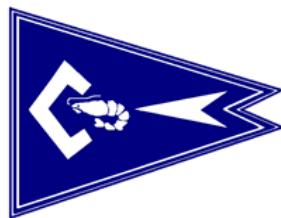




Parque Solar Fotovoltaico

Informe Ambiental de Proyecto - Chubut



Lic Verónica González RPC N:273

CONARPESA. Continental Armadores de Pesca SA
Puerto Madryn - 2025



Resumen Ejecutivo

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa S.A. tiene por objeto la construcción y operación de un sistema fotovoltaico conectado a la red, ubicado en el Parque Industrial de Puerto Madryn. La infraestructura contempla 2.832 paneles solares monocristalinos de 620 Wp, cinco inversores trifásicos de 330 kW y un centro de transformación contenerizado de 3,2 MVA. La potencia total instalada será de 1,78 MWp, con una vida útil estimada de treinta años y una inversión de 2.800.000 U\$. El sistema inyectará energía en la red de media tensión de 33 kV y contribuirá al abastecimiento energético de la planta pesquera adyacente, reduciendo la dependencia de la energía convencional.

El presente Informe Ambiental de Proyecto se elabora conforme a lo establecido en el Decreto 185/09 y sus reglamentaciones, en el marco del Código Ambiental de la Provincia del Chubut (Ley XI N.º 35), incorporando además los lineamientos de la Ley General del Ambiente N.º 25.675, la Ley 26.190 y 27.191 de Fomento de Energías Renovables y demás normativas provinciales y municipales aplicables.

El sitio presenta características favorables para su implementación: uso industrial compatible, baja cobertura vegetal, ausencia de cuerpos de agua superficiales, suelos jóvenes del orden Aridisoles susceptibles a erosión leve y relieve propio de mesetas patagónicas. El clima es árido estepario, con precipitaciones de 205 mm anuales, temperatura media de 13,6 °C y vientos dominantes del oeste. La cercanía al área protegida Parque Ecológico El Doradillo demanda reforzar las medidas preventivas en materia de polvo, ruido y manejo de residuos.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto presenta un aporte significativo a la región al promover empleo local durante la construcción, fortalecer cadenas de servicios y posicionar a Conarpesa como empresa pionera en la integración de energías limpias al sector pesquero. La iniciativa contribuye a los ODS 7 y 13, promueve la innovación energética y favorece la transición hacia modelos productivos de menor impacto ambiental.

La matriz de identificación y valoración de impactos ambientales refleja que la fase de construcción concentra la mayor cantidad de impactos negativos debido a tareas de limpieza, nivelación, excavaciones, canalizaciones y montaje. Estos efectos recaen principalmente sobre el suelo, la calidad del aire, la fauna local y el paisaje. No obstante, todos los impactos han sido evaluados como mitigables mediante la aplicación de medidas específicas de control, ordenamiento del área, humectación de caminos, delimitación de zonas de trabajo y una gestión diferenciada de residuos.

Durante la operación, los impactos negativos se reducen notablemente y se relacionan principalmente con el uso de agua para la limpieza de paneles, el mantenimiento de equipos y la generación de residuos eléctricos. En esta etapa se manifiestan los impactos positivos más



relevantes, tales como la generación de energía renovable, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el fortalecimiento de la eficiencia energética del sector industrial pesquero.

La etapa de abandono presenta impactos asociados al desmantelamiento, la gestión de residuos voluminosos y la restauración del predio, los cuales se abordan mediante acciones de retiro controlado, manejo seguro de materiales eléctricos y recomposición paisajística.

Los impactos negativos se consideran de magnitud baja a moderada, localizados y temporales, todos gestionables mediante la implementación de las medidas de mitigación establecidas en el Plan de Gestión Ambiental. Los impactos positivos poseen mayor permanencia y aportan beneficios ambientales y productivos relevantes.

El Plan de Gestión Ambiental se organiza mediante programas específicos que incluyen seguimiento y control de variables críticas, monitoreo ambiental, seguridad e higiene, capacitación y fortalecimiento institucional. Se implementan fichas de medidas de mitigación por recurso ambiental, con codificación operativa, responsables definidos y mecanismos de verificación. Asimismo, se incorpora un Plan de Contingencias Ambientales y un Programa de Comunicación orientado a garantizar transparencia y articulación con la comunidad del Parque Industrial.

La designación de un Responsable Ambiental del Proyecto asegura la coordinación integral de las acciones, la articulación con organismos como la Secretaría de Ambiente provincial, la Municipalidad de Puerto Madryn, Servicoop y Transpa, así como la supervisión de las acciones, trazabilidad y cumplimiento del conjunto de medidas del PGA.

En función de la evaluación desarrollada y la eficacia esperada de las medidas de prevención, mitigación y restauración, se concluye que en el Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa los impactos negativos identificados resultan previsibles y controlables, mientras que los impactos positivos se consideran significativos para la sostenibilidad energética, económica y ambiental de la región. El proyecto contribuye a diversificar la matriz energética de la provincia, reducir emisiones y fortalecer la integración entre actividad industrial y gestión ambiental responsable, consolidando una estrategia de desarrollo compatible con los principios ecosistémicos y la transición energética nacional en un proyecto sib precedentes para la Industria pesquera en el país.



Lic. Verónica B. González



Resumen ejecutivo	2
OBJETIVO	8
METODOLOGÍA	8
MATRIZ LEGAL APLICABLE AL PROYECTO	9
III.A.1 Nombre del proyecto	15
III.A.2 Naturaleza del proyecto	15
III.B.1 Programa de trabajo	33
III.B.2 Preparación del terreno	35
III.B.2.1 Recursos que serán alterados	38
III.B.2.2 Área que será afectada	38
III.B.3 Equipo utilizado.	
III.B.5. Obras y servicios de apoyo	45
III.B.6. Requerimientos de energía.	47
III.B.6.1. Electricidad.	
III.B.6.2. Combustibles.	
III.B.7. Requerimientos de agua ordinarios y excepcionales	48
III.B.7.1. Agua para actividades de obra y mantenimiento	48
III.B.7.2. Agua para consumo humano	49
III.B.7.3. Factibilidad de suministro	49
III.B.8. Residuos generados (urbanos, y peligrosos).	
III.B.10. Emisiones a la atmósfera (vehicular y otras)	
III.B.11. Desmantelamiento de la estructura de apoyo.	
II.C. Etapa de Operación y Mantenimiento	55
III.C.1 Programa de Operación	56
III.C.2 Programa de Mantenimiento	58
III.C.3. Equipo requerido para las etapas de operación y mantenimiento	61
III.C.4 Recursos naturales del área que serán aprovechados	64
III.C.5 Materias primas e insumos utilizados durante la operación	66
III.C.6. Productos finales	66
III.C.7. Subproductos por fase del proceso	67
III.C.8. Transporte de materias primas, productos finales y subproductos	67
III.C.9. Fuente de suministro y voltaje de energía eléctrica requerida	68
III.C.10 Combustibles	69
III.C.11 Requerimientos de agua	69
III.C.12 Residuos generados en operación	70
IV. Descripción Ambiental del sitio de emplazamiento de la obra, aspectos del medio físico (geomorfología, edafología, e hidrología) y biológico.	74
V. Identificación y valoración de los principales impactos	107
VI. Medidas de prevención y Mitigación.	117
VII. Plan de Gestión Ambiental	126



VIII. Conclusiones	147
IX. Fuentes Consultadas	149



I. Introducción

I.1 Metodología empleada

OBJETIVO

Consolidar un conocimiento integral del proyecto y de sus posibles afectaciones ambientales, sociales y económicas, identificando los factores críticos de incidencia y generando herramientas de gestión que orienten su desarrollo hacia la sustentabilidad.

METODOLOGÍA

El trabajo se desarrollará mediante entrevistas con los responsables del proyecto y con la autoridad de aplicación, revisión documental y análisis de antecedentes técnicos. Se efectuará una investigación detallada de los procesos involucrados, el contexto ambiental, social y económico, y el marco normativo aplicable.

Las actividades incluirán la descripción del sitio, relevamientos de campo, registro fotográfico y recopilación de investigaciones previas. Se aplicarán listas de chequeo y matrices de identificación y valoración de impactos para evaluar cada uno de los factores naturales y antrópicos en relación con las actividades previstas en las distintas etapas del proyecto.

Con los resultados del análisis se elaborarán propuestas orientadas a lograr un desarrollo ambientalmente responsable, incorporando la formulación del Plan de Gestión Ambiental (PGA) con programas específicos para la gestión de residuos sólidos, el aprovechamiento o reutilización de efluentes líquidos, la optimización de procesos y la mejora continua del desempeño ambiental, social y empresarial del proyecto.

I.2 Autores

- Verónica Gonzalez. Lic. en Protección y Saneamiento Ambiental
- Ing Mariana Bellini. Ing Ecología, colaboró
- Lic Nancy Clafin, colaboró

I.3 Marco legal, institucional y político.

MATRIZ LEGAL APlicable AL PROYECTO

1. Normativa Nacional



Norma Nacional	Objeto	Aplicación al Proyecto
Constitución Nacional, Arts. 41, 43 y 124	Garantiza el derecho a un ambiente sano, el acceso a la justicia ambiental y el dominio provincial sobre los recursos naturales	Marco constitucional que sustenta las competencias ambientales provinciales y el deber de prevenir daños ambientales
Ley 25.675 – Ley General del Ambiente	Establece presupuestos mínimos y principios de política ambiental	Base normativa del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y de la planificación ambiental del proyecto
Ley 25.688 – Gestión Ambiental de Aguas	Regula la preservación y uso racional de los recursos hídricos	Controla el uso de agua para limpieza de paneles y evita afectación de napas
Ley 25.831 – Acceso a la Información Ambiental	Garantiza transparencia y acceso a información ambiental	Obliga a poner información del proyecto a disposición del público
Ley 27.566 – Acuerdo de Escazú	Garantiza derechos de información, participación y justicia ambiental	Sustenta audiencias públicas y procesos participativos
Ley 24.051 – Residuos Peligrosos	Regula generación, transporte y disposición de residuos peligrosos	Aplica a aceites, lubricantes, baterías y materiales contaminados
Ley 25.612 – Residuos Industriales	Regula la gestión de residuos industriales y de servicios	Aplica a manejo de residuos durante obra y mantenimiento
Ley 20.284 – Contaminación Atmosférica	Previene emisiones gaseosas y particuladas	Aplica al control de polvo y emisiones de maquinaria
Ley 22.421 – Conservación de la Fauna	Protección de fauna silvestre nacional	Sustenta medidas para evitar disturbios a especies
Ley 26.331 – Protección de Bosques Nativos	Conservación de bosques nativos	Verifica que el proyecto no afecte zonas con bosque
Ley 24.375 – Convenio sobre Diversidad Biológica	Conservación de biodiversidad	Refuerza medidas de protección de flora y fauna
Ley 19.587 – Higiene y Seguridad (Dec. 351/79)	Condiciones de seguridad e higiene laboral	Aplica a obras eléctricas, montaje y mantenimiento



Ley 24.557 – Riesgos del Trabajo	Cobertura ante accidentes laborales	Aplica al personal de obra y operación
Ley 20.744 – Contrato de Trabajo	Regula derechos y deberes laborales	Asegura cumplimiento de obligaciones laborales
Ley 25.019 – Energía Eólica y Solar	Declara de interés nacional la energía solar	Marco de fomento para proyectos fotovoltaicos
Ley 26.190 – Energías Renovables	Promueve generación eléctrica renovable	Alinea el proyecto con política nacional de transición energética
Ley 27.191 – Modificación de Ley 26.190	Amplía metas y beneficios para renovables	Fortalece el encuadre político del proyecto

2. Normativa Provincial (Chubut)

Norma Provincial	Objeto	Aplicación al Proyecto
Constitución Provincial, Arts. 109 y 111	Derecho a ambiente sano y amparo ambiental	Sustento legal del sistema ambiental provincial
Ley XI N° 35 – Código Ambiental	Política ambiental provincial y EIA	Marco general del proceso administrativo ambiental
Decreto 185/09 y Dec. 1003/16	Reglamenta Ley XI N° 35	Define procedimientos, contenidos y autoridad de aplicación
Decreto 1540/16 – Vuelcos	Regula vertidos de efluentes	Aplica a aguas de limpieza y drenajes
Ley XVII N° 88 – Política Hídrica	Crea el IPA y regula uso de agua	Controla concesión de agua para limpieza y operación
Ley XI N° 45 – Conservación del Suelo	Protección de suelos provinciales	Exige prácticas que minimicen erosión y compactación
Ley XI N° 13 – Residuos Tóxicos	Prohíbe ingreso y disposición de residuos tóxicos	Obliga a gestionar residuos peligrosos con operadores externos
Disposición 185/12	Acopio temporal de residuos peligrosos	Regula almacenamiento de baterías, aceites y solventes
Ley XI N° 50 – Gestión de RSU	Gestión integral de residuos urbanos	Aplica a residuos generados en obra
Ley XVII N° 95 y Dec. 1114/11	Promoción de energías renovables	Declara interés provincial en energías limpias



Ley 3771 y Ley 4389	Regulación eléctrica provincial	Enmarca la conexión del parque fotovoltaico a red
Ley V N° 38 – Higiene y Seguridad	Adhesión provincial a Ley 19.587	Regula seguridad en obra y operación
Decreto 1239/06	Registro de residuos peligrosos	El proyecto debe inscribirse como generador
Decreto 185/09 – Título XI	Sistema Provincial de EIA	Obliga registros y monitoreo ambiental
Resoluciones de Higiene y Seguridad Laboral	Requisitos técnicos y formativos	Exigen programas de capacitación y EPP

3. Normativa Municipal (Puerto Madryn)

Norma Municipal	Objeto	Aplicación al Proyecto
Ordenanza 2982/99 – Certificación Ambiental	Exige certificado de gestión ambiental anual	El proyecto deberá presentar y renovar el certificado
Ordenanza 7342/09 – EIA Municipal	Regula EIA y registro de consultores	Exige presentar DAP/EIA con consultor habilitado
Ordenanza 3349/99 – Carta Ambiental	Principios rectores ambientales locales	Enmarca el compromiso de mejora continua
Ord. 343/93 y Res. 1838/03	Regulación de residuos y aceites usados	Obliga a gestionar residuos y aceites con operadores
Ord. 8332/13 – Generadores de Residuos	Registra generadores y transportistas	Exige inscripción del generador y declaración de operadores
Ord. 5325/04 – RSU	Regula recolección y disposición final	Aplica a residuos de obra y operación
Ord. 6301/06 – Reúso de efluentes	Permite reúso controlado	Posible uso para lavado de paneles
Ord. 5461/04 – Canalizaciones	Regula obras de tendido y zanjeo	Aplica a instalación de conductos eléctricos
Especificaciones Técnicas MPM	Criterios para obras públicas	Aplicables a canalizaciones y obras civiles
Ord. 3547/00 – Arbolado Público	Protección del arbolado	Exige permisos si hubiera interferencias



Ord. 5326/04 y 5327/04	Inspectores y control ambiental	Permite inspecciones durante obra y operación
Ord. 10.691/18 – Planeamiento Urbano	Zonas y usos del suelo	Confirma compatibilidad del uso industrial-fotovoltaico

I.4 Personas entrevistadas y entidades consultadas.

- Secretaría de Ecología Puerto Madryn
- Secretaría de Planeamiento Urbano
- Servicoop, Coperativa Madryn
- TRANSPA SA Chubut
- Ministerio de la Producción, Dirección de Industrias
- Secretaría de Ambiente y desarrollo sustentable



II. Datos Generales

II.1 Nombre completo de la empresa u organismo solicitante.

- Continental Armadores de Pesca S.A.
- El Domicilio: Calle S/N Parque Industrial Pesquero
- Puerto Madryn, Chubut.

II.2 Nombre completo del responsable técnico de la elaboración del proyecto.

- Empresa: Proyección Electroluz S.R.L
- Domicilio: Patricio Diez 175, Reconquista Santa Fe.
- Teléfono: Tel. (03482) 421940.

II.3 Nombre completo del responsable técnico de la elaboración del documento ambiental.

- Lic Verónica Gonzalez, Registro N° 273.
- Email: veronica.lipsa@gmail.com
- Paraguay 924

II.4 Actividad principal de la empresa u organismo.

Conarpesa Armadores de Pesca Continentales S.A. es una de las empresas pesqueras más relevantes del país, con más de cuarenta años de trayectoria en la captura, procesamiento y exportación de productos del mar. Desde su fundación en la década de 1970, ha sido un actor clave en el crecimiento y modernización de la industria pesquera argentina, impulsando la incorporación de tecnología de avanzada tanto en su flota como en sus plantas de procesamiento, y posicionando al langostino patagónico como un producto de referencia internacional.

En la ciudad de Puerto Madryn, la empresa desarrolla gran parte de sus operaciones industriales, especialmente orientadas al procesamiento de langostino y otras especies de alto valor comercial. Su presencia tiene un fuerte impacto en la economía local, ya que constituye uno de los principales polos de generación de empleo directo e indirecto, beneficiando a trabajadores,



cooperativas, proveedores de servicios, transportistas y otros sectores vinculados a la cadena pesquera.

La actividad de Conarpesa no solo fortalece la matriz exportadora del Chubut, sino que contribuye al sostenimiento de la infraestructura productiva y portuaria de la región. A través de la capacitación continua del personal, la aplicación de normas internacionales de calidad y la integración de criterios ambientales en sus procesos, la empresa consolida un modelo industrial moderno y responsable.

En el contexto patagónico, donde la pesca representa una de las principales actividades económicas, Conarpesa se destaca como motor de desarrollo y estabilidad social. Su compromiso con la innovación tecnológica, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental refuerza su papel estratégico dentro del entramado productivo de la provincia, constituyéndose en un ejemplo de articulación entre la industria, la comunidad y el desarrollo sustentable regional.



III. Ubicación y descripción general de la obra o actividad proyectada

III.A. Descripción general

III.A.1 Nombre del proyecto

Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa

III.A.2 Naturaleza del proyecto

Objetivos y alcance del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción, instalación y operación de un parque solar fotovoltaico on grid dentro del predio industrial de Conarpesa, en la ciudad de Puerto Madryn, provincia del Chubut. La iniciativa contempla una potencia pico instalada de 1.779,4 kWp y ha sido diseñada por la firma Electroluz SRL, en carácter de anteproyecto, sujeto a verificación técnica de las condiciones del terreno. El sistema estará conformado por 2.832 paneles solares monocristalinos de 620 Wp, cinco inversores trifásicos Huawei SUN2000-330KTL-H1 de 330 kW y un centro de transformación contenerizado de 3,2 MVA, con previsión de ampliación a 3 MVA. La ejecución se desarrollará en dos etapas principales: instalación de los componentes del sistema fotovoltaico y construcción de la línea de conexión a la red de media tensión de 33 kV, incluyendo las gestiones ante el distribuidor local para la habilitación del sistema. La energía generada se destinará principalmente al autoconsumo industrial de Conarpesa, y los excedentes serán inyectados a la red con destino preferente a organismos públicos y establecimientos educativos locales.

El objetivo general del proyecto es diversificar la matriz energética del predio industrial mediante la incorporación de energía renovable, reduciendo la dependencia del sistema eléctrico convencional y disminuyendo la huella ambiental de las operaciones. Entre los objetivos específicos se destacan: contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo eléctrico, aumentar la eficiencia energética del establecimiento, mejorar la resiliencia energética de la planta, optimizar costos operativos de largo plazo y aportar energía limpia al sistema interconectado provincial. Desde el enfoque del EsIA, el objetivo principal es identificar, describir y evaluar los impactos ambientales derivados de la etapa de construcción, montaje, operación y conexión del parque solar, estableciendo las medidas de prevención, mitigación, monitoreo y compensación necesarias para garantizar un desempeño ambiental adecuado y conforme a la normativa vigente.



El alcance del proyecto se enmarca en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental previsto por la Ley XI N° 35, el Decreto 185/09 y disposiciones complementarias de la Secretaría de Ambiente de la Provincia del Chubut. El EsIA abarca la descripción del proyecto, la caracterización del área de influencia, la identificación de impactos en cada etapa, la valoración de riesgos ambientales y la definición del plan de gestión ambiental. Dado que los parques solares representan un aporte directo a la transición energética, el proyecto se considera alineado con las políticas nacionales y provinciales de sostenibilidad.

La justificación del proyecto surge de la necesidad de fortalecer la eficiencia energética de la planta procesadora, reducir los costos asociados al consumo eléctrico y disminuir el impacto ambiental derivado del uso de energía de origen fósil. Frente a la opción de no realizar el proyecto, subsistiría la dependencia plena del suministro convencional y se dejaría de aprovechar un recurso renovable disponible y compatible con la infraestructura industrial existente. La alternativa seleccionada se definió a partir de criterios técnicos, ambientales y operativos, considerando la disponibilidad de superficie dentro del predio, la cercanía a la red de media tensión, la accesibilidad para mantenimiento y la viabilidad del proceso de interconexión.

La presentación del proyecto incorpora una descripción general de sus componentes principales, que se desarrollarán con mayor detalle en capítulos posteriores. El emplazamiento se localiza dentro de un área industrial consolidada, lo que reduce significativamente los potenciales conflictos de uso del suelo y favorece la integración del proyecto a las dinámicas urbanas e industriales existentes. Se mencionan también antecedentes relevantes que motivaron la iniciativa, principalmente los estudios de prefactibilidad eléctrica y el diagnóstico de consumo energético de la planta.

En relación con la sostenibilidad climática, el proyecto contribuye a la reducción de vulnerabilidades asociadas a variaciones del suministro eléctrico, mejora la resiliencia operativa frente a cortes o restricciones energéticas y permite disminuir emisiones de dióxido de carbono durante la operación. Su diseño y emplazamiento consideran condiciones de seguridad eléctrica, exposición solar óptima, estabilidad estructural del terreno y adaptabilidad a futuras expansiones tecnológicas.

Proyecto Eléctrico - Descripción General

Se presenta a continuación una descripción sintética del proyecto eléctrico, elaborada sobre la base del análisis técnico desarrollado por la firma projectista responsable, considerando la información provista en la memoria descriptiva, planos y documentación técnica asociada al parque solar fotovoltaico previsto para el predio.

El proyecto eléctrico forma parte integral del Parque Solar Fotovoltaico a instalar dentro del predio industrial de Conarpesa, ubicado en la ciudad de Puerto Madryn, Provincia del Chubut. Su objetivo es permitir la captación, transformación y entrega de la energía generada por los paneles



fotovoltaicos hacia la red de media tensión, asegurando la operación segura y continua del sistema y garantizando su compatibilidad con las exigencias técnicas del distribuidor local. El alcance abarca tanto las instalaciones internas del campo solar como la infraestructura de vinculación eléctrica hacia la red externa existente.

El sistema eléctrico se compone de los paneles fotovoltaicos, las estructuras soporte, los inversores, el centro de transformación contenerizado y el tendido eléctrico necesario para el transporte de energía en corriente alterna desde los inversores hasta su punto de inyección en media tensión. La instalación operará on-grid, con monitoreo permanente y control remoto a través de un sistema de supervisión basado en Smart Logger suministrado por Huawei. La subestación transformadora está diseñada para elevar la tensión de 800 V a 33 kV, permitiendo su vinculación con la red regional, mientras que todo el equipamiento eléctrico principal se encuentra dimensionado para una potencial ampliación futura del parque hasta una capacidad total equivalente a 3 MVA.

Las obras electromecánicas internas incluyen el conexionado de los módulos fotovoltaicos, el tendido de cables de corriente continua entre strings e inversores y el tendido de cables subterráneos de baja tensión en corriente alterna desde los inversores al centro de transformación. El centro de transformación contenerizado incluye celdas de protección, medición y seccionamiento bajo normas IEC 62271, un transformador de potencia de alta eficiencia y un sistema de protección integral contra sobrecorrientes, cortocircuitos y sobretensiones. Todas las instalaciones contemplan un sistema de puesta a tierra independiente, conformado por una red enterrada con jabilinas de 3 a 6 m, diseñado para minimizar tensiones de paso y contacto según normas AEA.

El proyecto contempla además la construcción del Centro de Protección, Monitoreo y Maniobra exigido por el distribuidor local, ubicado dentro del predio industrial. Esta instalación aloja las celdas de maniobra, medición y protección en 33 kV, transformadores de corriente y tensión, interruptores bajo carga y equipos electrónicos de protección que permiten el cumplimiento de las condiciones técnicas de Servicoop. El tendido de vinculación externa consiste en una línea aérea de media tensión en 33 kV de aproximadamente 350 metros de longitud, montada sobre postes de hormigón, que conecta el centro de transformación con el punto de inyección autorizado. Este tramo también incorpora un tendido de cable preensamblado para los servicios auxiliares del sistema.

Durante la etapa de construcción, las intervenciones ambientales asociadas al proyecto eléctrico se concentran en excavaciones superficiales para el tendido de cables enterrados, la construcción de plateas de hormigón para el centro de transformación y el montaje del Centro de Protección y Maniobra. Las excavaciones para fundaciones alcanzan profundidades de hasta 2 m, generando un volumen moderado de material que será gestionado en el marco del sistema de manejo de materiales excavados previsto por el proyecto general. Las obras eléctricas no requieren movimientos masivos de suelo y no introducen riesgos de contaminación química, dado que el



equipamiento es prefabricado y no utiliza aceites o sustancias peligrosas en sitio, salvo el aceite mineral del transformador, confinado de acuerdo con normas IEC.

Etapa de construcción

La etapa de construcción comienza una vez completada la preparación del sitio e incluye un conjunto de actividades secuenciales destinadas a instalar los equipos principales, las estructuras, las canalizaciones y los sistemas eléctricos asociados al Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa. Todas las acciones se ejecutan conforme a los criterios de ingeniería establecidos y a las especificaciones regulatorias aplicables.

Fundaciones y obras civiles: Esta fase incluye la ejecución de la platea de hormigón armado destinada al centro de transformación, de acuerdo con los reglamentos CIRCSOC 201 y AEA 95402. Se realizan tareas de compactación del suelo y conformación de bases puntuales para el montaje de inversores y tableros eléctricos. Las zanjas para canalizaciones de corriente continua y alterna se ejecutan con profundidades aproximadas de entre 0,8 y 1,2 metros, incorporando cama de arena y cinta de advertencia como medida de seguridad operativa.

Montaje de estructuras de soporte: Las estructuras destinadas a sostener los módulos fotovoltaicos se instalan mediante la hinca de perfiles metálicos galvanizados, con inclinación fija de aproximadamente 30°. Los perfiles se anclan en terreno previamente nivelado y libre de vegetación, con una penetración estimada entre 1,5 y 2 metros, asegurando su estabilidad bajo condiciones de viento predominantes.

Instalación de módulos fotovoltaicos: Se colocan 2.640 paneles monocristalinos LONGi de 620 Wp organizados en strings de 24 unidades, alcanzando tensiones de 1080 V en corriente continua. Los paneles se fijan mecánicamente a las estructuras y se interconectan siguiendo el diseño eléctrico del parque, optimizando la eficiencia y minimizando pérdidas por orientación y pendiente natural del terreno.

Instalación de inversores: Se instalan cinco inversores trifásicos Huawei SUN2000-330KTL-H1 de 330 kW con tecnología MPPT. Estos equipos se conectan a los strings fotovoltaicos y al sistema de control SmartLogger, permitiendo la gestión operativa y el monitoreo en tiempo real del desempeño del sistema.

Montaje del centro de transformación y celdas de media tensión: El centro de transformación contenerizado, con capacidad de 3,2 MVA y transformador elevador de 800 V a 33 kV, se ubica sobre la platea previamente construida. Se incorporan celdas Ormazabal cgm.3 para maniobra y protección, cumpliendo con los requerimientos de la red de media tensión operada por Servicoop.



Cableado y conexionado eléctrico: El tendido eléctrico contempla el cableado en corriente continua desde los paneles hasta los inversores con conductores de 4 a 6 mm², y el cableado en corriente alterna desde inversores al centro de transformación utilizando cables subterráneos de 1,1 kV. Se desarrolla un enlace aéreo de media tensión de 33 kV a lo largo de aproximadamente 350 metros hasta el punto de conexión autorizado. Esta infraestructura se complementa con bandejas portacables, sistema de puesta a tierra mediante malla y jabalinas de 3 a 6 metros, y protecciones generales.

Instalación del sistema de control: El sistema de monitoreo incluye SmartLogger Huawei integrado a un sistema SCADA basado en TIA Portal. Se incorporan sensores ambientales para medir radiación, temperatura y velocidad del viento, permitiendo el seguimiento remoto del rendimiento del parque y la detección temprana de fallas.

Comisionamiento y puesta en marcha

Esta etapa comprende la verificación del montaje, ajustes de torque, pruebas de continuidad y calibración de protecciones. Se configuran los inversores y se ajusta el SCADA. Se realizan pruebas bajo carga parcial y total para validar la eficiencia del sistema y verificar las pérdidas asociadas a la inclinación y relieve del terreno. Concluidas estas verificaciones, se habilita la operación del sistema y se concreta la conexión a la red.

Segunda etapa: Línea Aérea de Media Tensión 33 kV

La obra complementaria incluye el montaje de 350 metros de línea aérea de media tensión en 33 kV desde el Centro de Protección, Maniobra y Medición hasta el punto de inyección autorizado. La infraestructura se materializa con postación de hormigón de perfil coplanar y conductor de aluminio de 70 mm². Para servicios auxiliares se disponen 350 metros de cable preensamblado 3x95/50 Al utilizando la misma postación, asegurando compatibilidad estructural y operativa del sistema.

La etapa de operación comprende el funcionamiento continuo de los inversores, el transformador y los sistemas de protección, así como el monitoreo en tiempo real de todas las variables eléctricas del parque solar y su comunicación con la red del distribuidor. La operación no implica generación de ruido significativo, emisiones gaseosas ni vertidos líquidos. La infraestructura se encuentra diseñada para asegurar resiliencia frente a condiciones climáticas adversas, incorporando sistemas de protección por sobretensión, control de fallas y tolerancia a condiciones de baja y alta tensión en red.

III.A.3 Marco legal, político e institucional en el que se desarrolla el proyecto



El proyecto se desarrolla en el marco de las políticas públicas que promueven la transición energética y el uso de fuentes renovables en la República Argentina. A nivel nacional, la Ley 27.191 establece metas progresivas para la incorporación de energías renovables en la matriz eléctrica, mientras que la Ley 25.675 fija los principios de política ambiental basados en la prevención, la equidad intergeneracional y la participación ciudadana.

En el ámbito provincial, la Ley XI N.º 35 (Código Ambiental de la Provincia del Chubut) y sus decretos reglamentarios (Decreto 185/09 y Decreto 1003/16) determinan los procedimientos de evaluación ambiental aplicables al proyecto, junto con la normativa sobre gestión de residuos (Ley XI N.º 50), conservación del suelo (Ley XI N.º 45) y política hídrica (Ley XVII N.º 88). Estas disposiciones aseguran que las obras contemplen criterios de protección ambiental y manejo responsable de recursos naturales.

A nivel municipal, la ciudad de Puerto Madryn cuenta con ordenanzas específicas que regulan la gestión ambiental, el control de efluentes, la disposición de residuos y la seguridad industrial. Dichas normas complementan el marco provincial y serán aplicadas durante la construcción, operación y mantenimiento del parque solar.

Desde el punto de vista político, el proyecto se alinea con los compromisos asumidos por la Argentina en el marco del Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, especialmente con los ODS 7 (energía asequible y no contaminante) y ODS 13 (acción por el clima).

En lo institucional, la iniciativa requiere la articulación de distintos organismos. Conarpesa actúa como titular del predio y usuario principal de la energía generada; Electroluz SRL es responsable del diseño, provisión y montaje del sistema; la Secretaría de Ambiente de la Provincia y la Municipalidad de Puerto Madryn intervienen en la tramitación de permisos y seguimiento ambiental; Servicoop participa en la conexión a la red de media tensión; y el Ministerio de la Producción de Chubut supervisa el uso productivo de las tierras industriales.

Esta red institucional garantiza la transparencia, el control técnico y ambiental del proyecto, asegurando su integración dentro del marco energético y productivo de la región, en concordancia con la importancia estratégica de la industria pesquera en Puerto Madryn y el compromiso empresarial con la sostenibilidad.

III.A.4 Vida útil del proyecto

La vida útil del Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa se estima en función de la durabilidad y confiabilidad de sus componentes principales. El sistema fue diseñado para operar de manera continua durante un período mínimo de 25 a 30 años, siempre que se apliquen los programas de mantenimiento preventivo establecidos por los fabricantes.



En conjunto, la infraestructura eléctrica y civil presenta una vida útil alineada con los estándares internacionales de proyectos fotovoltaicos de gran escala. La renovación programada de componentes electrónicos y la actualización del software de monitoreo garantizarán la continuidad operativa del sistema durante todo su ciclo de vida.

Tabla 1. Vida útil estimada de los componentes del sistema

Componente	Vida útil estimada	Observaciones
Paneles fotovoltaicos LONGi 620 Wp	30 años	Garantía de rendimiento superior al 80 % al cumplir 25 años de operación.
Inversores Huawei SUN2000-330KTL-H1	12 a 15 años	Su durabilidad depende del mantenimiento periódico y las condiciones ambientales.
Estructuras soporte galvanizadas	25 a 30 años	Construidas en acero galvanizado en caliente, con alta resistencia a la corrosión.
Centro de transformación contenerizado (3,2 MVA)	25 años	Incluye transformador principal, celdas de media tensión y tableros de protección.
Celdas de media tensión Ormazabal cgm.3	25 años	Equipos con tecnología de vacío, con bajo requerimiento de mantenimiento.
Cableado de corriente continua (CC)	25 años	Conductores solares aislados para 1.500 VDC, instalados en ductos subterráneos.
Cableado de corriente alterna (CA)	25 años	Conductores de 1,1 kV y línea aérea/subterránea de media tensión a 33 kV.
Sistema de puesta a tierra (PAT)	30 años	Requiere verificaciones periódicas y control de resistencia de dispersión.
Sistema SmartLogger y SCADA	10 a 12 años	Vida útil sujeta a actualización tecnológica y mantenimiento de software.
UPS inteligentes	8 a 10 años	Dependen del reemplazo regular de baterías y del uso continuo del sistema.

III.A.5 Cronograma de trabajo indicando las actividades de cada una de las etapas (escala temporal y espacial)



El desarrollo del proyecto contempla una etapa inicial de relevamiento técnico de mínima intervención, previa a las obras de preparación del sitio. Esta fase tiene como finalidad recopilar información topográfica y geotécnica esencial para la definición de la ingeniería de detalle, sin generar impactos ambientales significativos. Las tareas se realizarán con personal reducido, equipos livianos y metodologías no invasivas, garantizando la restitución completa del terreno a su estado original una vez concluidos los estudios.

Los trabajos posteriores incluyen la preparación del sitio, la ejecución de obras civiles, el montaje de componentes eléctricos y estructurales, las pruebas de comisionamiento y la puesta en marcha.

El cronograma total de ejecución contempla aproximadamente 18 meses desde el inicio de la ingeniería hasta la puesta en servicio del sistema, con superposición de tareas logísticas y técnicas.

Durante todo el proceso se priorizará el empleo de mano de obra local y la coordinación con la Municipalidad de Puerto Madryn y Servicoop para las inspecciones, pruebas y habilitación final del parque solar.

Tabla 2. Cronograma general de actividades

Actividad programada	Duración estimada (días)	Etapa / Escala temporal	Escala espacial
Relevamiento topográfico y geotécnico preliminar	3 días de campo + 10 de procesamiento	Etapa de diagnóstico inicial	Predio y área inmediata de influencia
Relevamiento topográfico planialtimétrico (GNSS RTK y estación total)		Diagnóstico inicial	Predio
Calicatas de reconocimiento (10 a 15 puntos, hasta 1 m de profundidad)		Diagnóstico inicial	Predio



Ensayos de tracción tipo <i>pull out</i> sobre estacas testigo		Diagnóstico inicial	Predio
Medición de resistividad del terreno (método de cuatro puntas)		Diagnóstico inicial	Predio
Procesamiento de resultados y elaboración del informe técnico		Diagnóstico y gabinete	Oficina técnica / laboratorio
Ingeniería del proyecto ejecutivo	86	Etapa de diseño preliminar	Oficina técnica de Electroluz
Relevamiento y diagnóstico inicial (complementario)	20	Preparación del proyecto	Predio y área de influencia directa
Ingeniería aplicada	57	Ajuste técnico con datos de campo	Oficina técnica / obra
Provisión de equipos fotovoltaicos	140	Logística de aprovisionamiento	Fábrica – transporte – predio
Provisión de inversores, paneles y sistema SACU	72	Logística de aprovisionamiento	Predio / depósitos temporales
Provisión de estructuras soporte	40	Logística de aprovisionamiento	Predio
Provisión de celdas de media tensión	122	Logística de aprovisionamiento	Predio
Provisión del centro de	142	Logística de	Predio



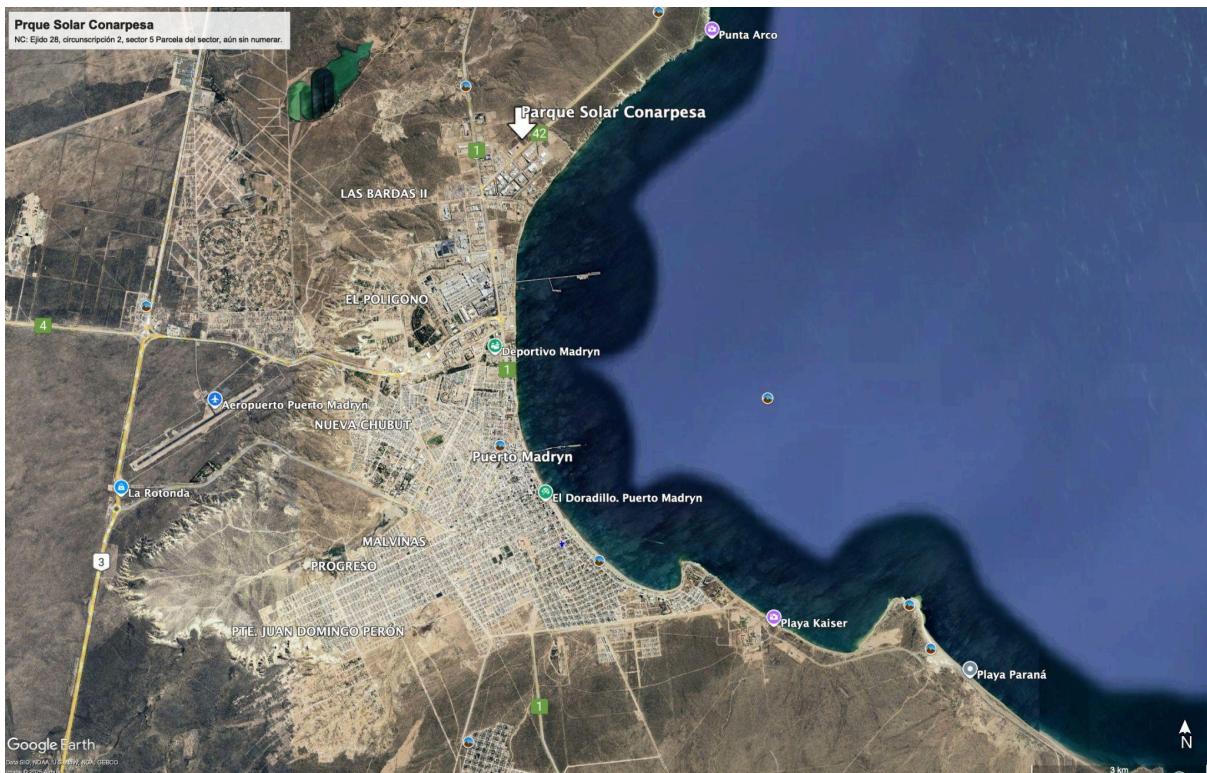
transformación		aprovisionamiento	
Instalación de Smart UPS y sistemas auxiliares	142	Logística de aprovisionamiento	Predio
Instalación del obrador	1	Inicio de obra	Predio
Limpieza del terreno, nivelación y accesos	7	Preparación de sitio	Predio
Obras civiles y canalizaciones subterráneas	90	Construcción	Predio
Montaje del centro de transformación	3	Construcción	Predio
Montaje de paneles e inversores	70	Construcción	Predio
Montaje de celdas de media tensión	10	Construcción	Predio
Montaje electromecánico general	40	Construcción	Predio
Instalación del sistema de control y comunicaciones	25	Construcción	Predio
Cableado de equipos (paneles, inversores, transformador)	90	Construcción	Predio
Montaje de estructuras soporte y cableado eléctrico	60	Construcción	Predio
Comisionamiento y pruebas	15	Etapa de pruebas	Predio



eléctricas			
Puesta en marcha y conexión a red	32	Inicio de operación	Predio

III.A.6 Ubicación física del proyecto.

Se ubica al extremo norte del Parque Industrial de Puerto Madryn. Nomenclatura Catastral: Ejido 28, circunscripción 2, sector 5 Parcela del sector, aún sin numerar.



Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit) . (2025, mes día). Localización del predio del Parque Solar Fotovoltaico: 42°42'52.18"S 65°02'11.69"O [Imagen satelital]. Google Earth. <https://earth.google.com/web/> (Recuperado < Octubre 2025>)

Coordenada central: 42°42'53.21"S 65° 2'7.42"O, comprendida entre las coordenadas de los siguientes vértices:



Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit) . (2025, mes día). Localización del predio del Parque Solar Fotovoltaico: 42°42'52.18"S 65°02'11.69"O [Imagen satelital]. Google Earth. <https://earth.google.com/web/> (Recuperado < Octubre 2025>)

Vértice	Latitud	Longitud
1	42°42'52.18"S	65°02'11.69"O
2	42°42'49.89"S	65°02'08.39"O
3	42°42'54.66"S	65°02'02.43"O
4	42°42'56.88"S	65°02'05.74"O

III.A.7 Vías de acceso.

El acceso al predio se realiza a través de la Ruta Provincial N.º 42, que bordea directamente el emplazamiento del proyecto. Desde esta vía se desarrollará el ingreso principal, proyectado con una envergadura aproximada de 6 metros, lo que permitirá la circulación simultánea en ambos sentidos y el acceso de vehículos de gran porte. El ingreso contará con un cerramiento metálico de dos hojas del mismo ancho, garantizando condiciones adecuadas de maniobrabilidad y seguridad.



Durante la etapa de obra, se instalará un obrador temporal contiguo al acceso principal, destinado a la descarga, acopio y manipulación de materiales y equipos. Este espacio incluirá áreas diferenciadas para la recepción de componentes fotovoltaicos, estructuras metálicas y elementos eléctricos de gran volumen, optimizando las operaciones logísticas y reduciendo tiempos de montaje.

En el interior del predio se proyectan vías internas de 4 metros de ancho, los cuales asegurarán la comunicación entre los distintos sectores del parque. En la fase constructiva, los caminos se conformarán con material del propio terreno, previamente explanado y compactado, procurando un drenaje superficial eficiente y evitando la acumulación de agua.

Al finalizar la obra, los caminos serán estabilizados y compactados de manera definitiva, minimizando la generación y deposición de polvo sobre los módulos fotovoltaicos, especialmente durante los períodos de vientos intensos característicos de la región.

III.A.8 Estudios y criterios utilizados para la definición del área de estudio y del sitio para el emplazamiento del proyecto.

La definición del área de estudio y la selección del sitio para el emplazamiento del Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa se realizaron mediante un análisis integrado que incluyó criterios técnicos, energéticos, ambientales, socioeconómicos y normativos, siguiendo el principio de jerarquía de mitigación. La metodología adoptada buscó identificar alternativas viables y evaluar su compatibilidad con el entorno, priorizando la prevención y minimización de impactos potenciales antes de considerar medidas de compensación.

El proceso se inició con la evaluación de las condiciones de radiación y disponibilidad energética en la zona norte de la ciudad de Puerto Madryn, donde el registro medio anual supera los 2.000 kWh/m². Este indicador posiciona al área como altamente apta para la generación fotovoltaica. Se incorporaron análisis de insolación, orientación óptima y proyección de sombras mediante herramientas de modelización como PVsyst, cuyos resultados evidenciaron pérdidas por sombreado inferiores al 5,2 por ciento, compatibles con los estándares de eficiencia para parques solares. Estos estudios se complementaron con la verificación de la pendiente natural del terreno y la inexistencia de obstrucciones relevantes al recurso solar, aspectos documentados en el anteproyecto técnico elaborado por Electroluz SRL.

Desde la perspectiva técnica y operativa, la selección del sitio respondió también a criterios de eficiencia energética y optimización de la infraestructura eléctrica existente. El Parque Industrial Norte de Puerto Madryn dispone de una red de media tensión de 33 kV, administrada por Servicoop, cuya proximidad al punto de generación permitió definir una conexión directa a aproximadamente 350 metros del emplazamiento del proyecto. Esta condición redujo



significativamente la necesidad de obras de extensión de red, disminuyendo interferencias en el terreno y el impacto asociado a excavaciones o servidumbres eléctricas.

En relación con los criterios ambientales, se priorizó un sector previamente intervenido y con baja cobertura vegetal, sin presencia de cursos de agua, humedales, o hábitats críticos. Este enfoque permitió descartar alternativas que implicaran una mayor ocupación de suelo natural o proximidad a áreas de valor ecológico. La localización dentro del entorno industrial existente evitó además conflictos con zonas residenciales, actividades recreativas o espacios turísticos, favoreciendo la compatibilidad territorial del emprendimiento. La distancia respecto de áreas naturales relevantes, como el Parque Ecológico El Doradillo, contribuye a minimizar perturbaciones indirectas sobre la fauna y flora local.

En el análisis de alternativas se consideró también la alternativa cero, correspondiente a la no ejecución del proyecto. Si bien esta opción evitaría todo impacto derivado de la ocupación de suelo o instalación de infraestructura, impediría a la empresa avanzar en su proceso de mejora energética, no permitiría reducir la demanda sobre la red eléctrica convencional y limitaría los aportes del sector privado a las metas nacionales y provinciales de transición energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La evaluación comparada determinó que el proyecto, en su localización actual, proporciona beneficios ambientales y energéticos superiores a los impactos identificados, los cuales pueden ser evitados o mitigados mediante las medidas de manejo propuestas.

El marco institucional y normativo aplicable fue otro eje decisivo en la definición del área de estudio. La asignación de tierras dentro del Parque Industrial y los lineamientos de política productiva y energética de la provincia de Chubut favorecen la instalación de infraestructura de energías renovables en predios industriales. La regulación vigente en materia de uso del suelo, energía eléctrica, residuos y evaluación ambiental permitió verificar la viabilidad técnica y legal del emplazamiento seleccionado, asegurando el encuadre del proyecto dentro de la normativa provincial y municipal.

III.A.9 Ubicación del predio y delimitación del sitio

El predio seleccionado para la instalación del Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa se localiza en el extremo norte del Parque Industrial de Puerto Madryn, provincia del Chubut, dentro de un área destinada a actividades de carácter industrial y energético conforme a la planificación urbana vigente.

El terreno se encuentra colindante con parcelas vinculadas a la actividad industrial, integrando el tejido productivo del parque y manteniendo una distancia prudencial respecto de sectores residenciales o recreativos. Según la nomenclatura catastral, corresponde al Ejido 28, Circunscripción 2, Sector 5, parcela del sector aún sin numerar, cuya documentación de uso del suelo confirma su destino industrial.



Los límites del predio se describen de la siguiente manera:

- Norte: terrenos sin infraestructura, pertenecientes al mismo Parque Industrial, destinados a futuras expansiones productivas.
- Sur: lotes ocupados por instalaciones industriales en operación, principalmente relacionadas con la actividad pesquera y logística, componentes centrales de la economía local.
- Este: parcelas industriales subdivididas, actualmente sin intervención significativa, proyectadas para nuevas radicaciones de uso industrial.
- Oeste: caminos internos de circulación del Parque Industrial y, más allá, establecimientos industriales de mediana escala.

La elección del sitio responde a criterios de viabilidad técnica y ambiental, incluyendo la disponibilidad de espacio, la compatibilidad de uso del suelo, la cercanía a la infraestructura eléctrica de media tensión (33 kV) y la alta radiación solar registrada en la zona. Estos factores garantizan la eficiencia energética del sistema y su integración armónica con el entorno industrial.

El emplazamiento, además, se alinea con las políticas provinciales de fomento a las energías renovables y la optimización del suelo industrial existente, promoviendo la complementariedad entre la producción pesquera de Conarpesa y la generación de energía limpia para autoconsumo y aporte a la red local.

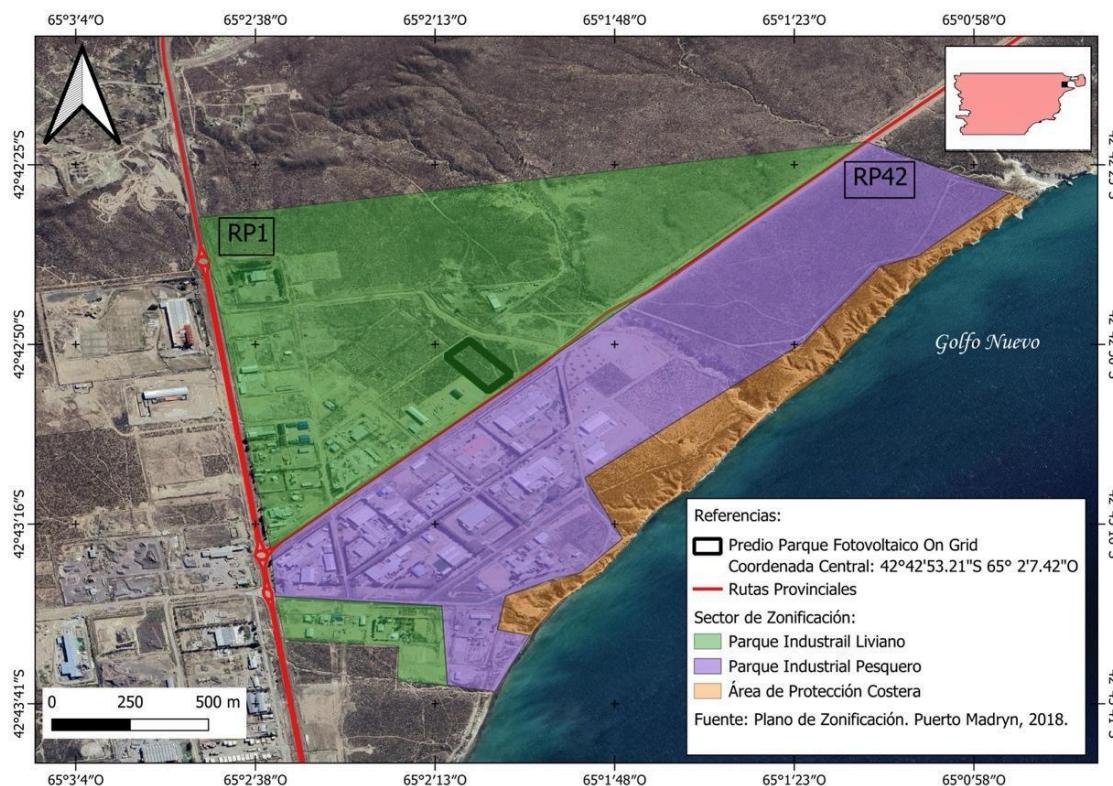


Imagen. Ubicación y linderos mas zonificación urbana de Pto Madryn. Google Earth Pro 7.3.6.10201 (64-bit) . (2025, mes día).
[Imagen satelital]. Google Earth. <https://earth.google.com/web/> (Recuperado < Octubre 2025>)

III.A.10 Situación legal del predio

El predio destinado al emplazamiento del Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa se encuentra actualmente en proceso de adjudicación dentro del régimen de tierras fiscales productivas administrado por el Ministerio de la Producción de la Provincia del Chubut.

La empresa Conarpesa S.A. ha iniciado el correspondiente trámite administrativo de adjudicación, orientado a la obtención del título de propiedad conforme a los programas provinciales que promueven el uso productivo e industrial del suelo. Dentro de dicho procedimiento, uno de los requisitos fundamentales establecidos por la autoridad provincial es la presentación, evaluación y aprobación del Documento de Impacto Ambiental, cuya aprobación constituye condición indispensable para avanzar hacia la adjudicación definitiva.

En esta instancia, el predio aún no cuenta con título inscripto, manteniendo la condición de tenencia precaria en trámite de adjudicación, con la documentación técnica y ambiental en proceso de evaluación. La emisión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por parte de la Secretaría de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut será una de las etapas previas necesarias para formalizar la titularidad y consolidar la asignación definitiva del terreno.

Esta situación legal refleja una etapa transitoria de regularización, en la cual la empresa acredita el cumplimiento de los condicionantes ambientales, productivos y normativos exigidos por



la legislación vigente. En tal sentido, el Estudio Ambiental se convierte no solo en una herramienta de análisis de viabilidad ambiental, sino también en un instrumento jurídico habilitante del uso del suelo con fines energéticos dentro del marco provincial de desarrollo sustentable.

III.A.11 Requerimiento de mano de obra y su calificación

Etapa: Relevamiento y diagnóstico inicial

Acciones principales: Levantamiento topográfico georreferenciado. Calicatas y ensayos geotécnicos para caracterización del suelo. Medición de resistividad del terreno. Ensayos de tracción pull-out y validación de hincas. Procesamiento de datos y elaboración de informe técnico.

Mano de obra requerida: 3 a 4 personas.

Perfiles técnicos: profesional, geólogo o ingeniero civil con orientación geotécnica, ayudante de campo y responsable ambiental para control de cumplimiento normativo. Actividad de baja interferencia y corta duración.

Etapa: Construcción del sistema eléctrico y montaje del parque fotovoltaico

Acciones principales: Instalación de obrador y servicios provisorios. Desmalezado y nivelación superficial. Ejecución de accesos internos y plataformas. Excavaciones para fundaciones y zanjeos para canalizaciones eléctricas en corriente continua y corriente alterna. Montaje de estructuras metálicas por hincada directa. Instalación de paneles fotovoltaicos. Montaje de inversores, celdas de media tensión y centro de transformación. Ejecución del sistema de puesta a tierra y tendido eléctrico general.

Mano de obra requerida: 12 a 15 personas.

Perfiles: operarios de obra civil para zanjo y fundaciones, técnicos electromecánicos, electricistas matriculados categoría MT/BT, montadores de estructuras galvanizadas, capataz de obra, técnico en seguridad e higiene y personal auxiliar de apoyo logístico.

Etapa: Operación y mantenimiento

Acciones principales: Supervisión del sistema mediante plataformas SmartLogger y SCADA. Inspecciones programadas de componentes eléctricos. Limpieza preventiva de módulos fotovoltaicos. Mantenimiento preventivo y correctivo de inversores, celdas, transformadores y tableros. Verificación de sistemas de comunicación y alarmas. Elaboración de reportes operativos, curvas de carga y análisis de eficiencia energética.

Mano de obra requerida: 3 a 5 personas.

Perfiles: técnico electricista de mantenimiento, operador del sistema SCADA, personal de apoyo para limpieza y mantenimiento general. Gran parte del control se realiza en forma remota, reduciendo la presencia continua en sitio.



Etapa: Abandono o desmantelamiento

Acciones principales: Desconexión segura del sistema eléctrico. Retiro progresivo de paneles, inversores y estructuras metálicas. Levantamiento de cableado subterráneo y aéreo. Desmontaje del centro de transformación. Clasificación de materiales valorizables y no valorizables. Transporte y disposición final en sitios autorizados. Restauración morfológica del terreno y nivelación final.

Mano de obra requerida: 4 a 6 personas.

Perfiles: cuadrilla de desmontaje, técnicos electricistas para intervenciones en media y baja tensión, operarios de movimiento y carga, personal para gestión de residuos y supervisión de seguridad.

Tabla resumen:

Etapa	Cantidad estimada de personal	Especialidades predominantes	Duración típica	Observaciones
Relevamiento y diagnóstico inicial	3 a 4 personas	Topografía, geotecnia, apoyo de campo, supervisión ambiental	5 a 7 días	Actividad puntual, mínima intervención en el terreno.
Construcción	12 a 15 personas	Obra civil, electromecánica, montaje fotovoltaico, seguridad laboral	2 a 4 meses según cronograma	Mayor demanda de personal y maquinaria.
Operación y mantenimiento	3 a 5 personas	Electricidad industrial, mantenimiento fotovoltaico, monitoreo remoto	Permanente según plan O&M	Predominio de operación remota.
Abandono o desmantelamiento	4 a 6 personas	Desmontaje eléctrico, manejo de residuos, movimiento de cargas	30 a 45 días	Se prioriza recuperación y restitución del sitio.



III.B. Etapa de Preparación del sitio y construcción

III.B.1 Programa de trabajo

La etapa de preparación del sitio y construcción comprende el conjunto de actividades necesarias para acondicionar el terreno, ejecutar las obras civiles y electromecánicas, y establecer la infraestructura requerida para la instalación del Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa y su sistema de conexión eléctrica asociado. Las tareas han sido organizadas de forma secuencial y respetando el principio de mínima intervención, evitando movimientos de suelo no justificados y priorizando técnicas constructivas de bajo impacto, conforme al plan de trabajo aprobado para estudios previos y a la ingeniería del proyecto.

Las actividades incluyen la limpieza y acondicionamiento del área de implantación, la ejecución de nivelaciones superficiales para garantizar la estabilidad de las estructuras fotovoltaicas, la instalación de canalizaciones eléctricas para corriente continua y alterna, el montaje de estructuras metálicas y paneles fotovoltaicos, y la construcción de la línea aérea de media tensión de 33 kV que vincula la planta con el punto de conexión definido por Servicoop.

También se incorporan los ensayos de suelo, pruebas de capacidad portante, mediciones de resistividad y ensayos de tracción (pull-out), necesarios para definir el tipo de fundación y validar el comportamiento estructural de los perfiles de hinca, tanto dentro del predio como en el trazado de la línea de media tensión. Todas estas acciones fueron planificadas considerando los criterios de seguridad operativa, accesibilidad y protección ambiental establecidos en la normativa provincial.

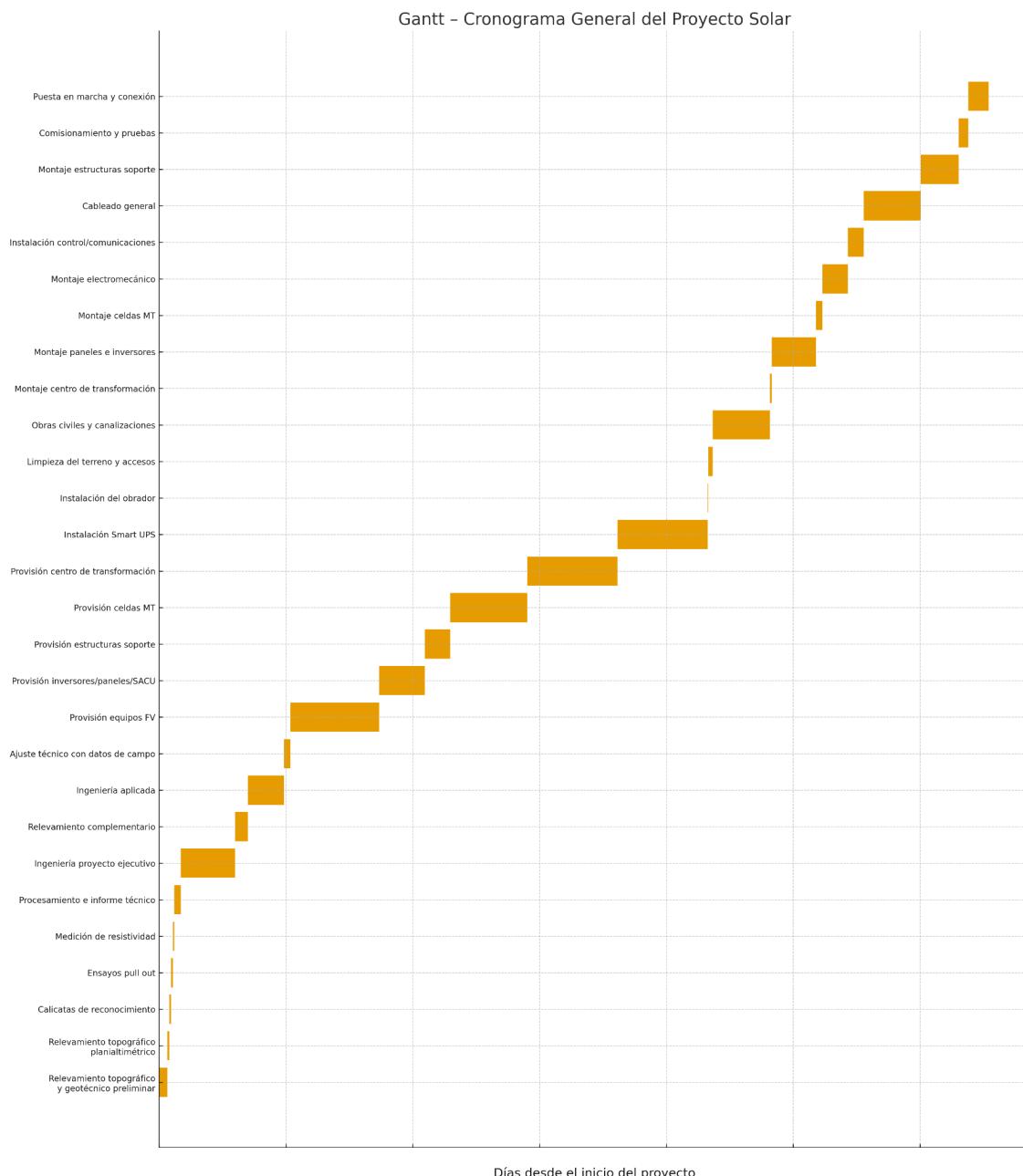
Descripción resumen del cronograma

La secuencia de tareas sigue un orden lógico que permite avanzar desde el acondicionamiento inicial hasta la instalación completa del equipamiento eléctrico y fotovoltaico.

1. Se inicia con el relevamiento del sitio y la señalización de áreas de trabajo.
2. Luego se ejecuta la limpieza del terreno y nivelaciones superficiales para adecuar el predio a las necesidades del diseño.
3. De forma paralela se realizan los estudios del suelo (calicatas, SPT para la línea aérea, ensayos pull-out y resistividad).
4. Una vez obtenidos estos resultados se construyen las fundaciones del centro de transformación y se instalan las canalizaciones eléctricas.



5. Se continúa con el montaje de las estructuras de soporte, paneles e inversores.
6. En simultáneo o posteriormente, según autorizaciones viales y de Servicoop, se ejecuta la línea aérea de 33 kV.
7. Finalmente, se desarrollan las pruebas de comisionamiento, inspecciones, verificación de seguridad eléctrica y puesta en marcha.





III.B.2 Preparación del terreno

De acuerdo con la ingeniería preliminar del proyecto, las tareas requeridas son de escala moderada y se circunscriben al interior del predio industrial de Conarpesa, sin intervención en áreas naturales de valor ecológico. Los procedimientos técnicos fueron definidos en el anteproyecto desarrollado por Electroluz SRL, donde se establecen los requerimientos de nivelación, accesos, manejo de materiales y adecuación superficial del sitio (Electroluz SRL, 2024).

Cerco perimetral

El área destinada al parque fotovoltaico cuenta con un cerco perimetral instalado previamente, el cual fue objeto de actos de vandalismo que dañaron su estructura y comprometen las condiciones de seguridad del predio. Debido a esta situación, resulta necesario reinstalar el cerramiento para restablecer el control de accesos y asegurar la integridad de las instalaciones. El cerco está conformado por malla de simple torsión, con una altura aproximada de 2 metros, tipo olímpico con quiebre superior hacia el exterior, fijado mediante postes de hormigón prefabricado.

El acceso vehicular se resuelve mediante un portón principal de doble hoja, con un ancho total de 6 metros, que permite el ingreso de maquinaria y vehículos de mantenimiento. La reposición del cerco se realizará siguiendo el diseño original, incorporando medidas de refuerzo orientadas a prevenir nuevos daños y garantizar el adecuado funcionamiento del sistema de protección perimetral.

Nivelación general del terreno y conformación de plataformas

La nivelación se realiza mediante movimientos superficiales con maquinaria liviana y retroexcavadoras, removiendo material hasta profundidades estimadas entre 40 y 50 cm. Su objetivo es corregir microdepresiones y asegurar la estabilidad de las fundaciones de los soportes fotovoltaicos. El material excedente se acopiará internamente para su posterior reutilización o retiro, evitando modificaciones significativas en horizontes subsuperficiales.

Desmonte y limpieza del terreno: La limpieza comprende el retiro de hierbas, raíces y material orgánico que pueda interferir con las tareas de obra. Los residuos superficiales no aptos se retirarán y se almacenarán temporalmente hasta su disposición en sitios autorizados por la Municipalidad de Puerto Madryn.

Nivelación y adecuación de la topografía: Se ajustará la topografía del predio para permitir la correcta disposición de las estructuras, redistribuyendo los suelos dentro del mismo y evitando transporte externo salvo casos de excedentes no reutilizables. El ajuste considera la pendiente natural aproximada del terreno hacia el sudeste, minimizando efectos de sombreado y manteniendo



la integridad de la escorrentía superficial.

Relleno y compactación: En sectores específicos se aplicarán rellenos con suelos granulares compactados para fundaciones vinculadas a subestaciones, canalizaciones y vías internas. Cuando el material local no cumpla requisitos geotécnicos, se utilizará material de aporte certificado para garantizar la capacidad portante.

Ensayos y estudios de suelos: Se realizarán ensayos *in situ* y de laboratorio para definir propiedades granulométricas, resistencia y capacidad portante. Esta información permite diseñar adecuadamente las fundaciones del centro de transformación, las canalizaciones y las estructuras galvanizadas de soporte.

Apertura y acondicionamiento de accesos internos: El proyecto contempla vías internas para la circulación de maquinaria y vehículos de mantenimiento. Se conformarán mediante la remoción superficial del suelo en franjas de aproximadamente 20 a 30 cm, priorizando el uso del suelo extraído como base compactada. El ancho será definido por el equipo de ingeniería eléctrica en función de los requerimientos logísticos del montaje y operación.

Construcción de accesos y obrador: Se adecuarán caminos internos para el tránsito de personal y maquinaria. Asimismo, se instalará el obrador con sus servicios provisorios necesarios para el desarrollo de la obra.

Excavaciones para fundaciones y canalizaciones: Las excavaciones se limitarán a áreas puntuales destinadas a canalizaciones subterráneas para corrientes continua y alterna, con profundidades entre 0,80 y 1,20 m. También se ejecutarán fundaciones para el centro de transformación y tableros eléctricos mediante plateas de hormigón. El sistema de puesta a tierra se instalará con rejillas y jabalinas entre 0,70 y 1,00 m.

Obra de drenajes internos

Para mejorar el manejo de escorrentías y evitar anegamientos se implementará un sistema de drenaje superficial integrado a la infraestructura vial interna.

Cunetas paralelas a caminos internos: Se construirán cunetas trapezoidales a ambos lados de las vías internas, con profundidades entre 0,6 y 0,8 m y anchos superiores entre 0,8 y 1,0 m. Presentarán taludes 1:2 para garantizar su estabilidad. En sectores críticos se utilizarán geotextiles o colchón granular como protección.



Drenajes transversales: Se incorporarán alcantarillas en cruces de caminos para dar continuidad a los flujos naturales. Se emplearán tuberías PVC corrugadas o premoldeadas de diámetro igual o superior a 400 mm.

Descarga hacia zonas bajas: El agua conducida por las cunetas se orientará a cotas inferiores del predio mediante pequeñas zanjas colectoras. En las descargas se colocarán disipadores de energía con piedra partida para evitar erosión.

Aprovechamiento de la pendiente natural: La pendiente general hacia el sudeste, cercana al 5 por ciento, se integrará al diseño para favorecer el escorrimiento sin necesidad de movimientos adicionales de suelo.

Medidas complementarias

Se compactarán caminos y taludes para reducir infiltraciones irregulares. El mantenimiento periódico incluirá la limpieza de cunetas y alcantarillas para prevenir obstrucciones.

Manejo de materiales excavados

El material removido será gestionado según criterios de ordenamiento en obra, a fin de evitar procesos de erosión eólica o arrastre por escorrentía. Los acopios se delimitarán con señalización y, una vez finalizadas las actividades, los excedentes se transportarán a sitios de disposición autorizados por la Municipalidad de Puerto Madryn. Se contempla la restitución final del terreno en sectores intervenidos, conforme lo establecen las buenas prácticas de ingeniería civil.

III.B.2.1 Recursos que serán alterados

Los recursos alterados corresponden principalmente al suelo superficial, compuesto por materiales sedimentarios compactados y vegetación herbácea rala típica del ambiente industrial circundante. No se verán comprometidos cursos de agua, humedales, cauces naturales ni áreas con valor ecológico especial. La alteración es reversible, dado que no se prevé la modificación del relieve natural ni la remoción profunda de suelos. La intervención es considerada de bajo impacto debido a las características ya antropizadas del predio.

III.B.2.2 Área que será afectada

El área afectada se circunscribe al predio industrial donde se emplazará el Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa, ubicado dentro del Parque Industrial Pesado de Puerto Madryn. Las coordenadas y demarcaciones fueron establecidas en el relevamiento topográfico inicial autorizado



por la Secretaría de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable. Adicionalmente, las obras complementarias vinculadas a la línea eléctrica de media tensión se realizarán a la vera de la Ruta Provincial 42, en las zonas ya previstas para servidumbre de paso.

Las afectaciones son puntuales y localizadas dentro de los límites autorizados del proyecto, sin expansión hacia áreas externas ni sectores de uso residencial o ambientalmente sensibles.

Resumen de afectaciones:

Suelo

- Desmonte superficial de entre 30 y 40 cm.
- Excavaciones puntuales para fundaciones con profundidades de hasta 1,5 m.
- Canalizaciones eléctricas con profundidades de 0,8 a 1,2 m.
- Hinca de estructuras de soporte con penetración estimada entre 1,5 y 2 m.
- Localización: afectación directa en las franjas de canalizaciones, plataformas del centro de transformación, accesos y caminos internos dentro de las 2 ha del predio.

Cobertura vegetal

- Limpieza y desmalezado general del predio, con retiro de vegetación rala de baja cobertura.
- Localización: aproximadamente 1,8 ha donde se ubicarán paneles y estructuras, incluyendo sectores lineales de accesos internos y drenajes.

Agua superficial y drenaje

- Apertura de cunetas paralelas a caminos internos para conducción de escorrentías.
- Construcción de pequeñas alcantarillas y zanjas colectoras hacia la zona baja del predio.
- Localización: laterales de los viales internos y sector sudeste del lote donde se dirige el drenaje.

Aire y ruido



- Emisiones de polvo por movimientos de suelo y tránsito de maquinaria.
- Ruido temporal por equipos de obra.
- Localización: área en construcción dentro del predio y accesos desde el parque industrial conexo.

Paisaje

- Incorporación de estructuras metálicas y paneles fotovoltaicos en un predio de 2 ha.
- Localización: totalidad del parque solar, dentro del parque industrial de Puerto Madryn, cercano al Parque Ecológico El Doradillo y a áreas residenciales.

III.B.3 Equipo utilizado. Señalar el tipo de maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, especificando la cantidad y operación por unidad de tiempo.

Etapa: Preparación del terreno

Acciones principales.

- Instalación de obrador y servicios provisorios.
- Limpieza, desmalezado y nivelación del terreno.
- Conformación de accesos internos y viales temporales para obra.

Equipos y herramientas utilizadas

- Retroexcavadora (1 unidad, operación aproximada 6 h/día).
- Motoniveladora para regularización de superficie (1 unidad, 6 h/día).
- Camiones volcadores para traslado de material excedente (2 unidades, 4 viajes diarios cada uno).
- Tractor con implemento desmalezador (1 unidad, 4 h/día).
- Compactador liviano para estabilización superficial (1 unidad, 3 h/día).
- Herramientas manuales como palas, picos, azadas y carretillas para terminaciones y bordes.

Etapa: Construcción

Acciones principales

- Excavaciones para fundaciones de estructuras e infraestructura eléctrica.
- Apertura de zanjas para canalizaciones subterráneas de corriente continua y alterna.
- Montaje de estructuras metálicas galvanizadas y soportes.



- Instalación de paneles fotovoltaicos, inversores y celdas de media tensión.
- Montaje del centro de transformación y ejecución del sistema de puesta a tierra.
- Tendido de cableado CC y CA y conexionado general del sistema.

Equipos y herramientas utilizadas

- Retroexcavadoras para excavaciones y canalizaciones (2 unidades, 6 h/día).
- Hormigonera móvil para plateas y fundaciones menores (1 unidad, 4 h/día).
- Grúa hidráulica para izado de estructuras y transformador (1 unidad, 5 h/día).
- Manipulador telescopico para manejo de paneles y equipamiento (1 unidad, 6 h/día).
- Camión grúa para traslado y montaje de equipos pesados (1 unidad, 4 h/día).
- Compactador de mediana capacidad para bases y viales internos (1 unidad, 3 h/día).
- Herramientas manuales de montaje: llaves ajustables, destornilladores, martillos, alicates, cortacables, llaves aisladas, cintas métricas y carretillas.

Etapa: Operación y mantenimiento

Acciones principales

- Monitoreo del sistema mediante plataforma SCADA y SmartLogger.
- Inspecciones y revisiones de componentes eléctricos y estructurales.
- Limpieza periódica de módulos fotovoltaicos.
- Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema electromecánico.
- Elaboración de reportes de energía generada y rendimiento.

Equipos y herramientas utilizadas

- Plataforma SCADA y SmartLogger en operación continua.
- Vehículo utilitario para recorridas de inspección (1 unidad, 2 veces por semana).
- Equipo portátil de limpieza a presión para paneles (1 unidad, 6 h/mes).
- Herramientas ligeras para mantenimiento: paños, cepillos suaves, baldes, multímetros y calibradores.

Etapa: Abandono o desmantelamiento

Acciones principales

- Desmontaje y retiro de paneles, estructuras, inversores y equipos eléctricos.
- Desconexión del centro de transformación y celdas de media tensión.
- Extracción de canalizaciones y retiro de bases superficiales cuando corresponda.
- Desarme del obrador, accesos internos y rutas temporales de obra.
- Transporte de residuos a sitios habilitados para disposición final.

Equipos y herramientas utilizadas

- Grúa hidráulica para desmontaje de equipos y estructuras (1 unidad, 5 h/día).
- Manipulador telescopico para retiro de paneles y estructuras (1 unidad, 5 h/día).



- Retroexcavadora para extracción de canalizaciones y bases menores (1 unidad, 4 h/día).
- Camiones volcadores para traslado de elementos y residuos (2 unidades, 4 viajes diarios cada uno).
- Vehículo utilitario para recorridas y transporte de personal (1 unidad, 2 usos diarios).
- Herramientas manuales como palas, picos, cortadoras de cable, llaves aisladas, martillos, carretillas y amoladoras portátiles para tareas puntuales.

III.B.4 Materiales Listar los materiales que se utilizarán en ambas etapas, especificando el tipo, volumen y forma de traslado del mismo. En caso de que se utilicen recursos naturales de la zona (áridos, arcillas, madera u otros), indicar cantidad y procedencia.

Los materiales se dividen en cuatro grupos principales: módulos y estructuras, equipos eléctricos de media tensión, balance of system y materiales de comunicaciones y control. Los trasladados se realizarán mediante transporte en camiones desde depósitos o proveedores de acuerdo a la naturaleza del productos.

Ítem (según Memoria Descriptiva)	Material / Equipo	Detalle técnico	Cantidad	Unidad	Forma de traslado
1	Módulos fotovoltaicos	Panel monocristalino LONGi 620 Wp; eficiencia mayor al 21 por ciento; tensión máxima 1500 VDC	2832	unidades	Transporte en pallets desde proveedor oficial hasta predio
1	Estructuras fijas	Estructuras galvanizadas, inclinación 30 grados, hinca directa	2832	unidades	Camión semi y camión grúa para descarga
1	Inversores	Huawei SUN2000-330KTL-H1, trifásicos de 330 kW, MPPT	5	unidades	Transporte en embalaje original con grúa de descarga
1	Datalogger	Huawei SmartLogger	1	unidad	Transporte protegido en caja certificada



1	Centro de Transformación	Subestación contenerizada 20 pies, 3,2 MVA, con celdas Ormazabal	1	unidad	Traslado en carretones especiales con asistencia de camión grúa
4.1	Cerco perimetral	Alambrado olímpico galvanizado de 2 m de altura	600	metros	Transporte en rollos y postes en pallets
4.1	Platea Centro de Transformación	Hormigón armado 6 x 3 x 0,50 m	1	unidad	Material elaborado en planta hormigonera local y transportado en mixer
4.1	Bases menores	Fundaciones de hormigón H-20 (0,8 x 0,8 x 1 m)	3	unidades	Hormigón elaborado local; traslado en mixer
4.1	Cámaras de H°A°	Cámaras de 1,5 x 2 x 1,5 m	2	unidades	Transporte en camión grúa
4.1	Soportes para inversores	Kits metálicos según diseño	5	kits	Transporte en pallets
4.1	Alero de protección	Protección solar metálica para inversores	5	unidades	Transporte en camión cerrado
4.2	Cable solar 6 mm ²	Cu PV1500, aislamiento 1500 VDC	25.000	metros	Bobinas de cable transportadas en camión semi
4.2	Cable solar 10 mm ²	Cu PV1500 1500 VDC	5.000	metros	Bobinas en pallets
4.2	Cables AC 240 mm ²	Al XLPE 1x240 mm ²	1.000	metros	Carretes de alta capacidad
4.2	Cables AC 300 mm ²	Al XLPE 1x300 mm ²	1.000	metros	Carretes especiales de transporte



4.2	Cables MT 300 mm ²	RHZ1 36 kV	400	metros	Bobinas certificadas para MT
4.2	Cables MT 240 mm ²	RHZ1 36 kV	200	metros	Bobinas certificadas
4.2	Empalmes MT	Kits trifásicos	10	kits	Cajas certificadas
4.2	Cable puesta a tierra 35 mm ²	Cobre desnudo	500	metros	Rollos de cable
4.2	Cable puesta a tierra 50 mm ²	Cobre desnudo	500	metros	Rollos
4.2	Cables auxiliares CT y SACU	Retenax 3x10 mm ²	1000	metros	Bobinas
4.2	Conectores MC4	Macho/hembra 6 y 10 mm ²	600	unidades	Cajas
4.2	Jabalinas	Cobre-acero 2 m	20	unidades	Transporte en paquetes
4.2	Conectores PAT	Morcetos	50	unidades	Caja cerrada
4.2	Conectores Al/Cu	Bimetálicos	20	unidades	Caja
4.2	Tubo corrugado 40 mm	PVC o PEAD	500	metros	Atados en camión
4.2	Tubo corrugado 110 mm	PVC o PEAD	300	metros	Atados en camión
4.2	Tubo corrugado 160 mm	PVC o PEAD	200	metros	Atados en camión
4.2	Tritubo FO 40 mm	PVC	200	metros	Bobinas
4.2	Arquetas plásticas	0,6 x 0,6 m	10	unidades	Transporte en pallets
4.3	Cable RS485	Comunicación estación meteorológica	200	metros	Bobinas



4.3	Cable Ethernet F/UTP	Tablero SCADA	200	metros	Bobinas
4.3	Fibra óptica	Monomodo 6/12 hilos	300	metros	Carrete protegido
4.3	Tablero de comunicaciones	Switch y IOLogic	1	unidad	Caja rígida
4.3	PPC	Power Plant Controller	1	unidad	Embalaje técnico
4.3	SCADA	Sistema completo	1	unidad	Embalaje reforzado
4.3	Estaciones meteorológicas	Completa	2	unidades	Cajas con amortiguación
4.4	Sistema SOTR	Tiempo real y medición comercial	1	unidad	Embalaje técnico
4.5	SSAA y luminarias	Lote completo para CTs	1	lote	Pallets

Recursos naturales utilizados

Se emplearán áridos (arena lavada y piedra partida) para rellenos y bases de hormigón. Su procedencia será de canteras habilitadas por la Municipalidad de Puerto Madryn y el Ministerio de la Producción. El volumen estimado es el siguiente:

- Arena lavada: 60 m³
- Árido grueso: 80 m³
- Suelo granular para compactación: 120 m³

III.B.5. Obras y servicios de apoyo

La ejecución del proyecto requiere de una serie de obras provisorias, instalaciones auxiliares y servicios de apoyo destinados a facilitar las tareas de preparación del terreno y construcción. Estas obras no forman parte de las infraestructuras permanentes del parque solar, pero resultan indispensables para asegurar la correcta logística, seguridad operativa y provisión de insumos durante el desarrollo de las actividades.

Etapa de preparación del terreno



Obrador provisorio

Instalación de un espacio destinado a la administración de obra, resguardo de herramientas y almacenamiento temporal de materiales. Comprende un contenedor oficina, un módulo depósito y un sector de acopio ordenado. La estructura es desmontable y su ubicación se selecciona en un área con fácil acceso a los caminos internos.

Sanitarios químicos y servicio de higiene

Colocación de unidades sanitarias móviles con servicio de limpieza periódica, indispensables para el personal de obra durante las primeras etapas, contratados a una empresa habilitada. Su ubicación se mantendrá alejada de zonas de escorrimiento para evitar riesgos de contaminación.

Caminos internos provisorios

Apertura y acondicionamiento de vías internas para circulación de maquinaria liviana y vehículos de apoyo. Se realiza mediante retiro superficial de suelo y compactación ligera, permitiendo el tránsito seguro durante la nivelación del predio.

Área de acopio de suelo y materiales

Sector delimitado dentro del predio para almacenamiento de suelo excedente, materiales de aporte y elementos de obra. Se señaliza y se mantiene alejado de zonas de drenaje natural.

Servicios de abastecimiento

Provisión inicial de energía eléctrica mediante generadores portátiles y suministro de agua para tareas de obra y limpieza de maquinaria.

Etapa de construcción

Ampliación y consolidación de caminos internos

Refuerzo de los caminos provisorios mediante compactación adicional, estabilización del suelo y marcado de zonas de circulación. Permite el ingreso de camiones, grúas y equipos de montaje.

Zona de armado y premontaje

Superficie nivelada destinada al preensamblaje de estructuras metálicas y módulos antes de su instalación. Se utiliza para optimizar la logística interna y reducir tiempos de montaje sobre el terreno.

Plataformas para equipos principales

Adecuación temporal de superficies para montaje del centro de transformación, celdas de media tensión, inversores y tableros auxiliares. Incluye nivelación fina y accesos para grúas y camiones.



Puntos de conexión auxiliar

Instalación de tomas eléctricas temporales y tendidos provisorios para uso de herramientas eléctricas, equipos de medición y sistemas de control durante el montaje.

Estacionamiento y circulación interna

Designación de un área para estacionamiento de vehículos de personal y contratistas, evitando interferencias con la zona activa de obra.

Gestión de residuos de obra

Instalación de contenedores específicos para residuos sólidos, restos de metal, embalajes y residuos peligrosos generados durante montaje eléctrico. Su disposición final se coordina el municipio.

Servicios de abastecimiento durante la construcción

Generadores trifásicos de mayor capacidad para pruebas eléctricas y uso de herramientas. Abastecimiento de agua para mezclas, limpieza y mitigación de polvo. Mantenimiento del servicio de sanitarios químicos y áreas de uso común.

III.B.6. Requerimientos de energía.

III.B.6.1. Electricidad. Indicar origen, fuente de suministro, potencia y voltaje. Adjuntar los certificados de factibilidad del proveedor.

Durante la preparación del terreno y construcción, la electricidad provendrá de grupos electrógenos diésel instalados en el obrador y áreas de trabajo. Estos equipos suministrarán energía para iluminación, herramientas, bombas, hormigonera, instrumental topográfico y de medición. En caso de disponerse habilitación por parte del distribuidor local, podrá incorporarse una conexión eléctrica temporal de Servicoop para carga liviana.

En la etapa de operación, la alimentación eléctrica principal del parque provendrá de la red de Servicoop, necesaria para los sistemas auxiliares, comunicaciones, SCADA, iluminación de seguridad y el funcionamiento del centro de transformación. El parque contará además con un grupo eléctrico de respaldo destinado exclusivamente a mantener los sistemas críticos en caso de cortes de energía.

III.B.6.2. Combustibles. Indicar tipo, fuente de suministro, cantidad que será almacenada, forma de almacenamiento y consumo por unidad de tiempo.

Se empleará combustible diésel para la operación de maquinaria pesada y grupos eléctricos. Su provisión será en sitios de carga de la ciudad habilitados a tal fin. NO se almacenará en el predio.



El consumo será variable según la etapa: mayor durante la preparación de sitio y construcción, y reducido en la etapa de abandono. No se contempla almacenamiento permanente de hidrocarburos en el sitio durante la operación del parque solar.

Requerimientos energéticos por etapa

- Etapa
- Fuente principal de electricidad
- Suministro complementario

Preparación del terreno

- Grupos electrógenos móviles diésel para obrador, iluminación y herramientas
- No se prevé una segunda fuente

Construcción

- Grupos electrógenos principales del obrador y equipos de obra
- Conexión temporal a la red de Servicoop, si se autoriza

Operación

- Suministro de Servicoop para SCADA, servicios auxiliares y sistemas de seguridad
- Grupo electrógeno de respaldo para emergencias

Abandono

- Grupos electrógenos móviles para desmontaje y herramientas
- No se prevé una segunda fuente

II.B.7. Requerimientos de agua ordinarios y excepcionales

El proyecto requiere el uso de agua tanto para actividades constructivas como para tareas de mantenimiento del predio y para el consumo humano del personal involucrado. El tipo de agua, sus volúmenes estimados, el origen, la forma de traslado y los métodos de almacenamiento se describen a continuación.

III.B.7.1. Agua para actividades de obra y mantenimiento

Durante la etapa de preparación del terreno y la construcción se utilizará agua de reuso destinada principalmente al control de polvo, riego de caminos internos, humectación durante pequeñas tareas de compactación y limpieza general del área de montaje. Este recurso provendrá del agua tratada de Pto Madryn adquirida a un proveedor autorizado por la Municipalidad de Puerto Madryn, quien entregará el agua mediante camiones cisterna de aproximadamente 20 m³ de capacidad por viaje.

El consumo estimado para estas actividades se encuentra entre 6 y 10 m³ por día en períodos de mayor actividad, pudiendo reducirse conforme avance el montaje de estructuras. El



agua será descargada en un punto de acopio temporal dentro del obrador en un tanque plástico reforzado de 5.000 litros, desde donde se distribuirá mediante motobomba hacia los sectores de trabajo. No se prevén extracciones directas desde fuentes hídricas naturales del área de implantación ni perforaciones nuevas.

En la etapa de operación, la necesidad de agua se limitará al lavado periódico de paneles fotovoltaicos, el cual se estima en aproximadamente 8 m³ por evento de limpieza, con una frecuencia proyectada de 4 a 6 veces al año, dependiendo de la acumulación de polvo y de las condiciones ambientales locales. El suministro continuará realizándose mediante camiones cisterna contratados a proveedores habilitados..

III.B.7.2. Agua para consumo humano

El personal afectado a la obra consumirá agua envasada adquirida a proveedores locales autorizados. Se estima un consumo promedio de 2 a 2,5 litros por persona por día. Considerando una dotación diaria de 12 a 15 trabajadores en obra, el requerimiento diario se ubica entre 24 y 37,5 litros, equivalentes a uno o dos bidones de 20 litros por jornada laboral. Durante la operación del parque, el consumo se reduce a aproximadamente 6 a 8 litros por visita técnica, debido a la baja permanencia de personal en el sitio.

No se prevé almacenamiento permanente de agua potable en el predio, dado que el abastecimiento se realizará mediante la provisión regular de bidones sellados. Este esquema permite garantizar la calidad del agua consumida y evita el uso de instalaciones fijas de potabilización o depósitos de mayores dimensiones.

III.B.7.3. Factibilidad de suministro

Los distintos proveedores locales de agua de reuso y agua envasada cuentan con habilitación municipal para su operación.

La contratación de estos servicios garantiza disponibilidad continua durante todas las etapas del proyecto. La documentación respaldatoria se adjuntará en el anexo correspondiente, conforme a los requerimientos del procedimiento de evaluación ambiental.

III.B.8. Residuos generados (urbanos, y peligrosos). Listar los tipos de residuos que se generarán durante la etapa de preparación del sitio y la de construcción, indicando cantidad estimada, forma de tratamiento y/o disposición final para cada tipo.



Etapa	Corriente de residuo	Tipo de residuo	Cantidad estimada	Unidad	Frecuencia / periodo	Tratamiento y disposición final
Preparación del terreno	Restos de vegetación por desmalezado y limpieza de suelos	Asimilable a RSU / restos verdes	3.000	kg (≈ 3 t)	Durante la etapa	Acopio en sitio, triturado y disposición en relleno sanitario habilitado o envío a compostaje controlado en vivero municipal.
Construcción	RSU domiciliarios de obra (comida, latas, bolsas, EPP no contaminados, packaging)	RSU	80	kg/ mes	Mientras dure la construcción	Recolección diferenciada y disposición en relleno sanitario municipal.
Construcción	Cartón y papel	Reciclabile	20	kg/ mes	Mientras dure la construcción	Segregación en origen y envío a cooperativas o gestores de reciclaje.
Construcción	Plásticos (botellas, envoltorios, films, strech)	Reciclabile / RSU	30	kg/ mes	Mientras dure la construcción	Segregación y envío a reciclaje o compactación para disposición final en relleno autorizado.



Construcción	Maderas de encofrado y embalaje	Asimilable a RSU / reciclable	200	kg/ mes	Mientras dure la construcción	Reutilización en obra; excedentes a relleno autorizado o chipado para reciclado energético o material.
Construcción	Metales férricos (chatarra de cortes, sobrantes de estructura)	Reciclabile (chatarra)	30	kg/ mes	Mientras dure la construcción	Acopio temporal seguro y retiro por recuperador o chatarrero habilitado.
Construcción	Residuos peligrosos de obra (aerosoles, trapos y cartones contaminados, restos de pintura, solventes, aceites usados, envases contaminados, electrodos, suelos con hidrocarburos)	Peligros o (Ley 24.051)	5	kg/ mes	Mientras dure la construcción	Segregación, almacenamiento en contenedores identificados y estancos; retiro por transportista habilitado y disposición final en operador autorizado.
Operación	RSU de oficina y personal (papel, cartón, residuos de limpieza,	RSU	10	kg/ mes	En etapa de operación	Disposición como RSU municipal mediante sistema de recolección urbana.



	restos de comida)					
Operación	Residuos de mantenimiento (cajas de cartón, plásticos de embalaje, pequeños restos de repuestos)	Reciclab le / RSU	10	kg/ mes	En etapa de operación	Segregación en fracciones reciclables y envío a reciclaje; excedentes a relleno sanitario.
Abandono / desmantelamiento	RSU generados por cuadrilla (alimentación, embalajes, EPP sin contaminar)	RSU	50	kg/ mes	Durante el desmantelamiento	Disposición como RSU municipal en relleno sanitario habilitado.
Abandono / desmantelamiento	Chatarra metálica (estructuras, soportes y herrajes fuera de uso)	Reciclab le (chatarra)	20.000	kg (≈ 20 t)	Al final de la vida útil / cierre	Recuperación, clasificación y venta a chatarrero habilitado o gestor de reciclaje de metales.
Abandono / desmantelamiento	Restos de cables y conectores	Reciclab le	5.000	kg (≈ 5 t)	Al final de la vida útil / cierre	Segregación de metales y polímeros y reciclaje mediante recuperador especializado; excedentes a disposición autorizada.



Abandono / desmantelamiento	Maderas de embalajes o soportes restantes	Asimilable a RSU / reciclable	1.000	kg (≈ 1 t)	Durante el desmantelamiento	Reutilización, reciclado o disposición final en relleno autorizado según calidad y grado de contaminación.
Abandono / desmantelamiento	Residuos peligrosos (aceites, trapos contaminados, envases con hidrocarburos u otros productos)	Peligroso (Ley 24.051)	10	kg	Durante el desmantelamiento	Segregación y almacenamiento seguro; retiro por operador habilitado de residuos peligrosos y disposición en instalación autorizada.

III.B.9. Efluentes generados (cloacales y otros). Indicar caudal, caracterización, tratamiento y/o destino final. Precisar concentración de contaminantes en el punto de descarga a cuerpo receptor.

No hay efluentes líquidos asociados al proyecto

III.B.10. Emisiones a la atmósfera (vehicular y otras) Para fuentes fijas, indicar caudal, caracterización, y tratamiento, precisando concentración de contaminantes en el punto de descarga de la emisión a la atmósfera.

Las actividades del proyecto generan emisiones vinculadas principalmente al uso de maquinaria con motores a explosión, la puesta en suspensión de material particulado y la producción de ruido durante la preparación del terreno, construcción y abandono. La zona de afectación directa se circunscribe al interior del predio del parque solar y bordes inmediatos, mientras que la afectación indirecta fuera del predio se considera baja y en la mayoría de los casos prácticamente imperceptible, salvo en condiciones de viento intenso propias de la región.



1. Emisiones de motores a explosión

Las retroexcavadoras, motoniveladoras, camiones volcadores, manipuladores telescopicos, compactadores y grupos electrógenos utilizados en la obra constituyen la principal fuente de emisiones atmosféricas durante la preparación del terreno, la construcción y el abandono.

Estas emisiones incluyen dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, hidrocarburos no quemados y material particulado fino derivado de la combustión del diésel. El radio de afectación directa se estima en el interior del predio y hasta aproximadamente 50 metros en torno a las áreas de operación de maquinaria. La afectación indirecta puede extenderse a más de 100 metros, especialmente en sectores de acceso vehicular, sin superar niveles críticos para el entorno industrial donde se ubica el proyecto.

2. Material particulado y polvo en suspensión

La remoción superficial de suelos, el nivelado, las excavaciones y el tránsito de maquinaria pesada sobre caminos interiores no estabilizados generan niveles temporales elevados de polvo en suspensión, particularmente en días con viento. El suelo local presenta fracciones finas susceptibles a la erosión eólica, lo que incrementa el desplazamiento de partículas más allá del área de obra.

La afectación directa comprende el interior del predio y un radio de hasta 50 metros, donde pueden registrarse depósitos visibles sobre estructuras y vegetación baja. En condiciones de viento moderado a fuerte, la dispersión puede superar los 100 metros, alcanzando áreas próximas del parque industrial y sectores expuestos hacia el sudeste, en dirección al Parque Ecológico El Doradillo.

3. Ruido generado por maquinaria y vehículos

Los motores a explosión generan niveles de ruido variables según la potencia del equipo, el tipo de actividad y la distancia al receptor. Las fases de preparación del terreno y construcción presentan los mayores niveles de presión sonora debido al uso simultáneo de maquinaria pesada, mientras que en la operación el ruido se limita a tránsito esporádico y al uso eventual del grupo eléctrico de respaldo.

La zona de afectación directa incluye el predio y bordes inmediatos, con atenuación progresiva hacia el exterior. La afectación indirecta a más de 100 metros es baja, teniendo en cuenta el carácter industrial de la zona y la presencia de otras fuentes de ruido existentes en el Parque Industrial de Puerto Madryn.

4. Otras emisiones atmosféricas

De manera secundaria, durante las tareas de montaje y desmontaje se producen emisiones asociadas a soldadura, aplicación de pinturas y uso de solventes. Estas emisiones incluyen



compuestos orgánicos volátiles y aerosoles metálicos en concentraciones bajas, con un radio de afectación que no supera los 50 metros desde el punto de trabajo y sin contribución significativa más allá del predio.

III.B.11. Desmantelamiento de la estructura de apoyo. Indicar el destino final de las obras y servicios de apoyo empleados en esta etapa.

Obrador

Incluye módulos de oficina, comedor, paños y pequeño taller montados en estructuras metálicas tipo contenedor. Una vez finalizada la etapa de construcción, estas unidades se retirarán por completo del predio y serán devueltas al proveedor o reasignadas a otras obras. No quedará infraestructura fija asociada al obrador.

Caminos internos provisorios

Los caminos que se hayan ejecutado únicamente para la circulación de maquinaria durante la obra y que no resulten necesarios para la operación serán desmantelados o integrados nuevamente al entorno mediante restitución del suelo. Los viales principales destinados al acceso y mantenimiento quedarán como parte de la infraestructura operativa permanente del parque.

Depósitos y patios de acopio

Los sectores utilizados para almacenamiento temporal de materiales y equipos serán desarmados una vez concluida la construcción. El área será restaurada y los residuos generados durante el proceso se clasificarán y trasladarán a operadores o sitios de disposición final autorizados.

Instalaciones auxiliares

Incluyen sanitarios químicos, grupos electrógenos y cercos del obrador. Todas estas instalaciones se retirarán al finalizar la obra. Los grupos electrógenos serán devueltos a su empresa proveedora y los residuos sanitarios serán gestionados mediante un operador habilitado conforme a la normativa vigente

II.C. Etapa de Operación y Mantenimiento

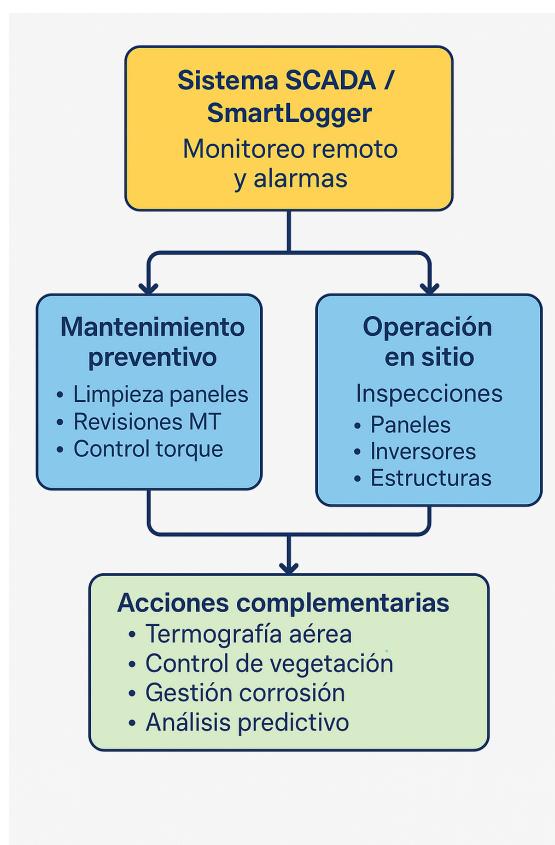
La operación del Parque Solar Fotovoltaico se basa en la generación eléctrica distribuida a partir de 2832 módulos solares monocristalinos de 620 Wp, montados sobre estructuras de inclinación fija de 30 grados. Cada módulo entrega energía en corriente continua, que es conducida a través de cableado solar hacia los tableros de corriente continua equipados con protecciones contra sobrecorriente, cortocircuito y sobretensiones transitorias. Desde estos tableros, los circuitos se interconectan mediante conectores MC4 a los inversores de potencia.

La conversión de corriente continua a corriente alterna se realiza mediante cinco inversores trifásicos Huawei SUN2000-330KTL-H1, con una potencia nominal unitaria de 330 kWac y tensión



de salida de 800 Vac. La capacidad total instalada asciende a 1,65 MWac. La energía producida se conduce por medio de cables subterráneos de baja tensión hasta el centro de transformación compacto de 3,2 MVA, el cual integra transformador elevador, celdas de protección y equipos de maniobra. Desde este punto, la energía se eleva a 33 kV y se inyecta a la red mediante una vinculación de 350 metros de cableado de media tensión, instalada en zanja con cama de arena, señalización y protección mecánica acorde a normativa aplicable.

El parque operará principalmente de manera remota mediante un sistema de control y supervisión compuesto por SmartLogger Huawei, sistema SCADA y sensores ambientales. Este equipamiento permite monitoreo continuo, registro de variables de generación, diagnóstico de fallas, control de inversores y comunicación permanente con la distribuidora local para gestionar la entrega de energía al punto de conexión.



III.C.1 Programa de Operación

El programa de operación contempla actividades regulares orientadas a garantizar la continuidad del servicio y el desempeño energético esperado.

Monitoreo remoto: Supervisión permanente mediante SmartLogger y SCADA, con visualización de parámetros eléctricos, alarmas, curvas de generación y estados de equipos.



La operación se basa en supervisión continua remota mediante SmartLogger Huawei y plataforma SCADA, asegurando la lectura de variables de generación, estados eléctricos y condiciones ambientales. El sistema permite realizar maniobras controladas, gestionar alarmas y registrar indicadores de desempeño.

Operación en sitio: Un equipo reducido, de 3 personas, realizará recorridas programadas, inspecciones visuales, verificación de protecciones, limpieza de paneles y tareas de apoyo a las maniobras eléctricas. El acceso al predio se gestionará mediante control de ingreso.

Gestión energética: Se realizará el análisis periódico de indicadores de rendimiento tales como Performance Ratio, pérdidas térmicas, pérdidas por suciedad, eficiencia de conversión e índices de disponibilidad de inversores. La información se integra en reportes mensuales y trimestrales. Se realiza seguimiento sistemático de indicadores como Performance Ratio, eficiencia de inversores, energía diaria inyectada y factor de disponibilidad. Esta información permite identificar pérdidas, optimizar mantenimiento y verificar el cumplimiento de la curva de producción anual esperada.

Seguridad eléctrica: La operación contempla maniobras de desconexión en caso de fallas, verificación de continuidad de puesta a tierra, chequeo de protecciones y control del cerramiento perimetral para evitar accesos no autorizados.

Integración a red: La energía generada se entregará en 33 kV al punto de inyección acordado con la cooperativa local, bajo coordinación operativa y requerimientos de despacho y maniobras.

Personal de operación

Dotación prevista: entre tres y cinco personas con funciones de supervisión, mantenimiento eléctrico, limpieza de paneles y soporte operativo. Las funciones críticas de control y supervisión se realizan de manera remota desde el centro de monitoreo y no requieren presencia permanente en sitio.

Actividades principales de operación

Actividad	Descripción	Frecuencia
Supervisión remota	Monitoreo de inversores y CT mediante SmartLogger	Continua
Limpieza de paneles	Retiro de polvo y partículas	2 a 3 meses
Inspección de caminos	Control de accesibilidad	Mensual



Verificación de puesta a tierra	Medición y ajuste	Anual
Control de vegetación	Corte y despeje	Según crecimiento
Revisión de celdas MT	Control dieléctrico y protecciones	Semestral
Actualización de firmware	Inversores y SCADA	Según fabricante

Tipo de residuo	Cantidad estimada	Gestión
RSU de oficina	20 kg/mes	Recolección municipal
Embalajes	15 kg/mes	Reciclaje
Residuos peligrosos (filtros, trapos contaminados)	5 kg/mes	Ley 24.051

III.C.2 Programa de Mantenimiento

La operación y el mantenimiento requiere la aplicación de rutinas sistemáticas de inspección, limpieza, verificación eléctrica y gestión documental. Estas acciones buscan asegurar la continuidad del servicio, preservar la integridad de los equipos y garantizar que la generación se mantenga dentro de los parámetros de diseño. Los lineamientos aplicados en este proyecto integran los criterios establecidos por organismos internacionales y manuales de referencia de operación solar, adaptados a las condiciones ambientales de la región patagónica.

Según IRENA (2016), el mantenimiento adecuado es un factor crítico para asegurar un rendimiento sostenido del parque solar y prolongar la vida útil de módulos, inversores y transformadores. Asimismo, Huawei (2020) indica que el mantenimiento predictivo basado en datos del SmartLogger permite anticipar fallas, optimizar repuestos y minimizar tiempos de inactividad. La Guía de O&M para Sistemas FV del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2011) también establece que las tareas estructurales, eléctricas y de limpieza deben ejecutarse con periodicidad definida según las condiciones ambientales del sitio.



Mantenimiento preventivo

Las tareas preventivas incluyen:

- Limpieza de paneles cada dos o tres meses, ajustable según condiciones climáticas.
- Inspección trimestral de inversores, ventilación, conexiones y actualizaciones de firmware.
- Control semestral del centro de transformación y celdas de media tensión.
- Inspección anual de la malla de puesta a tierra, jabalinas y cables de protección.
- Verificación anual del estado de estructuras y anclajes mecánicos.
- Control de vegetación y del manejo del polvo en zonas áridas de alta erosión eólica

Limpieza de paneles según condiciones ambientales

La acumulación de material particulado puede reducir significativamente la radiación efectiva sobre las superficies fotovoltaicas. La Guía IDAE (2011) recomienda ajustar la frecuencia de limpieza considerando polvo local y régimen de lluvias, lo cual coincide con el enfoque adoptado en este proyecto.

Inspecciones mecánicas y eléctricas de rutina

Los manuales técnicos indican que la vibración por viento, la corrosión salina y los ciclos térmicos generan relajación en uniones mecánicas y desgastes en aislaciones. Las inspecciones trimestrales de inversores, estructuras y conexiones contempladas en este proyecto responden a estas recomendaciones.

Seguridad eléctrica

Los manuales señalan la importancia de aplicar procedimientos de bloqueo y señalización, puesta a tierra temporal y verificación de ausencia de tensión antes de cualquier intervención. Las prácticas propuestas respetan estas recomendaciones según los estándares internacionales.



Gestión del pastizal, control de vegetación y prevención de incendios

La cartilla técnica de manejo de vegetación en instalaciones eléctricas (Villavicencio, 2020) establece que la vegetación debe mantenerse por debajo de niveles que comprometan la seguridad o generen sombreados. La incorporación de un plan de desmalezado y control de biomasa en este proyecto se alinea con estas indicaciones.

Mantenimiento correctivo

Incluye reemplazo de módulos dañados, reparación o cambio de inversores, correcciones en estructuras metálicas y ajustes en tableros o cableado cuando se detectan fallas mediante el sistema SCADA.

Mantenimiento predictivo

Se utilizan tendencias históricas del SmartLogger para anticipar fallas de inversores, identificar pérdidas anómalas y planificar intervenciones. Se realizan comparaciones con modelos de simulación (PVsyst) para evaluar desvíos respecto de la producción teórica.

Monitoreo continuo del rendimiento

El sistema SCADA y el SmartLogger habilitan el seguimiento en tiempo real de variables de generación, alarmas y estados de operación. Esto permite aplicar criterios de mantenimiento predictivo sugeridos por los manuales internacionales, basados en la detección de desviaciones respecto al rendimiento esperado (IRENA, 2016).

Gestión ambiental de residuos

Los residuos no peligrosos generados en esta etapa incluyen embalajes, cartón, plásticos, restos menores de mantenimiento, materiales de limpieza y residuos asimilables a urbanos. La gestión se realiza mediante:

- Segregación en origen en contenedores diferenciados.
- Acopio temporal en un punto limpio interno, diseñado para evitar dispersión por viento y contacto con agua de lluvia.
- Traslado periódico a disposición municipal o reciclaje, según corresponda.
- Registro de cantidades y movimientos en planillas de operación del parque.



Esta gestión se ajusta a las recomendaciones de operación de instalaciones solares donde se enfatiza la importancia del acopio ordenado y la minimización de residuos voluminosos (Instituto de Energía de Villavicencio, 2021).

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos generados durante la operación provienen principalmente del mantenimiento de equipos eléctricos, por ejemplo:

- Aceites dieléctricos en pequeñas cantidades provenientes de componentes auxiliares.
- Trapos, paños o absorbentes contaminados con hidrocarburos.
- Filtros, aerosoles, envases con restos de lubricantes o solventes.
- Residuos contaminados provenientes de reparaciones de cableado o tableros.

La gestión se realiza según los lineamientos de la Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051, que establece que todo generador debe:

- Segregar y almacenar estos residuos en contenedores herméticos e identificados.
- Mantenerlos en un depósito temporal de residuos peligrosos dentro del predio, bajo condiciones de seguridad.
- Contratar un transportista y un operador habilitado para su retiro y tratamiento.
- Conservar manifiestos, certificados de tratamiento y documentación respaldatoria.

Estas prácticas coinciden con los lineamientos de operación segura para infraestructuras eléctricas, donde se indica la obligación de garantizar la trazabilidad de todos los residuos contaminados y evitar su mezcla con corrientes no peligrosas (Instituto de Energía de Villavicencio, 2021).

III.C.3. Equipo requerido para las etapas de operación y mantenimiento

Las actividades de operación y mantenimiento del parque solar requieren equipamiento específico para garantizar la continuidad del servicio, la seguridad eléctrica y el adecuado funcionamiento de los componentes principales del sistema fotovoltaico. El conjunto de equipos se



organiza para cubrir tareas de inspección, limpieza, mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, siguiendo las recomendaciones del Manual de Operación y Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas y criterios técnicos nacionales e internacionales (Villavicencio, 2018).

Equipamiento requerido

Vehículo utilitario de operación: Capacidad para transportar herramientas y personal técnico. Se utiliza para recorridas semanales de inspección del predio y equipos. Capacidad de carga estimada: 600 a 800 kg.

Equipo portátil de limpieza de paneles: Sistema de agua a presión controlada, con caudal aproximado de 8 a 12 L/min y boquillas de bajo impacto. Se emplea para la remoción de polvo acumulado. Puede complementarse con pétigas telescópicas con cepillos suaves para limpieza manual.

Sistema de monitoreo SCADA y SmartLogger: Equipos electrónicos destinados a la supervisión de rendimiento, registro histórico de datos, control de alarmas y comunicación con los inversores. Operación continua bajo alimentación de servicios auxiliares.

Multímetros digitales de categoría industrial: Para mediciones en alterna y continua, pruebas de continuidad, identificación de fallas en strings e inspección de tableros. Capacidad mínima: 1000 VDC y 600 VAC True RMS.

Pinza amperométrica para CC y CA: Equipo de medición de corriente hasta 1000 A, necesario para verificar strings, inversores y conductores principales.

Detector de tensión y comprobador de ausencia de tensión: Instrumento fundamental para tareas seguras en inversores, tableros y cables de media tensión, compatible con rangos desde 0 hasta 1000 V.

Termómetro infrarrojo portátil: Complementa la termografía aérea para verificaciones rápidas de temperatura en superficies de paneles, conexiones y transformadores.

Herramientas manuales aisladas: Juegos de llaves, destornilladores, alicates, cortacables y pelacables con aislamiento certificado para 1000 V, necesarios para tareas correctivas y ajustes menores.

Conjunto de equipos para mantenimiento de puesta a tierra: Incluye medidor de resistencia de tierra, jabalinas de repuesto y conectores. Se emplea para verificaciones anuales de la malla de tierra y el estado de los conductores de protección.

Equipos de seguridad personal (EPP): Incluyen casco dieléctrico, guantes clase 0 y clase 2, protección ocular, ropa ignífuga y calzado de seguridad. Requeridos para trabajos en tensión y



mantenimiento de media tensión, conforme recomendaciones técnicas del manual de operación (Villavicencio, 2018).

Grupo electrógeno portátil para emergencias operativas: Potencia estimada: 6 a 10 kVA, utilizado en caso de interrupciones del suministro eléctrico que afecten SCADA, iluminación o equipos de monitoreo.

Kit de lubricación y pequeñas herramientas de montaje: Aplicado únicamente en mecanismos auxiliares del centro de transformación y gabinetes, respetando los protocolos del fabricante.

Equipo / Herramienta	Función principal	Capacidad / Especificación	Frecuencia de uso	Observaciones
Vehículo utilitario 4x2 / 4x4	Traslado de personal y herramientas dentro del parque	1 tonelada de carga	2 a 3 recorridos por semana	Debe contar con kit de seguridad eléctrica
Hidrolavadora a presión	Limpieza de módulos FV	120–150 bar, caudal 6–8 L/min	Cada 2–3 meses	Utilizar agua no mineralizada o tratada
Equipo de medición eléctrica (multímetro TRMS, pinza amperométrica)	Verificación de parámetros en CA/CC	600–1000 V categoría CAT III	Uso semanal o según evento	Indispensable para diagnóstico en campo
Juego de llaves aisladas	Ajustes mecánicos y eléctricos	Aislación hasta 1000 V	Uso continuo	Para mantenimiento de tableros e inversores
Kit de torque para estructuras	Verificación de ajustes mecánicos	Rango 10–200 Nm	Anual	Reduce fallas estructurales por aflojamiento



Estación de limpieza manual (cepillos suaves, paños)	Limpieza puntual de módulos	—	Semanal o según polvo acumulado	Para intervenciones rápidas
Sistema SCADA y SmartLogger	Monitoreo remoto y alarmas	Operación continua 24/7	Permanente	Registro histórico de performance
Kit para mantenimiento de puesta a tierra	Medición de resistencia	Equipo telurómetro	Semestral	Garantiza continuidad del sistema PAT
Banco de baterías portátil	Energía auxiliar para equipos de diagnóstico	12–24 V	Según necesidad	Reemplaza uso de generador para pequeñas tareas
Equipos de protección personal para O&M	Seguridad de personal técnico	Casco, guantes dieléctricos, calzado, arnés	Diario	Según Res. SRT y AEA
Aspiradora industrial	Limpieza de tableros, salas técnicas	20–30 L	Mensual	Evita acumulación de polvo conductor
Herramientas de corte y conexión	Manejo de cableado CC y CA	Pelacables solares, crimpadoras MC4	Uso continuo	Compatibles con PV1500
Kit de lubricación liviana	Mantenimiento de bisagras y componentes móviles	Lubricantes no conductivos	Trimestral	Solo para componentes no eléctricos



III.C.4 Recursos naturales del área que serán aprovechados

El proyecto de generación fotovoltaica no implica la extracción directa de recursos naturales del área, dado que su funcionamiento se basa en el aprovechamiento de una fuente renovable e inagotable como la radiación solar. Durante la etapa de operación, la única fuente de energía utilizada para la producción eléctrica corresponde a la irradiancia incidente sobre los módulos fotovoltaicos, sin requerir combustibles fósiles ni insumos energéticos de origen no renovable. Esto lo posiciona como un proyecto de energías limpias, con un nivel mínimo de interacción con los recursos del entorno.

El uso de recursos naturales se limita a consumos auxiliares asociados a tareas de mantenimiento, inspección y limpieza del predio. Las intervenciones no modifican de manera significativa las condiciones del suelo, la vegetación o el régimen hídrico del área.

Recursos naturales aprovechados

Radiación solar.

Es el recurso primario del proyecto y la base del proceso de generación eléctrica. Su disponibilidad es continua y no representa un consumo en términos convencionales, dado que no se altera ni reduce por el funcionamiento del parque fotovoltaico. La captación se realiza mediante los 2.832 módulos solares instalados.

Agua para limpieza de paneles

El agua empleada para la limpieza programada de módulos será agua de calidad no potable, adquirida a proveedores habilitados y transportada en camiones cisterna. Esta actividad no utiliza agua del entorno del proyecto ni implica captación desde cursos superficiales o subterráneos.

Consumo estimado: entre 200 y 400 litros por jornada de limpieza, con una frecuencia aproximada trimestral, ajustada según condiciones de polvo y vientos.

Procedencia de recursos

Los recursos utilizados no se obtienen del ambiente inmediato, sino que provienen de fuentes externas:

- Radiación solar: recurso ambiental renovable sin extracción.
- Agua de reuso: proveedores locales autorizados, sin afectación a napas ni cuerpos hídricos.
- Materiales de mantenimiento: insumos industriales transportados desde proveedores externos.



Recurso natural	Tipo	Cantidad estimada	Frecuencia	Procedencia
Radiación solar	Energía renovable	No aplica (recurso no consumible)	Continuo	Ambiente natural
Agua de reuso	No potable	200–400 L por jornada	Cada 60–90 días	Proveedor habilitado – transporte en cisterna
Suelo (uso puntual)	Superficie del predio	≤ 0,01 ha por ajustes menores	Eventual	Área interna del parque

III.C.5 Materias primas e insumos utilizados durante la operación

El proyecto solar fotovoltaico no utiliza materias primas en el sentido industrial convencional, ya que la generación eléctrica se basa en la captación de la radiación solar. Sin embargo, durante la operación y el mantenimiento se emplean insumos técnicos necesarios para sostener el funcionamiento seguro y eficiente del sistema.

1. Energía solar

Tipo: recurso renovable, no consumible.

Cantidad: variable según irradiancia del sitio; promedio anual estimado superior a 2000 kWh/m² (Electroluz SRL, 2024).

Procedencia: recurso natural local, sin extracción física.

2. Agua para limpieza de paneles

Tipo: agua tratada o agua reutilizada de origen externo.

Cantidad: 1 a 2 litros por metro cuadrado por evento, frecuencia aproximada bimestral.

Procedencia: proveedor externo autorizado; traslado mediante camión cisterna.

3. Productos de mantenimiento

Tipo: detergentes neutros para limpieza, lubricantes menores, materiales dieléctricos para reemplazo de pequeños componentes.

Cantidad: menor a 5 litros por mes según registros típicos de mantenimiento en parques solares.



Procedencia: proveedores industriales locales.

4. Insumos eléctricos y electrónicos

Tipo: fusibles, conectores MC4, elementos de fijación, sensores ambientales y kits de mantenimiento.

Cantidad: según demanda correctiva; estimado en 1 a 3 kits por año.

Procedencia: distribuidores oficiales de Huawei y otros proveedores eléctricos.

III.C.6. Productos finales

El único producto final del proceso es la energía eléctrica generada por los 2832 módulos fotovoltaicos y procesada por los cinco inversores principales.

Producto final del sistema fotovoltaico

1. Energía eléctrica en corriente alterna

Tipo: electricidad renovable.

Cantidad: potencia instalada de 1,65 MWac; generación anual estimada en función del recurso solar local (aprox. 3.000 a 3.600 MWh/año).

Destino: entrega en el punto de inyección de media tensión de 33 kV, a 350 metros del parque.

No se generan bienes materiales, descargas líquidas ni emisiones relevantes durante la operación normal.

III.C.7. Subproductos por fase del proceso

No se generan

III.C.8. Transporte de materias primas, productos finales y subproductos

El proyecto, por su naturaleza renovable, implica flujos de transporte reducidos.

Transporte de insumos

1. Agua para limpieza

Forma de transporte: camión cisterna.

Frecuencia: bimestral o según necesidad.

Cantidad por transporte: aproximadamente 10.000 a 20.000 litros.

Condiciones: suministro externo con proveedor habilitado.



2. Insumos eléctricos y repuestos

Forma de transporte: vehículos utilitarios o camión de pequeño porte.

Cantidades: pequeñas, bajo demanda según mantenimiento correctivo.

Procedencia: distribuidores regionales.

Transporte del producto final

La electricidad generada no se transporta de forma física mediante vehículos; su transmisión se realiza mediante la infraestructura técnica:

1. Conexión subterránea y aérea

Tipo: cables subterráneos de aluminio XLPE RHZ1 de sección entre 240 y 300 mm² hasta el centro de transformación y luego línea aérea de media tensión de 33 kV.

Longitud: 350 metros hasta el punto de inyección.

Forma de transporte: flujo eléctrico continuo hacia la red Servicoop.

III.C.9. Fuente de suministro y voltaje de energía eléctrica requerida

La operación del Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa requiere un suministro eléctrico continuo para el funcionamiento de los sistemas de control, comunicaciones, servicios auxiliares, iluminación de seguridad, protección eléctrica y equipamiento del centro de transformación. Este suministro se gestiona bajo un esquema de operación remota, complementado por sistemas locales de respaldo y medidas de seguridad operativa.

Fuente de suministro

El abastecimiento eléctrico principal del parque durante la etapa de operación proviene de la red de distribución de Servicoop, conforme a los lineamientos y condiciones técnicas establecidas por el proveedor. La energía suministrada se destina exclusivamente a los consumos auxiliares del parque, dado que la generación principal proviene de los módulos fotovoltaicos que inyectan energía a la red en media tensión.

Durante la etapa de construcción y en situaciones excepcionales de operación, el parque podrá disponer de grupos electrógenos móviles que garantizan continuidad de servicio ante eventuales interrupciones del suministro externo. Estos equipos de respaldo se emplean únicamente en contingencias.

Voltaje y características del suministro

El sistema auxiliar del parque opera en niveles de tensión baja y media según lo definido en el proyecto ejecutivo. Los equipos de control, comunicaciones, medición y servicios auxiliares son



alimentados con tensiones estándar de baja tensión, mientras que la vinculación entre el centro de transformación y la red de media tensión se realiza a 33 kV.

El punto de inyección del parque se encuentra a 350 m del centro de transformación, donde la energía generada en 800 V es elevada a 33 kV mediante un transformador de 3,2 MVA, conforme al diseño integrado del Documento Proyecto Eléctrico adjunto.

Certificados de factibilidad

Se adjuntan al presente informe las notas técnicas emitidas por Servicoop y Transpa, las cuales establecen la factibilidad de conexión y las condiciones mínimas para la vinculación a la red eléctrica. Estos documentos forman parte del expediente técnico del proyecto y constituyen la base de los lineamientos adoptados en el diseño del sistema de vinculación, protección y operación del parque solar.

III.C.10 Combustibles

El consumo de combustibles durante la operación del parque es reducido. La instalación funciona íntegramente con energía solar, por lo que el uso de combustibles se limita a dos situaciones específicas: abastecimiento del grupo electrógeno de respaldo y el consumo asociado a vehículos de inspección y mantenimiento.

El grupo electrógeno auxiliar opera únicamente durante interrupciones excepcionales del suministro eléctrico que alimenta los servicios de control, comunicaciones y seguridad. El consumo anual se estima entre 100 y 200 litros de gasoil, lo cual representa un valor marginal dentro del balance energético total. El almacenamiento se realiza en el tanque interno homologado del propio equipo, con capacidad limitada y en condiciones seguras de acuerdo con la normativa aplicable.

Los vehículos utilizados por el personal técnico emplean gasoil grado 3 o nafta super, con un consumo bajo dada la frecuencia reducida de visitas al sitio. La operación remota disminuye significativamente la demanda de combustible asociada a movilidad.

III.C.11 Requerimientos de agua

El único uso relevante de agua durante la operación corresponde a la limpieza programada de los módulos fotovoltaicos. El polvo y la abrasión por viento, frecuentes en la región, pueden generar pérdidas de rendimiento por atenuación lumínica. La necesidad de limpieza varía según estación y condiciones climáticas, con mayor demanda durante el período seco.

El consumo estimado es de 20 m³ por mes en temporadas de menor precipitación. El agua utilizada será no potable, adquirida como agua tratada para reuso o agua industrial provista por empresa habilitada, transportada mediante camión cisterna y aplicada mediante equipos de presión controlada. No se emplean detergentes ni agentes químicos.



Para consumo humano, el personal en sitio emplea únicamente agua envasada. El requerimiento mensual estimado es entre 20 y 30 litros mensuales para un equipo de dos personas en visitas periódicas.

Tabla resumen de consumo de agua

Uso	Tipo de agua	Cantidad estimada	Procedencia	Forma de traslado
Limpieza de paneles	Agua tratada para reuso	20 m ³ /mes	Proveedor local habilitado	Camión cisterna
Consumo humano	Agua envasada	20–30 L/mes	Distribuidor local	Bidones sellados

III.C.12 Residuos generados en operación

La gestión de residuos se realiza bajo criterios de economía circular, segregación en origen, almacenamiento temporal seguro y retiro mediante operadores habilitados. El parque genera volúmenes bajos de residuos durante su operación.

Tabla de residuos en operación

Tipo de residuo	Cantidad estimada	Unidad	Gestión
RSU domiciliarios	5 kg/mes	kg/mes	Recolección municipal o puntos de separación
Aceites dieléctricos	5 L/año	litros/año	Almacenamiento en recipientes homologados, retiro por operador Ley 24.051
Residuos peligrosos menores	1 kg/mes	kg/mes	Segregación y retiro por operador habilitado
Plásticos y embalajes	3 kg/mes	kg/mes	Reciclaje mediante recuperadores autorizados



Las corrientes residuales asociadas al proyecto corresponden principalmente a emisiones atmosféricas derivadas del uso de maquinaria a combustión, generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos vinculados al mantenimiento eléctrico. No se generan efluentes cloacales ni líquidos industriales, debido a que en la etapa de operación no existen procesos húmedos ni actividades que involucren agua de proceso. Las cantidades estimadas y la gestión de cada corriente se detallan a continuación, siguiendo los lineamientos solicitados por la autoridad ambiental.

1. Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas derivan fundamentalmente de la operación de maquinaria y vehículos durante preparación del terreno, construcción y abandono. En la etapa de operación, las emisiones son mínimas y están asociadas al tránsito ocasional de vehículos y al uso eventual del grupo eléctrico de respaldo.

- Contaminantes característicos: CO₂, CO, NOx, SO₂, hidrocarburos no quemados y material particulado PM10 y PM2,5.
- Caudal másico estimado: menor a 0,5 kg/día durante obra y menor a 0,05 kg/día durante operación, según factores de emisión de motores diésel de obra.
Intermitencia: emisiones discontinuas, asociadas directamente a las horas efectivas de maquinaria.
- Destino: dispersión atmosférica; se aplican medidas de mitigación basadas en humedad del suelo, control de velocidad y mantenimiento de equipos.

No se generan emisiones de fuentes fijas durante la operación, salvo la eventual activación del generador de respaldo.

2. Líquidos cloacales

El proyecto no genera efluentes cloacales permanentes. Durante construcción se utilizan sanitarios químicos portátiles operados por empresas habilitadas, y su gestión incluye retiro, transporte y disposición en plantas autorizadas.

No se generan aguas cloacales durante la operación permanente del parque.

3. Biosólidos cloacales

No se generan biosólidos en ninguna etapa del proyecto. Los sanitarios químicos utilizados en construcción son sistemas cerrados cuya gestión está a cargo del proveedor.



4. Lodos o barros residuales

No se generan lodos industriales ni barros asociados a actividad de tratamiento de agua. La única potencial generación corresponde a sedimentación mínima dentro de cunetas de drenaje, que se retira manualmente cada seis meses.

- Cantidad estimada: 20 a 40 kg cada seis meses.
- Gestión: retiro manual y disposición como residuo no peligroso en relleno municipal.

5. Líquidos industriales

El proyecto no utiliza agua de proceso, no genera efluentes industriales líquidos y no descarga corrientes líquidas a un cuerpo receptor. La operación del parque es completamente seca. Cualquier derrame accidental se controla mediante absorbentes certificados y se gestiona como residuo peligroso.

6. Residuos sólidos urbanos (RSU)

- Generados principalmente en las etapas de construcción y operación.
- Construcción: 80 kg/mes (restos de comida, envases plásticos, cartón, papel, EPP no contaminado).
- Operación: 20 kg/mes (residuos de oficina, embalajes menores).
- Gestión: segregación en origen, retiro por sistema municipal o cooperativas de reciclaje.

7. Residuos industriales

- Metales: 30 kg/mes durante obra; 5 t durante abandono.
- Maderas: 200 kg/mes durante obra, con reutilización prioritaria.
- Cables o conectores: excedentes menores en obra y residuos importantes en etapa de abandono (\approx 5 t).
- Gestión: acopio temporal y retiro por recuperadores habilitados.

8. Residuos peligrosos

- Residuos asociados al mantenimiento eléctrico y actividades de obra.
- Construcción: 10 kg/mes (aerosoles, trapos contaminados, restos de solventes).
- Operación: 5 litros/año de aceite dieléctrico; 1 kg/mes de trapos o filtros contaminados. Abandono: 100 kg totales.
- Gestión: almacenamiento en recipientes homologados, retiro por transportista habilitado y disposición final según Ley 24.051.



9. Emisiones de ruido

El ruido se genera durante la construcción y por el paso de maquinaria.

- Nivel continuo equivalente: 65 a 80 dB(A) junto a maquinaria.
- Picos: 85 dB(A) en acciones puntuales.
- Receptores: no existen viviendas linderas; impactos fuera del predio son atenuados por la distancia.
- Operación: ruido mínimo, limitado a ventiladores de inversores y vehículos de mantenimiento.

10. Radiaciones ionizantes y no ionizantes

- No se generan radiaciones ionizantes en ninguna etapa.
- Las radiaciones no ionizantes provienen de equipamiento eléctrico en media tensión.
- Campos eléctricos y magnéticos: niveles muy bajos, inferiores a valores de referencia internacionales y localizados en zonas restringidas del centro de transformación y celdas.
- Sin impacto sobre áreas externas al predio.

11. Otros

Polvo en suspensión: generado por movimiento de suelos, tránsito de maquinaria y vientos predominantes del oeste y sudoeste. Se gestionan mediante riego y limitación de velocidad en obra.

Emisiones eventuales del grupo eléctrico de respaldo durante operación: intermitentes y de muy baja duración.



IV. Descripción Ambiental del sitio de emplazamiento de la obra, aspectos del medio físico (geomorfología, edafología, e hidrología) y biológico.

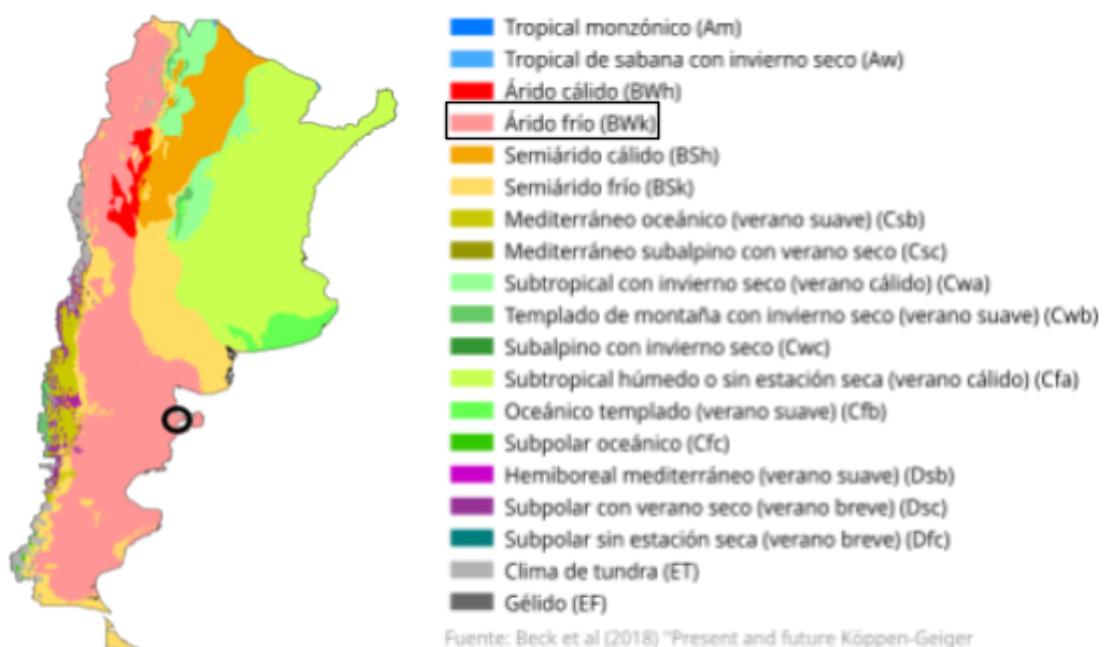
IV.1 Descripción del Medio Físico

Climatología del área de Puerto Madryn

El clima de la zona costera del noreste de Chubut se clasifica como árido a semiárido frío, caracterizado por bajas precipitaciones anuales, alta variabilidad interanual y una marcada amplitud térmica diaria y estacional. Las precipitaciones medias anuales se sitúan entre 180 y 220 mm, concentradas en otoño e invierno. La evaporación potencial supera ampliamente la precipitación, lo que configura un balance hídrico negativo típico de la estepa patagónica.

La región presenta elevados valores de radiación solar global, superiores a 2.000 kWh/m²/año según registros satelitales y estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, condición que favorece la implementación de sistemas fotovoltaicos. Las temperaturas medias oscilan entre 4 y 8 °C en invierno y entre 18 y 26 °C en verano, con máximas extremas ocasionales superiores a 35 °C. Los vientos predominantes provienen del oeste y suroeste, con velocidades medias de 20 a 40 km/h y ráfagas que pueden superar los 70 km/h, lo que influye en el diseño estructural de los paneles y en los requerimientos de mantenimiento por resuspensión de polvo. (SMN)

El área donde desarrollara el proyecto se encuentra ubicado dentro de la región Patagonia extra andina, sobre la costa del Golfo Nuevo. Según la clasificación climática de Köppen, corresponde al código BWk, correspondiente a un clima de tipo árido desértico, seco y frío.



Fuente: Beck et al (2018) "Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution". Nature Scientific Data.



Esto se especifica como B: clima seco. La evaporación excede a la precipitación media anual. W: corresponde a clima desértico. La mayor parte de las regiones de grupo tienen una precipitación anual inferior a los 250 mm, k: clima frío y seco, con una temperatura media anual inferior a 18 °C. Se indica a continuación el área de interés y tipo climático.

Imagen 6. Mapa de climas de Argentina. Clasificación según Koppen-Geiger (1980-2016).

Temperatura

La temperatura media anual para el período 2011–2020 registrada por el Servicio Meteorológico Nacional es de 13.6 °C. Los valores máximos promedio se presentan entre diciembre y febrero, alcanzando aproximadamente 28.1 °C, 29.0 °C y 28.9 °C, lo que refleja el patrón estacional típico de la región patagónica durante el verano. Las temperaturas mínimas promedio se registran en los meses de junio, julio y agosto, con valores de 0.7 °C, 0.1 °C y 2.0 °C, correspondientes al invierno austral. Estas variaciones térmicas pueden experimentar una leve moderación debido a la proximidad del área de estudio al litoral marítimo, ya que los grandes cuerpos de agua tienden a atenuar los extremos térmicos y suavizar la amplitud diaria y estacional. Servicio Meteorológico Nacional. (2020). Estadísticas climáticas 2011–2020. Recuperado de <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>

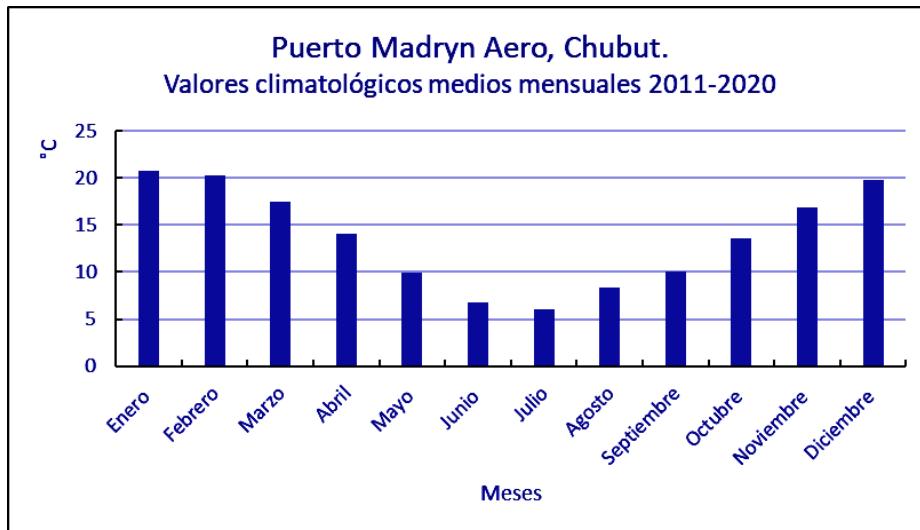


Imagen 7. Temperaturas medias mensual - Estación Puerto Madryn Aero. Fuente: SMN.

Precipitaciones

La precipitación media anual para el período 2011–2020 es de 204,8 mm, de acuerdo con los registros del Servicio Meteorológico Nacional. Las precipitaciones máximas promedio se registran en los meses de abril (32,6 mm) y junio (42,4 mm), mientras que los valores mínimos



corresponden a enero (0,0 mm) y marzo (0,2 mm). Este patrón confirma el carácter semiárido de la región, con un régimen de precipitaciones concentrado principalmente en otoño e invierno.. Servicio Meteorológico Nacional. (2020). Estadísticas climáticas 2011–2020. Recuperado de <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>

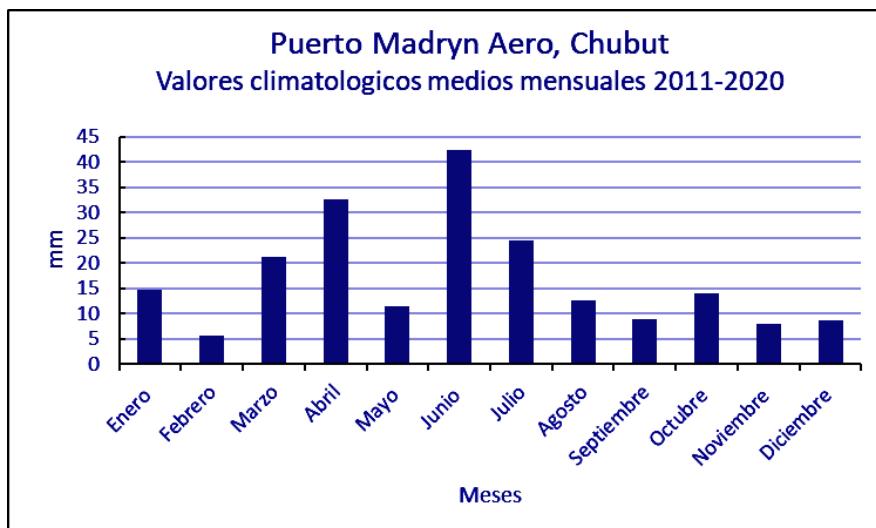


Imagen 8. Precipitaciones. Estación Puerto Madryn Aero. Fuente: SMN.

Humedad relativa

La humedad relativa media anual para el período 2011–2020, según los registros del Servicio Meteorológico Nacional, es de 58,2 por ciento. Los valores más elevados se observan durante la temporada invernal, especialmente en mayo y julio, con promedios del 81 y 80 por ciento, respectivamente. Estos incrementos se asocian a condiciones de menor temperatura, estabilidad atmosférica y mayor persistencia de masas de aire frío.

Los valores más bajos de humedad relativa se registran en verano, particularmente en diciembre y enero, con promedios del 40 y 39 por ciento. Esta disminución responde al predominio de situaciones sinópticas de alta radiación, baja nubosidad y vientos intensos característicos del noreste patagónico, que favorecen la desecación del aire.

La variabilidad estacional descrita es consistente con la dinámica climática de la región costera de Chubut, donde la aridez estructural del clima templado-frío semiárido se combina con la influencia marítima que actúa como moderadora, especialmente durante el invierno. Estos patrones son relevantes para proyectos de energía solar, ya que niveles moderados a bajos de humedad relativa durante los meses de mayor radiación contribuyen a la eficiencia de los módulos fotovoltaicos, reduciendo pérdidas por absorción atmosférica y favoreciendo la disipación térmica. Servicio Meteorológico Nacional (2024). Estadísticas climatológicas 2011–2020. Recuperado de <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>

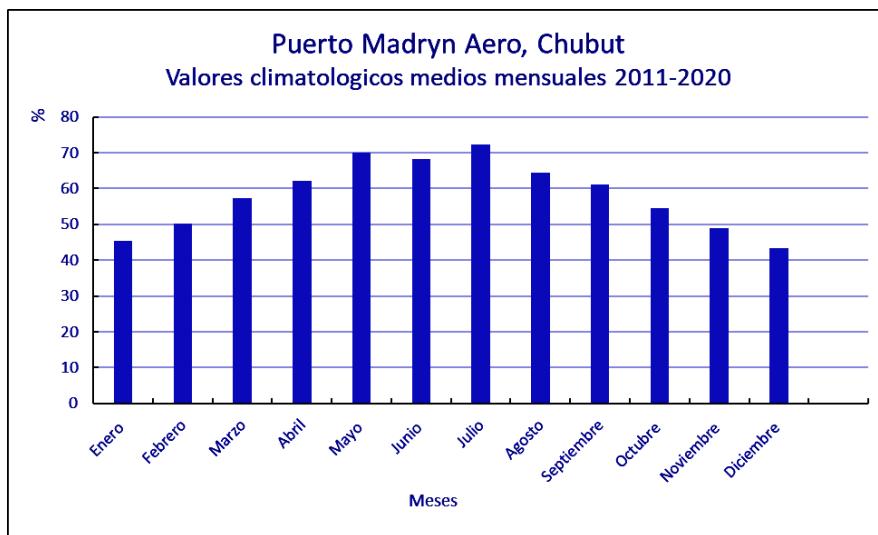


Imagen 9. Humedad Relativa. Estación Puerto Madryn Aero. Fuente: SMN.

Vientos

La velocidad media anual del período 2011-2020, según los registros de la Estación Meteorológica Puerto Madryn Aero del Servicio Meteorológico Nacional, es de 19,9 km/h. Los valores medios mensuales más elevados se observan en los meses de agosto, noviembre y diciembre, con velocidades de 24,8 km/h, 25,2 km/h y 24,4 km/h respectivamente. Los valores mínimos se registran en mayo y julio, con promedios de 11,9 km/h y 13,5 km/h.

El régimen de vientos presenta una marcada predominancia del sector oeste a lo largo del año, con una mayor frecuencia de vientos del suroeste durante el invierno. Esta característica es consistente con la circulación atmosférica típica de la Patagonia central, donde la presencia de los sistemas de baja presión del Pacífico y la ausencia de barreras orográficas significativas hacia el oeste favorecen una ventilación constante y sostenida.

La intensidad y persistencia del viento en la zona constituye un factor relevante para el diseño y operación del parque solar fotovoltaico, ya que influye en la acumulación de polvo sobre los paneles, en la tasa de suciedad, en la estabilidad estructural de los soportes y en la planificación de las tareas de mantenimiento.

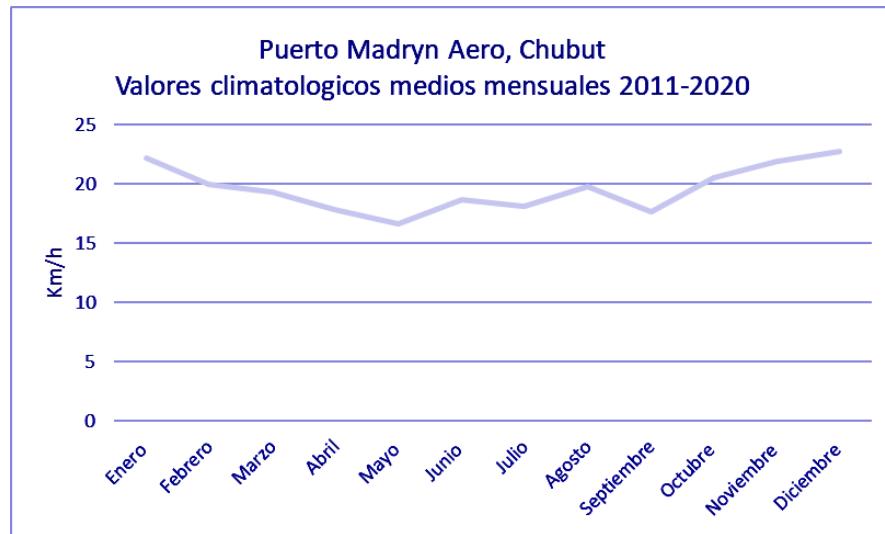


Imagen 10. Viento. Estación Puerto Madryn Aero. Fuente: SMN.

El viento predominante es del oeste, con una mayor frecuencia hacia vientos del SO en invierno.

El régimen de vientos en la franja costera de Puerto Madryn presenta una clara dominancia del cuadrante Oeste, con alta frecuencia de vientos del Oeste (W) y Sudoeste (SW), especialmente durante el invierno.

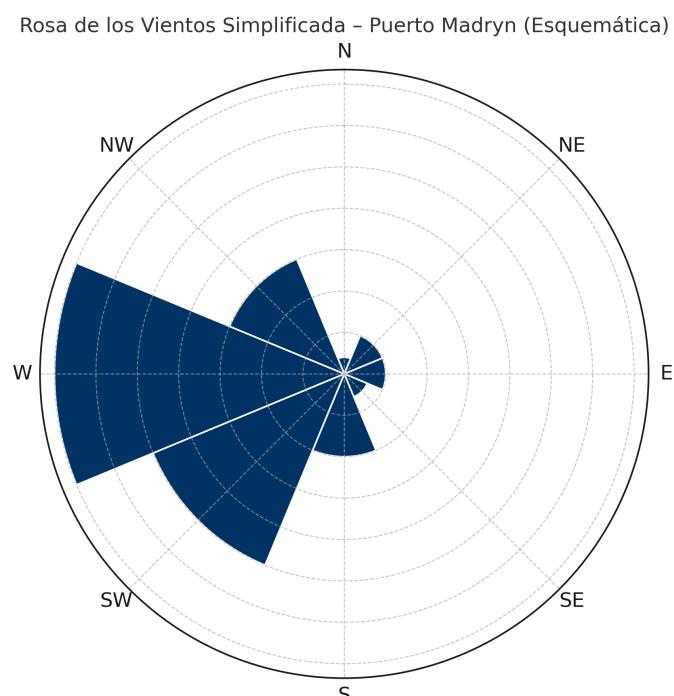
En verano se incrementan los vientos del Noroeste (NW) y Norte (N), aunque siguen predominando los del Oeste.

La frecuencia relativa disminuye hacia el Este debido al amortiguamiento costero del Golfo Nuevo.

Rosa de los vientos simplificada (frecuencia estimada)

Valores de frecuencia representativos del patrón general (no direccionales exactos SMN, sino modelo simplificado para informes ambientales):

- Oeste (W): 28 %
- Sudoeste (SW): 22 %
- Noroeste (NW): 15 %
- Sur (S): 10 %
- Norte (N): 8 %
- Sudeste (SE): 7 %
- Noreste (NE): 6 %
- Este (E): 4 %





La rosa de los vientos muestra que la circulación está dominada por vientos fuertes y persistentes del Oeste y Sudoeste, que condicionan:

- el diseño de las estructuras del parque solar,
- la acumulación y resuspensión de polvo,
- la orientación y resistencia mecánica de los módulos fotovoltaicos,
- la dirección predominante de transporte de partículas emitidas en obra,
- la eficiencia en la disipación térmica de los paneles.

Geología y geomorfología

La unidad geomorfológica dominante corresponde a un sistema de terrazas marinas escalonadas, suavemente inclinadas hacia el océano. La topografía presenta pendientes de 3 a 6 por ciento en dirección sudeste, lo cual favorece el drenaje natural y evita encharcamientos. Se observan depósitos eólicos recientes que forman mantos de arena fina susceptibles a la erosión por viento.

Esta geomorfología es adecuada para proyectos fotovoltaicos debido a su escaso relieve, baja susceptibilidad a movimientos en masa y accesibilidad para obras civiles y montaje de estructuras

Geología regional

El área del proyecto se ubica dentro de la Hoja Geológica 4366-II Puerto Madryn, en la región nororiental de la provincia del Chubut, al este del Macizo de Somún Curá. El relieve general se caracteriza por un paisaje suavemente disectado compuesto por mesetas estructurales, acantilados marinos y espigas litorales.

La estratigrafía local registra un basamento de metamorfitas de edad precámbrica a paleozoica inferior, cubierto por sedimentitas eo-paleozoicas e intruido por plutonitas del Paleozoico superior. Sobre esta unidad se disponen vulcanitas jurásicas con cuerpos hipabásicos asociados, seguidas de sedimentitas continentales y marinas del Cretácico, entre ellas el Grupo Chubut y las Formaciones La Colonia y Bajo Barreal.

La cubierta cenozoica está conformada por areniscas calcáreas y calizas eocenas, sedimentitas con aporte cinerítico del Eoceno tardío–Oligoceno y depósitos marinos y costeros del Mioceno, dentro de los cuales destaca la Formación Puerto Madryn, de amplia exposición en la zona costera y en barrancas del Golfo Nuevo. En conjunto, estas unidades representan un registro sedimentario bien preservado, desarrollado en condiciones marinas someras y estuarinas.



Las estructuras tectónicas dominantes corresponden a fallas gravitacionales vinculadas a las fases diastróficas Incaica, Pehuenche y Quechua. Estas fallas delimitan bloques estructurales y fosas locales como las de El Porvenir y Las Violetas, que contienen importantes volúmenes de sedimentitas terciarias y rellenos cuaternarios.

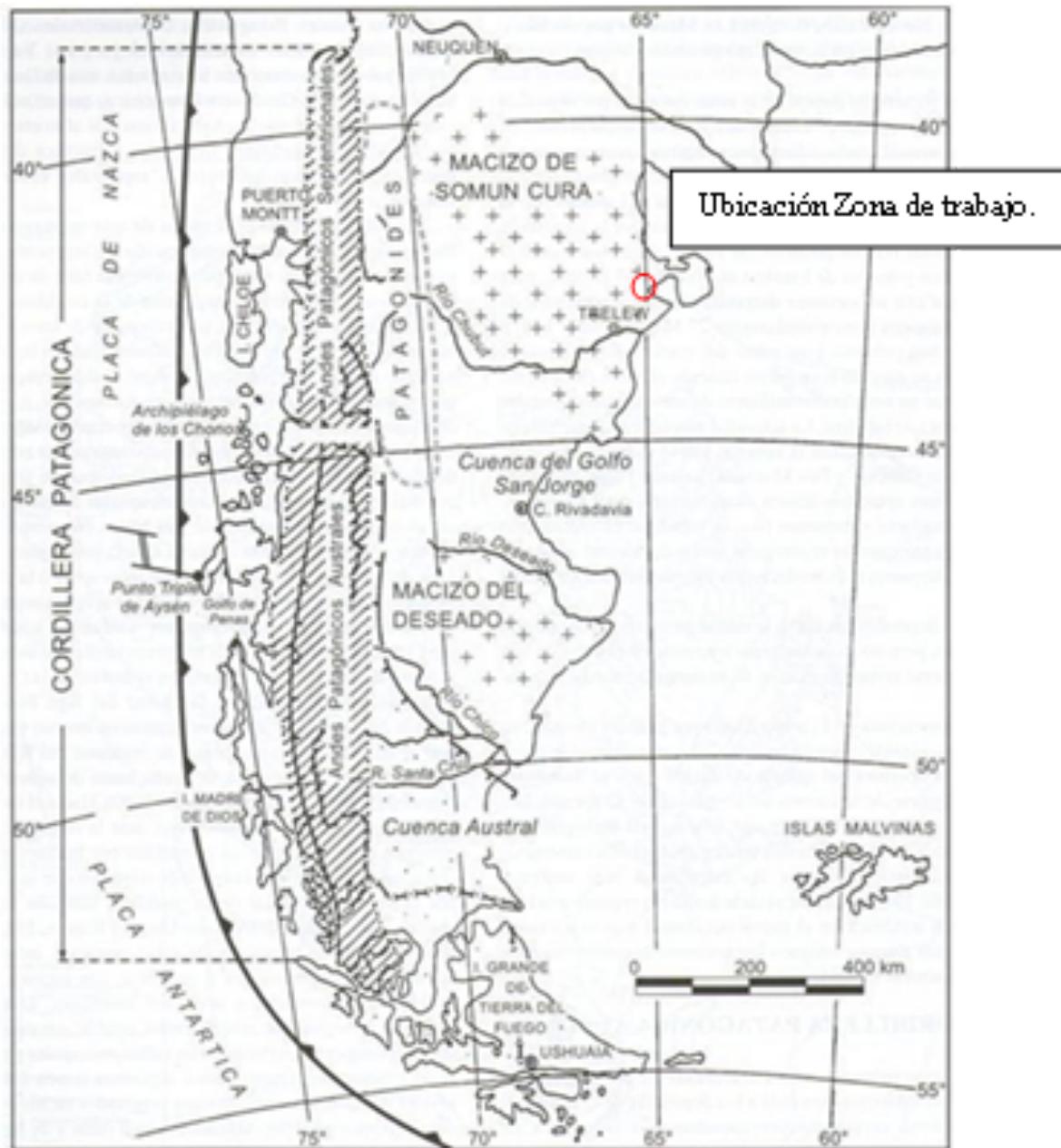


Imagen 11. Ubicación y límites principales del Macizo de Samún Cura (Ramos, 1999).

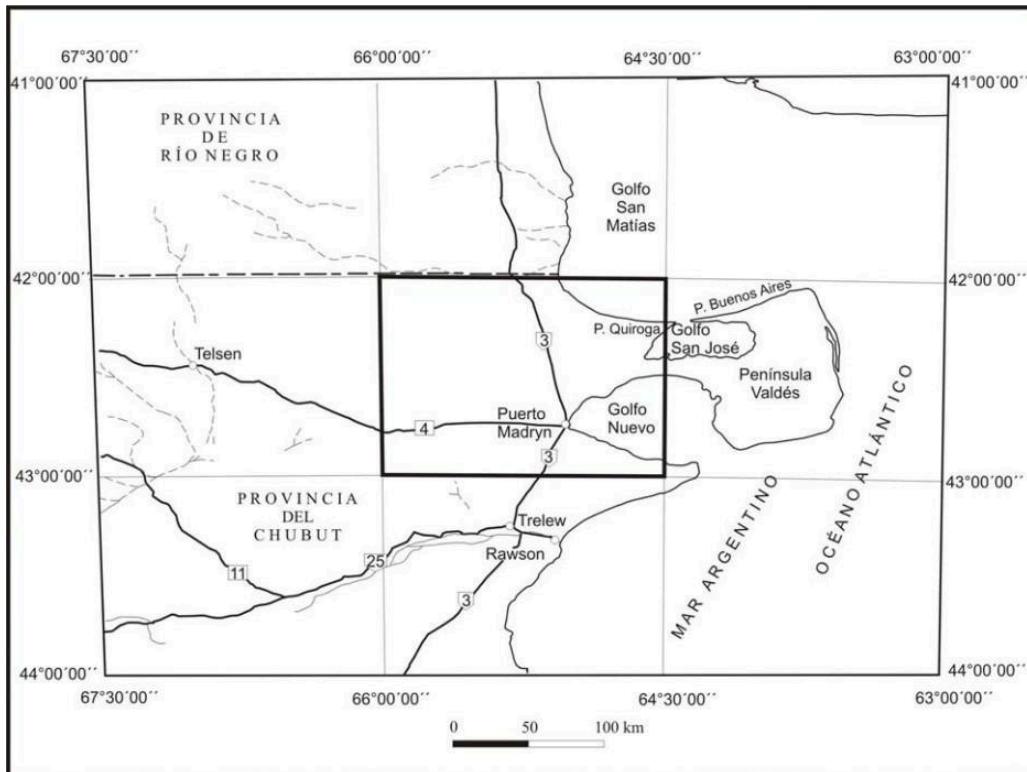


Imagen 12. Mapa de ubicación de la Hoja 4366-II, Puerto Madryn.

Las unidades que conforman la geología del área de interés y alrededores se presentan a continuación:

- Formación Gaiman. Tufitas, areniscas, tobas, limolitas, calizas.

La Formación Gaiman está constituida por sedimentitas y piroclastitas dispuestas en bancos con estratificación normal, de color blanquecino. Las sedimentitas de la Formación Gaiman fueron depositadas en un ambiente marino, costero y sublitoral, que recibió el aporte de elementos piroclásticos finos, resultado de la frecuente actividad volcánica explosiva en la región situada al poniente. Ello está sugerido por el grano fino predominante en la secuencia, la abundancia de material de origen tobáceo, la variabilidad de facies en trechos cortos, y los fósiles dispersos.

- Rodados Patagónicos. Conglomerados.

Se denominan Rodados Patagónicos a los depósitos de grava arenosa que coronan las superficies mesetiforme más elevadas. Los clastos están bien redondeados y son predominantemente subesféricos a subelongados y tienen una composición de vulcanitas



silíceas, andesíticas y basálticas. Estos depósitos también están conformados por bancos de conglomerados polimictos con matriz arenoso-arcillo-limosa, cementados en parte con un material de naturaleza carbonática.

- Formación San Miguel. Gravas y arenas.

Las gravas y arenas con abundantes fragmentos de valvas de moluscos ubicados a poca altura por encima de los depósitos de playa actuales, fueron denominadas de esta manera. Son depósitos de playa y de cordones litorales elevados de los márgenes de los golfos Nuevo, San José y San Matías. Esta unidad se encuentra topográficamente entre cuatro y seis metros por encima de la línea de marea actual más alta. La formación está compuesta principalmente por gravas medianas a gruesas, acompañadas por matriz de gravilla, arena gruesa y fragmentos de bivalvos. La litología de los rodados corresponde a vulcanitas mesosilíceas con distintos grados de alteración y muy subordinadamente a plutonitas y sílex.

Formación Puerto Madryn (Mioceno)

La Formación Puerto Madryn constituye uno de los cuerpos sedimentarios más significativos en el área del proyecto y en la ciudad de Puerto Madryn. Según SEGEMAR, se compone de areniscas y fangolitas depositadas en un ambiente costero somero durante el Mioceno medio a superior.

Estas rocas presentan potencia variable y son fácilmente reconocibles en acantilados activos del litoral del Golfo Nuevo, donde conforman paredes de 20 a 40 m de altura sobre las cuales actúa intensamente la erosión marina. Sus características litológicas incluyen:

- Areniscas finas a medianas, con estratificación paralela y laminación cruzada.
- Fangolitas y limolitas, con niveles bioturbados.
- Intercalaciones con aporte cinerítico, provenientes de volcanismo del Mioceno temprano.

Estas propiedades le confieren relativa competencia, aunque pueden desarrollarse fracturas y procesos de meteorización que facilitan la erosión en zonas de acantilados.

Depósitos Eólicos, aluviales y coluviales. Arenas, limos, gravas y arcillas.

Sobre esta unidad se emplaza el presente proyecto. Los depósitos aluviales, coluviales y eólicos cubren sectores diseminados por todo el ámbito de la comarca. Están constituidos por



sedimentos no consolidados de color gris claro a castaño claro, cuyo tamaño de grano corresponde a arena fina a mediana, mezclada con proporciones variables de limos, arcillas y algunos rodados dispersos. Las acumulaciones son relativamente delgadas y tienen su origen en el material procedente de la erosión de las distintas unidades geológicas aflorantes en la Hoja. En el sector situado al sur-sureste de Puerto Madryn se desarrollan médanos activos. Litológicamente se trata de arena mediana a fina con participación de fracción pelítica y muy escasa de tamaño grava. La composición es cuarzo feldespáctico, con escaso vidrio volcánico y fragmentos de origen orgánico, como restos de conchillas. La fracción pesada, que se concentra en niveles distinguibles por su coloración, está formada por turmalina, epidoto, piroxeno y anfíboles.

En relación al área de influencia del proyecto, la estratigrafía de la región se presenta en el siguiente cuadro:



Imagen 13. Cuadro estratigráfico. Fuente: Hoja Geológica 4366-II. (Haller et al, 2005).

Geomorfología.

Ambiente costero

La geomorfología de la región es el resultado de la interacción de procesos marinos, eólicos, de remoción en masa y erosión hídrica en un entorno árido. En el sector costero predominan:

- **Acantilados activos**, modelados por abrasión marina, con retroceso sostenido y formación de cavernas en la base debido a la erosión diferencial de las Formaciones Gaiman y Puerto



Madryn.

- **Plataformas de abrasión** y depósitos de playa compuestos por gravas y arenas.
- **Cordones litorales elevados**, originados por acumulación marina en condiciones de niveles relativos del mar más altos.

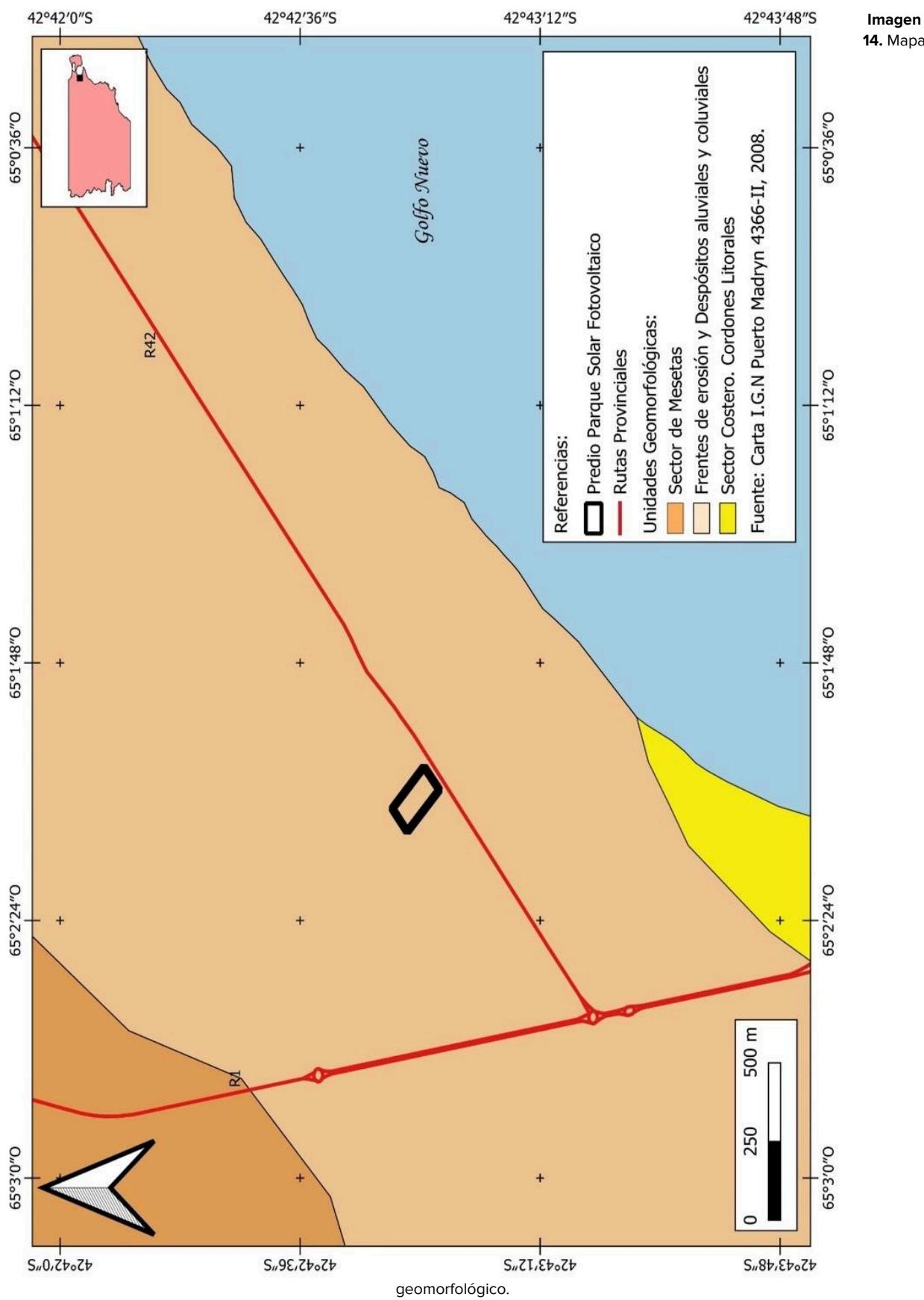
Ambiente continental

En el interior predominan:

- **Mesetas estructurales** con pendientes suaves.
- **Depósitos eólicos** de edad pleistocena y holocena que conforman mantos arenosos y médanos estabilizados.
- **Depósitos aluviales y coluviales**, asociados a escorrentimientos esporádicos.

Estas geoformas, de baja rugosidad, son compatibles con la implantación de infraestructura fotovoltaica, favoreciendo la estabilidad del terreno y optimizando la nivelación requerida para estructuras fijas.

Se presenta a continuación mapa geológico del área de interés, basado en la Hoja Geológica 4366-II, Puerto Madryn, Provincia de Chubut. SEGEMAR. Buenos Aires. (Haller et al, 2005).





Procesos dominantes del medio físico

Erosión marina

Los acantilados de la Formación Puerto Madryn y Gaiman experimentan erosión constante, asociada a olas, mareas y tormentas, lo cual determina retrocesos naturales de la línea de costa.

Erosión eólica

Dada la intensa velocidad de los vientos del oeste y sudoeste, se registran:

- Transporte de sedimentos finos.
- Formación de mantos eólicos.
- Potencial remoción superficial del suelo en sectores desprovistos de vegetación.

Remoción en masa

Se observan deslizamientos menores, caída de bloques y colapsos en frentes de acantilado activos, especialmente donde existen fracturas verticales y cavernamientos por socavación marina.

Recursos geológicos aprovechables

La región posee diversos recursos geológicos de uso económico:

- **Piedra laja**, extraída de las vulcanitas jurásicas del Complejo Marifil.
- **Arenas y gravas**, aprovechadas para construcción en canteras locales.
- **Depósitos costeros consolidados**, utilizados como agregados minerales.

El proyecto solar, sin embargo, no afecta directamente áreas de extracción ni recursos geológicos, ya que su implantación ocurre en un predio industrial previamente impactado.

Se presenta a continuación mapa topográfico del área de interés, basado en la Hoja Geológica 4366-II, Puerto Madryn, Provincia de Chubut. SEGEMAR. Buenos Aires. (Haller et al, 2005) e imagen satelital del software libre Google Earth Pro.

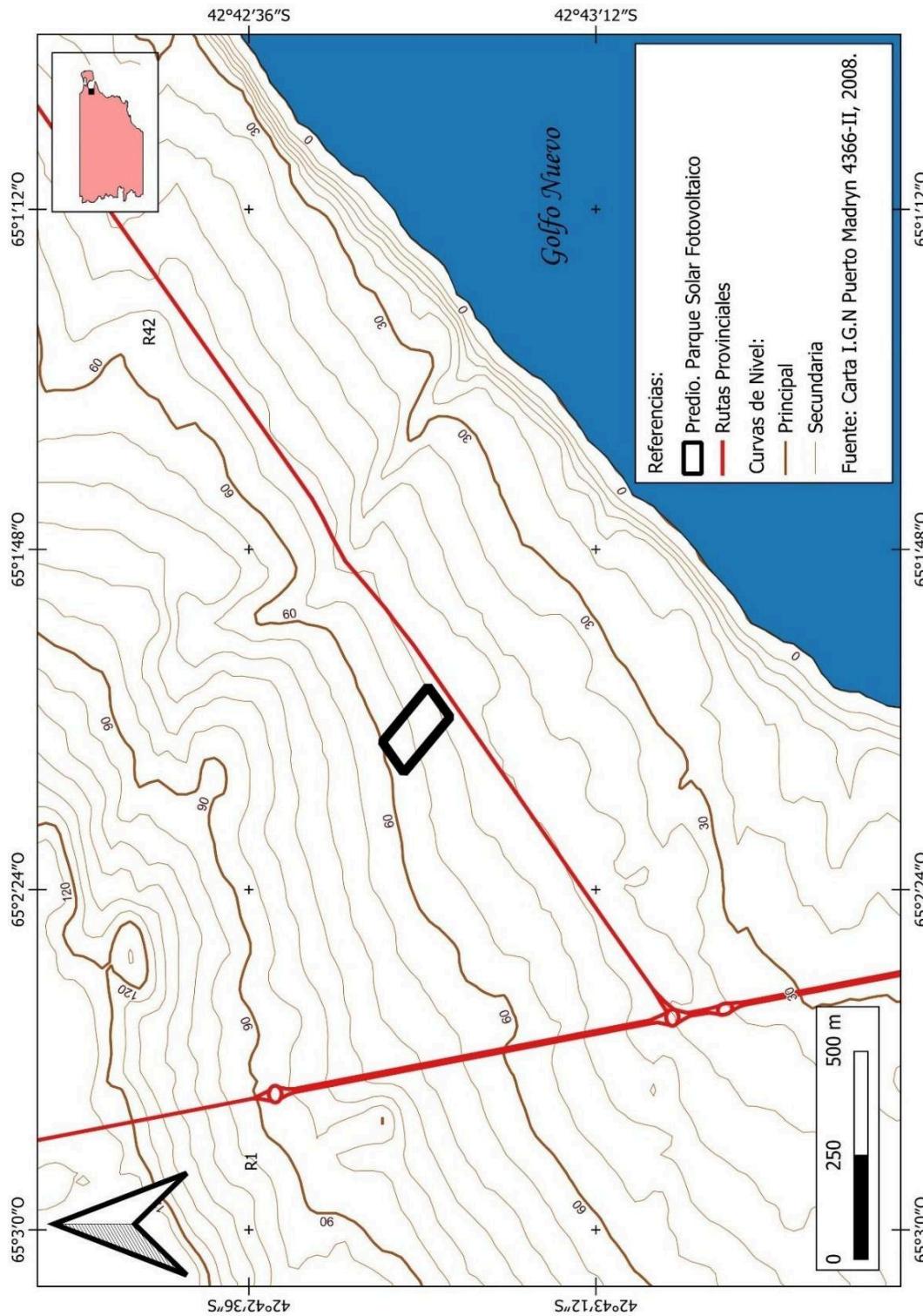


Imagen 15. Mapa topográfico



Edafología

Los suelos del área de proyecto se desarrollan sobre las unidades geológicas descritas para la Hoja 4366-II Puerto Madryn, las cuales incluyen depósitos marinos y continentales del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno, además de remanentes eólicos y fluviales más recientes (Haller et al., 2005). La evolución de estos suelos está fuertemente condicionada por el clima árido, la escasa cobertura vegetal y la acción persistente del viento, generando perfiles poco desarrollados y susceptibles a procesos erosivos.

De acuerdo con la clasificación USDA, los suelos de la región corresponden mayormente al orden Aridisoles. Estos suelos se caracterizan por un desarrollo edáfico limitado, escaso contenido de materia orgánica y acumulación de sales, producto de una relación precipitación–evaporación deficitariamente marcada. La pedregosidad superficial es frecuente debido a los procesos de retrabajo eólico y a la erosión diferencial sobre las unidades sedimentarias y vulcanitas retrabajadas del paisaje patagónico.

Los perfiles suelen presentar horizontes con acumulación de carbonato de calcio, lo que puede originar horizontes cálculos o incluso petrocálcicos. Estos horizontes cementados pueden encontrarse a escasa profundidad y constituyen una limitación para el desarrollo radicular y para la infiltración del agua. En sectores donde afloran depósitos vinculados a la Formación Puerto Madryn, se identifican suelos con mayor proporción de fracciones arenosas y limoarenosas, derivadas de areniscas y fangolitas de origen costero, coquinas y otros materiales de ambiente marino.

La variabilidad textural es un rasgo propio del ambiente de meseta donde se emplaza el proyecto. En las superficies más elevadas y laderas predominan texturas franco arenosas y franco arcillo arenosas, con abundante grava y arenas retrabajadas. En sectores deprimidos ocurren acumulaciones finas que pueden originar texturas franco limosas o limo arcillosas, aunque su presencia es puntual y restringida.

Los sedimentos eólicos recientes, ampliamente distribuidos en la región, contribuyen a generar capas superficiales de arena fina o arena limosa que favorecen la erosión eólica ante disturbios mecánicos. Este fenómeno está directamente asociado al proceso regional de desertificación, considerado uno de los factores ambientales y edáficos más relevantes en Patagonia. La combinación de baja precipitación, viento intenso, evapotranspiración elevada y cobertura vegetal abierta genera suelos sueltos, pobres en agregación estructural y altamente vulnerables al transporte de partículas.



Desde el punto de vista de la gestión ambiental del proyecto fotovoltaico, estos atributos edáficos implican la necesidad de prácticas de manejo que reduzcan la remoción superficial, minimicen las pendientes artificiales y contemplen medidas de control de erosión eólica, especialmente en el diseño de accesos internos, nivelación de plataformas y mantenimiento general. Haller, M. J., Monti, S. A., Ardolino, A. A., & Bustos, A. M. (2005). *Hoja Geológica 4366-II, Puerto Madryn, Provincia del Chubut*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR. Buenos Aires. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/segemar>

Sismicidad

El peligro sísmico, que es la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento del suelo en un intervalo de tiempo fijado, depende del nivel de sismicidad de cada zona. Los Mapas de Zonificación Sísmica individualizan zonas con diferentes niveles de Peligro Sísmico. En el Mapa de Zonificación Sísmica del Reglamento INPRES-CIRSOC 103, se encuentran identificadas cinco zonas. El proyecto se localiza en la zona 0 con peligrosidad sísmica muy reducida.

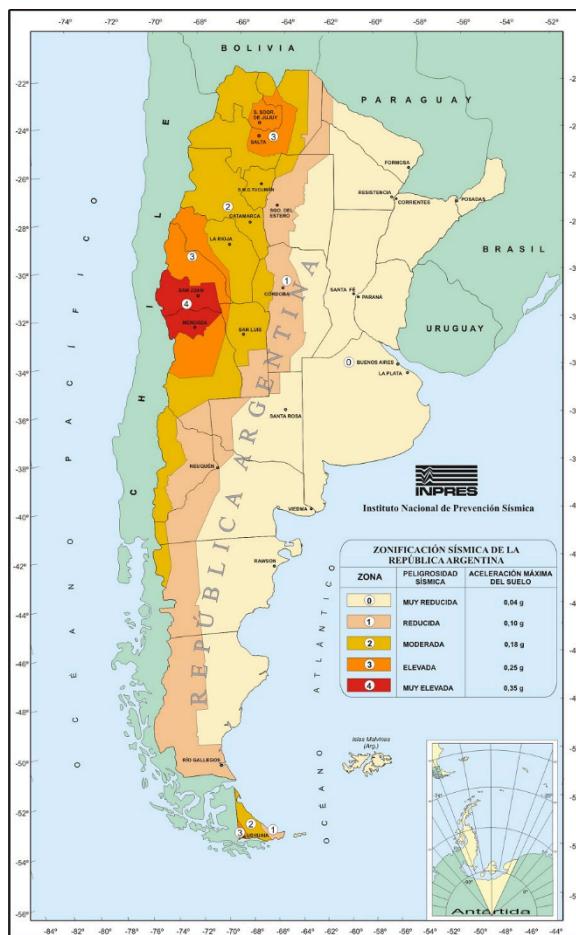


Imagen 16. Zonificación sísmica de la República Argentina. Fuente: INPRES.



Hidrología superficial y subterránea

El área del proyecto se ubica dentro de un ambiente geomorfológico caracterizado por la transición entre mesetas altas, pedimentos y el frente de erosión costero, lo que determina la dinámica superficial del escurrimiento y los patrones hidrogeológicos regionales.

Hidrología superficial

Conforme la carta geológica de la Hoja 4366-II (SEGEMAR; Haller et al., 2005), en el sector se reconocen tres grandes unidades geomorfológicas que condicionan la hidrología superficial:

1. Mesetas y superficies altas

Corresponden a superficies tabulares levemente onduladas, con pendientes suaves hacia el este y sudeste. Sobre estas unidades se desarrollan abanicos aluviales y depósitos fluviales efímeros que alimentan drenajes de corto recorrido.

El escurrimiento superficial es discontinuo, concentrándose únicamente durante eventos de precipitación, especialmente debido al clima árido y a la alta evaporación.

2. Frente de erosión y acantilados

El borde costero está definido por acantilados activos afectados por erosión marina, remoción en masa y procesos de reptaje y caída de bloques. La escorrentía superficial adopta patrones dendríticos y de cárcavas profundas que drenan hacia el mar.

Frecuentemente se observan depósitos eólicos sobre el borde de los acantilados, que interactúan con procesos hídricos durante tormentas locales.

3. Pedimentos y sectores de transición

Entre las mesetas y el frente costero se identifican superficies de pedimentación parcialmente disectadas. Estas unidades actúan como zonas de transferencia de escurrimientos, con pendientes moderadas y cursos de flujo efímeros.

Los pedimentos están cubiertos por depósitos coluviales y aluviales recientes, lo cual suaviza la pendiente general y facilita la acumulación temporal de agua en depresiones menores.



Dirección de escurrimiento y dinámica superficial

El escurrimiento superficial responde al gradiente altitudinal descrito en la Hoja 4366-II, que ubica las cotas mayores en el noroeste (≈ 120 msnm) y las menores hacia el frente costero (≈ 10 msnm).

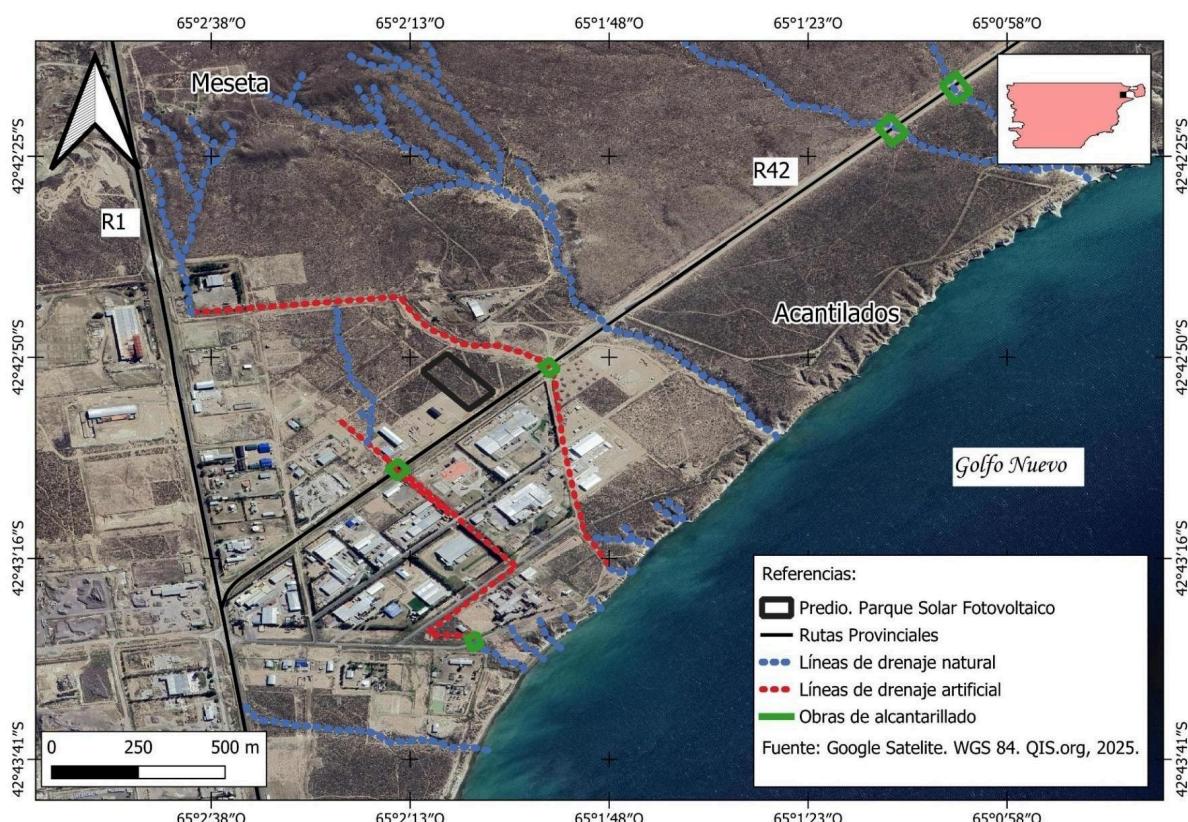
Se reconocen:

- Cursos cortos y efímeros.
- Drenajes subdendríticos y subparalelos según la morfología local.
- Sectores bajos que almacenan agua temporalmente después de lluvias, generando precipitados salinos debido a la intensa evaporación.

Este patrón es consistente con el clima árido, las bajas precipitaciones y la presencia de suelos sueltos (aridisoles), favoreciendo procesos de erosión y sedimentación.

Se puede reconocer conforme al área de trabajo, un sector costero al sureste caracterizado por acantilados como un frente de erosión y depósitos aluviales. Por otra parte, se reconoce un sector noroeste de mesetas, con abanicos aluviales. Entre ambas unidades identificamos un sector de piedemonte disectado con rasgos de erosión fluvial, en la cual se implanta el presente terreno.

Imagen 17. Mapa líneas de drenaje.





IV.2 Descripción del Medio biológico

Flora

Según la clasificación de Cabrera (1976), la zona de estudio se encuentra clasificada como Región Neotropical, Dominio Chaqueño, Provincia del Monte. Esta provincia se caracteriza fisonómicamente por un paisaje de matorral y estepa arbustiva xerófila o halófila, con una cobertura vegetal generalmente baja y plantas adaptadas a las condiciones secas y áridas. Los géneros Larrea (jarillas) y Neltuma son comunes en esta provincia, junto con especies arbóreas como Senegalia gilliesii y Parkinsonia, aunque estas últimas suelen ser escasas en las áreas más áridas.

Alineándose con la metodología de Oyarzabal et al. (2018), que propone un mapa de unidades de vegetación más detallado basado en la fisonomía y la composición florística dominante, el área de estudio se ubica específicamente en la unidad denominada Estepa de Zigofiláceas de baja cobertura (Unidad 25). Esta unidad se define por la dominancia de arbustos xerofíticos resinosos, principalmente del género Larrea (L. divaricata, L. cuneifolia, etc.), con alturas que oscilan típicamente entre 1,5 y 2,5 metros, y una cobertura de suelo escasa o muy rala.

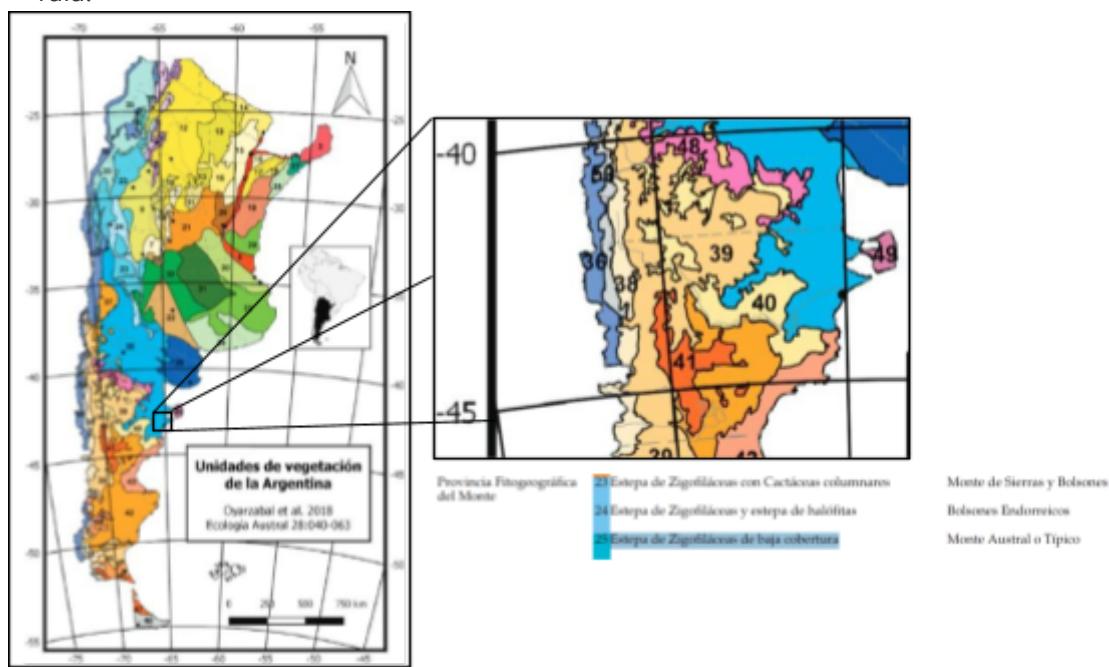


Imagen 18. Unidades de vegetación de la Argentina agrupadas en provincias, ecotonos fitogeográficos y dominios (Oyarzabal, 2018).

La vegetación posee características xerofíticas, plantas con hojas pequeñas, reducidas a espinas o ausentes, cobertura foliar cerosa, cutículas engrosadas, ciclo anual breve y órganos aéreos y subterráneos suculentos.

El tipo de vegetación dominante y constante es la estepa de arbustos xerofíticos de follaje



perenne y resinoso, perteneciente a la familia Zigofiláceas, representadas por el género *Larrea* (*Larrea divaricata*, *L. cuneifolia*, *L. nitida* y *L. ameghinoi*) con altura entre 1.5 y 2.5 m. Esta estepa arbustiva zonal está asociada a suelos formados por deposiciones finas.

La unidad de Monte Austral presenta una comunidad de estepa arbustiva de *Larrea divaricata*, *L. cuneifolia*, *Parkinsonia aculeata*, *L. ameghinoi* que se presenta con otros estratos y poca cobertura. El estrato inferior es de gramíneas, hierbas y arbustos bajos presentando coberturas del diez al veinte por ciento con alturas de hasta medio metro. El estrato medio puede llegar hasta el metro y medio con una cobertura de hasta cuarenta por ciento. El estrato superior es variable con individuos de alturas de hasta los dos metros. Las especies más frecuentes en las comunidades, además de las pertenecientes al género *Larrea* ya nombradas, corresponden a los géneros *Lycium*, *Chuquiraga*, *Prosopis*, *Ephedra*, *Gutierrezia*, *Verbena* y *Baccharis*. Estas características fueron descriptas para la zona en Oyarzabal et al. (2018).

El área del proyecto se caracteriza por una cobertura vegetal similar correspondiente a la estepa arbustiva, la cual alberga las especies naturales típicas de este ecosistema. Se ha registrado intervención antrópica en el predio, evidente por la instalación de un cerco perimetral de tipo olímpico. Dicha acción ha provocado la fragmentación del hábitat y el desmonte de vegetación a lo largo de la línea del alambrado.



Imagen 19. Vista de la comunidad vegetal presente en el predio.



Imagen 20. Vista de la principal intervención antrópica registrada dentro del predio. Despeje de vegetación para la instalación de cerco perimetral.

La vegetación resulta homogénea en la superficie relevada conformando una fisonomía de Estepa Arbustiva, con predominio de arbustos, un estrato subarbustivo y otro de gramíneas. Como cobertura del suelo encontramos suelo desnudo, arenoso y con presencia de gravas en superficie.

Se presentan a continuación fotos representativas de las principales especies observadas en el predio.



Imagen 24. Quilimbay (*Chuquiraga avellaneda*)



Imagen
22. Jarilla
(*Larrea divaricata*)
Imagen
23. Molle
(*Schinus johnstonii*)



Imagen 25. Manca Caballo (*P. globosum*)

Para determinar el tipo fisonómico florístico se utilizó el método de puntos en línea (Levy y Madden, 1933). Se realizó una transecta de 30 m de longitud, ubicada en el área de influencia del predio donde se emplazará el proyecto. Conforme metodología a intervalos de 30 cm se bajó una aguja (toque) y se registró la especie vegetal presente (100 toques). Los puntos no pertenecientes a vegetación fueron clasificados en: muerto en pie, mantillo, suelo desnudo y grava. A partir de estas lecturas se determinó la cobertura vegetal total y por tipo funcional (arbustos, subarbustos, gramíneas y hierbas).

La diversidad alfa se caracterizó por el cálculo de la Riqueza Específica (S) e Índice de diversidad de Shannon - Weaver. La riqueza se calculó como el número de especies presentes para cada situación, mientras que el Índice de diversidad de Shannon - Weaver se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Dónde:



- S – número de especies (la riqueza de especies).
- π_i – proporción de toques en individuos de la especie i respecto al total de toques vegetales (proporción relativa de toques en la especie i): n_i/N .
- n_i – número de toques de la especie i .
- N – número de toques de todas las especies.

Por otro lado, se calculó el Índice de Equitatividad, el mismo representa el grado de uniformidad en que se presentan las especies de un determinado lugar. La equitatividad para cada sitio se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$J = H'/H_{\max}$$

Donde H_{\max} es $\ln(S)$.

A continuación, se presenta la ubicación geográfica del punto de muestreo de vegetación:

Transecta	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	42°42'54.27"S	65° 2'7.68"O

Ubicación de transecta de vegetación.

De acuerdo a la cobertura vegetal y a la forma de vida predominante se identificó al ambiente como Estepa arbustiva de *Larrea divaricata* (Jarilla) y *Schinus jhonstonii* (Molle). Acompaña un estrato subarbustivo dominado por *Nassauvia glomerulosa* (Uña de gato) y un estrato herbáceo dominado por *Pappostipa speciosa* (Coirón amarillo), *Poa ligularis* (Coirón poa) y *Poa lanuginosa* (Pasto hebra).

A continuación, se presenta un gráfico con el porcentaje de cobertura del suelo.

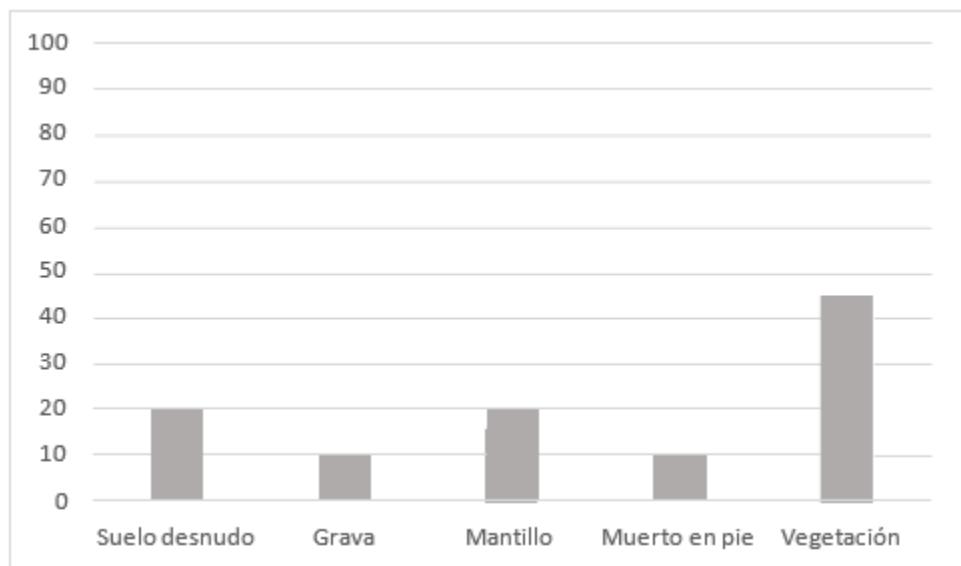


Imagen 24. Cobertura del suelo.

A continuación, se presenta un gráfico con el porcentaje de cobertura vegetal.

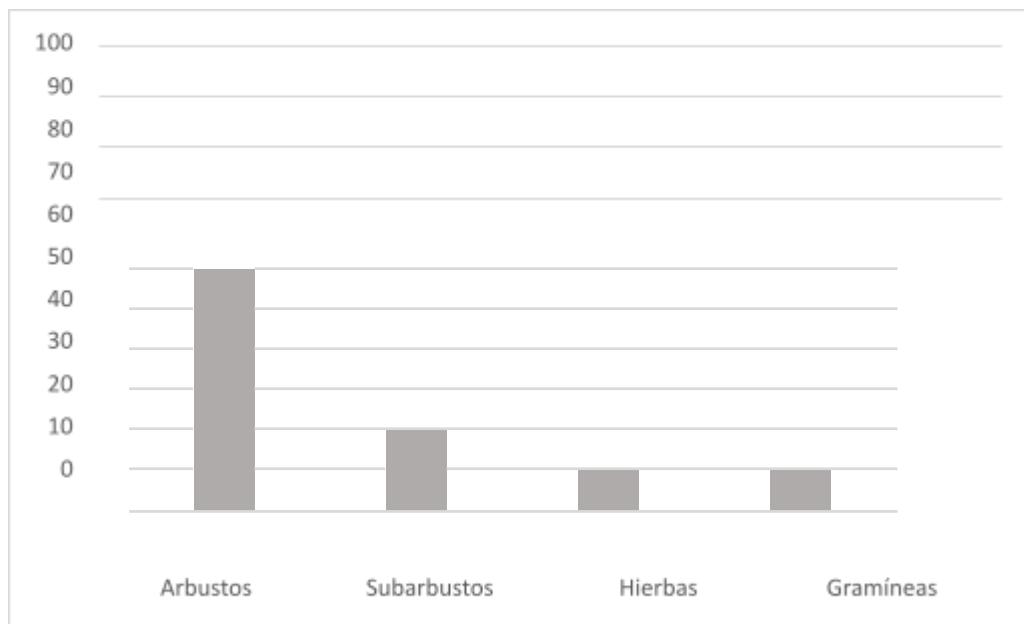


Imagen 25. Cobertura por formas de vida.

Diversidad alfa

Índice	T1
Riqueza específica	10
Índice Shannon-Weaver	1,1
Equitatividad	0,7

Tabla 16. Valores de los índices de riqueza y equitatividad en el sector de estudio.



La vegetación del predio se encuentra influenciada por la actividad humana, siendo el uso planificado de la superficie de carácter industrial

Fauna

La fauna de la zona se corresponde con la Región Neotropical, y se encuentra descripta biogeográficamente dentro del dominio Andino Patagónico, Provincia Patagónica (Cabrera y Willink, 1973).

Las especies de fauna que habitan en este lugar evolutivamente han desarrollado estrategias adaptativas para vivir en la rigurosidad ambiental que presenta la estepa patagónica, donde los factores adversos predominantes son la aridez y las bajas temperaturas en la mayor parte del año. Esta rigurosidad climática tiene gran influencia en los patrones de distribución temporal y espacial de los principales grupos de vertebrados, siendo más evidente el temporal en las especies avifaunísticas.

La fauna de la región está representada por diversas especies adaptadas a las condiciones de vegetación xerófita dominante en el caso de los herbívoros. Si bien la diversidad (en términos de cantidad de especies) es más bien baja cuando se la compara con otras zonas más benévolas en la región patagónica se observan numerosas especies endémicas.

Entre los mamíferos más comunes se puede mencionar al guanaco (*Lama guanicoe*), la liebre europea (*Lepus europea*), ratón patagónico (*Akodon iniscatus*), el piche (*Zaedyus pichiy*), y el zorro gris (*Pseudalopex griseus*). Entre las aves de gran porte se destaca el choique (*Rhea pennata*) y en las de menor tamaño la martineta (*Eudromia elegan*), mientras que en la zona cercana a la costa de Puerto Madryn abundan las aves marinas como la gaviota gris (*Leucophaeus scoresbi*), gaviota capucho café (*Chroicocephalus maculipennis*) o el petrel gigante (*Macronectes giganteus*). Los reptiles son abundantes las especies del género *Liolaemus* (con especies endémicas de esta región), los matuastos del género *Diplolaemus*, los geckos (*Hormonata darwini*) y la yarará ñata (*Bothrops ammodytoides*).

La recopilación de antecedentes antes mencionados está basada en la guía de Narosky y Babarskas (2000) y publicaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.

El predio donde se evalúa instalar el Parque Solar se encuentra antropizado, al identificarse



industrias cercanas, construcciones, caminos y rutas de alto tránsito. En el área de emplazamiento no se han detectado sitios de importancia para la reproducción y la alimentación de especies.

IV.3 Medio Antrópico

Demografía y migración

Puerto Madryn ha experimentado una transformación demográfica radical en las últimas décadas, pasando de 7.000 habitantes en 1970 a 102.143 en 2022 (CONICET, 2022). Este boom poblacional se inició con la fundación de la planta de aluminio ALUAR ALUMINIO ARGENTINO SAIC y se mantuvo gracias al desarrollo del turismo y la pesca (Gazzoli & Fernández, 2014).

Gran parte de la población provino de la migración interna y externa. En 2010, solo alrededor del 7 % de los habitantes eran extranjeros (Gazzoli & Fernández, 2014). Este dinamismo también trajo desafíos urbanos: segregación residencial con sectores populares dispersos en los bordes de la ciudad y sectores medios y altos concentrados en la costa (CONICET, 2022).

Economía local

La economía de Puerto Madryn gira en torno a tres pilares fundamentales:

Industria pesada: la producción de aluminio, liderada por ALUAR ALUMINIO ARGENTINO SAIC, es clave en la economía regional (Wikipedia, 2024). La instalación de ALUAR ALUMINIO ARGENTINO SAIC a inicios de la década de 1970 marcó un punto de inflexión en el desarrollo urbano y económico de la ciudad. Actualmente, la planta de aluminio es la más grande del país y constituye uno de los motores productivos centrales de la región, aportando empleo directo e indirecto, consumo de bienes y servicios locales, y una fuerte vinculación con las cadenas de transporte terrestre y portuario (CONICET, 2022).

Pesca y procesamiento de productos del mar: sector histórico de la ciudad, con una creciente participación femenina (Migraciudades, 2023). La pesca y el procesamiento de productos del mar se han consolidado como un pilar fundamental en la economía madrynense, con una impronta identitaria que atraviesa lo social, lo laboral y lo cultural. Puerto Madryn es hoy uno de los nodos estratégicos de la industria pesquera en Argentina, especialmente por el



volumen de captura y procesamiento del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*), principal recurso de exportación del país en el rubro (Gazzoli & Fernández, 2014).

Las plantas de procesamiento localizadas en el Parque Industrial concentran un número significativo de trabajadores, destacándose la participación de mujeres en tareas de fileteado y empaque, lo que ha modificado la estructura socio-laboral de la ciudad y generado dinámicas propias de organización sindical y comunitaria. Esta inserción laboral, sin embargo, presenta cierta estacionalidad asociada a los ciclos de la zafra, lo que repercute en fluctuaciones de empleo y en la presión sobre los servicios urbanos durante los picos de producción (Migraciudades, 2023).

Además, la actividad pesquera tiene un fuerte impacto en el uso del puerto de la ciudad, que combina operaciones industriales, comerciales y turísticas. La convivencia de la pesca con el turismo de cruceros y el transporte de aluminio plantea desafíos de planificación y de mitigación de impactos ambientales, especialmente en relación con efluentes y residuos industriales (Scarpacci, 2019).

Turismo natural: centrado en la biodiversidad marina, como el avistaje de ballenas, que posiciona a Puerto Madryn como destino de prestigio nacional e internacional (Wikipedia, 2024a; Remote Expeditions, 2024).

Este triángulo económico convive con una fuerte identidad marítima, aunque existe una desconexión simbólica entre los ciudadanos y el puerto que históricamente fue su eje de desarrollo (Scarpacci, 2019).

La economía de Puerto Madryn presenta un perfil diversificado, estructurado principalmente en tres grandes sectores: la industria pesada, la actividad pesquera y el turismo natural, con creciente incorporación de servicios vinculados a la logística, la investigación científica y la educación superior.

Vida cultural y patrimonio

Culturalmente, la ciudad es un crisol de herencias. Fue fundada por colonos galeses en 1865, y su legado se mantiene en celebraciones como la Fiesta del Desembarco y prácticas tradicionales del “té galés” (Wikipedia, 2024).



Instituciones como el Ecocentro —espacio cultural dedicado al arte, la ciencia y la divulgación ambiental frente al mar— reflejan la fuerte conciencia local en torno al vínculo con el ecosistema marino (Wikipedia, 2024c). Asimismo, el Museo Provincial del Hombre y el Mar destaca la relación histórica entre pueblos originarios, europeos y la naturaleza patagónica (Wikipedia, 2024d).

La ciudad también cuenta con una vida cultural activa: teatro independiente, ferias de libros y arte, festivales folklóricos y de música, muchos de ellos impulsados por espacios como la Casa de la Cultura y el Portal de Madryn (Patagonia Argentina, 2023).

Demografía y estructura poblacional

Puerto Madryn ha crecido significativamente en las últimas décadas, alcanzando 102,143 habitantes según el censo nacional de 2022, y consolidándose como la tercera ciudad más poblada de la provincia de Chubut (Wikipedia, 2024). La ciudad recibe además una alta migración interna; se estima que entre ocho y nueve familias se instalan semanalmente, proyectando una población en torno a los 130.000–170.000 habitantes en el futuro cercano (Chubut Hoy, 2025).

Calidad de vida y servicios urbanos

En zonas periféricas, especialmente en los barrios populares, se registran dificultades en el acceso a servicios básicos: electricidad formal para solo el 30% de hogares, acceso al agua corriente en el 9%, y cloacas y gas natural en menos del 2% (El Diario Web, 2019). Esto refleja un claro déficit en términos de conectividad e infraestructura urbana.

En contraste, la ciudad ha desarrollado planes estratégicos como la creación de juntas vecinales y centros de atención barriales, que llevan atención y servicios a las comunidades, promoviendo equidad territorial en acceso a salud, educación y recreación (Municipalidad de Puerto Madryn, 2025).

Vivienda

El acceso a una vivienda digna se ha vuelto cada vez más complejo, con sectores de ingresos medios y altos viviendo en áreas consideradas precarias debido a la especulación del suelo y la expansión desordenada de la periferia (El Extremo Sur, 2023). Si bien la tasa de pobreza medida por necesidades básicas insatisfechas es menor al 10% según datos del último Censo, dicha cifra no refleja completamente la realidad urbana de acceso a servicios y



condiciones residenciales (El Extremo Sur, 2023).

Educación e infraestructura académica

Puerto Madryn refuerza su perfil como ciudad universitaria: cuenta con sedes de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, la UTN Facultad Regional Chubut y la Universidad del Chubut, incluyendo carreras especializadas como Ingeniería Pesquera y Administración de Áreas Naturales. Además, instituciones como el CENPAT y el Ecocentro promueven la investigación y educación ambiental (Wikipedia, 2024; Madryn HOY, 2025).

Salud

El Hospital Dr. Andrés R. Isola es el principal centro de salud público, con servicios ampliados como unidad de cuidados intensivos y oncología, siendo referente provincial en atención especializada (Wikipedia, 2025). Además, la ciudad dispone de múltiples Centros de Atención Primaria (CAPS) y clínicas privadas que complementan la atención sanitaria (Kiddle, s.f.).

Seguridad

Las estadísticas oficiales reportan una reducción continua de delitos desde 2008, posicionando a Puerto Madryn como una de las ciudades más seguras de la provincia (Ministerio Público Fiscal del Chubut, 2025).

Recreación, cultura y deporte

Puerto Madryn ofrece una amplia gama de espacios recreativos y culturales: desde el Ecocentro, referente educativo y artístico frente al mar, hasta el Vía Crucis Submarino, única manifestación religiosa acuática del mundo (Ecocentro, 2025; La Nación, 2017). Destaca también su vida deportiva con clubes como Deportivo Madryn y Ferrocarril Patagónico, que ofrecen múltiples disciplinas y fuertes identidades locales (Wikipedia, 2025). La ciudad también es conocida como "Capital Nacional del Buceo", con turismo activo liderando su desarrollo cultural y recreativo (ArgentinaLoMejor, s.f.).



Usos del espacio

El área urbana de Puerto Madryn presenta una estructura fuertemente condicionada por su localización costera y su vinculación con actividades industriales y portuarias. El Parque Industrial en el sector norte concentra plantas de procesamiento pesquero, metalmecánicas y logísticas, mientras que hacia la franja costera se desarrollan actividades turísticas y residenciales de mayor valor inmobiliario. En la zona sur y oeste se localizan barrios de expansión reciente, muchos de ellos con déficit de servicios básicos, lo que refleja un crecimiento urbano acelerado y a veces desordenado (CONICET, 2022; El Diario Web, 2019).

Asentamiento humano

La ciudad alberga más de 102.000 habitantes según el Censo 2022, con fuerte crecimiento demográfico en las últimas décadas por la llegada de migrantes internos y extranjeros. Este proceso ha generado una expansión periférica marcada, con sectores sociales de bajos recursos instalados en barrios alejados de la costa, mientras que los sectores medios y altos se concentran en la franja costera y el centro urbano (Gazzoli & Fernández, 2014).

Valores culturales

Puerto Madryn se caracteriza por su diversidad cultural. Su origen se vincula a la colonización galesa de 1865, lo que dejó huellas en celebraciones tradicionales como la Fiesta del Desembarco y en prácticas sociales como el “té galés”. La identidad actual combina esa herencia con la influencia de la migración de trabajadores llegados para la industria pesquera, el aluminio y el turismo, generando un entramado cultural variado. Además, la ciudad cuenta con instituciones como el Ecocentro y el Museo del Hombre y el Mar, que refuerzan la educación ambiental y patrimonial (Wikipedia, 2024).

De los problemas ambientales actuales.

En la ciudad de Puerto Madryn y en la zona de influencia del Parque Industrial donde se emplazará el proyecto, se identifican diversos problemas ambientales de carácter estructural y asociados al desarrollo urbano e industrial. Entre los más relevantes se destacan:



Generación y gestión de residuos sólidos urbanos e industriales: la creciente actividad industrial y portuaria genera importantes volúmenes de residuos, cuya gestión y disposición final presenta limitaciones en infraestructura y capacidad de tratamiento.

Emisiones atmosféricas y material particulado: vinculadas principalmente al tránsito de vehículos pesados hacia y desde el puerto, así como a las actividades industriales de procesamiento pesquero y metalmecánico, que pueden generar molestias por olores, emisiones y polvo en suspensión.

Efluentes líquidos industriales y cloacales: algunas descargas de origen industrial y doméstico presentan riesgos de afectación a cuerpos receptores y a la calidad ambiental, particularmente por el incremento poblacional y la concentración de industrias pesqueras.

Presión sobre recursos hídricos: si bien la zona cuenta con provisión de agua a través de acueductos y redes, la alta demanda industrial y doméstica genera un escenario de vulnerabilidad frente a períodos de sequía.

Conflictos de uso del suelo y expansión urbana: la expansión de loteos residenciales hacia áreas cercanas al Parque Industrial genera situaciones de interfase urbano-industrial, con potenciales conflictos por ruidos, olores y tránsito pesado.

Estos problemas constituyen el contexto ambiental en el cual se evaluará el proyecto, que al ser de generación de energía renovable contribuye positivamente a la reducción de emisiones de gases y a la diversificación de la matriz energética local.

Entre los desafíos actuales se destacan:

- Déficit habitacional y expansión urbana desordenada, con creciente fragmentación espacial de clases sociales (CONICET, 2022; Gazzoli & Fernández, 2014).
- Pérdida de cohesión cultural, especialmente por la alta rotación laboral y escasos lazos comunitarios entre migrantes recientes (Patagonia Argentina, 2023).
- Necesidad de equilibrio entre industria, puerto, turismo y sostenibilidad urbana (CONICET, 2022; Ciencia Hoy, 2020).

De las áreas de valor patrimonial y natural

En el área de influencia directa del proyecto no se registran sitios arqueológicos, paleontológicos o de valor patrimonial relevados oficialmente. El predio se encuentra dentro del



Parque Industrial de Puerto Madryn, destinado específicamente a actividades productivas y con uso de suelo industrial aprobado.

En cuanto a valores naturales, el predio presenta baja cobertura vegetal característica de ambientes áridos patagónicos, sin especies de alto valor de conservación, y su entorno inmediato ya ha sido modificado por la implantación de actividades industriales.

En la zona de influencia indirecta, ubicada a unos kilómetros hacia el noreste, se encuentra el Área Natural Protegida El Doradillo, de relevancia internacional por constituir un sitio de avistaje de ballenas francas australes y por su biodiversidad costera. Asimismo, en sectores cercanos al Parque Industrial se desarrollan loteos residenciales que configuran una interfase urbano-industrial.

La localización del proyecto en un predio industrial evita la intervención directa sobre áreas naturales protegidas o patrimoniales, aunque se reconoce la importancia de establecer medidas de resguardo y monitoreo ambiental que eviten efectos acumulativos o indirectos sobre áreas sensibles cercanas.



V. Identificación y valoración de los principales impactos

Con el propósito de asegurar un desarrollo sostenible y en equilibrio con la conservación del medio natural, resulta necesario aplicar herramientas de gestión ambiental que integren los principios de prevención, mitigación y corrección de los efectos negativos, al mismo tiempo que potencien los impactos positivos derivados de la obra. La Evaluación de Impacto Ambiental constituye, en este marco, un instrumento fundamental para orientar la gestión adecuada de los recursos, anticipar las interacciones entre el proyecto y el entorno, y garantizar la compatibilidad de las actividades productivas con las condiciones ambientales del área de influencia.

En el caso del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa, se desarrolló un análisis integral del sitio y de las actividades previstas en cada etapa, con el fin de identificar los aspectos ambientales relevantes y valorar los potenciales impactos sobre el medio físico, biológico y socioeconómico. Este proceso permitió establecer los elementos clave para la toma de decisiones, definir medidas de prevención y mitigación, y asegurar que el desarrollo del proyecto se realice bajo criterios de sustentabilidad, considerando tanto la fragilidad ambiental regional como los beneficios asociados a la generación de energía limpia.

Estructura general de la matriz

A. Acciones del proyecto (filas superiores por columnas)

Las columnas representan las actividades durante cada fase del proyecto:

- **Fase inicial:** preparación del terreno, instalación del obrador, limpieza preliminar.
- **Fase constructiva y operativa:** labores de obra y operación, acopio y gestión de residuos.
- **Fase final:** retiro de equipos, desmantelamiento del obrador, restauración del área.

Cada columna es una acción o conjunto de acciones específicas que pueden generar impactos.

B. Factores ambientales (filas laterales)

Se organizan por componentes del medio:

Medio físico

- Aire (calidad del aire, material particulado, ruido)
- Suelo (calidad, compactación)
- Paisaje
- Agua superficial y subterránea (calidad, caudal)



Medio biótico

- Flora (cobertura vegetal)
- Fauna (hábitats)

Medio antrópico

- Actividades productivas
- Salud y seguridad
- Empleo

Cada factor puede recibir impactos positivos, negativos o nulos según la acción que se evalúe.

C. Valores asignados (celdas)

Cada cruce acción–factor contiene dos valores:

1. Magnitud del impacto

(entre -10 y +10).

Negativos: impactos adversos.

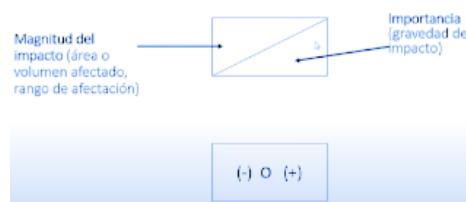
Positivos: beneficios ambientales o sociales.

2. Importancia o relevancia

(entre 1 y 10).

Representa qué tan significativo es el impacto según su contexto.

MATRIZ DDE LEOPOLD



MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Alteracion	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	10

Interpretación de los valores

- Impactos negativos:

Valores < 0 indican un impacto adverso.

Ejemplo:

Calidad del aire durante tránsito de maquinaria: $-3 \times 3 = -9$

- Impactos positivos

Calificación negativa		
Irrelevantes	0	-25
Moderados	-25	-50
Severos	-50	-75
Críticos		>-75

Calificación positiva		
Poco importante	0	25
Importante	25	50
Muy importante		>50



Valores > 0 indican efectos favorables.

Ejemplo:

Empleo durante instalación y operación: **7 × 1 = 7**

Impacto nulo

Celdas con 0 indican que la actividad no afecta significativamente ese factor.

a. Impactos agregados por factores

Identifica qué componentes ambientales reciben mayor carga de impacto a lo largo de todo el proyecto. Por ejemplo, la calidad del aire y el nivel sonoro presentan valores acumulados negativos debido a su afectación durante fases con alto uso de maquinaria.

b. Impactos agregados por acciones

Permite determinar qué actividades son ambientalmente más críticas.

Las actividades analizadas en la matriz fueron:

Fase Inicial (Diagnóstico y Preparación del Sitio)

1. Relevamiento topográfico y estudios de suelo.
2. Reparación, reinstalación y refuerzo del cerco perimetral existente.
3. Desmalezado, limpieza y retiro de material superficial no apto.
4. Nivelación general del terreno.
5. Relleno y compactación de sectores específicos para accesos y fundaciones.
6. Instalación inicial del obrador y servicios provisorios.
7. Instalación de drenajes superficiales, cunetas longitudinales y zanjas colectoras.
8. Apertura y acondicionamiento de accesos internos.

Fase de Construcción

9. Excavaciones para fundaciones y canalizaciones subterráneas.
10. Ejecución de plateas de hormigón para equipos principales.
11. Instalación del sistema de puesta a tierra (rejillas, jaulas y cables).
12. Montaje de estructuras de soporte, celdas, transformadores y paneles fotovoltaicos.
13. Instalación de tableros eléctricos, comunicaciones y sistemas de control.
14. Cableado de corriente continua y alterna entre paneles, inversores y transformador.
15. Ejecución del cableado de media tensión enterrado hasta el punto de conexión.
16. Instalación del tendido eléctrico y conexión final a red.



17. Abastecimiento de agua para obra, limpieza y mitigación de polvo.
18. Mantenimiento y reposición de sanitarios químicos.
19. Gestión de residuos sólidos generados en obra.
20. Pruebas funcionales de equipos y puesta en marcha.

Fase Operativa

21. Monitoreo remoto de generación eléctrica y protecciones.
22. Mantenimiento preventivo de paneles, inversores, celdas y centro de transformación.
23. Gestión de vegetación, control del polvo y mantenimiento de caminos internos.
24. Gestión de residuos operativos y materiales de mantenimiento.
25. Verificación periódica del sistema de puesta a tierra.

Fase de Cierre o Abandono

26. Desmontaje de paneles fotovoltaicos.
27. Retiro de estructuras fijadas al suelo.
28. Extracción o neutralización de fundaciones y canalizaciones remanentes.
29. Retiro del obrador y desmantelamiento de servicios temporales.
30. Revegetación asistida o restauración pasiva según requerimientos.
31. Monitoreo post cierre durante dos años.



MAGNITUD		CALIFICACIÓN		IMPORTANCIA		CALIFICACIÓN NEGATIVA		CALIFICACIÓN POSITIVA	
				Duración	Influencia	Irrelevantes	0	Moderados	-25
Intensidad	Alteración	Calificación				Moderados	-25	Severos	-50
Baja	Baja	-1	Temporal	1		Severos	-50	Criticos	>-75
Baja	Media	-2	Media	2					
Baja	Alta	-3	Permanente	3					
Media	Baja	-4	Temporal	4					
Media	Media	-5	Media	5					
Media	Alta	-6	Permanente	6					
Alta	Baja	-7	Temporal	7					
Alta	Media	-8	Media	8					
Alta	Alta	-9	Permanente	9					
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	10					
			Nacional						



Análisis estadístico y resultados globales de la matriz de impacto ambiental

La matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales permitió cuantificar los efectos potenciales asociados a las distintas fases del proyecto (inicial, construcción, operación y cierre). La ponderación consideró magnitud e importancia del impacto según metodología tipo Leopold adaptada.

1. Resultados globales

El análisis agregado arroja los siguientes indicadores:

- **Impactos negativos totales registrados:** 52
- **Impactos positivos totales registrados:** 60
- **Impacto ambiental neto (suma ponderada):** +8 (balance global levemente positivo)

Los impactos negativos se distribuyen principalmente en la fase de construcción, mientras que los positivos predominan en la fase operativa, vinculados a empleo, seguridad, desarrollo productivo y beneficios indirectos de la infraestructura energética.

2. Factores ambientales más críticos

Los componentes que muestran mayores valores de impacto negativo agregado son:

a) Suelo (Calidad del Suelo y Compactación) | -221 y -112

Se observan efectos asociados a:

- movimiento de suelos
- excavaciones
- tránsito de maquinaria pesada
- fundaciones y tendidos subterráneos

Requiere medidas de mitigación y restauración, especialmente control de erosión, manejo de excedentes y compactación controlada.

b) Flora y vegetación del ecosistema de estepa | -158

La alteración de la cobertura vegetal es uno de los impactos más relevantes, explicado por:



- desmonte inicial
- tránsito y nivelación del terreno
- instalación de estructuras y accesos

Mitigación recomendada: revegetación nativa, control de polvo, protección de zonas sensibles.

c) Fauna terrestre | –186

Los impactos se vinculan a:

- perturbación del hábitat
- ruido y presencia de maquinaria
- modificación del microhábitat durante la fase de obra

Requiere medidas de protección, supervisión y retorno progresivo del hábitat durante operación y cierre.

d) Calidad del aire | –121

Principalmente asociado a:

- material particulado (polvo) generado por movimiento de suelos
- tránsito de maquinaria
- emisiones temporales de motores a combustión

Acciones de mitigación incluyen riego de caminos, mantenimiento de maquinaria y restricciones operativas con viento fuerte.

e) Nivel Sonoro | –90

Impacto generado exclusivamente durante etapas constructivas y de montaje. La fase operativa presenta efectos muy reducidos.

3. Impactos de menor magnitud

Componentes con impacto reducido o nulo:

- Agua subterránea y superficial
- Calidad del agua
- Actividades productivas del entorno
- Radiación electromagnética
- Uso del suelo durante operación



Estos impactos resultan locales, temporales y reversibles, con baja probabilidad de afectar ecosistemas regionales.

4. Interpretación temporal

Los impactos negativos se concentran en:

- **Fase inicial y de construcción:** movimientos de suelos, compactación, ruido, polvo, alteración de hábitat.
- **Fase operativa:** impactos mínimos, dominan efectos positivos (empleo, seguridad, beneficios energéticos, reducción de GEI).
- **Fase de cierre:** efectos mayormente controlables y sujetos a restauración planificada.

La mayoría de los impactos negativos:

- son locales
- de corta duración
- altamente mitigables
- reversibles, especialmente con revegetación y manejo de suelos

5. Impactos positivos

Los impactos positivos alcanzan un valor agregado de **+60**, destacándose:

- generación de empleo directo e indirecto
- fortalecimiento de la infraestructura regional
- mejora en la seguridad eléctrica y estabilidad de la red
- aporte estratégico a la diversificación de la matriz energética
- reducción de dependencia de combustibles fósiles

6. Consideración clave: la matriz NO refleja los beneficios globales de la energía solar

La matriz de Leopold captura únicamente impactos territoriales del proyecto (obra, operación y cierre), pero no incorpora el aporte ambiental sistémico, entre ellos:

a) Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Un parque solar reemplaza electricidad generada por combustibles fósiles, evitando emisiones de CO₂, NO_x, SO₂ y material particulado.

b) Generación de energía limpia y renovable



La energía solar no consume combustibles, no produce residuos peligrosos ni emisiones directas en operación.

c) Beneficio acumulativo a escala regional

Menor huella de carbono, contribución al cumplimiento de metas nacionales de transición energética y estabilidad de red.

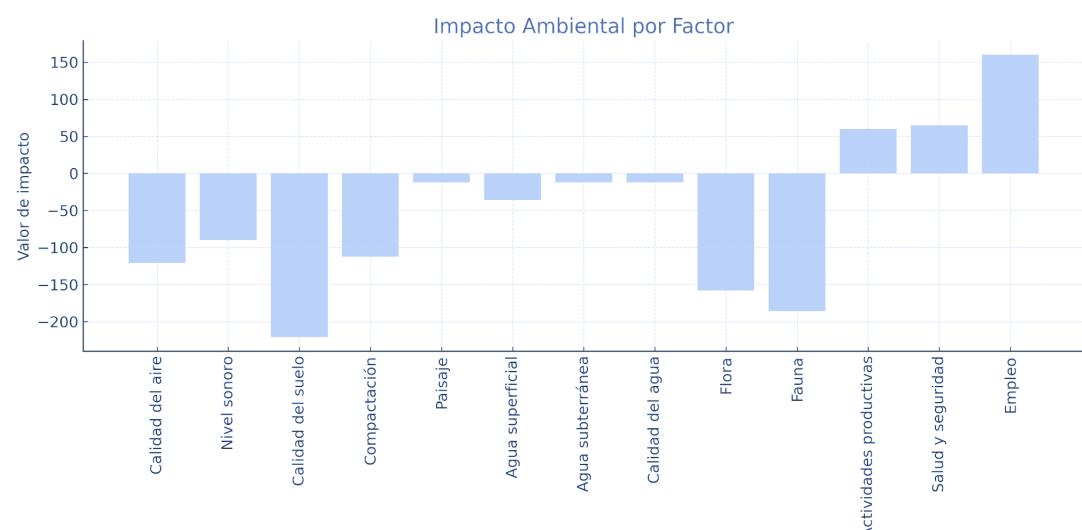
d) Ausencia de contaminación hídrica o térmica

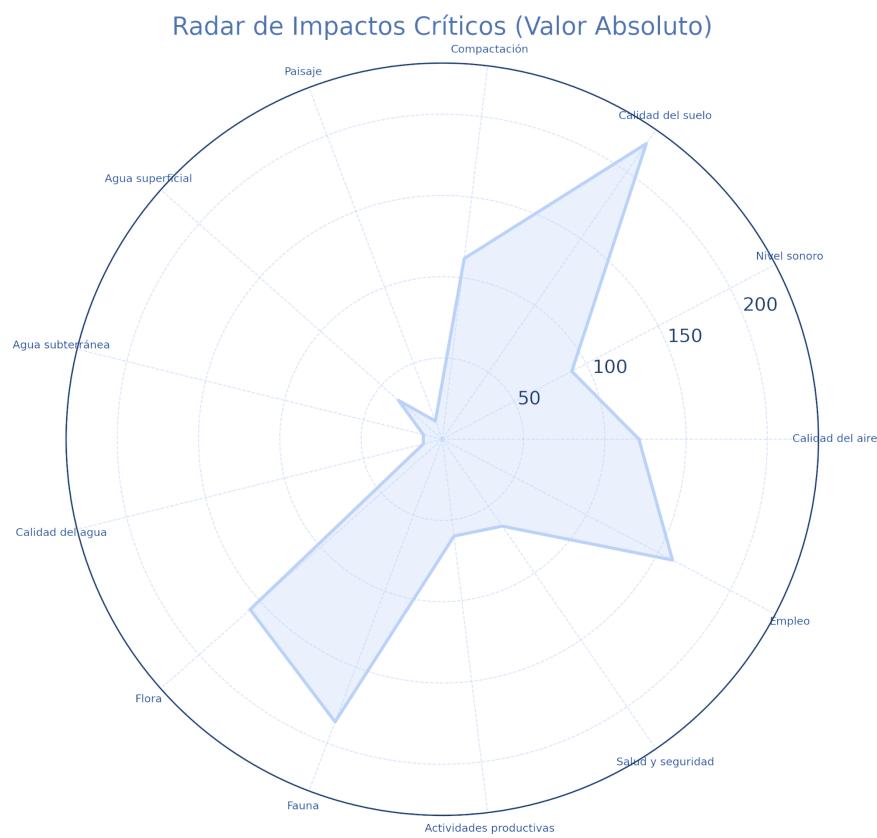
A diferencia de otras tecnologías, la operación solar no requiere agua de enfriamiento ni genera descargas líquidas industriales.

7. Síntesis final

El análisis de la matriz permite concluir que:

- los impactos más críticos se asocian al suelo, flora, fauna y calidad del aire, mayormente durante la construcción
- son impactos temporales, localizados y mitigables
- existen impactos positivos significativos, especialmente en operación
- el funcionamiento del parque solar representa un beneficio ambiental neto debido a la generación de energía limpia







VI. Medidas de prevención y Mitigación.

Las medidas de mitigación ambiental tienen por finalidad evitar, reducir o corregir los efectos adversos que puedan generarse durante las distintas fases del proyecto. Su implementación se basa en los resultados del análisis de impacto ambiental y de la matriz de interacción aplicada, la cual permitió identificar impactos predominantemente locales, acotados en el tiempo y mayormente asociados a las actividades de preparación del sitio y construcción.

Si bien los impactos negativos son gestionables mediante acciones preventivas y de control, es importante señalar que la matriz no refleja el beneficio ambiental global del proyecto durante su operación. La generación de energía mediante tecnología fotovoltaica contribuye a disminuir emisiones de gases de efecto invernadero, reduce la dependencia de combustibles fósiles y promueve la transición hacia sistemas energéticos limpios y sostenibles, lo cual constituye un impacto positivo de relevancia estratégica.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación previstas para prevenir, minimizar o compensar los impactos identificados sobre los factores ambientales evaluados:

Aire: calidad del aire y material particulado

Control de emisiones de polvo mediante riego sanitario de caminos internos y áreas de trabajo durante el movimiento de suelos.

Mantenimiento preventivo de maquinaria para asegurar combustión eficiente y minimizar emisiones.

Reducción de velocidad en caminos internos para evitar resuspensión de partículas.

Cobertura o humidificación de acopios temporales de suelo en condiciones de viento intenso.

Ruido

Planificación de actividades ruidosas dentro del horario laboral habitual.

Mantenimiento de equipos y maquinarias para asegurar niveles sonoros dentro de lo permitido.

Distancia operativa respecto a viviendas u otros receptores sensibles, evitando operaciones nocturnas.

Suelo: compactación, remoción y calidad

Delimitación de áreas de circulación y trabajo para restringir la afectación del suelo a zonas previamente definidas.

Reutilización de suelos aptos dentro del predio y manejo adecuado de suelos excedentes.

Restauración de zonas alteradas mediante nivelación y estabilización posterior al cierre de obra.

Almacenamiento temporal de materiales evitando infiltración de sustancias que puedan alterar la calidad del suelo.



Agua superficial y subterránea

Instalación de drenajes internos que aseguren un escurrimiento ordenado y prevengan procesos erosivos.

Protección de cunetas y zanjas con material granular o geotextil para evitar arrastre de sedimentos.

Gestión adecuada de residuos y sustancias peligrosas para evitar infiltración hacia napas.

Mantenimiento del sistema de drenajes durante la etapa operativa.

Flora y fauna

Restricción de desmontes a sectores estrictamente necesarios.

Protección de parches vegetales y microhábitats asociados.

Prevención de captura o desplazamiento de fauna durante los trabajos de movimiento de suelos.

Reposición de cobertura vegetal en la etapa de cierre mediante prácticas de revegetación asistida.

Paisaje

Ordenamiento del obrador y acopios evitando dispersión de materiales.

Restauración de zonas intervenidas finalizada la construcción.

Diseño del tendido y estructuras respetando la morfología del terreno sin generar modificaciones significativas.

Aspectos sociales: empleo, salud y seguridad

Capacitación de todo el personal en buenas prácticas ambientales, seguridad e higiene.

Señalización de accesos, zonas de trabajo y medidas preventivas para evitar riesgos al personal y terceros.

Promoción del empleo local durante las distintas etapas del proyecto.

Gestión de residuos

Implementación de puntos limpios diferenciados para residuos reciclables, no reciclables y peligrosos.

Retiro periódico por parte de operadores autorizados según legislación vigente.

Gestión documentada de residuos peligrosos, incluyendo aceites, filtros, trapos contaminados y otros.

Registro de volúmenes generados y trazabilidad.



Medidas de Mitigación Ambiental

Las medidas de mitigación tienen como propósito prevenir, minimizar o corregir los efectos adversos identificados en la matriz de impacto ambiental durante las distintas fases del proyecto. La formulación de cada medida responde a la caracterización de impactos elaborada previamente, integrando criterios de magnitud, extensión, temporalidad, reversibilidad y probabilidad.

Se adopta una nomenclatura estandarizada que permite su trazabilidad dentro de los programas de

Nomenclatura: MM-[RECURSO]-[Nº]

- RECURSO:
- SU suelo
- AI aire
- AG agua
- FA flora–fauna
- RU ruido
- RS residuos
- PA paisaje
- SO social–laboral
- SE seguridad y salud
- EM emergencias

MM-SU-01 – Protección del suelo

Impacto potencial: alteración de la estructura natural del suelo, compactación, modificación de drenajes y pérdida de capacidad funcional, identificados como impactos relevantes durante la fase de construcción.

Etapa de aplicación: preparación del sitio, excavaciones, montaje y obras civiles.

Acciones:

- Delimitar estrictamente áreas de trabajo, excavación, acopios y obrador para evitar afectación fuera del polígono autorizado.
- Optimizar excavaciones y movimientos de suelo, evitando intervenciones no necesarias.
- Mantener acopios estabilizados y alejados de cauces de escurrimiento; proteger taludes mediante pendientes suaves y cunetas perimetrales.
- Implementar superficies impermeables para mantenimiento y abastecimiento de maquinaria, con sistemas de contención de derrames.
- Almacenar sustancias peligrosas en áreas ventiladas y señalizadas, con fichas de seguridad disponibles.



Indicadores: estabilidad de taludes, ausencia de cárcavas, orden de acopios.

Registros: partes diarios de obra, registros de almacenamiento y fichas SDS.

MM-AI-02 – Control de emisiones de polvo y calidad del aire

Impacto potencial: incremento local de material particulado por nivelación, tránsito y movimientos de suelo, crítico según matriz en la fase de construcción.

Acciones:

- Humectar caminos internos, acopios y frentes de trabajo bajo condiciones de vientos intensos o clima seco.
- Establecer velocidades máximas de 20 km/h en todo el predio.
- Cubrir materiales transportados y minimizar el tiempo de exposición de suelos desnudos.
- Mantener filtros, sistemas de combustión y equipos sin fugas.

Indicadores: opacidad baja en inspecciones visuales, ausencia de quejas.

Registros: partes de humectación, listas de verificación de equipos.

MM-AG-03 – Protección del recurso hídrico

Impacto potencial: riesgo de contaminación superficial y subterránea, así como consumo ineficiente del agua utilizada en obra y limpieza de paneles.

Acciones:

- Prohibir vertidos directos al suelo; utilizar sanitarios químicos con retiro certificado.
- Diseñar sectores de mantenimiento con pisos impermeables y elementos de contención.
- Optimizar programas de limpieza de paneles, utilizando agua de reúso cuando sea posible y accesorios de bajo caudal.
- Capacitar al personal en prevención de derrames y manejo seguro de sustancias.

Indicadores: volúmenes consumidos, registros de retiro de efluentes, inspecciones de obra.

Registros: plan de limpieza, manifiestos y remitos.

MM-FA-04 – Protección de flora y fauna

Impacto potencial: remoción de vegetación y perturbación de hábitat por tránsito y actividades de montaje, factores relevantes en la matriz de impacto.

Acciones:

- Restringir la circulación a accesos previamente definidos.
- Evitar la remoción de vegetación en sectores que no formen parte de la obra.
- Prohibir captura, caza o manipulación innecesaria de fauna.
- Registrar y reubicar hallazgos de fauna de manera simple y documentada.



Indicadores: integridad de la vegetación, reportes de fauna, ausencia de intervenciones fuera del polígono.

MM-RU-05 – Control de ruido

Impacto potencial: incremento de niveles sonoros por maquinaria, transporte y montaje, con efectos locales y temporales según la matriz.

Acciones:

- Concentrar actividades ruidosas en horarios diurnos.
- Mantener equipos con silenciadores en buen estado.
- Señalar zonas de ruido y exigir el uso de protección auditiva.
- Gestionar maniobras para evitar superposición de actividades de alto impacto.

Indicadores: mediciones puntuales dentro de los límites normativos; ausencia de reclamos.

MM-RS-06 – Gestión integral de residuos

Impacto potencial: generación de residuos sólidos y peligrosos en todas las fases del proyecto.

Acciones:

- Segregar residuos en origen (reciclables, húmedos, peligrosos).
- Utilizar contenedores diferenciados y señalizados en todo el predio.
- Gestionar residuos peligrosos conforme normativa vigente, mediante operadores habilitados.
- Mantener registros actualizados de manifiestos y remitos.

Indicadores: porcentaje de residuos segregados correctamente; ausencia de disposición inadecuada.

MM-PA-07 – Protección del paisaje

Impacto potencial: alteraciones temporales de la calidad visual durante la construcción y cambios moderados en operación.

Acciones:

- Ordenar acopios y retirar rezagos de manera periódica.
- Minimizar infraestructuras auxiliares visibles.
- En cierre, restaurar la topografía original mediante perfilado y revegetación.

Indicadores: cumplimiento del plan de limpieza y evidencias fotográficas.

MM-SO-08 – Relaciones socio-laborales y comunidad

Impacto potencial: molestias por tránsito, ruido o percepción de riesgo; además de aspectos vinculados a la gestión laboral.



Acciones:

- Comunicar actividades críticas a actores locales.
- Establecer un mecanismo de consulta y respuesta.
- Garantizar condiciones seguras de trabajo.
- Favorecer incorporación de trabajadores y proveedores locales.

Indicadores: cantidad de reclamos y respuestas; porcentaje de personal local.

MM-SE-09 – Seguridad y salud ocupacional

Impacto potencial: riesgos eléctricos, de izaje, altura y tránsito interno.

Acciones:

- Aplicar permisos de trabajo y sistemas de bloqueo-etiquetado en equipos energizados.
- Utilizar líneas de vida y EPP certificados.
- Establecer zonas de izaje con balizamiento y vigías.
- Capacitar en riesgos específicos y en respuesta a emergencias.

Indicadores: registros de permisos, auditorías de seguridad, incidentes.

MM-EM-010 – Gestión de emergencias

Impacto potencial: incendios, derrames, descargas eléctricas y eventos climáticos extremos.

Acciones:

- Implementar un plan de emergencias con roles definidos.
- Mantener kits de derrames y extintores operativos.
- Realizar simulacros periódicos.
- Activar protocolos ante vientos fuertes o tormentas.

Indicadores: simulacros realizados, inventarios actualizados, respuestas adecuadas a incidentes.

Programa de medidas por actividad del proyecto

Actividad del Proyecto	Impacto Potencial	Código MM aplicable	Acciones Principales de Mitigación
Relevamiento y estudios de suelo	Tránsito, perturbación mínima de suelo y fauna	MM-SU-01 / MM-FA-04	Delimitar accesos, evitar circulación fuera de huellas, registro de hallazgos, minimizar excavaciones.



Reparación y reinstalación del cerco perimetral	Compactación y movimiento superficial	MM-SU-01	Mantener trabajos confinados, evitar exceder áreas impactadas, gestionar rezagos metálicos.
Desmalezado, limpieza y retiro superficial	Pérdida de cobertura vegetal, polvo	MM-FA-04 / MM-AI-02	Limitar remoción al área requerida, evitar faunas sensibles, riego controlado para polvo.
Nivelación, relleno y compactación (general y específica)	Modificación de estructura del suelo, MP en suspensión	MM-SU-01 / MM-AI-02	Compactación controlada, humectación, manejo adecuado de acopios y estabilidad de taludes.
Instalación inicial del obrador y servicios provisorios	Alteración de suelo, generación de residuos y efluentes	MM-SU-01 / MM-RS-06 / MM-AG-03	Definir área impermeabilizada, instalar baños químicos con retiro certificado, implementar puntos limpios.
Obras de drenaje (cunetas, zanjas, colectores)	Alteración superficial, erosión	MM-SU-01 / MM-AG-03	Evitar desvíos no autorizados, estabilizar taludes, disipadores en descargas, evitar arrastre de sedimentos.
Apertura de accesos internos	Emisión de polvo, compactación	MM-AI-02 / MM-SU-01	Velocidad ≤ 20 km/h, riego periódico, confinamiento de huellas.
Excavaciones para fundaciones y canalizaciones	Alteración del suelo, riesgo de derrames, residuos	MM-SU-01 / MM-RS-06 / MM-AI-02	Excavaciones controladas, gestión de escombros, riego para polvo, protección de zanjas.
Ejecución de plateas de hormigón	Suelo y residuos de obra	MM-SU-01 / MM-RS-06	Mantener zona limpia, gestionar sobrantes, lavado de equipos en áreas confinadas.
Instalación sistema de puesta a tierra	Excavación puntual, residuos metálicos	MM-SU-01 / MM-RS-06	Proteger zanjas, clasificar chatarra, evitar exposición de cables.
Montaje de estructuras, inversores, celdas, transformadores, paneles	Ruido, seguridad eléctrica, generación de embalajes	MM-RU-05 / MM-SE-09 / MM-RS-06	Permisos de trabajo, bloqueo eléctrico, uso de EPP, segregación de embalajes.



Instalación de tableros, control y comunicaciones	Residuos eléctricos y electrónicos	MM-RS-06	Gestión diferenciada RAEE, retiro por operador autorizado.
Cableado CC/CA y media tensión	Suelo, residuos, seguridad	MM-SU-01 / MM-RS-06 / MM-SE-09	Orden en zanjas, retiro de rezagos, permisos eléctricos, señalización.
Tendido eléctrico a punto de conexión	Impacto		

Monitoreo y seguimiento

Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental

Suelo (SU)

Se realizarán inspecciones visuales periódicas para detectar signos de erosión, formación de cárcavas, compactación excesiva y huellas no autorizadas. Se registrarán las áreas afectadas, el origen probable del impacto y las medidas correctivas aplicadas. En fase operativa se controlará el estado de caminos internos y la estabilidad de las áreas intervenidas.

Aire y polvo (AI)

Durante la obra se efectuarán inspecciones semanales para verificar la presencia de material particulado proveniente del tránsito, movimiento de suelos o acopios. En operación, el control se realizará trimestralmente en caminos internos y sectores expuestos, registrando condiciones del viento y necesidad de acciones correctivas.

Ruido (RU)

Se realizarán mediciones puntuales cuando se reciban reclamos o cuando las actividades previstas impliquen incrementos sonoros relevantes. Las mediciones se compararán con los límites establecidos por normativa local o provincial.

Agua superficial y subterránea (AG)

Durante la construcción se verificará el correcto retiro y gestión de los efluentes de obra, incluyendo los servicios sanitarios. En operación se llevará un registro del consumo de agua utilizado para la limpieza de paneles y mantenimiento general.

Residuos (RS)

Se utilizarán indicadores de desempeño tales como porcentaje de residuos segregados correctamente, cantidad de manifiestos emitidos y volúmenes gestionados o valorizados. Se controlará la existencia de contenedores diferenciados y la trazabilidad completa de residuos peligrosos y no peligrosos.



Seguridad y Salud en el Trabajo (SE)

El monitoreo incluirá el registro de incidentes y quasi incidentes, auditorías internas de cumplimiento de procedimientos y análisis del porcentaje de personal capacitado en los distintos riesgos relevantes del proyecto. Se controlará la vigencia de permisos de trabajo y la implementación del sistema de bloqueo y etiquetado.

Flora y fauna (FA)

Se documentarán hallazgos, interacciones y posibles afectaciones por tránsito, ruido u obras puntuales. Ante detecciones de fauna en riesgo se registrarán las acciones de resguardo o reubicación.

Paisaje (PA)

Se elaborará un registro fotográfico bimestral del área de obra, acopios, accesos y sectores con infraestructura temporal. Durante el cierre se verificará la restitución del terreno y la ausencia de rezagos o estructuras remanentes.

Socio-laboral y comunidad (SO)

El monitoreo incluirá el registro del número de consultas y reclamos recibidos y su tiempo de respuesta. También se controlará el porcentaje de mano de obra local empleada y las acciones de comunicación implementadas en las fases críticas del proyecto.

Emergencias (EM)

Se verificará anualmente la realización de simulacros y la actualización del inventario de equipos de respuesta como extintores, kits de derrames y señalización. Se controlará el mantenimiento de los equipos y la vigencia de los procedimientos de emergencia para eventos climáticos o eléctricos.

Cumplimiento legal

Se realizará un control trimestral del cumplimiento normativo aplicable a nivel nacional, provincial y municipal, considerando requisitos ambientales, laborales, de higiene y seguridad y de gestión de residuos.



VII. Plan de Gestión Ambiental

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) se implementará en el área de influencia del proyecto con el objetivo de minimizar los impactos negativos durante la construcción, operación, mantenimiento y cierre del Parque Solar Fotovoltaico, promoviendo el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

A partir de la evaluación de impactos realizada y de la matriz de valoración, se definieron programas específicos orientados a prevenir, mitigar, controlar y, cuando corresponda, corregir o compensar los efectos ambientales identificados, así como a garantizar una adecuada respuesta frente a contingencias.

El Plan de Gestión Ambiental incluye los siguientes programas y planes:

- Programa de Seguimiento y Control Ambiental (PSC)
- Programa de Monitoreo Ambiental (PMA)
- Plan de Contingencias Ambientales (PC)
- Programa de Seguridad e Higiene según Ley 19.587 y Decreto 351/79 (PSeH)
- Programa de Capacitación (PCap)
- Programa de Fortalecimiento Institucional (PFI)
- Programa de Comunicación y Educación (PCE)

Todos los programas se diseñan para abarcar las distintas etapas del proyecto: construcción, operación y mantenimiento, y cierre o abandono.

Programa de Seguimiento, Control y Monitoreo Ambiental

Este programa se orienta al seguimiento sistemático de las variables ambientales críticas relacionadas con los impactos identificados en cada fase. Sus propósitos principales son:

- Verificar la eficacia de las medidas de mitigación implementadas.
- Controlar el cumplimiento de la normativa ambiental, de higiene y seguridad laboral y de gestión de residuos.
- Estimar los cambios en la calidad ambiental en el área de influencia directa e indirecta.
- Asegurar transparencia, trazabilidad y mejora continua durante todo el ciclo de vida del proyecto.



1. Programa Seguimiento y Control Ambiental de calidad del Suelo: PCA 01

- Qué medir/controlar: Estado general de los suelos, presencia de erosión y cárcavas, estabilidad de taludes, manchas de hidrocarburos, ubicación, volumen y orden de acopios de suelos y materiales.
- Quién: Responsable Ambiental y Jefatura de Obra.
- Cómo: Inspección visual con checklist, registro fotográfico y parte diario.
- Dónde: Predio de obra, accesos internos, zona de acopios y obrador.
- Cuándo: Quincenal durante la construcción; mensual en operación

2. Programa Seguimiento y Control Ambiental del Aire : PCA 02

- Qué medir/controlar: Niveles de emisión de polvo por tránsito y movimientos de suelo, grado de compactación de accesos, cumplimiento de velocidad máxima de 20 km/h, presencia de olores molestos. Niveles sonoros en puntos sensibles y respeto de horarios de actividades ruidosas.
- Quién: Responsable Ambiental y Capataz de Obra.
- Cómo: Inspecciones visuales, registro de humectaciones y controles de vehículos; evaluación sonora preliminar y mediciones instrumentales cuando corresponda o ante reclamos.
- Dónde: Caminos internos, accesos al predio, zonas de acopio y sectores de mayor tránsito; límites del predio próximos a receptores sensibles.
- Cuándo: Semanal en obra; trimestral en operación.

3. Programa Seguimiento y Control Ambiental del Agua: PCA 03

- Qué medir/controlar: Consumo de agua para limpieza de paneles, uso de agua para obra, estado y retiro de efluentes de baños químicos, ausencia de vertidos directos al suelo o a eventuales cauces efímeros.
- Quién: Responsable Ambiental y Responsable de Higiene y Seguridad.
- Cómo: Registros de volúmenes mediante medidores y planillas de consumo, certificaciones de retiro de baños químicos y transportistas habilitados.
- Dónde: Puntos de abastecimiento de agua, sectores de limpieza de paneles y zona de sanitarios.



- Cuándo: Quincenal durante la obra; mensual en operación.

4. Programa Seguimiento y Control Ambiental de Flora y Fauna: PCA 04

- Qué medir/controlar: Grado de alteración de la cobertura vegetal, mantenimiento de las áreas intervenidas dentro del polígono de obra, registros de avistajes y hallazgos de fauna, cumplimiento de restricciones de acceso y tránsito.
- Quién: Responsable Ambiental.
- Cómo: Inspección visual, registro en partes ambientales, documentación fotográfica y fichas de hallazgos.
- Dónde: Área de influencia directa del predio y caminos de acceso.
- Cuándo: Semanal en la etapa de construcción; visitas puntuales ante hallazgos o situaciones especiales en operación

5. Programa Control Ambiental gestión de Residuos: PCA 05

- Qué medir/controlar: *Segregación en origen (residuos comunes, reciclables, especiales y peligrosos), porcentaje de valorización de reciclables, existencia y vigencia de manifiestos de retiro, condiciones de almacenamiento temporal y disposición final.*
- Quién: Responsable Ambiental y Responsable de Obra.
- Cómo: *Inspección de puntos limpios, verificación de manifiestos y remitos, auditoría documental periódica.*
- Dónde: *Obrador, áreas de acopio, depósitos temporales y puntos de generación de residuos.*
- Cuándo: Mensual.

6. Programa Control Ambiental Protección de Paisaje: PCA 06

- Qué medir/controlar: Orden general del predio, limpieza de áreas de trabajo, retiro de rezagos, estado visual de acopios, avance de las acciones de restauración en la etapa de cierre.
- Quién: Responsable Ambiental y Jefatura de Obra.
- Cómo: Inspección visual con registro fotográfico y actas de housekeeping.
- Dónde: Todo el predio del parque y su entorno inmediato.



- Cuándo: Bimestral durante obra y operación; verificación específica al cierre de obra y en desmantelamiento.

7. Programa Control Ambiental Socio-laboral / Comunidad: PCA 07

- Qué medir/controlar: Número y tipo de reclamos comunitarios, tiempos de respuesta, porcentaje de contratación de mano de obra local, cumplimiento de condiciones laborales seguras y formales.
- Quién: Responsable de Recursos Humanos y área de Relaciones Comunitarias o equivalente.
- Cómo: Revisión de registros de reclamos, informes de contratación, legajos de personal y actas de reuniones con actores locales.
- Dónde: Comunidad del Parque Industrial de Puerto Madryn y zonas aledañas al proyecto.

8. Programa control de Seguridad y Salud en el Trabajo: PCA 08

- Qué medir/controlar: Implementación y actualización del Programa de Seguridad por parte de la empresa constructora y del operador, cumplimiento de la normativa de higiene y seguridad, registros de incidentes y capacitaciones.
- Quién: Responsable de Higiene y Seguridad.
- Cómo: Verificación del Programa de Seguridad aprobado, auditorías internas, seguimiento de indicadores de siniestralidad.
- Dónde: Todas las áreas de obra y sectores operativos del parque solar.
- Cuándo: Chequeo permanente, con informes periódicos.

9. Programa Control sistema de Emergencias: PCA 09

- Qué medir/controlar: Disponibilidad, ubicación y estado de equipos contra incendios, kits de derrames y elementos de primeros auxilios, realización de simulacros, cumplimiento del Plan de Contingencias.
- Quién: Responsable de Higiene y Seguridad y Responsable Ambiental.
- Cómo: Verificación de inventario, control de extintores y kits, actas de simulacros y revisión de planes.



- Dónde: Obrador, depósitos, áreas de montaje, sector de transformadores y zonas operativas.
- Cuándo: Trimestral para verificación de equipos; al menos anual para simulacros.

Plan de Contingencias Ambientales

Objetivos

- Evitar o minimizar los impactos de emergencias sobre la salud, la seguridad y el ambiente.
- Reducir daños económicos e infraestructurales.
- Contar con protocolos claros de acción durante eventos extraordinarios.
- Evaluar, prevenir y responder ante situaciones críticas que puedan alterar el normal desarrollo del proyecto.

Plan de acción ante emergencias

Sistema de Comunicación de Emergencias

El sistema de comunicación constituye un pilar fundamental del PCA, ya que asegura que la información fluya de manera rápida, clara y ordenada hacia todos los actores relevantes, minimizando la confusión y reduciendo los tiempos de respuesta.

Objetivos

Alertar oportunamente a los trabajadores, brigadas de emergencia y contratistas. Coordinar acciones inmediatas con las autoridades locales y organismos de respuesta. Informar a la comunidad y al Parque Industrial de Puerto Madryn en caso de contingencias que puedan generar riesgo o alarma. Documentar las comunicaciones para garantizar la trazabilidad y la transparencia

Alcance

Es de aplicación para cualquiera de las contingencias que pudieran acontecer y se detallan posteriormente.

Medios de comunicación disponibles

Internos inmediatos: silbatos, altoparlantes, radios VHF y teléfonos celulares.

Externos oficiales: líneas fijas, celulares de responsables, correo electrónico institucional, comunicados al Parque Industrial y notas oficiales a la autoridad ambiental.



Comunitarios: cartelería informativa, reuniones de emergencia con representantes barriales/industriales, difusión por canales municipales si fuera necesario.

Señales y códigos

Señal de alerta: silbato de duración prolongada o mensaje claro por altavoz (“ALERTA: posible contingencia”).

Señal de alarma: silbatos intermitentes o mensaje explícito por altavoz (“ALARMA: evacuar hacia puntos de reunión”).

Confirmación de cierre de emergencia: un mensaje de voz oficial desde Jefatura de Obra indicando el fin de la contingencia y reanudación de actividades.

Flujo de comunicación interno

- Detección del evento

El trabajador que observe la contingencia debe avisar de inmediato a su supervisor o encargado de frente de obra.

- Activación del protocolo

El encargado informa a la Jefatura de Obra y al Responsable de Higiene y Seguridad / Ambiental, quienes determinan el nivel de la contingencia.

- Aviso al personal

Se activa la señal de alerta o alarma según corresponda, y se indica a los trabajadores dirigirse a los puntos seguros o aplicar las medidas inmediatas.

- Coordinación interna

La Brigada de Emergencia se desplaza al sitio del evento y ejecuta las primeras acciones de control (uso de extintores, contención de derrames, asistencia de lesionados).

Comunicación externa

Dependiendo de la magnitud de la contingencia, se activan las comunicaciones con:

Secretaría de Ambiente Chubut: teléfono 280 4670760.

Secretaría de Ecología Pto. Madryn: teléfono 280 4456370

Bomberos Voluntarios de Pto. Madryn: 100.



Hospital Zonal Andrés Ísola: 107.

Policía local: 101.

Municipalidad de Puerto Madryn / Parque Industrial: para coordinar accesos, seguridad y posibles impactos a instalaciones vecinas.

Toda comunicación debe ser precisa, objetiva y breve, informando:

- Lugar exacto de la emergencia.
- Tipo de evento (incendio, derrame, accidente, etc.).
- Gravedad y riesgos asociados.
- Recursos internos ya desplegados.
- Apoyos externos requeridos.

Comunicación con la comunidad

- En caso de que la contingencia pueda afectar o generar alarma en la población (ej. incendio visible, explosión, derrame mayor, cortes de acceso):
- La empresa emitirá un comunicado oficial al Parque Industrial y a la Municipalidad, para que estos lo difundan en la comunidad.
- Se designará un vocero oficial (Representante de la Dirección de Proyecto o Responsable Ambiental) que será el único autorizado para brindar información externa, evitando versiones contradictorias.
- Se habilitará un canal de contacto comunitario (número de teléfono o correo electrónico de emergencias del proyecto) para consultas o reclamos.

Registro de comunicaciones

Todas las llamadas, mensajes y comunicados emitidos deben registrarse en un Formato de Registro de Comunicación de Emergencias, consignando:

- Fecha, hora, medio utilizado.
- Persona que emite y persona que recibe.
- Contenido del mensaje.
- Acciones derivadas.



Esto garantiza la trazabilidad y la transparencia frente a auditorías ambientales, revisiones de autoridades o reclamos comunitarios.

Posibles Eventos Extraordinarios

Evento	Probabilidad	Severidad	Indicadores de gravedad (población / superficie afectada)
Incendio en predio / instalaciones	Media	Alta	Superficie afectada de predio y emisiones atmosféricas
Explosión por equipos eléctricos / transformadores	Baja	Alta	Daños a operarios, riesgo de propagación de fuego
Derrame de sustancias peligrosas (aceites, combustibles, químicos de mantenimiento)	Media	Media	Área puntual del obrador o taller; riesgo de infiltración en suelo/agua
Inundación por lluvias intensas	Baja	Media	Superficie parcial del predio; interrupción de obra
Accidentes de tránsito interno / externo	Media	Media	Afectación puntual a personal y equipos
Fugas de gases o descargas eléctricas	Baja	Alta	Riesgo de electrocución o incendio; impacto en operarios

Incendio

- Acciones:

- Activar alarma sonora (silbatos prolongados / altoparlante).
- Uso inmediato de extintores o arena en focos incipientes.
- Evacuar al personal hacia puntos de reunión.
- Dar aviso a Bomberos Voluntarios de Pto. Madryn.

- Informar a Secretaría de Ecología Municipio y Secretaría de Ambiente Provincia

- Responsables: Jefatura de Obra / Brigada de Emergencia.

- Teléfonos útiles:

- Bomberos: 100

- Policía: 101



- Emergencias Médicas: 107
- Secretaría de Ecología Municipio 280 4456370
- Secretaría de Ambiente Provincia 280 4670760

Explosión eléctrica

- Acciones:

- Desconectar sistemas eléctricos desde tableros principales.
- Aislar el área y evacuar al personal no esencial.
- Coordinar con Bomberos y ENRE para corte de suministro si es necesario.
- Informar a Secretaría de Ecología Municipio y Secretaría de Ambiente Provincia
 - Responsables: Responsable de Higiene y Seguridad + Jefe de Mantenimiento.
 - Teléfonos útiles:

- Bomberos: 100

- Policía: 101

- Emergencias Médicas: 107

- Secretaría de Ecología Municipio 280 4456370

- Secretaría de Ambiente Provincia 280 4670760

Derrames de sustancias peligrosas

- Acciones:

- Contener el derrame con absorbentes (turba, tierra, paños industriales).
 - Evitar escurrimiento hacia cunetas o napas.
 - Retiro en tambores rotulados y entrega a operador habilitado.
 - Completar manifiesto de residuos peligrosos.
 - Responsables: Responsable Ambiental / Responsable de Mantenimiento.
 - Teléfonos de referencia:
- Secretaría de Ecología Municipio 280 4456370



- Secretaría de Ambiente Provincia 280 4670760

Inundación

- Acciones:

- Suspender actividades en áreas anegadas.

- Retirar equipos y materiales sensibles.

- Implementar bombeo o drenaje temporario si es seguro hacia sitio previamente habilitado.

- Responsables: Jefatura de Obra y propietario

- Teléfonos de referencia:

- Secretaría de Ecología Municipio 280 4456370

- Secretaría de Ambiente Provincia 280 4670760

Accidentes de tránsito

- Acciones:

- Atención inmediata de lesionados con botiquín.

- Llamado a ambulancia si corresponde.

- Despejar accesos obstruidos.

- Avisar a ART.

- Responsables: Encargado de Transporte / Jefatura de Obra.

- Teléfonos útiles:

- Bomberos: 100

- Policía: 101

- Emergencias Médicas: 107

Fugas de gases o descargas eléctricas

- Acciones:

- Evacuar personal a >100 m del evento.

- Cortar fuentes de ignición y suministro eléctrico.



- Rociar con neblina de agua para dispersar vapores si corresponde.

- Responsables: Higiene y Seguridad / Brigada de Emergencia.

Programa de Seguridad e Higiene

El presente Programa de Seguridad e Higiene se ha elaborado para el proyecto de construcción y operación del Parque Solar Fotovoltaico en el Parque Industrial de Puerto Madryn, en concordancia con la normativa nacional y provincial vigente en materia de seguridad laboral y ambiente. Su objetivo es identificar los riesgos asociados a cada etapa de obra y de operación, establecer las medidas preventivas y de control necesarias y definir con claridad las responsabilidades de implementación.

El programa fija lineamientos generales y específicos para la gestión de riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. No exime al contratista principal ni a las empresas subcontratistas del estricto cumplimiento de la legislación nacional, provincial y municipal aplicable en materia laboral, de higiene y seguridad en el trabajo, ni de otras disposiciones vigentes.

La responsabilidad primaria del cumplimiento normativo recae en el empleador y en los responsables directos de la obra, quienes deben garantizar condiciones de trabajo seguras, la provisión adecuada de equipos de protección personal, la realización de capacitaciones obligatorias y el cumplimiento de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, su Decreto Reglamentario 351/79, la Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo y la normativa provincial y municipal correspondiente.

La tabla que se presenta a continuación constituye una herramienta operativa de referencia para que la Jefatura de Obra, el Responsable de Higiene y Seguridad y los supervisores de frente puedan asegurar un entorno de trabajo seguro, prevenir accidentes y evidenciar el cumplimiento de las disposiciones legales.

La tabla a continuación incluye:

- Etapa de obra/operación: fase específica del proyecto.
- Riesgo: peligros principales identificados.
- Medida preventiva: acciones técnicas y organizativas a aplicar.
- Normativa aplicable: marco legal que regula la acción.
- Responsable: área o persona designada para la implementación y control.



ETAPA	RIESGO	MEDIDA PREVENTIVA	NORMATIVA APLICABLE	RESPONSABLE
DISEÑO Y RELEVAMIENTO	Accidentes viales en traslados	Capacitación en conducción segura; control mecánico de vehículos	Ley 24.557, Ley 19.587	Responsable de Seguridad e Higiene
DISEÑO Y RELEVAMIENTO	Exposición solar prolongada	Uso de protector solar, hidratación y pausas activas	Ley 19.587 – Dec. 351/79	Supervisor de Campo
LOGÍSTICA Y PROVISIÓN	Accidentes viales y de carga	Estiba segura, control de vehículos, uso de EPP	Ley 24.557, Res. SRT 960/15	Jefe de Logística
LOGÍSTICA Y PROVISIÓN	Golpes y cortes en manipulación	Uso de guantes anticorte, fajas de izaje y señalización	Ley 19.587 – Dec. 351/79	Encargado de Depósito
PREPARACIÓN DEL SITIO	Vuelco de maquinaria pesada	Capacitación de operadores, delimitación de áreas de trabajo	Ley 19.587, Res. SRT 299/11	Jefe de Obra
PREPARACIÓN DEL SITIO	Polvo en suspensión	Humectación de suelos y caminos, velocidad ≤ 20 km/h	Ley 20.284 – Prev. de contaminación atmosférica	Responsable Ambiental
CONSTRUCCIÓN CIVIL Y MONTAJE	Caídas a distinto nivel	Uso de arnés, líneas de vida y barandas	Ley 19.587 – Dec. 351/79	Responsable de Seguridad
CONSTRUCCIÓN CIVIL Y MONTAJE	Riesgo eléctrico en cableados	Permisos de trabajo, bloqueo/etiquetado (LOTO), EPP dieléctrico	Ley 19.587, Res. ENRE 555/01	Supervisor Eléctrico
CONSTRUCCIÓN CIVIL Y MONTAJE	Ruido y vibraciones	Señalización, uso de protección auditiva, mediciones puntuales	Ley 19.587, Dec. 351/79	Jefe de Obra
COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	Electrocución por energización	Acceso restringido, uso de guantes y calzado dieléctrico	Ley 19.587, ENRE 15/92	Responsable Eléctrico
COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	Explosiones en equipos eléctricos	Protocolos de energización, brigada de emergencia disponible	Ley 24.557, Res. SRT 905/15	Jefe de Seguridad
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Caídas en limpieza de paneles	Protocolos de trabajo en altura, uso de arneses	Ley 19.587 – Dec. 351/79	Supervisor de Mantenimiento
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Contacto con productos químicos	Uso de soluciones no tóxicas, almacenamiento	Ley 24.051 (Residuos Peligrosos)	Responsable Ambiental



		seguro, SDS disponibles		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Accidentes eléctricos	Bloqueo de tableros antes de intervención, inspecciones preventivas	Ley 19.587 – ENRE 555/01	Responsable Eléctrico
CIERRE O ABANDONO	Generación de chatarra y residuos peligrosos	Plan de desmantelamiento, disposición con operadores habilitados	Ley 24.051, Ley XI-35 (Código Ambiental Chubut)	Responsable Ambiental
CIERRE O ABANDONO	Caídas en desmontajes	Señalización, arneses, supervisión permanente	Ley 19.587 – Dec. 351/79	Jefe de Obra
CIERRE O ABANDONO	Accidentes por manipulación de residuos	Capacitación, uso de EPP, manifiestos de transporte	Ley 24.051, Dec. 1239/06	Responsable de Obra

Acciones ante accidentes y evacuación en obra

Procedimiento ante accidentes de personas

En caso de producirse un accidente laboral en el área de obra:

1. Detección y aviso inmediato

- El trabajador que observe el accidente debe dar aviso inmediato al supervisor de frente de obra mediante radio, teléfono o señal de alarma.
- Activar el protocolo de Primeros Auxilios en el lugar del evento.

2. Atención inicial

- El brigadista de primeros auxilios o el encargado de Higiene y Seguridad debe asistir al lesionado aplicando las técnicas básicas de atención (RCP, control de hemorragias, estabilización).
- Se debe evitar movilizar al accidentado salvo riesgo mayor (ejemplo: incendio, riesgo eléctrico).

3. Traslado y comunicación

- En caso de ser necesario, se solicitará ambulancia al Hospital Andrés Ísola (107).
- Se informará a la ART contratada y a la Jefatura de Obra, quien activará el rol de llamadas definido en el Plan de Contingencias.



4. Registro

- Todo accidente debe documentarse en el Parte de Accidentes, consignando: lugar, fecha, hora, trabajador involucrado, descripción del evento, atención recibida y acciones posteriores.

Procedimiento de evacuación

En caso de un evento que implique riesgo colectivo (incendio, fuga de gas, explosión, inundación, manifestación social):

1. Activación de alarma

- Se activa la señal sonora (silbato prolongado o mensaje por altavoz: “EVACUACIÓN”).

2. Organización de la evacuación

- El Responsable de Evacuación dirige el desplazamiento del personal hacia los puntos de reunión seguros, previamente señalizados en el plano del predio.

- Se prohíbe el uso de vehículos internos salvo para emergencias médicas.

3. Corte de suministros

- El personal de mantenimiento corta la energía eléctrica y detiene equipos en operación.

4. Control y conteo

- Los supervisores pasan lista en los puntos de reunión, reportando ausencias al Responsable de Evacuación.

5. Intervención externa

- Se da aviso a Bomberos de Puerto Madryn (100) y autoridades locales si la emergencia lo requiere.

Elementos mínimos de seguridad en obra

- Botiquines de primeros auxilios en obrador y frentes de trabajo (con vendas, gasas, soluciones antisépticas, férulas, guantes descartables, mascarillas RCP, etc.).
- Extintores portátiles (polvo químico y CO₂) ubicados en sectores críticos (obrador, depósitos, zona de transformadores).
- Kits de contención de derrames (absorbentes, barreras, palas, bolsas).
- Sistemas de comunicación interna (radios portátiles, altoparlantes, silbatos).
- Señalización clara de salidas de emergencia, puntos de reunión y ubicación de equipos de respuesta.
- Planos de evacuación visibles en el obrador y áreas de trabajo.



Programa de Capacitación (PC)

El presente Programa de Capacitación tiene como finalidad dotar a los trabajadores de conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan aplicar en forma eficaz los Programas de Seguridad e Higiene, Seguimiento y Control de Medidas de Mitigación, y el Plan de Contingencias Ambientales.

Listado de Capacitaciones

1. Inducción en Seguridad, Higiene y Medio Ambiente

- Contenidos: normas generales de seguridad, política ambiental del proyecto, compromisos con la comunidad y normativa aplicable.

- Modalidad: presencial, antes del ingreso al predio.

2. Uso correcto de Equipos de Protección Personal (EPP)

- Contenidos: selección, uso y mantenimiento de cascos, guantes, calzado, protección ocular y auditiva, arneses.

- Práctica en campo: chequeo de EPP antes de tareas críticas.

3. Gestión de Residuos y Buenas Prácticas de Obra

- Contenidos: segregación en origen (húmedos, secos, peligrosos), almacenamiento temporal, transporte con operadores habilitados, prohibición de quemas.

- Entrenamiento: armado de puntos limpios en obra.

4. Prevención de Contaminación de Suelo y Agua

- Contenidos: medidas MM-SU-01 y MM-AG-03, control de derrames, almacenamiento seguro de químicos y combustibles, uso de kits de contención.

- Práctica: ejercicio con absorbentes en simulacro de derrame.

5. Control de Polvo, Ruido y Emisiones

- Contenidos: medidas MM-AI-02 y MM-RU-05, humectación de caminos, limitación de velocidad, control de equipos ruidosos, respeto de horarios.

- Práctica: recorrido de inspección ambiental.

6. Protección de Flora y Fauna



- Contenidos: medidas MM-FA-04, respeto de huellas, prohibición de caza y mascotas, reubicación de fauna hallada.

- Práctica: simulacro de registro y reporte de hallazgos de fauna.

7. Plan de Contingencias Ambientales

- Contenidos: respuesta ante incendios, explosiones, inundaciones, manifestaciones sociales, fugas de gas.

- Práctica: simulacro de incendio y evacuación.

8. Primeros Auxilios y Respuesta a Emergencias

- Contenidos: técnicas básicas de primeros auxilios, RCP, uso de botiquines y extintores.

- Práctica: taller con brigada interna.

9. Trabajo en Altura y Riesgo Eléctrico

- Contenidos: uso de líneas de vida y arneses, permisos de trabajo, bloqueo y etiquetado (LOTO), seguridad en energización.

- Práctica: inspección de líneas de vida y simulación de tareas.

10. Cierre de Obra y Restauración Ambiental

- Contenidos: gestión de chatarra y residuos finales, revegetación básica, entrega del predio limpio y seguro.
- Práctica: recorrido de verificación de housekeeping final.

Metodología

- Charlas iniciales en sala o carpa de capacitación.
- Prácticas en campo con ejemplos reales.
- Simulacros semestrales de emergencias.
- Material impreso y digital con instructivos y fichas técnicas.

Registro y Evaluación

- Asistencia obligatoria registrada en planillas.
- Evaluaciones breves (cuestionarios o prácticas observadas).



- Informe semestral de cumplimiento de capacitación, archivado en el Sistema de Gestión Ambiental.

Programa de Fortalecimiento Institucional (PFI)

- Proyecto: Parque Solar Fotovoltaico – Parque Industrial de Puerto Madryn.
- Escala: Proyecto estratégico con incidencia regional y aporte al cumplimiento de metas nacionales de energías renovables (Leyes 26.190 y 27.191).

Objetivos del PFI

El programa busca garantizar que las instituciones involucradas en el proyecto cuenten con la capacidad técnica, operativa y organizativa para implementar y controlar los programas ambientales asociados. Se promueve la coordinación interinstitucional entre organismos provinciales, municipales y nacionales, asegurando transparencia y participación ciudadana en la gestión. Además, se busca fomentar la continuidad institucional de los programas de seguridad, monitoreo y contingencia más allá de la etapa de construcción.

El presente Programa de Fortalecimiento Institucional no sustituye las obligaciones legales de las autoridades competentes ni de la empresa ejecutora. La designación del Responsable Ambiental asegura una gestión integral y articulada de todos los programas del proyecto, en concordancia con el marco normativo vigente y con los compromisos asumidos en el Informe Ambiental

Instituciones involucradas

- Secretaría de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de Chubut: aprobación y fiscalización del EIA y del PGA.
- Municipalidad de Puerto Madryn: habilitaciones, control de residuos y seguridad urbana.
- ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad): supervisión técnica en la conexión on-grid.
- Servicoop, cooperativa eléctrica de Pto Madryn.
- TRANSPA
- Bomberos Voluntarios y Defensa Civil: respuesta ante emergencias e incendios.
- Comunidad del Parque Industrial y vecinos de zonas aledañas: actores clave en la vigilancia ambiental y social.

Líneas de acción del PFI

Se designará un Responsable Ambiental del Proyecto con funciones específicas:



Coordinar la implementación de las medidas de mitigación, monitoreo y planes de contingencias.

Supervisar la correcta aplicación del Programa de Seguridad e Higiene (PSH), el Programa de Monitoreo Ambiental (PMA) y el Plan de Contingencias Ambientales (PCA).

Actuar como interlocutor principal entre la empresa ejecutora y las autoridades provinciales, municipales y nacionales.

Garantizar la capacitación continua del personal involucrado.

Elaborar y presentar informes de avance y cumplimiento a las instituciones competentes.

Capacitación y formación

- Formación técnica en energías renovables y gestión ambiental dirigida a inspectores provinciales y municipales.
- Capacitación en planes de emergencia y contingencia junto a Bomberos y Defensa Civil.
- Talleres internos de actualización para el personal de obra y mantenimiento.

Organización y coordinación

- Designación formal del Responsable Ambiental con autoridad suficiente para la gestión transversal.
- Implementación de canales de comunicación directa entre el Responsable Ambiental y las autoridades de control.
- Establecimiento de un cronograma de reportes periódicos de cumplimiento y monitoreo.

Preparación operativa

- Elaboración de protocolos de inspección y control aplicables a las distintas etapas de la obra.
- Provisión de equipos de control y medición para el Responsable Ambiental y las instituciones que lo requieran.
- Publicación de informes ambientales periódicos para garantizar la transparencia con la comunidad y las autoridades.

Escenarios de aplicación



- Construcción: capacitación inicial, articulación con el municipio y ministerio, implementación de protocolos de seguridad y ambientales.
- Operación y mantenimiento: presentación de informes semestrales, supervisión de programas de monitoreo y capacitaciones continuas.
- Cierre: coordinación de la disposición final de residuos y restauración ambiental bajo supervisión del Responsable Ambiental.

Indicadores de seguimiento

- Número de capacitaciones realizadas y personal capacitado.
- Cantidad de informes emitidos por el Responsable Ambiental.
- Porcentaje de cumplimiento de medidas de mitigación implementadas.
- Número de inspecciones realizadas en conjunto con organismos oficiales.
- Nivel de cumplimiento de normativa ambiental y laboral vigente.

Programa de Comunicación y Educación (PCE)

El Programa de Comunicación y Educación (PCE) se integra al sistema de gestión ambiental del proyecto como un instrumento clave de transparencia, participación social y educación ambiental, asegurando que los objetivos del parque solar y las medidas de mitigación se comprendan y valoren tanto por la comunidad como por los actores institucionales responsables.

Objetivos del PCE

- Garantizar la difusión transparente de los objetivos del proyecto y de los resultados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).
- Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental entre trabajadores, instituciones locales y vecinos del Parque Industrial.
- Facilitar la educación ambiental práctica para fortalecer el compromiso con el uso de energías renovables y la protección de los recursos naturales.

Públicos destinatarios

- Comunidad del Parque Industrial y barrios aledaños.
- Instituciones educativas de Puerto Madryn (escuelas técnicas, universidades).



- Organismos de control provinciales y municipales.
- Personal del proyecto (directo e indirecto).
- Público general interesado en energías renovables.

Comunicación externa

- Boletines ambientales semestrales: informes de avances, resultados de monitoreo y gestión de residuos, disponibles en formato digital y papel.
- Cartelería en el predio y accesos: señalización de objetivos del proyecto, medidas ambientales aplicadas, planes de contingencia y teléfonos de emergencia.
- Página web y redes sociales del proyecto/empresa: información actualizada sobre las actividades, indicadores ambientales y noticias del avance de obra.
- Visitas guiadas durante la operación: recorridos para instituciones educativas y comunidad, con foco en energías renovables y buenas prácticas ambientales.

Comunicación interna

- Tableros de comunicación en obra y comedor: con resultados de monitoreo ambiental, avances de obra y alertas de seguridad.
- Capacitaciones internas periódicas en comunicación ambiental, seguridad e higiene y contingencias.
- Simulacros abiertos de contingencias con participación de la comunidad y de Defensa Civil.

Instrumentos necesarios

- Material impreso: folletos, boletines, cartelería informativa.
- Material digital: sitio web, comunicados en redes sociales, videos explicativos.
- Instrumentos participativos: encuestas comunitarias, buzón de consultas y reclamos, reuniones abiertas.
- Canales de emergencia: teléfonos visibles, radios portátiles, sistemas de alarma y altoparlantes.

Cronograma de acciones



- Etapa de construcción: cartelería en obra, boletines trimestrales de avances y medidas de mitigación.
- Etapa de operación y mantenimiento: boletines semestrales de monitoreo, visitas educativas, campañas comunitarias de energías renovables.
- Etapa de cierre: difusión de plan de restauración ambiental, reuniones informativas con vecinos e instituciones.

Indicadores de seguimiento

- Cantidad de boletines emitidos y distribuidos.
- Alcance de publicaciones en medios digitales.
- Porcentaje de consultas y reclamos respondidos en tiempo y forma.
- Número de instituciones educativas y comunitarias que participan en visitas o capacitaciones.



VIII. Conclusiones

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Conarpesa representa una iniciativa estratégica para la provincia de Chubut y, en particular, para la ciudad de Puerto Madryn, al integrar la generación de energías renovables con un sector productivo de fuerte identidad regional como es el industrial-pesquero. Esta vinculación no solo contribuye a disminuir la huella de carbono de una actividad intensiva en consumo energético, sino que consolida un modelo de producción alineado con los principios contemporáneos de transición energética, economía circular y sostenibilidad territorial.

Desde una mirada ecosistémica, el proyecto incorpora una tecnología de bajo impacto operativo que, una vez superada la etapa de construcción, permite reducir presiones sobre los servicios ecosistémicos locales asociados al aire, al clima y a la provisión de energía. Su aporte a la mitigación del cambio climático se combina con beneficios indirectos sobre la calidad ambiental regional, favoreciendo una disminución sostenida de emisiones en el corredor industrial del Golfo Nuevo.

El análisis ambiental evidencia que las etapas del proyecto presentan impactos diferenciados en naturaleza y escala. La fase de construcción es la más crítica, dado que concentra los mayores niveles de alteración sobre suelo, vegetación, fauna, aire y paisaje. Las actividades de movimiento de suelos, excavaciones, nivelación y montaje de estructuras resultan las principales determinantes de los impactos negativos identificados. La matriz de valoración confirma que estos efectos son, en su mayor parte, de carácter local, temporario y mitigable mediante la aplicación adecuada de las medidas de gestión definidas en el Plan de Gestión Ambiental y en las fichas específicas de mitigación.

Durante la etapa operativa, los impactos negativos disminuyen significativamente y se circunscriben a consumos de agua para limpieza, generación de residuos eléctricos y requerimientos de mantenimiento. A su vez, se incorporan los beneficios ambientales más relevantes del proyecto: la generación de energía limpia, la reducción de gases de efecto invernadero, la diversificación de la matriz energética industrial y el fortalecimiento de la resiliencia energética regional. Estos beneficios superan ampliamente los impactos residuales identificados, otorgando al proyecto un carácter estratégico en términos de sostenibilidad productiva y ecológica.

En la etapa de cierre, los impactos vuelven a intensificarse por el desmantelamiento de infraestructuras y la generación de residuos, algunos de ellos peligrosos. No obstante, todos los efectos asociados al cierre son previsibles y cuentan con medidas de restauración y recomposición que aseguran una transición ambientalmente aceptable hacia los usos futuros del sitio, incluyendo la recuperación de la cobertura vegetal y la restitución de las condiciones geomorfológicas originales.



Del balance global surge que, sobre un total de 150 impactos identificados, 31 son positivos y 119 negativos. La mayoría de los negativos se ubica en la fase constructiva, mientras que los positivos se concentran en la operación. Sin embargo, la naturaleza mitigable, controlable y predominantemente temporal de los impactos adversos, junto con la magnitud de los efectos favorables en términos energéticos, sociales y económicos, permiten concluir que el proyecto es ambientalmente viable.



IX. Fuentes Consultadas

Bibliografía técnica y manuales especializados

IDAЕ – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2011). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos*. Gobierno de España.

IRENA – International Renewable Energy Agency. (2016). *Solar PV power: Operations and maintenance best practices*. IRENA. <https://www.irena.org/>

Huawei Technologies Co., Ltd. (2020). *SmartLogger Monitoring System: Operation and Maintenance Guide*. Huawei Digital Power.

Villavicencio, I. E. (2020). *Cartilla técnica de manejo de vegetación y mantenimiento en instalaciones eléctricas*. Ente Provincial de Energía.

Instituto de Energía de Villavicencio. (2021). *Cartilla de operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos*.

(Archivo consultado): /mnt/data/Cartilla_I_E_VILLAVICENCIO.pdf

Soil Survey Staff. (1992). *Keys to Soil Taxonomy*. United States Department of Agriculture (USDA).

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). *A Procedure for Evaluating Environmental Impact* (Geological Survey Circular 645). U.S. Geological Survey.

International Finance Corporation – IFC. (2015). *Environmental, Health, and Safety Guidelines for Solar Power Projects*. World Bank Group.

Global Solar Atlas. (2023). *Solar resource data for project planning*. World Bank & ESMAP. <https://globalsolaratlas.info>

Normativa ambiental, sanitaria y laboral consultada

Argentina. Ley 24.051. (1992). *Ley de Residuos Peligrosos*. Boletín Oficial de la República Argentina.

Argentina. Ley 19.587. (1972). *Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo*. Boletín Oficial de la República Argentina.

Argentina. Decreto 351/79. (1979). *Reglamentación de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo*. Poder Ejecutivo Nacional.



Argentina. Ley 24.557. (1995). *Ley de Riesgos del Trabajo*. Boletín Oficial de la República Argentina.

Provincia del Chubut. Ley XI N° 35. (2008). *Código Ambiental de la Provincia del Chubut*.

Provincia del Chubut. Decreto 185/09. (2009). *Reglamentación del Código Ambiental – Evaluación de Impacto Ambiental*.

Provincia del Chubut. Decreto 1540/16. (2016). *Reglamentación parcial de la Ley XI N° 35*. Secretaría de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable.

ENRE – Ente Nacional Regulador de la Electricidad. Resolución 555/2001. *Reglas de Seguridad en instalaciones eléctricas*.

Resolución SRT 299/2011. (2011). *Condiciones de trabajo para maquinaria pesada*.

Resolución SRT 960/2015. (2015). *Seguridad en operaciones de carga y estiba*.

Ley 26.190. (2006) y Ley 27.191. (2015). *Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía*.

Documentos y organismos técnicos consultados

Secretaría de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable del Chubut (2023–2025). *Lineamientos para la presentación de Informes Ambientales de Proyecto*.

Municipalidad de Puerto Madryn. (2024). *Requisitos técnicos ambientales para proyectos industriales en el Parque Industrial Pesado*.

Servicoop – Cooperativa Eléctrica de Puerto Madryn. (2024). *Especificaciones técnicas para conexión e infraestructura eléctrica de media tensión*.

TRANSPA S.A. (2024). *Requerimientos para infraestructura eléctrica de transmisión regional*.

INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2005–2023). *Publicaciones técnicas sobre manejo de suelos áridos y semiáridos en Patagonia*.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación – IRAM. (2015). *IRAM-ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestión Ambiental*.

ONU – Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Sixth Assessment Report – Climate Change Mitigation*.



Cartografía, geología y clima

Servicio Geológico Minero Argentino – SEGEMAR. (2010–2023). *Cartas Geológicas de la Provincia del Chubut*. Escalas 1:100.000 y 1:250.000.

Instituto Geográfico Nacional – IGN. (2023). *Cartografía base y modelos digitales de elevación*.

Servicio Meteorológico Nacional – SMN. (2020–2024). *Datos climáticos para Patagonia – Series históricas de vientos y precipitación*.

NASA. (2022). *Surface Solar Radiation Data Set (SSE)*.



X. Anexos

NCA

Anexo Fotográfico

Planos

Documento eléctrico

Disposición Asignación de Lote



Anexo Fotográfico















NIVEL DE COMPLEJIDAD AMBIENTAL

Datos de la Empresa

Nombre: Conarpesa Continental Armadores de Pesca S.A.
Domicilio Real: Parque Industrial Pesquero – Nuncio De Caro 730
Localidad / Provincia: Puerto Madryn, Chubut
CUIT / CUIL: 30-57785659-8
Contacto: verortacoinpat@gmail.com
Teléfono de contacto: 2804670298
e-mail de contacto: verortacoinpat@gmail.com

Fecha de cálculo:
1 de diciembre de 2025

Responsable de cálculo:
Lic Verònica Gonzàlez

Rubro (Ru) Consultar hoja de cálculo Ru

Rubro conforme Habilitación Municipal:

Sin nomenclatura

Rubro CIIU (Resolución SAyDS N° 1639/07 modificada por 481/11):

23.1.3 Generación de energías n.c.p (Incluye la producción de energía eléctrica mediante fuentes de energía solar, biomasa, eólica, geotermica, mareaomotriz, etc.)

Grupo asignado conforme Resolución SAyDS N° 1639/07 y 481/11

1

Valor asignado al Rubro (Resolución SAyDS N° 1639/07):

1

Coeficiente de efluentes y residuos (ER) Consultar hoja de cálculo ER

Tipo: 2

Valor asignado al Tipo: 3

Riesgo (Ri)

NO Riesgo por aparatos sometidos a presión

SI Riesgo de explosión

NO Riesgo acústico

SI Riesgo de incendio

NO Riesgo por sustancias químicas

Valor asignado al Riesgo: 2

Dimensionamiento (Di)

Cantidad de personal

Cantidad: 15

Valor: 0

Relación Sup. cubierta / Sup. total

a) Sup. Cubierta: 18.000 m²

b) Sup. Total: 20.000 m²

Relación: (a) / (b): 0,9

Valor: 3

Potencia instalada en HP

Potencia: 2000 HP

Valor: 3

Valor asignado al Dimensionamiento 6

Localización (Lo)

Zona

Parque industrial

Valor: 0

Infraestructura de servicios

No tiene

Tiene

Agua Luz

No tiene

Tiene

Cloaca Gas

Valor: 1

Valor asignado a la Localización:

1,0

Nivel de Complejidad Ambiental Inicial

$$\text{NCAi} = \text{Ru} + \text{ER} + \text{Ri} + \text{Di} + \text{Lo} = 13,00$$

Manejo de sustancias particularmente riesgosas

¿Maneja sustancias riesgosas en cantidad superior a lo establecido en la tabla del apéndice del Anexo II de la Resolución SAyDS 1639/2007 (Parte 1)?

NO AjSP = 0

Sistema de Gestión Ambiental

¿Posee un Sistema de Gestión Ambiental certificado? NO AjSGA = 0

Organismo de Certificación que otorgó el certificado

Datos del Certificado

Número

Fecha de obtención

Fecha de vencimiento

CALCULO del NCA

$$\text{NCA} = \text{NCAi} + \text{AjSP} - \text{AjSGA}$$

$$\boxed{\text{NCA}} = \boxed{13,00} \text{ NCAi} + \boxed{0} \text{ AjSP} - \boxed{0} \text{ AjSGA} = \boxed{13,00}$$

Categoría conforme Resolución
SAyDS 1639/07 = PRIMERA CATEGORIA = **NO REQUIERE SEGURO AMBIENTAL**

Observaciones

Por Constructora

