI. Esta fragmentación en la toma de decisiones, sumada a la desactualización y disparidad de los instrumentos de planificación vigentes, dificulta la ejecución de intervenciones integrales y reduce severamente la capacidad técnica para gestionar los riesgos geodinámicos, sísmicos, oceanográficos y antrópicos que afectan al territorio.

Para revertir esta vulnerabilidad, resulta imperativo consolidar un sistema de gobernanza territorial que incorpore la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GRD) de manera transversal, articulando los enfoques prospectivo, correctivo y reactivo. Este nuevo modelo debe sustentarse en la evidencia científica, el monitoreo continuo y una coordinación vinculante entre el sector público, privado, la academia y la sociedad civil, garantizando que toda decisión de inversión u ocupación asegure la protección de la población, la continuidad operativa de la infraestructura y el desarrollo resiliente del litoral.

Figura N° 2: Gobernanza territorial y gestión integral del riesgo de desastres en la Costa Verde



Fuente: Equipo Técnico

Criterio 2: Reducción del Riesgo y Protección Integral del Territorio

La Costa Verde opera como un sistema territorial complejo y altamente dinámico, estructurado en tres unidades interdependientes —Plataforma superior, acantilados, plataforma baja y Zona marino - costera — que se encuentran expuestas de forma simultánea a peligros geológicos, sísmicos, oceanográficos y antrópicos. En la planicie superior, la sobrecarga urbana y las filtraciones generan inestabilidad; los acantilados sufren procesos críticos de erosión y movimientos en masa por la gravedad y la meteorización; mientras que la terraza baja, emplazada mayormente sobre rellenos artificiales y tierras ganadas al mar, concentra infraestructura estratégica vulnerable a asentamientos diferenciales, licuación, tsunamis y erosión marina por la pérdida de playas.

Frente a la ocurrencia de sismos de gran magnitud y eventos extremos que amenazan la continuidad de los servicios esenciales, resulta impostergable abordar la reducción del riesgo de manera integral. Esto exige articular la regulación territorial y la gestión de nuevas inversiones con las condiciones geológicas, geotécnicas y oceanográficas específicas de cada sector, priorizando intervenciones focalizadas en la estabilización de taludes, el control de la erosión litoral y la recuperación de la berma costera.

Asimismo, la ejecución de las intervenciones y la gestión de la infraestructura existente deben incorporar criterios rigurosos de resiliencia y desempeño funcional a lo largo de todo su ciclo de vida. Toda priorización de proyectos debe fundamentarse estrictamente en análisis multiamenaza, monitoreo continuo del territorio y evaluación de la criticidad de los activos, optimizando los recursos públicos y privados para mitigar progresivamente la exposición de la población.

De este modo, la reducción del riesgo y la infraestructura resiliente se consolidan como pilares fundamentales del ordenamiento territorial, orientados a estabilizar los sistemas terrestres y marino-costeros y a fortalecer la capacidad de respuesta y recuperación del litoral. Esta visión sistémica garantiza un desarrollo urbano seguro, sostenible y plenamente adaptado frente a los riesgos presentes y futuros hacia el horizonte 2040

Figura N° 3: Reducción del Riesgo y Protección Integral del Territorio



Fuente: Equipo Técnico

Criterio 3: Gestión del conocimiento y monitoreo permanente.

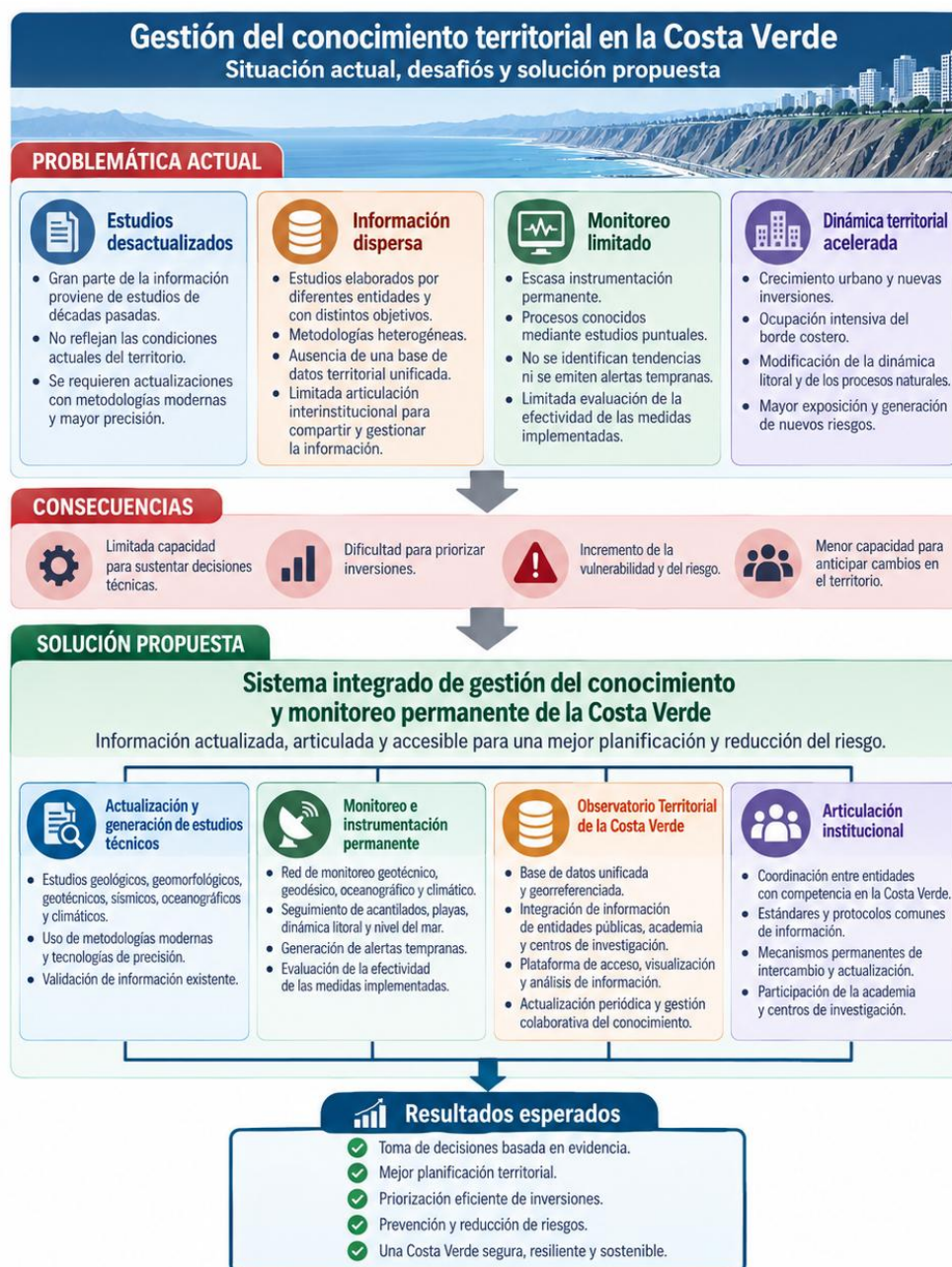
La gestión del conocimiento territorial en la Costa Verde enfrenta limitaciones críticas debido a la dispersión y desactualización de su base técnica. Gran parte de los estudios disponibles fueron elaborados hace décadas y no reflejan las condiciones actuales del sistema físico, las transformaciones urbanas, la dinámica litoral ni los efectos del cambio climático. Además, la información se encuentra fragmentada entre distintas entidades sin una plataforma unificada, lo que dificulta su integración para la planificación y la Gestión Integral del Riesgo de Desastres.

A esta dispersión se suma la escasez de programas de monitoreo continuo para dar seguimiento a procesos críticos como la inestabilidad de los acantilados, la erosión marina, las variaciones del nivel del mar y el transporte de sedimentos. Las evaluaciones actuales suelen basarse en diagnósticos puntuales y desarticulados, careciendo de la instrumentación permanente necesaria para identificar tendencias, evaluar la efectividad de las medidas de mitigación o emitir alertas tempranas oportunas.

Frente a este escenario, resulta imperativo consolidar un sistema integrado de gestión del conocimiento sustentado en la actualización periódica de estudios técnicos y el uso de

tecnologías de alta precisión. La implementación de un Observatorio Territorial articulado entre el sector público y la academia permitirá centralizar la información, fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia y consolidar una planificación resiliente acorde a las exigencias futuras del litoral.

Figura N° 4: Gestión del conocimiento y monitoreo territorial de la Costa Verde



Fuente: Equipo Técnico

2.2. Conformación transversal de la Costa Verde.

Para efectos de la planificación territorial y de la gestión integral del riesgo de desastres, el ámbito de la Costa Verde se estructura en sectores transversales, definidos en función de las características geomorfológicas. Esta sectorización constituye la base para la planificación, regulación e implementación de medidas de prevención, reducción y control del riesgo, permitiendo diferenciar las intervenciones de acuerdo con la dinámica física de cada unidad territorial.

La franja ribereña se organiza en tres (03) sectores transversales: Sector A – Zona Marino-Costera, Sector B – Plataforma Baja y Sector C – Sistema de Acantilados y Plataforma Superior. Para fines de gestión del riesgo y definición de intervenciones, el Sector C se subdivide en dos subsectores, C1 y C2, debido a la estrecha relación funcional y geotécnica entre la estabilidad de los acantilados y las condiciones de seguridad de la plataforma superior. No obstante, esta subdivisión responde únicamente a criterios de gestión y análisis, ya que los tres sectores conforman un continuo territorial interdependiente, donde las condiciones y procesos de un sector pueden incidir directamente sobre los demás. En particular, la Plataforma Baja se encuentra condicionada tanto por los procesos provenientes de los acantilados y la plataforma superior como por la dinámica marino-costera. Por ello, las intervenciones en cualquiera de estos sectores o subsectores deberán analizarse de manera integral, considerando sus interacciones y posibles efectos sobre la estabilidad, funcionalidad y seguridad del conjunto de la franja ribereña.

La delimitación de estos sectores toma como referencia elementos físicos permanentes y fácilmente identificables en el territorio, tales como la vía Circuito de Playas, la vía Malecón, los límites geomorfológicos del acantilado y las infraestructuras existentes, con la finalidad de garantizar una adecuada aplicación de los instrumentos de planificación, gestión y control. Cabe señalar que el tramo comprendido entre la Playa Los Pescadores y el promontorio sur de la Playa La Chira, presenta condiciones geomorfológicas, paisajísticas, ambientales e históricas particulares, por lo que deberá ser objeto de un tratamiento especial en materia de planificación y gestión del riesgo, sustentado en estudios técnico-científicos específicos que definan las intervenciones compatibles con sus características y restricciones.

En el marco del PMDCV 2026–2040, los sectores transversales quedan definidos de la siguiente manera:

Sector A – Zonas Marino - Costera

Comprende el espacio ubicado entre la línea de costa y el borde de la plataforma inferior, incluyendo: el medio marino; las playas existentes y áreas por ganarse al mar; las obras e infraestructuras de protección costera (rompeolas, espigones, enrocados y estructuras similares); las áreas de recreación de playa y espacios públicos asociados estrechamente alineados la naturaleza de costa ; hasta el límite definido por el inicio de las áreas verdes, zonas de recreación o, en su defecto, hasta el borde exterior de la vía Circuito de Playas, sin incluir dicha infraestructura vial.

Sector B – Plataforma Inferior

Comprende la franja correspondiente a la plataforma inferior terrestre, delimitada: desde el borde de la vía Circuito de Playas y los malecones, incluyendo la totalidad de su infraestructura vial, bermas y elementos asociados, hasta el inicio de las obras de protección del pie del acantilado o de las infraestructuras destinadas a la protección frente a caída de rocas (muros, pantallas, galerías, viseras u otras estructuras equivalentes), constituyendo la zona de transición entre la plataforma costera y el acantilado. Este sector concentra principalmente la infraestructura vial, los accesos longitudinales y los espacios requeridos para la protección de la infraestructura frente a procesos de inestabilidad del talud.

Sector C – Acantilado y Plataforma Superior

Comprende la unidad territorial conformada por el acantilado y la plataforma urbana superior, subdividiéndose en dos subsectores:

Subsector C1 – Acantilado: Comprende el talud del acantilado, desde el límite superior del Sector B hasta el cambio abrupto de pendiente que marca el borde superior del acantilado o el inicio de la plataforma Superior (C2), cuando corresponda, hasta la vía Malecón.

Este subsector constituye la unidad geomorfológica de mayor sensibilidad frente a procesos de geodinámica externa, siendo prioritario para la implementación de medidas de estabilización, drenaje, monitoreo y protección.

Subsector C2 – Plataforma Superior: Comprende el espacio ubicado desde el límite superior del Subsector C1 hasta el límite exterior de la plataforma urbana superior, incluyendo: áreas residenciales; áreas recreativas; parques; áreas deportivas; espacios públicos; malecones; infraestructura vial y de servicios; demás usos urbanos existentes o proyectados.

Las intervenciones desarrolladas en este subsector deberán considerar su influencia sobre la estabilidad del acantilado, incorporando criterios de gestión del riesgo relacionados con el drenaje superficial, control de cargas, infiltraciones, ocupación del suelo y estabilidad geotécnica.

Figura N° 5: Sectorización transversal



Fuente: Equipo Técnico

2.3. Plan del sistema de protección Marino – costera

El Sistema de Protección Costera constituye una de las principales estrategias estructurales para el control y la reducción de los riesgos asociados a los procesos marino-costeros que afectan el litoral de la Costa Verde, tales como el oleaje extremo y anómalo, la inundación costera, la erosión marina, la socavación en la terraza baja, las alteraciones en el transporte longitudinal y transversal de sedimentos, la pérdida progresiva de playas, la variación de la línea de costa, el incremento del nivel medio del mar, impacto de tsunamis y los efectos del cambio climático. Su implementación tiene como finalidad proteger la vida y la seguridad de la población y de los usuarios de la Costa Verde, preservar la estabilidad física del borde costero, salvaguardar la infraestructura estratégica ubicada en la plataforma inferior, recuperar y estabilizar las playas y mantener el equilibrio morfodinámico del litoral mediante intervenciones compatibles con las condiciones hidro-oceanográficas, geomorfológicas y ambientales del ámbito, contribuyendo al desarrollo de un territorio seguro, resiliente y sostenible.

Frente a las propuestas de intervención identificadas en los antecedentes, se reconoce como principal limitante la necesidad de contar con estudios prioritarios actualizados y especializados que permitan sustentar técnicamente el inicio de una estrategia de intervención orientada a controlar y reducir los escenarios de riesgo presentes en el sistema marino-costero. En este sentido, la lógica de intervención se plantea como una hoja de ruta progresiva, secuencial y adaptativa, que permita avanzar desde el conocimiento de la problemática hacia intervenciones de mayor complejidad y alcance, como se muestra a continuación.

- Etapa 1 - Diagnóstico y Línea Base: Identificación de los principales fenómenos de afectación que condicionan el sistema marino-costero. Implica reconocer la interacción entre los procesos naturales (hidrodinámica) y la infraestructura actual, determinando los sectores críticos para establecer la línea base de intervención.
- Etapa 2 - Caracterización Hidro-Oceanográfica y Morfodinámica: Ejecución de estudios a profundidad (oceanográficos, geológicos, geotécnicos y estructurales) para comprender la dinámica de transporte de sedimentos, determinar las relaciones causa-efecto y establecer los parámetros técnicos indispensables para el diseño de defensas.
- Etapa 3 - Rehabilitación y Mitigación Temprana: Reducción del riesgo a niveles aceptables priorizando el reforzamiento, adecuación y conservación de la infraestructura de defensa existente. El objetivo es recuperar la funcionalidad y seguridad de las estructuras actuales antes de comprometer recursos en nuevas intervenciones de mayor escala.
- Etapa 4 - Estabilización e Intervención Integral: Implementación de nuevas obras de protección, recuperación de playas y adaptación costera. Estas intervenciones se diseñan y seleccionan según las necesidades de cada tramo, bajo una visión integral del sistema marino-costero que prohíbe estrictamente las soluciones aisladas.
- Etapa 5 - Transformación Territorial: Con las condiciones críticas controladas, se viabiliza el desarrollo de intervenciones de mayor relevancia ingenieril, social y económica. Estas obras buscan potenciar las capacidades y oportunidades de la Costa Verde, expandiendo su resiliencia a largo plazo.
- Etapa 6 - Monitoreo Permanente y Mantenimiento: Implementación de un sistema

continuo de evaluación que acompañe todas las etapas. Su finalidad es verificar el desempeño hidráulico y estructural de las medidas ejecutadas, identificar variaciones en la dinámica litoral y anticipar nuevos escenarios de riesgo para ajustar adaptativamente las estrategias.

Figura N° 6: Sistema integrado de gestión del sistema marino-costero de la Costa Verde



Fuente: Equipo Técnico

1.3.1. Estudios aplicados al sector Marinos - costeros:

Tiene como finalidad PROPONER los estudios marítimos indispensables para Desarrollo de la Costa Verde, con el propósito de establecer los criterios técnicos que sustenten la planificación, el diseño y la implementación de las intervenciones en el sistema marino-costero; desde la perspectiva de la ingeniería marítima, portuaria e hidrografía, estos estudios permitirán caracterizar las condiciones oceanográficas, hidro-oceanográficas, geológicas, geotécnicas y morfodinámicas actual del área de intervención, así como evaluar la interacción entre las obras proyectadas y el medio marino, definiendo las solicitudes de diseño y el comportamiento esperado de las estructuras durante su vida útil.

La información de dichos estudios constituye el principal sustento de la formulación y evaluación de las alternativas de intervención, como la estabilización de playas, espigones, enrocados, malecones, marinas, plataformas recreativas, rellenos hidráulicos y demás infraestructuras estratégicas.

a. Vigencia de los estudios y necesidad de actualizar

Con el propósito de evaluar la vigencia y pertinencia de los principales estudios desarrollados para la Costa Verde desde con el fin de formular el sistema de protección costera, se realizó una revisión técnica de la información existente, analizando su aplicabilidad para la formulación del Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde 2026–2040. permitiendo identificar los estudios que constituyen una línea base vigente, aquellos que requieren actualización y los estudios complementarios necesarios para sustentar el diseño, la implementación de las futuras intervenciones y la reducción de los riesgos asociados a la dinámica marino-costera.

Tabla N° 3: Diagnóstico de los estudios existentes

ESTUDIO	VIGENCIA	¿SE ACTUALIZA?	RECOMENDACIÓN
Estudio de Dinámica Costera – DHN (2016)	Vigente como línea base	SÍ	Actualizar batimetría, oceanografía, transporte de sedimentos y modelación numérica.
Análisis Multitemporal de la Línea de Costa (2014–2023)	Vigente	SÍ	Incorporar imágenes 2024–2026 y nuevos levantamientos topográficos y batimétricos.
Análisis Multitemporal Playa Los Delfines (2024)	Plenament e vigente	NO (solo complementar)	Utilizar como línea base del sector y complementarlo con monitoreo y modelaciones.
Estudio Royal Haskoning DHV (2018)	Vigente a nivel conceptual	SÍ	Actualizar modelaciones y adecuar las alternativas a la nueva configuración del Plan Maestro.
Escenario de Riesgo por Sismo y Tsunami – CENEPRED (2020)	Vigente como referencia	SÍ	Actualizar información territorial, población e infraestructura crítica.
Estudios del CNAT–DHN sobre Tsunamis	Vigentes	NO	Mantener como referencia y complementarlos con modelación específica para el proyecto.

Fuente: Elaboración por el equipo técnico, a partir de los datos de DHN

En este contexto, los siguientes apartados presentan los estudios técnicos que se consideran necesarios para complementar, actualizar y profundizar la información existente.

i. Estudio Hidro – Oceanográfico

El Estudio Hidro-Oceanográfico (EHO) es uno de los estudios de estricto cumplimiento; tiene por finalidad caracterizar las condiciones hidrográficas, oceanográficas, meteorológicas y geomorfológicas del ámbito marino-costero de intervención, a fin de comprender su dinámica y determinar las variaciones que podrían generarse como consecuencia de las obras proyectadas. Su elaboración deberá desarrollarse de acuerdo con los procedimientos y criterios establecidos en la Norma Técnica Hidrográfica N.° 45 – Lineamientos para la Elaboración de Estudios Hidro-Oceanográficos, aprobada por la Autoridad Marítima Nacional en 2023.

El estudio comprende la recopilación, procesamiento, análisis y modelación de información sobre oleaje, mareas, variables meteorológicas, corrientes, temperatura, salinidad y nivel medio del mar, permitiendo caracterizar la dinámica del medio marino y su interacción con el

litoral y las obras existentes o proyectadas, así como comprender los procesos de erosión, sedimentación, transporte litoral y respuesta frente a eventos extremos y al cambio climático. Como principales productos, generará una base de datos hidro-oceanográfica confiable, parámetros estadísticos y condiciones ambientales de diseño, que sustentarán los estudios de ingeniería marítima y costera, la evaluación de la interacción obra-medio marino y la formulación y diseño de medidas de protección, recuperación y adaptación del litoral, reduciendo la incertidumbre para la planificación de futuras intervenciones en la Costa Verde.

El estudio (EHO) presenta como contenido o componente lo siguientes Ítems:

- La Línea de Más Alta Marea (LAM): consiste en determinar y representar técnicamente la posición de la máxima elevación alcanzada por las mareas en el ámbito de estudio, mediante el levantamiento y control vertical y horizontal respecto a la geomorfología de la playa, estableciendo su cota respecto. El estudio incorpora el mareograma de la fecha del levantamiento, la ubicación y coordenadas de los hitos y vértices de control, así como la delimitación de la franja de 50 m paralela a la LAM, permitiendo determinar con precisión la ubicación del predio respecto de dicha franja y generar la información cartográfica y geoespacial necesaria para la planificación y regulación del borde marino-costero.
- Levantamiento Batimétrico: Tiene como finalidad caracterizar con precisión la morfología y configuración del fondo marino en el área de intervención, determinando profundidades, pendientes, taludes, canales, bancos de arena y obstáculos mediante ecosondas y sistemas GNSS de alta precisión. La información obtenida permite generar modelos digitales del fondo marino y constituye un insumo fundamental para la modelación hidrodinámica y morfodinámica, el diseño y cimentación de estructuras marítimas, la evaluación de la estabilidad del lecho marino y la definición de las condiciones técnicas para las intervenciones.
- Estudio de Oleaje: Tiene como finalidad caracterizar el régimen y comportamiento de las olas que inciden sobre el litoral de la Costa Verde, considerando condiciones normales y extremas mediante el análisis de su altura significativa y máxima, periodos, dirección, frecuencia de ocurrencia y eventos extremos o anómalos, incluidos aquellos asociados al Fenómeno El Niño. Asimismo, cuando corresponda, incorpora la modelación numérica de la propagación del oleaje, comparando las condiciones actuales con las generadas por las estructuras proyectadas y evaluando sus efectos sobre el área de intervención y los sectores aledaños. A partir de la determinación del oleaje de diseño para los períodos de retorno requeridos y, se establecen criterios técnicos para el diseño, dimensionamiento, estabilidad y seguridad de las obras de protección e infraestructura marino-costera.
- Estudio de Corrientes, Mareas y Vientos: El estudio de corrientes tiene como finalidad caracterizar la circulación vientos y dinámica del agua, mediante la medición y análisis de la dirección, magnitud, velocidad y variabilidad de las corrientes en los diferentes niveles de la columna de agua, considerando las condiciones de marea y variaciones temporales. Los resultados permitirán identificar los principales patrones de circulación y evaluar, mediante modelación numérica cuando corresponda, las modificaciones que podrían generar las intervenciones proyectadas sobre la dinámica actual del litoral. Esta

información constituye un insumo fundamental para la planificación, diseño y evaluación de las obras, así como para determinar sus posibles efectos sobre la configuración de la costa y establecer criterios de seguridad, protección y adaptación.

- **Estudio Morfológico del Litoral:** Tiene como finalidad analizar la evolución espacial y temporal de la línea de costa, permitiendo comprender los cambios que ha experimentado el litoral a partir de los procesos naturales y antrópicos. Su desarrollo proporciona información clave para identificar tendencias de erosión y acreción, así como para evaluar la estabilidad del borde costero a largo plazo. Para ello, integra el análisis de imágenes satelitales, fotografías aéreas, ortofotos, levantamientos topográficos y estudios históricos, permitiendo determinar el retroceso o avance de las playas, identificar sectores críticos y establecer las tendencias de evolución de la línea de costa. Por ello se recomienda utilizar series históricas superiores a treinta años, con el propósito de obtener una adecuada caracterización de la dinámica litoral y sustentar técnicamente las intervenciones.
- **Estudio de Dinámica Litoral y Sedimentos:** Tiene como finalidad caracterizar los procesos que controlan la movilidad de los sedimentos y la evolución del litoral, mediante la evaluación de la interacción entre el oleaje, las corrientes marinas, las mareas y la morfología costera. Comprende la realización de ensayos granulométricos y la clasificación de los sedimentos, según sistemas como SUCS o Folk, cuyos resultados permiten analizar el transporte longitudinal y transversal de sedimentos, los procesos de erosión y acreción y el balance sedimentario del litoral. Asimismo, permite identificar sectores con déficit o acumulación de sedimentos, evaluar la estabilidad de las playas y predecir las modificaciones que podrían generar las intervenciones marítimas, como espigones, rompeolas, enrocados o rellenos hidráulicos, constituyéndose en un insumo fundamental para el diseño de medidas de protección, recuperación y gestión sostenible del borde litoral de la Costa Verde.

ii. Estudio Geológico Marino

Tiene como finalidad caracterizar las condiciones geológicas del fondo marino y establecer las características del sustrato sobre el cual se proyectarán las futuras obras de ingeniería costera. Este estudio permite comprender la composición, distribución y estabilidad de los materiales geológicos presentes en el lecho marino, constituyendo un elemento esencial para la evaluación de la factibilidad constructiva y la seguridad estructural de las intervenciones. Comprende la identificación de la litología, el espesor sedimentario, los tipos de depósitos, la presencia de materiales rocosos y las condiciones de estabilidad geológica del fondo marino. Sus resultados permiten definir criterios para el diseño de cimentaciones, evaluar la interacción entre las estructuras y el sustrato, e identificar posibles restricciones geológicas que condicionen el desarrollo de las obras.

iii. Estudios Geotécnicos Marinos

Tienen como finalidad determinar las propiedades físicas, mecánicas y geotécnicas de los materiales que conforman el fondo marino, proporcionando la información necesaria para el

diseño seguro y eficiente de las cimentaciones y demás elementos estructurales de las obras marítimas.

Estos estudios comprenden investigaciones mediante perforaciones, ensayos de penetración (CPTu), obtención de muestras y ensayos de laboratorio especializados, permitiendo determinar la resistencia del suelo, la capacidad portante, los asentamientos y los principales parámetros geomecánicos. La información obtenida constituye el sustento para el diseño geotécnico de las infraestructuras costeras.

iv. Modelación Numéricos Hidrodinámicos

Tiene como finalidad simular el comportamiento del medio marino frente a diferentes escenarios naturales y de intervención, permitiendo evaluar la respuesta del sistema costero ante la construcción de nuevas obras de ingeniería marítima. Constituye una herramienta indispensable para optimizar el diseño de las infraestructuras y minimizar los impactos sobre la dinámica litoral. Mediante modelos numéricos bidimensionales y tridimensionales se simula la propagación del oleaje, las corrientes marinas, los procesos de refracción, difracción y reflexión del oleaje, así como la interacción entre las estructuras proyectadas y el medio marino. Los resultados permiten comparar distintas alternativas de diseño, verificar el desempeño hidráulico de las obras y seleccionar las soluciones más eficientes y compatibles con las condiciones naturales del litoral.

v. Estudio de Tsunamis

Tiene como finalidad evaluar la amenaza generada por eventos sísmicos de gran magnitud capaces de producir inundaciones en el litoral de la Costa Verde, Para ello, desarrolla modelaciones numéricas que permiten determinar los tiempos de llegada, la altura de inundación, la profundidad y velocidad del flujo, las áreas potencialmente inundables y las cotas de seguridad. Los resultados constituyen un insumo fundamental para la planificación territorial y los diseños estructurales de las obras marítimas, la definición de zonas seguras, el desarrollo de sistemas de alerta temprana e implementación de rutas de evacuación frente a eventos extremos.

vi. Estudio de Cambio Climático

Tiene como finalidad evaluar los efectos que los escenarios climáticos futuros e incorporar criterios de adaptación que permitan garantizar la funcionalidad, seguridad y resiliencia de las intervenciones durante toda su vida útil. Este estudio analiza escenarios relacionados con el incremento del nivel medio del mar, las modificaciones en el régimen de oleaje, la ocurrencia de eventos extremos, la variabilidad climática y los efectos asociados al Fenómeno El Niño. Establecer diseño adaptativo, evaluar la vulnerabilidad de las obras frente a escenarios futuros y definir medidas que contribuyan a reducir los riesgos derivados del cambio climático y fortaleciendo la sostenibilidad.

vii. Estudio de Ingeniería Básica y de Detalle

a partir de los resultados de estudios técnicos, se evaluarán y definirán alternativas de intervención técnicamente viables y compatibles con la dinámica litoral, determinando su configuración, dimensionamiento y condiciones de funcionamiento; el estudio deberá desarrollar progresivamente la ingeniería conceptual, básica y de detalle, incluyendo

memorias de cálculo, planos constructivos, especificaciones técnicas, metrados, presupuestos, programación de ejecución y criterios de operación, monitoreo y mantenimiento, procurando que las soluciones respondan a las condiciones particulares de cada tramo y se integren como parte de un sistema de protección y recuperación del borde costero, orientado a garantizar la estabilidad, funcionalidad, resiliencia y sostenibilidad de la infraestructura estratégica durante todo su ciclo de vida.

viii. El Estudio Integral del Estado de Conservación y Capacidad Funcional de la Infraestructura de Defensa Existente

Comprende el inventario georreferenciado, la inspección estructural en superficie y de manera subacuática, y el diagnóstico patológico de los diques, enrocados y muros marginales actuales para determinar su remanente de vida útil y su resistencia frente a la acción marina. A través de la evaluación hidráulica del desempeño frente al oleaje, la detección de socavaciones basales y el cálculo de la estabilidad remanente, el estudio jerarquiza los niveles de criticidad de los tramos evaluados, entregando los lineamientos técnicos, expedientes de rehabilitación y prioridades de intervención para recuperar la funcionalidad de las defensas existentes antes de proyectar nuevas obras.

Finalmente, a modo de síntesis, la Tabla N.º 4 presenta los principales estudios propuestos como sustento técnico para la planificación, diseño y ejecución de las intervenciones orientadas a caracterizar el sistema marino-costero y reducir la incertidumbre, mientras que la Tabla N.º 5 detalla los componentes hidro-oceanográficos y los requerimientos de información técnica según el tipo de infraestructura, tomando como referencia la Norma Técnica Hidrográfica N.º 45. Esta matriz permite relacionar cada categoría de infraestructura con los estudios, variables, datos relevantes, periodos de información y requerimientos de medición que deben considerarse de acuerdo con sus características y nivel de intervención.

Tabla N° 4: Diagnóstico de los estudios existentes

Estudio	Objetivo	Aplicación	Producto final	Condición	Prioridad	Responsable
Estudio Hidro-Oceanográfico (EHO) (incluye: LAM, levantamiento batimétrico, oleaje, corrientes-mareas-vientos, morfología del litoral y dinámica litoral y sedimentos)	Caracterizar integralmente las condiciones hidrográficas, oceanográficas, meteorológicas, geomorfológicas y sedimentarias del sistema marino-costero, así como su dinámica y evolución frente a condiciones naturales y a las intervenciones proyectadas.	Sustentar la caracterización del medio marino, la evaluación de la dinámica litoral, el análisis de erosión y sedimentación, la delimitación del borde marino-costero y el diseño, evaluación y planificación de intervenciones marítimas y costeras.	Base de datos hidro-oceanográfica y morfodinámica; LAM; levantamiento batimétrico; régimen de oleaje, corrientes, mareas y vientos; evolución de la línea de costa; caracterización y transporte sedimentario; parámetros y condiciones ambientales de diseño.	Obligatorio	Muy alta	Entidad promotora / autoridad marítima competente
Estudio Geológico Marino	Caracterizar la geología y el sustrato del fondo marino.	Evaluar factibilidad constructiva, estabilidad e interacción estructura-sustrato.	Modelo geológico del fondo marino, litología, depósitos y restricciones geológicas.	Complementario para obras con cimentación marina	Alta	Entidad promotora
Estudios Geotécnicos Marinos	Determinar propiedades físicas, mecánicas y geotécnicas del fondo marino.	Diseñar cimentaciones y estructuras marítimas y evaluar capacidad portante, licuación y asentamientos.	Parámetros geotécnicos, capacidad portante, potencial de licuación y asentamientos.	Complementario para obras estructurales	Muy alta	Entidad promotora
Modelación Numérica Hidrodinámica	Simular la respuesta del sistema marino ante condiciones naturales y escenarios de intervención.	Comparar alternativas, optimizar diseños y evaluar efectos de las obras sobre la dinámica litoral.	Modelos calibrados, mapas de resultados y escenarios comparativos con/sin proyecto.	Complementaria según complejidad de la intervención	Alta	Entidad promotora / autoridad marítima competente
Estudio de Tsunamis	Evaluar la amenaza de inundación generada por tsunamis en el litoral.	Definir criterios de seguridad, diseño resiliente, alerta y evacuación.	Mapas de inundación, alturas, velocidades, tiempos de llegada y cotas de seguridad.	Obligatorio para planificación y proyectos expuestos a tsunami	Muy alta	Entidad promotora
Estudio de Cambio Climático	Evaluar los efectos de escenarios climáticos futuros sobre el sistema marino-costero y las obras.	Incorporar adaptación y resiliencia en el diseño y evaluar vulnerabilidad durante la vida útil.	Escenarios climáticos, proyecciones, evaluación de vulnerabilidad y criterios de adaptación.	Complementario para infraestructura de largo plazo	Muy alta	Entidad promotora

Tabla N° 5: Matriz de estudios marino-costeros según tipo de infraestructura, conforme a la Norma Técnica Hidrográfica N.° 45

infraestructura	Función que cumple	Análisis / estudios requeridos	Dato relevante requerido
I.1 Marinas	Atraque, permanencia, operación y servicios a embarcaciones.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología de costa y sedimentos. Modelación de olas, corrientes y transporte sedimentario.	LAM: delimitación de la LAM y franja de 50 m. Batimetría: fondo y profundidades en franja de 1 km. Oleaje: climatología de 30 años + medición horaria in situ 3 meses. Corrientes: medición lagrangiana durante un ciclo de marea + euleriana 1 mes. Mareas: amplitudes y niveles de referencia; si no hay estación a ≤ 50 km, medición horaria 1 mes mínimo. Viento: estadística de 20 años + medición horaria in situ 3 meses. Geomorfología: línea de costa y erosión/sedimentación de ≥ 10 años. Sedimentos: 5 muestras. Transporte: modelación numérica.
I.2 Terminal Portuario	Operaciones de navegación, atraque, carga, descarga y servicios portuarios.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología de costa y sedimentos. Modelación de olas, corrientes y transporte sedimentario.	LAM: LAM + franja de 1 km hacia cada extremo. Batimetría: franja de 1 km alrededor de la estructura. Oleaje: 30 años + medición horaria in situ 3 meses. Corrientes: lagrangiana en ciclo de marea + euleriana 1 mes en verano y 1 mes en invierno. Mareas: estadística DIHIDRONAV; si está fuera de 50 km, medición horaria 1 mes mínimo. Viento: estadística ≥ 20 años + medición horaria 1 año. Geomorfología: imágenes de ≥ 10 años. Sedimentos: 10 muestras. Transporte: modelación numérica.
II.1 Espigones, rompeolas sumergidos, rompeolas no sumergidos, contradiques, geotubos y otras estructuras similares	Protección y estabilización del litoral y control de la dinámica marina y sedimentaria.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología de costa y sedimentos. Modelación de olas, corrientes y transporte sedimentario.	LAM: LAM + 1 km a cada lado del eje. Batimetría: franja de 1 km alrededor. Oleaje: 20 años de información global + medición horaria in situ 1 mes. Corrientes: lagrangiana durante ciclo de marea + euleriana 1 mes. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición horaria 1 mes mínimo si no existe estación ≤ 50 km. Viento: estadística ≥ 20 años. Geomorfología: ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras. Transporte: modelación, con dominio de referencia de 1 km hacia norte y sur abarcando rompiente.
II.2 Dique seco, diques flotantes, astilleros, talleres no flotantes y varadero artesanal	Construcción, reparación, mantenimiento y apoyo a embarcaciones.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología y sedimentos.	LAM: LAM + 100 m hacia cada lado. Batimetría: área de implementación + 100 m. Oleaje: 20 años; aguas poco profundas 1 mes, excepto dique flotante. Corrientes: ciclo de marea + euleriana 1 mes, excepto dique flotante. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición 1 mes mínimo fuera de 50 km. Viento: estadística ≥ 20 años + medición in situ 1 mes. Geomorfología: ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras.

II.3 Terraplenes en la costa y dentro de los 50 m, muros de protección, enrocado paralelo a la costa y malecón	Protección, estabilización y acondicionamiento del borde costero y áreas próximas.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología y sedimentos. Modelación de olas, corrientes y transporte sedimentario.	LAM: LAM + 50 m hacia cada extremo. Batimetría: para muros/enrocados, área + 100 m; terraplenes: no aplica. Oleaje: 20 años + medición in situ 1 mes. Corrientes: ciclo de marea + euleriana 1 mes. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición 1 mes mínimo si está fuera de 50 km. Viento: ≥ 20 años + medición 1 mes. Geomorfología: ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras cuando se encuentre en terrenos ribereños. Transporte: fórmula empírica + modelación.
II.4 Terraplenes sobre el mar, terrenos ganados al mar, rellenos y terrenos ribereños	Generación, ampliación o recuperación de superficie terrestre mediante intervención sobre el ámbito marino-costero.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología y sedimentos. Modelación de olas, corrientes y transporte sedimentario.	LAM: LAM + 100 m hacia cada extremo. Batimetría: área + 100 m. Oleaje: 20 años + medición horaria in situ 1 mes. Corrientes: ciclo de marea + euleriana 1 mes; modelación para terrenos ganados al mar. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición 1 mes mínimo fuera de 50 km. Viento: ≥ 20 años + medición 1 mes. Geomorfología: ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras cada 100 m a lo largo del eje. Transporte: fórmula empírica y, para terrenos ganados al mar, modelación.
II.5 Muelles de concreto armado, artesanales, recreativos y/o deportivos en zona protegida	Embarque, desembarque, acceso y actividades marítimas en áreas protegidas.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología y sedimentos.	LAM: LAM + 100 m hacia cada extremo. Batimetría: +100 m alrededor. Oleaje: 20 años + medición in situ 1 mes. Corrientes: ciclo de marea + euleriana 1 mes. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición 1 mes mínimo fuera de 50 km. Viento: ≥ 20 años + medición 1 mes. Geomorfología: ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras cada 100 m. Transporte: cálculo mediante fórmula empírica.
II.6 Muelles de concreto armado, artesanales, recreativos y/o deportivos en zona no protegida	Embarque, desembarque, acceso y actividades marítimas en áreas expuestas.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología y sedimentos. Modelación de olas.	LAM: LAM + 100 m. Batimetría: +100 m alrededor. Oleaje: 20 años + medición in situ 1 mes + modelación. Corrientes: ciclo de marea + euleriana 1 mes. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición 1 mes mínimo. Viento: estadística ≥ 20 años + medición 3 meses. Geomorfología: ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras cada 100 m. Transporte: fórmula empírica.
II.7 Dragado inicial, dragado de mantenimiento y vertido	Modificar o mantener profundidades y disponer material procedente del dragado.	Batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento y sedimentos; geomorfología cuando corresponde al vertido.	Batimetría: antes y después de la actividad + 100 m alrededor de las áreas. Oleaje: 20 años. Corrientes: un periodo de marea. Mareas: para vertido, estadística de ≥ 1 año. Viento: ≥ 20 años + medición in situ 1 mes. Geomorfología: para vertido a < 1 km de costa o en costa, imágenes de ≥ 10 años. Sedimentos: 3 muestras superficiales/50 000 m ² , tanto en dragado como en vertido. Transporte: fórmula empírica si el vertido está en veriles < 20 m.

II.9 Multiboyas y monoboyas, Dolphin de amarre, boyas de primera y segunda categoría, chatas con sistema de tuberías, grifos y talleres flotantes y chatas de servicio	Amarre, apoyo, abastecimiento y servicios a embarcaciones.	LAM, batimetría, oleaje, corrientes, mareas, viento y sedimentos.	LAM: según NTH 01; para chatas con tuberías +100 m a cada lado; no aplica si no contacta el perfil costero. Batimetría: área de maniobras +100 m; para boyas, 2 veces el área de borneo. Oleaje: 20 años. Corrientes: ciclo de marea. Mareas: estadística DIHIDRONAV o medición 1 mes mínimo fuera de 50 km. Viento: ≥ 20 años + medición 1 mes. Sedimentos: 5 muestras; para chatas con tuberías, 1 cada 250 m hasta 1 km y luego 1/km.
III.1 Boyas de señalización náutica, boyas y muertos de amarre de tercera categoría	Señalización de navegación y amarre de embarcaciones menores.	Batimetría mediante información de carta náutica oficial. No requiere las demás variables indicadas por la tabla.	Profundidad: dato de la Carta Náutica del área de estudio. LAM, oleaje, corrientes, mareas, viento, geomorfología y sedimentos: no aplica.
III.2 Boyas oceanográficas	Medición y monitoreo de variables oceanográficas.	Batimetría, oleaje y caracterización del tipo de sedimento.	Batimetría: área equivalente a 2 veces el área de borneo. Oleaje: datos globales de 20 años. Sedimentos: caracterización mediante información global. Corrientes, mareas, viento y geomorfología: no aplica según la tabla.

Fuente: Elaboración propia tomando datos de DHN

1.3.2. Protección mediante Sistemas de Defensas sector Marino - Costero.

La protección del borde costero constituye una de las principales estrategias estructurales del Plan Maestro, orientada a controlar los procesos marino-costeros que condicionan la estabilidad física y funcional del litoral de la Costa Verde. Su implementación busca reducir la exposición frente a oleajes extremos y anómalos, inundación costera, erosión marina, socavación y alteraciones del transporte longitudinal y transversal de sedimentos, así como fortalecer la capacidad de respuesta del litoral ante los efectos del cambio climático y eventos extraordinarios, como sismos y tsunamis. De manera complementaria, permitirán recuperar y estabilizar playas, favorecer la acumulación y redistribución controlada de sedimentos y generar nuevas áreas de playa, contribuyendo a la protección de la infraestructura estratégica, la reducción del riesgo de desastres y la seguridad de la población y de los usuarios del corredor ribereño.

Actualmente este sistema está conformado por un conjunto de infraestructuras distribuidas a lo largo del litoral, las cuales presentan diferentes condiciones de conservación y funcionamiento. Entre las principales infraestructuras de defensa se encuentran 25 espigones, 1,374 m de enrocados y 59.32 ha de zonas de playa, como otros elementos asociados al borde costero, que en conjunto contribuyen a generar resistencia y disipación frente a la dinámica hidrodinámica característica del sistema. En este contexto, es necesario una evaluación integral de las condiciones físicas, funcionales, estructurales y de desempeño de estas infraestructuras, considerando su capacidad de protección frente a la dinámica costera y su interacción con los procesos de erosión y transporte de sedimentos. A partir de los resultados de esta evaluación, se deberán determinar y priorizar las acciones de conservación, rehabilitación, reforzamiento o reemplazo, según corresponda a las condiciones específicas de cada tramo, con el propósito de mantener la continuidad y funcionalidad del sistema de protección costera en el ámbito de la Costa Verde.

Las nuevas propuestas se sustentan como base en el “Estudio de Escenarios de Intervención Orientados a la Protección Costera y Generación de Nuevas Áreas en la Bahía de la Costa Verde”, elaborado por Royal HaskoningDHV y evaluado por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI). Este estudio plantea una estrategia integral de protección costera basada en la implementación de estructuras de ingeniería marítima adaptadas a las características hidro-oceanográficas, geomorfológicas y funcionales de cada tramo del litoral. Los cuales proponen complementar la infraestructura existente mediante la implementación de un Sistema Integral de Protección conformado por 23 nuevas estructuras, constituido por 17 espigones, 5 rompeolas separados y 1 sistema de protección mediante enrocado. En conjunto, estas intervenciones buscan consolidar un borde costero más estable y resiliente, generando las condiciones físicas necesarias para la recuperación de playas, protección de la infraestructura existente y desarrollo seguro de las futuras intervenciones urbanas, recreativas y económicas previstas en el Plan Maestro.

1.3.2.1. Infraestructura Existente de Protección y Estabilización Costera.

La actual infraestructura de protección en la Costa Verde es el resultado de intervenciones progresivas ejecutadas durante las últimas décadas para mitigar los fenómenos hidro-oceanográficos antes analizados, estabilizar las playas y resguardar la plataforma inferior. Este conjunto de obras está conformado predominantemente por espigones,

complementados con defensas puntuales y rellenos costeros. Debido a su desarrollo histórico, su distribución espacial, tipología estructural y estado de conservación son sumamente heterogéneos, ya que responden de manera aislada a las necesidades jurisdiccionales locales y a los estándares técnicos vigentes al momento de su respectiva construcción.

A. Espigones existentes: El conjunto de obras de protección costera construidas progresivamente durante las últimas décadas, conformadas principalmente por espigones destinados a controlar el transporte longitudinal de sedimentos, proteger sectores del litoral y favorecer la estabilidad de las playas. De acuerdo con el Informe Técnico de INGEMMET (2022) y validación en campo, se identificaron 25 espigones existentes en tres distritos.

Estas obras fueron ejecutadas en distintos períodos y bajo criterios de diseño específicos, respondiendo principalmente a necesidades locales, por lo que actualmente funcionan de manera independiente y no conforman un sistema integral de protección costera para la bahía. Asimismo, en Magdalena del Mar y San Miguel las estructuras previstas en planes anteriores no llegaron a ejecutarse, manteniéndose tramos del litoral con limitada protección frente a los procesos marino-costeros.

Tabla N° 6: Distribución de espigones

Distrito	N.º de espigones
Chorrillos	09
Barranco	06
Miraflores	10
Total	25

Fuente: Elaboración propia tomando datos de INGEMMET (2022)

a. Intervenciones Estratégicas para el Reacondicionamiento del sistema Espigones Existentes: El sistema de protección costera de la Costa Verde presenta un estado de conservación heterogéneo. De las 25 estructuras registradas, 12 se encuentran en estado bueno (44,4 %), 8 en estado regular (33,3 %) y 5 en estado malo (22,2 %). En conjunto, el 55,6 % presenta una condición regular o mala, evidenciando la necesidad de establecer acciones diferenciadas de mantenimiento, reforzamiento y rehabilitación para asegurar su desempeño y continuidad funcional.

Por distrito, Chorrillos concentra 9 estructuras, de las cuales 7 están en buen estado, 1 en regular y 1 en malo; Barranco registra 6, con 3 en buen estado, 2 en regular y 1 en malo; mientras que Miraflores concentra 12 estructuras, con 2 en buen estado, 6 en regular y 4 en malo. Las principales condiciones identificadas corresponden al desgaste y desplazamiento del enrocado, exposición de los cabezos al oleaje, erosión

y posible socavación, además de alteraciones en la dinámica sedimentaria y reducción del ancho de playa en determinados sectores. Esta situación evidencia la necesidad de evaluar las estructuras no solo por su condición física, sino también por su funcionalidad dentro del sistema de protección del borde costero.

Frente a esta realidad, el Plan Maestro establece la ejecución imperativa de intervenciones estratégicas focalizadas. Se exige el mantenimiento preventivo y el control anticorrosivo para las defensas portuarias y diques estables, y la priorización absoluta de obras de rehabilitación, recalce y reforzamiento estructural para los espigones en estado deficiente (tales como Makaha, Redondo I, La Estrella, Baños de Barranco y Las Gaviotas). Toda acción correctiva deberá sustentarse en inspecciones batimétricas y modelamiento hidrodinámico para asegurar que la infraestructura rehabilitada se integre sinérgicamente al nuevo esquema de protección integral de la Costa Verde. A Continuación se desarrollan las estrategias por espigón:

Tabla N° 7: Espigones en Chorrillos

Código	Infraestructura	Estado	Prioridad	Intervención estratégica
Esp-CH-1	Espigón Playa Agua Dulce	Regular	Media	Rehabilitar y reforzar el enrocado y cabezo, con seguimiento de la evolución de la playa.
Esp-CH-2	Muelle de Pescadores de Chorrillos	Bueno	Media	Conservar y mantener la estructura, incorporando protección anticorrosiva y control de sus condiciones de uso.
Esp-CH-3	Muelle Principal – Club Regatas Lima	Bueno	Media	Mantener y reforzar preventivamente pilotes, defensas y elementos expuestos al ambiente marino.
Esp-CH-4	Espigón Club Regatas Lima N.º 2	Bueno	Media	Mantener y monitorear el enrocado y comportamiento de la playa, especialmente después de temporales.
Esp-CH-5	Rompeolas Exterior Oeste	Bueno	Media	Reforzar preventivamente el enrocado y controlar la estabilidad del pie mediante inspecciones periódicas.
Esp-CH-6	Rompeolas Norte	Bueno	Media	Conservar y mantener el sistema de protección, con reposición localizada y monitoreo hidrodinámico.
Esp-CH-7	Dique Interior Sur	Bueno	Media	Mantener y conservar el dique, realizando seguimiento de la base y del coronamiento.
Esp-CH-8	Dique Interior Este	Bueno	Media	Mantener y monitorear el comportamiento de la playa y realizar reposiciones localizadas cuando corresponda.
Esp-CH-9	Espigón Las Gaviotas – La Herradura	Malo	Alta	Priorizar su rehabilitación y reforzamiento, complementados con evaluación de estabilidad y monitoreo de la dinámica litoral.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8: Espigones en barranco

Código	Infraestructura	Estado	Prioridad	Intervención estratégica
Esp-B-1	Espigón Playa Los Pavos	Bueno	Media	Mantener y reforzar preventivamente el cabezo, con inspecciones periódicas y monitoreo de la dinámica litoral.
Esp-B-2	Espigón Playa Barranco	Regular	Media	Rehabilitar y evaluar su desempeño hidráulico, considerando su integración al sistema integral de protección costera.

Esp-B-3	Espigón Playa Barranco Norte – Baños de Barranco	Malo	Alta	Priorizar su rehabilitación y reforzamiento, evaluando su integración con nuevas obras de protección costera.
Esp-B-4	Espigón Playa Yuyos	Regular	Media	Reforzar y mantener el enrocado, acompañado de monitoreo de la playa y evaluación de su funcionamiento dentro del sistema litoral.
Esp-B-5	Rompeolas Principal – Lima Marina Club	Bueno	Media	Conservar y mantener preventivamente el enrocado, con inspección estructural y seguimiento de su comportamiento hidráulico.
Esp-B-6	Rompeolas Norte – Lima Marina Club	Bueno	Media	Mantener y controlar el enrocado, complementando con manejo periódico de la sedimentación en el acceso.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9: Espigones de Miraflores

Código	Infraestructura	Estado	Prioridad	Intervención estratégica
Esp-M-1	Espigón Playa Los Delfines	Regular	Media	Rehabilitar y reforzar la estructura, priorizando el cabezo y el control de su estabilidad mediante monitoreo periódico.
Esp-M-2	Espigón Tres Picos	Regular	Media	Reforzar y optimizar su funcionamiento hidráulico, con reposición de bloques y seguimiento de la evolución de la playa.
Esp-M-3	Espigón Punta Roquitas	Bueno	Media	Conservar y mantener preventivamente, con inspecciones, batimetría y reforzamiento localizado del cabezo.
Esp-M-4	Espigón La Pampilla	Regular	Media	Reforzar y mantener la estructura, verificando la estabilidad del enrocado y su interacción con el borde costero.
Esp-M-5	Espigón Waikiki	Regular	Media	Reforzar y mantener preventivamente, con monitoreo hidro-oceanográfico y reposición localizada del enrocado.
Esp-M-6	Espigón Makaha	Malo	Alta	Priorizar su rehabilitación y reforzamiento, complementados con monitoreo de la dinámica litoral y estabilidad del cabezo.
Esp-M-7	Espigón La Rosa Náutica	Bueno	Media	Conservar y mantener preventivamente, verificando la estabilidad del enrocado y de la plataforma asociada.
Esp-M-8	Espigón Playa Redondo I	Malo	Alta	Priorizar su rehabilitación y reforzamiento, acompañados de evaluación estructural y seguimiento de la dinámica litoral.
Esp-M-9	Espigón Playa La Estrella – Piedritas	Malo	Alta	Rehabilitar y optimizar el funcionamiento de la estructura, con control sedimentológico y reposición del enrocado.
Esp-M-10	Espigón Bordemar (Las Cascadas)	Regular	Media	Rehabilitar integralmente el paseo y elementos de protección, reforzando el enrocado y estableciendo mantenimiento permanente.

Fuente: Elaboración propia

Por ello el sistema de espigones de la Costa Verde presenta déficits operativos y de cobertura que exigen intervenciones focalizadas. En Miraflores y Barranco, el problema central es el deterioro estructural de los espigones preexistentes, lo que reduce su capacidad de retención sedimentaria y agrava la erosión, haciendo obligatoria su rehabilitación y reforzamiento. En Chorrillos, la necesidad se centra en evaluar la implementación de defensas en tramos históricamente desprotegidos (La

Chira - La Herradura). El escenario más crítico se ubica en San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel, donde la inejecución histórica de los espigones proyectados mantiene el litoral altamente vulnerable a la erosión y socavación. En conjunto, la estrategia técnica exige reparar los espigones degradados y reforzar las iniciativas de construir nuevas estructuras en los sectores descubiertos para consolidar una línea de defensa continua en toda la bahía.

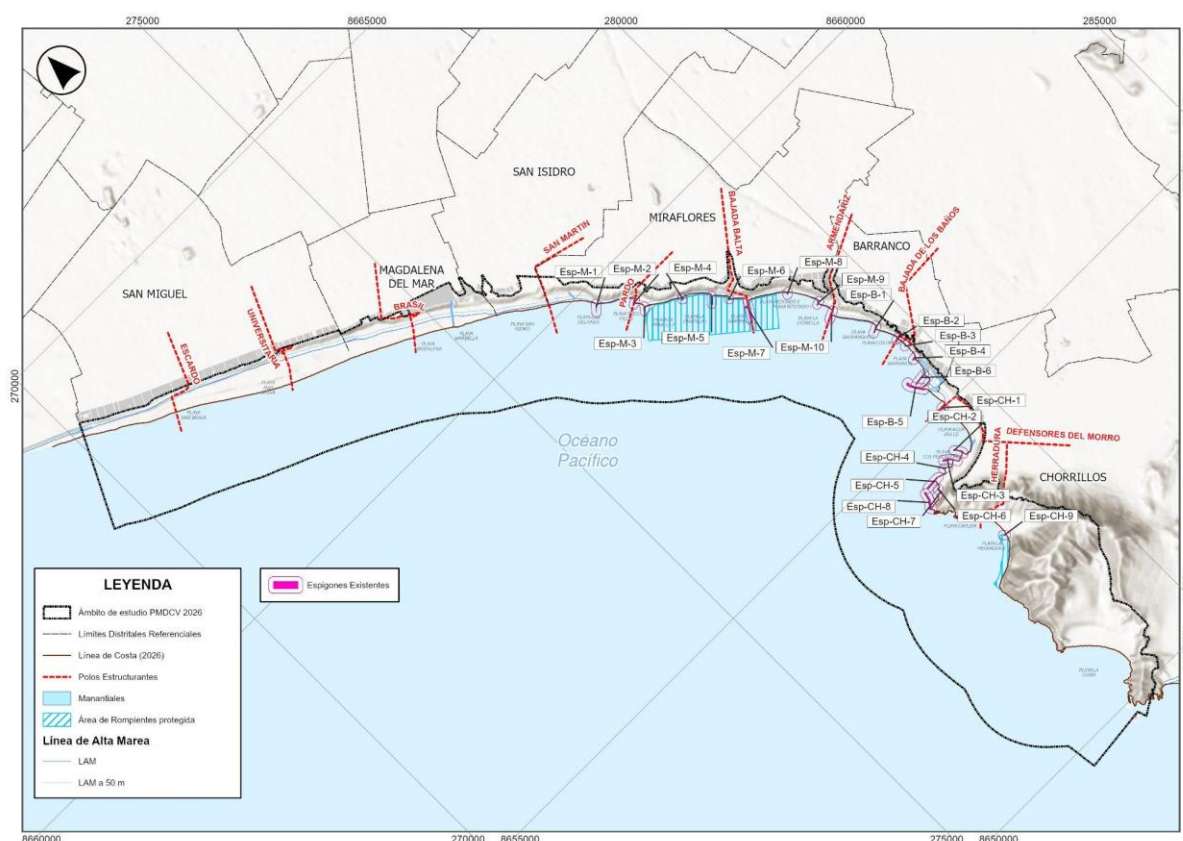
Con el propósito de recuperar la capacidad funcional del sistema de protección costera y garantizar la estabilidad del borde litoral, se establece las siguientes estrategias de intervención para los espigones existentes:

Tabla N° 10: Estrategias de intervención Sistema de espigones Existentes

Estrategia	Acciones
Rehabilitación de estructuras existentes	Recuperar la capacidad estructural y funcional de los espigones y defensas costeras que presentan deterioro.
Programa permanente de mantenimiento	Establecer inspecciones periódicas, conservación preventiva y mantenimiento correctivo de las estructuras marítimas.
Actualización de estudios técnicos	Actualizar la información hidro-oceanográfica, batimétrica, geotécnica y de dinámica litoral como base para las futuras intervenciones.
Monitoreo del comportamiento costero	Implementar un sistema permanente de seguimiento de la evolución de la línea de costa, transporte de sedimentos y desempeño de las obras.
Gestión integral del riesgo	Integrar las obras de protección costera con las estrategias de reducción del riesgo de desastres, garantizando la protección de la población, la infraestructura estratégica y los servicios esenciales.

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 7: Distribución de espigones existentes a rehabilitar o reforzar



Fuente: Elaboración propia

B. Sistemas de enrocados existentes: El sistema de defensa costera mediante enrocados en la Costa Verde está conformado por elementos pétreos de gran tamaño dispuestos longitudinalmente al borde costero, cuya función principal es disipar la energía del oleaje, reducir los procesos erosivos y proteger taludes, plataformas e infraestructura ubicada en la terraza baja. A diferencia de los espigones, que actúan transversalmente modificando el transporte litoral, los enrocados constituyen defensas longitudinales destinadas a reducir la acción directa del oleaje sobre el borde protegido. Estas estructuras contribuyen a la protección de vías, malecones, muelles, estacionamientos, espacios recreativos y áreas de tierra ganada al mar. No obstante, presentan diferentes condiciones de conservación y desempeño, por lo que resulta necesario evaluar su estado físico, continuidad, función y capacidad de protección, con el propósito de determinar las necesidades de mantenimiento, recuperación, reforzamiento o adecuación según las características de cada tramo.

La distribución de las estructuras de protección evidencia una concentración diferenciada a lo largo del litoral de la Costa Verde. De las 10 estructuras identificadas, con una longitud acumulada aproximada de 1 374,6 m, el distrito de Chorrillos concentra 6 estructuras (52,2 % de la longitud total), mientras que Barranco y Miraflores cuentan con 2 estructuras cada uno, representando el 26,3 % y 21,5 %, respectivamente. Esta distribución permite reconocer los sectores con mayor presencia de infraestructura de protección y cuales tienen déficit por diferentes condiciones.

Tabla N° 11: Distribución del sistema de enrocados existentes

Distrito	Estructuras	Longitud aprox.	Porcentaje	Principales sectores
Chorrillos	6	718,4 m	52,2 %	La Herradura Club, Club Regatas, Terminal Pesquero, Malecón Agua Dulce y Playa Sombrillas
Barranco	2	361,2 m	26,3 %	Bajada de Baños 1 y Bajada de Baños 2
Miraflores	2	295,0 m	21,5 %	Parque Tres Picos 1 y Parque Tres Picos 2
Total	10	1 374,6 m	100 %	—

Fuente: Elaboración propia

- b. Intervenciones Estratégicas para el Reacondicionamiento del Sistema de Enrocados Existentes:** La evaluación evidencia diferentes condiciones de conservación y desempeño. De las 10 estructuras identificadas, 5 presentan condición mala, 3 regular y 2 buena, lo que determina la necesidad de establecer intervenciones diferenciadas. Los sectores en condición mala requieren acciones de recuperación orientadas a restituir su funcionalidad y capacidad de protección; aquellos en condición regular requieren intervenciones de rehabilitación, mantenimiento o adecuación según el nivel de deterioro; mientras que las estructuras en condición buena deberán mantenerse mediante acciones de conservación y seguimiento. La priorización deberá considerar, además del estado físico, la función de protección, el nivel de exposición a la dinámica marina, la importancia de la infraestructura protegida y la continuidad del sistema de defensa costera.

Tabla N° 12: Sistema de enrocado existentes

Distrito	Código	Sector	Longitud (m)	Estado	Función	Intervención estratégica
Chorrillos	ER-01	La Herradura Club	150,9	Malo	Evitar erosión y pérdida de la plataforma	Rehabilitación Estructural
	ER-02	Club Regatas	182,5	Bueno	Proteger y mantener su funcionalidad vial	Mantenimiento Preventivo
	ER-03	Club Regatas	90,9	Bueno	Proteger y mantener su funcionalidad vial	Mantenimiento Preventivo
	ER-04	Terminal Pesquero	44,9	Regular	Proteger infraestructura vinculada a las actividades pesqueras	Rehabilitación y Reforzamiento
	ER-05	Malecón Agua Dulce	135,3	Malo	Proteger infraestructura de circulación y acceso frente a la erosión marina	Rehabilitación Estructural
	ER-06	Playa Sombrillas	113,9	Malo	Confinar y proteger el borde de la terraza baja	Rehabilitación y Confinamiento
Barranco	ER-07	Bajada de Baños 1	101,5	Malo	Proteger el borde del malecón y evitar retroceso de la línea costera	Rehabilitación Estructural

	ER-08	Bajada de Baños 2	259,7	Regular	Proteger infraestructura urbana, accesibilidad y actividades recreativas	Rehabilitación y Reforzamiento
Miraflores	ER-09	Parque Tres Picos 1	154,0	Regular	Proteger infraestructura urbana y espacio público recreativo	Rehabilitación y Reforzamiento
	ER-10	Parque Tres Picos 2	141,0	Malo	Proteger infraestructura urbana, estacionamiento y áreas recreativas	Rehabilitación Estructural
TOTAL	10		1 374,6			

Fuente: Elaboración propia.

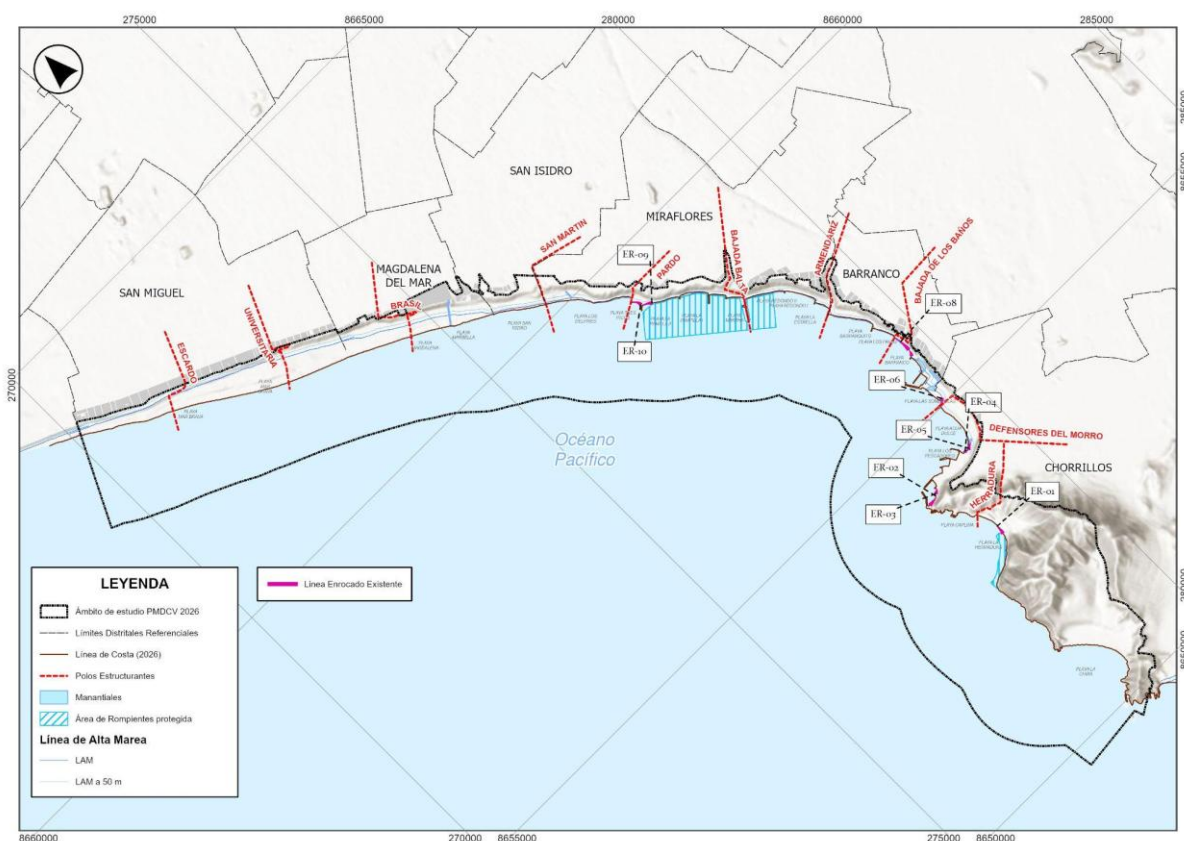
Se requiere establecer criterios estratégicos que orienten y ordenen las intervenciones de acuerdo con el estado de conservación de las estructuras, el nivel de exposición a los procesos marino-costeros y la importancia de los elementos e infraestructuras protegidos. Bajo este enfoque, las actuaciones se plantean de manera diferenciada, priorizando la recuperación de los tramos deteriorados, la conservación de las estructuras funcionales, el reforzamiento de los sectores más expuestos y el confinamiento de las áreas de la terraza baja que requieren mayor estabilidad. En este marco, la propuesta estratégica de intervención para el sistema de enrocados existentes incorpora estos criterios y establece una secuencia progresiva de actuaciones orientada a atender las condiciones actuales, recuperar la funcionalidad de las estructuras y avanzar hacia la consolidación de un sistema integrado de protección costera.

Tabla N° 13: Estrategia de Intervención para sistema de enrocado Existente

Estrategia	Acción
Recuperación y reforzamiento de tramos deteriorados	Recuperar la capacidad de protección de los enrocados que presentan condición mala, priorizando los sectores donde el deterioro pueda comprometer infraestructura y espacios estratégicos.
Mantenimiento y conservación preventiva	Mantener las estructuras en condición buena mediante inspecciones periódicas, reposición localizada de elementos y mantenimiento preventivo.
Confinamiento de la terraza baja	Priorizar los bordes asociados a sectores de tierra ganada al mar, evitando pérdida de material y protegiendo la continuidad de la plataforma.
Integración funcional del sistema	Articular los diferentes tramos de enrocado como parte de un sistema integral de protección costera, evitando intervenciones aisladas y considerando su relación con playas, espigones, vías, malecones y demás infraestructura.
Priorización y monitoreo	Establecer una programación de intervención según estado de conservación, nivel de exposición, longitud protegida e importancia del elemento protegido, acompañada de monitoreo de la dinámica litoral.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 8: Distribución de Sistema de enrocado existentes a rehabilitar o reforzar



Fuente: Elaboración propia.

C. Sistema de playas y Borde costero Existentes: El sistema de playas y borde costero de la Costa Verde constituye un espacio dinámico de interacción entre el medio marino y el espacio urbano, donde convergen funciones de protección, recreación, accesibilidad, paisaje y soporte de infraestructura. Las playas constituyen una infraestructura natural fundamental para la Gestión del Riesgo de Desastres, al actuar como una primera franja de amortiguación, contribuyendo a reducir la energía que alcanza el borde urbano. Su configuración, estabilidad y continuidad responden a un proceso histórico de transformación y ganancia de tierras al mar iniciado a mediados del siglo XX, estando hoy condicionadas tanto por la dinámica marina como por las intervenciones existentes, como espigones, enrocados y rellenos, generando diferencias en el ancho y estabilidad de las playas y condiciones de erosión, pérdida de material y exposición de la infraestructura próxima al borde.

En este contexto, el litoral debe gestionarse como un sistema continuo e integrado, articulando la conservación y recuperación de las playas con la protección y estabilidad de la terraza baja y de la infraestructura emplazada en ella. La gestión deberá incorporar el monitoreo permanente de la erosión, evolución de las playas y niveles de ocupación, especialmente en sectores y períodos de alta afluencia de usuarios, como soporte para el ordenamiento del uso público, la identificación de sectores expuestos y la planificación de rutas y mecanismos de evacuación.

c. Intervenciones estratégicas para reforzamiento y recuperación del sistema de Playa y Borde costero: La priorización de las intervenciones del sistema de playa o

borde costero se establece en función del estado de conservación, la función y el nivel de exposición frente a los procesos marino-costeros, priorizando aquellas áreas donde la erosión, el retroceso de la línea costera o la acción del oleaje puedan comprometer la seguridad de la población, la infraestructura y los espacios de uso público. En este sentido, las medidas previstas en el Plan buscan mantener y recuperar la capacidad de las playas para contribuir a la protección natural del borde costero, las cuales están alineadas con acciones de protección (Enrocado, espigones entre otros) y estabilización previstas por los demás componentes (Paisaje, Ambiental entre otros).

Asimismo, se incorpora como un criterio estratégico asociado a la dinámica y posible evolución del territorio, considerando el uso, el nivel de ocupación y la importancia territorial de cada playa. Las playas con uso recreativo intensivo (Como las de Chorrillos y Barranco) requieren especial atención debido a la concentración de población y actividades, mientras que aquellas de uso extensivo o que mantienen condiciones naturales priorizan la conservación de sus funciones ambientales y protectoras. Bajo estos criterios, las acciones comprenden conservación, mantenimiento, recuperación, reforzamiento y estabilización, orientadas a reducir las condiciones de riesgo sin comprometer las características ambientales, paisajísticas y funcionales del sistema de playas.

Tabla N° 14: Sistema de playas y borde costero

Distrito	Estado	Playa / sector	Área (ha)	Intervención estratégica	Prioridad
Chorrillos	Bueno	Club Regatas 1, 2, 3 y 4	2,96	Conservación y reforzamiento preventivo de las defensas existentes para mantener la estabilidad del borde y asegurar la protección de la línea costera.	Media
	Regular	Agua Dulce y Las Sombrillas	8,47	Recuperación y reforzamiento de la defensa del borde costero, complementados con medidas de estabilización de playa para reducir la erosión y mantener la protección de la terraza baja.	Alta
	Malo	La Herradura	1,07	Recuperación y estabilización de la línea costera mediante infraestructura de defensa y medidas de protección frente a la erosión y acción del oleaje.	Alta
	Natural	Boca de Lobo, Caplina y La Chira	4,45	Conservación de la playa como infraestructura natural de protección, evitando intervenciones que alteren su dinámica y estableciendo medidas de monitoreo y manejo del borde costero.	Media
Barranco	Malo	Barranco, Los Pavos y Barranquito / Las Cascadas	2,16	Recuperación y reforzamiento de la defensa del borde costero para controlar la erosión, estabilizar la línea de costa y proteger la infraestructura de la terraza baja.	Alta
	Regular	Los Yuyos	2,04	Reforzamiento de la defensa costera y recuperación de la playa para reducir la erosión y mantener la estabilidad del borde frente a la acción marina.	Alta

Miraflores	Malo	Redondo I, Redondo II, Pampilla y Punta Roquita	2,92	Recuperación y reforzamiento de la defensa de la línea costera, priorizando los sectores expuestos a erosión y pérdida de playa y asegurando la protección de la infraestructura y espacios públicos.	Alta
	Regular	Makaha y Waikiki	0,64	Mantenimiento y reforzamiento preventivo de la defensa costera para conservar la estabilidad del borde y reducir la exposición frente a procesos erosivos.	Alta
	Malo	Los Delfines, Tres Picos y La Estrella	0,85	Recuperación y reforzamiento de la defensa costera, incorporando medidas de estabilización del borde y protección frente a la erosión marina.	Alta
	Malo	Tierras ganadas al mar – Sectores 1 y 2	2,23	Reforzamiento y confinamiento del borde de las tierras ganadas al mar para estabilizar la plataforma y evitar la pérdida de material frente a la acción marina.	Alta
San Miguel	Malo	Tierras ganadas al mar – Sector 1	16,41	Reforzamiento y confinamiento integral de la línea costera para estabilizar las tierras ganadas al mar, reducir su exposición a la acción marina y proteger la terraza baja.	Alta
	Malo	Tierras ganadas al mar – Sector 2	0,85	Reforzamiento y confinamiento del borde costero para controlar la erosión y pérdida de material y garantizar la estabilidad de la plataforma.	Alta
Magdalena	Malo	Tierras ganadas al mar	9,50	Reforzamiento y confinamiento de la defensa costera para estabilizar las tierras ganadas al mar, controlar la erosión y asegurar la continuidad de la línea de costa.	Alta

Fuente: Elaboración propia.

A manera de resumen, la estrategia de intervención debe orientarse no solo a conservar los sectores que mantienen condiciones adecuadas, sino también a recuperar las playas afectadas por procesos erosivos, reducir la exposición de la población y la infraestructura y garantizar el funcionamiento de las medidas de protección existentes. Para ello, se plantea un conjunto articulado de acciones de conservación, recuperación, protección, mantenimiento y monitoreo de la dinámica litoral, priorizando los sectores según sus condiciones de deterioro, exposición y nivel de riesgo.

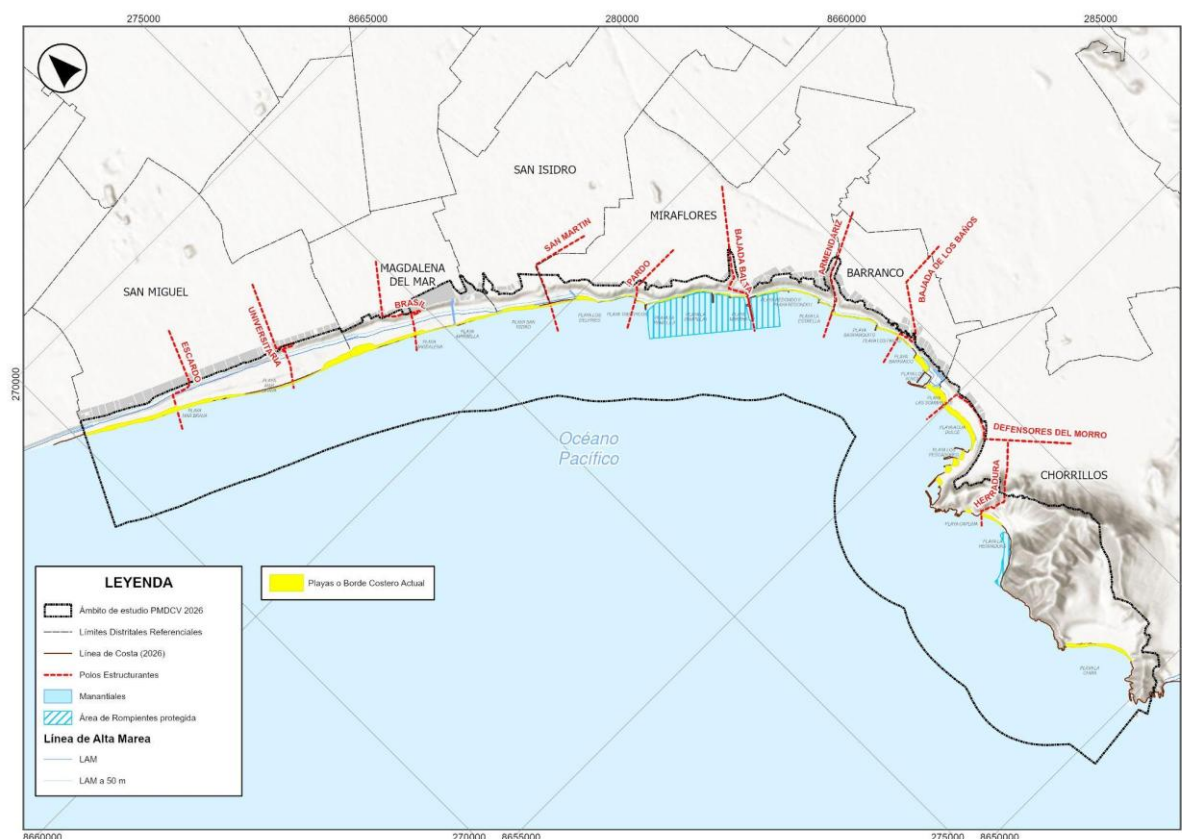
Tabla N° 15: Estrategia de Intervención para sistema de Playa y borde de mar

Estrategia	Acciones
Conservación y recuperación de playas	Conservar y recuperar las playas que cumplen una función protectora, manteniendo o restituyendo su superficie, ancho y capacidad para disipar la energía del oleaje, mediante las medidas compatibles con la dinámica litoral propuestas en el plan.
Protección de sectores críticos	Identificar y priorizar las playas donde la erosión, oleaje extremo o pérdida de playa pueda afectar a la población, infraestructura o espacios públicos, implementando medidas de protección según su nivel de riesgo.
Ordenamiento y reducción de la exposición	Ordenar y condicionar los usos, accesos e infraestructura ubicados en sectores expuestos, evitando nuevas ocupaciones que incrementen las condiciones de riesgo y considerando la función territorial de cada playa.
Mantenimiento y reforzamiento de las medidas de protección	Inspeccionar y mantener las estructuras existentes asociadas a la protección de las playas, reforzándolas cuando su deterioro reduzca su capacidad para controlar la erosión y proteger la línea costera.

Monitoreo de la dinámica costera	Implementar un seguimiento periódico de la línea de costa, ancho de playa, erosión, sedimentación y comportamiento de las defensas para anticipar cambios y ajustar las medidas de reducción del riesgo.
----------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9: Distribución de Sistema de playa o borde costero existentes a rehabilitar o reforzar



Fuente: Elaboración propia

1.3.2.2. Infraestructura Propuesta de Protección y Estabilización Costera.

Como resultados del análisis, el Plan Maestro plantea la consolidación de un Sistema Integral de Protección Marino - Costera, concebido como un conjunto articulado de medidas estructurales y de gestión que permitan recuperar, complementar y mantener la capacidad de protección del litoral. En este ítem se propone la implementación estratégica de nuevos conjuntos de espigones para complementar el control del transporte litoral y favorecer la recuperación, estabilización y aplicación de las playas, así como la ejecución de líneas estratégicas de enrocado destinadas a proteger la infraestructura de movilidad de la plataforma inferior y confinar sectores de tierras ganadas al mar.

Estas intervenciones deberán sustentarse en la actualización de estudios hidro-oceanográficos y de dinámica litoral, junto con un sistema permanente de monitoreo y evaluación de la línea de costa, oleaje

A. Propuesta Sistema de espigones de protección y consolidación: La propuesta se sustenta en el Estudio de Escenarios de Intervención Orientados a la Protección Costera y Generación de Nuevas Áreas en la Bahía de la Costa Verde, desarrollado

por Royal HaskoningDHV, y plantea la incorporación de 23 nuevas estructuras de protección costera, conformadas por:

- 17 espigones.
- 5 rompeolas separados.

Estas estructuras han sido definidas considerando las condiciones hidro-oceanográficas, geomorfológicas y funcionales de cada tramo del litoral, con el propósito de controlar la dinámica costera, favorecer la recuperación de playas y proteger la infraestructura y los ecosistemas marino-costeros.

Función de las estructuras propuestas

- **Espigones:** Los espigones corresponden a estructuras transversales al litoral cuya finalidad es controlar el transporte longitudinal de sedimentos, reducir los procesos erosivos, estabilizar la línea de costa y favorecer la acumulación controlada de arena. Su implementación permitirá además proteger la plataforma inferior y reducir la exposición de la infraestructura frente a la acción del oleaje.
- **Rompeolas sumergidos separados:** Los rompeolas separados son estructuras paralelas a la costa diseñadas para disipar la energía del oleaje antes de que alcance la playa. Su función principal consiste en reducir la erosión, disminuir la socavación del pie del acantilado y mejorar las condiciones de estabilidad del borde costero.

- a. Implementación de Espigones y Rompeolas como Estrategia de Protección Marino-Costera en la Costa Verde:** La propuesta de protección costera comprende 22 elementos de protección costera numerados R1–R22 . Las intervenciones se distribuyen a lo largo de los sectores del litoral de acuerdo con sus características geomorfológicas, oceanográficas y funcionales. El sistema tiene como finalidad estabilizar el litoral, controlar el transporte de sedimentos, recuperar playas y generar nuevas plataformas costeras, con anchos proyectados de aproximadamente 60 a 80 m de plataforma y 50 m de recuperación de playa, según las condiciones particulares de cada tramo.

Tabla N° 16: Distribución Espacial y Estratégica de Espigones y Rompeolas por Sectores

Distrito	Estructuras proyectadas	Características y finalidad principal
Chorrillos	R-01 a R-07 (7)	Se propone un sistema de estructuras orientado a recuperar y ampliar las playas, proteger el borde litoral y generar plataformas asociadas a los usos recreativos y de servicios. En el sector de la chira se propone 5 rompeolas sumergidos y para los otros sectores correspondientes se plantea 2 espigones para la recuperación de playa de hasta 50 m, complementada con plataformas de aproximadamente 60 m en sectores específicos.
Barranco	R-08 a R-09 (2)	Se propone la implementación de estructuras para recuperar y estabilizar las playas, complementadas con plataformas de aproximadamente 60 m, destinadas a consolidar el borde litoral y generar soporte para servicios y actividades recreativas.
Miraflores	R-10 a R-12 (3)	Se plantea un sistema orientado a consolidar el borde litoral y generar nuevas plataformas de soporte para actividades urbanas y recreativas, incluyendo sectores con plataformas de aproximadamente 60 m y recuperación de playa donde las condiciones lo permiten.

San Isidro	R-13 a R-14 (2)	Se propone la continuidad del sistema de protección mediante estructuras destinadas a generar plataformas y recuperar playas, con sectores que contemplan plataformas de 80 m como mínimo y playas de al menos 50 m, fortaleciendo la continuidad del sistema litoral.
Magdalena	R-15 a R-17 (3)	Se propone un sistema de estructuras para ampliar y consolidar la plataforma litoral y recuperar las playas, alcanzando en los sectores correspondientes una plataforma mínima de 80 m y una recuperación de playa de al menos 50 m, articulada con los accesos y actividades del borde costero.
San Miguel	R-18 a R-22 (5)	Se plantea la consolidación progresiva del borde litoral mediante plataformas generadas mediante relleno controlado y recuperación de playas, con sectores que alcanzan una plataforma mínima de 80 m y playas de al menos 50 m, generando nuevo soporte para actividades urbanas, recreativas y económicas.
Total	22 estructuras	Sistema integrado de protección y recuperación del litoral, orientado a estabilizar el borde costero, recuperar y ampliar playas y generar progresivamente plataformas de soporte para infraestructura, recreación, evacuación y desarrollo del Hub de la Costa Verde.

Fuente: Elaboración propia

La siguiente matriz detalla 22 rompeolas propuestos, diseñados a medida de las condiciones específicas de cada tramo del litoral. El cuadro precisa la ubicación, dimensiones, función principal, el horizonte de ejecución y los volúmenes estimados de enrocado y arena para cada intervención. Estos datos sirven como guía preliminar para planificar y priorizar el sistema de protección de la Costa Verde; los valores definitivos se ajustarán tras realizar los estudios técnicos finales (hidro-oceanográficos, batimétricos, morfodinámicos y geotécnicos).

Para definir el momento de ejecución de cada obra (horizontes de implementación), se diseñó una estrategia territorial basada en tres criterios fundamentales:

- Comportamiento del mar: La ubicación de la estructura frente a las corrientes y el transporte de sedimentos. El objetivo es que las obras faciliten de manera natural y controlada la recuperación de playas y la consolidación de tierras ganadas al mar.
- Impulso a los polos de desarrollo: La capacidad de la obra para generar el espacio físico necesario que soporte nuevas vías de conexión, espacios públicos y equipamiento urbano.
- Potencial de cada distrito: El aprovechamiento de la geografía, la infraestructura actual y las oportunidades locales para integrar actividades económicas, recreativas y urbanas.

Siguiendo esta lógica, el orden de las intervenciones se organiza de la siguiente manera:

- Corto plazo: Obras prioritarias para resolver puntos críticos de protección, activar sectores estratégicos y generar las primeras plataformas que conecten el sistema.
- Mediano plazo: Proyectos enfocados en darle continuidad a las defensas, extender la recuperación de playas y consolidar los polos de desarrollo.
- Largo plazo: Estructuras finales que completan el circuito territorial, logrando la estabilización y ampliación del litoral en toda la extensión de la bahía.

Más que un simple cronograma de obras, esta secuencia es una estrategia progresiva: primero se controla la dinámica del mar, con ello se logran estabilizar las playas y

plataformas, y sobre esa nueva base segura se habilitan los espacios urbanos y recreativos. Por ello, esta matriz funcionará como una hoja de ruta viva, que se irá actualizando conforme maduren los estudios técnicos de cada proyecto.

Figura N° 10: Criterios para la definición de los Horizontes



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: Distribución Espacial y Estratégica Detalladas de Espigones y Rompeolas por Sectores

Código	Sector / Playa	Polo de desarrollo	Longitud (m)	Altura de estructura (m)	Ancho de coronamiento (m)	Volumen de enrocado (m³)	Volumen de aporte de arena (m³)	Función / objetivo	Ancho de plataforma (m)	Ancho de playa (m)	Horizonte
R-01	Chorrillos - La Chira	–	100.00	3.00	4.00	3,300.00	3,347,553	Recuperación de playa / Rompeolas sumergido	N/E	50	Largo
R-02	Chorrillos - La Chira	–	100.00	3.00	4.00	3,300.00	3,347,553	Recuperación de playa / Rompeolas sumergido	N/E	50	Largo
R-03	Chorrillos - La Chira	–	100.00	3.00	4.00	3,300.00	3,347,553	Recuperación de playa / Rompeolas sumergido	N/E	50	Largo
R-04	Chorrillos - La Chira	–	100.00	3.00	4.00	3,300.00	3,347,553	Recuperación de playa / Rompeolas sumergido	N/E	50	Largo
R-05	Chorrillos - Playa Caplina / La Herradura	–	223.40	3.00	4.00	7,372.20	4,938,020	Recuperación de playa al norte y conservación de la rompiente al sur	N/E	80	Medio
R-06	Chorrillos - Playa Agua Dulce	Morro Solar	85.40	3.00	4.00	2,348.50	1,208,324	Generación de plataforma de servicios y recuperación de playa	60	50	Medio
R-07	Chorrillos - Las Sombrillas	–	96.50	3.00	4.00	2,653.75	420,377	Generación de plataforma de servicios y recuperación de playa	60	50	Largo
R-08	Barranco - Barranco	Bajada de Baños	106.50	3.00	4.00	2,928.75	303,056	Generación de plataforma de servicios y recuperación de playa	60	50	Corto
R-09	Barranco - Playa Las Cascadas	Armendáriz	135.00	3.00	4.00	3,712.50	408,280	Generación de plataforma de servicios y recuperación de playa	60	50	Medio
R-10	Miraflores - Playa La Estrella	Armendáriz	304.70	3.00	4.00	8,379.25	681,356	Generación de plataforma para futuras actividades y conexión vehicular	N/E	N/E	Corto
R-11	Miraflores - Playa Redondo I	–	117.00	3.00	4.00	3,217.50	528,936	Generación de plataforma y protección del límite de intervención sin invadir la rompiente	60	N/E	Medio
R-12	Miraflores - Playa Redondo II	Balta	120.30	3.00	4.00	3,308.25	500,338	Generación de plataforma paralela al litoral mediante terreno ganado al mar	60	N/E	Corto
R-13	San Isidro - Playa Tres Picos / Los Delfines	San Martín	903.30	3.00	4.00	24,840.75	3,709,069	Inicio del sector VI y continuidad de la intervención hacia San Isidro, Magdalena y San Miguel	N/E	N/E	Largo
R-14	San Isidro - Playa	San	342.00	3.00	4.00	9,405.00	2,508,909	Generación de plataforma de	80	50.	Medio

	San Isidro	Martín						relleno y recuperación de playa			
R-15	Magdalena - Playa Marbella	–	368.10	3.00	4.00	10,122.75	4,035,466	Generación de plataforma de relleno y recuperación de playa	80	50.	Largo
R-16	Magdalena - Playa Marbella	Brasil	452.40	3.00	4.00	14,916.00	4,035,466	Generación de plataforma asociada a la llegada de la bajada Marbella	N/E	N/E	Corto
R-17	Magdalena - Playa Magdalena	Brasil	356.60	3.00	4.00	9,806.50	5,206,216	Generación de plataforma de relleno y recuperación de playa	80	50.	Largo
R-18	San Miguel - Playa Magdalena	Universitaria	850.80	3.00	4.00	23,397.00	5,206,216	Generación de plataforma de relleno y recuperación de playa	80.	50	Corto
R-19	San Miguel - Playa Mar Brava	Escardó	356.60	3.00	4.00	9,806.50	8,989,606	Generación de plataforma coincidente con la llegada de la Av. Universitaria	N/E	N/E	Corto
R-20	San Miguel - Playa Mar Brava	Escardó	376.60	3.00	4.00	10,356.50	8,989,606	Generación de plataforma de relleno y recuperación de playa	80	50.	Corto
R-21	San Miguel - Playa Mar Brava	Escardó	416.60	3.00	4.00	11,456.50	8,989,606	Generación de plataforma de relleno y recuperación de playa	80	50	Largo
R-22	San Miguel - Playa Mar Brava	Escardó	850.80	3.00	4.00	23,397.00	8,989,606	Construcción de plataforma como foco de desarrollo local	N/E	N/E	Largo

Fuente: Elaboración propia

La estrategia para implementar el sistema de espigones y rompeolas profundos será gradual, flexible y adaptada a las dinámicas territoriales. Su objetivo principal es proteger la costa, controlar el movimiento de arena para recuperar las playas y, donde las condiciones lo permitan, crear nuevas plataformas terrestres.

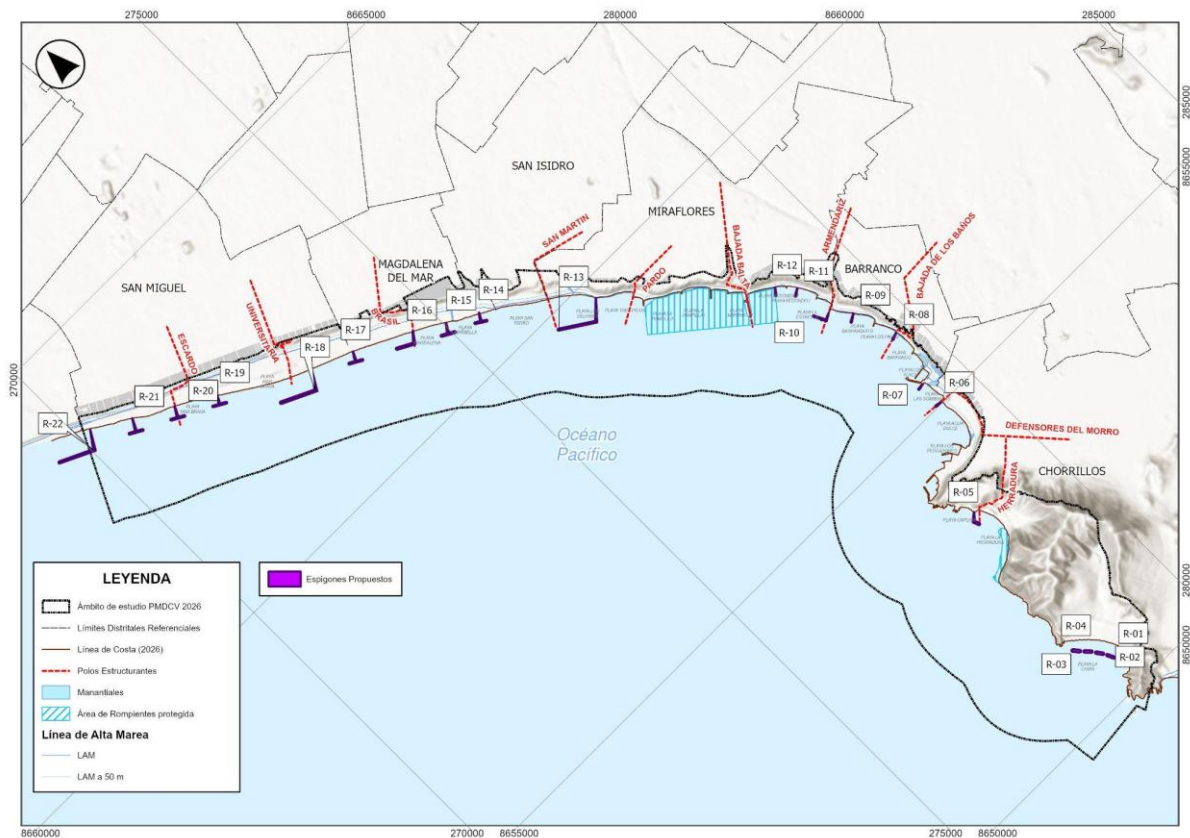
Las estructuras son propuestas preliminares. Su diseño final —es decir, su ubicación exacta, tamaño y forma de construcción— se definirá luego de realizar estudios especializados a detalle (hidro-oceanográficos, de suelo, de fondo marino, entre otros). De esta manera, aseguramos que cada espigón responda a las necesidades reales de su sector, protegiendo el litoral y conviviendo de forma segura con la infraestructura actual y los futuros proyectos de desarrollo de la Costa Verde.

Tabla N° 18: Estrategias y Acciones para el Sistema implementación de espigones y rompeolas

Estrategia	Acciones a realizar
Implementar el sistema de espigones de forma gradual y adaptada a las condiciones de cada sector.	Elaborar los diseños de ingeniería a detalle para cada espigón, definiendo su ubicación, tamaño y características según las necesidades del lugar.
Asegurar que cada obra esté respaldada por evaluaciones técnicas y de seguridad territorial.	Ejecutar y actualizar estudios especializados (del mar, del fondo marino y del suelo) para confirmar que la construcción es viable y segura antes de iniciarla.
Priorizar la función protectora de los espigones para salvaguardar la línea de costa, disipando la energía del mar y controlando los impactos de su dinámica.	Simular el comportamiento de las olas y corrientes mediante modelos Matemáticos, asegurar que los espigones funcionen bien y logren recuperar el ancho de playa deseado.
Garantizar que los espigones, las tierras ganadas al mar y playas recuperadas funcionen y se adapten correctamente a los cambios del mar durante toda su vida útil.	Diseñar soluciones para ganar terreno al mar y recuperación y ampliación de playas apoyándose en los espigones, cuidando la estabilización, el drenaje y la calidad de los materiales de relleno.
Articular las estructuras de protección (Espigones y rompeolas) con la transformación progresiva del borde litoral y los polos de desarrollo previstos por el Plan.	Integrar las plataformas y playas recuperadas con la infraestructura de movilidad, espacio público, equipamientos, rutas de evacuación y actividades recreativas y económicas, de acuerdo con las condiciones de seguridad y capacidad del territorio.
Asegurar que los espigones funcionen correctamente a lo largo de los años.	Crear programas de mantenimiento y monitoreo constante para vigilar el estado de las obras y hacer ajustes si la dinámica del mar cambia.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 11: Distribución del Sistema de Sistema de espigones y rompeolas propuestos



Fuente: Elaboración propia.

B. Propuesta sistema de protección y estabilización mediante enrocados: La propuesta de protección mediante enrocados parte de la necesidad de recuperar y fortalecer progresivamente la capacidad de defensa del borde costero, priorizando los sectores donde la erosión marina, el socavamiento y la pérdida de material comprometen la estabilidad, la implementación de nuevos tramos de enrocado en los sectores priorizados, con el propósito de conformar progresivamente un sistema de protección continuo y articulado a lo largo del litoral. La intervención busca responder a las condiciones particulares de cada tramo, considerando su nivel de exposición, estado actual, importancia estratégica y relación con las plataformas y terrenos ganados al mar.

La localización, configuración y dimensionamiento de las nuevas estructuras deberán definirse a partir de estudios hidro-oceanográficos, batimétricos, morfodinámicos, geotécnicos y de ingeniería, de manera que las soluciones propuestas sean técnicamente viables y compatibles con la dinámica del litoral. Esta intervención constituye, por tanto, una medida progresiva de consolidación del borde costero que permitirá establecer las condiciones físicas necesarias para la protección y continuidad de las funciones previstas en la terraza baja.

Tabla N° 19: Función de las estructuras propuestas de Enrocado

Funciones de protección	Descripción y función	Elementos / sectores protegidos
Defensa de vías y acantilados	Reducir la acción erosiva y el socavamiento producido por el oleaje sobre el borde costero, evitando la pérdida progresiva de la plataforma y la afectación de la base de los acantilados.	Vías, veredas, malecones, Zonas de Recreación Pública (ZRP), plataformas y pie de acantilado.
Estabilización de rellenos antrópicos	Confinar y proteger materiales de relleno o terrenos ganados al mar frente a procesos de erosión y pérdida de material, contribuyendo a conservar la plataforma sobre la que se emplaza infraestructura.	Tierras ganadas al mar, rellenos antrópicos, plataformas, vías y áreas en proceso de consolidación urbana.
Protección de rompientes	Implementar soluciones de protección longitudinal que reduzcan la erosión del borde sin introducir estructuras que alteren significativamente la dinámica de las olas y las condiciones naturales de la rompiente, en concordancia con la protección establecida por la Ley N.° 27280.	Sectores con rompientes protegidas, áreas de práctica de surf y borde costero asociado.
Protección de infraestructura y actividades	Reducir la exposición de infraestructura localizada en la terraza baja frente a la acción marina, preservando su funcionalidad y continuidad.	Malecones, estacionamientos, restaurantes, muelles, terminales pesqueros, ciclovías y espacios recreativos.

Fuente: Elaboración propia.

b. Implementación de Sistema de Enrocados como Estrategia de Protección Marino-Costera en la Costa Verde: En este marco, los 19 tramos propuestos comprenden sectores donde el enrocado puede contribuir a proteger vías, malecones, ciclovías, plataformas, zonas de recreación pública, infraestructura pesquera y áreas de tierras ganadas al mar, evitando que la acción marina comprometa su funcionalidad o genere procesos de erosión y socavamiento en el borde. Asimismo, en los sectores conformados por rellenos o tierras ganadas al mar, el enrocado cumple una función adicional de confinamiento y estabilización del material, contribuyendo a preservar la plataforma costera.

La propuesta considera tramos con longitudes variables, desde aproximadamente 41 m hasta 5,072 m, evidenciando diferentes escalas de intervención y necesidades de protección. En los sectores vinculados a rompientes protegidas, las intervenciones deberán considerar las restricciones establecidas para preservar sus condiciones naturales y evitar alteraciones de la dinámica de las olas. En conjunto, el cuadro permite identificar qué se propone implementar, dónde se localiza, qué elemento protege y cuál es su función, constituyendo un insumo para la evaluación y priorización de las futuras intervenciones de protección costera.

Tabla N° 20: Propuestas de enrocado según distrito, función y Priorización de intervención

Distrito	Código	Sector / ubicación	Función principal	Objetivo / propósito	Longitud (km)	Priorización
Chorrillos	EP-01	Malecón La Herradura	Protección	Proteger el Malecón La Herradura	0.105	Alta
	EP-02	Vía La Herradura	Protección y confinamiento	Proteger y confinar tierras ganadas al mar	0.159	Media
	EP-03	Terminal Pesquero 2	Protección	Proteger la zona del terminal pesquero	0.041	Alta
Subtotal Chorrillos	3				0.305	
Barranco	EP-04	Malecón P. Los Pavos	Protección y confinamiento	Proteger el malecón y la plataforma	0.220	Alta
	EP-05	ZRP y Malecón	Protección	Proteger la plataforma y el malecón	0.577	Alta
Subtotal Barranco	2				0.798	
Miraflores	EP-06	Zona Bordemar	Protección	Proteger la vía y el malecón	0.104	Alta
	EP-07	Playa La Estrella	Protección	Proteger plataformas	0.111	Alta
	EP-08	Playa Piedritas	Protección	Proteger vía y plataforma	0.271	Alta
	EP-09	Playa Redondo	Protección	Proteger plataformas y otros usos	0.623	Alta
	EP-10	Rosa Náutica	Protección	Proteger infraestructura	0.040	Media
	EP-11	Playa Makaha	Protección	Proteger vía y malecón	0.129	Media
	EP-12	Playa Waikiki	Protección	Proteger malecón y vía	0.137	Media
	EP-13	Playa Pampilla I	Protección	Proteger malecón	0.178	Alta
	EP-14	Playa Pampilla I	Protección	Proteger ciclovía y vía	0.276	Alta
	EP-15	Playa Punta Roquita	Protección	Proteger ciclovía y vía	0.404	Alta
	EP-16	Playa Los Delfines	Protección	Proteger ciclovía y vía	0.540	Alta
	EP-17	Playa Los Delfines II	Protección y confinamiento	Proteger plataforma, ciclovía y vía	0.377	Alta
	EP-18	Tierras ganadas al mar	Confinamiento	Proteger las tierras ganadas al mar	0.627	Alta
Subtotal Miraflores	13				3.817	
San Isidro	EP-19	Tierras ganadas al mar	Confinamiento	Proteger las tierras ganadas al mar	0.604	Alta

Subtotal San Isidro	1				0.604	
Magdalena	EP-20	Tierras ganadas al mar	Confinamiento	Proteger las tierras ganadas al mar	2.326	Alta
Subtotal Magdalena	1				2.326	
San Miguel	EP-21	Tierras ganadas al mar	Confinamiento	Proteger las tierras ganadas al mar	4.463	Alta
Subtotal San Miguel	1				4.463	
TOTAL	21				12.314 km	

Fuente: Elaboración propia.

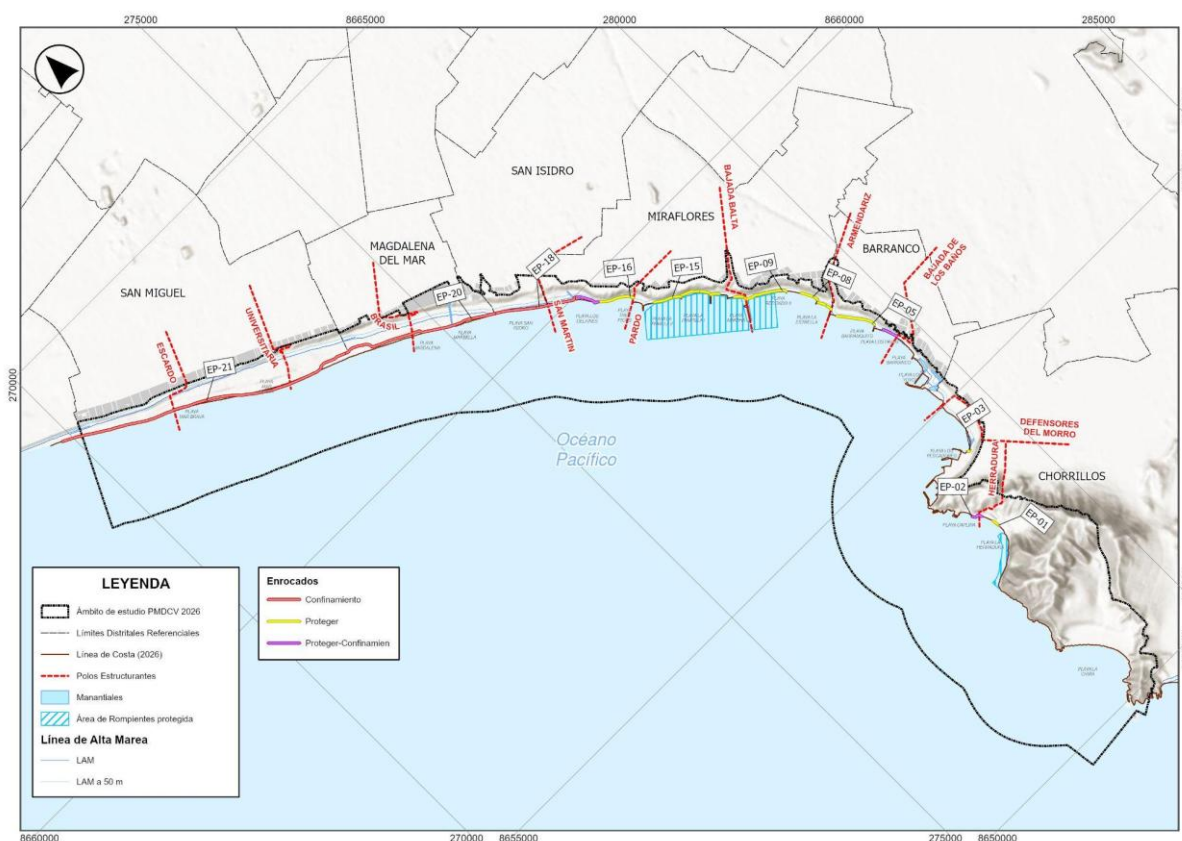
En relación a lo analizado, la implementación de nuevos enrocados se organizan bajo una lógica de complementación, estabilización y articulación territorial del sistema de protección costera, orientada a cerrar discontinuidades del borde, proteger la infraestructura expuesta y asegurar la estabilidad de plataformas y tierras ganadas al mar. Su localización y configuración deberán responder a las condiciones particulares de cada sector, considerando la dinámica del oleaje, las corrientes, el transporte de sedimentos, la conservación de las rompientes y su relación con los usos y polos de desarrollo previstos. La definición de las características y dimensiones de cada estructura se sustentará en los estudios hidro-oceanográficos, batimétricos, morfodinámicos, geotécnicos y de ingeniería correspondientes, que permitirán desarrollar y validar las soluciones definitivas antes de su ejecución.

Tabla N° 21: Estrategia de Intervención para sistema de Enrocado

Estrategia	Acciones
Completar y consolidar la protección del borde costero	Implementar nuevos tramos de enrocado en los sectores donde existen vacíos o discontinuidades de protección, articulándolos con las defensas existentes para conformar progresivamente un sistema continuo que proteja vías, malecones, ciclovías, plataformas e infraestructura estratégica.
Estabilizar plataformas y tierras ganadas al mar	Implementar estructuras de enrocado para confinar y estabilizar rellenos, plataformas y tierras ganadas al mar, priorizando los sectores donde la pérdida de material pueda comprometer la infraestructura existente o las futuras áreas de desarrollo.
Integrar la protección costera con la dinámica litoral y el desarrollo territorial	Definir la localización y características de las intervenciones considerando el comportamiento del oleaje, corrientes y transporte de sedimentos, así como la conservación de las rompientes y la generación o consolidación de plataformas vinculadas a los polos de desarrollo previstos.
Desarrollar e implementar las propuestas bajo criterios técnicos y de adaptación	Realizar los estudios hidro-oceanográficos, batimétricos, morfodinámicos, geotécnicos y de ingeniería necesarios para determinar las características definitivas de cada estructura; ejecutar las intervenciones de manera progresiva según su prioridad y horizonte, incorporando monitoreo, mantenimiento y ajustes conforme al comportamiento observado del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 12: Distribución de la Implementación del Sistema de Sistema de Enrocado Propuestos



Fuente: Elaboración propia.

C. Sistema integrado de protección y ampliación de playas: Actualmente, el sistema de playas de la Costa Verde presenta una configuración fragmentada y limitada en determinados sectores, condicionada por la dinámica litoral. Frente a esta condición, el Plan Maestro plantea la implementación estratégica y progresiva de infraestructura de defensa, lo cuales tiene que responder a las características y necesidades de cada tramo del litoral. Estas intervenciones permitirán generar condiciones favorables para que, mediante la acumulación, retención y redistribución controlada de sedimentos, se produzca la recuperación y ampliación progresiva de las playas, favoreciendo tanto la recuperación y reforzamiento de sectores existentes como la conformación de nuevas áreas. De esta manera, la infraestructura de protección no solo cumplirá una función defensiva, sino que contribuirá a crear las condiciones físicas necesarias para la recuperación y sostenibilidad de los espacios de playa ganados. Esta estrategia integral de protección costera, recuperación paisajística - ambiental y gestión del riesgo de desastres. Deberá desarrollarse bajo un programa permanente de monitoreo y evaluación de la dinámica litoral, que permita verificar la evolución de la línea de costa. Este seguimiento permitirá ajustar progresivamente las medidas de intervención y asegurar que la ampliación de las playas sea sostenible.

Bajo esta perspectiva, se plantea, a largo plazo, una distribución progresiva, equilibrada y diferenciada de las áreas de playa a lo largo de la Costa Verde, aprovechando las condiciones particulares de cada sector y evitando una concentración excesiva de usuarios y actividades en determinados puntos del litoral. La consolidación de un sistema de playas más amplio, continuo y articulado permitirá distribuir las actividades recreativas, mejorar la accesibilidad, generar nuevos

espacios públicos y fortalecer la oferta paisajística y ambiental, al mismo tiempo que proporcionará una mayor franja de amortiguamiento frente a determinados procesos y eventos marino-costeros. En conjunto, la articulación entre defensas costeras, recuperación y ampliación de playas, manejo de sedimentos, consolidación de la terraza baja, sistemas de evacuación y monitoreo permanente permitirá configurar progresivamente un sistema litoral más seguro, resiliente y ambientalmente integrado, capaz de sostener el desarrollo recreativo, social y económico del Hub de la Costa Verde.

En el marco del Sistema Integrado de Protección Costera y Ampliación de Playas, se proyecta a largo plazo la consolidación de aproximadamente 139.86 ha de playas, distribuidas en 28 sectores a lo largo de la Costa Verde. San Miguel concentraría la mayor superficie proyectada, con 52.22 ha en 7 sectores, seguido de Magdalena, con 25.23 ha en 3 sectores, Miraflores, con 24.49 ha en 9 sectores, y Chorrillos, con 21.21 ha en 5 sectores. Por su parte, Barranco alcanzaría 11.89 ha distribuidas en 3 sectores, mientras que San Isidro tendría 4.82 ha en 1 sector. Esta distribución representa un escenario de consolidación progresiva del sistema de playas, orientado a incrementar y redistribuir los espacios de uso público y recreativo, fortalecer la función de las playas como elementos de amortiguamiento frente a determinados procesos marino-costeros y contribuir a la configuración de un litoral más seguro, resiliente y funcional.

Tabla N° 22: Proyección de áreas de playa por distrito en la Costa Verde

Distrito	N.º de sectores de playa	Área total (ha)
San Miguel	7	52.223
Magdalena	3	25.226
San Isidro	1	4.817
Miraflores	9	24.486
Barranco	3	11.892
Chorrillos	5	21.212
Costa Verde	28	139.856

Fuente: Elaboración propia.

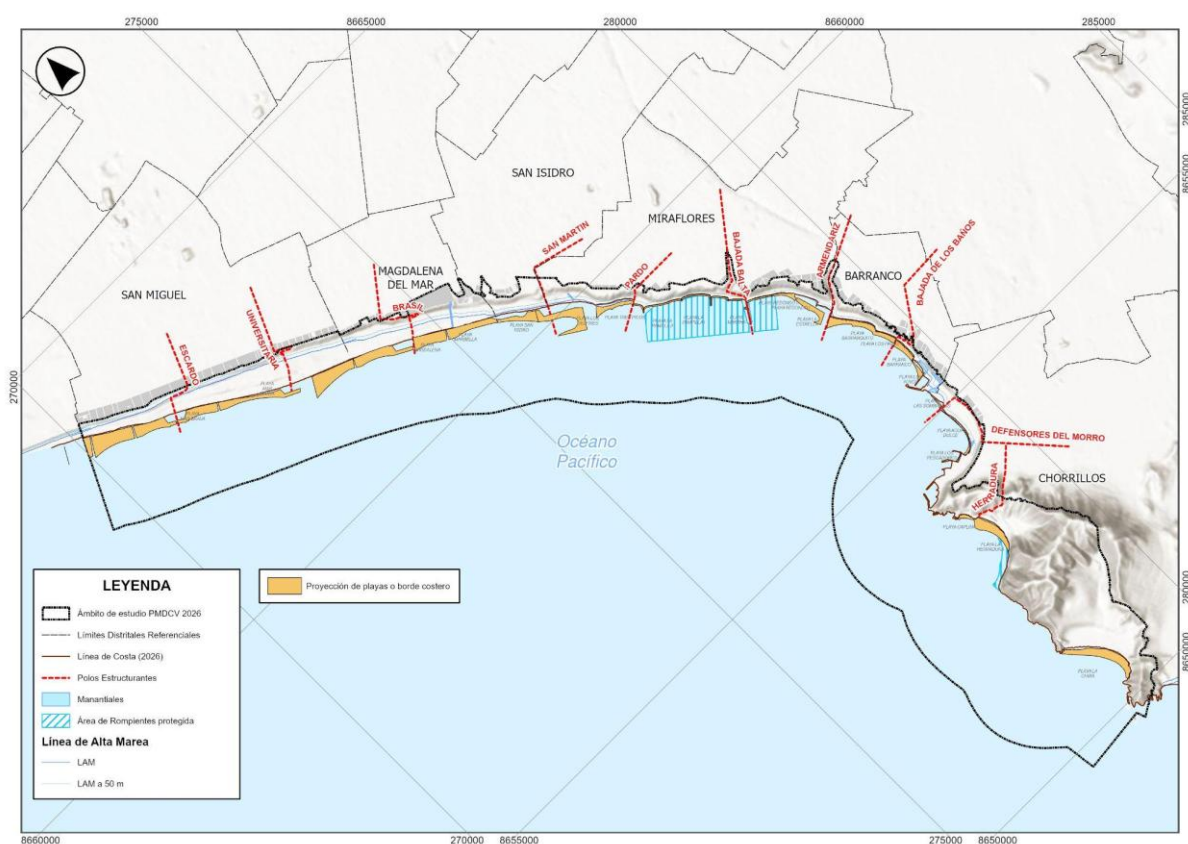
El siguiente cuadro sintetiza la estrategia y las principales acciones para la recuperación y ampliación progresiva de las playas de la Costa Verde, articulando la protección y estabilización del litoral con el manejo de sedimentos y el monitoreo permanente. Estas acciones buscan orientar una intervención gradual que permita recuperar y consolidar nuevas áreas de playa de manera segura, estable y sostenible, en concordancia con las condiciones particulares de cada sector

Tabla N° 23: Estrategia de la ampliación progresiva del sistema de playas

Estrategia	Acciones estratégicas
Recuperar y ampliar progresivamente el sistema de playas mediante la protección y estabilización del litoral.	Estabilizar el borde costero mediante infraestructura de protección Marino - Costera.
	Recuperar y ampliar las playas mediante el manejo y aprovechamiento controlado de los sedimentos.
	Monitorear y consolidar las áreas recuperadas y ampliadas para garantizar su estabilidad y sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13: Distribución de la Implementación del Sistema de Sistema de Enrocado Propuestos



Fuente: Elaboración propia

D. Sistema Integrado de Alerta Temprana y Gestión Marino-Costera (SIAT-MC-CV):

El Sistema Integrado de Alerta Temprana y Gestión Marino-Costera de la Costa Verde (SIAT-MC-CV) se plantea como una herramienta integral para fortalecer la prevención y gestión del riesgo en el ámbito marino-costero. El sistema debe articular el monitoreo de las condiciones físicas del medio natural con la información territorial, la evaluación de peligros, la alerta temprana, la gestión de aforos y la capacidad de respuesta, permitiendo anticipar situaciones que puedan afectar a la población, las playas, las vías y la infraestructura del borde costero.

Su funcionamiento se debe basar en la integración de información proveniente de las entidades técnico-científicas y de mecanismos de monitoreo local, complementados con una plataforma geoespacial y la aplicación “Para dispositivos móviles”. Esta permitirá a autoridades y población conocer en tiempo real las condiciones de riesgo, zonas de peligro, rutas de evacuación, zonas seguras, capacidad de playas y espacios recreativos, estado de la infraestructura de evacuación y ubicación de servicios de emergencia. De esta manera, el sistema busca pasar de una gestión reactiva a una gestión preventiva, informada y coordinada del territorio, fortaleciendo la educación comunitaria y la capacidad de respuesta ante eventos marino-costeros.

Figura N° 14: Arquitectura y Componentes del Sistema Integrado de Alerta Temprana y Gestión Marino-Costera (SIAT-MC-CV)



2.4. Plan del sistema de protección de la plataforma baja.

La terraza baja se encuentra expuesta a múltiples peligros de origen geológico, geotécnico y marino-costero que condicionan su estabilidad y funcionalidad como plataforma. Entre las principales amenazas destacan los asentamientos diferenciales y deformaciones en los suelos de relleno, la erosión marina, la socavación y la pérdida de playas, así como los riesgos asociados a la caída de rocas desde los acantilados y la posible ocurrencia de tsunamis o inundaciones. Estas condiciones ponen en riesgo la continuidad de la infraestructura crítica de transporte, movilidad y los espacios públicos localizados en el área, requiriendo un conocimiento preciso de su realidad física.

La plataforma constituye el articulador principal entre la ciudad y el sistema litoral, consolidándose como un eje estratégico para el desarrollo del Hub de la Costa Verde; Su consolidación exige asegurar la recuperación, estabilización y mantener el soporte físico — incluyendo los suelos de relleno y las áreas ganadas al mar— mediante la protección de los acantilados y alineado con la implementación de sistemas de defensa costera. Toda estrategia de expansión territorial hacia el mar está estrictamente condicionada a la validación previa de estudios técnicos, ambientales y de Gestión del Riesgo de Desastres, garantizando que la conformación de nuevo suelo no altere la dinámica litoral ni incremente el nivel de riesgo del sistema.

Sobre la plataforma consolidada se priorizará la continuidad, seguridad y resiliencia de la movilidad y conectividad, mediante la rehabilitación, reforzamiento y mantenimiento de vías, puentes, malecones, ciclovías y conectores peatonales. Estas intervenciones deberán responder a las condiciones de exposición frente a peligros ya identificados e incorporando criterios de accesibilidad, adaptación y continuidad operativa. Asimismo, la terraza baja deberá articularse con un sistema integrado de evacuación y refugio, mediante rutas continuas, accesibles y señalizadas, conectadas con zonas seguras y puntos de acogida, complementadas con estructuras de evacuación vertical donde corresponda. Una vez asegurados el soporte territorial, la infraestructura crítica y los sistemas de evacuación, se podrán habilitar progresivamente nuevos espacios públicos, equipamientos, servicios y actividades recreativas y económicas, siguiendo una lógica de consolidar, proteger, conectar, habilitar, para conformar una plataforma segura, resiliente y funcional que sustente el desarrollo futuro de la Costa Verde. como se muestra a continuación.

- Etapa 1 - Diagnóstico y Evaluación Sectorial: Identificación de los principales fenómenos (geotécnicos, marinos y geológicos) y vectores de peligro que condicionan la estabilidad y funcionalidad de la plataforma de acuerdo con las particularidades de cada tramo.
- Etapa 2 - Caracterización Técnica a Profundidad: Ejecución de estudios técnicos especializados para comprender el comportamiento físico del terreno (suelos de relleno y sustrato), determinar los niveles de afectación y establecer los parámetros de ingeniería que orientarán las decisiones de diseño.
- Etapa 3 - Reducción del Riesgo y Rehabilitación: Ejecución de obras de reforzamiento, recuperación y adecuación de las medidas de protección y de la infraestructura de movilidad existente. El objetivo primario es llevar las condiciones de riesgo a niveles aceptables y asegurar la funcionalidad operativa del sistema actual.

- Etapa 4 - Transformación y Potenciación Territorial: Una vez controlados los factores de riesgo crítico, se viabiliza el desarrollo de intervenciones de mayor alcance. Esta fase genera las condiciones físicas para consolidar la visión de una plataforma urbana, recreativa y económica plenamente resiliente.
- Etapa 5 - Monitoreo Integral y Mantenimiento: Implementación de un sistema continuo de seguimiento para verificar el desempeño estructural y geotécnico de las intervenciones, identificar desviaciones tempranas, aplicar medidas correctivas y optimizar la seguridad de la plataforma a largo plazo.

1.4.1. Estudios aplicados al sector de la plataforma baja:

La protección de la terraza baja requiere garantizar su estabilidad física y capacidad de soporte para las infraestructuras y actividades que se desarrollan sobre ella, considerando su condición particular entre el sistema de acantilados y el mar. Los estudios deberán evaluar el comportamiento del terreno frente a las condiciones sísmicas y los procesos que puedan comprometer la estabilidad de las plataformas, con especial atención a la continuidad operativa de la infraestructura estratégica y a las condiciones de seguridad para los usuarios. Dentro del desarrollo de las investigaciones, ensayos y evaluaciones deberán desarrollarse de acuerdo con los criterios y requisitos aplicables en el Reglamento Nacional de Edificaciones, complementándose, cuando corresponda, con las normas técnicas y metodologías especializadas aplicables a cada tipo de investigación.

Los estudios requeridos son:

i. Estudio Geotécnico Integral de los suelos

Tiene como objetivo caracterizar a profundidad las propiedades físicas, mecánicas y estratigráficas del subsuelo de la terraza baja —con especial énfasis en los sectores de rellenos antrópicos recientes y tierras ganadas al mar— para determinar su aptitud, capacidad de soporte y las restricciones técnicas indispensables para el diseño de cimentaciones y obras viales.

- Componentes: Exploración geotécnica y estratigrafía; mecánica de suelos; capacidad portante y asentamientos; caracterización y estabilidad de rellenos; potencial de licuación; suelos colapsables o expansivos, cuando corresponda; condiciones de estabilidad del terreno.
- Descripción técnica: El estudio requiere una campaña intensiva de exploración geotécnica in situ mediante perforaciones, ensayos de penetración estándar (SPT), ensayos con cono de resistencia (CPT/CPTU) y geofísica superficial, complementada con un programa riguroso de ensayos de laboratorio en muestras alteradas e inalteradas. Su propósito es definir con precisión la estratigrafía, los perfiles de velocidad de onda, los parámetros de resistencia al corte y los módulos de deformabilidad. Asimismo, comprende el análisis detallado del comportamiento de los suelos de relleno ante asentamientos diferidos en el tiempo, la evaluación del potencial de licuación del suelo ante sollicitaciones sísmicas y el análisis de suelos expansivos o colapsables donde la geología local lo amerite. Los estudios deberán desarrollarse de acuerdo con los criterios y requisitos aplicables de la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones”

- Aporte: Entrega los parámetros de diseño geotécnico y capacidad portante para las estructuras de la plataforma, delimitando los sectores que exigen mejoramiento de suelos de cimentación y estableciendo las restricciones de carga para la habilitación de infraestructura vial, de servicios y de espacio público.

ii. Estudio Hidrogeológico y de Drenaje Subterráneo y Superficial

Tiene como objetivos comprender la dinámica e interacción entre el agua superficial, los niveles freáticos subterráneos y el medio geológico de la terraza baja, identificando los flujos hídricos y las condiciones de saturación que comprometen la estabilidad del terreno y la durabilidad de la infraestructura.

- Componentes: Nivel freático y su variabilidad; permeabilidad e infiltración; flujo subterráneo; drenaje superficial y subterráneo; interacción agua-suelo; identificación de zonas con problemas de saturación o drenaje.
- Descripción técnica: Se ejecuta mediante la instalación de una red de piezómetros y pozos de observación para el monitoreo continuo de las fluctuaciones del nivel freático, determinando gradientes hidráulicos, direcciones de flujo subterráneo y coeficientes de permeabilidad de los estratos y rellenos. Incluye la evaluación de la interacción hidrodinámica entre el continente y el mar (intrusión salina o variaciones de marea que afectan el nivel freático), así como el levantamiento y modelamiento del drenaje superficial actual. Con estos datos se identifican los puntos críticos de acumulación de humedad, zonas con riesgo de licuación inducida por saturación o problemas de socavación interna por tubificación (surgencia). Las labores deberán desarrollarse de acuerdo con los criterios y requisitos aplicables de la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones", como con la Norma Técnica E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada"
- Aporte: Define los lineamientos técnicos para el diseño de sistemas de drenaje, subdrenaje y pantallas de impermeabilización o bombeo, previniendo la elevación crítica de la napa freática que debilite la resistencia del suelo y asegure la integridad operativa de las vías y redes de servicio en la terraza baja.

iii. Microzonificación Sísmica y Respuesta Dinámica del Terreno

Tiene como objetivo determinar las características de la respuesta sísmica local en los diferentes sectores de la terraza baja para identificar las variaciones en la amplificación del movimiento del terreno, la frecuencia de vibración y los efectos locales asociados a la morfología y los depósitos de relleno.

- Componentes: Caracterización geológica y geofísica; velocidad de ondas de corte y perfil del subsuelo; respuesta sísmica local; amplificación sísmica; integración del potencial de licuación; zonificación sísmica y parámetros de diseño.
- Descripción técnica: Integra la información geológica, geotécnica y geofísica mediante mediciones de microtemores (técnicas H/V) y otros ensayos sísmicos para obtener el perfil de velocidades de ondas de corte, y modelamientos numéricos de propagación de ondas unidimensionales y bidimensionales. Este proceso permite correlacionar el espesor y la rigidez de los materiales de relleno con la amplificación de aceleraciones sísmicas, delimitando zonas de comportamiento homogéneo y cruzando estos resultados de manera directa con los análisis de licuefacción de suelos y asentamientos

co-sísmicos. Las labores deberán desarrollarse de acuerdo con los criterios y requisitos aplicables de la Norma Técnica E.050 "Suelos como también Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente"

- Aporte: Establece los espectros de diseño sísmico específicos para cada tramo de la terraza baja, dotando al Plan de los parámetros normativos y de zonificación necesarios para regular el diseño estructural sismorresistente de las obras viales, puentes, defensas costeras y edificaciones estratégicas del Hub.

vi. Evaluación de Riesgo (EVAR) y Análisis Multiamenaza

Tiene como objetivo identificar, analizar y jerarquizar los niveles de riesgo existentes en la terraza baja mediante la integración espacial de peligros, exposición y vulnerabilidad, proporcionando la base técnica para la priorización de las inversiones en mitigación y adaptación.

- Componentes: Evaluación de peligros; análisis de exposición; evaluación de vulnerabilidad; determinación y zonificación del riesgo; identificación de sectores críticos; medidas de reducción y gestión del riesgo.
- Descripción técnica: Se desarrolla bajo la metodología oficial de gestión del riesgo, estructurándose en tres fases: primero, el análisis multiamenaza (sismos, tsunamis, licuación, inundación costera, erosión marina y caída de rocas desde los acantilados); segundo, la evaluación de la exposición y fragilidad física de la infraestructura crítica, redes de transporte y población flotante o asentada; y tercero, la síntesis y modelamiento espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para generar mapas de zonificación del riesgo a escala de detalle. El estudio establece la matriz de criticidad de los activos urbanos frente a eventos extremos.
- Aporte: Jerarquiza el orden cronológico y presupuestal de las intervenciones físicas necesarias, delimitando las áreas prioritarias para la protección, el reforzamiento estructural y el diseño de los corredores de evacuación vertical y horizontal de emergencia.

1.4.2. Protección de la infraestructura existente mediante sistemas de defensas y estabilización.

La plataforma baja de la Costa Verde constituye un territorio predominantemente antropogénico, resultado de un proceso progresivo de transformación del borde litoral mediante la construcción de espigones y la incorporación de materiales de diversa procedencia. Este proceso se inició en la década de 1920 y alcanzó su mayor transformación entre 1967 y 1969, con el depósito de materiales provenientes de la construcción de las vías expresas. Posteriormente, entre las décadas de 1990 y 2000, continuó mediante la conformación de terraplenes y nuevos rellenos en sectores de Magdalena, San Miguel, San Isidro y Miraflores, asociados principalmente a intervenciones viales, infraestructura y espacios recreativos. Como resultado, la plataforma presenta una configuración heterogénea, cuya condición actual responde a sucesivas etapas de ocupación y modificación del litoral.

Esta evolución ha generado una plataforma conformada por rellenos de distinta antigüedad, procedencia, composición, grado de compactación y condiciones de consolidación. En consecuencia, no es posible asumir que la totalidad de los terrenos incorporados históricamente hayan sido ejecutados bajo criterios homogéneos de ingeniería geotécnica,

control de calidad y relleno estructural. Esta condición explica la existencia de comportamientos diferenciados del terreno, que pueden manifestarse mediante asentamientos, deformaciones, pérdida de nivel, discontinuidades y otros procesos que afectan de manera diferenciada a la infraestructura emplazada sobre la plataforma.

Sobre este territorio se desarrolla infraestructura estratégica para la conectividad y el uso recreativo del litoral, que comprende vías, puentes, conectores peatonales, malecones, ciclovías, accesos y otros espacios públicos. Sin embargo, determinados sectores presentan limitaciones de movilidad, accesibilidad y continuidad, especialmente aquellos expuestos a deformaciones del terreno y otros peligros asociados a las condiciones de la plataforma. En este contexto, la intervención deberá priorizar los sectores más vulnerables y articular el mejoramiento y estabilización del terreno con la recuperación y adecuación de la infraestructura existente, incorporando criterios de estabilidad estructural, control de deformaciones, accesibilidad universal, adaptación y continuidad operativa. Asimismo, cuando las condiciones de riesgo lo requieran, se deberá considerar el reforzamiento, adecuación o reubicación de trazados e infraestructura expuesta vial, garantizando la continuidad de las funciones urbanas y la seguridad de los usuarios.

Asimismo, la plataforma baja debe cumplir una función estratégica dentro del sistema de preparación y respuesta ante emergencias. Para ello, deberá constituirse progresivamente en soporte de un sistema integrado de evacuación y refugio, conformado por rutas y corredores continuos, accesibles, señalizados y conectados con zonas seguras y puntos de acogida. Este sistema deberá complementarse con estructuras de evacuación vertical estratégicamente ubicadas en aquellos sectores donde las condiciones territoriales, la exposición al peligro o las limitaciones de conectividad hagan insuficiente o inviable una evacuación exclusivamente horizontal.

De esta manera, la recuperación y consolidación de la plataforma baja no debe entenderse únicamente como una intervención física sobre terrenos e infraestructura existentes, sino como un proceso progresivo de transformación de un territorio heredado hacia una plataforma urbana más estable, accesible, resiliente y capaz de sostener de manera segura tanto las funciones cotidianas del litoral como las necesidades de evacuación, respuesta y refugio frente a escenarios de emergencia.

1.4.2.1. Sistema de la Terraza antrópicas en la plataforma inferior

La plataforma baja de la Costa Verde es el resultado de una transformación histórica del litoral mediante la acumulación progresiva de rellenos artificiales, creando superficies que originalmente no existían. Debido al origen antrópico de esta expansión territorial, su desarrollo futuro debe priorizar la estabilización física, la recuperación y la gestión integral del riesgo antes de promover nuevas intervenciones o usos.

- A. Terraza baja consolidada, Recientemente Implementada y Plataformas en proceso de relleno:** En este ítem se analiza de manera conjunta la terraza baja consolidada, las plataformas recientemente implementadas y Plataformas en proceso de relleno, considerando que, pese a sus diferencias en antigüedad y proceso de conformación,

actualmente presentan una naturaleza territorial similar, al constituir superficies intervenidas que soportan infraestructura, vías, espacios recreativos y otros usos urbanos. Por ello, el análisis se orienta a evaluar sus condiciones de estabilidad, funcionalidad y capacidad de soporte, con el propósito de definir medidas de consolidación, recuperación, estabilización y adecuación que permitan garantizar su seguridad y sostenibilidad.

→ Terraza baja consolidada

El cuadro evidencia que la terraza baja consolidada alcanza 75.21 ha, distribuidas principalmente entre Miraflores (31.32 ha), Chorrillos (27.99 ha) y Barranco (15.90 ha). Estas superficies corresponden predominantemente a rellenos antiguos, con excepción de un sector de Chorrillos conformado por depósito cuaternario, y actualmente soportan usos urbanos, viales, recreativos y comerciales. En términos estratégicos, se trata de sectores que presentan un mayor nivel de consolidación territorial, pero que requieren estabilización y adecuación de su soporte físico, especialmente para garantizar la seguridad y continuidad de las actividades e infraestructura existentes; en Chorrillos, además, se plantea la mejora del servicio de playas. La intervención se orienta, por tanto, a consolidar y recuperar la funcionalidad de estas áreas antes de promover nuevas transformaciones, considerando su condición física y los usos que actualmente soportan.

Tabla N° 24: Condición actual de la superficie de la plataforma baja Consolidada por distrito

Distrito	Área (ha)	Material / condición	Uso actual	Propuesta de intervención	Priorización
Barranco	15.90	Relleno antiguo	Vías, clubes, estacionamientos, restaurantes y comercio	Estabilización de la terraza baja	Bajo
Chorrillos	27.99	Relleno antiguo / Depósito cuaternario	Vías, clubes, terminal pesquero, comercio y otros	Estabilización / mejora del servicio de playas	Media Bajo
Miraflores	31.32	Relleno antiguo	Vías, clubes, estacionamientos, restaurantes y comercio	Estabilización de la terraza baja	Bajo
TOTAL	75.21				

Fuente: Elaboración propia.

→ Plataforma Recientemente Implementada

El cuadro muestra que la plataforma recientemente implementada comprende 123.64 ha, concentradas principalmente en San Miguel (70.14 ha) y Magdalena (45.13 ha), que en conjunto representan aproximadamente el 93 % del área total, mientras que San Isidro aporta 8.37 ha. Estas superficies corresponden a rellenos recientes, principalmente asociados a las fases 1 y 2, y actualmente cumplen funciones vinculadas a la movilidad vial y áreas de recreación. Debido a su condición de conformación relativamente reciente, la estrategia prioriza su estabilización y consolidación como soporte territorial, con intervenciones de corto a mediano plazo en Magdalena y San Miguel, y de mediano plazo en San Isidro, de manera que estas plataformas puedan garantizar condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y soporte para los usos existentes y su futura consolidación.

Tabla N° 25: Condición actual de la superficie de la plataforma baja recientemente implementada, por distrito

Distrito	Área (ha)	Material / condición	Uso actual	Propuesta de intervención	Priorización
Magdalena	45.13	Rellenos recientes – Fases 1 y 2	Vías y Área de Recreación	Estabilización de la terraza baja	Alto - Media
San Isidro	8.37	Relleno reciente	Vías y Área de Recreación	Estabilización de la terraza baja	Media
San Miguel	70.14	Rellenos recientes – Fases 1 y 2	Vías y Área de Recreación	Estabilización de la terraza baja	Alto - Media
TOTAL	123.64				

Fuente: Elaboración propia.

→ Plataforma en Procesos de Relleno

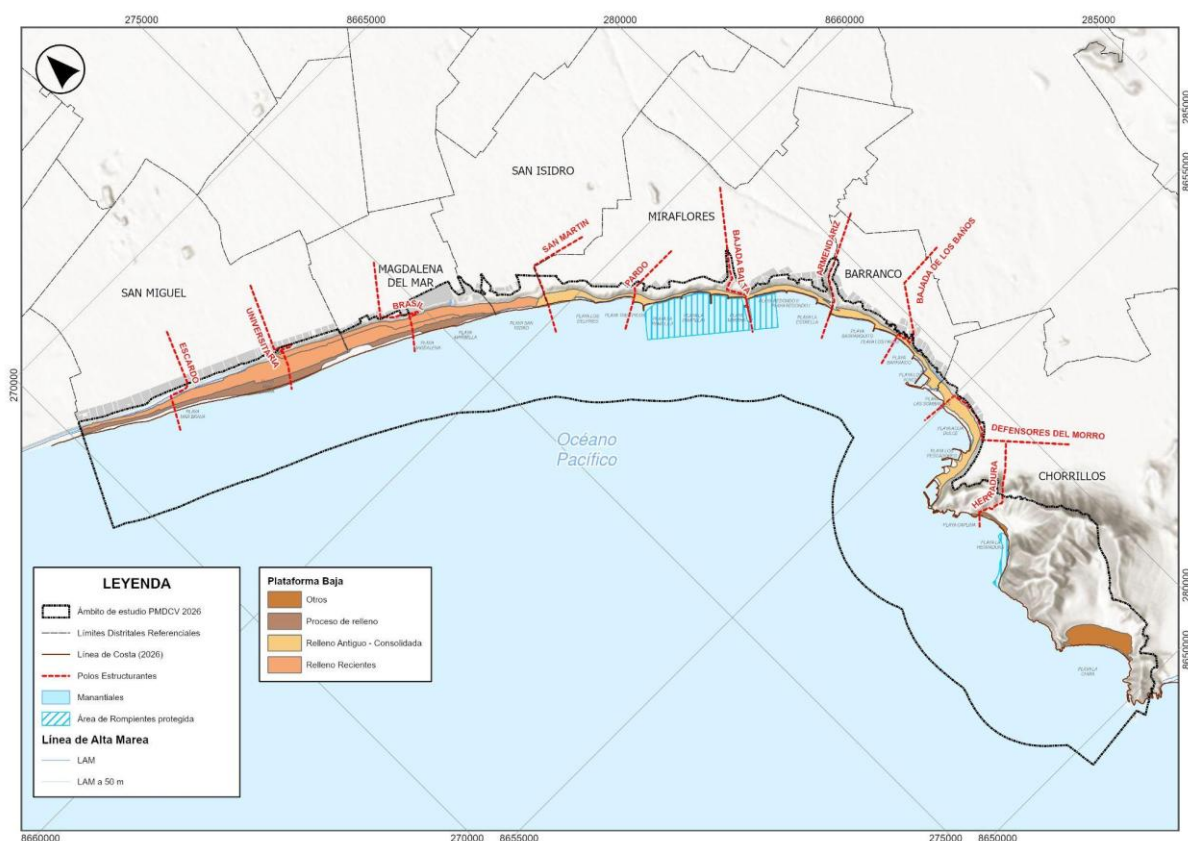
Las plataformas en proceso de relleno comprenden 47.85 ha, distribuidas principalmente en San Miguel (34.21 ha), que concentra aproximadamente el 71.5 % del área total, seguido de Magdalena con 13.49 ha (28.2 %) y San Isidro con 0.15 ha (0.3 %). Estas superficies aún se encuentran en proceso de conformación y no presentan un uso actual apreciado, por lo que constituyen áreas que requieren un tratamiento preventivo antes de su incorporación a nuevos usos urbanos o recreativos. En este sentido, la propuesta se orienta a la ejecución de rellenos controlados y procesos de estabilización, priorizados en el corto plazo, con el propósito de garantizar la adecuada conformación, estabilidad y capacidad de soporte de la plataforma antes de su futura habilitación y articulación con el sistema de la terraza baja.

Tabla N° 26: Condición actual de las plataformas de la terraza baja en proceso de relleno, por distrito

Distrito	Área (ha)	Material / condición	Uso actual	Propuesta de intervención	Priorización
Magdalena	13.49	Proceso de relleno	Sin uso apreciado	Rellenos controlados y estabilización	Alto
San Isidro	0.15	Proceso de relleno	Sin uso apreciado	Rellenos controlados y estabilización	Alto
San Miguel	34.21	Proceso de relleno	Sin uso apreciado	Rellenos controlados y estabilización	Alto
TOTAL	47.85				

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 15: Sistema de terrazas bajas de la plataforma inferior



Fuente: Equipo Técnico

a. **Planteamiento de estrategia de intervención para la consolidación de la terraza:**

Consolidar y estabilizar progresivamente la terraza baja existente y recientemente implementada, garantiza las condiciones adecuadas de estabilidad física, capacidad de soporte y funcionalidad para la infraestructura y los usos actuales y futuros, evitando la generación o incremento de nuevas condiciones de riesgo. Las estrategias parte del reconocimiento de que estas superficies constituyen un soporte territorial intervenido, por lo que su consolidación debe sustentarse en el conocimiento de sus condiciones físicas, comportamiento y respuesta frente a los fenómenos que pueden afectar su estabilidad.

En este sentido, la intervención se desarrollará bajo una secuencia progresiva y adaptativa: primero, se realizará el diagnóstico y caracterización de la terraza y de los principales fenómenos que condicionan su comportamiento; posteriormente, se implementarán medidas para controlar y reducir dichos procesos; sobre esta base, se ejecutarán acciones de consolidación, mejoramiento del suelo y adecuación de cimentaciones; y finalmente, se avanzará en la recuperación, rehabilitación y adecuación de la infraestructura y los espacios existentes. Todo el proceso estará acompañado por un sistema integral de monitoreo y evaluación, que permita verificar el desempeño de las medidas implementadas, identificar oportunamente cambios o nuevas condiciones de afectación y realizar los ajustes necesarios para optimizar progresivamente la estabilidad y funcionalidad de la plataforma.

→ **Desarrollo del diagnóstico y estudios detallados:** Comprende la identificación y caracterización de las condiciones físicas y funcionales de la terraza baja, determinando la naturaleza y comportamiento de los rellenos, las condiciones de estabilidad, capacidad de soporte y posibles procesos de asentamiento, deformación, erosión, socavación o inestabilidad que puedan comprometer la plataforma y la infraestructura existente. Para ello, se reitera los estudios técnicos especializados que correspondan a cada sector, cuyos resultados permitirán establecer una línea base, identificar los sectores críticos y definir los parámetros técnicos necesarios para orientar las posteriores medidas de control, consolidación, mejoramiento y rehabilitación de la terraza baja. a manera de ejercicio se realiza la propuesta estratégica de los estudios a realizar antes detallados:

Estudios a desarrollar

- Estudio de potencial de licuefacción: evaluación de la susceptibilidad de los rellenos a pérdida de resistencia y deformaciones durante eventos sísmicos, identificando sectores críticos y medidas de estabilización.
 - Estudio Geotécnico: evaluación de la estabilidad y comportamiento de la terraza baja, incluyendo asentamientos y deformaciones. caracterización de los suelos de relleno, estratigrafía, propiedades físicas y mecánicas y capacidad portante.
 - Estudio de estabilidad de la plataforma: identificación de sectores susceptibles a fallas, pérdida de capacidad de soporte o deformaciones.
 - Estudio Hidrogeológico: caracterización del nivel freático, flujo subterráneo y condiciones de humedad que puedan afectar la estabilidad de los rellenos.
 - Levantamiento topográfico y geodésico: determinación de niveles, pendientes, deformaciones y cambios en la superficie de la plataforma.
 - Estudio estructural de la infraestructura existente: evaluación de la condición y capacidad de las estructuras emplazadas sobre la terraza.
 - Evaluación de peligros y riesgo: identificación de los escenarios de peligro que puedan comprometer la estabilidad, funcionalidad y seguridad de la plataforma
- **Implementación de medidas para el control de los Peligros:** Para esta etapa se debe Implementar medidas correctivas y preventivas orientadas a controlar los fenómenos que afectan la estabilidad de la plataforma, priorizando los sectores con mayores niveles de asentamiento, deformación, saturación, erosión, socavación o susceptibilidad a licuefacción. Estas acciones deberán reducir las condiciones que generan inestabilidad, proteger la plataforma y su borde, y garantizar condiciones adecuadas para avanzar posteriormente hacia las medidas de consolidación del suelo y cimentación de la infraestructura, evitando que los procesos identificados comprometan la seguridad y funcionalidad de los usos existentes. a continuación se plantea las estrategias de:
- **Control de asentamientos y deformaciones:** El objetivo es estabilizar los rellenos de la plataforma baja frente a múltiples deficiencias simultáneas: baja

capacidad portante, susceptibilidad a asentamientos diferenciales y alto potencial de licuefacción ante eventos sísmicos. A partir de estudios geotécnicos y geofísicos, se aplicará una combinación de técnicas de mejoramiento adaptadas a la estratigrafía de cada sector, optimizando la seguridad estructural del territorio.

Alternativas de intervención

- **Densificación profunda (Vibrocompactación y Compactación Dinámica):** Aplicada en sectores con rellenos granulares sueltos y de gran espesor. Esta técnica cumple una doble función: incrementa significativamente la densidad relativa para evitar asentamientos y reduce al mínimo los vacíos, anulando el riesgo de pérdida de resistencia por licuefacción durante sismos severos.
- **Refuerzo y drenaje sísmico (Columnas de Grava e Inclusiones Rígidas):** En zonas críticas con suelos licuables o de muy baja capacidad portante, se instalarán elementos verticales. Las inclusiones rígidas aseguran la transferencia de cargas pesadas hacia estratos firmes, mientras que las columnas de grava refuerzan el terreno y actúan como vías rápidas de disipación de presiones de agua (presión de poros), evitando la falla del suelo.
- **Sustitución, reconfiguración y consolidación superficial:** Para los estratos superiores, se procederá con la remoción de materiales deficientes y su reemplazo por rellenos estructurales controlados. En áreas que requieran control de deformaciones progresivas, se aplicarán precargas temporales combinadas con drenes verticales para acelerar la consolidación, junto con la corrección de niveles para garantizar la rasante de la infraestructura vial y pública.

Figura N° 16: Imagen referencial de estrategias de Control de asentamientos y deformaciones



Fuente: Elaboración propia.

- **Control de infiltraciones y agua:** El objetivo principal es prevenir la saturación de los rellenos de la plataforma baja mediante el control estricto de la humedad del suelo. A partir de los resultados de estudios hidrogeológicos y geotécnicos especializados, se diseñarán e implementarán sistemas integrales de drenaje, impermeabilización y manejo de escorrentías, adaptados a las condiciones de vulnerabilidad específicas de cada sector.

Alternativas de intervención:

- Drenaje superficial y manejo de escorrentía: Implementación, rehabilitación y mantenimiento de cunetas, canaletas y sistemas de captación para la correcta conducción de las aguas pluviales y de riego, evitando su empozamiento y filtración hacia los estratos inferiores.
- Drenaje subterráneo: Instalación de subdrenes horizontales y verticales, así como trincheras drenantes, diseñados para abatir el nivel freático, captar aguas subterráneas y aliviar las presiones intersticiales dentro de los rellenos.
- Impermeabilización localizada: Aplicación de barreras impermeables (como geomembranas o recubrimientos especiales) en sectores críticos y superficies expuestas, donde la infiltración directa represente un riesgo inminente para la estabilidad estructural del terreno y de la infraestructura vial.

Figura N° 17: Imagen referencial de estrategias de Control de infiltración y agua



Fuente: Elaboración propia.

- **Control de Erosión y Socavación:** El objetivo principal es proteger el borde de la plataforma baja frente a la acción erosiva del oleaje, las corrientes marinas y los eventos de oleaje anómalo. Para ello, se diseñarán e implementarán soluciones estructurales de protección costera alineadas directamente con el sistema de defensas marino-costeras propuesto en el Plan Maestro de la Costa Verde (PMDCV 2026–2034).

Alternativas de intervención:

- Defensas y protección marginal: Construcción, reforzamiento y ampliación de enrocados, diques y espigones estratégicos para disipar la energía del oleaje y evitar la pérdida de material de la plataforma.

→ **Implementación de medidas de consolidación y cimentación:** Una vez controlados los fenómenos que afectan la estabilidad de la plataforma, se podrá avanzar hacia medidas de consolidación y cimentación de mayor complejidad técnica, inversión y alcance, priorizando aquellos sectores que presenten mayor potencial de desarrollo y transformación. Estas intervenciones estarán orientadas a mejorar de manera permanente la capacidad de soporte y el comportamiento del terreno, permitiendo sustentar infraestructura de mayor escala y nuevas cargas sin generar condiciones adicionales de riesgo. La selección de las soluciones deberá sustentarse en los estudios especializados y en una evaluación integral de su viabilidad técnica, económica y territorial.

Alternativas de Alta Tecnología para Consolidación y Cimentación

- Mezcla Profunda de Suelos (Deep Soil Mixing - DSM / Cutter Soil Mixing - CSM): Mediante potentes perforadoras de múltiples cabezales rotativos o ruedas de corte horizontal, se tritura el terreno in situ y se inyecta de forma simultánea una lechada de cemento a baja presión. Esto crea columnas o pantallas continuas de "suelo-cemento" (soilcrete) de gran rigidez y alta capacidad portante, con mínimo impacto de vibración, baja generación de residuos y sin requerir grandes excavaciones.
- Inyección de Alta Presión (Jet Grouting de Triple Fluido): Una técnica de precisión que utiliza chorros de agua y aire a presiones extremas (hasta 500-600 bares) para erosionar y disgregar el suelo, reemplazándolo e integrándolo al mismo tiempo con una mezcla cementicia que se inyecta a alta velocidad. Permite crear columnas de gran diámetro y alta resistencia, incluso bajo estructuras existentes o en zonas de difícil acceso, ideal para submuraciones y consolidación bajo el nivel freático.
- Inyección Química y de Compactación (Chemical & Compaction Grouting):
 - Inyección de Compactación (Compaction Grouting): Introducción de un mortero muy denso y de alta fricción a gran presión que no se mezcla con el suelo, sino que lo desplaza y compacta de forma radial, rellenando vacíos y rigidizando rellenos de manera controlada.

- Inyección Química: Uso de geles o resinas de bajísima viscosidad que penetran en los microporos de arenas y limos saturados, reaccionando para aglomerar las partículas y crear una barrera impermeable y altamente resistente, ideal para bloquear el agua y anular la licuefacción.
- Pilotes de Gran Diámetro con Camisa Recuperable y Perforación Asistida: Cimentación profunda mediante excavadoras rotativas de gran torque que colocan camisas metálicas provisionales para evitar el desmoronamiento del relleno saturado mientras se extrae el material e inyecta concreto. Es el método ideal para transmitir las cargas de megaestructuras directamente al basamento rocoso bajo la Costa Verde.
- Sistemas de Monitoreo Geotécnico y Sismorresistente en Tiempo Real (Smart Grouting y Fibra Óptica): Uso de sensores de fibra óptica, inclinómetros y piezómetros integrados en las cimentaciones avanzadas, conectados a sistemas de adquisición de datos en tiempo real. Esto permite evaluar de forma continua el comportamiento del subsuelo ante cargas dinámicas (tránsito y sismos) y variaciones del nivel freático, garantizando un mantenimiento predictivo de la infraestructura.

Figura N° 18: Imagen referencial de estrategias de consolidación y cimentación



Fuente: Elaboración propia.

→ **Monitoreo y evaluación permanente:** Implementar un sistema integral de monitoreo que permita controlar de manera continua la estabilidad y evolución de la terraza baja, verificando asentamientos, deformaciones, movimientos del terreno, comportamiento de los rellenos, nivel freático, estado de la infraestructura y su interacción condicionante del borde marino-costero. La información obtenida deberá permitir

evaluar el desempeño de las medidas implementadas, detectar oportunamente cambios o procesos de deterioro y establecer medidas correctivas o ajustes antes de que comprometan la estabilidad y funcionalidad de la plataforma. La selección de instrumentos, ubicación, frecuencia de medición y umbrales de alerta deberá definirse a partir de los estudios especializados y de las condiciones particulares de cada sector.

- **Monitoreo Topográfico y Geodésico (Superficial):** Control de deformaciones y desplazamientos milimétricos en la superficie mediante hitos de control, estaciones totales robóticas, receptores GNSS/GPS de alta precisión y niveles topográficos.
- **Monitoreo Geotécnico y Estructural (Subterráneo):** Evaluación del comportamiento interno del suelo y las estructuras empleando inclinómetros (para movimientos laterales), placas de asentamiento y extensómetros (para deformaciones verticales), piezómetros y sensores de presión de poros (para variaciones del nivel freático), así como fisurómetros en infraestructuras críticas.
- **Monitoreo Marino-Costero (Dinámica Litoral):** Seguimiento de la interacción entre el mar y el borde costero a través de mareógrafos, correntómetros, sensores de oleaje (boyas oceanográficas) y levantamientos batimétricos periódicos para medir la erosión o acumulación de sedimentos alineado a la propuestas de plan Marino .

Figura N° 19: Imágen referencial de estrategias de consolidación



Fuente: Equipo Técnico

B. Sistema Vial No Motorizado en la plataforma inferior: El esquema vial no motorizado está conformado por una red de infraestructuras que articulan la movilidad peatonal y ciclista en el sector, estableciendo conexiones entre la plataforma inferior, la plataforma superior y los principales equipamientos y espacios de uso público. Esta red comprende distintos componentes y recorridos que permiten la continuidad de los desplazamientos y el acceso a los espacios vinculados a las actividades recreativas y turísticas. Sin embargo, su funcionamiento actual presenta ciertas limitaciones asociadas principalmente a las condiciones físicas y ambientales de la terraza inferior, donde la infraestructura se encuentra expuesta a diferentes niveles de peligrosidad según su ubicación y relación con el borde costero.

Entre los principales peligros que pueden afectar su funcionalidad se identifican los hundimientos, las caídas y los derrumbes de rocas, así como los procesos de erosión marina y aérea, que pueden deteriorar progresivamente sus elementos y comprometer las condiciones de seguridad y continuidad de los recorridos. En este contexto, resulta necesario implementar acciones orientadas a la recuperación, rehabilitación y adecuación de la infraestructura existente, priorizando los sectores con mayores niveles de exposición y deterioro. Estas intervenciones permitirán recuperar la continuidad y funcionalidad de la red, mejorar las condiciones de seguridad y accesibilidad, y asegurar que la infraestructura sea compatible con las demandas actuales y futuras de movilidad peatonal y ciclista del sector.

Toda acción de mejora, revisión, recuperación o adecuación de la red vial no motorizada deberá desarrollarse en concordancia con lo establecido por el componente vial del PMDCV 2024–2034, de manera que las intervenciones respondan a una visión integral de ordenamiento, movilidad y desarrollo de la Costa Verde.

Condición actual de Sistema Vial No Motorizado

Los componentes del sistema vial no motorizado vinculados directamente con la gestión de la evacuación, considerando su función como rutas de desplazamiento peatonal ante posibles escenarios de riesgo. El análisis comprende la continuidad, conectividad, accesibilidad y condición física de los recorridos que articulan la plataforma superior, el acantilado y la terraza baja, identificando las principales limitaciones que podrían afectar la evacuación segura y oportuna de la población y visitantes.

→ **Red estructural de puentes:** Los puentes peatonales evaluados se distribuyen entre los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel, articulando principalmente el acceso entre la parte superior de la Costa Verde y las playas. Los sectores de Chorrillos y Miraflores, vinculados a espacios de playa como Agua Dulce, Los Delfines, Punta Roquitas, Balta y Redondo, presentan una importancia particular por su uso recreativo y afluencia de visitantes. En estos sectores se identifican puentes con estado de conservación regular, como Bajada Agua Dulce, María Reiche–Playa Los Delfines, Bajada Balta y Playa Redondo–Acceso Armendáriz, lo que adquiere mayor relevancia debido a su exposición a peligros como hundimientos, derrumbes, erosión y sismos. En contraste, los puentes ubicados en Barranco, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel presentan predominantemente

un buen estado de conservación, aunque mantienen exposición a procesos de inestabilidad del acantilado y peligros sísmicos. En conjunto, la condición de conservación evidencia que los sectores con mayor uso recreativo y conexión directa con playas requieren especial atención, debido a que una eventual afectación de estas infraestructuras podría comprometer tanto la seguridad de los usuarios como la continuidad del acceso peatonal hacia las zonas de playa.

Tabla N° 27: Distribución de puentes peatonales evaluados, por distrito

N.º	Distrito	Puente peatonal	Estado de conservación
1	Chorrillos	Bajada Agua Dulce	Regular
2	Barranco	Bordemar – Acceso Armendáriz	Bueno
3	Barranco	Bajada de Baños	Bueno
4	Miraflores	Bajada San Martín – Sur	Bueno
5	Miraflores	María Reiche – Playa Los Delfines	Regular
6	Miraflores	Bajada Punta Roquitas	Bueno
7	Miraflores	Bajada Balta	Bueno
8	Miraflores	Playa Redondo – Acceso Armendáriz	Regular
9	San Isidro	Bajada San Martín – Norte	Bueno
10	Magdalena del Mar	Bajada Marbella	Bueno
11	Magdalena del Mar	Bajada Brasil	Bueno
12	Magdalena del Mar	John Lennon	Bueno
13	San Miguel	Bajada Escardó	Bueno
14	San Miguel	Acceso Bertoloto	Bueno
15	San Miguel	Bajada Universitaria	Bueno

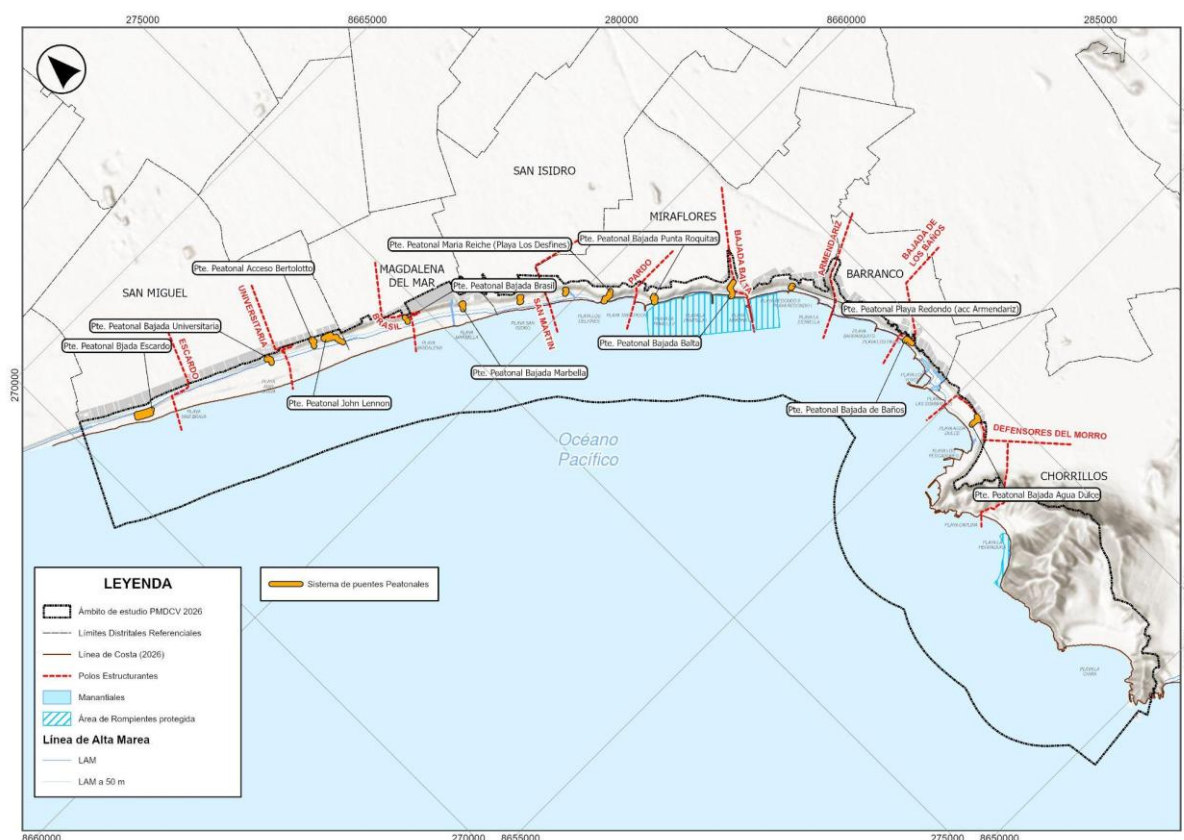
Fuente: Equipo Técnico

Tabla N° 28: Estrategia de intervención a puentes peatonales

Horizonte	Criterio	Medidas propuestas	
Corto plazo	Comprender y controlar el peligro	Estudios:	Levantamiento geológico, geomorfológico y geotécnico de detalle; perforaciones, SPT y CPTu en la terraza baja y la coronación; ensayos de laboratorio para determinar resistencia al corte, deformabilidad y permeabilidad de los depósitos coluviales y antrópicos; estudios geofísicos (MASW, ReMi y Downhole); evaluación del potencial de licuación y asentamientos diferenciales; análisis de estabilidad estática y pseudoestática, análisis de estabilidad de taludes; modelación de derrumbes y erosión en cárcavas considerando la influencia de infiltraciones, escorrentía superficial y sobrecargas generadas por las áreas verdes e infraestructura existente.
		Intervención	Terraza baja: Evaluación de la capacidad portante de los apoyos; inspección de asentamientos diferenciales; implementación de drenaje superficial provisional y control del nivel freático; revisión estructural del puente y de la pasarela de acceso. Acantilado: Inspección geomecánica del talud; retiro controlado de bloques inestables; limpieza y conformación de cárcavas; mantenimiento de geomantas, revegetación, terrazas estabilizadas, drenes y viseras de protección contra caídas de rocas ; limpieza y estabilización temporal de cárcavas para evitar concentraciones de escorrentía y erosión localizada. Planicie alta (coronación): Inspección del sistema de drenaje y riego; control de infiltraciones provenientes de áreas verdes; limpieza e instalación de cunetas/zanajs; restricción de sobrecargas temporales y evaluación de edificaciones próximas al borde del acantilado. Monitoreo: Instalación de hitos topográficos, inclinómetros, piezómetros, monitoreo mediante drones y fotogrametría periódica; inspecciones posteriores a lluvias intensas y eventos sísmicos para detectar nuevos procesos de inestabilidad.
Mediano plazo	Reducir el riesgo a niveles aceptables	Intervenciones	Terraza baja: Mejoramiento localizado del terreno mediante compactación dinámica, vibrosustitución, columnas de grava o técnicas equivalentes, de acuerdo con los resultados de la investigación geotécnica; micropilotes o cimentaciones profundas para los apoyos si se confirma baja capacidad portante o riesgo de licuación; implementación de sistemas permanentes de drenaje para controlar el nivel freático. Acantilado: Estabilización localizada mediante Soil Nailing y anclajes activos en sectores con evidencia de inestabilidad; construcción de bermas de estabilización donde sea técnicamente viable, instalación de drenes subhorizontales para disminuir las presiones de agua; estabilización de cárcavas mediante canales revestidos y disipadores de energía; reforzamiento de mallas de alta resistencia, geomantas y barreras dinámicas; rehabilitación o ampliación de las viseras de protección frente a caída de rocas cuando los análisis de riesgo lo justifiquen, recuperación de la cobertura vegetal con especies de bajo consumo hídrico. Planicie alta (coronación): Implementación de un sistema definitivo de drenaje; optimización del sistema de riego tecnificado; impermeabilización de zonas con infiltraciones recurrentes; regulación del uso del suelo y control de nuevas cargas estructurales próximas al borde del acantilado.

		Monitoreo	Inclinómetros atravesando la superficie de falla, Piezómetros para controlar el nivel freático, Prismas topográficos o GNSS para detectar desplazamientos y Monitoreo posterior a sismos significativos, evaluar el comportamiento del acantilado y verificar el desempeño de las obras ejecutadas.
Largo plazo	Construcción y operación segura	Intervenciones	Rediseños y Ejecución del puente y/o otras infraestructuras de movilidad - Recomendaciones: Terraza baja: Mantenimiento permanente del sistema de drenaje, seguimiento del comportamiento de las cimentaciones y evaluación periódica de los asentamientos diferenciales para garantizar la estabilidad de los apoyos y de la pasarela peatonal. Acantilado: Conservación y mantenimiento de todas las obras de estabilización de forma periódica el sistema integral de estabilización conformado por bermas, banquetes o terrazas,; reposición de geomantas, mallas, anclajes y drenes; mantenimiento de las viseras o paneles de protección; limpieza periódica de cárcavas e inspecciones posteriores a sismos y lluvias extraordinarias para identificar nuevos sectores de inestabilidad. Planicie alta (coronación): Gestión permanente del drenaje superficial y del sistema de riego; control de infiltraciones; regulación del desarrollo urbano y de las cargas próximas al borde del acantilado para evitar el incremento de las solicitaciones sobre el talud.
		Monitoreo	Implementación de un sistema permanente de monitoreo geotécnico y estructural de la infraestructura, complementado con inspecciones periódicas de la terraza baja, el acantilado y la coronación para detectar oportunamente deformaciones, derrumbes, caída de rocas o procesos erosivos que puedan comprometer la seguridad y continuidad operativa de la infraestructura.

Figura N° 20: Imagen referencial de red de puentes peatonales



Fuente: Equipo Técnico

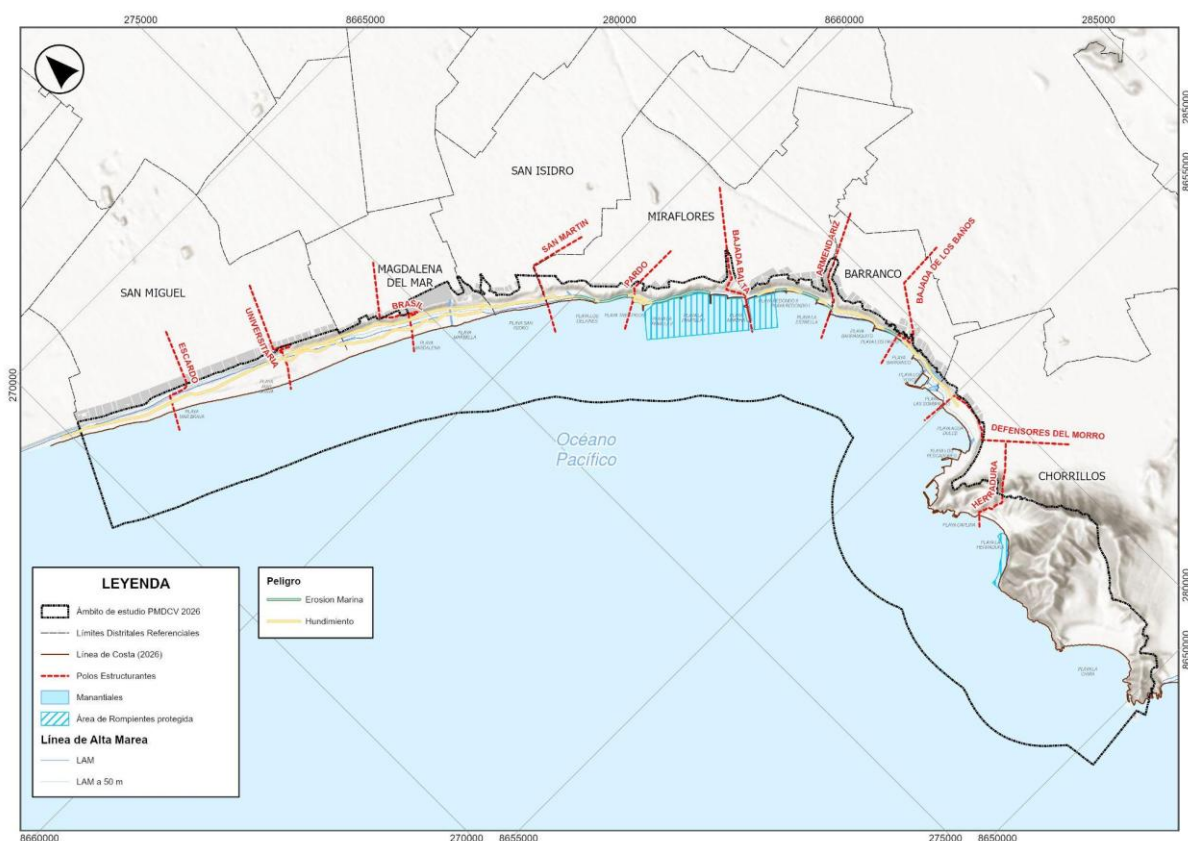
→ **Red Ciclovía y malecón plataforma inferior:** El cuadro presenta una síntesis de la condición actual de la red de ciclovías del Circuito de Playas de la Costa Verde, identificando los sectores afectados por peligros y su horizonte de intervención. En total, se registran 17,21 km de longitud afectada, distribuidos en seis distritos: Barranco (1,90 km), Chorrillos (0,44 km), Magdalena del Mar (4,56 km), Miraflores (4,11 km), San Isidro (0,71 km) y San Miguel (5,49 km). El hundimiento constituye el principal peligro identificado y se encuentra presente en todos los distritos, mientras que la erosión marina, asociada también al hundimiento, se concentra principalmente en Barranco y Miraflores, con una atención prevista a corto plazo. En cuanto a la conservación, predominan los tramos en estado regular, aunque también se identifican sectores en buen estado, principalmente en San Miguel y Miraflores. Estos resultados permiten reconocer los sectores con mayor extensión afectada y establecer una base para orientar las acciones de control, intervención y monitoreo del sistema vial no motorizado

Tabla N° 29: Condición de la ciclovía según distrito, peligros y horizonte de intervención

Distrito	Estado de conservación	Horizonte	Longitud afectada (km)
Barranco	Regular	Mediano	1.68
	Regular	Corto	0.22
Chorrillos	Regular	Mediano	0.44
Magdalena del Mar	Regular	Mediano	4.56
Miraflores	Regular	Mediano	1.51

	Regular	Corto	1.23
	Bueno	Mediano	0.25
	Regular	Mediano	1.12
San Isidro	Regular	Mediano	0.71
San Miguel	Bueno	Mediano	3.30
	Regular	Mediano	2.19
TOTAL	—	—	17.21

Figura N° 21: Imágen referencial de red de ciclovía y malecón



Fuente: Equipo Técnico

b. Planteamiento de estrategia de intervención para el sistema Vial No Motorizado:

Consolidar la funcionalidad y seguridad del sistema de puentes y ciclovías mediante una intervención integral y progresiva sobre las condiciones físicas que determinan su estabilidad y continuidad, priorizando el control de los procesos de hundimiento asentamiento en la terraza baja y erosión marina, considerando la caída de rocas y derrumbes de los movimientos de inestabilidad en el acantilado, y las condiciones de drenaje e infiltración en la corona y áreas de conexión. La estrategia deberá articular estudios geotécnicos, hidrogeológicos, topográficos y estructurales con medidas de control y estabilización específicas, complementadas con sistemas de monitoreo que permitan identificar oportunamente deformaciones, desplazamientos, erosión y variaciones del nivel freático. De esta manera, se busca asegurar la continuidad de los puentes y ciclovías como componentes estructurantes de la movilidad no

motorizada y, simultáneamente, garantizar su funcionamiento como conexiones estratégicas para las rutas de evacuación frente a escenarios de riesgo.

La estrategia de intervención para el sistema de puentes, ciclovías y rutas de evacuación se plantea como un proceso progresivo, territorial e integral, orientado a reducir las condiciones de riesgo que afectan la continuidad de la movilidad no motorizada y, al mismo tiempo, garantizar la capacidad de evacuación frente a escenarios adversos. La ruta parte del conocimiento detallado de los peligros y de las condiciones físicas del territorio, continúa con medidas rápidas de control, incorpora posteriormente intervenciones de estabilización y consolidación de la infraestructura y culmina con un sistema permanente de operación, monitoreo y mantenimiento. La lógica de intervención reconoce que los puentes y ciclovías no deben ser tratados como elementos aislados, debido a que su funcionamiento depende de las condiciones de estabilidad de la terraza baja, el acantilado y la corona. Por ello, la estrategia actúa inicialmente sobre los procesos que pueden comprometer la infraestructura y, progresivamente, consolida las conexiones necesarias para garantizar la movilidad, el acceso a los espacios públicos y la evacuación segura. Seguido las fases.

→ **Diagnóstico y estudios especializados:** La primera etapa corresponde al conocimiento detallado de las condiciones de peligro, vulnerabilidad y funcionamiento del sistema. Su finalidad es generar la información necesaria para identificar los sectores críticos y establecer las medidas de intervención de acuerdo con las características particulares de cada tramo.

- Esta etapa comprende estudios geotécnicos, geológicos, hidrogeológicos y oceanográficos, así como la evaluación de los puentes y ciclovías, levantamientos topográficos y batimétricos y el modelamiento de los peligros. Se busca determinar las condiciones de la terraza baja, el comportamiento del acantilado, la dinámica de la erosión marina, las condiciones de drenaje e infiltración y el estado de los elementos de movilidad.
- Los resultados permitirán establecer una línea base de intervención, identificando los sectores donde los hundimientos, asentamientos, erosión marina, derrumbes, caída de rocas u otros procesos puedan generar interrupciones o condiciones inseguras.

→ **Intervenciones rápidas de control del peligro:** Una vez identificados los sectores críticos, la segunda etapa corresponde a la implementación de medidas inmediatas de control, orientadas a reducir la exposición y evitar que los procesos identificados continúen afectando a la población o a la infraestructura.

- Estas intervenciones constituyen las acciones de respuesta más rápida y pueden ejecutarse mientras se desarrollan estudios de mayor profundidad o se preparan soluciones de estabilización. Entre ellas se consideran el desquinche y aseguramiento de rocas sueltas, limpieza y mantenimiento de drenajes, recuperación y refuerzo de defensas costeras, instalación temporal de mallas de contención, delimitación y señalización de zonas de riesgo, control de

escorrentías e infiltraciones y mantenimiento preventivo de puentes y ciclovías que tenga interacción directa con el sistema de acantilados y Zona Marino costera.

- La lógica de esta etapa es actuar rápidamente sobre el peligro existente para reducir la exposición y evitar la progresión del daño, priorizando aquellos sectores donde exista una afectación directa sobre las rutas de circulación o evacuación.

→ **Intervenciones de reducción del riesgo:** La tercera etapa corresponde a las intervenciones destinadas a controlar los procesos que generan el riesgo y estabilizar físicamente los sectores críticos. A diferencia de las medidas rápidas de control, estas soluciones requieren un mayor nivel de conocimiento técnico y se implementan a partir de los resultados obtenidos durante la etapa de diagnóstico.

- En la terraza baja, las acciones se orientan al control de hundimientos y asentamientos, así como al mejoramiento de las condiciones del terreno cuando corresponda. En el acantilado, se priorizan los procesos asociados a derrumbes, caída de rocas, erosión e inestabilidad de taludes. En la corona, las intervenciones se orientan principalmente al control del drenaje superficial, la infiltración y las condiciones que puedan favorecer la inestabilidad.
- Entre las principales intervenciones se consideran drenajes superficiales y profundos, estabilización de taludes y acantilados, protección del pie del acantilado, mejoramiento del terreno mediante soluciones como inyecciones, DSM o jet grouting cuando sean técnicamente requeridas, control de hundimientos y asentamientos, muros, pantallas y anclajes, además de medidas de protección de la infraestructura existente.
- La finalidad es llevar las condiciones de peligro a niveles aceptables, generando las condiciones físicas necesarias para posteriormente consolidar el sistema de movilidad.

→ **sistema de movilidad no motorizada y evacuación:** Con las condiciones de estabilidad previamente controladas, la cuarta etapa se concentra en consolidar la funcionalidad del sistema de puentes, ciclovías y conexiones peatonales. En esta fase la intervención deja de centrarse exclusivamente en el control del peligro y se orienta a garantizar la continuidad del sistema de movilidad.

- Se consideran acciones sobre los puentes peatonales, ciclovías, escalinatas, rampas y accesos, priorizando la recuperación de los sectores afectados y la continuidad de las conexiones entre la terraza baja y la plataforma superior. Asimismo, se busca articular estas conexiones con las rutas de evacuación, de manera que la infraestructura de movilidad cotidiana pueda cumplir también una función estratégica durante una emergencia.
- La consolidación comprende además la implementación de señalización y equipamiento de seguridad, así como la integración paisajística y urbanística de las intervenciones. De esta manera, el sistema no solo permite el

desplazamiento cotidiano de peatones y ciclistas, sino que contribuye a conformar una red conectada, accesible y segura para los visitantes.

→ **Operación, monitoreo y mantenimiento:** La última etapa corresponde a la gestión permanente del sistema, garantizando que las condiciones alcanzadas mediante las intervenciones anteriores se mantengan en el tiempo.

- Se plantea un sistema de monitoreo geotécnico y estructural, acompañado de inspecciones periódicas y posteriores a eventos, mantenimiento preventivo y correctivo, gestión de la seguridad y atención de emergencias. Asimismo, deberán mantenerse actualizados los planes de evacuación y desarrollar acciones de educación y sensibilización dirigidas a los usuarios.
- Esta etapa permite detectar oportunamente deformaciones, desplazamientos, asentamientos, erosión, variaciones del nivel freático y deterioro de la infraestructura, generando información para activar medidas correctivas antes de que las condiciones de riesgo comprometan la continuidad del sistema.

Figura N° 22: Sistema de puentes, ciclovías y rutas de evacuación



Fuente: Equipo Técnico

C. Sistema Vial Motorizado en la plataforma inferior: El sistema vial motorizado de la plataforma inferior de la Costa Verde está compuesto por la vía Circuito de Playas, los terraplenes y las bajadas, complementado por una red de defensas y señalización que permite su funcionamiento y conexión con la ciudad. Desde el enfoque de gestión del riesgo de desastres, se orienta a identificar y plantear soluciones de intervención que permitan controlar las afectaciones que puedan interrumpir el normal funcionamiento

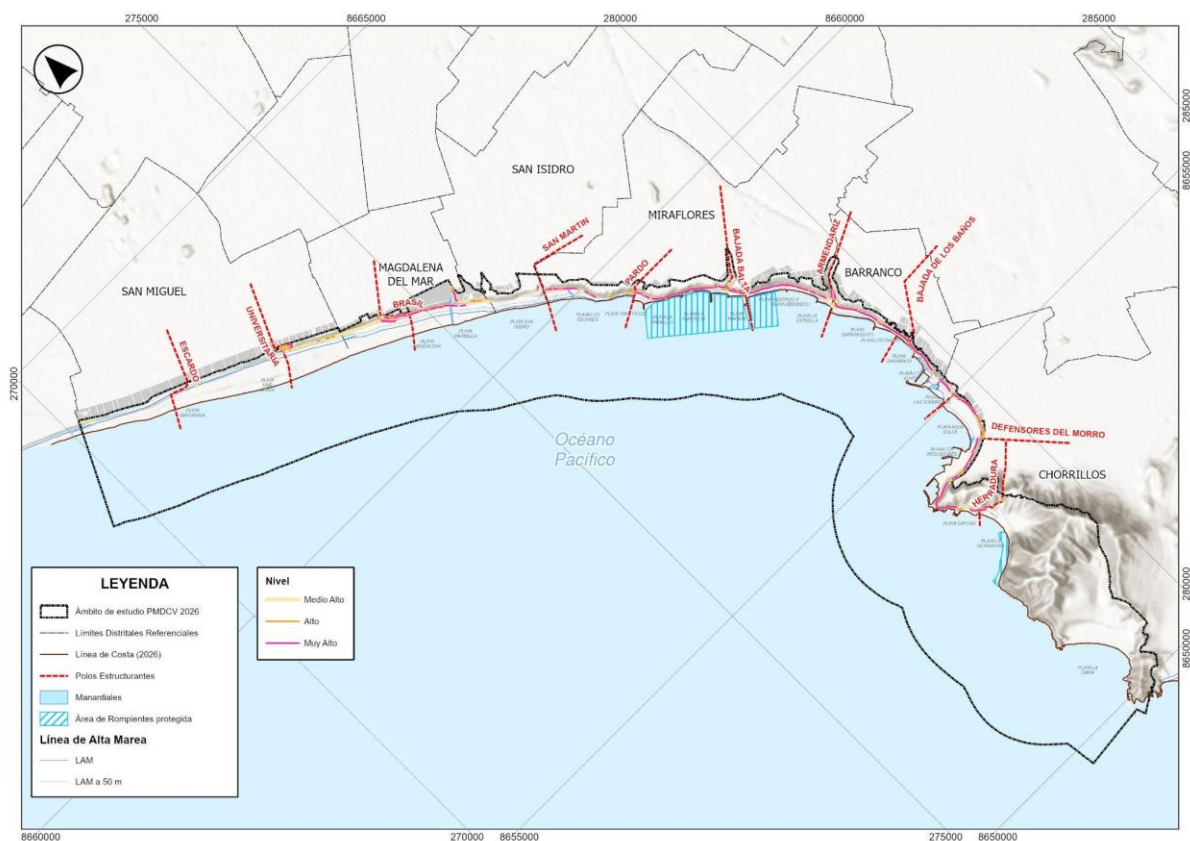
del sistema vial, considerando tanto los procesos asociados a la erosión marina como aquellos provenientes de la dinámica e inestabilidad del acantilado. En este sentido, resulta necesario fortalecer y recuperar los sistemas de defensa en los sectores donde la vía se encuentra expuesta, así como establecer medidas de control y protección que reduzcan la posibilidad de interrupción de la conexión vial entre la ciudad y la plataforma inferior. Estas acciones permitirán, además, fortalecer las condiciones para la implementación de planes de gestión reactiva ante el riesgo de desastres, particularmente los planes de continuidad operativa del servicio, orientados a mantener o recuperar oportunamente la funcionalidad de la infraestructura vial ante escenarios adversos.

Condición actual de Sistema Vial Motorizado

El sistema vial motorizado de la plataforma inferior de la Costa Verde (Circuito de Playas) es un eje fundamental para la movilidad metropolitana, pero su continuidad operativa se encuentra constantemente amenazada por las dinámicas físicas del territorio. La vía está expuesta a peligros recurrentes como hundimientos, caída de rocas, deslizamientos y erosión marina; y aunque dispone de elementos de defensa (mallas, muros de contención y terraplenes), estos resultan insuficientes ante la intensidad de los eventos. Esta situación exige una urgente intervención orientada a recuperar, reforzar y mantener las estructuras de protección existentes.

A nivel territorial, se han identificado 38.20 kilómetros de vías expuestas a múltiples peligros, de los cuales 15.07 km presentan un nivel de riesgo alto, siendo Miraflores el distrito con mayor longitud afectada. Esta cuantificación es clave para priorizar las intervenciones técnicas necesarias y evitar la interrupción del servicio en este crítico corredor urbano.

Figura N° 23: Imágen referencial del sistema vial expuesto



Fuente: Equipo Técnico

c. Planteamiento de estrategia de intervención para el sistema Vial Motorizado:

Toda intervención propuesta deberá estar alineada con las propuestas y determinaciones establecidas por el componente rector del sistema vial, garantizando su articulación con la planificación y funcionamiento integral del Circuito de Playas. Desde el enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), las acciones planteadas complementan dichas propuestas mediante una gestión orientada a reducir y controlar las condiciones de riesgo, considerando tres enfoques de intervención: reactivo, dirigido a la atención y recuperación frente a eventos que afecten la infraestructura; correctivo, orientado a intervenir las condiciones de riesgo existentes mediante medidas de control, estabilización y recuperación; y prospectivo, enfocado en prevenir la generación de nuevas condiciones de riesgo mediante la incorporación de criterios de seguridad y reducción del riesgo en las futuras intervenciones del sistema vial.

→ **Propuestas de PCO del circuito de playas:** Frente a las condiciones de riesgo identificadas, se plantea que las intervenciones sobre el sistema vial estén articuladas con el Plan de Continuidad Operativa, estableciendo una secuencia de acciones preventivas y de respuesta que permita mantener la funcionalidad del Circuito de Playas y recuperar el servicio de manera eficiente ante posibles afectaciones. Esta estrategia se estructura en los siguientes procesos:

- Identificación y sectorización preventiva: determinar los sectores del Circuito de Playas con mayor probabilidad de sufrir afectaciones, considerando las

condiciones de la vía, los sistemas de defensa y las zonas de corona del acantilado.

- Inspección técnica preventiva: realizar inspecciones periódicas de la vía, defensas, taludes y corona del acantilado para identificar oportunamente condiciones que puedan generar caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos, hundimientos u otras afectaciones.
- Activación de protocolos de respuesta: ante la ocurrencia de un evento, activar los procedimientos establecidos en el Plan de Continuidad Operativa, determinando el nivel de afectación, el sector comprometido y las acciones necesarias para recuperar el servicio.
- Limpieza y mitigación inmediata: desplegar maquinaria, personal y equipos para el retiro de material, limpieza de la calzada, control de las condiciones de peligro y recuperación de los elementos de defensa afectados.
- Rehabilitación del servicio vial: restablecer la transitabilidad del Circuito de Playas, priorizando los sectores estratégicos para garantizar la continuidad de la conexión vial metropolitana.
- Verificación y retorno a la operación: realizar una inspección posterior a la intervención para verificar las condiciones de seguridad de la vía y autorizar su reapertura.
- Tiempo de recuperación: establecer como objetivo que las acciones de respuesta y rehabilitación permitan recuperar la operatividad de la vía en un periodo no mayor de 24 horas, de acuerdo con su importancia como eje de movilidad de la Lima Metropolitana.

Figura N° 24: Imágen referencial del Plan de Continuidad Operativa del circuito de playas



Fuente: Equipo Técnico

→ **Infraestructura de defensa y protección del sistema vial:** A lo largo del Circuito de Playas se ha implementado una serie de infraestructuras de defensa vial emplazadas al pie del acantilado, cuya función principal es proteger la vía frente a procesos como la caída de rocas y los derrumbes. Estas infraestructuras deberán ser evaluadas considerando su condición actual, nivel de deterioro y capacidad de protección, priorizando su recuperación, rehabilitación y reforzamiento y, cuando corresponda, su reemplazo por soluciones más eficientes que permitan reducir el riesgo sobre la vía y mantener su continuidad operativa.

La protección, rehabilitación e implementación del servicio de protección de las vías de la Costa Verde deberá estar vinculada tanto a las propuestas establecidas por el componente rector del sistema vial como a los resultados de los estudios especializados de los acantilados. En este sentido, la identificación y priorización de sectores críticos deberá permitir determinar intervenciones acordes con las condiciones y procesos de inestabilidad de cada zona o sector del acantilado, evitando soluciones homogéneas y orientando las medidas de defensa hacia las características específicas del territorio.

Tabla N° 30: Dimensiones priorizadas para la intervención de defensa y Señalización del sistema vial

N.°	Distrito	Longitud priorizada (km)
1	San Miguel	1,12
2	Magdalena del Mar	2,54
3	Miraflores	4,33
4	Barranco	2,19
5	Chorrillos	2,40
Total	—	12,58

Fuente: Equipo Técnico

El cuadro identifica 12,58 km de zonas priorizadas para orientar la implementación, rehabilitación, mejora o reforzamiento del sistema de protección vial frente a los múltiples peligros que pueden afectar el Circuito de Playas. La mayor extensión priorizada corresponde a Miraflores, con 4,33 km (34,4 %), seguido de Magdalena del Mar con 2,54 km (20,2 %), Chorrillos con 2,40 km (19,1 %), Barranco con 2,19 km (17,4 %) y San Miguel con 1,12 km (8,9 %). Estas áreas constituyen sectores de atención prioritaria, donde el tipo y alcance de la intervención deberán definirse de acuerdo con las condiciones específicas del acantilado, los peligros identificados y los estudios técnicos correspondientes

Asimismo, resulta fundamental implementar un sistema de señalización preventiva y de advertencia en las zonas donde se registre mayor recurrencia de peligros, como caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, erosión u otros procesos que puedan afectar la vía. La señalización deberá permitir identificar y advertir oportunamente a los usuarios sobre los sectores de mayor exposición o recurrencia, reforzando la percepción del riesgo y orientando las acciones de prevención y respuesta. Estas señales deberán ubicarse estratégicamente en los puntos críticos y complementarse con otros elementos de protección y control, de acuerdo con las condiciones específicas de cada sector.

Estrategia de intervención para la protección y continuidad del sistema vial

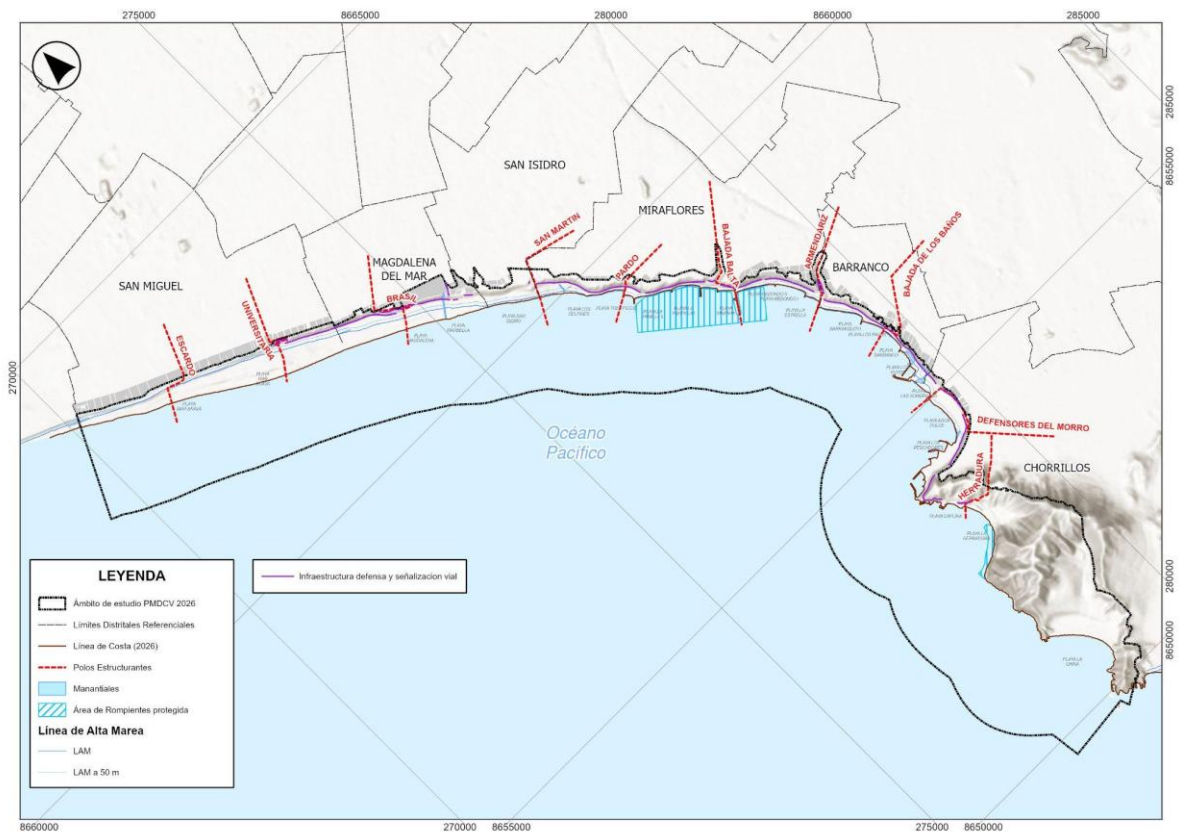
La estrategia orienta a consolidar el sistema de protección vial existente, priorizando la recuperación, rehabilitación, mejora y reforzamiento de las defensas emplazadas al pie del acantilado, de acuerdo con el nivel de exposición y recurrencia de los peligros identificados. La implementación se ha plantea de manera diferenciada por sectores, articulando las condiciones particulares del acantilado con las propuestas del componente rector del sistema vial, de manera que las soluciones respondan a los procesos de inestabilidad presentes y contribuyan a mantener la continuidad y seguridad del Circuito de Playas.

La estrategia de intervención se ha desarrollado mediante los siguientes procesos:

- Identificación y priorización: se han delimitado los sectores críticos del sistema vial, priorizando los 12,58 km identificados para la implementación, rehabilitación, mejora o reforzamiento de las defensas.

- Evaluación de las defensas existentes: se ha considerado la condición, deterioro y capacidad de protección de las infraestructuras emplazadas al pie del acantilado, determinando cuáles requieren recuperación, reforzamiento o reemplazo.
- Recuperación y reforzamiento: se han priorizado acciones sobre las defensas existentes para recuperar su capacidad de protección frente a caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos y otros peligros que puedan afectar la vía.
- Implementación de nuevas defensas: en los sectores donde las defensas existentes resulten insuficientes o no respondan a las condiciones del acantilado, se ha planteado la incorporación de soluciones específicas, sustentadas en estudios técnicos.
- Señalización y advertencia: se ha considerado la instalación de señalización preventiva en los puntos de mayor recurrencia o exposición a peligros, complementando las medidas físicas de protección y facilitando la prevención y respuesta de los usuarios.
- Monitoreo y mantenimiento: se han incorporado acciones periódicas de inspección, mantenimiento y seguimiento de las defensas y sectores críticos, permitiendo identificar oportunamente deterioros, nuevas condiciones de inestabilidad o pérdida de capacidad de protección.

Figura N° 25: Distribución de Infraestructura de defensa y protección del sistema vial



Fuente: Equipo Técnico

→ **Control de infiltración hidrogeológica y drenaje del sistema vial:** El problema se ha presentado en el sistema vial del Circuito de Playas, donde la infiltración y acumulación de agua asociada a las condiciones hidrogeológicas del acantilado han generado sectores de inundación, saturación y concentración de flujos, afectando la transitabilidad y las condiciones de estabilidad de la infraestructura vial. Si bien la Bajada de Morro Solar, en el distrito de Chorrillos, ha presentado la mayor recurrencia, el conjunto de la vía ha permanecido susceptible a experimentar afectaciones similares, por lo que ha requerido una atención integral y diferenciada según las condiciones de cada sector.

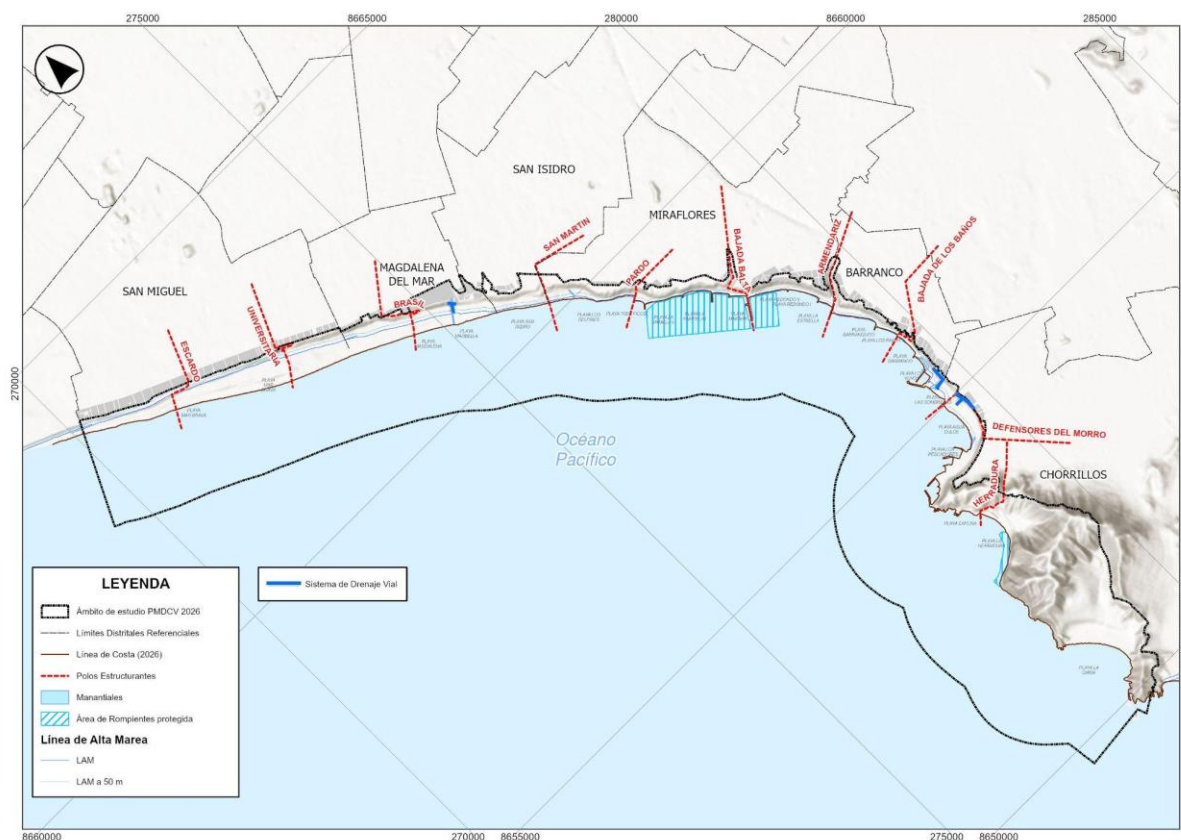
Estrategia de intervención:

- Identificación de sectores críticos: se han priorizado las zonas que han presentado mayor recurrencia de inundación, infiltración y acumulación de agua, considerando como punto de atención principal la Bajada de Morro Solar.
- Evaluación hidrogeológica y geotécnica: se han considerado estudios para identificar las fuentes, rutas y niveles de infiltración, así como su relación con las condiciones de estabilidad del acantilado y la vía.
- Implementación y rehabilitación del drenaje: se ha planteado la implementación o recuperación de sistemas de drenaje superficial y subsuperficial, incluyendo cunetas, canales, drenes horizontales y longitudinales.
- Control de la descarga: se han considerado sistemas de conducción y descarga controlada para evitar la concentración de flujos sobre la vía, el pie del acantilado o sectores susceptibles a erosión.
- Monitoreo y mantenimiento: se han planteado acciones periódicas de inspección, limpieza y monitoreo de los sistemas de drenaje para mantener su capacidad operativa y detectar oportunamente nuevas condiciones de acumulación o infiltración.
- Extensión progresiva de las medidas: a partir de la priorización de los sectores más recurrentes, se ha planteado extender las medidas de control al conjunto del Circuito de Playas, de acuerdo con las condiciones hidrogeológicas particulares de cada sector.

Tabla N° 31:Propuestas para la implementación de drenaje vial

Distrito	Coordenada Este	Coordenada Norte
Chorrillos	279656.449356	8654881.01369
Chorrillos	279650.005209	8655327.86707
San Isidro	275255.853142	8661135.31692

Figura N° 26: Infiltración hidrogeológica y drenaje del sistema vial



Fuente: Equipo Técnico

D. Propuestas del sistema de protección y estabilización de la Plataforma baja.

→ **Sistemas de tierras ganadas al mar protocolo altura vertical y horizontal:** La generación de nuevas superficies mediante la ganancia controlada de tierras al mar constituye una oportunidad para consolidar la plataforma baja de la Costa Verde como un soporte territorial estratégico para la gestión del riesgo de desastres y el desarrollo urbano, siempre que su ejecución se sustente en estudios hidro-oceanográficos, morfodinámicos, geotécnicos, ambientales y de seguridad física que garanticen su viabilidad y eviten la generación de nuevos riesgos. Mediante técnicas de relleno controlado, compactación, consolidación y estabilización progresiva, estas superficies pueden contribuir a ordenar y fortalecer el borde costero, mejorar las condiciones de soporte del terreno y establecer áreas destinadas a protección costera, movilidad y evacuación, espacios públicos, equipamientos, servicios y actividades recreativas y económicas. De esta manera, la inversión en la generación y consolidación de suelo no representa únicamente una ampliación física del territorio, sino una estrategia de reducción del riesgo que permite recuperar y poner en valor áreas costeras, incrementar la capacidad de respuesta y evacuación de la población y, simultáneamente, generar condiciones para nuevas oportunidades de inversión, actividad económica y desarrollo urbano. Esta visión se articula con el enfoque integral planteado para la Costa Verde, donde la seguridad física ante desastres, el

ordenamiento territorial, la movilidad, las actividades recreativas y el soporte de actividades urbanas forman parte de una misma estrategia de desarrollo.

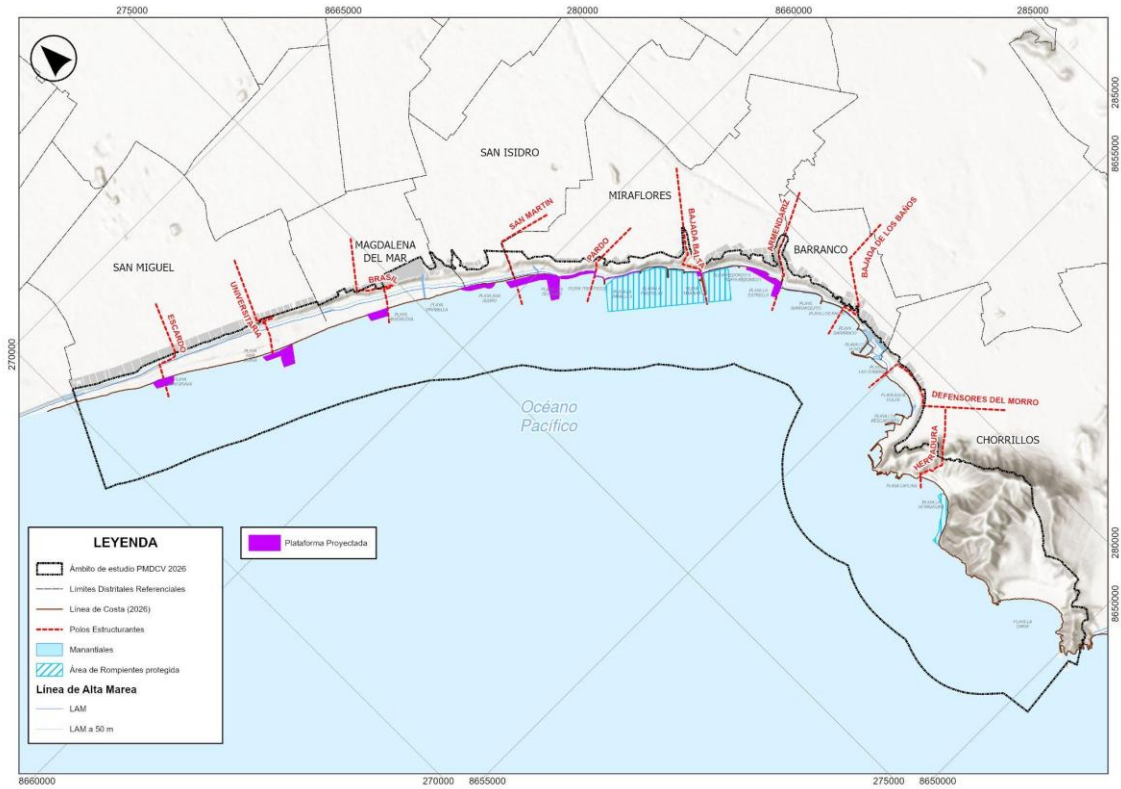
El cuadro identifica una superficie total de 35,84 ha propuesta para la ampliación de la plataforma baja mediante el mecanismo de ganar tierras al mar, distribuida en cuatro distritos. La mayor superficie corresponde a Miraflores, con 19,71 ha (55,0 %), seguida de San Miguel con 10,21 ha (28,5 %) y Magdalena del Mar con 3,24 ha (9,0 %), mientras que San Isidro concentra 2,67 ha (7,5 %). La propuesta se encuentra asociada al mecanismo de disipación vertical de la energía de inundación, por lo que su implementación deberá considerar las condiciones físicas y de exposición de cada sector de la plataforma baja.

Tabla N° 32: Superficie propuesta para la ampliación de la plataforma baja mediante terrenos ganados al mar, por distrito

N.º	Distrito	Área propuesta (ha)
1	Magdalena del Mar	3.24
2	Miraflores	19.71
3	San Isidro	2.67
4	San Miguel	10.21
Total	—	35.84

Fuente: EquipoTécnico

Figura N° 27: Sistemas de tierras ganadas al mar



Fuente: Equipo técnico

→ **Estrategia de intervención para la ampliación de la plataforma baja mediante tierras ganadas al mar:** La estrategia deberá orientarse a la generación controlada de nueva superficie de plataforma baja, considerando que la modificación de la línea de costa puede alterar la dinámica hidro-oceanográfica, el transporte de sedimentos y las condiciones de los ecosistemas marinos. Por ello, la intervención deberá sustentarse previamente en estudios especializados, evaluaciones ambientales, estudios geotécnicos del fondo marino y modelamientos de oleaje y dinámica costera, además de contar con las autorizaciones correspondientes.

La estrategia se desarrollará mediante los siguientes procesos:

- Viabilidad y estudios previos: se deberán realizar estudios geotécnicos, hidro-oceanográficos, ambientales y de dinámica litoral para determinar la factibilidad de la generación de tierras y las condiciones de cada sector.
- Autorización y delimitación del área: se deberán gestionar los derechos de uso del área acuática y las autorizaciones correspondientes, definiendo el ámbito exacto de intervención y las condiciones de la nueva línea de costa.
- Contención perimetral: se deberá conformar previamente una estructura de protección que delimite el área a ganar y permita controlar la acción del oleaje y evitar la dispersión del material durante el relleno.
- Relleno y conformación del terreno: se deberá realizar la colocación controlada de materiales adecuados, evitando materiales orgánicos, lodos, desmontes o residuos que puedan comprometer la estabilidad del terreno generado.
- Consolidación y mejoramiento del terreno: el nuevo terreno deberá ser sometido a procesos de compactación, consolidación y mejoramiento para controlar los asentamientos y alcanzar condiciones adecuadas de resistencia y capacidad portante.
- Protección del frente costero: se deberá implementar la protección definitiva del borde mediante soluciones adecuadas a las condiciones del sitio, considerando la acción del oleaje y otros procesos asociados a la dinámica marina.
- Implementación de infraestructura: una vez verificadas las condiciones de estabilidad, compactación y control de asentamientos, podrá implementarse la infraestructura prevista sobre la nueva plataforma.
- Monitoreo y mantenimiento: se deberá mantener un sistema de seguimiento de asentamientos, presión de agua y deformaciones del terreno mediante instrumentación y controles periódicos.

Figura N° 28: Estrategias para ganar tierras al mar



→ **Fortalecimiento de la red de puentes y accesos peatonales:** Frente a las condiciones analizadas, la red existente de puentes peatonales ha resultado insuficiente para responder a la demanda actual y futura de visitantes, particularmente durante los periodos de mayor afluencia a las playas. Esta condición limita la accesibilidad y conectividad entre la plataforma superior y la plataforma baja, generando una concentración de usuarios en determinados accesos y reduciendo las alternativas disponibles para el desplazamiento y la evacuación. En este contexto, se ha planteado la implementación de nuevos puentes y accesos peatonales seguros, de manera que la red pueda distribuir adecuadamente los flujos de visitantes y mejorar la conexión entre los principales espacios de uso público de la Costa Verde.

La propuesta ha considerado que los nuevos puentes no deberán funcionar como elementos aislados, sino como componentes estructurantes de un sistema integrado de movilidad peatonal y evacuación. Su localización deberá responder a la demanda de visitantes, la capacidad de los accesos existentes, la concentración de actividades y servicios en las zonas de playa, las condiciones de seguridad y la necesidad de disponer de conexiones alternativas ante una eventual interrupción de alguno de los recorridos. De esta manera, la incorporación de nuevos puntos de conexión permitirá reducir la dependencia de los accesos existentes y generar una red con mayor redundancia, continuidad y capacidad de respuesta.

Desde el enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres, la implementación de esta red deberá estar articulada con las rutas de evacuación hacia la plataforma superior, garantizando recorridos continuos, seguros y adecuadamente señalizados desde las

zonas de mayor concentración de población visitante. Para ello, los puentes deberán integrarse con las escaleras, rampas, ciclovías, vías peatonales y demás componentes que conformen las rutas de evacuación, considerando tanto la demanda habitual como los escenarios de máxima afluencia. Así, la nueva red permitirá mejorar simultáneamente la accesibilidad, conectividad, movilidad cotidiana y capacidad de evacuación, contribuyendo a consolidar un sistema más complejo, articulado y eficiente para el funcionamiento futuro de la Costa Verde.

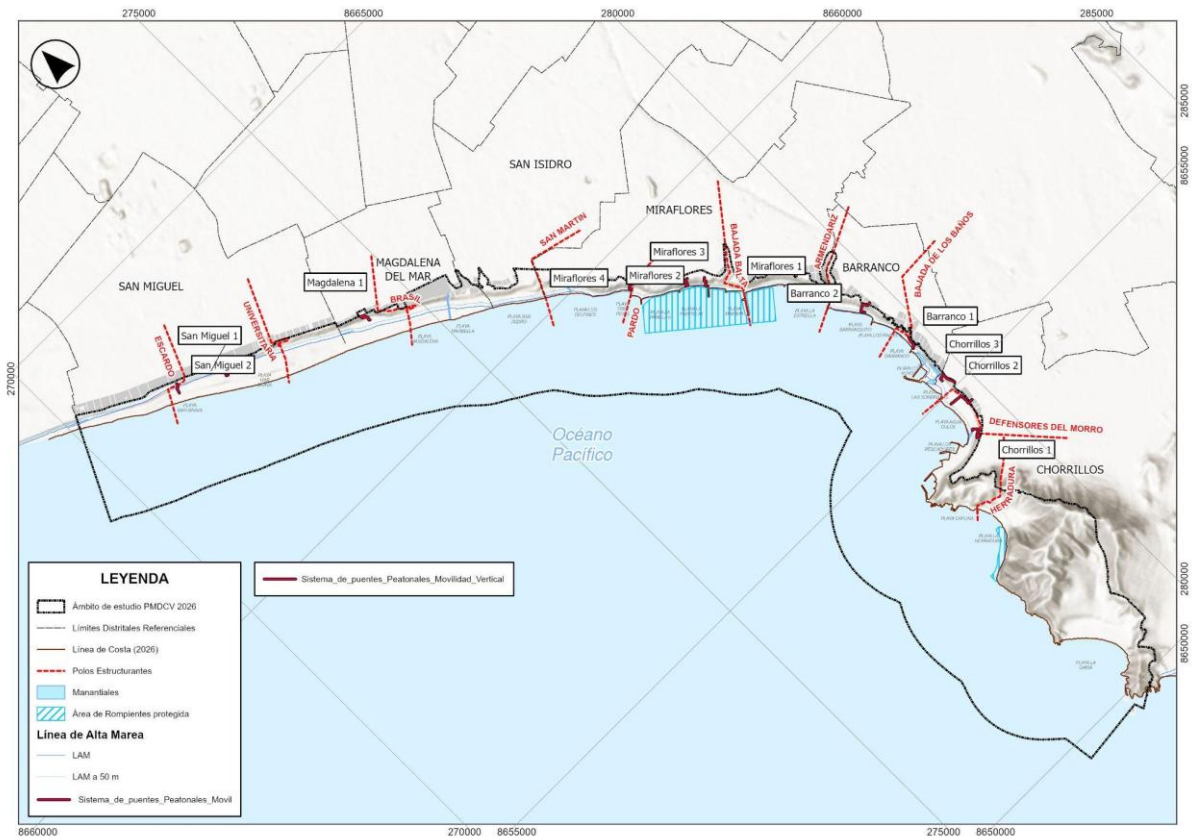
La propuesta ha identificado 12 puentes peatonales, de los cuales 9 (75,0 %) han sido considerados para el corto plazo, 2 (16,7 %) para el mediano plazo y 1 (8,3 %) para el largo plazo. Miraflores concentra la mayor cantidad, con 4 puentes (33,3 %), seguido de Chorrillos con 3 (25,0 %), mientras que Barranco y San Miguel cuentan con 2 puentes cada uno (16,7 %) y Magdalena del Mar con 1 (8,3 %).

Esta distribución permite priorizar inicialmente los sectores que requieren una mayor capacidad de conexión entre la plataforma superior y la plataforma baja, incorporando progresivamente nuevos puntos de acceso que permitan distribuir los flujos de visitantes y fortalecer la red de evacuación. Las coordenadas X e Y pueden mantenerse en una ficha técnica de cada puente para su localización cartográfica y posterior desarrollo de los estudios de emplazamiento.

Tabla N° 33: Red de puentes propuestos, por distrito

N.º	Distrito	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Total de puentes
1	Chorrillos	2	1	—	3
2	Miraflores	2	1	1	4
3	Barranco	2	—	—	2
4	San Miguel	2	—	—	2
5	Magdalena del Mar	1	—	—	1
Total	—	9	2	1	12

Figura N° 29: Distribución de Infraestructura de defensa y protección del sistema vial



Fuente: Equipo Técnico

La estrategia se desarrollará mediante los siguientes procesos:

- Diagnóstico y estudios especializados: se han considerado estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos y estructurales para determinar las condiciones de cimentación, estabilidad del acantilado y comportamiento de las áreas donde se emplazarán los puentes, considerando procesos como caída de rocas, derrumbes, asentamientos e infiltración.
- Priorización de áreas de intervención: se han priorizado las zonas donde se ha identificado la necesidad de nuevos puntos de conexión, considerando la demanda de visitantes, las principales zonas de playa, la capacidad de los accesos existentes, los niveles de concentración de usuarios y las condiciones de riesgo de cada área.
- Acondicionamiento y protección de las áreas de emplazamiento: se ha planteado preparar las áreas destinadas a los nuevos puentes mediante el control del drenaje y las infiltraciones, la estabilización localizada, la recuperación o reforzamiento de defensas existentes y el acondicionamiento de las zonas de cimentación y conexión.

- Implementación y consolidación de la red de puentes: se ha planteado incorporar nuevos puentes y accesos que permitan incrementar los puntos de conexión y distribuir los flujos de visitantes, articulándolos con la red peatonal, ciclovías, espacios públicos y principales accesos a las playas.
- Integración de la red de evacuación: los nuevos puentes deberán incorporarse a un sistema continuo de rutas de evacuación hacia la plataforma superior y zonas seguras, generando recorridos alternativos y asegurando condiciones de accesibilidad y capacidad para atender tanto la demanda cotidiana como los periodos de máxima afluencia.
- Monitoreo y control de la estabilidad: se deberá implementar un sistema permanente de monitoreo geotécnico y estructural, complementado con controles topográficos e inspecciones periódicas, que permita identificar asentamientos, desplazamientos, deformaciones y cambios en las condiciones del acantilado y de la infraestructura.
- Conservación y mantenimiento: se deberán establecer acciones periódicas de inspección, mantenimiento y conservación de los puentes, accesos, cimentaciones y elementos de protección, con el propósito de mantener su capacidad funcional y garantizar su disponibilidad como infraestructura de movilidad y evacuación.

→ **Propuesta de estructuras verticales para la evacuación:** La propuesta de estructuras verticales para la evacuación se ha planteado como un componente complementario de la red de evacuación, destinado a superar el desnivel existente entre la plataforma baja y la plataforma superior y facilitar el desplazamiento rápido y seguro de la población hacia zonas de menor exposición. Estas estructuras deberán ubicarse estratégicamente en sectores donde las condiciones de accesibilidad, demanda de visitantes y configuración del acantilado hayan evidenciado la necesidad de generar nuevas alternativas de evacuación.

Su implementación deberá articularse con las rutas horizontales, puentes peatonales, accesos existentes y zonas seguras, conformando recorridos continuos y alternativos que permitan distribuir los flujos de evacuación. Asimismo, su localización y características deberán sustentarse en estudios geotécnicos, estructurales y de estabilidad del acantilado, incorporando elementos de orientación, iluminación, señalización y comunicación de emergencia que permitan mantener su funcionamiento durante diferentes escenarios de riesgo.

Para las estructuras verticales destinadas a la evacuación, las estrategias deberían enfocarse en que estas no sean solamente nuevos accesos, sino componentes capaces de garantizar capacidad, continuidad, seguridad y orientación durante una emergencia.

El análisis identifica 15 áreas priorizadas, que en conjunto abarcan 37,66 ha, destinadas a evaluar la implementación de estructuras verticales para la evacuación desde la plataforma baja hacia la plataforma superior. La mayor superficie se concentra en Chorrillos, con 12,79 ha (34,0 %), seguido de San Miguel con 8,14 ha

(21,6 %), Miraflores con 5,49 ha (14,6 %), Barranco con 5,45 ha (14,5 %), Magdalena del Mar con 4,07 ha (10,8 %) y San Isidro con 1,72 ha (4,6 %). Esta distribución permite priorizar las áreas donde deberán evaluarse las condiciones de emplazamiento y la necesidad de generar nuevas conexiones verticales, considerando la demanda de visitantes, la accesibilidad existente, las rutas horizontales y la articulación con los puntos de evacuación.

Tabla N° 34: Ubicación de Estructuras verticales de evacuación

N.º	Distrito	Referencia	X	Y
1	Chorrillos	Polo Morro Solar	279535,284	8654728,831
2	Barranco	Playa Los Yuyos	279663,369	8655735,485
3	Barranco	Playa Los Pavos	279570,726	8656447,363
4	Miraflores	Playa Redondo I	279146,084	8657640,645
5	Miraflores	Polo Pardo	277340,889	8659353,803
6	Chorrillos	Playa La Chira	278560,254	8650858,754
7	Chorrillos	Polo La Herradura	278755,723	8653415,268
8	Chorrillos	Zona Club Regatas	278845,931	8654179,549
9	Barranco	Armendáriz	279259,829	8657134,938
10	Miraflores	Polo San Martín	276299,268	8660330,188
11	San Isidro	Parque Bicentenario	275974,840	8660578,268
12	Magdalena del Mar	Zonas de recreación Marbella	275662,475	8660871,126
13	Magdalena del Mar	Polo Brasil	274717,143	8661441,051
14	San Miguel	Polo Universitaria	272991,215	8662302,283
15	San Miguel	Polo Escardó	271476,493	8663048,495
Total	6 distritos	15 áreas	—	—

Fuente: Equipo técnico

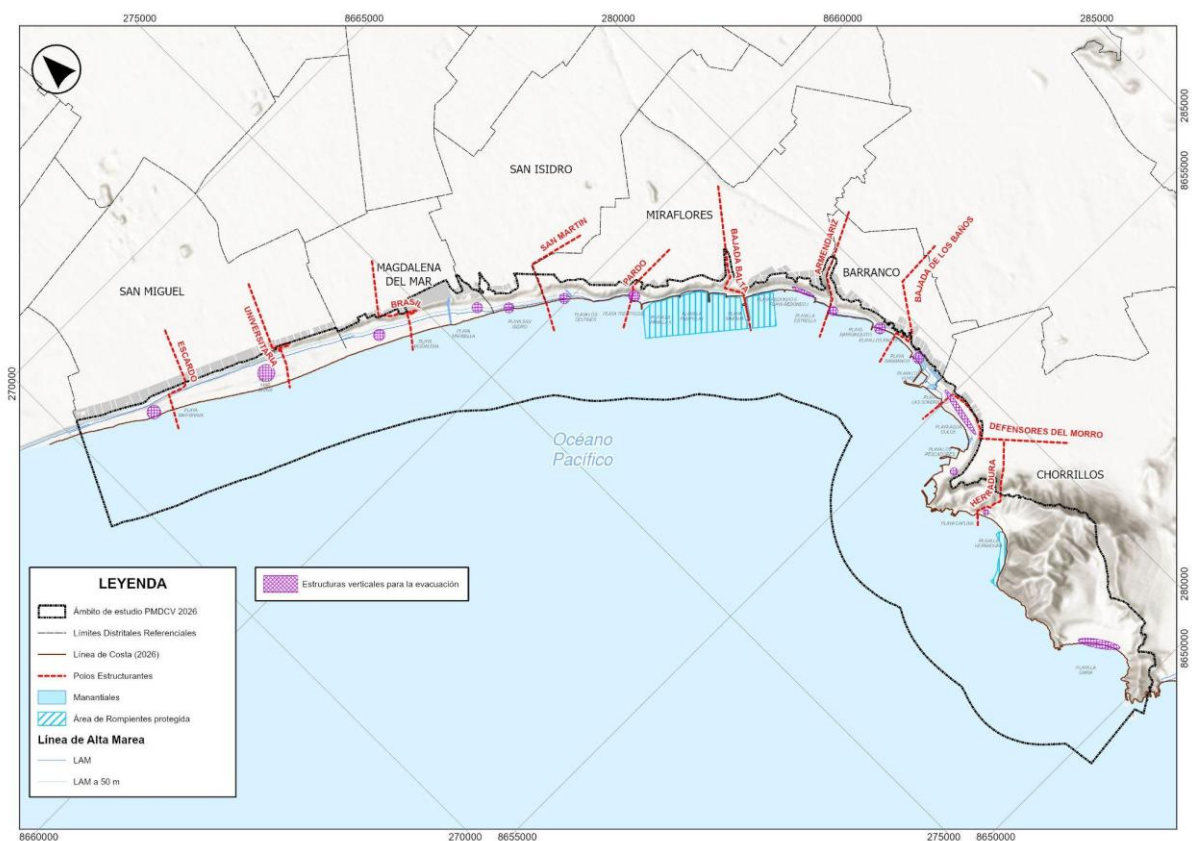
Estrategias de intervención para las estructuras verticales de evacuación

- Diagnóstico y localización de las áreas de intervención: identificar las zonas de la plataforma baja que presentan mayor concentración de visitantes y déficit de conexión vertical, considerando la distancia hacia los accesos existentes, las rutas horizontales y las zonas seguras.
- Evaluación de las condiciones del emplazamiento: desarrollar estudios geotécnicos, geomorfológicos y estructurales que permitan determinar la

estabilidad del acantilado, las condiciones de cimentación y la exposición a caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, sismos e infiltraciones.

- Implementación de nuevas conexiones verticales: incorporar estructuras como escaleras, rampas, puentes y otros accesos verticales que permitan conectar directamente la plataforma baja con la plataforma superior, priorizando los sectores donde la red existente resulte insuficiente.
- Generación de rutas alternativas y redundantes: evitar que la evacuación dependa de un único acceso vertical, articulando cada estructura con diferentes rutas horizontales y otros puntos de salida para mantener alternativas ante la posible interrupción de un recorrido.
- Acondicionamiento y protección de los accesos: implementar medidas de protección en las zonas de llegada y salida de las estructuras, incluyendo defensas frente a caída de rocas, control de drenaje, estabilización localizada y protección de las áreas de circulación.
- Implementación de sistemas de alerta y orientación: incorporar señalización de evacuación, iluminación de emergencia, alarmas, sirenas, sistemas de megafonía, paneles informativos y elementos fotoluminiscentes, permitiendo orientar a los visitantes desde la plataforma baja hasta las zonas seguras.
- Dimensionamiento para la máxima afluencia: determinar la capacidad de las estructuras y el número de accesos necesarios considerando la población visitante en condiciones normales y, principalmente, durante los periodos de máxima concentración en las playas.
- Monitoreo y mantenimiento: implementar inspecciones periódicas y sistemas de monitoreo de las estructuras, cimentaciones y condiciones del acantilado, verificando su estabilidad, capacidad y operatividad como rutas de evacuación.

Figura N° 30: Distribución de Infraestructura de defensa y protección del sistema vial



Fuente: Equipo Técnico

→ **Reubicación del eje del sistema vial:** La propuesta de reubicación del eje vial se ha planteado debido a que determinados tramos del Circuito de Playas se encuentran directamente expuestos a los procesos de inestabilidad provenientes del acantilado. La ubicación actual de la vía sobre sectores conformados por depósitos y áreas próximas al pie del acantilado ha generado una condición de exposición recurrente frente a caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos, erosión y otros procesos gravitacionales, ocasionando afectaciones que pueden comprometer la seguridad, transitabilidad y continuidad del servicio vial. En este contexto, el desplazamiento del eje se ha considerado como una medida que permitiría reducir la exposición de la vía y generar un espacio de transición entre el acantilado y la infraestructura vial, mejorando las condiciones para implementar medidas de estabilización y protección.

La reubicación del eje también permitirá regular y optimizar el espacio utilizado por el sistema vial y su derecho de vía, generando una separación funcional respecto de las zonas directamente afectadas por los procesos del acantilado. El espacio liberado podrá ser utilizado, según las condiciones de cada sector, para implementar obras de protección y estabilización como perfilado y reperfilado de taludes, banqueteo, bermas de seguridad, muros de contención, pantallas, sistemas de anclaje, mallas de protección, barreras dinámicas, drenajes y otras soluciones de control de caída de rocas y movimientos gravitacionales. La selección de estas medidas deberá responder al tipo de peligro, geometría del acantilado, condiciones del terreno y nivel de exposición de cada tramo.

Sin embargo, debido a que el acantilado presenta diferentes configuraciones geomorfológicas, pendientes, alturas, materiales y condiciones de estabilidad, la reubicación del eje no podrá responder a una única sección o distancia de retiro para todo el Circuito de Playas. Por ello, se deberán desarrollar estudios detallados por sector, que permitan determinar la posición técnicamente viable del nuevo eje, el ancho requerido para la intervención, las condiciones de estabilidad y las obras necesarias para garantizar la seguridad de la vía. En este sentido, el plan ha permitido identificar 19 puntos específicos donde deberá priorizarse el análisis de factibilidad para el desplazamiento del eje vial y la posterior implementación de medidas de estabilización y protección.

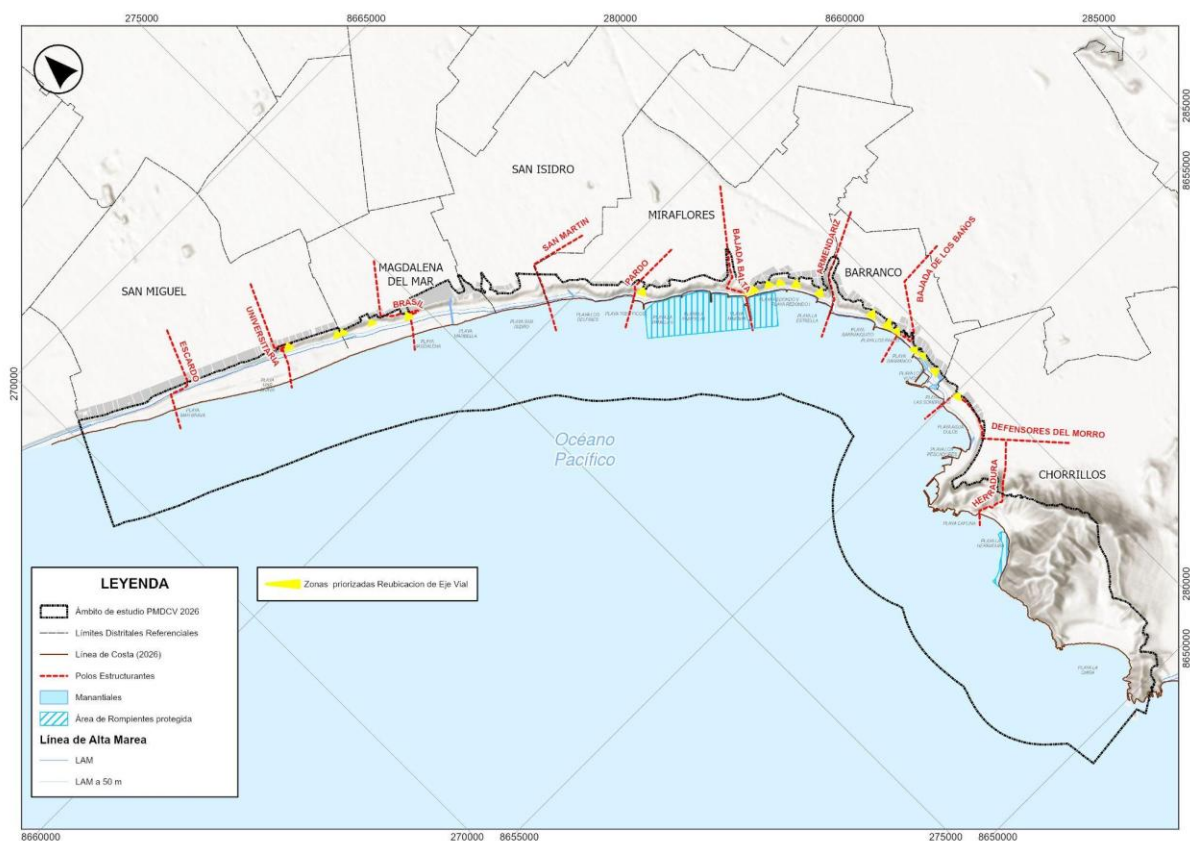
Tabla N° 35: Reubicación del eje del Sistema Vial

Código	Distrito	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	San Miguel	273814.41	8662080.70
2	San Miguel	273180.54	8662460.63
3	Magdalena del Mar	274297.91	8661843.32
4	Magdalena del Mar	274747.04	8661534.75
5	Miraflores	277454.56	8659337.22
6	Miraflores	278571.27	8658246.31
7	Miraflores	278844.62	8658096.16
8	Miraflores	279144.10	8657812.39
9	Miraflores	279303.67	8657470.25
10	Barranco	279623.99	8656701.63
11	Barranco	279687.82	8656432.09
12	Barranco	279704.35	8656266.89

13	Barranco	279693.60	8655881.09
14	Barranco	279720.06	8655735.57
15	Barranco	279686.00	8655441.55
16	Miraflores	278636.01	8658201.35
17	Miraflores	278985.30	8657996.90
18	Magdalena del Mar	273894.60	8662040.58
19	Chorrillos	279659.51	8654946.37

Fuente: Equipo Técnico

Figura N° 31: Mapa de reubicación del eje del mapa vial



Fuente: Equipo Técnico

La estrategia podría estructurarse en los siguientes componentes:

- Identificación y priorización de los 19 puntos: se han identificado 19 ubicaciones donde deberá evaluarse prioritariamente la posibilidad de desplazar el eje vial, considerando la recurrencia de afectaciones, proximidad al acantilado y condiciones de exposición de la vía.
- Diagnóstico geológico, geotécnico y vial: se deberán desarrollar estudios de detalle para determinar la estabilidad del acantilado, características de los depósitos, condiciones de cimentación, comportamiento del terreno y viabilidad del nuevo emplazamiento del eje.
- Definición del retiro vial: se deberá determinar para cada punto la distancia de desplazamiento necesaria, evitando establecer un retiro uniforme y adaptando la solución a la configuración particular del acantilado.
- Liberación y reorganización del derecho de vía: se deberá evaluar la reorganización del espacio vial para generar una franja de protección entre el acantilado y la vía, permitiendo incorporar medidas de estabilización y protección.
- Estabilización rápida de taludes: en los sectores donde las condiciones lo permitan, podrán priorizarse intervenciones de rápida ejecución como

desquinche y retiro de bloques inestables, perfilado localizado, banqueteo, bermas de seguridad, limpieza de material suelto y control de cárcavas.

- Implementación de estructuras de protección: de acuerdo con los estudios, se podrán incorporar muros de contención, pantallas, anclajes, Soil Nailing, mallas de alta resistencia, barreras dinámicas y otros sistemas de protección frente a caída de rocas y derrumbes.
- Control del agua: se deberá incorporar drenaje superficial y subsuperficial, drenes horizontales y otras medidas para controlar la infiltración y evitar que el agua contribuya a la pérdida de estabilidad del talud.
- Protección de la nueva plataforma vial: el nuevo eje deberá contar con elementos de defensa adecuados frente a los peligros identificados, evitando trasladar la exposición hacia el nuevo emplazamiento.
- Monitoreo de la estabilidad: se deberá implementar monitoreo topográfico y geotécnico en los sectores intervenidos para verificar el comportamiento del acantilado, las obras de estabilización y la nueva infraestructura vial.
- Mantenimiento y respuesta: se deberán establecer inspecciones periódicas, mantenimiento de las obras de protección y protocolos de respuesta ante nuevas caídas de rocas, derrumbes o desplazamientos que puedan afectar la vía.

Figura N° 32: Propuesta de la Reubicación del eje vial



Fuente: Equipo Técnico

2.5. Plan del sistema de protección de los acantilados.

El sistema de acantilados constituye la unidad geomorfológica más representativa y uno de los elementos estructurantes del paisaje de la Costa Verde. Su configuración actual es el resultado de una continua evolución física natural producto de la erosión marina que ha moldeado sus taludes y terrazas, otorgando un alto valor paisajístico. Por su proximidad al litoral marino, este sistema actúa como un soporte estratégico para el desarrollo de actividades turísticas, recreativas y urbanas, posicionándose como un componente más que relevante.

Sin embargo, la interacción entre unidad física y la progresiva ocupación antrópica —con la implementación de vías, edificaciones y rellenos en las terrazas superior— ha incrementado severamente la exposición del territorio. Siendo la unidad principal que concentra peligros latentes y constantes que sufre la costa verde, como caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos y procesos erosivos vinculados a la infiltración de agua. Estos fenómenos, condicionados por la sismicidad y los cambios de la hidrogeología local, amenazan la seguridad física y la continuidad operativa de la infraestructura implementada en esta unidad.

Frente a este escenario, a lo largo del tiempo se han ejecutado diversos esfuerzos orientados a la contención y protección del acantilado. Se han implementado estructuras y medidas de mitigación como la instalación de geomallas, muros pantalla, muros enmallados, perfilado de taludes con banquetas, muros de contención, hasta bermas de contención, y sistemas para el control de infiltraciones. Si bien estas intervenciones representan algunos esfuerzos en la reducción temporal y localizada de la vulnerabilidad, no eliminan los procesos naturales subyacentes ni garantizan un control integral y definitivo del riesgo a largo plazo.

Por ello, se plantea la protección de los acantilados mediante una hoja de ruta progresiva y adaptativa, estructurada en las siguientes etapas:

- Etapa 1 - Diagnóstico y Sectorización Inicial: Identificación y evaluación los peligros como también los tramos críticos del acantilado, determinando los principales fenómenos de inestabilidad (Originados por geodinámica externa, filtraciones activas Productos de la actividad antrópica, sobrecargas urbanas es la corona) y el estado de conservación de las infraestructuras de contención existentes, logrando tener un panorama amplio del riesgo.
- Etapa 2 - Caracterización Técnica Especializada: Ejecución de estudios a profundidad (geotécnicos, hidrogeológicos y de microzonificación sísmica) para comprender la mecánica de suelos, la dinámica de aguas subterráneas y el comportamiento sísmico, reduciendo la incertidumbre y estableciendo los parámetros técnicos de intervención.
- Etapa 3 - Mitigación y Control Inmediato: Mantenimiento, rehabilitación y reforzamiento de las medidas de protección actuales (reparación de geomallas, muros enmallados y control primario de infiltraciones) para estabilizar temporalmente el riesgo y proteger la vida mientras se diseñan soluciones a mayor escala.
- Etapa 4 - Estabilización Estructural Integral: Ejecución de obras definitivas de ingeniería (perfilado de taludes, muros pantalla estructurales, anclajes y sistemas de drenaje profundo), diseñadas con base en la evidencia técnica para controlar definitivamente los procesos subyacentes de inestabilidad.
- Etapa 5 - Monitoreo Permanente y Conservación: Implementación de instrumentación y seguimiento continuo para evaluar el desempeño de las laderas y las estructuras,

garantizando la seguridad a largo plazo de la infraestructura estratégica y la puesta en valor paisajística de la unidad territorial.

1.5.1. Estudios aplicados al sector de los acantilados:

Se plantean los estudios requeridos que se deben desarrollar en toda la zona de acantilados.

i. Estudio de Estabilización de Suelos y Taludes (Norma CE.020):

Evaluación técnica general de rigor obligatorio para toda obra que incida en el equilibrio geomorfológico del territorio, orientada a controlar los fenómenos de geodinámica externa y erosión. Su desarrollo exige un estricto modelamiento cuantitativo estructurado en dos fases fundamentales:

- Diagnóstico y Ensayos (Evaluación de la Estabilidad): Requiere caracterizar el comportamiento geodinámico, la geometría del talud y las presiones hidrostáticas. Para ello, exige una rigurosa campaña de ensayos de campo (perforaciones profundas, calicatas, ensayos de penetración estándar - SPT, y geofísica) y ensayos de laboratorio (corte directo, compresión triaxial, granulometría, límites de Atterberg y humedad) que definan con exactitud las propiedades físico-mecánicas del macizo. Con esta data, se verifica que el modelo matemático cumpla ineludiblemente con los Factores de Seguridad (FS) mínimos: $FS \geq 1.5$ para condiciones estáticas y $FS \geq 1.25$ para solicitaciones pseudoestáticas (aplicando un coeficiente que simula un sismo con 475 años de periodo de retorno) y si fuera necesario según la carga de la corona.
- Metodología de Estabilización y Remediación: De no alcanzar los FS mínimos exigidos, el estudio obliga al diseño paramétrico de soluciones técnicas. El rigor del proceso exige modelar e implementar medidas que incluyan la disminución de presiones hidrostáticas (sistemas de drenaje), la reducción de esfuerzos cortantes, la incorporación de fuerzas resistentes (anclajes, muros, refuerzos), el mejoramiento del depósito del suelo y, de forma imperativa, la instalación de un sistema continuo de protección superficial contra la erosión.
- Componente del estudio: Para evaluar la condición de estabilidad del talud, se considerarán los siguientes criterios de evaluación: la mecánica de suelos, el comportamiento geodinámico del área, el flujo de agua, la geometría del talud, la topografía del entorno, así como las presiones hidrostáticas y las condiciones de drenaje.

ii. Estabilidad geotécnica integral (para los casos de proyectos acantilados).

El Estudio de Estabilidad Geotécnica Integral del Acantilado bajo Escenarios Estáticos, Dinámicos y de Acción Marina Extrema constituye un requerimiento técnico obligatorio de carácter estricto para todo proyecto de ingeniería que se localicen en zonas a sufrir impacto de Tsunami que se pretenda ejecutar en este ámbito y que pueda comprometer la estabilidad natural de los taludes. Con el propósito fundamental de garantizar que ninguna intervención genere o incremente los escenarios de riesgo existentes, se establece la obligatoriedad de desarrollar el conjunto de estudios especializados más los modelamientos que se detallan a continuación. Cabe señalar que los alcances completos de estas investigaciones se desarrollan con mayor profundidad en los capítulos posteriores del presente.

- Objetivo: Determinar la estabilidad global y local del sistema "proyecto-acantilado", verificando estrictamente que la intervención no incremente la susceptibilidad a

deslizamientos, derrumbes o retrocesos del talud que comprometan la viabilidad del proyecto, la infraestructura existente o los espacios públicos aledaños.

- Características Técnicas y Modelamiento: El análisis debe justificarse mediante modelamiento numérico avanzado (método de elementos finitos), permitiendo identificar las superficies potenciales de falla. Los resultados determinarán el Factor de Seguridad (FS), la zona de máxima influencia, las distancias de retiro reglamentario y el diseño de las medidas de estabilización o modificación geométrica.
- El modelamiento de estabilidad debe ejecutarse obligatoriamente bajo los siguientes tres escenarios críticos:

Tabla N° 36: Matriz de modelamientos según escenarios

Escenario	Componentes de Análisis	Descripción del Modelamiento
1. Estático (Con Proyecto)	Peso propio del talud + Cargas de edificaciones + Cimentaciones + Rellenos + Excavaciones.	Determinación de la estabilidad del talud y Factor de Seguridad (FS) asumiendo las cargas gravitacionales permanentes del proyecto en reposo.
2. Dinámico (Con Proyecto)	Variables del Escenario 1 + Influencia de aceleración sísmica.	Evaluación de la estabilidad incorporando solicitaciones sísmicas de diseño sobre el sistema acantilado-proyecto.
3. Dinámico + Tsunami	Variables del Escenario 2 + Inundación de la plataforma baja + Saturación hídrica + Socavación y erosión.	Modelamiento del sistema bajo sismo severo sumado a la acción marina extrema, evaluando la pérdida de resistencia por saturación del pie del talud y erosión basal.

iii. Estudio Hidrogeológico y de Drenaje en la Zona de Taludes:

Evaluación técnica orientada a comprender la dinámica e interacción del agua superficial y subterránea con el macizo del acantilado, enfocada en controlar procesos erosivos, fallas por saturación y presiones de poros. Su desarrollo exige un estricto análisis cuantitativo y espacial estructurado con los criterios y requisitos aplicables de la Norma Técnica CE.020 "Suelos y Taludes". para ellos se describe en dos fases fundamentales

- Diagnóstico y Ensayos (Evaluación Hidrogeológica): Requiere caracterizar las condiciones hidrogeológicas e hidráulicas de la ladera y su zona de influencia. Para ello, exige una rigurosa campaña de monitoreo y ensayos de campo (detección de acuíferos colgados, líneas de filtración, zonas de saturación, ensayos de permeabilidad in situ y evaluación de tasas de infiltración) que definan con exactitud el comportamiento del flujo subterráneo, la percolación y la escorrentía superficial. Con esta data, se evalúa ineludiblemente la interacción agua-suelo y su impacto directo en el incremento de las presiones de poros y la consecuente pérdida de los parámetros de resistencia del macizo.
- Metodología de Mitigación y Control Hídrico: Al identificar la presencia de acuíferos colgados, líneas de afloramiento y zonas críticas con problemas de saturación, el estudio obliga al diseño paramétrico de soluciones técnicas. El rigor del proceso exige modelar e implementar medidas que incluyan la captación, conducción y disposición final del recurso hídrico, garantizando la disminución de presiones de poros en el interior

del talud y, de forma imperativa, la instalación de un sistema continuo de drenaje (superficial y subterráneo) para neutralizar el riesgo hidrológico y la erosión.

- Componente del estudio: Para evaluar la condición hídrica e hidrogeológica del talud, se considerarán los siguientes criterios de evaluación: la presencia de acuíferos colgados y líneas de filtración, la permeabilidad y capacidad de infiltración del depósito, la dirección del flujo de agua subterránea (percolación), el comportamiento del drenaje superficial, la topografía de las zonas de afloramiento, así como las presiones de poros y la interacción agua-suelo.

iv. Levantamiento Topográfico de Alta Precisión (LiDAR / Fotogrametría con Drones):

Este estudio técnico es indispensable ya que exige el uso de un Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia (UAV/Drones) equipados con sensores ópticos de alta resolución y escáneres láser LiDAR, apoyados obligatoriamente por una red geodésica de Puntos de Control Terrestre (GCP) establecidos con receptores GNSS diferencial (modos RTK o PPK) enlazados a la red oficial establecidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y usu normativas vigentes.

- Rigor del proceso: Consiste en la captura de nubes de puntos tridimensionales de ultra alta densidad (millones de puntos por metro cuadrado). El rigor radica en el procesamiento algorítmico para filtrar elementos superficiales (como la vegetación o mallas existentes) y extraer la topografía "desnuda" (bare earth) del terreno real.
- Resultados y Aplicación: Es fundamental para generar Modelos Digitales de Elevación (MDE), de Terreno (MDT) y secciones transversales exactas. Esta tecnología es la única viable y segura frente a pendientes subverticales o casi verticales donde la topografía clásica (estación total y prisma) es inaccesible o riesgosa, permitiendo medir voladizos, grietas de tracción y desplomes al centímetro.

v. Estudio de Evaluación de Riesgo de Desastres (EVAR) por Geodinámica Externa:

Evaluación técnica de rigor obligatorio para toda intervención en el borde, ladera y pie del acantilado, orientada a salvaguardar la vida, la infraestructura y garantizar la resiliencia territorial frente a peligros naturales y antrópicos. Su desarrollo exige un estricto análisis espacial y cuantitativo, apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), estructurado en dos fases fundamentales:

- Diagnóstico y Evaluación (Análisis de Peligros y Vulnerabilidad): Requiere caracterizar y zonificar los peligros de geodinámica externa (caída de rocas, derrumbes, deslizamientos por corte, sismos y tsunamis) articulando obligatoriamente los parámetros y cartografía oficial de las entidades técnico-científicas competentes (como IGP, CISMID, INGEMMET y DHN). Para ello, exige una rigurosa identificación de los elementos expuestos y el cálculo del nivel de vulnerabilidad (física, económica y ambiental) de la infraestructura proyectada y preexistente. Con esta data, se determina ineludiblemente el Nivel de Riesgo del sector, identificando las áreas de no mitigables.

1.5.2. Infraestructura Actual de Protección y Estabilización del Acantilado

Históricamente, a lo largo de la Costa Verde se ha implementado diversa infraestructura de protección con el objetivo de mitigar los peligros geodinámicos inherentes a esta zona morfológica. Las intervenciones se categorizan en tres tipos principales:

- **Sistemas Flexibles:** Instalación de más de un millón de metros cuadrados de geomallas a lo largo de todos los distritos, así como barreras dinámicas para la contención de caída de rocas ubicadas al pie del talud, adyacentes a la vía, y viseras o aleros anticaída de rocas.
- **Sistemas Rígidos:** Muros de contención (con menor presencia y, en su mayoría, superados por la dinámica del talud o en mal estado de conservación), paneles o muros pantalla anclados.
- **Bioingeniería y Modificación Geométrica:** Terrazas o banquetes (principalmente en San Miguel, Magdalena y Miraflores), hidrosiembra superficial combinada con geomallas, zanjas de infiltración para los acantilados y actualmente están migrando a sistemas de riego por goteo en el área de parque.

Problemática central: Si bien existen múltiples intervenciones frente a peligros geodinámicos complejos, estas infraestructuras han sido desbordadas y resultan insuficientes. El problema fundamental radica en que no funcionan de manera articulada como un sistema integral de protección. La ausencia de un plan de mantenimiento continuo y la falta de una cultura de prevención del riesgo han provocado que las fallas locales se multipliquen, comprometiendo la estabilidad general.

- A. Estrategia integral de intervención en los acantilados:** La estrategia de intervención deberá desarrollarse mediante una secuencia progresiva de actuaciones, evitando definir una solución de ingeniería de manera aislada y priorizando previamente la comprensión del comportamiento del acantilado, el control de los factores desencadenantes, la estabilización de los sectores críticos, la protección de la infraestructura expuesta y el establecimiento de un sistema permanente de monitoreo y mantenimiento.
- **Fase 1: Comprensión y control del peligro (Estudios base) :** se plantea la caracterización detallada de las condiciones de estabilidad del acantilado mediante estudios geológicos, geotécnicos, geomecánicos, hidrogeológicos y topográficos, que permitan determinar los mecanismos de falla y los factores que condicionan su comportamiento. Se deberán realizar análisis de estabilidad estática y pseudoestática, modelación de deslizamientos rotacionales y traslacionales, derrumbes, caída de rocas y erosión en cárcavas, considerando la influencia de la infiltración, escorrentía superficial, presión de agua, geometría del talud, condiciones del macizo y sobrecargas asociadas a áreas verdes e infraestructura existente en la coronación.
 - **Fase 2:** El objetivo es controlar las condiciones actuales de peligro, reducir la posibilidad de nuevos procesos de inestabilidad y recuperar la funcionalidad de las medidas de protección existentes, planteando Acciones inmediatas mitigación requiere ejecución de inspecciones geomecánicas detalladas para proceder con el escalado o retiro controlado de bloques inestables. Implementación de estabilización mediante geomantas y mallas de protección en sectores críticos. Limpieza, reconformación y estabilización de cárcavas activas, junto con la rehabilitación

urgente de los drenes y viseras existentes.

- Fase 3: Reducción del riesgo a niveles aceptables: Una vez controlado el escenario inicial y culminados los estudios técnicos necesarios, se podrá avanzar hacia intervenciones de mayor complejidad técnica, inversión y alcance, priorizando aquellos sectores que, además de presentar condiciones de riesgo, tengan mayor potencial de transformación y desarrollo urbano, siempre que las condiciones de estabilidad y seguridad lo permitan. A manera de referencia, y sujeto a los resultados de los estudios de detalle, podrán considerarse las siguientes alternativas de intervención:
 - Estabilización integral del talud, mediante la combinación de Soil Nailing en zonas con evidencia de deslizamiento, anclajes activos profundos y construcción de bermas de estabilización, donde la geometría y las condiciones del terreno lo permitan.
 - o Control de caída de rocas, mediante mallas de alta resistencia y barreras dinámicas de capacidad adecuada a las condiciones identificadas.
 - o Control permanente de cárcavas y erosión, mediante canales revestidos, dissipadores de energía y medidas complementarias de protección superficial.
 - o Ampliación y reforzamiento de viseras o elementos de protección, cuando el análisis de riesgo determine la necesidad de incrementar el nivel de protección de la infraestructura ubicada al pie del acantilado.
- Estas intervenciones deberán definirse en función de los resultados de los estudios y de las características particulares de cada sector, procurando que las soluciones conformen un sistema articulado de estabilización, drenaje, control de erosión y protección.
- Fase 4: Operación, mantenimiento y seguridad continua Establecimiento de un programa riguroso de conservación periódica de todas las obras de estabilización implementadas. Esto exige la reposición o reparación de geomantas, mallas, anclajes y sistemas de drenaje, así como la limpieza sistemática de cárcavas y viseras. Es imperativo ejecutar inspecciones técnicas inmediatas posteriores a sismos de magnitud o lluvias extraordinarias para detectar nuevas inestabilidades.
- Fase 5: Monitoreo geotécnico y estructural Implementación de un sistema de instrumentación permanente orientado a detectar oportunamente deformaciones y

Figura N° 33: Estrategia integral de intervención en acantilados



Fuente: Equipo Técnico

B. Propuesta integral de intervenciones para la estabilización de los acantilados.

→ **Plan Integral del Sistema de Drenaje y Control Hídrico:** El manejo del agua es el factor crítico para la estabilidad del acantilado. Se propone un abordaje en cuatro niveles:

- Estudios y Estrategia de Control: Ejecución de estudios hidrogeológicos detallados para identificar acuíferos colgados, zonas de saturación profunda, líneas de filtración en el talud y dirección de la escorrentía superficial.
- Intervenciones Ingenieriles Básicas: Construcción de zanjas de coronación impermeabilizadas en el borde superior, sellado de grietas de tensión, limpieza de cauces naturales (cárcavas) y la reconversión obligatoria de todas las áreas verdes superiores a sistemas de riego tecnificado (goteo) con control de volúmenes.
- Intervenciones Ingenieriles Complejas: Perforación e instalación de una red de drenes subhorizontales profundos (llorones profundos) para aliviar la presión de poros (presión hidrostática) dentro del macizo. Construcción de canales escalonados de concreto con disipadores de energía en las cárcavas para conducir el agua de manera segura hasta el pie del acantilado, evitando la erosión remontante.
- Monitoreo Hídrico: Lectura continua de piezómetros para verificar la disminución de presiones de agua tras las intervenciones, y aforadores de caudal en las salidas de los drenes para evaluar su eficiencia a largo plazo.

Figura N° 34: Propuesta de la Reubicación del eje vial



Fuente: Equipo Técnico

→ Zonas de Priorización de Intervenciones en los acantilados

- **Zonas de Intervención Priorizada a Corto Plazo (Sitios Críticos):** A lo largo de la Costa Verde existen múltiples zonas de peligro, pero las intervenciones a corto plazo deben enfocarse en los sectores catalogados como de Riesgo Muy Alto. Estos sitios críticos se caracterizan por una sinergia destructiva: poseen condiciones físicas geológicas desfavorables (área altamente erosionada o meteorizadas, pendientes elevadas y mucho casos subverticales, filtraciones activas) que se ven drásticamente agravadas por la intensa ocupación antrópica en la plataforma superior (edificaciones pesadas, tráfico vehicular constante y riego intensivo). Esta alteración de las condiciones originales exige que estas zonas sean estabilizadas con la más alta prioridad.
- **Acondicionamiento para Infraestructura de Evacuación (Puentes)** Los puentes peatonales que conectan la plataforma superior con la terraza baja cumplen una función vital más allá de la simple accesibilidad: son rutas críticas de evacuación para salvar vidas en caso de tsunamis o sismos severos. Por ello, cualquier sector del acantilado donde se emplace o se proyecte anclar los estribos de un puente, o sus accesos, debe elevar automáticamente su nivel de prioridad de intervención. La estabilización profunda de estas zonas es innegociable para garantizar la operatividad

de las vías de escape durante una emergencia.

- **Propuestas de Estabilización y protección del acantilado:**

Las intervenciones de estabilización se definirán en estricta concordancia con los estudios técnicos y el mecanismo de inestabilidad identificado, descartando soluciones estandarizadas para todo el acantilado. Por consiguiente, las siguientes propuestas deben evaluarse y combinarse como un sistema integral de medidas complementarias (estabilización, drenaje y protección), adaptado a los requerimientos geomecánicos específicos de cada sector, a continuación se muestra alguna intervención a considerar:

A. Modificación de la Geometría y Masas de Suelo

- Banqueteo Masivo con Retención Integrada: Ejecución de terrazas profundas a gran escala que incluyen la remoción de miles de metros cúbicos de material, estabilizadas en cada nivel mediante muros de concreto armado.
- Reconformación Topográfica por Abatimiento de Talud: Modificación drástica del ángulo de inclinación del acantilado en frentes extensos, requiriendo movimiento de tierras masivo y estabilización progresiva de la nueva rasante.
- Bermas de Equilibrio de Gran Tonelaje: Construcción de macizos de enrocado compactado de gran volumen al pie del acantilado para contrarrestar momentos de vuelco y frenar deslizamientos rotacionales profundos.
- Remoción Mecanizada de Cuñas Críticas (Desquinche Mayor): Eliminación controlada de grandes masas rocosas o de suelo altamente inestables mediante maquinaria pesada y perforación, reconfigurando la estabilidad global del sector.
- Sustitución de Suelos y Rellenos Estructurales Profundos: Remoción de estratos superficiales colapsables en la plataforma superior y su reemplazo por material granular compactado bajo estrictas especificaciones de cimentación profunda.

B. Refuerzo Estructural Profundo

- Muros Pantalla Anclados (Pilotes Secantes): Estructura masiva de concreto armado construida en el subsuelo mediante pilotes interceptados, soportada por múltiples niveles de anclajes profundos pretensados.
- Anclajes Activos Multitorón de Alta Capacidad: Perforaciones profundas (superiores a 30 metros) en el macizo inyectadas con lechada de cemento y cables de acero de múltiples torones, aplicando fuerzas de compresión masivas al talud.
- Red Tridimensional de Micropilotes (Reticulado): Inserción de una red densa y entrelazada de tubos de acero inyectados a alta presión que cosen múltiples planos de falla profundos en macizos muy fracturados.
- Soil Nailing de Alta Densidad con Paramento Estructural: Malla muy tupida de clavos de acero de gran longitud, confinada por una capa gruesa de concreto proyectado (shotcrete) reforzado con doble malla electrosoldada.
- Pilotes de Gran Diámetro al Pie del Talud: Columnas profundas de concreto armado excavadas en la base del acantilado, diseñadas para interceptar y

detener el plano de falla de deslizamientos globales masivos.

C. Sistemas de Retención y Protección Superficial

- Falsos Túneles o Viseras Masivas de Concreto Armado: Estructuras en voladizo o de pórtico completo construidas sobre la vía de la terraza baja, diseñadas para soportar el impacto directo de desprendimientos mayores.
- Pantallas Atirantadas de Vigas y Columnas (Grid Beams): Retícula estructural de concreto armado fundida directamente sobre la cara del talud, fijada en cada intersección con anclajes profundos.
- Cobertura Integral con Mallas de Anillos de Alta Resistencia: Sistema de contención (tipo TECCO o red de anillos) aplicado a frentes completos del acantilado, fijado mediante una cuadrícula sistemática de pernos de anclaje de gran profundidad.
- Muros de Contención con Contrafuertes: Estructuras monumentales de concreto armado al pie del talud, reforzadas con muros transversales (contrafuertes) para soportar empujes laterales extremos.

D. Control Hídrico y de Erosión

- Galerías de Drenaje Profundo (Túneles): Perforación de túneles horizontales dentro del macizo rocoso para interceptar y evacuar grandes volúmenes de agua subterránea, abatiendo radicalmente la napa freática.
- Pantallas Impermeables Profundas (Cut-off Walls): Trincheras excavadas en la plataforma superior y rellenadas con bentonita o concreto para cortar físicamente el flujo de agua subterránea hacia la cara del acantilado.
- Sistema Mecanizado de Pozos de Bombeo con Drenes Radiales: Red de pozos profundos equipados con bombas de extracción continua que controlan activamente el nivel freático en zonas de altísima saturación.
- Canales Escalonados de Concreto Ciclópico de Gran Sección: Obras hidráulicas mayores en las cárcavas principales, diseñadas con gigantescos dados disipadores de energía para conducir caudales extremos sin generar erosión remontante.
- Red Densa de Drenes Subhorizontales Penetrantes: Perforación masiva de cientos de metros lineales de tuberías ranuradas insertadas a gran profundidad en toda la cara del acantilado para aliviar de forma permanente la presión de poros.

E. Bioingeniería (Integrada con Estructuras Híbridas)

- Muros de Tierra Armada (Suelo Reforzado con Geosintéticos): Construcción de grandes terrazas utilizando capas de suelo compactado intercaladas con geogrillas estructurales de alta resistencia, dejando la cara expuesta para su revegetación.
- Cribas Estructurales de Concreto Armado (Muros Krainer): Entramado masivo de vigas de concreto prefabricado que forman celdas tridimensionales, ancladas al talud y rellenadas con sustrato para el anclaje de raíces profundas.
- Geomantas Tridimensionales Reforzadas con Red Metálica: Integración de geomantas sintéticas de alto rendimiento confinadas por mallas de acero de

doble torsión y fijadas con pernos profundos, sirviendo de base para hidrosiembra especializada.

- Muros Ecológicos de Gaviones Anclados: Estructuras de retención conformadas por cajas de malla de acero rellenas de roca, escalonadas, ancladas al talud profundo e intercaladas con estacas biológicas vivas.
- o Hidrosiembra de Matriz Biótica (BFM) sobre Geoceldas Estructurales: Proyección a alta presión de un sustrato biológico complejo estabilizado química y mecánicamente sobre un sistema de geoceldas ancladas al macizo, garantizando una cobertura vegetal persistente en pendientes subverticales.

2.6. Plan del sistema de protección de la plataforma superior

La Plataforma Superior de la Costa Verde, asentada sobre depósitos aluviales, constituye una extensa planicie que da soporte a gran parte del tejido urbano consolidado del litoral limeño. Este sector concentra áreas residenciales, infraestructuras viales y espacios públicos recreativos que se extienden, en múltiples tramos, hasta el límite mismo del acantilado, consolidando su valor estratégico, operativo y paisajístico para la ciudad.

Históricamente, el borde de esta plataforma presentaba una configuración geomorfológica irregular, definida por surcos, quebradas y procesos naturales de erosión hídrica. Sin embargo, la continua presión por ganar espacio impulsó el relleno progresivo de estas áreas para habilitar nuevo suelo urbano. Esta transformación física y ocupación intensiva no solo ha incrementado significativamente las cargas estructurales estáticas y dinámicas sobre el terreno, sino que ha modificado por completo la dinámica hidrológica y geofísica original de la zona.

Como resultado de estas alteraciones antrópica, la plataforma superior mantiene una interacción crítica y directa con la estabilidad de la planicie y acantilado subyacente. La intensificación de edificación como carga estática, las redes viales y su flujo vehicular como cargas dinámicas; La persistencia de redes antiguas de agua y alcantarillado susceptibles a fugas, la escorrentía superficial sin canalización adecuada y la aplicación de sistemas de riego tradicional en los parques inducen niveles peligrosos de infiltración. Este exceso de peso descontrolado y de humedad que satura los estratos aluviales, genera superficies de debilidad interna, propicia hundimientos y reduce drásticamente la resistencia al corte del suelo, configurando un escenario de alta susceptibilidad a deslizamientos y eventos sísmicos.

Para revertir estas condiciones y asegurar la sostenibilidad en el territorio, es imperativo implementar un programa integral de ordenamiento y control preventivo. Esto exige la ejecución de intervenciones prioritarias que ataquen el problema desde su origen: Como el desarrollo de estudios de caracterización geotécnica, microzonificación sísmica, una estricta fiscalización, regulación y control de intervenciones, cargas y ocupación segura tanto en la planicie como en el Borde Superior de los Acantilados, la modernización hacia sistemas de riego tecnificado, la rehabilitación de redes sanitarias en zonas sensibles, la construcción de zanjas de coronación para captar la escorrentía y fiscalización del uso del suelo en la franja del borde. Estas medidas deberán articularse de forma obligatoria con una red de instrumentación geotécnica y topográfica permanente, garantizando un monitoreo continuo que permita anticipar deformaciones y reducir de manera efectiva el nivel de riesgo existente. para ello nos planteamos una ruta integral de intervención estratégica:

- Etapa 1 - Comprensión y Diagnóstico Base: Caracterización detallada de las condiciones geotécnicas, hidrogeológicas y estructurales. Incluye la evaluación del estado situacional de las redes de saneamiento, el análisis de capacidad portante, el levantamiento de cargas (edificaciones y vías) y el modelamiento de la escorrentía superficial frente a la presión antrópica.
- Etapa 2 - Acciones Inmediatas de Control: Ejecución de medidas urgentes para detener la degradación del terreno. Comprende la detección y reparación de fugas sanitarias, la restricción del riego por inundación en zonas críticas, y la paralización o retiro inmediato de desmontes y ocupaciones informales que generen sobrecarga en la corona del acantilado.
- Etapa 3 - Reducción del Riesgo a Niveles Aceptables: Desarrollo de intervenciones

de mayor complejidad técnica en los sectores de alta sensibilidad. Incluye la modernización hacia sistemas de riego tecnificado, la construcción de zanjas de coronación y drenaje pluvial, la renovación de redes de agua y alcantarillado con vida útil culminada, y la implementación de normativas para regular cargas y garantizar los retiros reglamentarios.

- Etapa 4 - Operación, Mantenimiento y Seguridad Continua: Establecimiento de un programa riguroso de conservación de la infraestructura implementada (limpieza de sumideros y zanjas, mantenimiento del riego tecnificado). Incluye protocolos de inspección técnica inmediata post-sismo para detectar posibles fracturas subterráneas o nuevas fuentes de infiltración.
- Etapa 5 - Monitoreo Geotécnico e Hidrogeológico: Implementación de una red de instrumentación permanente (piezómetros, inclinómetros y prismas topográficos) orientada a medir fluctuaciones de la napa freática, evaluar flujos subterráneos y detectar de forma temprana hundimientos, grietas de tracción o deformaciones en el borde del acantilado.

1.6.1. Estudios aplicado a la plataforma superior

i. Estudio de Catastro Urbano Multipropósito

En este contexto, es necesario el desarrollo del Catastro Multipropósito se constituye como el instrumento técnico, legal y administrativo fundamental para el ordenamiento de la franja del acantilado. Su rol es proveer la línea base exacta de la ocupación del territorio, indispensable para la fiscalización urbana y la gestión del riesgo de desastres. a continuación de desarrolla:

Diagnóstico Integral

- Dimensión Física y Uso del Suelo: Identificar, clasificar y cuantificar la distribución exacta de los usos del suelo (residencial, comercial, recreativo, vías) y las áreas verdes en la plataforma superior. Permite mapear qué actividades específicas se desarrollan en el ámbito de intervención como en la franja crítica colindante al borde del acantilado.
- Dimensión Legal y Normativa: Determinar con precisión los linderos reales y la titularidad (dominio público frente a dominio privado) mediante la contrastación con registros públicos (SUNARP). Este objetivo es vital para identificar ocupaciones informales, apropiaciones indebidas del borde del acantilado, y vulneraciones reglamentarias, sustentando jurídicamente futuras acciones de fiscalización.
- Dimensión de Exposición y Vulnerabilidad Social (GRD): Cuantificar la exposición poblacional asociada a cada predio o espacio público. Identifica la ubicación exacta de infraestructura crítica y social, sirviendo como insumo base para el diseño y dimensionamiento de rutas de evacuación y zonas de refugio seguras.

Técnicas y Metodologías Aplicadas

- Estándares del Sistema Nacional de Catastro Predial (SNCP): Levantamiento y estructuración de la información bajo la normativa nacional, garantizando que la base de datos sea totalmente interoperable con los sistemas de rentas de los distritos implicados y el Instituto Metropolitano de Planificación (IMP).

- Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Fotogrametría UAV: Empleo de vuelos con drones de alta resolución para capturar ortofotos actualizadas. Esto permite actualizar la cartografía base, vectorizar la huella urbana real, delimitar con exactitud el borde del acantilado y detectar cambios o expansiones recientes en la ocupación sin necesidad de inspecciones predio por predio.
- Levantamiento de Fichas Catastrales: Levantamiento de información en campo (o actualización de bases de datos existentes) para registrar variables clave como el estado de conservación del inmueble, el uso actual verificado y la densidad poblacional estimada.

ii. Estudios de Estabilización de Suelos y Taludes.

Debido a su gran importancia, estos estudios requieren un alto nivel de precisión tanto en el área de la plataforma superior como en el sistema de acantilados. En este contexto, la evaluación de estabilidad de suelos y taludes son estudios técnicos orientados a asegurar la firmeza del terreno y prevenir que cualquier intervención o fenómeno comprometa el equilibrio de las zonas. Dicho proceso comprende por estudios fundamentales que desarrollen el análisis geotécnico del lugar, el modelamiento matemático para comprobar su seguridad ante diversas cargas y, en caso de inestabilidad, la propuesta de obras de estabilización (como muros o drenajes).

- Estudio General: El Estudio de Estabilización de Suelos y Taludes (Norma CE.020) es una evaluación técnica obligatoria para obras que alteren el terreno, orientada a controlar la erosión y la inestabilidad. Su desarrollo se basa en criterios como la topografía, mecánica de suelos y el flujo de agua, y se divide en dos fases:
 - Diagnóstico y Evaluación: Mediante rigurosos ensayos de campo y laboratorio, se caracterizan las propiedades del suelo para realizar un modelamiento matemático. El objetivo es comprobar que el talud cumple con los Factores de Seguridad (FS) mínimos exigidos: $FS \geq 1.5$ (condiciones normales o estáticas) y $FS \geq 1.25$ (condiciones sísmicas o seudoestáticas).
 - Estabilización y Remediación: Si el talud no alcanza los niveles de seguridad requeridos, es obligatorio diseñar soluciones técnicas para estabilizar. Estas incluyen sistemas de drenaje, muros de contención, anclajes, mejoramiento del suelo y protección contra la erosión superficial.
 - Este estudio es importante tanto para los acantilados como se desarrolló anteriormente como para la estabilidad de la terraza superior.
- Estudio 1: Caracterización Geotécnica, Microzonificación Sísmica Local y Diseño de Cimentaciones (Norma E.050).
 - La ejecución de este estudio detallado es obligatoria para todo proyecto de ingeniería susceptible de impactar o alterar la dinámica natural del sistema de planicie superior y acantilados. Esto incluye aquellas intervenciones ubicadas en la planicie que, pese a su localización, puedan ejercer alguna influencia directa o indirecta sobre dicho entorno geomorfológico.
 - Objetivo: Determinar las condiciones geotécnicas y la respuesta sísmica del terreno para definir los parámetros de cimentación y las restricciones de emplazamiento.

Su finalidad es garantizar que la ejecución de la obra no genera esfuerzos cortantes adversos ni alteraciones en el acantilado o en los predios colindantes.

- **Características Técnicas:** Exige caracterizar la estratigrafía mediante exploraciones de campo, prospección geofísica (incluyendo microtrepidaciones) y ensayos de laboratorio. Este procedimiento permite identificar la profundidad del estrato resistente, rellenos antrópicos y suelos desfavorables. Con esta data se calcula la capacidad portante y los asentamientos tolerables, culminando en el diseño paramétrico de las cimentaciones bajo la Norma E.050, y evaluando el impacto de las excavaciones, rellenos y sobrecargas en la franja del borde.
- **Estudio 2: Estabilidad Geotécnica Integral del Acantilado bajo Escenarios Estáticos, Dinámicos y de Acción Marina Extrema.**
- La ejecución de este estudio detallado es obligatoria para todo proyecto de ingeniería susceptible de impactar o alterar la dinámica natural del sistema de planicie superior y acantilados. Esto incluye aquellas intervenciones ubicadas en la planicie que, pese a su localización, puedan ejercer alguna influencia directa sobre dicho entorno geomorfológico.
 - **Objetivo:** Determinar la estabilidad global y local del sistema "proyecto-acantilado", verificando estrictamente que la intervención no incremente la susceptibilidad a deslizamientos, derrumbes o retrocesos del talud que comprometan la viabilidad del proyecto, la infraestructura existente o los espacios públicos aledaños.
 - **Características Técnicas y Modelamiento:** El análisis debe justificarse mediante modelamiento numérico avanzado (método de elementos finitos), permitiendo identificar las superficies potenciales de falla. Los resultados determinarán el Factor de Seguridad (FS), la zona de máxima influencia, las distancias de retiro reglamentario y el diseño de las medidas de estabilización o modificación geométrica.

El modelamiento de estabilidad debe ejecutarse obligatoriamente bajo los siguientes tres escenarios críticos:

Tabla N° 37: Matriz de modelamientos según escenarios

Escenario	Componentes de Análisis	Descripción del Modelamiento
1. Estático (Con Proyecto)	Peso propio del talud + Cargas de edificaciones + Cimentaciones + Rellenos + Excavaciones.	Determinación de la estabilidad del talud y Factor de Seguridad (FS) asumiendo las cargas gravitacionales permanentes del proyecto en reposo.
2. Dinámico (Con Proyecto)	Variables del Escenario 1 + Influencia de aceleración sísmica.	Evaluación de la estabilidad incorporando solicitaciones sísmicas de diseño sobre el sistema acantilado-proyecto.
3. Dinámico + Tsunami	Variables del Escenario 2 + Inundación de la plataforma baja + Saturación hídrica + Socavación y erosión.	Modelamiento del sistema bajo sismo severo sumado a la acción marina extrema, evaluando la pérdida de resistencia por saturación del pie del talud y erosión basal.

Fuente: Equipo Técnico

Nota: El Estudio 1 y el Estudio 2 se desarrollarán a mayor detalle en los próximos capítulos, dada su importancia para establecer las condiciones de ejecución de los proyectos, tanto en la terraza superior como en la inferior.

iii. Estudios Hidrogeológico e Inspecciones e Investigaciones Técnicas en la Red Sanitaria

El Estudio Hidrogeológico en la Plataforma Superior tiene como objetivo caracterizar la dinámica del agua subterránea y superficial, identificando las fuentes de infiltración antrópica (riego, fugas sanitarias) y natural (paleocauces) para determinar su impacto directo en la saturación, el aumento de la presión de poros y la pérdida de resistencia al corte del macizo aluvial.

Para cumplir con el rigor técnico y normativo, su desarrollo debe Contar como mínimo las siguientes fases o componentes:

Fase 1: Diagnóstico e Inventario de Fuentes Hídricas

- Mapeo de la Presión Antrópica: Levantamiento y cuantificación del volumen de agua inyectado al subsuelo por el riego de parques y jardines, evaluando las prácticas actuales (riego por inundación, aspersión).
- Evaluación de Redes Sanitarias: Cruce de información con las empresas prestadoras de servicios (SEDAPAL) para identificar la antigüedad, material y vulnerabilidad de las redes de agua potable y alcantarillado próximas al borde, mapeando el historial de fugas y roturas.
- Identificación Geomorfológica: Localización de antiguos cauces, escorrentías naturales o "chorrillos" históricos que mantienen un flujo subsuperficial hacia el acantilado.

Fase 2: Exploración de Campo e Instrumentación

- Prospección Geofísica (Tomografía Eléctrica de Resistividad - ERT): Ejecución de perfiles geoeléctricos a lo largo de la corona del acantilado para detectar anomalías de resistividad. Esto permite mapear perfiles de humedad profunda (hasta 15-20 metros), bolsones de agua acumulada y rutas de flujo preferencial.
- Instalación de Red Piezométrica: Perforación e instalación de piezómetros (de tubo abierto o de cuerda vibrante) en puntos críticos de la plataforma superior para medir con exactitud la profundidad de la napa freática, la presión hidrostática y sus fluctuaciones estacionales.
- Ensayos de Permeabilidad In Situ: Ejecución de pruebas (como ensayos Lefranc o de infiltración) para determinar el coeficiente de permeabilidad (k) de los distintos estratos aluviales y la velocidad con la que el agua superficial percola hacia el interior del talud.

Fase 3: Modelamiento Hidro-Geotécnico (Gabinete)

- Modelamiento de Flujo (Seepage): Uso de software de elementos finitos (ej. SEEP/W, Plaxis) para simular la red de flujo subterráneo transitorio y estacionario. Esto permite visualizar cómo el agua de riego y las fugas se desplazan por gravedad hacia la cara del acantilado.

- Cálculo de Presión de Poros: Determinación cuantitativa de cómo el exceso de humedad incrementa las presiones intersticiales en el suelo, reduciendo la fricción y cohesión aparente de los materiales finos (limos y arcillas) presentes en el conglomerado.
- Pruebas Hidráulicas de Presión y Estanqueidad: Se aíslan tramos de la red de agua potable para medir si existen caídas de presión que confirmen la presencia de roturas o fisuras.
- Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE) y Georadar (GPR): Mapean el subsuelo mediante inducción electromagnética para identificar la "pluma de humedad" o la zona de saturación bajo la vía pública, siguiendo el rastro del agua hasta la tubería defectuosa.
- Evaluación de Efectos Desestabilizadores: Análisis del impacto de la saturación en el incremento del peso específico del suelo y en la generación de procesos de erosión interna (lavado de finos), tubificación o hundimientos en la planicie urbana.

Fase 4: Medidas Correctivas

- El estudio debe incluir productos técnicos que sustenten los proyectos de inversión.
- Mapas piezométricos, perfiles de isohumedad y delimitación de las zonas de mayor saturación.
- Parámetros de diseño obligatorios para la infraestructura de control: profundidad y dimensionamiento de zanjas de coronación, requerimientos de galerías filtrantes o drenes subhorizontales, y especificaciones para la impermeabilización de sistemas de drenaje pluvial (SUDS).
- Recomendaciones vinculantes para la reconversión tecnológica del sistema de riego (goteo, sensores de humedad) y la sectorización para la rehabilitación de redes de saneamiento.

iv. Estudio Topográfico y Fotogramétrico de Alta Resolución

Tiene como objetivo determinar la configuración geométrica tridimensional y exacta de la plataforma superior y el borde del acantilado, estableciendo la línea base espacial indispensable para el diseño de las obras de mitigación, la delimitación rigurosa de las zonas de riesgo y el monitoreo de deformaciones superficiales en la infraestructura urbana consolidada.

- Características: El estudio debe integrar tecnologías geomáticas de alta precisión que permitan capturar la complejidad de la franja urbana. Se requiere la ejecución de vuelos fotogramétricos mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV/Drones) equipados preferentemente con sensores LiDAR, lo que permite penetrar la cobertura edificaciones, vegetal de los parques y obtener la verdadera cota del terreno natural.
- Este levantamiento aerotransportado debe estar alineado mediante una red de puntos de control terrestre utilizando equipos GNSS (Global Navigation Satellite System) en modo RTK (Real Time Kinematic), enlazados a la Red Geodésica Nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Para las zonas de alta densidad edilicia, bordes críticos y medición de micro-deformaciones (asentamientos en vías o malecones), el estudio se complementará con el uso de Estaciones Totales Robóticas y escáneres láser terrestres (TLS), garantizando precisiones milimétricas.

- Componentes: El desarrollo del estudio debe generar productos que sirvan de insumo directo para el modelamiento geomecánico e hidrogeológico, estructurándose en:
 - Modelos Digitales (MDT y MDS): Generación del Modelo Digital del Terreno (superficie sin infraestructura ni vegetación) y el Modelo Digital de Superficie (incluyendo edificaciones y cobertura), fundamentales para calcular pendientes de escorrentía y volúmenes de corte/relleno.
 - Cartografía de Detalle: Emisión de planos topográficos en planta a escala 1:500 o 1:200, con curvas de nivel a intervalos de 0.50 metros.
 - Perfiles y Secciones Transversales: Secciones perpendiculares al borde del acantilado cada 20 o 25 metros, capturando la geometría exacta de la corona para los análisis de equilibrio límite y elementos finitos (software Plaxis o Slide).
 - Levantamiento de Infraestructura Superficial: Catastro topográfico de elementos condicionantes del drenaje y la carga: cotas de tapas de buzones de alcantarillado, sardineles, cunetas, zanjas existentes, veredas, ciclovías y la ubicación exacta de las cimentaciones o muros de contención colindantes al precipicio.
 - Delimitación de la Línea de Borde: Trazo georreferenciado de la cresta actual del acantilado, permitiendo proyectar las líneas de retiro normativo (Zonas de Reglamentación Especial) de manera precisa frente a los predios urbanos.

v. Estudio de Microzonificación Sísmica Local:

El estudio debe desarrollarse integrando información geológica, geotécnica y sismológica, tomando como referencia los estándares y lineamientos de entidades técnico-científicas nacionales (como el IGP y el CISMID).

- La metodología exige la ejecución de campañas de prospección geofísica intensiva en la planicie superior, empleando técnicas no invasivas como:
 - Microtrepidaciones (Arreglos multicanal - MAM / HVSR): Para determinar el periodo fundamental de vibración del suelo y evaluar si existe resonancia con las edificaciones de gran altura consolidadas en el borde.
 - Análisis de Ondas Superficiales (MASW / ReMi): Para obtener el perfil de velocidades de ondas de corte (V_{s30}), parámetro clave en la Norma E.030 para clasificar el perfil del suelo.
 - Una característica crítica y obligatoria para la Costa Verde es el modelamiento del Efecto Topográfico. Las ondas sísmicas, al encontrarse con la cara libre del acantilado, rebotan y se superponen, generando una amplificación acelerada de la energía sísmica exactamente en la corona (plataforma superior). El estudio debe modelar matemáticamente este incremento de aceleración para ajustar los coeficientes sísmicos de la franja costera.
- Componentes y Entregables del Estudio: Los resultados deben espacializarse mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su integración directa en los planes de desarrollo urbano y territorial, incluyendo:
 - Mapa de Isoperiodos: Zonificación territorial que detalla los periodos predominantes de vibración del terreno en toda la plataforma superior.
 - Mapa de Microzonificación Sísmica: Delimitación de microzonas con comportamiento dinámico homogéneo, identificando los sectores de Riesgo Sísmico Muy Alto por efecto de borde.
 - Espectros de Respuesta de Sitio: Curvas de diseño sísmico específicas para la corona del acantilado, las cuales deben ser de uso obligatorio para la evaluación

estructural de edificios existentes y el diseño de cualquier infraestructura nueva o de estabilización.

- Como lo que el reglamento vigente considere.

vi. Evaluación de riesgo de desastre multiple peligro.

El objetivo es identificar y cuantificar el riesgo en la plataforma superior bajo los lineamientos del CENEPRED para sustentar técnica y financieramente las inversiones de estabilización.

Componentes y Variables de Evaluación:

- Análisis del Peligro (Geodinámica): Medición de la amplificación de ondas sísmicas en el borde (efecto topográfico), profundidad de la saturación del suelo por infiltraciones (riego/fugas) y registro de tasas de hundimiento superficial en malecones.
- Análisis de la Vulnerabilidad (Exposición): Cuantificación de las cargas estructurales (peso de edificios altos próximos al acantilado), fragilidad de las redes de agua/alcantarillado (susceptibilidad a roturas) y exposición de la población residente y flotante.
- Cálculo y Zonificación del Riesgo: Intersección del peligro y la vulnerabilidad para delimitar espacialmente polígonos de Riesgo Alto (mitigables mediante los proyectos de drenaje y refuerzo) y polígonos de Riesgo Muy Alto (que exigirán restricciones normativas de uso de suelo y densificación).

1.6.2. Protección mediante Sistemas de Defensas sector Plataforma Superior.

El diagnóstico de la Plataforma Superior revela que la actividad urbana debilita el terreno y acelera los procesos de inestabilidad en el acantilado. Entre los principales problemas identificados destacan la presencia de edificaciones pesadas al borde del talud y la saturación del suelo, provocada por el riego de áreas verdes y las posibles fugas en redes sanitarias antiguas. A esto se suma el deterioro de algunos tramos de las vías vehiculares y de la infraestructura estratégica, lo cual compromete seriamente la capacidad de respuesta y evacuación ante emergencias.

Para solucionar estos problemas, las propuestas planteadas trascienden la simple construcción de contenciones físicas tradicionales. Las estrategias abarcan desde la recomendación de nuevos marcos normativos estrictos para controlar las construcciones en zonas de riesgo, hasta la renovación integral de las redes de agua y desagüe. Asimismo, se plantea un cambio hacia un paisajismo de bajo consumo hídrico, el diseño de sistemas de drenaje superficial y profundo, y la estabilización directa de los suelos, colocando como alternativa las inyecciones químicas y procesos mecánicos.

El objetivo central de todas estas medidas es asegurar que las dinámicas urbanas operen en equilibrio con el entorno geológico, logrando que la ciudad conviva de manera segura. Con ello se busca garantizar la funcionalidad del territorio, la operatividad de la respuesta ante desastres y, fundamentalmente, la protección de la vida humana y de la infraestructura. A continuación, se detallan los elementos territoriales evaluados y las estrategias de intervención específicas para este sector.

1.6.2.1 Elementos Territoriales Emplazados en la Plataforma Superior

La plataforma superior constituye el área de mayor consolidación urbana y concentra un nivel crítico de exposición frente a múltiples peligros geológicos.

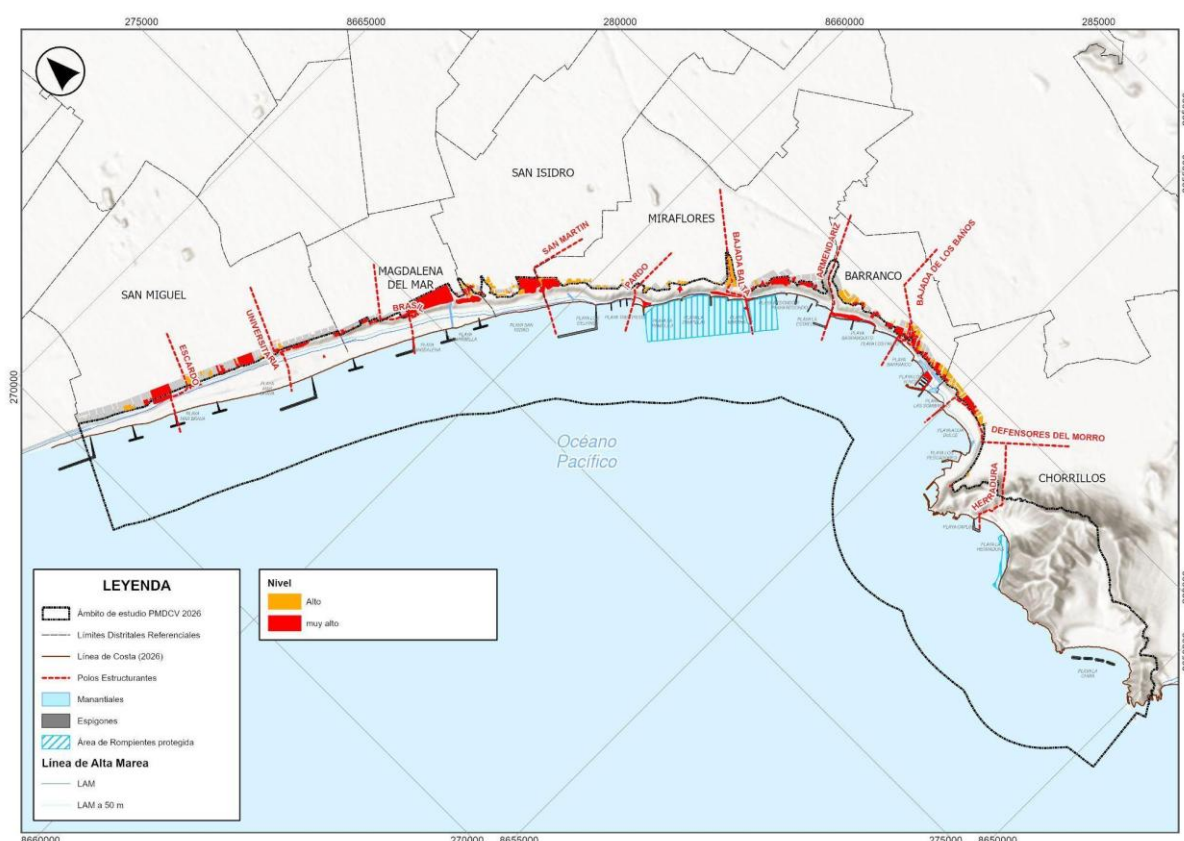
- Edificaciones y Exposición Sísmica: En la franja colindante al borde del acantilado se han emplazado edificaciones residenciales y comerciales muchas de gran altura clasificadas en niveles de Riesgo Muy Alto. El peso de estas estructuras genera esfuerzos cortantes significativos sobre el talud. Estas edificaciones exigen un monitoreo topográfico continuo para detectar asentamientos, así como la implementación de planes de evacuación constantes ante sismos, siendo infraestructuras prioritarias para cualquier intervención de estabilización.

Tabla N° 38: Distribución de edificaciones expuestas en el borde del acantilado por distrito

Distrito	Lotes en Riesgo Muy Alto
Chorrillos	15
Barranco	93
Miraflores	21
San Isidro	37
Magdalena del Mar	90
San Miguel	30
Total	286

Fuente: Equipo Técnico

Figura N° 35: Distribución de edificaciones expuestas en el borde del acantilado por distrito



Fuente: Equipo Técnico

- **Áreas Verdes y Saturación Hídrica:** La planicie de la plataforma superior alberga una extensión aproximada de 54,7 ha de áreas verdes, distribuidas en los distritos de Miraflores (18,5 ha), San Miguel (15,3 ha), Magdalena del Mar (8,3 ha), San Isidro (6,5 ha), Barranco (4,0 ha) y Chorrillos (2,1 ha). En cuanto a su cobertura, predominan el pasto (30,2 ha), la tierra (12,1 ha), los huertos (7,2 ha), las enredaderas (4,3 ha) y la grava (0,9 ha). El pasto, al representar el 55,2 % del área total, constituye un factor crítico para la gestión del sistema acantilado-plataforma debido a su elevada y constante demanda hídrica. Este requerimiento permanente de riego incide de manera directa en la infiltración y humedad del subsuelo, especialmente en los sectores próximos al borde del acantilado. Dicha saturación modifica negativamente las propiedades geotécnicas del terreno, contribuyendo a la generación de asentamientos, inestabilidad superficial y movimientos en masa.

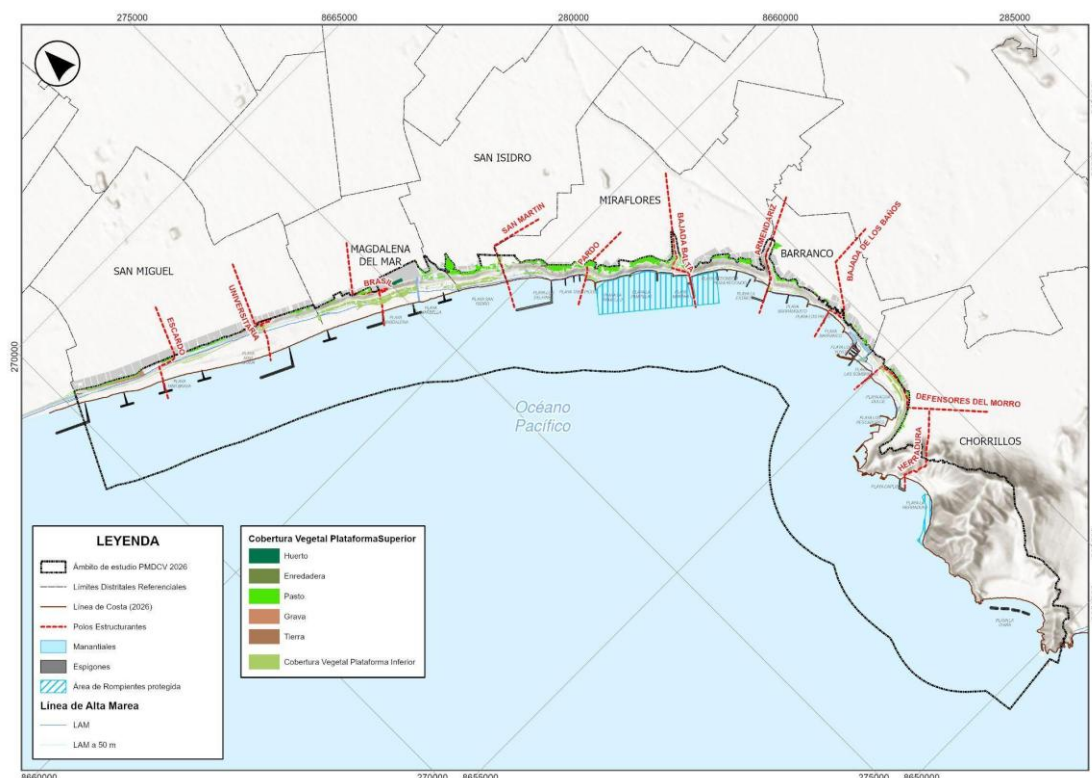
Tabla N° 39: Distribución de la cobertura vegetal en la plataforma superior

DISTRITO	Enredadera	Huerto	Pasto	Grava y tierra	Area total
Chorrillos	—	—	2,0	0,1	2,1
Barranco	—	—	3,9	0,2	4,0
Miraflores	1,1	—	17,4	—	18,5
San Isidro	—	—	6,5	—	6,5

Magdalena del mar	—	3,0	0,2	3,0	8,3
San Miguel	3,2	4,3	0,2	7,8	15,3
Total	4,3	7,2	30,2	12,9	54,7

Fuente: Equipo Técnico

Figura N° 36: Distribución de Cobertura Vegetal en la plataforma superior



Fuente: Equipo Técnico

- **Infraestructura Vial y Espacios Públicos:** Las vías vehiculares (malecones) y ciclovías presentan evidencias de desplazamientos y agrietamientos longitudinales debido a la deformación del terreno. Esto compromete severamente las rutas de evacuación hacia las zonas de seguridad. Al ser áreas de intensa actividad económica y recreativa para la población de Lima, el monitoreo preventivo es vital.
- **Infraestructura Crítica y Equipamiento:** En este sector operan instalaciones estratégicas (centros de salud, bomberos, comisarías, nodos de telecomunicación) que son el soporte logístico de los planes de Gestión del Riesgo de Desastres. Su reforzamiento estructural es ineludible para garantizar la operatividad de la respuesta reactiva post-desastre.

1.6.2.3 Propuestas de Intervención Integral en la Plataforma Superior

Frente a la caracterización expuesta de la plataforma superior y la identificación de las condiciones antrópicas que configuran los actuales escenarios de riesgo, se plantean las siguientes intervenciones integrales. Estas medidas tienen como propósito fundamental

mitigar el riesgo en el terreno y garantizar la estabilidad en diferentes horizontes del sistema acantilado-plataforma:

- **Fiscalización, Regulación y Control de Intervenciones Urbanas:** Es necesario establecer un marco normativo y de cumplimiento obligatorio para los distritos implicados, a continuación se mencionan algunos lineamientos rectores que debe contener esas normativas:
 - LR 01. Condicionalidad Estricta de Intervenciones: La ocupación, transformación o remodelación en la planicie superior está estrictamente condicionada a la preservación de la estabilidad del acantilado. Ninguna municipalidad podrá emitir licencias de edificación sin la exigencia y aprobación previa de estudios geotécnicos de detalle y modelamiento de interacción suelo-estructura.
 - LR 02. Prohibición en Zonas Críticas: Las autoridades competentes deberán denegar y restringir definitivamente la consolidación de nuevas ocupaciones en sectores donde los estudios técnicos determinen parámetros incompatibles con la seguridad física del territorio.
 - LR 03. Restricciones Técnicas Obligatorias: Toda nueva intervención próxima al borde del acantilado deberá someterse a restricciones máximas de transmisión de cargas estáticas/dinámicas, prohibición de infiltración de escorrentía al subsuelo y veto a la modificación desestabilizadora de la geometría natural del terreno.
 - Diseño Geotécnico Condicionado: Exigencia obligatoria de cimentaciones profundas (pilotes, micropilotes o pantallas) diseñadas para transmitir las cargas estructurales por debajo de la superficie de falla crítica del talud. El proyecto debe demostrar mediante modelamiento que los bulbos de presiones no interactúan con la cara libre del acantilado.
 - Manejo de Escorrentía - Impermeabilización de Intervenciones: Condicionar la aprobación de cualquier espacio público, ciclovía o área verde a la instalación de geomembranas impermeables debajo de la superficie, conectadas a un sistema de subdrenaje cerrado que derive el agua hacia la red matriz.
 - Prohibición de Cortes no Sostenidos: Impedir legalmente cualquier excavación o corte de terreno en la plataforma superior que no cuente con un sistema de sostenimiento preventivo (muros pantalla, anclajes) previamente aprobado. Esta medida asegura que no se retire la masa de suelo confinante, protegiendo no solo la integridad de los predios colindantes, sino garantizando la estabilidad global y estructural de todo el sistema del talud. De este modo, se evita que cualquier alteración en las tensiones o en la geometría desestabilice el macizo geológico en su conjunto frente a las modificaciones proyectadas.
 - LR 04. Retiros Basados en Geotecnia: La delimitación de las áreas de retiro y las fajas de restricción de ocupación próximas al borde se definirá obligatoriamente en función de los resultados de los estudios técnicos de estabilidad global (factores de seguridad) y no únicamente mediante distancias geométricas preestablecidas.
 - LR 05. Control Hídrico: La regulación, captación y derivación segura de las aguas superficiales y subterráneas constituye un requisito técnico insoslayable. Queda prohibida cualquier intervención urbana o paisajística que incremente la recarga hídrica o la presión de poros en el sistema de acantilados.
 - LR 06. Monitoreo de Infraestructura Existente: Las edificaciones e infraestructuras preexistentes ubicadas en la franja de riesgo deberán someterse a inspecciones técnicas de seguridad periódicas y a la implementación de sistemas de

instrumentación y monitoreo de deformaciones, bajo supervisión de las oficinas de Gestión del Riesgo de Desastres distritales.

Para garantizar el cumplimiento de las ordenanzas se deben exigir que los proyectos sean evaluados por una Comisión Técnica Calificada (con delegados del Colegio de Ingenieros especialistas en geotecnia e hidráulica). Esta comisión no emitirá la Licencia de Edificación si los modelamientos de estabilidad presentados por el proyectista no demuestran un Factor de Seguridad óptimo.

- **Renovación y Monitoreo Inteligente de Redes de Agua Potable y Alcantarillado:**

La deformación progresiva del terreno (asentamientos diferenciales) provoca que las redes matrices y secundarias pierdan su gradiente de diseño, generen esfuerzos de cizallamiento y fracturas estructurales. Las que posiblemente permitan infiltraciones subterráneas crónicas resultantes, constituyen uno de los factores antrópicos más críticos, ya que incrementan la presión de poros, reducen la resistencia al corte del suelo y aceleran la inestabilidad global del acantilado. Para neutralizar esta amenaza de manera definitiva, se proponen las siguientes alternativas de alta ingeniería:

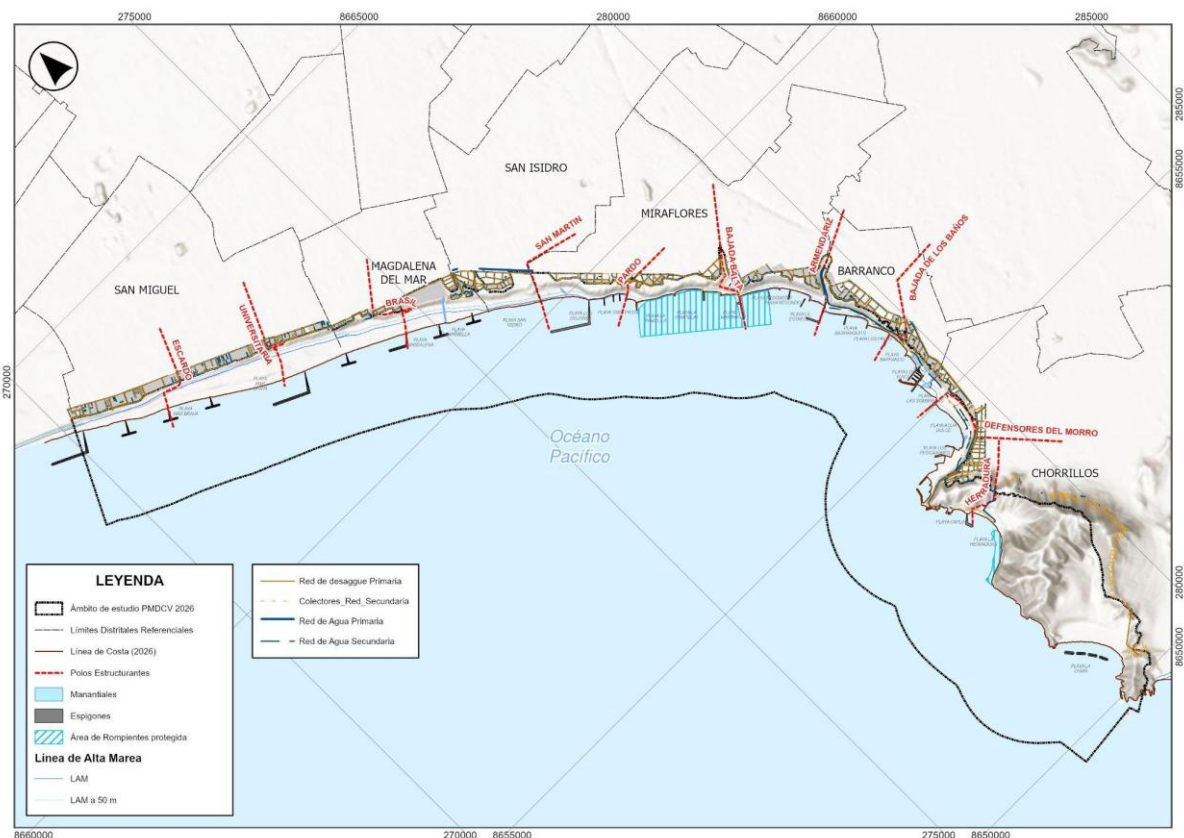
- **Monitoreo Hidráulico Inteligente (Sectorización Activa):** Control continuo mediante la instalación de caudalímetros ultrasónicos, sensores de presión (tecnología IoT) y correladores acústicos integrados a un sistema SCADA centralizado. Esto permitirá detectar caídas de presión y microfugas de manera automatizada en tiempo real, antes de que saturen el estrato.
- **Renovación mediante Tecnología "Sin Zanja" (Trenchless):** Prohibir las excavaciones profundas a cielo abierto cerca del borde para cambiar tuberías, ya que retirar el material desconfinado y desestabiliza el macizo. Se exigirá el uso de métodos no destructivos como el Pipe Bursting (fragmentación y reemplazo simultáneo) o el Relining (encamisado interno continuo con resinas curadas in situ) para rehabilitar las redes.
- **Sistemas de Tuberías Flexibles y Doble Contención:** Sustitución de tuberías rígidas por polietileno de alta densidad (HDPE) con uniones termofusionadas, capaces de absorber deformaciones elásticas del suelo sin fracturarse. En la plataforma superior, se recomienda implementar el uso de tuberías de doble pared (un tubo dentro de otro) para garantizar cero infiltración al subsuelo incluso si la tubería primaria falla.
- **Válvulas de Corte Automatizado (Respuesta Sísmica):** Instalación de válvulas de aislamiento motorizadas en los nodos de distribución cercanos al acantilado. Estos dispositivos estarán programados para bloquear el flujo de agua de forma inmediata ante una despresurización súbita (rotura masiva por hundimiento) o al estar interconectadas con la red de acelerógrafos durante un evento sísmico.

Figura N° 37: Imagen representativa de la propuesta Renovación Tecnológica y Monitoreo Inteligente de Redes de Agua Potable y Alcantarillado



Fuente: Equipo Técnico

Figura N° 38: Distribución de las Redes de Agua Potable y Alcantarillado a Considerar en las Propuestas de Intervención



Fuente: Equipo Técnico

- **Reconversión Paisajística y Tecnificación Inteligente del Riego en Espacios Públicos:** A manera de reforzar el análisis anterior, se puede establecer que la extensa

cobertura de áreas verdes tradicionales (predominantemente pasto) en la plataforma superior y en especial en el borde exige volúmenes de riego incompatibles con la estabilidad estructural del acantilado. La infiltración constante de esta agua altera el equilibrio hidrogeológico, incrementando la presión de poros, aumentando el peso específico del estrato y disminuyendo drásticamente su resistencia al corte. Para neutralizar este factor detonante de inestabilidad, la gestión del paisajismo debe transicionar obligatoriamente de un modelo ornamental a uno de resiliencia geotécnica estricta, implementando las siguientes medidas y automatización, estas alternativas están alineadas en medida al componente responsable de PMDCV 2026 - 2040:

- **Reconversión Paisajística:** Sustitución progresiva y obligatoria de coberturas de alto consumo hídrico por paisajismo de restauración ecológica. Se exigirá el uso de especies nativas costeras y suculentas que presentan una mínima demanda hídrica (baja evapotranspiración) y desarrollan sistemas radiculares que contribuyen a la cohesión mecánica de los estratos superficiales, eliminando la necesidad de saturar el suelo para su supervivencia.
- **Sistemas de Riego Subterráneo Localizado:** Prohibición absoluta del riego por inundación, manguera o aspersión superficial, métodos que generan escorrentía incontrolada y lavado de finos. Se exigirá la implementación de redes de riego por goteo o microaspersión subterránea, diseñadas para entregar caudales milimétricos directamente a la zona radicular, evitando la infiltración profunda hacia el macizo aluvial.
- **Automatización IoT y Control Piezométrico:** Evolución hacia una red de riego inteligente controlada por sensores de humedad volumétrica (tensiómetros) instalados a diversas profundidades. Integrados a un sistema centralizado, estos sensores actuarán como un mecanismo de seguridad: bloquearán automáticamente las electroválvulas si detectan que el terreno ya alcanzó su capacidad de campo hídrica, imposibilitando físicamente la sobresaturación por error humano.
- **Aislamiento Hídrico mediante SUDS Impermeabilizados:** Las áreas verdes ubicadas en zonas de máxima influencia sobre los acantilados, deberán ser rediseñadas incorporando geomembranas impermeables (polietileno de alta densidad) en la base del estrato orgánico. Este revestimiento estará conectado a una red de subdrenaje que captará cualquier exceso de agua —ya sea por lluvias anómalas o fallas del sistema— y lo derivará hacia la red pluvial, aislando geológicamente al acantilado de cualquier filtración accidental.

Figura N° 39: Imagen representativa de la propuesta Reconversión Paisajística y Tecnificación Inteligente del Riego en Espacios Públicos



Fuente: Equipo Técnico

- **Implementación de un Sistema Integral de Drenaje y Control Hidrogeológico:** Las investigaciones geotécnicas evidencian que los frentes de saturación hídrica alcanzan hasta 16 metros de profundidad en el macizo aluvial. Esta condición anómala, originada por la superposición de factores antrópicos (fugas de redes, riego indiscriminado antes analizadas) y dinámicas hidrológicas naturales (paleocauces y afloramientos freáticos históricos o "chorrillos"), compromete severamente la estabilidad global del acantilado. Para fortalecer las propuestas de neutralizar esta infiltración profunda e interceptar los flujos subsuperficiales, el desarrollo en la plataforma superior exige la implementación de la siguiente infraestructura hidráulica como alternativa:

- **Zanjas de Coronación Impermeabilizadas:** Construcción de canales longitudinales de concreto revestido a lo largo del perímetro superior crítico. Su función es captar y derivar de manera acelerada la escorrentía superficial (precipitaciones anómalas o excedentes de riego), impidiendo categóricamente que los caudales discurren libremente por la cara libre del acantilado y generen erosión en cárcavas.
- **Galerías Filtrantes Profundas de Intercepción:** Construcción de trincheras drenantes revestidas con geotextil, material granular seleccionado y tuberías perforadas instaladas en cotas de media profundidad. Esta red subsuperficial actuará como una barrera hidráulica para interceptar, deprimir y canalizar los flujos freáticos naturales (paleocauces) antes de que intersecten y saturen el frente del talud.
- **Abatimiento Activo mediante Bombeo Automatizado (Control Piezométrico):** Se proyecta una batería de pozos de alivio profundos equipados con bombas sumergibles. Este sistema estará interconectado a una red de piezómetros automatizados que, al registrar presiones de poros cercanas al umbral crítico de inestabilidad, activarán la extracción mecánica para abatir (reducir) el nivel freático

en tiempo real, garantizando la recuperación inmediata del Factor de Seguridad del terreno.

Figura N° 40: Imagen representativa de la propuesta de Implementación de un Sistema Integral de Drenaje y Control Hidrogeológico



Fuente: Equipo Técnico

- **Consolidación Geotécnica y Estabilización Mecánico-Química de la Plataforma Superior:** Para contrarrestar los asentamientos diferenciales y la pérdida de capacidad portante inducidos por el lavado de finos (erosión interna) y la sobresaturación del macizo, se establece la aplicación de tecnologías avanzadas de mejoramiento de suelos. Estas intervenciones de mínima invasión garantizan la densificación y el refuerzo estructural del estrato aluvial sin recurrir a excavaciones a cielo abierto, preservando el confinamiento natural del terreno y mitigando la desestabilización del acantilado:

- **Inyección de Resinas Expansivas (Poliuretano de Alta Densidad):** Aplicación controlada de polímeros bicomponentes de rápida reacción química que, al expandirse dentro del subsuelo, rellenan oquedades y microfisuras. Este proceso físico-químico consolida y compacta radialmente el terreno circundante, permitiendo el levante milimétrico (renivelación) de malecones, vías y cimentaciones superficiales comprometidas, además de actuar como una barrera impermeabilizante contra futuras infiltraciones.
- **Mejoramiento mediante Jet Grouting (Inyección a Ultra Alta Presión):** Ejecución de columnas rígidas de suelo-cemento mediante la desagregación del terreno natural y su mezcla simultánea con lechada cementicia inyectada a presiones extremas (hidrofresado). Esta técnica incrementa drásticamente los parámetros de resistencia al corte y la capacidad portante del subsuelo, constituyendo la solución idónea para el recalce de edificaciones críticas e infraestructura pesada ubicadas en la franja de máxima restricción.
- **Mezcla Profunda de Suelos (Deep Soil Mixing):** Intervención mecánica mediante barrenas helicoidales para la introducción e integración in situ de agentes

aglomerantes (cemento, cal o reactivos químicos estabilizadores) en estratos profundos. Esta tecnología permite neutralizar física y químicamente los horizontes de limos o suelos con exceso de humedad, transformando estratos de baja competencia en bloques de alta rigidez y baja permeabilidad que bloquean las trayectorias de filtración subterránea.

Figura N° 41: Imagen representativa de la propuesta de Consolidación Geotécnica y Estabilización Mecánico-Química de la Plataforma Superior



Fuente: Equipo Técnico

- **Implementación Estratégica de Almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH):** En estricto alineamiento con el marco normativo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Ley N° 29664 - SINAGERD) y las directrices técnicas del INDECI, la descentralización logística de la capacidad de respuesta territorial constituye un requerimiento ineludible. Para asegurar la asistencia vital y la continuidad operativa frente a escenarios de sismos de gran magnitud o tsunamis, se dispone la integración de la siguiente infraestructura de contingencia:

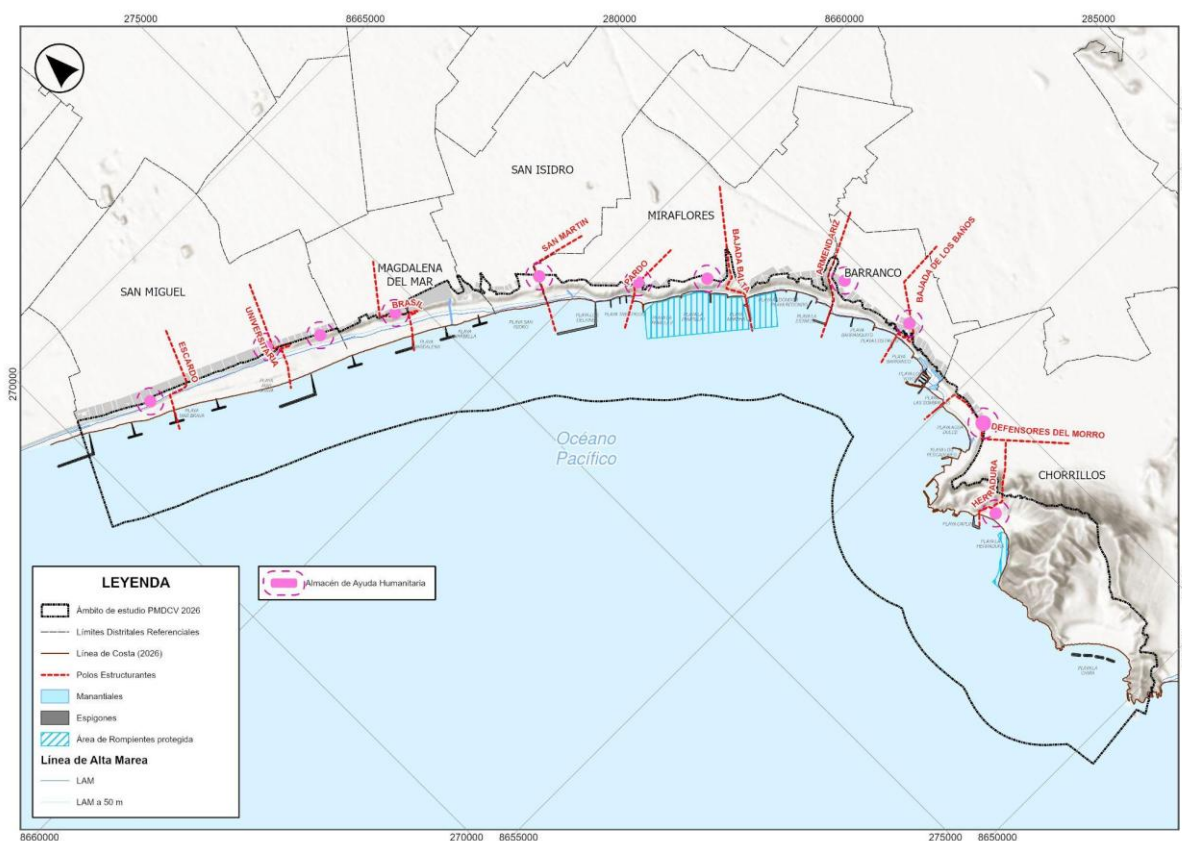
- **Emplazamiento Descentralizado en Zonas Refugio:** Instalación obligatoria de Almacenes Adelantados en los principales nodos de evacuación y espacios públicos de contingencia (grandes parques, plazas y polideportivos) de las seis jurisdicciones costeras. Estas infraestructuras de resguardo deberán ubicarse estratégicamente fuera de las isocronas e isoyetas de inundación por tsunami, así como de las franjas de falla por inestabilidad del talud.
- **Autonomía Operativa y Soporte Vital (Fase Crítica de 72 Horas):** Dotación permanente, estandarizada y fiscalizada de suministros para garantizar la autosuficiencia durante la ventana crítica post-desastre. El equipamiento mínimo exigido comprenderá módulos de refugio temporal (carpas normadas), kits de abrigo, herramientas especializadas para rescate ligero, reservas hídricas y alimentarias de emergencia, autonomía energética mediante grupos electrógenos y nodos de comunicación satelital redundante para asegurar el enlace ininterrumpido con los Centros de Operaciones de Emergencia (COE).

Figura N° 42: Imagen representativa de la propuesta de Implementación Estratégica de Almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH)



Fuente: Equipo Técnico

Figura N° 43: Distribución de Almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH)



Fuente: Equipo Técnico

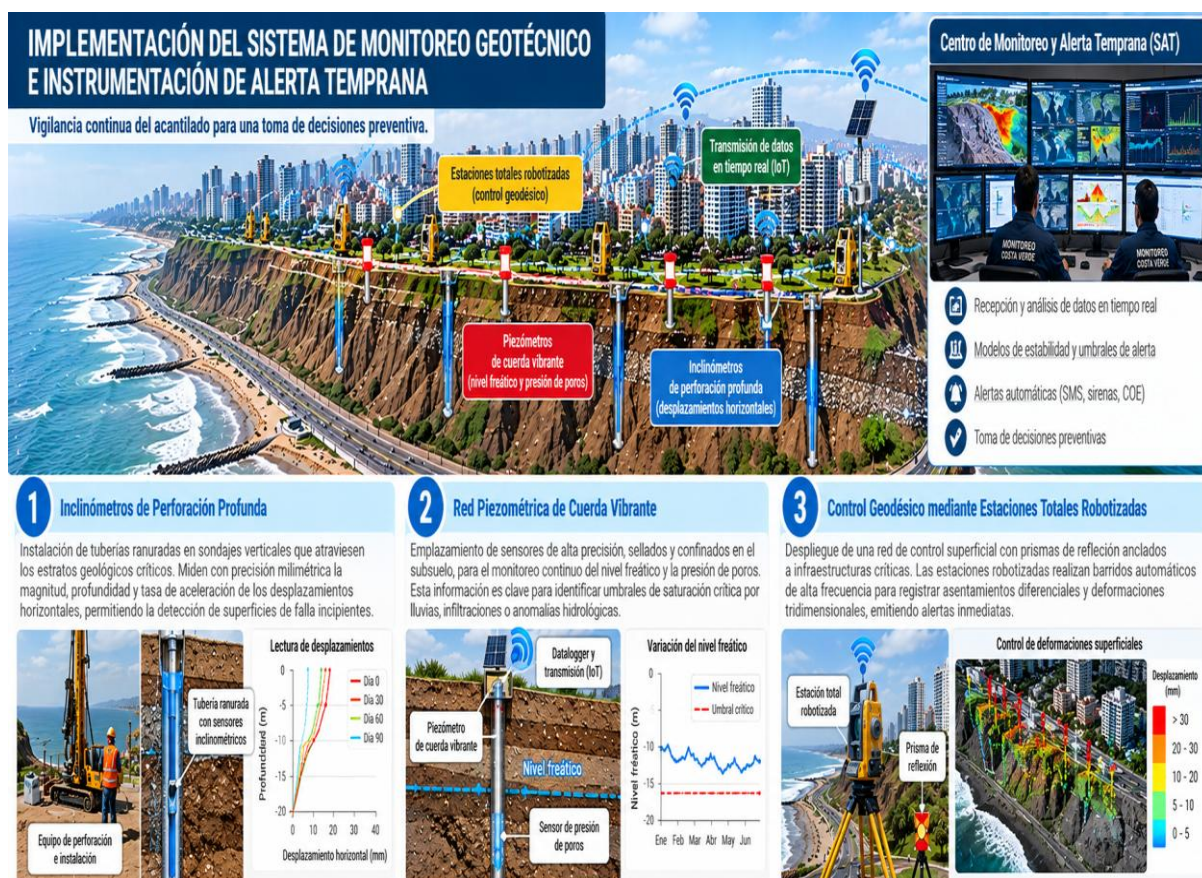
Distrito	Zona de referencia	Este (m)	Norte (m)
Chorrillos	Defensores del Morro	279645.814	8654398.06
	La Herradura	278830.755	8653326.56
Barranco	Baja de los Baños	279916.583	8656213.11
	Armendáriz	279689.301	8657336.87
Miraflores	Baja Balta	278276.421	8658791.04
	Pardo	277514.568	8659475.17
San Isidro	San Martín	276545.418	8660570.64
Magdalena del Mar	Brasil	274659.639	8661690.06
San Miguel	Bertolotto	273643.532	8662240.82
	Universitaria	272964.359	8662680.68
	Escardó	271178.06	8663324.46

Fuente: Equipo Técnico

- **Implementación del Sistema de Monitoreo Geotécnico e Instrumentación de Alerta Temprana:** Para garantizar la seguridad física del territorio y anticipar eventos de inestabilidad masiva, es de carácter obligatorio la implementación de una red de instrumentación geotécnica automatizada a lo largo de la plataforma superior. Este sistema permitirá cuantificar el comportamiento tenso-deformacional y las variables hidrodinámicas del macizo aluvial en tiempo real, operando como el núcleo analítico del Sistema de Alerta Temprana (SAT) para la toma de decisiones preventivas:
 - **Inclinómetros de Perforación Profunda:** Instalación de tuberías ranuradas en sondajes verticales que atraviesen los estratos geológicos críticos. Estos instrumentos medirán con precisión milimétrica la magnitud, profundidad y tasa de aceleración de los desplazamientos horizontales, permitiendo la detección técnica de superficies de falla incipientes (cinemática de deslizamientos) mucho antes de su manifestación superficial.
 - **Red Piezométrica de Cuerda Vibrante:** Emplazamiento de sensores de alta precisión, sellados y confinados en el subsuelo, para el monitoreo continuo de las fluctuaciones del nivel freático y las variaciones de la presión de poros. Esta data es indispensable para calibrar los modelos matemáticos de estabilidad, identificando los umbrales de saturación crítica generados por anomalías hidrológicas, lluvias extraordinarias o infiltraciones crónicas.
 - **Control Geodésico mediante Estaciones Totales Robotizadas:** Despliegue de una red de control superficial compuesta por prismas de reflexión anclados estratégicamente a infraestructuras críticas (edificaciones en la franja de borde,

malecones, vías y muros de contención). Las estaciones robotizadas realizarán barridos ópticos automatizados de alta frecuencia para registrar asentamientos diferenciales y deformaciones tridimensionales, emitiendo alertas automatizadas inmediatas ante cualquier desplazamiento que supere las tolerancias elásticas del terreno.

Figura N° 44: Propuesta de la Reubicación del eje vial



Fuente: Equipo Técnico

2.7. Lineamientos generales transversales

2.7.1. Identificación y Delimitación de Zona Condicionada a la Mitigación de Riesgos en la Costa Verde

El proceso de delimitación de las zonas condicionadas responde a los estudios analizados en la fase de diagnóstico, los cuales identifican las características físicas y geotécnicas de los diferentes sectores. El sustento técnico de esta delimitación se basa principalmente en dos investigaciones desarrolladas en el año 2021:

1. Evaluación Geofísica de los acantilados de la Costa Verde (Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel) Este estudio determinó la estructura del subsuelo y su comportamiento dinámico mediante diversos métodos geofísicos. Los resultados evidencian la existencia de diferentes capas con espesores variables y compuestas por materiales de distinta rigidez. Asimismo, se identificó la presencia de suelos con moderado a alto contenido de humedad, cuyo espesor varía a lo largo de la Costa Verde en estrecha relación con el uso del suelo.

Esta evaluación permitió definir en superficie el límite que separa los suelos estables de los inestables ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, identificando las zonas de mayor riesgo por su alta amplitud sísmica:

- Plataforma superior: Presenta niveles de amplitud sísmica en diferentes dimensiones, fuertemente influenciados por su proximidad al acantilado y su origen antrópico.
 - Plataforma inferior: Registra una mayor amplitud sísmica debido a su origen netamente antrópico (zonas de relleno) y a su constante interacción con la dinámica marina.
2. Caracterización geológica, hidrogeológica y evaluación de peligros geológicos en la Costa Verde (INGEMMET) Este estudio es indispensable para la delimitación de las zonas condicionadas, ya que desarrolla una evaluación geológica rigurosa del litoral. El trabajo incluyó el levantamiento de 51 columnas estratigráficas para describir la litología de los acantilados, evidenciando la naturaleza antrópica de múltiples sectores.

En su componente hidrogeológico, la investigación identificó las formaciones geológicas y su capacidad para almacenar y transmitir aguas subterráneas. A través de prospección geofísica validada con muestras de campo, se determinaron los niveles freáticos y la dirección del flujo, correlacionando esta información con la litología del terreno. La integración de estos análisis permitió identificar los principales peligros geológicos a lo largo de la Costa Verde:

- Peligros de hundimiento: Localizados en áreas planas, como la terraza baja y la planicie aluvial.
- Peligros gravitacionales (movimientos en masa): Condicionados por las elevadas pendientes de los taludes. Los eventos de mayor recurrencia son los derrumbes de suelos, la caída de rocas y los deslizamientos.

En este contexto, la delimitación de las zonas condicionadas constituye un instrumento técnico fundamental para reconocer espacialmente aquellos sectores donde las características físicas del territorio, la presencia de peligros naturales y las condiciones de ocupación exigen criterios y estudios específicos para su uso, intervención, mantenimiento y transformación.

Zonas condicionadas:

- Zona condicionada en la plataforma superior

Esta zona comprende la planicie de la plataforma superior y su área de influencia directa sobre el sistema de acantilados. Las condiciones de riesgo en este ámbito derivan de su intrínseca relación física y de la interacción directa entre la ocupación urbana (antrópica) y la dinámica natural del terreno.

Esta ocupación altera factores críticos del entorno, impactando directamente en la estabilidad de los taludes y de la línea de coronación, modificando las condiciones geotécnicas del suelo, los patrones de infiltración y drenaje, parte los procesos hidrogeológicos. Como consecuencia, se aceleran los procesos de erosión, se incrementa la susceptibilidad a los movimientos en masa y se exacerban los peligros sísmicos por amplificación.

Por ello, la delimitación de esta zona condicionada permitirá regular de manera efectiva aquellos sectores transversales donde la ocupación, la modificación topográfica del terreno o el desarrollo de nuevas intervenciones exijan el estricto cumplimiento de parámetros técnicos, diseños geotécnicos y criterios específicos de seguridad. Por ello son necesarios garantizar la seguridad, resiliencia y funcionalidad del territorio, asegurando que toda intervención quede rigurosamente justificada mediante estudios técnicos de detalle.

- Zona condicionada en la plataforma inferior

Esta zona está conformada por la plataforma inferior —constituida predominantemente por depósitos antrópicos y tierras ganadas al mar— y la franja marino-costera. Las condiciones territoriales en este ámbito están estrictamente determinadas por su proximidad al océano y su constante interacción con los procesos dinámicos del sistema litoral.

El área posee un valor estratégico fundamental, ya que constituye el soporte físico para el desarrollo territorial de la bahía. Sobre ella se asienta infraestructura crítica, incluyendo el corredor vial (vehicular y peatonal) y todo el soporte de equipamiento y servicios, tanto públicos como privados. Debido a esta concentración de elementos expuestos, adquiere especial criticidad la evaluación de amenazas combinadas: por un lado, los procesos de origen marino, tales como la erosión y socavación, el impacto del oleaje, la dinámica sedimentaria, el peligro de inundación y tsunamis, y la respuesta estructural de las obras de protección costera; y por otro, los fenómenos asociados a la inestabilidad geotécnica, como posibles hundimientos y procesos de licuación de suelos.

En consecuencia, la delimitación de esta zona condicionada permitirá establecer ámbitos de gestión diferenciados en función de sus características de exposición. Esto facilitará la definición de las restricciones y los criterios técnicos exigibles —tanto para

la ingeniería civil terrestre como para la ingeniería marítima— necesarios para garantizar la seguridad, resiliencia y funcionalidad del territorio, asegurando que toda intervención quede rigurosamente justificada mediante estudios técnicos de detalle.

Figura N° 45: Diagrama técnica de zonas condicionadas

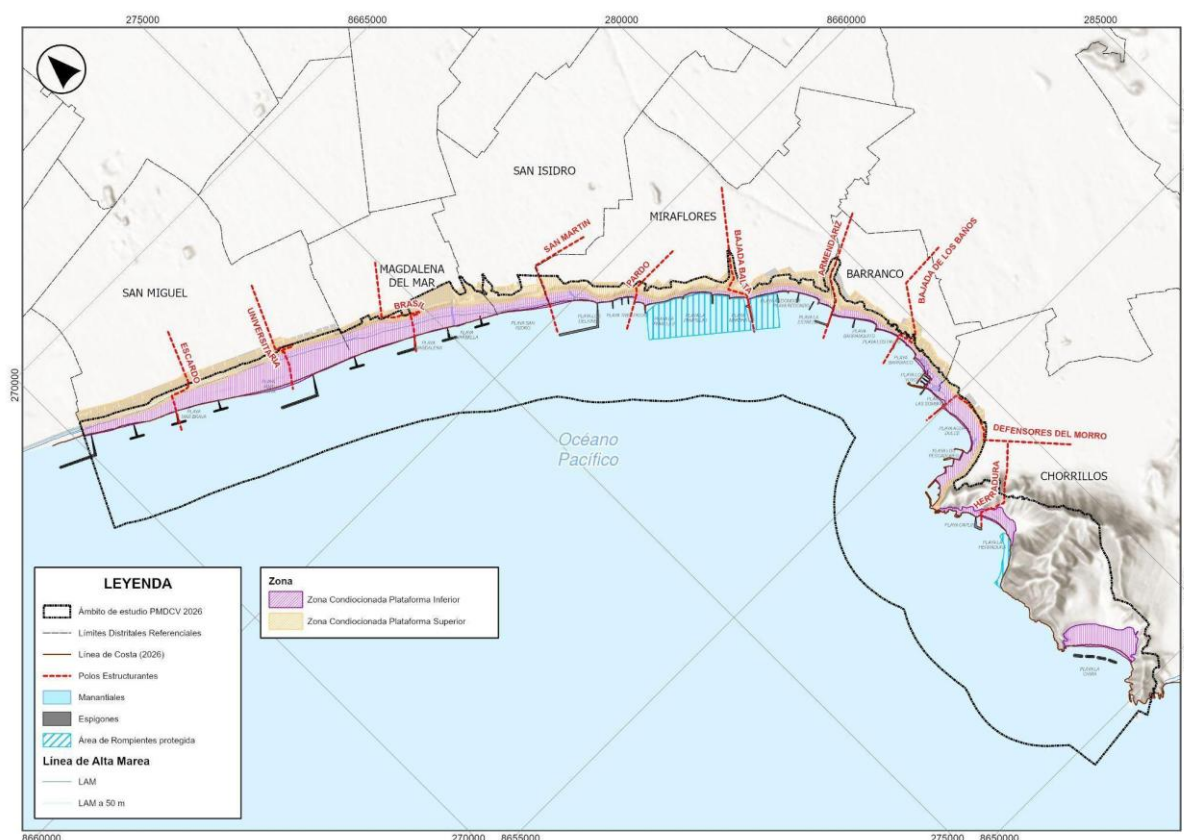


Fuente: Equipo Técnico

A continuación, se presenta la espacialización cartográfica que define la distribución de las zonas condicionadas. Complementariamente, se detallan los estudios técnicos específicos requeridos tanto para la zona condicionada de la plataforma superior como para la plataforma inferior.

La ejecución de estas evaluaciones multidisciplinarias resulta indispensable para identificar las restricciones territoriales, determinar las condiciones de seguridad y establecer los criterios de ingeniería e intervención necesarios para el desarrollo, la resiliencia y la transformación segura de estos ámbitos.

Figura N° 46: Distribución de las zonas condicionadas en la costa verde



Fuente: Equipo Técnico

2.7.2. Marco de Estudios Técnicos Obligatorios para Zonas Condicionadas

Los estudios técnicos especializados constituyen un requisito estricto y de carácter obligatorio para el diseño, evaluación y autorización de cualquier intervención dentro de las zonas condicionadas. La exigencia, escala y alcance de estas evaluaciones estarán determinados de manera específica por su localización territorial (Plataforma Superior o Plataforma Inferior), la naturaleza de las intervenciones proyectadas, los peligros identificados en el diagnóstico y la normativa legal vigente.

Es fundamental precisar que, aunque estas investigaciones se articulan de manera transversal con los lineamientos del Plan de Protección, este apartado clasifica y sistematiza exclusivamente aquellos estudios de carácter restrictivo y normativo. Estos representan la línea base técnica insoslayable sin la cual no se podrá viabilizar, autorizar ni desarrollar ninguna modificación del relieve, ocupación del suelo, ejecución de infraestructura o proyecto de inversión en estas áreas.

Con el propósito de asegurar un abordaje integral orientado a la mitigación y reducción del riesgo de desastres, las evaluaciones exigidas se estructuran mediante un enfoque multidisciplinario. Por consiguiente, a continuación, se detallan las descripciones generales y los lineamientos mínimos que deberán cumplir los estudios propuestos:

Zona condicionada de la Plataforma Superior

ESTUDIO 1: Estudio de Caracterización Geotécnica, Microzonificación Sísmica Local y Diseño de Cimentación

Objetivo:

Determinar de manera exhaustiva las propiedades físico-mecánicas, dinámicas y sísmicas del subsuelo en el área de intervención. Su finalidad es definir los parámetros óptimos de cimentación y establecer las restricciones espaciales y estructurales (como retiros de seguridad y límites de carga) necesarias para garantizar la estabilidad global del terreno, evitando cualquier efecto adverso o desestabilizador sobre la dinámica natural del acantilado, la línea de coronación y las infraestructuras colindantes.

Alcances y Componentes Mínimos del Estudio:

- **Exploración Geotécnica y Estratigrafía Detallada:** Ejecución de investigaciones directas in situ (perforaciones, ensayos de penetración estándar o SPT, y calicatas) complementadas con ensayos de laboratorio especializado, cuya cantidad y profundidad estarán dictadas por la magnitud del proyecto y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Este componente debe identificar con precisión el perfil estratigráfico, el nivel de la napa freática, la presencia de lentes de humedad y delimitar las zonas compuestas por depósitos antrópicos (rellenos no controlados) o suelos colapsables.
- **Prospección Geofísica y Comportamiento Dinámico:** Aplicación de métodos indirectos no destructivos (como refracción sísmica o análisis de ondas superficiales MASW) y ensayos de microtrepidaciones. Estos estudios permitirán obtener las velocidades de onda de corte, determinar el periodo fundamental de vibración del suelo y evaluar el nivel de amplificación sísmica local, datos indispensables para la categorización del perfil del suelo frente a eventos sísmicos.
- **Cálculo de Ingeniería y Diseño de Cimentaciones:** Determinación analítica de la capacidad portante admisible del terreno y modelamiento de los asentamientos esperados (totales y diferenciales). A partir de estos resultados, se establecerá el tipo de cimentación y los procedimientos constructivos, en cumplimiento estricto y obligatorio con las Normas Técnicas E.050 (Suelos y Cimentaciones) y E.030 (Diseño Sismorresistente) del RNE.

ESTUDIO 2: Estudio de Estabilidad Geotécnica Integral del Acantilado bajo Escenarios Estáticos, Dinámicos y de Acción Marina Extrema

Objetivo:

Para las intervenciones próximas o con influencia directa en los acantilados se debe determinar de manera rigurosa la estabilidad global y local del sistema integrado "proyecto-acantilado", garantizando que la intervención no incremente la susceptibilidad a fallas geológicas, deslizamientos, derrumbes o retrocesos de la línea de coronación. El propósito fundamental es asegurar que ninguna modificación topográfica o estructural comprometa la integridad física del propio proyecto, de la infraestructura vial, de los espacios públicos o de los predios colindantes.

Alcances y Componentes Mínimos del Estudio:

- **Modelamiento Geotécnico Avanzado:** El análisis deberá desarrollarse obligatoriamente mediante métodos numéricos computacionales (como el Método de Elementos Finitos - MEF o el Método de Diferencias Finitas), los cuales permiten simular con alta precisión el comportamiento tenso-deformacional del terreno frente a solicitaciones complejas.
- **Análisis de Superficies de Falla:** Identificación tridimensional y bidimensional de las superficies potenciales de ruptura (críticas y subcríticas), considerando la estratigrafía del acantilado, el nivel freático y la presencia de capas de relleno antrópico.
- **Criterios de Carga e Interacción Suelo-Estructura:** El modelo debe integrar el peso propio del macizo rocoso/terroso, las cargas estáticas transmitidas por las edificaciones proyectadas, los empujes laterales derivados de excavaciones profundas y el peso de las modificaciones geométricas (sistemas de contención o rellenos).
- **Definición de Retiros y Factores de Seguridad:** En función de los resultados, se deberán calcular los Factores de Seguridad (FS) y determinar geoméricamente la zona de influencia de inestabilidad. Esto definirá los retiros de seguridad obligatorios respecto al borde del acantilado y dictará la necesidad de implementar medidas de estabilización, o en su defecto, obligará a la modificación estructural de la propuesta arquitectónica.
-

Evaluación de Escenarios Críticos:

El modelamiento matemático y la justificación técnica de la estabilidad del talud deberán ejecutarse, de forma restrictiva, bajo los siguientes tres escenarios de solicitud:

Tabla N° 40: Escenarios Críticos

Escenario	Componentes Integrados en el Modelo	Descripción Técnica y Condicionantes
Escenario 1: Estático con Proyecto	Peso propio del talud + Cargas de la intervención (cimentaciones, rellenos, excavaciones).	Determinación del factor de seguridad del acantilado operando bajo condiciones de carga gravitacional y de servicio a largo plazo, sin la influencia de aceleraciones externas.
Escenario 2: Dinámico con Proyecto (Sismo)	Variables del Escenario 1 + Aceleraciones y fuerzas inerciales (influencia sísmica).	Simulación de la estabilidad frente a un evento sísmico de diseño. Debe considerar la amplificación topográfica de las ondas sísmicas en la cresta del acantilado y el comportamiento dinámico del suelo.
Escenario 3: Dinámico con Proyecto + Acción de Tsunami	Variables del Escenario 2 + Saturación por inundación + Socavación hidrodinámica + Erosión del pie del talud.	Escenario de máxima exigencia que simula un evento sísmico seguido del impacto de un tsunami. Evalúa la pérdida de confinamiento y resistencia debido a la erosión y socavación del pie del acantilado, sumado a la inestabilidad por saturación y rápido vaciado (efecto

		drawdown).
--	--	------------

Fuente: Equipo Técnico

Zona condicionada de la Plataforma Inferior

ESTUDIO 1: Estudio Hidro-Oceanográfico (EHO)

Objetivo:

Caracterizar de manera integral las condiciones hidrográficas, oceanográficas, meteorológicas y geomorfológicas del ámbito marino-costero de intervención. El propósito fundamental es comprender la hidrodinámica del medio marino, su interacción con el litoral y predecir con exactitud las alteraciones que podrían generarse como consecuencia de las obras proyectadas. Este estudio es de carácter restrictivo y obligatorio, y debe desarrollarse en estricto cumplimiento con los procedimientos de la Norma Técnica Hidrográfica N.º 45 (Lineamientos para la Elaboración de Estudios Hidro-Oceanográficos, aprobada por la Autoridad Marítima Nacional en 2023). Los resultados obtenidos establecerán la base de datos y los parámetros ambientales de diseño (condiciones extremas y cambio climático) necesarios para sustentar la ingeniería marítima, evaluar la interacción obra-medio marino y formular medidas efectivas de protección y resiliencia costera.

Alcances y Componentes Mínimos del Estudio:

- **Determinación de la Línea de la Más Alta Marea (LAM):** Levantamiento topográfico y control geodésico (vertical y horizontal) para fijar la máxima elevación alcanzada por las mareas. Exige la integración del mareograma de la fecha de medición, la monumentación de hitos de control y la delimitación cartográfica exacta de la franja inalienable de 50 metros paralela a la LAM. Esta información es un requisito legal y geoespacial insoslayable para la planificación y regulación dominial del borde marino-costero.
- **Levantamiento Batimétrico de Precisión:** Caracterización exhaustiva de la morfología del fondo marino mediante ecosondas y sistemas GNSS de alta precisión. Su finalidad es determinar las isobatas, pendientes, taludes, canales y bancos de arena, generando Modelos Digitales del lecho marino. Constituye el insumo geométrico base para la modelación hidrodinámica, el diseño de cimentaciones marítimas y la evaluación de la estabilidad del fondo.
- **Estudio y Modelamiento Numérico de Oleaje:** Análisis del régimen de olas (altura significativa y máxima, periodos, dirección y frecuencia) bajo condiciones operacionales y extremas, incluyendo anomalías hidroclimáticas como el Fenómeno El Niño. Exige la modelación computacional de la propagación del oleaje para comparar el estado actual frente a los escenarios modificados por las estructuras proyectadas. Sus resultados

definen el "oleaje de diseño" y los periodos de retorno obligatorios para el dimensionamiento estructural de las defensas costeras.

- **Análisis de Corrientes, Mareas y Vientos:** Medición in situ y caracterización de los patrones de circulación del agua y la dinámica eólica. Implica el análisis de la magnitud, velocidad y dirección de las corrientes en toda la columna de agua bajo distintas condiciones de marea. Mediante modelación numérica, se deben evaluar las alteraciones que las nuevas intervenciones generarán sobre la dinámica natural, asegurando que no se induzcan impactos erosivos en sectores aledaños.
- **Evaluación Morfológica e Histórica del Litoral:** Análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa para identificar tendencias macroscópicas de erosión, acreción y estabilidad a largo plazo. Su desarrollo exige el uso de series históricas superiores a 30 años (mediante imágenes satelitales, ortofotos, restitución fotogramétrica y registros topográficos) para sustentar técnicamente el comportamiento morfodinámico del litoral.
- **Estudio de Dinámica Litoral y Transporte de Sedimentos:** Evaluación integral de la interacción entre el oleaje, las corrientes y la geomorfología costera para determinar la movilidad sedimentaria. Comprende campañas de muestreo, ensayos granulométricos y clasificación de suelos marinos (sistemas SUCS o Folk). Su fin es cuantificar el transporte longitudinal y transversal, estimar el balance sedimentario y predecir los impactos erosivos o de acumulación derivados de la construcción de obras marítimas (espigones, rompeolas, enrocados o rellenos hidráulicos).

ESTUDIO 2: Estudio Geotécnico Integral de los Suelos en la Plataforma Inferior

Objetivo:

Caracterizar a profundidad las propiedades físicas, mecánicas y estratigráficas del subsuelo de la terraza baja (plataforma inferior), con especial énfasis en los depósitos antrópicos recientes y las tierras ganadas al mar. Su finalidad es determinar de manera rigurosa la aptitud del terreno, la capacidad de soporte y las restricciones técnicas indispensables para el diseño seguro de cimentaciones para múltiples intervenciones, garantizando la estabilidad a largo plazo de la infraestructura costera.

Alcances y Componentes Mínimos del Estudio:

- **Exploración Geotécnica y Estratigrafía Detallada:** Ejecución de una campaña intensiva de exploración in situ mediante perforaciones profundas, ensayos de penetración estándar (SPT), ensayos piezocono (CPT/CPTU) y geofísica superficial, complementada con un programa riguroso de ensayos de laboratorio sobre muestras alteradas e inalteradas.
- **Análisis de Capacidad Portante y Asentamientos:** Definición precisa de los perfiles de velocidad de onda, los parámetros de resistencia al corte y los módulos de deformabilidad. Exige el análisis detallado del comportamiento de los suelos de relleno antrópico frente a asentamientos elásticos y diferidos en el tiempo.
- **Evaluación de Peligros Geotécnicos Específicos:** Identificación y análisis del potencial de licuación del suelo ante solicitaciones sísmicas, así como la evaluación de suelos expansivos o colapsables en los sectores donde la geología local lo amerite.

- **Cumplimiento Normativo y Parámetros de Diseño:** Desarrollo estricto acorde a los criterios de la Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones) del RNE. El estudio debe entregar los parámetros de diseño geotécnico, delimitar cartográficamente los sectores que exigen mejoramiento de suelos de cimentación y establecer las restricciones de carga máximas permitidas para la habilitación de infraestructura vial, servicios y espacios públicos.

ESTUDIO 3: Estudio Hidrogeológico y de Drenaje Subterráneo y Superficial

Objetivo:

Comprender la dinámica e interacción hidrodinámica entre el agua superficial, los niveles freáticos subterráneos y el medio geológico de la terraza baja. El propósito es identificar los flujos hídricos y las condiciones de saturación crítica que comprometen la estabilidad del terreno (activando procesos de licuación o tubificación) y que afectan directamente la durabilidad y operatividad de la infraestructura vial y de servicios emplazada en la plataforma inferior.

Alcances y Componentes Mínimos del Estudio:

- **Monitoreo del Nivel Freático y Flujo Subterráneo:** Instalación obligatoria de una red de piezómetros y pozos de observación para el monitoreo continuo de las fluctuaciones de la napa freática. Determinación analítica de los gradientes hidráulicos, direcciones de flujo subterráneo y coeficientes de permeabilidad de los distintos estratos y rellenos.
- **Interacción Hidrodinámica Continente-Mar:** Evaluación cuantitativa de los efectos del medio marino sobre el acuífero costero, incluyendo el análisis de intrusión salina y el impacto de las variaciones de marea sobre las oscilaciones del nivel freático local.
- **Modelamiento de Drenaje y Saturación:** Levantamiento topográfico y modelamiento del sistema de drenaje superficial actual. Identificación geoespacial de puntos críticos de acumulación de humedad, zonas con alto riesgo de licuación inducida por saturación y áreas susceptibles a problemas de socavación interna por tubificación (piping o surgencia).
- **Lineamientos de Mitigación y Normatividad:** Definición de los parámetros técnicos exigibles para el diseño de sistemas de drenaje, subdrenaje, pantallas de impermeabilización o sistemas de bombeo. Este componente previene la elevación crítica del nivel freático y debe desarrollarse en cumplimiento de la Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones) y la Norma Técnica E.080 (Diseño y Construcción con Tierra Reforzada).

ESTUDIO 4: Estudio de Microzonificación Sísmica y Respuesta Dinámica del Terreno

Objetivo:

Determinar con alta precisión las características de la respuesta sísmica local en los diferentes sectores de la terraza baja. Busca identificar las variaciones en la amplificación del movimiento del terreno, la frecuencia de vibración y los "efectos de sitio" asociados a la morfología costera y a la baja rigidez de los depósitos de relleno, estableciendo los parámetros normativos ineludibles para el diseño estructural sismorresistente.

Alcances y Componentes Mínimos del Estudio:

- **Caracterización Geofísica y Dinámica:** Ejecución de mediciones de microtremores (técnicas H/V) y otros ensayos sísmicos especializados para obtener el perfil de velocidades de ondas de corte (V_s) y caracterizar la rigidez dinámica del subsuelo.
- **Modelamiento de Propagación de Ondas:** Desarrollo de simulaciones numéricas de propagación de ondas unidimensionales (1D) y bidimensionales (2D) para correlacionar el espesor y las propiedades mecánicas de los materiales de relleno con la amplificación real de las aceleraciones sísmicas en superficie.
- **Integración de Peligros Co-sísmicos:** Cruce directo de los resultados de amplificación dinámica con los análisis de potencial de licuación de suelos y la estimación de asentamientos co-sísmicos, permitiendo delimitar cartográficamente zonas de comportamiento sísmico homogéneo.
- **Zonificación y Espectros de Diseño:** Establecimiento de espectros de diseño sísmico específicos para cada tramo de la terraza baja. Este componente dota al Plan Maestro de los parámetros de zonificación necesarios para regular el diseño de obras viales, puentes y defensas costeras, en estricto cumplimiento con la Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente) y la Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones).

1.7.3. ESTRATEGIAS PARA TIERRAS GANADAS AL MAR

Problemática y Necesidad de Regulación

A partir de las evaluaciones in situ sobre los procesos de transformación territorial en la Costa Verde, se ha identificado una problemática central respecto a la generación de tierras ganadas al mar. Si bien esta práctica presenta ventajas innegables al ampliar la capacidad espacial de la plataforma inferior —generando soporte físico para nueva infraestructura vial, recreativa y de servicios—, también conlleva impactos sobre la hidrodinámica costera y los ecosistemas que exigen una evaluación rigurosa.

La revisión del estado actual evidencia una debilidad técnica y normativa para fiscalizar la complejidad de estas intervenciones. Por ello, si bien este Plan no promueve la modificación artificial indiscriminada de la línea de costa, sí evidencia la necesidad apremiante de que las autoridades competentes formulen y aprueben protocolos normativos de carácter estricto para regular, estandarizar y alinear la ejecución técnica de la ganancia de tierras.

Marco Legal, Técnico y Condicionantes

La modificación artificial del litoral mediante rellenos estructurales requiere estudios especializados ineludibles debido a sus potenciales efectos sobre la dinámica hidro-oceanográfica y la estabilidad morfodinámica de las playas colindantes. Estas intervenciones se sostienen bajo la Ley N.º 30744 (Ley que facilita la inversión en tierras para ganar al mar, ríos y lagos), la cual establece las disposiciones para su desarrollo bajo la estricta evaluación y autorización de las entidades competentes. De manera complementaria e irrestricta, todo planeamiento en este ámbito debe articularse con lo dispuesto en el Artículo 15 de la Ley N.º 26856 (Ley de Playas), el cual determina que las áreas de tierras ganadas al mar, ya sea por causas naturales o por obras artificiales, se incorporan automáticamente como zonas de

dominio público, garantizando su uso, inalienabilidad y el libre acceso ciudadano al borde costero.

Asimismo, desde la perspectiva de la ingeniería civil y la seguridad física, toda ejecución de rellenos y consolidación de nuevas tierras debe someterse al estricto cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esto exige la aplicación de carácter obligatorio de la Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones) para garantizar la conformación de rellenos controlados y el correcto diseño de cimentaciones sobre depósitos antrópicos; la Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente) para evaluar y mitigar el alto potencial de licuación y amplificación sísmica propio de los suelos costeros saturados; y la Norma Técnica TH.050 (Habilitaciones en Riberas y Laderas), que regula las condiciones de seguridad, restricciones y obras de defensa para proyectos urbanos colindantes con el océano.

A pesar de que el marco legal vigente establece directrices rigurosas para el desarrollo de obras bajo parámetros de ingeniería controlada (geotecnia y sismorresistencia), la revisión técnica evidencia que ninguna de estas normativas integra de manera vinculante el componente dinámico del mar para protocolizar la generación de nuevas superficies costeras. Frente a este vacío normativo estructural, y con el propósito de establecer un lineamiento técnico-legal de carácter preventivo, se plantea a manera de propuesta un proceso estratégico con el objetivo de garantizar el desarrollo seguro, resiliente y sostenible de estas intervenciones:

Fase 1: Lega y estudios.

- **Sub Fase 1.1. Licencias:** Gestión de licencias institucionales obligatorias para operar en áreas acuáticas del Mar Estado peruano
 - **Derecho de Uso de Área Acuática (DICAPI):** Tramitación del expediente técnico-legal ante la Autoridad Marítima Nacional bajo el TUPA vigente. Es la encargada de otorgar los derechos de uso de área acuática y autorizar los rellenos, muelles u obras de ingeniería costera, cuidando la seguridad de la navegación y la soberanía.
 - **Aprobación del EIA-d (SENACE/MINAM):** Exige la aprobación obligatoria, como sustentación pública y aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado.
 - **Inmatriculación de Predios (SBN):** Coordinación preventiva con la SBN para el futuro registro del suelo ganado como propiedad del Estado. asegurando que las nuevas tierras ganadas se registren formalmente bajo la titularidad del sector público.

Estas licencias tienen como soporte el siguiente marco Legal.: La Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI) tiene el control absoluto de las áreas acuáticas, en el Decreto Legislativo N° 1147 el desarrollo de cualquier intervención que superponga con la jurisprudencia de esta autoridad debes aplicar las siguientes normativas internas:

- **Trámite de Reserva y Derecho de Uso de Área Acuática:** Ninguna obra civil puede iniciarse sin obtener primero la Autorización de Reserva y el posterior Derecho de Uso de Área Acuática ante la DICAPI. Este derecho se otorga bajo estrictos plazos contractuales (máximo 30 años) y exige que el proyecto no interfiera con los canales de navegación ni la Defensa Nacional.

- **Determinación de la Línea de Alta Marea (LAM):** La DICAPI es la única entidad legal con la facultad técnica de certificar y trazar las coordenadas oficiales de la Línea de Alta Marea. Dado que ganar tierras al mar desplaza físicamente la costa, la DICAPI debe realizar un peritaje técnico estacional para fijar el nuevo límite del territorio Si fuera necesario.
- **Certificación de Hidrografía y Navegación:** Al finalizar las intervenciones como las obras para ganar tierras al mar, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra debe realizar una Inspección Técnica de Término de Obra. Esto valida las coordenadas finales del posicionamiento de la obra y exige la implementación de dispositivos de señalización (faros, boyas) para salvaguardar la vida humana en el mar.

Finalmente, las intervenciones deberán considerar la Ley N.º 26856 – Ley de Playas y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 050-2006-EF, que establece las condiciones aplicables a las áreas de playa y bienes de dominio público.

- En este marco, deberá garantizarse el libre acceso y tránsito hacia el mar, evitando que las obras destinadas a la generación de tierras ganadas al mar bloqueen, cierren o restrinjan el acceso público. Por ello, el diseño de las nuevas superficies deberá contemplar accesos públicos y conexiones peatonales directas hacia el borde costero, en concordancia con la normativa y la zonificación aplicable.
- **Sub Fase 1.2. Estudios Estratégicos:** estás Enfocada en la recolección de datos oceanográficos, sondeos geotécnicos (SPT) en el fondo marino y simulaciones de oleaje para evitar impactos en playas vecinas, estos estudios definen la viabilidad técnica y ambiental del terreno y las corrientes marinas antes de cualquier intervención física.
- **Estudios Geotécnicos:** Perforaciones y sondeos en el fondo marino para conocer la estratigrafía. El principal enemigo son los lodos arcillosos blandos, los cuales causan hundimientos (asentamientos) severos si no se tratan.
 - **Modelamiento Hidrodinámico:** Simulaciones matemáticas del oleaje, las mareas y el transporte de sedimentos. Esto evita que la nueva tierra altere las corrientes y erosione las playas vecinas.
 - **Estudio de Impacto Ambiental:** Línea base de ecosistemas, parámetros de parámetros orgánicos e inorgánicos establecidos en los estándares de calidad ambiental exigidos por el MINAM, los cuales permitirán diseñar las intervenciones de mitigación contra la turbidez del agua y otros impactos.

Fase 2: Fase ingenieril “construcción y consolidación”: plantea una la ruta crítica de intervención:

- **Sub Fase 2.1. Contención perimetral (construcción del dique):** Antes de realizar el vertido y colocación del material de relleno, se deberá implementar una estructura de contención perimetral que delimite y proteja el área de intervención, controlando la

acción del oleaje y la dinámica marina para evitar la dispersión del material y garantizar su estabilidad durante el proceso de conformación.

- Diques de Escollera (Revocados): Estructuras piramidales construidas con rocas gigantes y bloques de concreto diseñados para romper la fuerza de las olas y encerrar el área marina.
 - Instalación de Geotextiles: Se colocan sábanas de tela sintética permeable en el interior del dique. Permiten que el agua salga, pero impiden que la arena y el suelo fino se escapen hacia el océano.
- **Sub Fase 2.2. Dragado y Relleno (Colocación del Material):** Procesos de rellenar el espacio de material.

- Selección del material: Se deberá priorizar el uso de arena gruesa, grava u otros materiales adecuados para la conformación y estabilización del terreno, provenientes de obras públicas o privadas, canteras, fuentes autorizadas de extracción o bancos marinos debidamente autorizados, considerando su transporte hasta el área de intervención. No deberán utilizarse lodos, materiales con alto contenido de materia orgánica, residuos orgánicos o inorgánicos, desmontes ni materiales provenientes de escombreras, debido a que pueden comprometer la estabilidad y calidad del terreno generado.

Toda intervención tiene que estar conforme al RNE y a su Norma Técnica E.050: Suelos y Cimentaciones; siendo este el pilar normativo fundamental para este tipo de proyectos. Establece las condiciones estrictas para habilitar o construir sobre rellenos artificiales según:

- **Rellenos Controlados (Ingenieriles):** La norma detalla que para que una edificación se apoye sobre un suelo ganado (relleno), este debe haber sido colocado por capas, compactado con maquinaria pesada bajo estrictos controles de densidad de laboratorio y usando materiales seleccionados (arenas gruesas o gravas).
 - **Prohibición de Rellenos No Controlados:** Prohíbe de forma tajante cimentar directamente sobre rellenos sueltos, materiales orgánicos, lodos o desmontes. Si el terreno no fue compactado con ingeniería, obliga a traspasar todo el relleno mediante cimentaciones profundas (pilotes o pilares) hasta anclarse en el suelo firme del fondo marino natural.
 - **Obligatoriedad del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS):** Para cualquier edificación en zonas costeras o de relleno, exige de forma irrestricta un EMS con perforaciones profundas para determinar el nivel de la napa freática (agua subterránea) y la capacidad de carga del suelo.
- **Sub Fase 2.3. Consolidación y mejoramiento del terreno:** El material recién colocado si presenta condiciones de baja compactación, suelos sueltos y saturados, deberá ser sometido a procesos de consolidación, compactación y mejoramiento antes

de permitir la construcción de infraestructura sobre el terreno. Estas condiciones deberán ser verificadas mediante estudios geotécnicos y controladas mediante técnicas que permitan incrementar la densidad, resistencia y capacidad portante del suelo, así como reducir los asentamientos y el potencial de licuación. Entre las alternativas podrán considerarse:

- Precarga o sobrecarga: colocación temporal de material para acelerar la consolidación y reducir asentamientos posteriores.
- Drenes verticales: instalación de drenes para facilitar la evacuación del agua intersticial y acelerar la consolidación.
- Compactación dinámica: aplicación de impactos controlados para densificar los estratos superficiales.
- Vibrocompactación o vibroflotación: densificación de suelos granulares mediante vibración.
- Otros sistemas de mejoramiento del terreno, definidos de acuerdo con las condiciones geotécnicas del área.

La selección de la técnica deberá responder a las características del material de relleno, las condiciones del suelo natural, el nivel de saturación, la profundidad de mejoramiento y las condiciones de uso previstas para el nuevo terreno. Acorde a los establecido al RNE y a su Norma Técnica E.050: Suelos y Cimentaciones; y E. 030 Diseño Sismorresistente; siendo estos los pilares normativos fundamentales para este tipo de proyectos. Establece las condiciones estrictas sobre rellenos artificiales según:

- Los Proceso Constructivo y Control Geotécnico establecidos en el RNE. establece que el proceso de conformación del relleno de ingeniería debe regirse por un control de calidad riguroso en obra: A) Colocación por Capas: El material de préstamo seleccionado debe extenderse en capas horizontales sucesivas de espesor uniforme. El espesor máximo suelto admisible es de 30 cm antes de la aplicación de la energía de compactación mecánica. B) Control de Humedad: El suelo debe ser acondicionado hidráulicamente hasta alcanzar la Humedad Óptima determinada en el laboratorio, con una tolerancia generalmente aceptada de $\pm 2\%$ respecto al ensayo Proctor.
- También debe seguir un Protocolo de Ensayos y Aseguramiento de Calidad (QA/QC) estricto donde La norma establece una frecuencia mínima obligatoria de auscultación in situ para validar que el proceso constructivo alcance las competencias de diseño mecánico esperadas: A) Frecuencia del Control: Se debe ejecutar obligatoriamente un mínimo de 3 ensayos de densidad de campo por cada capa compactada.

El incumplimiento de cualquiera de estos acápites detallados en RNE inválida legalmente la recepción del suelo como base apta para cimentaciones superficiales, obligando al proyectista a plantear soluciones estructurales profundas. Debido a que el litoral peruano se encuentra en la Zona Sísmica 4 (la de mayor peligro sísmico del

país), los suelos ganados al mar reciben una categorización especial la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente

- Clasificación del Perfil de Suelo: Las tierras ganadas al mar, al ser arenas artificialmente depositadas y altamente saturadas de agua por la cercanía al océano, suelen clasificarse como Suelos Blandos (Perfil S3) o Suplementarios/Excepcionales (Perfil S4). Permitiendo a amplificar las fuerzas sísmicas de diseño estructural de las intervenciones (el factor de suelo S es mucho más alto).
 - Evaluación del Potencial de Licuación: La norma enfatiza el análisis de estabilidad para evitar la licuación cíclica. En un terremoto, la combinación de arena suelta + agua de mar provoca que el suelo pierda toda su resistencia y actúe como un líquido, causando el colapso o volteo de estructuras si no están correctamente cimentadas.
- **Sub Fase 2.4. Protección Final e Infraestructura:** Una vez culminado el proceso de relleno y cuando los monitoreos y ensayos geotécnicos acrediten que el terreno ha alcanzado condiciones favorables de compactación, estabilidad y control de asentamientos, se deberá proceder con las medidas de protección final y la implementación de la infraestructura correspondiente.
- Instalación de Instrumentación: Se deberá implementar un sistema de monitoreo continuo mediante piezómetros, inclinómetros y otros instrumentos necesarios, que permitan controlar la presión del agua en el terreno, los asentamientos y cualquier movimiento o deformación que pueda presentarse.
 - Armadura del Dique: Se deberá ejecutar la protección final del frente exterior mediante la colocación de rocas, bloques tipo Tetrapod, Core-Loc u otros elementos de protección, de acuerdo con las condiciones del sitio, para resistir los efectos del oleaje y otros fenómenos asociados a la dinámica costera.
 - Elevación de Seguridad (Cota de Inundación): La cota final del terreno deberá definirse considerando las condiciones de inundación, mareas de tempestad, oleajes extremos y el aumento del nivel del mar asociado al cambio climático, proyectados para las próximas décadas.

Todas estas intervenciones deberán desarrollarse en concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y las normas aplicables, particularmente la Norma TH.050 – Habilitaciones en Riberas y Laderas, que establece condiciones para terrenos colindantes con el mar, ríos y lagos.

- Zonas de riesgo no mitigable: Se deberá restringir la generación de proyectos urbanos en franjas costeras expuestas a peligros como oleajes anómalos o erosión marina; sin perjuicio de que puedan destinarse a otros usos permitidos por la normativa y la zonificación correspondiente.
- Obras de defensa: Las intervenciones próximas a la ribera deberán considerar las obras de defensa que correspondan, tales como diques, espigones o

rompeolas, las cuales deberán contar con la aprobación de la autoridad competente y responder a las condiciones específicas de la dinámica costera.

Lineamientos y propuestas de Gestión Reactiva para la Costa Verde

Las propuestas de Gestión del Riesgo de Desastres para la Costa Verde se formulan en el marco de la Ley N.º 29664 (SINAGERD), la Política Nacional de GRD al 2050 y los Lineamientos para la formulación y aprobación del Plan de Gestión Reactiva (R.S.G.R.D. N.º 005-2025-PCM/SGRD). No sustituyen los Planes de Gestión Reactiva de las seis municipalidades ribereñas ni de la Municipalidad Metropolitana de Lima, sino que establecen contenidos y mecanismos de articulación comunes para que estas entidades los incorporen en sus planes.

Plan de Gestión Reactiva

Conforme al literal c) del numeral 5.1 de la R.S. N.º 005-2025-PCM/SGRD, la Gestión Reactiva es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar emergencias, desastres o situaciones de peligro inminente, e incluye las acciones relacionadas a los procesos de Preparación, Respuesta y Rehabilitación. Esta definición mantiene la esencia del concepto empleado en la versión 2022 del Plan Maestro, pero se enmarca ahora en un instrumento técnico único, el Plan de Gestión Reactiva de carácter inclusivo y con enfoque de derechos, de género e intercultural, exigencia explícita del nuevo lineamiento que no figuraba en el marco normativo anterior.

a) Objetivos

- Contar con un Plan de Gestión Reactiva de vigencia trienal para el ámbito de la Costa Verde, articulado entre las seis (06) municipalidades distritales ribereñas, la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en concordancia con la R.S. N.º 005-2025-PCM/SGRD.
- Fortalecer las capacidades de preparación, respuesta y rehabilitación de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos frente a los peligros que afectan de manera diferenciada la plataforma inferior y la plataforma superior y acantilados de la Costa Verde.
- Incorporar el carácter inclusivo y los enfoques de derechos, género e interculturalidad en la totalidad de las acciones de preparación, respuesta y rehabilitación previstas para el ámbito de la Costa Verde, conforme a la Disposición Final 8.1 del nuevo lineamiento.
- Cerrar las brechas de capacidades identificadas en materia de Grupos de Trabajo de la GRD, Plataformas de Defensa Civil, Centros de Operaciones de Emergencia (COE), Sistemas de Alerta Temprana (SAT), almacenes de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH) y brigadas, mediante metas, indicadores y presupuesto referencial de alcance trienal.
- Articular el componente de respuesta del Plan de Gestión Reactiva de la Costa Verde con el Plan Nacional de Operaciones de Emergencia, el Plan de Contingencia

Nacional ante sismo de gran magnitud seguido de tsunami (R.M. N° 187-2019-PCM) y los planes multisectoriales por tipo de peligro, conforme al numeral 6.7 de la R.S. N° 005-2025-PCM/SGRD

b) Escenarios de riesgos priorizados para la Costa Verde

Por sus condiciones físicas, geomorfológicas y de ubicación, la Costa Verde presenta un escenario de riesgo ante sismo seguido de tsunami y ante movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes y deslizamientos) sobre el acantilado que la conforma. Ambos peligros no son independientes: un mismo evento sísmico puede activar simultáneamente el colapso de tramos del talud y el arribo de un tsunami a la plataforma inferior, afectando de forma conjunta los accesos, la infraestructura y la población presente en los seis distritos ribereños.

En consideración de este escenario, la propuesta de Gestión Reactiva de la Costa Verde se desarrolla de forma articulada en sus tres procesos: la Preparación, orientada a cerrar las brechas de capacidad (sistemas de alerta temprana, rutas de evacuación vertical hacia la planicie superior, zonas seguras y almacenes de ayuda humanitaria) antes de que ocurra el evento; la Respuesta, articulada de forma interdistrital dado que un mismo sismo puede activar simultáneamente la emergencia en los seis distritos y bloquear tramos compartidos de la vía Costa Verde; y la Rehabilitación, centrada en el restablecimiento prioritario de los accesos, puentes peatonales y obras de protección del acantilado que resulten afectados, por ser la condición habilitante para la reactivación funcional de toda la plataforma inferior .

c) Propuestas a nivel de componentes

• De la Preparación

i. Diagnóstico de capacidades para la respuesta

Conforme al numeral V.1 del Anexo N° 1 de los Lineamientos, cada una de las seis municipalidades debe determinar, como mínimo, si cuenta con:

- Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres (GTGRD) designado mediante resolución, con Programa de Actividades o Plan de Trabajo.
- Plataforma de Defensa Civil distrital conformada, con Reglamento Interno y Plan de Trabajo Anual.
- Centro de Operaciones de Emergencia (COE) con personal, infraestructura y equipamiento operando.
- Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante sismo seguido de tsunami y ante movimientos en masa.
- Brigadas de Voluntariado en Emergencias y Rehabilitación (VER) y brigadas especializadas, según corresponda.
- Almacén de Bienes de Ayuda Humanitaria (BAH), de acuerdo a su competencia.
- Identificación de zonas seguras para la instalación de albergues temporales en la planicie superior.

- Presupuesto para la Gestión Reactiva (Programa Presupuestal 0068 y otras fuentes de financiamiento).
- Planes específicos de Gestión del Riesgo de Desastres formulados conforme a los lineamientos aprobados por la PCM.

ii. Diagnóstico de capacidades para la rehabilitación

- Protocolos y procedimientos multisectoriales e interinstitucionales para la rehabilitación de vías, espigones, enrocados y puentes peatonales de la Costa Verde.
- Convenios o alianzas con el sector privado y con la Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV) para la rehabilitación de infraestructura.
- Maquinaria y equipamiento disponible para la remoción de escombros y derrumbes sobre la vía Costa Verde.
- Cartera de proyectos de rehabilitación y reforzamiento de obras de estabilización y protección existentes.

iii. Actividades, inversiones y metas para el cierre de brechas

A partir de la lista preliminar de proyectos y programas prioritarios validada para la Costa Verde, se propone la siguiente matriz de actividades de preparación para el cierre de brechas, de ejecución articulada entre las seis municipalidades:

Tabla N° 41: Actividades, componentes, distritos beneficiados y responsable

Actividad	Componente	Distritos beneficiados	Responsable
Implementación de sistema de alerta temprana (SAT) ante sismo-tsunami y movimientos en masa	Preparación	Los 6 distritos	GTGRD distrital / INDECI
Almacenes de ayuda humanitaria en la planicie superior	Preparación	Los 6 distritos	Municipalidad distrital
Identificación y habilitación de zonas seguras y rutas de evacuación vertical hacia la planicie superior	Preparación	Los 6 distritos	GTGRD distrital
Equipamiento y operatividad de los Centros de Operaciones de Emergencia (COE) distritales	Preparación	Los 6 distritos	Municipalidad distrital
Programa de simulacros y simulaciones interdistritales ante sismo-tsunami	Preparación	Los 6 distritos	GTGRD distrital / APCV

Fuente: Equipo Técnico

iv. Presupuesto para cierre de brechas, evaluación y seguimiento.

Cada municipalidad estima, de forma referencial, el presupuesto requerido para las actividades e inversiones de preparación indicadas en el numeral precedente, con cargo al Programa Presupuestal 0068 y otras fuentes de financiamiento, conforme al formato del Anexo N° 1 de los Lineamientos. El GTGRD de cada municipalidad, en coordinación con la instancia de articulación interdistrital, verifica anualmente el avance de las actividades de preparación respecto de las metas establecidas, y su contribución al cierre de brechas identificado.

- **Componente de respuesta**

i. Organización para la respuesta: coordinación interdistrital

Dada la continuidad física de la Costa Verde y la ocurrencia simultánea de daños en más de un distrito ante un sismo seguido de tsunami, se propone la conformación de una Plataforma de Coordinación Interdistrital de la Costa Verde, integrada por los seis Centros de Operaciones de Emergencia Distritales (COED) y la Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV), con las siguientes funciones:

- Centralizar y homogeneizar la información de la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) a lo largo de toda la Costa Verde.
- Coordinar la habilitación de vías y el retiro de escombros en los tramos de la vía Costa Verde compartidos o limítrofes entre distritos.
- Articular el apoyo mutuo de brigadas, maquinaria y bienes de ayuda humanitaria entre las seis municipalidades.
- Reportar de manera consolidada al Centro de Operaciones de Emergencia Regional de Lima Metropolitana (COER).

A nivel distrital, cada municipalidad mantiene su propia Plataforma de Coordinación Local (Plataforma Estratégica y Plataforma Operativa), conforme al numeral VI.1 del Anexo N° 1 de los Lineamientos.

ii. Protocolo de respuesta

El protocolo de respuesta para la Costa Verde se organiza según los tres momentos de la Respuesta definidos en los Lineamientos:

Tabla N° 42: Momento de Respuesta

Momento de la Respuesta	Acciones para sismo-tsunami y movimientos en masa en la Costa Verde
Intervención Inicial	Evacuación inmediata de la plataforma inferior y playas hacia la planicie superior por las rutas de evacuación vertical; alerta a la población mediante el SAT; autoayuda y primeros auxilios; comunicación inicial al COE distrital.
Primera Respuesta	Búsqueda y rescate en zonas de colapso o derrumbe; atención pre-hospitalaria; control de accesos a la vía Costa Verde; evaluación

Momento de la Respuesta	Acciones para sismo-tsunami y movimientos en masa en la Costa Verde
	EDAN inicial; habilitación de vías y retiro de escombros para el ingreso de las entidades de primera respuesta.
Respuesta Complementaria	Instalación de albergues temporales en la planicie superior; distribución de bienes de ayuda humanitaria; empadronamiento de la población afectada; EDAN complementaria; coordinación con la Plataforma de Coordinación Interdistrital para el apoyo entre distritos.

Fuente: Equipo Técnico

● **Componente De la rehabilitación**

Conforme al numeral VII del Anexo N° 1 de los Lineamientos, la rehabilitación en la Costa Verde comprende el restablecimiento de la infraestructura y servicios afectados, priorizando:

- Revisión de la EDAN para la vía Costa Verde, puentes peatonales, espigones, enrocados y demás obras de protección y estabilización existentes.
- Rehabilitación de accesos y vías afectadas por derrumbes o deslizamientos, con habilitación temporal de rutas alternas.
- Reforzamiento y reposición de las obras de protección y estabilización de acantilados dañadas por el evento.
- Rehabilitación de la plataforma inferior, playas y espacios públicos, coordinada con la Gerencia de Desarrollo Ambiental de cada distrito.
- Participación del sector privado y de la APCV en la rehabilitación de infraestructura de uso común de la Costa Verde.

Plan de Gestión Continuidad Operativa.

Conforme al literal c) del numeral 39.2 del artículo 39 del Reglamento de la Ley N° 29664 (modificado por D.S. N° 060-2024-PCM), los gobiernos locales formulan, aprueban e implementan su Plan de Continuidad Operativa, en el marco de los Lineamientos aprobados por R.M. N° 320-2021-PCM. Este plan es un instrumento de cada entidad para asegurar la ejecución ininterrumpida de sus actividades críticas ante un desastre u otro evento que interrumpa sus operaciones.

Por su naturaleza, el Plan de Continuidad Operativa no se formula para el territorio sino por entidad. En consecuencia, el Plan Maestro propone lineamientos para que cada entidad con competencias en la Costa Verde (las seis municipalidades distritales, la MML y, según su naturaleza jurídica, la APCV) formule o actualice su plan integrando el escenario de la Costa Verde y lo articule con el Plan de Gestión Reactiva.

A. Objetivos

Asegurar que cada entidad cuente con un Plan de Continuidad Operativa aprobado, vigente y actualizado, conforme a la R.M. N° 320-2021-PCM.

Incorporar en la identificación de riesgos de cada plan el escenario de sismo seguido de tsunami y de movimientos en masa que afecta a la Costa Verde, en las sedes, infraestructura, servicios y accesos que sustentan actividades críticas.

Garantizar la continuidad de las actividades críticas vinculadas a la respuesta y rehabilitación: operación del COE, evaluación de daños y análisis de necesidades (EDAN), habilitación de vías y retiro de escombros, y administración de bienes de ayuda humanitaria.

Determinar sedes alternas y respaldo de información fuera de las áreas expuestas.

Probar los planes mediante ejercicios articulados al programa de simulacros multidistritales.

B. Propuestas a nivel de componentes

i. Diagnóstico de la continuidad operativa por entidad

Cada entidad determina como mínimo si cuenta con:

- Plan de Continuidad Operativa aprobado y vigente.
- Grupo de Comando o instancia equivalente, y unidad orgánica responsable de la gestión de la continuidad.
- Actividades críticas identificadas y priorizadas.
- Sede alterna y respaldo de información y sistemas.
- Ejercicios y pruebas realizados.

iii. Sedes alternas y respaldo

Ubicación fuera de las áreas de inundación por tsunami y de la franja de influencia del acantilado, según los escenarios del diagnóstico.

Respaldo de información y sistemas en un sitio distinto de la sede principal.

iv. Organización y articulación

Cada entidad conduce su plan mediante su Grupo de Comando, bajo la coordinación de su Grupo de Trabajo de la GRD. Se propone que el Grupo de Trabajo Multidistrital del ítem 1 revise también la coherencia entre los planes de continuidad y los planes de gestión reactiva.

v. Ejercicios y pruebas

El cronograma de ejercicios de cada entidad se articula con el programa de simulacros multidistritales del ítem 1 y con el marco vigente de INDECI para ejercicios de simulación de continuidad operativa 2025-2027.

i. Actividades y responsables

Tabla N° 43: Actividades y responsables

Actividad	Entidades	Responsable
Diagnóstico de existencia, vigencia y contenido de los planes	6 distritos, MML, APCV	Grupo de Comando de cada entidad
Incorporación del escenario Costa Verde en la identificación de riesgos	6 distritos, MML, APCV	Grupo de Comando
Identificación de actividades críticas de respuesta y sedes alternas	6 distritos, MML	Grupo de Comando / GTGRD
Ejercicios y pruebas articulados a simulacros	6 distritos, MML, APCV	Grupo de Comando / INDECI

Fuente: Equipo Técnico

vii. Presupuesto, seguimiento y evaluación

Cada entidad estima de forma referencial el presupuesto para implementar su plan y lo incorpora a su planificación institucional. El GTGRD de cada entidad verifica anualmente el avance y los resultados de los ejercicios, y actualiza el plan cuando corresponda.

Plan educación comunitaria.

Conforme al numeral 39.3 del artículo 39 del Reglamento de la Ley N° 29664 (D.S. N° 048-2011-PCM, modificado por D.S. N° 060-2024-PCM), los gobiernos regionales y las municipalidades provinciales formulan, aprueban e implementan el Plan de Educación Comunitaria, en coordinación con las municipalidades distritales de su jurisdicción. Los Lineamientos aprobados por R.S. N° 007-2025-PCM/SGRD orientan este plan a promover la comprensión del riesgo, la prevención y reducción del riesgo y la preparación ante emergencias y desastres, con enfoque de género, intercultural y carácter inclusivo, en concordancia con la Acción Estratégica Multisectorial AEM 1.5 del PLANAGERD 2022-2030.

En ese marco, para la Costa Verde no se propone un plan paralelo, sino un componente territorial específico que se incorpore al Plan de Educación Comunitaria de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) y se implemente de forma articulada con las seis municipalidades distritales ribereñas.

a) Objetivos

- Incorporar un componente Costa Verde en el Plan de Educación Comunitaria de la MML, articulado con San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, en concordancia con la R.S. N° 007-2025-PCM/SGRD.

- Fortalecer la comprensión del riesgo por sismo seguido de tsunami y por movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes y deslizamientos) entre la población y los usuarios de la Costa Verde.
- Promover prácticas de autoprotección: respuesta a la alerta, evacuación vertical hacia la planicie superior y uso de zonas seguras y puntos de encuentro.
- Incorporar el carácter inclusivo y los enfoques de derechos, género e interculturalidad en todas las acciones educativas.
- Articular la educación comunitaria con el Plan de Gestión Reactiva y con el programa de simulacros multidistritales.
- Promover la participación de organizaciones sociales y de voluntariado, incluidas las brigadas de Voluntariado en Emergencias y Rehabilitación (VER).

b) Escenario y públicos priorizados

Los contenidos educativos se orientan a los escenarios de riesgo priorizados para la Costa Verde: sismo seguido de tsunami y movimientos en masa sobre el acantilado, cuyos efectos difieren entre la plataforma inferior y la plataforma superior. Se proponen los siguientes públicos objetivo, a validar con el diagnóstico y con el anexo de los Lineamientos:

- Población residente en la plataforma superior y en las zonas de influencia del acantilado [dato del diagnóstico].
- Usuarios y visitantes de la plataforma inferior, las playas y los Polos Estructurantes [dato del estudio de evacuación vertical].
- Autoridades, funcionarios y servidores de las municipalidades y de la Autoridad del Proyecto Costa Verde (APCV).
- Organizaciones sociales y de voluntariado, incluidas las brigadas VER.

c) Propuestas a nivel de componentes

i. Diagnóstico de capacidades para la educación comunitaria

Cada municipalidad, en coordinación con la MML, determina como mínimo si cuenta con:

- Plan de Educación Comunitaria de la MML vigente y actualizado conforme a los nuevos Lineamientos.
- Grupo de Trabajo de la GRD y Plataforma de Defensa Civil operativos como espacios de coordinación.
- Brigadas VER y organizaciones de voluntariado identificadas.
- Material educativo disponible, incluido el Repositorio PEC GRD – Eje Gestión Reactiva de INDECI.
- Presupuesto para educación comunitaria (Programa Presupuestal 0068 y otras fuentes).

ii. Ejes temáticos

- Eje 1. Comprensión del riesgo (gestión prospectiva y correctiva): peligros y escenarios de la Costa Verde; función de las obras de protección y estabilización existentes [contenidos a validar con el diagnóstico y el Catálogo Técnico].

- Eje 2. Gestión reactiva (preparación, respuesta y rehabilitación): alerta temprana, rutas de evacuación vertical, zonas seguras, autoayuda y primeros auxilios, correspondientes a la intervención inicial del protocolo de respuesta.

iii. Estrategias educativas

- Capacitación presencial y virtual por público objetivo.
- Sensibilización y comunicación educativa, con materiales adaptados a personas en situación de vulnerabilidad.
- Simulacros participativos con componente educativo, alineados al calendario nacional de INDECI.
- Señalización informativa en rutas de evacuación y puntos de encuentro, articulada con el proyecto de evacuación vertical.

i. Actividades y responsables

Tabla N° 44: Distribución de la cobertura vegetal en la plataforma superior

Actividad	Eje	Público	Responsable
Diagnóstico educativo y de percepción del riesgo	1 y 2	Población y usuarios	Municipalidad distrital / MML
Capacitación en evacuación vertical y uso de zonas seguras	2	Residentes y usuarios	GTGRD distrital / INDECI
Sensibilización sobre peligros del acantilado y obras de estabilización	1	Residentes y usuarios	Municipalidad distrital / CENEPRED
Capacitación de funcionarios y servidores	1 y 2	Municipalidades y APCV	MML / INDECI / CENEPRED
Simulacros participativos	2	Población y brigadas VER	GTGRD distrital / APCV
Formación de voluntariado comunitario	2	Organizaciones sociales	Municipalidad distrital

Fuente: Equipo Técnico

v. Organización, presupuesto, seguimiento y evaluación

La MML conduce el componente Costa Verde, y las municipalidades distritales lo implementan en su ámbito. La coordinación se realiza en la Plataforma de Coordinación Interdistrital y en el Grupo de Trabajo Multidistrital propuestos. INDECI y CENEPRED brindan asistencia técnica en el marco de sus funciones. El presupuesto se estima de forma referencial con cargo al Programa Presupuestal 0068 y otras fuentes, sujeto a lo que disponga el anexo de los Lineamientos. El GTGRD de cada municipalidad verifica anualmente el avance, con indicadores como personas capacitadas por distrito y público, y participación en simulacros.

2.8. Portafolio de Programas de Inversión e Instrumentos de Gestión para la Reducción del Riesgo de Desastres

La cartera de proyectos del PMDCV 2026–2040 constituye un conjunto articulado de intervenciones orientadas a mitigar vulnerabilidades, estabilizar el corredor costero y consolidar una gestión integral del riesgo de desastres. Estas inversiones operan como una secuencia complementaria bajo la siguiente proyección:

- **Corto plazo:** Prioriza la atención de sectores mediante instrumentación geotécnica, implementación de sistemas de alerta temprana y medidas urgentes de control.
- **Mediano plazo:** Escala hacia la estabilización de taludes, la construcción de defensas costeras, la renovación de redes sanitarias y la aplicación de marcos normativos de control urbano, asegurando la seguridad territorial
- **Largo plazo:** Plantea la consolidación de infraestructura resiliente de mayores dimensiones, observatorios de monitoreo avanzado y sistemas automatizados de respuesta ante desastres.

La articulación de estas fases garantiza que la Costa Verde transite de una respuesta reactiva ante emergencias hacia un modelo permanente y sostenible de prevención, adaptación climática y gobernanza del riesgo.

Tabla N° 45: Objetivo Estratégico Específico 1

OBJETIVO ESTRATÉGICO ESPECÍFICO 1					
Reducir las condiciones de riesgo de desastres en la Costa Verde mediante una gestión integral y articulada, aplicando los enfoques prospectivo, correctivo y reactivo.					
Código	Denominación del Proyecto	Horizonte	Monto Referencial (S/)	Indicador	Meta
Instrumento 1.1	Elaboración del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre de la Costa Verde (PPRRD - Costa Verde).	Corto	S/ 180,000.00	Número de Instrumentos	2 planes
Instrumento 1.2	Elaboración e Implementación del Plan de Educación Comunitaria (PEC - Costa Verde).	Corto	S/ 72,000.00	Número de Instrumentos	2 planes
Instrumento 1.3	Fortalecimiento de los procesos de fiscalización y control de la seguridad de las edificaciones, mediante la ejecución de las Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones (ITSE) y Visitas de Inspección de Seguridad (VISE) en las Zonas condicionadas, de acuerdo con las competencias de las entidades responsables.	Corto	-	Número de Visitas	-
Instrumento 1.4	Formulación de los Planes de Reconstrucción de la Costa Verde (PDR-Costa Verde).	Corto	S/ 150,000.00	Número de Instrumentos	1 plan
Instrumento 1.5	Elaboración del Programa de Evaluación de Riesgos de desastre (EVAR) en Sitios Críticos Identificados de la Costa Verde	Permanente	-	-	-

Instrum ento 1.6	Mejoramiento del servicio de evaluación de condiciones de seguridad en espectáculos públicos de la Costa Verde.	Corto	S/ 180,000,000.00	Número Solicitudes	-
Instrum ento 1.7	Elaboración del Plan de Continuidad Operativa de la Costa Verde (PCO - Costa Verde)	Corto	S/ 150,000,000.00	Numero Instrumentos	de 1 plan
Instrum ento 1.8	Elaboracion del plan de Gestion Reactiva de la Costa Verde (PGR - Costa Verde)	Corto	S/ 180,000,000.00	Número Instrumentos	de 2 planes

Fuente: Equipo Técnico

Tabla N° 46: Objetivo Estratégico Específico 2

OBJETIVO ESTRATÉGICO ESPECÍFICO 2					
Fortalecer la gestión de la información y el monitoreo continuo de la Costa Verde a través de la investigación científica y el Observatorio Territorial, para fundamentar la planificación y la gestión del riesgo					
Códig o	Denominación del Proyecto	Horizont e	Monto Referenci al (S/)	Indicador	Meta
Instru mento 2.1	Elaboración del Estudio Integral de Estabilización de acantilados para la gestión de riesgo de desastre en la costa verde.	Corto	-	Número informes	de 1 Informe
Instru mento 2.2	Actualización del Estudio Integral de hidro - Oceanográficas y modelamientos por impacto Tsunami en la costa verde	Corto	-	Número informes	de 1 Informe

Proyecto 2.3	Actualización de los Estudios Geofísico, de Microzonificación Sísmica y de Caracterización Dinámica del Subsuelo de la Costa Verde.	Mediano	-	Número de informes	2 Informe
Instrumento 2.4	Elaboración del estudio Hidrológico e Hidrogeológico para la gestión de riesgo de desastre de la costa verde	Corto	-	Número de informes	2 Informe
Proyecto 2.6	Creación del Sistema Integrado de Monitoreo y Alerta Temprana para la Gestión del Riesgo de Desastres en la Costa Verde	Corto	S/ 3,500,000.00	Centro de monitoreo implementado	1 Sistema CV
Proyecto 2.7	Creación del Observatorio Territorial de Peligros, Riesgos y Condicionantes para la Gestión Territorial de la Costa Verde	Mediano	S/ 2,500,000.00	Observatorio Implementado	1 Observatorio
Proyecto 2.8	Creación del Centro de Investigación, Innovación y Generación de tecnología para la Mitigación Integral del Riesgo, Resiliencia y Sostenibilidad de la Costa Verde.	Largo	S/ 5,000,000.00	Centro de investigación implementado	1 centro especializado

Fuente: Equipo Técnico

Tabla N° 47: Objetivo Estratégico Específico 3

OBJETIVO ESTRATÉGICO ESPECÍFICO 3
Desarrollar y ejecutar propuestas de intervención que aseguren el manejo sostenible de la Costa Verde, garantizando la estabilidad y protección de su plataforma inferior, acantilados y plataforma superior frente a peligros naturales, respetando siempre su capacidad territorial.

Código	Denominación del Proyecto	Horizonte	Monto Referencial (S/)	Indicador	Meta
Proyecto 3.1	Programa de Mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la costa verde distrito de Chorrillos: (27.99 ha)	Mediano	Por determinar	Superficie de plataforma inferior con condiciones mejoradas y estabilizadas	27,99 ha intervenidas
Proyecto 3.2	Programa de Mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la costa verde distrito de Barranco: (15.90 ha)	Mediano	Por determinar	Superficie de plataforma inferior con condiciones mejoradas y estabilizadas	15,90 ha intervenidas
Proyecto 3.3	Programa de Mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la costa verde distrito de Miraflores: (31.32 ha)	Mediano	Por determinar	Superficie de plataforma inferior con condiciones mejoradas y estabilizadas	31,32 ha intervenidas
Proyecto 3.4	Programa de Mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la costa verde distrito de San Isidro: 0.15 a corto plazo y (8.37 ha) a mediano plazo	Corto - Mediano	Por determinar	Superficie de plataforma inferior con condiciones mejoradas y estabilizadas	0,15 ha a corto plazo y 8,37 ha a mediano plazo

Proyecto 3.5	Programa de Mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la costa verde distrito de Magdalena del Mar: 13.49 a corto plazo y (45.13 ha) a mediano plazo	Corto - Mediano	Por determinar	Superficie de plataforma inferior con condiciones mejoradas y estabilizadas	13,49 ha a corto plazo y 45,13 ha a mediano plazo
Proyecto 3.6	Programa de Mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la costa verde distrito de San Miguel: 34.21 a corto plazo y (70.14 ha) a mediano plazo	Corto - Mediano	Por determinar	Superficie de plataforma inferior con condiciones mejoradas y estabilizadas	34,21 ha a corto plazo y 70,14 ha a mediano plazo
Proyecto 3.7	Programa ampliación del área de terraza baja en el distrito de Barranco: (1.35 ha)	Largo	Por determinar	Superficie de terraza baja ampliada	1,35 ha ampliadas
Proyecto 3.8	Programa ampliación del área de terraza baja en el distrito de Miraflores: (31.37 ha)	Largo	Por determinar	Superficie de terraza baja ampliada	31,37 ha ampliadas
Proyecto 3.9	Programa ampliación del área de terraza baja en el distrito de San Isidro: (3.93 ha)	Largo	Por determinar	Superficie de terraza baja ampliada	3,93 ha ampliadas

Proyecto 3.10	Programa ampliación del área de terraza baja en el distrito de Magdalena del Mar: (6.29 ha)	Largo	Por determinar	Superficie de terraza baja ampliada	6,29 ha ampliadas
Proyecto 3.11	Programa ampliación del área de terraza baja en el distrito de San Miguel: (31.37 ha)	Largo	Por determinar	Superficie de terraza baja ampliada	31,37 ha ampliadas
Proyecto 3.12	Programa del Mejoramiento del Servicio de Protección frente a Peligros de Movimientos en Masa en la Vía del Circuito de Playas de la Costa Verde.	Corto	Por determinar	Longitud de vía con servicio de protección mejorado frente a movimientos en masa	Tramos críticos identificados en la vía Circuito de Playas
Proyecto 3.13	Mejoramiento del servicio de drenaje pluvial en la vida del circuito de playas de la costa verde mediante cunetas y sistema de canalización en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.	Corto	Por determinar	Longitud de vía con servicio de drenaje vial mejorado	0,91 km de sistema de drenaje intervenido
Proyecto 3.14	Mejoramiento del servicio de protección física frente a peligros asociados a caída de rocas y movimientos en masa mediante la reubicación del eje de la vía Circuito de Playas de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel	Largo	Por determinar	Longitud de vía con exposición reducida mediante reubicación del eje vial	Tramos críticos priorizados con eje vial reubicado

Proyecto 3.15	Programa de Mejoramiento de la Transitabilidad Peatonal y del Sistema de Evacuación ante Peligros en la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel	Corto	Por determinar	Longitud de infraestructura peatonal y rutas de evacuación mejoradas	Sistema de transitabilidad peatonal y evacuación implementado en los seis distritos
Proyecto 3.16	Programa Rehabilitación y Reforzamiento del servicio de protección frente a peligros de movimientos en masa en los acantilados de la Costa Verde, distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillo	Corto	Por determinar	Longitud de acantilado con servicio de protección rehabilitado frente a movimientos en masa	100% acantilado reforzados en los seis distritos
Proyecto 3.17	Programa de Creación del servicio de protección de acantilados mediante el abatimiento y estabilización geométrica de taludes en la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar, San Miguel.	Largo	Por determinar	Superficie de taludes con estabilización geométrica y condiciones de seguridad mejorada	100% Tramos acantilados con abatimiento y estabilización con infraestructura ejecutada
Proyecto 3.18	Creación del servicio de protección frente a peligros de erosión hídrica y movimientos en masa mediante la implementación sistema de drenaje en los acantilados de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.	Corto	Por determinar	Longitud de acantilado protegido mediante infraestructura de drenaje pluvial	100 %Tramos con sistema de drenaje implementado
Proyecto 3.19	Programa de rehabilitación y reforzamiento de las geomallas de protección física de los acantilados de la Costa Verde en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar, San Miguel.	Corto	Por determinar	Superficie de acantilado con sistema de protección (geomallas) rehabilitado	100% geomallas rehabilitadas y operativas

Proyecto 3.20	Programa de Creación del servicio de alerta temprana frente a peligros de movimientos en masa mediante la implementación de piezómetros y Prismas topográficos en los acantilados de la Costa Verde en los distrito de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar, San Miguel.	Mediano	Por determinar	Número de estaciones de monitoreo instalados y operativa	Red integral de monitoreo con piezómetros y prismas
Proyecto 3.21	Programa de mejoramiento y control del riego de los parques de la planicie superior mediante un sistema de riego tecnificado en la plataforma superior de los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar, San Miguel	Corto	Por determinar	Superficie de áreas verdes provistas con sistema de riego tecnificado	100% Hectáreas de parques con riego tecnificado operando en la planicie superior
Proyecto 3.22	Programa Integral de Control de Infiltraciones y Manejo de Aguas Superficiales mediante la Implementación de Zanjais de Coronación en la Planicie Superior de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.	Mediano	Por determinar	Longitud de infraestructura para el control de aguas superficiales implementada	100% km de zanjais de coronación construidas y operativas
Proyecto 3.23	Programa de Rehabilitación y Renovación de las Redes de Agua Potable y Alcantarillado para el Control de Infiltraciones en Zonas Sensibles de la Planicie Superior de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.	Mediano	Por determinar	Longitud de redes de agua potable y alcantarillado rehabilitadas o renovadas	100% redes sanitarias renovadas en zonas de alta vulnerabilidad
Proyecto 3.24	Programa de Fiscalización, Regulación y Control de Intervenciones, Cargas y Ocupación Segura del Borde Superior de los Acantilados de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.	Permanente	Por determinar	Porcentaje de Plataforma superior fiscalizada y bajo control normativo	Sistema de regulación e instrumentos de fiscalización metropolitana en ejecución

Proyecto 3.25	Programa de Monitoreo Geotécnico y Topográfico de la Planicie Superior y Borde de los Acantilados de la Costa Verde, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.	Largo	Por determinar	Número de estaciones de monitoreo geotécnico y topográfico implementadas	Red de monitoreo geotécnico instalada a lo largo del borde superior
Proyecto 3.26	Programa de creación del servicio de capacidad de respuesta frente a emergencias y desastres mediante la implementación de almacenes de bienes de ayuda humanitaria en los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos, Costa Verde.	Mediano	Por determinar	Número de almacenes de bienes de ayuda humanitaria (BAH) construidos y equipados.	11 Almacenes de BAH implementados y abastecidos para la atención de emergencias

Fuente: Equipo Técnico

Tabla N° 48: Objetivo Estratégico Específico 4

OBJETIVO ESTRATÉGICO ESPECÍFICO 4					
Desarrollar y ejecutar propuestas de intervención que aseguren el manejo sostenible de la Costa Verde, garantizando la protección, conservación y resiliencia de su sistema marino-costero frente a las dinámicas y peligros naturales					
Código	Denominación del Proyecto	Horizonte	Monto Referencial (S/)	Indicador	Meta
Programa 4.1	Programa de Rehabilitación, Reforzamiento y Conservación de la Infraestructura de Protección Costera de los Espigones Existentes del Distrito de Chorrillos: 9 a mediano plazo y 1 a corto plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	N.º de espigones rehabilitados, reforzados y conservados	1 corto plazo y 9 mediano plazo (10 espigones)

Proyecto 4.2	Programa de Rehabilitación, Reforzamiento y Conservación de la Infraestructura de Protección Costera de los Espigones Existentes del Distrito de Barranco: 5 a mediano plazo y 1 a corto plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	N.º de espigones rehabilitados, reforzados y conservados	1 corto plazo y 5 mediano plazo (6 espigones)
Proyecto 4.3	Programa de Rehabilitación, Reforzamiento y Conservación de la Infraestructura de Protección Costera de los Espigones Existentes del Distrito de Miraflores: 7 a mediano plazo y 3 a corto plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	N.º de espigones rehabilitados, reforzados y conservados	3 corto plazo y 7 mediano plazo (10 espigones)
Proyecto 4.4	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Espigones en el Distrito de Chorrillos: 2 a mediano plazo y 5 a largo plazo.	Mediano y largo plazo	Por determinar	N.º de nuevos espigones implementados	2 mediano plazo y 5 largo plazo (7 espigones)
Proyecto 4.5	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Espigones en el Distrito de Barranco: 1 a corto plazo y 2 a mediano plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	N.º de nuevos espigones implementados	1 corto plazo y 2 mediano plazo (3 espigones)
Proyecto 4.6	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Espigones en el Distrito de Miraflores: 2 a corto plazo y 1 a mediano plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	N.º de nuevos espigones implementados	2 corto plazo y 1 mediano plazo (3 espigones)
Proyecto 4.7	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Espigones en el Distrito de Isidro: 3 a Corto plazo y 2 a largo plazo.	Corto y largo plazo	Por determinar	N.º de nuevos espigones implementados	3 corto plazo y 2 largo plazo (5 espigones)
Proyecto 4.8	Programa de Rehabilitación, Reforzamiento y Conservación de la Infraestructura de Protección Costera de los Enrocados Existentes del Distrito de Chorrillos: 1.35 km a corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de enrocados rehabilitados, reforzados y conservados	1.35 km

Proyecto 4.9	Programa de Rehabilitación, Reforzamiento y Conservación de la Infraestructura de Protección Costera de los Enrocados Existentes del Distrito de Barranco: 0.46 km a corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de enrocados rehabilitados, reforzados y conservados	0.46 km
Proyecto 4.10	Programa de Rehabilitación, Reforzamiento y Conservación de la Infraestructura de Protección Costera de los Enrocados Existentes del Distrito de Barranco: 0.29 km a corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de enrocados rehabilitados, reforzados y conservados	0.29 km
Proyecto 4.11	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Enrocados en el Distrito de Chorrillos: 0.15 km a Corto plazo y 0.16 a mediano plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	Longitud de nuevos enrocados implementados	0.15 km corto plazo y 0.16 km mediano plazo (0.31 km)
Proyecto 4.12	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Enrocados en el Distrito de Barranco: 0.80 km a Corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de nuevos enrocados implementados	0.80 km
Proyecto 4.13	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Enrocados en el Distrito de Miraflores: 3.5 km a Corto plazo y 0.31 a mediano plazo.	Corto y mediano plazo	Por determinar	Longitud de nuevos enrocados implementados	3.50 km corto plazo y 0.31 km mediano plazo (3.81 km)
Proyecto 4.14	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Enrocados en el Distrito de San Isidro: 0.6 km a Corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de nuevos enrocados implementados	0.60 km
Proyecto 4.15	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Enrocados en el Distrito de Magdalena del Mar: 4.46 km a Corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de nuevos enrocados implementados	4.46 km

Proyecto 4.16	Programa de Creación de Infraestructura de Protección Costera mediante Enrocados en el Distrito de San Miguel: 2.33 km a Corto plazo.	Corto plazo	Por determinar	Longitud de nuevos enrocados implementados	2.33 km
Proyecto 4.17	Programa ampliación del área de playa en el distrito de Chorrillos: (21.21 ha)	Largo	Por determinar	Área de playa recuperada y ampliada	21.21 ha
Proyecto 4.18	Programa ampliación del área de playa en el distrito de Barranco: (6.56 ha)	Largo	Por determinar	Área de playa recuperada y ampliada	6.56 ha
Proyecto 4.19	Programa ampliación del área de playa en el distrito de Miraflores: (11.79 ha)	Largo	Por determinar	Área de playa recuperada y ampliada	11.79 ha
Proyecto 4.20	Programa ampliación del área de playa en el distrito de San Isidro: (4.95ha)	Largo	Por determinar	Área de playa recuperada y ampliada	4.95 ha
Proyecto 4.21	Programa ampliación del área de playa en el distrito de Magdalena del Mar: (26.07ha)	Largo	Por determinar	Área de playa recuperada y ampliada	26.07 ha
Proyecto 4.22	Programa ampliación del área de playa en el distrito de San Miguel: (60.24ha)	Largo	Por determinar	Área de playa recuperada y ampliada	60.24 ha

Fuente: Equipo Técnico

Proyectos prioritarios en materia de Gestión del Riesgo de Desastres.

El presente componente organiza los proyectos y programas orientados a la gestión del riesgo de desastres (GRD) en el ámbito del Plan Maestro de la Costa Verde. Los proyectos abordan de manera articulada los componentes prospectivo, correctivo y reactivo de la GRD, incidiendo sobre la infraestructura vial, los acantilados, los puentes y la capacidad de respuesta humanitaria del corredor litoral, en los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel. Cada proyecto prioritario en Gestión del Riesgo de Desastres mantiene la descripción, los componentes y beneficios del mismo.

Proyecto 3.1. Formulación e implementación de la gestión del riesgo de desastres en sus componentes prospectivo, correctivo y reactivo, en la infraestructura vial, los puentes, los acantilados y la atención humanitaria de la Costa Verde

Descripción del proyecto.

El proyecto establece el marco articulador de la GRD para la Costa Verde, organizando las intervenciones de los seis distritos bajo los tres componentes de la gestión del riesgo: prospectivo, para evitar la generación de nuevo riesgo en la infraestructura vial, puentes y equipamiento proyectado; correctivo, para reducir las condiciones de riesgo ya existentes en acantilados, plataforma vial y puentes; y reactivo, para fortalecer la preparación, la alerta y la capacidad de respuesta humanitaria frente a sismos, tsunamis y movimientos en masa.

La intervención responde a la ausencia de un marco de gestión unificado que articule a las municipalidades distritales, COPROBA, INDECI, CENEPRED y el MTC bajo criterios técnicos comunes, lo que actualmente fragmenta la toma de decisiones y limita la trazabilidad de las inversiones en reducción de riesgo a lo largo del corredor litoral.

Componentes principales.

- Diagnóstico integral de riesgo por peligros geológicos, geotécnicos y sísmico-tsunamigénicos en vías, puentes y acantilados.
- Lineamientos técnicos para el componente prospectivo, incorporados en el diseño de nuevos proyectos de infraestructura de la Costa Verde.
- Cartera priorizada de intervenciones correctivas en tramos críticos de la vía, puentes y acantilados.
- Protocolo interdistrital de preparación y respuesta humanitaria, articulado con el componente reactivo.

Beneficios del proyecto.

- Unifica los criterios de GRD entre las seis municipalidades y el nivel sectorial.
- Permite priorizar la inversión en reducción de riesgo con base en una línea de riesgo común.
- Reduce la duplicidad de esfuerzos entre entidades ejecutoras.
- Sienta la base normativa y técnica para los demás proyectos del componente.

Figura N° 47: Formulación e Implementación del Riesgo de Desastres



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.2. Programa de mejoramiento y estabilización de los suelos de la plataforma inferior de la Costa Verde en los seis distritos

Descripción del proyecto.

El programa aborda la inestabilidad geotécnica de la plataforma inferior de la Costa Verde, expuesta a saturación de suelos, erosión de base de talud y pérdida de capacidad portante ante eventos de precipitación intensa asociados al fenómeno El Niño y a la acción continua del oleaje sobre el pie de los acantilados.

El diagnóstico de zonas críticas identifica 41 sectores, concentrados principalmente en Miraflores (14 zonas) y Chorrillos (13 zonas), por lo que la intervención se formula de manera diferenciada por distrito, priorizando en el corto plazo los tramos de exposición crítica y alta ya identificados (Bordemar, Playa Redondo y Balta en Miraflores; San Martín–Sur en Chorrillos; Bajada de Baños en Barranco), y en el mediano plazo el resto del corredor.

Componentes principales.

- Estudios geotécnicos y de mecánica de suelos por distrito, con énfasis en los tramos de exposición crítica y alta identificados en el diagnóstico.
- Obras de estabilización de taludes (muros de contención, anclajes, geomallas, bermas) priorizadas en Miraflores y Chorrillos.
- Sistemas de drenaje subterráneo y control de infiltración en la plataforma inferior.

- Monitoreo geotécnico periódico de los sectores intervenidos, incluyendo los tramos de menor prioridad relativa (Magdalena del Mar, San Isidro y San Miguel).

Beneficios del proyecto.

- Reduce la probabilidad de deslizamientos y caída de material en la plataforma inferior.
- Protege la continuidad operativa de la vía Costa Verde.
- Genera información geotécnica base para futuras intervenciones del corredor.
- Disminuye la exposición de usuarios de playas y de la vía ante eventos de remoción en masa.

Figura N° 48: Mejoramiento y estabilización de suelos



Fuente: Equipo Técnico

Tabla N° 49: 2-A. Priorización distrital de la estabilización de la plataforma inferior

Distrito	N° zonas críticas	Superficie (ha)	Tramos críticos identificados	Prioridad / plazo
Miraflores	14	129.32	Bordemar, Playa Redondo y Balta (crítica); Punta Roquitas y María Reiche (alta)	Muy alta — corto plazo
Chorrillos	13	49.35	San Martín–Sur (alta); Agua Dulce (media)	Muy alta — corto plazo
Barranco	3	2.20	Bajada de Baños (alta)	Alta — corto/mediano plazo

Magdalena del Mar	7	3.56	Sin tramos de exposición crítica/alta registrados	Media — mediano plazo
San Isidro	4	3.36	Sin tramos de exposición crítica/alta registrados	Media — mediano plazo
San Miguel	3	1.72	Bajada Brasil (moderada)	Media — mediano plazo

Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.3. Mejoramiento del servicio de drenaje pluvial en las vías del circuito de playas de la Costa Verde mediante cunetas y sistema de canalización, distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel.

Descripción del proyecto.

El proyecto atiende la insuficiencia del sistema de drenaje pluvial en las vías del circuito de playas, condición que permite la escorrentía no controlada hacia los taludes y acantilados, acelerando procesos de erosión y saturación que incrementan la probabilidad de movimientos en masa.

La ausencia de cunetas y canalización adecuada ante eventos de lluvias, genera anegamientos en la vía y aporte directo de agua hacia sectores geotécnicamente sensibles del corredor.

Componentes principales.

- Diseño e implementación de cunetas a lo largo del circuito de playas.
- Sistema de canalización y conducción hacia puntos de descarga controlada.
- Cámaras de inspección y mantenimiento del sistema de drenaje.
- Articulación del sistema con las obras de estabilización de acantilados y plataforma inferior.

Beneficios del proyecto.

- Reduce la escorrentía no controlada hacia taludes y acantilados.
- Disminuye el riesgo de anegamiento de la vía del circuito de playas.
- Complementa las intervenciones de estabilización geotécnica del corredor.

Figura N° 49: Proyecto de Drenaje Pluvial



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.4. Programa de creación del servicio de alerta temprana frente a peligros por movimientos en masa y sismo seguido de tsunami en los acantilados de la Costa Verde, distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel

Descripción del proyecto.

El programa responde a la ausencia de un sistema de alerta temprana (SAT) frente a movimientos en masa en los acantilados y frente a sismos con potencial de tsunami, condición crítica dada la alta concentración de usuarios de playas, ciclovía y vía vehicular a lo largo del corredor.

La falta de instrumentación de monitoreo y de protocolos de evacuación estandarizados limita la capacidad de anticipación y reacción de la población frente a eventos súbitos. Esta condición se agrava por la ausencia de berma lateral en el 53.4 % de la vía expuesta (26.91 km), que restringe el desplazamiento de vehículos de emergencia, y por el riesgo de bloqueo de bajadas críticas (Bordemar, Playa Redondo, Balta, Baños, Punta Roquitas y María Reiche) que podría dejar atrapada a la población flotante en la franja costera baja antes de la llegada del tsunami.

Componentes principales.

- Instrumentación de monitoreo geotécnico y sismológico en acantilados críticos.

- Sistema de comunicación y sirenas de alerta articulado con el Sistema Nacional de Alerta Temprana.
- Señalización de rutas y zonas seguras de evacuación en la franja costera.
- Protocolos de evacuación y simulacros con participación comunitaria y de operadores de playa.

Beneficios del proyecto.

- Reduce el tiempo de reacción de la población ante movimientos en masa y sismo-tsunami.
- Incrementa la cobertura de monitoreo de peligros en los acantilados de la Costa Verde.
- Fortalece la cultura de prevención de usuarios y operadores del corredor.
- Articula el componente reactivo con los sistemas nacionales de alerta temprana.

Figura N° 50: Programa de Sistema de Alerta Temprana



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.5. Programa de mejoramiento y control del riego de los parques de la planicie superior mediante un sistema de riego tecnificado en la plataforma superior de los distritos de la Costa Verde.

Descripción del proyecto.

El programa atiende el riego no controlado de las áreas verdes de la planicie superior, práctica que incrementa la infiltración de agua hacia el cuerpo de los acantilados y constituye un factor detonante de procesos de inestabilidad y movimientos en masa en la plataforma inferior.

La ausencia de un sistema tecnificado impide regular los volúmenes de agua aplicados, generando saturación puntual del talud superior y elevando la vulnerabilidad estructural del acantilado frente a sismos y lluvias.

Componentes principales.

- Implementación de sistema de riego tecnificado (goteo y aspersión controlada) en parques del borde superior.
- Sensores de humedad y sistematización de volúmenes de riego por sector.
- Reconversión de las redes de riego existentes hacia el nuevo sistema.
- Capacitación al personal de mantenimiento de áreas verdes en manejo hídrico y prevención de infiltración.

Beneficios del proyecto.

- Reduce la infiltración de agua hacia el cuerpo de los acantilados.
- Disminuye un factor detonante de movimientos en masa en la plataforma inferior.
- Optimiza el uso del recurso hídrico en el mantenimiento de áreas verdes.
- Complementa el componente correctivo de estabilización geotécnica del corredor.

Figura N° 51: Programa de mejoramiento de riego en parques



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.6. Programa de creación de infraestructura de protección costera mediante enrocados en el distrito de Chorrillos

Descripción del proyecto.

El programa atiende la ausencia de protección costera estructural en sectores del litoral de Chorrillos, condición que expone la base de los acantilados y la plataforma vial a la acción directa del oleaje, acelerando procesos de erosión marina y socavación. El diagnóstico identifica la erosión marina como el peligro de menor frecuencia (2 zonas críticas) pero de alta concentración territorial, lo que sustenta una intervención estructural focalizada antes que dispersa.

La intervención se ejecuta de manera progresiva, priorizando en el corto plazo los tramos de mayor exposición al oleaje e incorporando en el mediano plazo la continuidad de la protección hacia los sectores adyacentes.

Componentes principales.

- Estudios de oleaje, batimetría y dinámica litoral del tramo a intervenir.
- Diseño y construcción de enrocado de protección costera: 0.15 km en el corto plazo.
- Continuidad del enrocado de protección costera: 0.16 km en el mediano plazo.
- Monitoreo post-construcción del comportamiento del enrocado frente al oleaje.

Beneficios del proyecto.

- Protege la base de los acantilados frente a la erosión marina directa.
- Reduce la socavación de la plataforma vial en el tramo intervenido.
- Incrementa en 0.31 km la longitud de litoral protegido en Chorrillos.
- Genera información de diseño replicable para otros tramos del distrito.

Figura N° 52: Protección Costera mediante enrocados en Chorrillos



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.7. Programa de rehabilitación, reforzamiento y conservación de la infraestructura de protección costera de los espigones existentes del distrito de Miraflores

Descripción del proyecto.

El programa responde al deterioro estructural de los espigones existentes en el litoral de Miraflores, distrito que concentra 10 de las 25 estructuras de defensa costera del corredor y registra la mayor proporción de infraestructura en estado crítico: 3 de sus 5 espigones evaluados a detalle están calificados como "Mala", coincidiendo con la zona de mayor densidad vial y recreativa del Circuito de Playas.

La intervención prioriza en el corto plazo los 3 espigones en estado "Malo" identificados en el diagnóstico y programa en el mediano plazo la rehabilitación de los 7 espigones restantes del distrito, bajo un esquema de conservación periódica que incluye el monitoreo prioritario del cabezo de cada estructura, punto de mayor sollicitación hidráulica identificado en el diagnóstico.

Componentes principales.

- Diagnóstico estructural del estado de conservación de cada espigón, con énfasis en el cabezo o extremo distal.
- Rehabilitación y reforzamiento en el corto plazo de los espigones calificados en estado "Malo".
- Rehabilitación y reforzamiento de los 7 espigones restantes del distrito en el mediano plazo.
- Plan de conservación periódica y monitoreo del perfil de playa asociado a cada estructura.

Beneficios del proyecto.

- Restablece la capacidad de retención de sedimentos de los espigones intervenidos.
- Protege el perfil de playa de los sectores adyacentes a cada espigón.
- Extiende la vida útil de la infraestructura de protección costera existente.
- Reduce el riesgo de colapso progresivo de la estructura existente.

Figura N° 53: Proyecto de espigones en Miraflores



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.8. Programa de creación del servicio de capacidad de respuesta frente a emergencias y desastres mediante la implementación de almacenes de bienes de ayuda humanitaria en los distritos de la Costa Verde

Descripción del proyecto.

El programa atiende la ausencia de infraestructura logística distribuida a lo largo del corredor para el almacenamiento y despliegue oportuno de bienes de ayuda humanitaria ante emergencias por sismo, tsunami o movimientos en masa, condición que limita el tiempo de respuesta frente a eventos que afecten simultáneamente a la franja costera.

La dispersión geográfica de los seis distritos y la concentración estacional de usuarios en las playas hacen necesaria una red de almacenes distritales en puntos estratégicos, de forma articulada con los Centros de Operaciones de Emergencia (COE) locales.

Componentes principales.

- Construcción o habilitación de un almacén de bienes de ayuda humanitaria por distrito en zonas estratégicas al ámbito de estudio.
- Dotación de bienes de ayuda humanitaria según estándares de INDECI.
- Protocolos de gestión, rotación y reposición de bienes almacenados.
- Articulación operativa de la red de almacenes con los COE distritales.

Beneficios del proyecto.

- Reduce el tiempo de respuesta ante emergencias en el corredor litoral.
- Garantiza la disponibilidad distribuida de bienes de ayuda humanitaria en los seis distritos.
- Fortalece la capacidad operativa de los COE distritales.
- Complementa el componente reactivo del marco de GRD de la Costa Verde.

Figura N° 54: Red de Almacenes de Ayuda Humanitaria



Fuente: Equipo Técnico

Proyecto 3.9. Programa de rehabilitación, reforzamiento y conservación de la infraestructura de protección costera mediante enrocados existentes en la Costa Verde

Descripción del proyecto.

El programa atiende el deterioro de los 10 tramos de enrocado longitudinal existentes que protegen vías de acceso, malecones, muelles y tramos de tierra ganada al mar a lo largo de la Costa Verde. El diagnóstico determina que el 50 % de estos tramos se encuentra en estado "Malo", el punto más crítico de todo el sistema de protección costera analizado, y que solo 2 de los 10 tramos evaluados están en estado "Bueno", concentrados en el sector Club Regatas.

A diferencia de los programas de creación de nueva infraestructura de protección, esta intervención se orienta a preservar y reforzar el enrocado existente, priorizando los 5 tramos en estado "Malo" (La Herradura Club, Malecón Agua Dulce, Playa Sombrillas, Bajada de Baños y Parque Tres Picos), cuya falla implicaría la pérdida de la plataforma vial, el avance

de la erosión sobre la infraestructura urbana y la afectación directa de tramos de tierra ganada al mar.

Componentes principales.

- Inventario y diagnóstico del estado de conservación de los 10 tramos de enrocado longitudinal existentes.
- Reposición prioritaria de material rocoso en los 5 tramos en estado "Malo". Reforzamiento estructural de los sectores críticos identificados, con protección del muelle, malecón o vía asociada a cada tramo.
- Plan de conservación periódica del enrocado existente, articulado con el monitoreo de la dinámica litoral.

Beneficios del proyecto.

- Preserva la capacidad de protección costera de la infraestructura ya construida.
- Evita el colapso progresivo de tramos de enrocado deteriorados.
- Reduce la exposición de la plataforma vial y los acantilados a la erosión marina.
- Optimiza la inversión pública al priorizar la conservación sobre la reposición total.

Figura N° 55: Propuesta para protección costera



Fuente: Equipo Técnico