Especificaciones Técnicas

{{ project.title }}

{{project.building.name }}

{{ project.building.city }}

|  |
| --- |
| OBJETIVO: Bases técnicas para la implementación de proyecto para suministro de energías renovables para el establecimiento **{{ project.building.name }}**, que se emplaza en la comuna de **{{ project.building.city }}**, disminuyendo los costos por consumo de energía eléctrica en **{{ energy\_production }}**. Esta disminución de costos apunta a los objetivos de Estado Verde, seguridad del suministro energético en catástrofes y optimización del uso de los recursos públicos, para insumos de salud dirigidos a la comunidad. |

|  |  |
| --- | --- |
| Resumen |  |
| Proyecto | {{ project\_type }} {{ project\_size }} |
| Costo del proyecto | {{ total\_cost }}.- |
| Generación | {{ energy\_production }} |
| Beneficio primer año | {{ annual\_benefits }}.- |
| Reducción Emisiones | {{ emission\_reduction }} |

Elaboración

|  |  |
| --- | --- |
| Mandante | I.M. de {{ project.building.city }} |
| Rev. | Seremi Energía Valparaíso. CCN |

# Contenido

Pag.

[OBJETIVO: 1](#_Toc165841865)

[Contenido 2](#_Toc165841866)

[Ubicación 3](#_Toc165841867)

[Consumos 4](#_Toc165841868)

[Antecedentes 4](#_Toc165841869)

[Proyectados 5](#_Toc165841870)

[Clima 6](#_Toc165841871)

[Irradiación 6](#_Toc165841872)

[Generación y rendimientos 7](#_Toc165841873)

[Equipamiento 7](#_Toc165841874)

[Generación de energía 8](#_Toc165841875)

[Resumen 8](#_Toc165841876)

[Producción Energética 9](#_Toc165841877)

[Rendimientos Globales 11](#_Toc165841878)

[Reducción de Emisiones 13](#_Toc165841879)

[Rentabilidad 14](#_Toc165841880)

# Objetivos

## 2.1 Objetivo general

Abastecer de energía eléctrica de manera permanente y continua al {{ project.building.name }} ubicado en la comuna de {{ project.building.city }} utilizando soluciones {{ project\_type }} individuales a techo, con el fin de atender la demanda eléctrica generada, generando una instalación mínima de {{ project\_size }}.

## 2.2 Objetivos específicos

* Levantar información y requerimientos energéticos de {{ project.building.name }}
* Provisión e instalación de un sistema {{ project\_type }} , a techo con una potencia mínima de {{ project\_size }}.
* Puesta en servicio de todos los sistemas energéticos instalados.
* Mantener la totalidad de los sistemas energéticos por el período definido según Garantía de Correcta Operación de los Sistemas Implementados.

Capacitación a los beneficiarios y operarios de cada proyecto, en el uso y mantención de los sistemas instalados.

* Confeccionar el manual de mantenimiento y operación respectivo, en concordancia con las especificaciones técnicas de todos los componentes de los sistemas energéticos.

# Localización del proyecto

El proyecto se emplaza en la comuna de {{ project.building.city }}, en consideración se tabulan las siguientes especificaciones de la localización :

|  |  |
| --- | --- |
| establecimiento | {{ project.building.name }} |
| dirección | {{ project.building.address }} |
| coordenadas | |  |  | | --- | --- | | **lat** | {{ project.building.geolocation.latitude }} | | **long** | {{ project.building.geolocation.longitude }} | | **msnm** | {{ project.building.geolocation.altitude }} m. | |

Tabla. Localización proyecto

mapa de ubicación geográfica. {{r gmaps }}

El Proyecto se emplazará en la ubicación marcada donde se dispone de un área suficiente para emplazar **{{ project.area }} m2** necesarios para dicho proyecto.

# Alcances

Para cumplir con los objetivos descritos en el numeral anterior, el Contratista deberá desarrollar como mínimo, las actividades que se describen a continuación, las cuales presentan los siguientes alcances y aspectos fundamentales por la I. Municipalidad de {{ project.building.city }}, desde ahora “el mandante”:

## **4.1 Levantamiento de información**

**a) Reunión de Inicio:** Dentro de los primeros diez (10) días hábiles contados desde la total tramitación del Acto Administrativo que aprueba el contrato, la Contraparte Técnica del mandante realizará con el Contratista una Reunión de Inicio. Esta reunión de inicio podrá ser presencial o virtual, mediante video conferencia grabada.

En la Reunión de Inicio, el Contratista deberá entregar Carta Gantt detallada con la planificación de la ejecución de los servicios contratados, en donde se debe detallar las fechas de inicio y término del trabajo en terreno. Además, en esta reunión se definirán los canales de comunicación y otros temas en relación con la gestión del contrato.

Todos los acuerdos e información suministrada en la reunión de inicio, quedará plasmada en un “Acta de Inicio” (que tendrá la misma fecha del día en que se realizará dicha reunión), que deberán firmar las partes, cuya fecha será considerada como el inicio de la ejecución de los servicios contratados.

**b) Desarrollo de las Ingenierías de Detalle:** En primera instancia, el Contratista tendrá un plazo máximo de cuarenta (40) días corridos, desde la fecha de emisión del Acta de Inicio, para el desarrollo y entrega a la Contraparte Municipal de las 12 Ingenierías de Detalle, las cuales deberán ser ingresadas por Oficina de la Municipalidad y además deberán ser enviadas mediante correo electrónico, de acuerdo con lo indicado por la Contraparte Técnica en la Reunión de Inicio. En el caso de que el Contratista incurra en retraso en la entrega de las Ingenierías de Detalle, la Municipalidad podrá aplicar multas, de acuerdo con lo establecido en las Bases Administrativas.

Posteriormente, el mandante contará con un plazo de cuarenta (40) días corridos contados desde el día siguiente a la entrega de las Ingenierías por parte del Contratista, para revisión. En el caso que, de esta revisión de la Contraparte Técnica, se levanten observaciones a las Ingenierías de Detalles, se otorgará al Contratista un plazo máximo de quince (15) días corridos para subsanar, contados desde el día siguiente a la fecha de comunicación de las observaciones. Transcurrido el plazo anterior, la Contraparte Técnica verificará la subsanación de las observaciones y en caso favorable, otorgará la aprobación a las Ingenierías de Detalle en un plazo de cinco (5) días corridos. En caso de que el Contratista no subsane satisfactoriamente la totalidad de las observaciones realizadas por parte de la Contraparte Técnica, la Municipalidad podrá aplicar una multa, en conformidad las Bases Administrativas.

En caso de que la/las ingenierías/s de detalle presentada/s por el contratista sea rechazada por contar con inconsistencias graves, esto es, que no cuente con cálculos justificativos o fundamentos teóricos y normativos que avalen la solución planteada, el mandante pondrá realizar término anticipado al contrato, en conformidad con las Bases Administrativas, y hará efectiva la Garantía de Fiel y Oportuno Cumplimiento del Contrato.

El mandante no indemnizará en ninguna circunstancia al contratista que haya sido cesado en sus servicios.

En todo momento, el contratista deberá responder a los requerimientos de información, de avance del trabajo, reuniones y otros, que le solicite la Contraparte Técnica. Sin perjuicio de lo anterior, el Contratista deberá considerar en su programación de actividades reuniones de coordinación.

Durante el desarrollo de las Ingenierías de Detalle, el Contratista deberá levantar información de las condiciones de terreno e informar a la Contraparte Técnica sobre cualquier situación que pudiera afectar la correcta instalación de los sistemas fotovoltaicos.

En estos casos, la Contraparte Técnica se reserva el derecho a determinar cuál es su resolución, la cual será informada dentro de un periodo de cinco (5) días hábiles al Contratista.

Cabe señalar que, independiente de los plazos anteriormente señalados, estos no interrumpen o suspenden los plazos o las obligaciones que tiene el Contratista para la ejecución de los servicios contratados, a menos que la magnitud de la situación tomada en conocimiento, sea de tal envergadura, que no sea posible continuar con la ejecución del servicio mientras no sea subsanada, lo cual deberá ser informado al Contratista por la Contraparte Técnica del mandante.

## 4.2 Ingeniería de Detalle

Antes de iniciar los trabajos de instalación de los sistemas fotovoltaicos, el Contratista deberá entregar la Ingeniería de Detalle del proyecto a implementar, las cual deberá ser aprobada por la Contraparte Técnica del mandante de acuerdo con el proceso detallado en el NUMERAL 11 y 17 de las presentes bases.

La entrega de ingenierías de detalle por proyecto deberá contener los siguientes documentos:

1. Informe técnico, con factibilidad de instalación, generación de cada sistema fotovoltaico (optimizando la inclinación y orientación de los paneles, de las formas de maximizar la captación de energía durante los meses de invierno) y descripción de las condiciones del terreno. Debe contener un set fotográfico y diagrama esquemático de la instalación completa, incluido el sistema fotovoltaico y la instalación eléctrica interior.
2. Set de planos: según lo requerido por las normas NCH Elec. 4/2003 y NCH Elec. 2/84 para trámite eléctrico TE1.
   1. Layout general con ubicación de principales componentes: paneles, caseta,
   2. Planos de planta:
      1. Trazado conexión FV y PAT
      2. **Planta** Enchufes
      3. **Planta** Luminarias
   3. Cuadros de generación y carga (cálculos de caída de tensión)
   4. **Planos** de planta, elevaciones y detalle caseta de equipos.
3. **Manuales de instalación y operación** de los principales componentes de los sistemas fotovoltaicos.
4. **Carta Gantt** de la ejecución de los trabajos contratados respetando los plazos máximos dispuestos para la etapa de implementación.
5. Informe de parámetros de configuración de equipos:
   1. Regulador.
   2. Inversor.
6. En el marco de la estructura de soportes de los paneles y del sistema de anclaje:
   1. Plano de disposición general de cada sistema fotovoltaico sobre la estructura
   2. Memoria de cálculo estructural para cada edificio donde se indique:
      1. Normas utilizadas
      2. Descripción y detalle de las cargas aplicadas, peso propio, viento, sismo, nieve y sobrecargas de uso.
      3. Combinaciones de carga utilizadas, según NCh3171 Of 2010.
      4. Verificación y dimensionamiento de la estructura soporte y de cualquier otro elemento adicional.
      5. Verificación y dimensionamiento de la estructura soporte y de cualquier otro elemento adicional.
      6. Verificación y dimensionamiento del sistema de anclaje de la estructura de soporte a la estructura existente (bajo la NCh 3357 Of 2015 y NCh 432-2010 para succión y presión de los paneles) y de cualquier otro elemento adicional que deba anclarse a la estructura existente, esto incluye pasillos técnicos, escaleras tipo gatera, líneas de vida, entre otros.
   3. Detalles del sistema de impermeabilización.
7. Planos layout del generador fotovoltaico en planta y elevación. La información mínima que deben presentar:
   1. Información relevante del levantamiento en terreno, como dimensión del o los techos, caracterización de la cubierta y estructura, detalle del emplazamiento del generador fotovoltaico en el recinto.
   2. Disposición de los módulos fotovoltaicos.
   3. Distancia entre filas.
   4. Orientación
   5. Inclinación
   6. Vistas laterales
   7. Identificación de cada “string” y cada módulo
   8. Escalas utilizadas
   9. Cotas
   10. Cubicación de materiales.
8. Plano de disposiciones en sala de los inversores, de los tableros, incluyendo la disposición de equipos en planta y elevación, entregando como información mínima ubicaciones y distancias.
9. Memoria explicativa eléctrica, que debe contener todo lo indicado en el procedimiento de puesta en servicio (RGR N° 01/2020)

En caso de que el entorno no presente elementos de seguridad se deberá contemplar:

1. Incluir en la memoria de cálculo estructural el dimensionamiento del sistema de anclaje de pasillos técnicos, escaleras tipo gatera, líneas de vida, entre otros, o Planos de detalle (en planta y elevaciones) del piso técnico proyectado, línea de vida y soportes, escalera tipo gatera, apoyos adicionales sobre la techumbre, cierres perimetrales u otros. (siguiendo los requerimientos del NUMERAL 7.8)
2. Fichas técnicas de las medidas de seguridad del proyecto, según normativa vigente.

## 4.3 Instalación de los sistemas fotovoltaicos

Una vez aprobada la ingeniería de detalle, el Contratista deberá iniciar las obras de implementación de los sistemas fotovoltaicos según los requerimientos y especificaciones descritos en los NUMERALES 7 y 8 de las presentes Bases Técnicas, cautelando el cumplimiento de los plazos establecidos en las Bases Administrativas.

## 4.4 Puesta en marcha y recepción de las obras

Una vez instalado el sistema fotovoltaico correspondiente, el Contratista deberá ejecutar el procedimiento de puesta en marcha del respectivo sistema según lo indicado el en NUMERAL 9 y 10 de las Bases Técnicas.

## 4.5 Capacitación a los beneficiarios

A partir de la puesta en marcha de los sistemas fotovoltaicos y antes de la Recepción Definitiva de las Obras, el Contratista deberá llevar a cabo una instancia de capacitación a los beneficiarios. Para ello, deberá confeccionar los manuales de usuario, operación y mantenimiento a los que hacen referencia los NUMERALES 1.2 y 11 de las presentes Bases Técnicas, y medios de verificación como lista de asistencia firmada por los beneficiarios capacitados, fotografías, entre otros, para dar cuenta del desarrollo de la instancia de capacitación, para cumplir con lo exigido en estas Bases Técnicas.

## 4.6 Mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos

Desde la Recepción Provisoria del respectivo sistema fotovoltaico y durante todo el período de vigencia de la Garantía de Correcta Operación de los Sistemas Instalados que hace referencia las Bases Administrativas, el Contratista deberá realizar toda mantención que sea necesaria para el adecuado funcionamiento de los sistemas en su conjunto, considerando al menos una (1) visita cada seis (6) meses, durante el período obligatorio mínimo de garantía (Vigencia de 12 meses más la cantidad de meses ofertados por el adjudicatario según lo indicado en las Bases Administrativas), la cual debe incluir: limpieza de módulos fotovoltaicos, revisión de circuitos, tableros y canalizaciones, pruebas de funcionamiento y refuerzo de capacitación a los beneficiados con este proyecto. El Contratista deberá dejar un registro de cada una de las visitas y actividades de mantenimiento realizadas, en formato y forma definido por la Contraparte Técnica del mandante, para tales efectos. Dicho registro podrá ser solicitado por la Contraparte Técnica del mandante para verificar el cumplimiento de la garantía. Adicionalmente, el Contratista deberá estar disponible para realizar mantenimiento correctivo de los sistemas, en caso de que éstos presenten fallas o mal funcionamiento, dentro del periodo de garantía.

# CÓDIGOS Y NORMAS

Para la ejecución de las obras el Contratista deberá atenerse a toda la normativa de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) cuya vigencia sea anterior a la puesta en servicio de las obras de este proyecto. Para la ejecución de los trabajos, el instalador deberá conocer y aplicar, según corresponda, las siguientes Normas Técnicas Nacionales vigentes, o la que las haya reemplazado:

1. Normas I.N.N., relacionadas con el personal, medidas de seguridad, obras generales y provisionales, obras específicas, materiales y procedimientos de construcción.
2. Instrucciones y Decisiones de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), contenidas entre otras en sus Normas Técnicas.
3. Decreto Nº 298 de 2006, Reglamento de certificación de productos eléctricos y de combustibles, del Ministerio de Economía.
4. DS Nº 327, Reglamento de la ley general de servicios eléctricos.
5. DS Nº 92, Reglamento de instaladores eléctricos y de electricistas de recintos de espectáculos públicos.
6. Decreto Nº 8, que “Aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica”.
7. Normativa RGR N°02/2020, generada por la SEC.
8. Resolución Exenta Nº 33877, de 30 de diciembre de 2020, de la Superintendencia de Electricidad y Combustible, que “Dicta Pliegos Técnicos Normativos RIC Nº 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 contenidos en el artículo 12 del Reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía”.

En relación con aquellos productos o protocolos de equipos fotovoltaicos que no cuenten con normas nacionales específicas o se encuentren homologadas se aplicarán las siguientes normas internacionales:

1. Norma Thermie B: SUP-995-96: "Universal Technical Standard for Solar Home Systems" NCh 2896.
2. Norma IEC61215 "Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules design qualification and type approval" / NCh 2976.
3. Norma IEC61730 "Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 1: Requirements for construction and Part 2: Requirements for testing".
4. Normativa referente a inversores de potencia: IEC61277, IEC-61000-3-2 o IEC 61000-3-4, ASI/IEEE 519-1992, o sus equivalentes en estándar IEC, IEEE, ANSI o UL.
5. Normativa referente a sistemas de protecciones: IEC60898, IEC60947, IEC60269-6, ANSI/IEEE C62.35, IEC60099, o sus equivalentes en estándar IEC, IEEE, ANSI o UL Normativa referente a gabinetes eléctricos: IEC62208, IEC61439, o sus equivalentes en estándar IEC, IEEE, ANSI o UL.
6. Normativa referente a cableado fotovoltaico UL4703, TUV 2 Pfg 1169 08.2007, EN 50618:2014 o sus equivalentes en estándar ANSI, IEC, IEEE.
7. RIC del DS 8/2019 (Que reemplazan la NCh Elec. 4/2003).

En términos generales, respecto de este numeral, se deben cumplir todas las normativas vigentes a la fecha de instalación acorde a lo que indique la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

# Interpretación de las bases

Cualquier discrepancia que pudiera existir entre los planos de ubicación y las especificaciones, o con el resto de los antecedentes luego de adjudicada la licitación, será resuelto por la Contraparte Técnica de la del mandante con apoyo de profesionales de la Seremi de Energía de la Región de Valparaíso.

# Especificaciones técnicas

Las soluciones energéticas para implementar en cada una de proyectos individualizados en la Tabla de Beneficiarios deberán cumplir con los requerimientos detallados a continuación, sin perjuicio de cumplir con toda la normativa y reglamentación eléctrica, estructural y de seguridad vigente aplicable en Chile.

## 7.1 Descripción general de las soluciones

Los sistemas propuestos se deberán definir en post de buscar la mejor alternativa que permite obtener la mayor potencia instalada en el entorno que se busca emplazar, sin perjuicio de cumplir con la normativa y la reglamentación eléctrica, estructural y de seguridad vigentes en el país.

1. El sistema definido tiene las siguientes características, respecto de sus equipos fundamentales.
2. Potencia fotovoltaica mínima de {{ project\_size }}, módulos de al menos 72 celdas.
3. Estructura de montaje para instalación de paneles fotovoltaicos ubicada en techos del recinto o edificio.
4. Arreglos y conexiones eléctricas.
5. Circuitos eléctricos de corriente alterna y continua.
6. Sistema de monitoreo y de interfaz con la red.
7. Inversor con potencia nominal mínima de {{ project\_size }} en su equivalente en KVA.
8. Gabinete o caseta para alojar inversor, regulador, protecciones en DC y luces piloto.
9. Tableros eléctricos y canalizaciones, según lo requerido en las presentes especificaciones técnicas. Todos acorde a la normativa legal vigente.
10. Instalación de sistema de conexión externa para un eventual grupo electrógeno.
11. Sistemas de puesta a tierra y aterrizaje de las instalaciones fotovoltaicas.
12. Medidor

Se aceptará utilizar un solo equipo que integre las funciones de regulador MPPT e inversor­ cargador, siempre que cumpla con los requisitos de cada uno de los componentes indicados en las presentes Bases Técnicas.

## 7.2 Normalización o regularización de la instalación eléctrica existente.

Estos requerimientos deben realizarse previamente al proyecto.

1. Regularizar y/o normalizar el sistema eléctrico existente acorde a la normativa legal vigente.
2. Si corresponde, mejorar, cambiar, reponer o disponer de nuevos tablero y protecciones eléctricas.
3. Lo anterior debe conducir a un nuevo TE1 (actualización del existente) o generar un nuevo TE1.

## 7.3 Estructura de montaje de paneles fotovoltaicos

Los requisitos técnicos generales son los siguientes:

1. Estructura de acero galvanizado en caliente, aluminio anodizado o equivalente técnico, que resista, como mínimo, 20 años vida útil de exposición a la intemperie sin fatiga estructural apreciable y cuente con garantía del fabricante de 10 años.
2. Debe cumplir las condiciones de entorno como dictan las normas
   1. Norma NCh.432-2010 Diseño Estructural - Cargas de viento, condición máxima de 100 [km/h].
   2. Norma NCh.433-1996 Mod 2009 Diseño Sísmico de Edificios.
   3. Norma Nch.2369-2003 Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones industriales.
   4. Norma Nch.431-2010 Diseño Estructural -Cargas de Nieve.
3. Deben seguirse la normativa RGN° 02/2020 generada por la Super Intendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) donde se menciona que:
   1. Para la sujeción de los módulos a la estructura, se deberá emplear pernería de acero inoxidable A2 DIN/ISO en condiciones generales y A4 DIN/ISO en zonas que se identifiquen como “ciudades costeras”. En caso de emplear acero galvanizado, este será por inmersión en caliente. El grosor de la capa de galvanizado deberá cumplir con lo indicado en la EN ISO 1461.
   2. El conjunto de paneles-estructura no debe contar con un sistema de seguimiento del sol.
   3. Se debe considerar el efecto de la dilatación de los componentes estructurales sobre el caso de uniones de sistemas modulares en sistemas de mayor tamaño, procurando que la dilatación del conjunto no provoque esfuerzos sobre la propia estructura o los elementos de uniones entre esta y la estructura del techo a intervenir. Considerando un máximo admisible de tolerancia del 2% sobre la longitud de la pieza.
   4. El sistema empleado para la fijación de los soportes sobre la superficie existente (losa, techo y otro), debe ser de tal manera y calidad que no produzca daños ni filtraciones. Para verificar lo anterior la inspección de obra podrá exigir que se realice pruebas para verificar la impermeabilización de la cubierta. En caso de presentarse alguna filtración causada por la instalación de los paneles fotovoltaicos o su estructura a lo largo del periodo de garantía de operación, el Contratista deberá realizar a su costo las reparaciones en la techumbre y en el piso inferior, donde se presenten los daños, completamente a su costo y en los plazos determinados.
   5. El sistema de montaje debe ser capaz de canalizar el agua y evitar el almacenamiento de esta en contacto continuo con cables, tornillos, etc. Incluso si los elementos están galvanizados o son resistentes a el agua.
   6. La estructura debe permitir la limpieza de la cubierta y debe evitar interrumpir las pendientes de desagüe de la cubierta o generar de cualquier forma zonas de agua estancada.
   7. La estructura de anclaje debe considerar el no generar micro-sombreado.
   8. La estructura podrá llevar integrada un sistema de sujeción de los cables (bandejas, rejillas)
   9. En caso de usar paneles fotovoltaicos con marco, la estructura de sujeción de los módulos permitirá el aterrizaje del marco de los paneles fotovoltaicos mediante arandelas dentadas que penetren la capa anodizada de los mismos.
   10. La estructura seleccionada no requerirá de trabajos de soldadura en obra y se compondrá de elementos prefabricados listos para su ensamblaje.
   11. Se revisará la estructura en busca de rebabas o bordes afilados. Cualquier imperfección debe ser restaurada antes de salir de fábrica.
   12. La estructura permitirá un montaje y desmontaje sencillo y rápido.
   13. El peso total de la estructura por metro cuadrado de superficie, incluidos los módulos fotovoltaicos, no debe exceder el máximo permitido por la estructura, según norma vigente. El cálculo estructural considerará por tanto todas las cargas estáticas (peso y nieve) y dinámicas (viento, sismo, tránsito de personas y equipos) aplicables, de forma que la integridad estructural del edificio quede garantizada para toda la vida útil del proyecto. Para la presentación de la oferta técnica, se requiere que el oferente, adjunte la ficha técnica de la estructura, incluyendo el detalle sistema de anclaje, además de los años de garantía del fabricante.
   14. La metodología de montaje sebe seguir las instrucciones del fabricante.
4. La memoria de cálculo deberá estar a cargo de un Ingeniero Civil Estructural, quien deberá
5. verificar durante una visita técnica que la estructura final construida corresponde al diseño y memoria de cálculo original.
6. Estar eléctricamente unida al circuito de puesta a tierra del sistema.
7. En condiciones donde la techumbre presente un bajo grado de pendiente, los paneles deberán estar individualmente orientados hacia el Norte con aquella inclinación que, evitando sombras, maximice la captación de energía durante los meses de invierno o aquella que se defina durante la etapa de ingeniería de detalle.
8. **Opcional**: La estructura de sujeción de los paneles llevara integrado un sistema antirrobo de los paneles fotovoltaicos y un sistema que evite el deslizamiento de estos durante las fases de montaje y sustitución.
9. Los proyectos a techo cuya potencia instalada sea mayor o igual a 10 kW e inferior a 30kW deberán presentar una infraestructura de acceso y cuerda de vida para permitir la mantención de la instalación fotovoltaica.
10. Las instalaciones en techumbre cuya potencia instalada sea mayor o igual a 30 kW deberán tener la infraestructura de acceso, pasillo técnico, cuerda de vida y vía de tránsito necesaria para permitir la mantención de la instalación fotovoltaica. Esta exigencia también aplicará a instalaciones fotovoltaicas que compartan un techo en común, en el cual la capacidad instalada sea igual o mayor a 30 kW
11. **No se aceptarán estructuras integradas de partes y piezas separadas que no cuentan con la debida certificación.**

## 7.4 Inversor

Como equipo electrónico necesario para inyectar la energía eléctrica generada por la instalación fotovoltaica a la instalación interior, se considera el uso de uno o varios inversores, los cuales deben ser nuevos y estar autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para tales efectos, al momento de cierre de la recepción de las ofertas. Información sobre los inversores autorizados por la SEC se encuentra disponibles en la página de la superintendencia: [sec.cl](http://www.sec.cl/). Los Inversores fotovoltaicos empleados cumplirán con la sección 12 de la RGR N°02/2020 de la SEC.

El o los inversores instalados deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Se emplearán únicamente inversores para aplicaciones FV.
2. El inversor presenta una antigüedad de fabricación de no más de un (1) año.
3. Todos los inversores son de la misma marca.
4. Deben poseer una eficiencia europea según su ficha técnica (datasheet con curva de operación), mayor o igual a 95%, en sus puntos de operación cuando el equipo opere entre el 30% y el 100% de potencia de entrada.
5. Interfaz de comunicación RS485 o Ethernet para sistema de monitoreo.
6. Poseer un grado IP compatible con el lugar de instalación del inversor, considerando IP65 mínimo para ambientes exteriores áridos e IP54 mínimo para ambientes no áridos. Para interiores sobre IP 20.
7. Garantía de fabricación de al menos 5 años contados desde la fecha de su instalación.
8. El inversor debe tener servicio técnico en Chile, verificable por el mandante.
9. Contar con gabinete eléctrico cerrado y ventilado (compatible con los requerimientos del fabricante).
10. El inversor será suministrado con el ajuste de sus parámetros de funcionamiento según lo especifica la Norma Chilena y las particularidades de la red de distribución.
11. El inversor se encenderá y apagará automáticamente.
12. El inversor es capaz de modificar su eos <p en el rango indicado en la respuesta a la solicitud de conexión correspondiente (si aplica).
13. El inversor posee el número de MPPT solicitados acorde a la ingeniera de detalle.
14. La eficiencia del MPPT será superior al 99%.
15. El inversor posee el número de entradas en corriente continua solicitadas, siguiendo lo emplazado en la ingeniería de detalle.
16. El inversor cumplirá con todos los parámetros requeridos en el código de la red que aplique en la ubicación del proyecto. Los requerimientos protegerán aspectos como la generación de armónicos, generación de potencia reactiva, FRT (Fault Ride Through), variación de frecuencia y variación de voltaje.
17. El inversor es compatible con la implementación de medidas anti-PID (Potential Induced Degradation).
18. El inversor dispondrá de prensa-estopas tanto en las entradas de CC como en las de CA.
19. El inversor dispondrá como mínimo de los siguientes elementos de protección:
    1. Interruptores de desconexión en CC y CA.
    2. Polaridad inversa.
    3. Protección frente a temperatura máxima de operación,
    4. Desconexión frente a voltaje en CC máximo y mínimo,
    5. Voltaje de red máximo y mínimo.
    6. Frecuencia de red máximo y mínimo,
    7. Protección anti-isla.
    8. Protección contra sobretensión en CC y CA.
    9. Empleo de fusibles en las entradas de CC.
    10. Monitorización de fallas a tierra y de los niveles de aislamiento de los circuitos eléctricos.
    11. Desconexión ante fallas.
    12. Detector de asimetrías entre fases.
20. El inversor dispondrá de los siguientes elementos mínimos de calidad y preservación:
    1. El fabricante suministrará las curvas de eficiencia vs. temperatura y eficiencia vs. Voltaje,
    2. información que deberá estar disponible en la ficha técnica.
    3. El nivel de ruido no superará los 70dB a 10m de distancia.
    4. El inversor podrá operar entre 0°C y 50°C de temperatura ambiente.
    5. Las condiciones de ventilación del inversor serán las adecuadas para favorecer un
    6. Funcionamiento eficiente (tanto en exterior como en interior).
    7. En caso de ausencia de ventilación propia y en el caso en el que el inversor se ubique
    8. dentro de un cubículo o cuarto eléctrico, la temperatura ambiente se regulará con un termostato.
    9. Humedad: 95 % sin condensación.
    10. Pérdidas máximas durante los periodos de apagado inferiores a un 0.05%.
    11. No debe producir interferencias en la recepción de radiofrecuencias (AM, FM y TV), para lo cual debe cumplir con las directivas EMC según norma IEC y sus respectivas homologaciones.
    12. Debe resistir, sin dañarse, una corriente a la salida 25% superior a la corriente nominal de operación.

Se deberá dimensionar un inversor capaz de presentar una potencia peak de 1.5 veces la potencia instalada en la planta, donde su potencia nominal a 25°C deberá corresponder con el mismo valor de la planta instalada.

Se deberá adjuntar la ficha técnica (datasheet) de cada uno de los inversores a emplear en conjunto con la resolución de la SEC que autoriza el equipamiento para el uso, en el marco de la Ley N° 20.571, para la marca y modelo ofertado.

## 7.5 Caseta-Gabinete

Todos los equipos de control, conversión y protecciones, según corresponda, se deberán instalar en una caseta o gabinete, adecuado para este contexto, encontrándose dentro del marco de normativa legal y procurando generar una configuración que represente las condiciones óptimas para estos efectos.

## 7.6 Instalación eléctrica

### Conductores, conexiones eléctricas, tableros y circuito de tierra de protección.

Se debe asegurar que la sección de los conductores cumple como mínimo, con la capacidad de transporte de corriente especificada en la Norma D.S. N2 91 de SEC, referente a NCh Elec. 4/2003.

Para asegurar la mínima caída de tensión entre componentes, el dimensionamiento de los conductores debe considerar la máxima corriente circulante más un factor de seguridad del 25%. En el caso de corriente continua, se deben diseñar los conductores para una caída de tensión inferior al 1,5%. Para corriente alterna, la caída de tensión máxima será 3%.

Las conexiones eléctricas al interior de las cajas de derivación y tableros eléctricos deben ser estañadas, protegidas con huincha aislante tipo goma y plástica. Las conexiones entre elementos deberán ser con terminales de compresión estañados. En general, todas las conexiones deben cumplir con la normativa vigente.

Respecto a las protecciones eléctricas del sistema, en conjunto con los elementos de canalización, se debe cumplir con lo señalado en los puntos 11 y 14 de la RGR N2 02/2020.

El gabinete o armario en donde se realizará el conexionado de componentes, deben estar correctamente rotulados, y cumplir la normativa NCh Elec. 4/2003.

### Circuito de corriente continua

En particular, la etapa de CC deberá contar con:

1. Dos barras de cobre perforadas, una para el polo positivo y otra para el polo negativo (identificadas con color rojo y azul respectivamente), donde se deberán apernar los conductores provenientes del regulador y conexión al inversor.
2. Las barras de conexión deben ser protegidas ante contacto accidental.
3. Fusibles por cada polo o interruptores de CC bipolares para la conexión a la barra del regulador e inversor.
4. Entre la salida CA del inversor y el tablero de distribución, deberá conectarse un conmutador bipolar que permita energizar a la instalación según el siguiente detalle:
5. Directamente desde el sistema fotovoltaico a través del inversor.
6. Directamente desde un generador externo que puedan conectar los usuarios.
7. Se debe considerar la instalación de un enchufe hembra 10/16A 2P+T y un interruptor termo-magnético de 16A, que estará ubicado en tablero exterior.

### Circuito de tierra de protección

En cumplimiento a la normativa, todos los equipos electrónicos, paneles, gabinetes, tableros, carcazas y estructuras deberán estar conectados a un circuito de tierra de protección a construir como parte del proyecto. Éste debe cumplir con lo dispuesto en la norma NCH Elec. 4/2003. El circuito estará conformado por malla o electrodo de barra con su respectiva cámara de inspección.

1. La tierra de protección de la instalación eléctrica interior de cada reciento deberá interconectarse al circuito de tierra del sistema fotovoltaico, para definir así un circuito único y equipotencial de tierra.
2. En cada instalación el Contratista deberá verificar a través de un informe con respaldo fotográfico el cumplimiento respecto a la máxima resistencia de la puesta a tierra exigido por norma.
3. El sistema debe cumplir los requerimientos de seguridad y valores establecidos en el Pliego RIC N°6 del DS N°8/2020 del Ministerio de Energía.

## 7.7 Medidas de Seguridad

En general, el Contratista deberá tomar todas las medidas de seguridad donde esté desempeñándose su personal, lo que lo hace responsable de cualquier accidente en el desarrollo de los trabajos. Las medidas de seguridad para los trabajos de instalación y posterior mantención deben ser definidas por un prevencionista de riesgos, de acuerdo con la normativa vigente en Chile.

El Contratista será el único responsable en caso de daños ocasionados a las personas o la propiedad pública o privada que sean atribuibles a actos u omisiones por parte de sus empleados en cumplimiento de las obligaciones que emanan del contrato u orden de compra. El mandante, no asumirá responsabilidad alguna por daños que pudieren sufrir el personal, los materiales, los vehículos y/u otros implementos del Contratista durante la vigencia del contrato.

Será responsabilidad del Contratista proporcionar a su personal los elementos de protección personal (EPP) para la realización de los trabajos solicitado por la Subsecretaría, tales como cascos, guantes, zapatos de seguridad, faja lumbar, arnés y otros.

El Contratista deberá contar con personal calificado para el caso de los trabajos que involucren manipulación eléctrica.

El Contratista deberá tener especial cuidado en todo lo respectivo a seguridad en trabajos de altura, en particular, deberá tomar las precauciones necesarias para evitar que objetos puedan caer o volar por acción del viento, fuera del lugar de ubicación de la planta fotovoltaica, poniendo en riesgo la integridad de las personas que se encuentren en la proximidad al sitio de desarrollo del proyecto.

En el caso de no existir previamente, y cuando se señale, el oferente deberá proveer los elementos de acceso y tránsito necesarios para permitir los trabajos de mantención de la instalación fotovoltaica como pueden ser pasillos técnicos, escalas tipo "gatera", barandas y líneas de vida. Estos elementos deben estar diseñados bajo la normativa vigente, o bien, bajo norma internacional, según corresponda, y se debe justificar la selección del elemento adecuado en función de las características específicas del techo en el que se trabajará, como pueden ser el material de cierre de la techumbre, la distancia entre costaneras, la altura del paramento de acceso, etc.

### Pasillos técnicos

Los pasillos técnicos tendrán al menos las siguientes características:

1. El uso del pasillo técnico es para 2 personas de forma simultánea en tránsito con advertencia al inicio del pasillo técnico que establezca por seguridad: "hasta 200 kg o dos personas trabajando simultáneamente".
2. Será de acero galvanizado en caliente.
3. El pasillo técnico debe ser auto soportante para evitar dañar la cubierta. Con apoyos distanciados según especificación de fabricante.
4. Debe estar distanciado de la cubierta para mantención.
5. Debe incluir un riel-barra a la altura de los pies al cual enganchar la línea de vida en el caso de que el pasillo técnico no tenga barandas con una carga de diseño de 22kN.
6. El ancho mínimo del pasillo técnico será de 45 cm.
7. Los elementos de fijación forman parte del pasillo, teniendo que utilizar la solución adecuada
8. de acuerdo con el tipo de cubierta y especificaciones estructurales de distribución de cargas.
9. En caso de que se solicite barandas adjuntas al pasillo técnico, éstas deben cumplir con la
10. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción y descargar sobre las cerchas o costaneras al
11. igual que el pasillo técnico y no en este.
12. El pasillo técnico deberá permitir el acceso a la totalidad de los módulos que forman parte de
13. la instalación.

### Escaleras de montaje

Las escaleras tipo gateras tendrán las siguientes características:

1. Será de acero galvanizado en caliente.
2. Deberá anclarse a algún elemento estructural principal de la estructura existente como
3. columna, viga o muro en al menos cada 1,5 [mts].
4. Los diferentes puntos de anclaje deberán ser apernados a la estructura, evitando la soldadura
5. en terreno.
6. En los proyectos que se indique que se deben instalar un soporte y una línea de vida la que tendrá
7. a lo menos las siguientes características:
8. Debe permitir una fácil y segura instalación y mantenimiento del todo el sistema fotovoltaico.
9. El soporte no debe generar sombra en el generador fotovoltaico y no debe ser visible desde el
10. exterior.
11. No se permitirá anclar la línea de vida directamente a la parrilla del pasillo técnico.

## 7.8 Punto de Conexión

Todos los componentes necesarios para la instalación y conexión del proyecto fotovoltaico debe cumplir a cabalidad con lo establecido en la Ley N°20.571 (y sus modificaciones posteriores) y con toda la normativa eléctrica vigente aplicable, entre ellas la RGR N°02/2017 de la SEC. Dicha normativa regula aspectos tales como: arreglos y conexión eléctrica, dimensionamiento de circuitos y corriente, conductores y canalizaciones, protecciones, puesta a tierra, interfaz con red, medidor, parámetros eléctricos y prueba e inspección. Se presentará especial atención a los siguientes documentos:

1. **Decreto N°74**, del 4 de junio de 2014, del Ministerio de Energía: Reglamento de la Ley 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, modificado por el decreto N|103 de 12 de julio de 2016, del Ministerio de Energía. También se considerarán las modificaciones posteriores y reglamentos aprobados vigentes vinculados con la Ley 21.118.
2. **Resolución Exenta N°513**, del 20 de octubre de 2014, de la Comisión Nacional de Energía: Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión.
3. **Oficio circular N°303**, del 09 de enero 2015, de la SEC: Medidas transitorias para unidades de generación residencial conectadas a las redes de distribución a través de empalmes de media tensión, si corresponde.
4. **Instrucción Técnica RGR N°01/2017**, de la SEC: Procedimiento de comunicación de puesta en servicio de generadoras residenciales.
5. **Instrucción técnica RGR N° 02/2017**, de la SEC: Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.
6. **NCh Elec. 4/2003**: Instalaciones de Consumo en Baja Tensión, si corresponde.

Será responsabilidad del Contratista determinar el punto de conexión más apropiado, el cual deberá contar con la aprobación de la inspección técnica de obras y de la Directiva de la Organización Social. En caso de conectarse a un tablero existente, se deberá tener presente que este deberá quedar en conformidad a la NCh Elec. 4/2003.

En caso de que el tablero no cuente con el volumen disponible del 25% o se proponga no intervenir, se deberá instalar un tablero eléctrico adicional adosado al tablero de conexión existente o entre el medidor y el tablero general. En cualquier caso, el tablero propuesto no puede estar ubicado a más de 10 metros del punto de inyección.

En el caso que la distancia entre el inversor y el punto de inyección sea mayor a 10 metros y el tablero no cuenta con volumen disponible del 25% o se proponga no intervenir, se deberán instalar dos tableros auxiliares fotovoltaicos, uno a la salida del inversor y otro próximo al punto de conexión.

En caso de que la distancia entre inversor y el punto de conexión sea mayor a 10 metros, las protecciones del sistema fotovoltaico deben ser de sobrecorriente tetrapolar y una protección diferencial tetrapolar próximo al inversor y campo fotovoltaico. Además, se deberán instalar protecciones próximas al punto de inyección que deben ser, una protección de sobrecorriente tetrapolar y una protección diferencial tetrapolar. Todas las protecciones deben estar debidamente coordinadas con el sistema eléctrico existente.

El instalador deberá asegurarse que la caída de tensión entre el punto de conexión del equipamiento de generación y el empalme, atribuible exclusivamente al funcionamiento de todos los equipamientos de generación presentes en el inmueble funcionando simultáneamente a su máxima potencia, sea inferior al 3%. También deberá asegurar que el alimentador aguas arriba del tablero donde se conectará el equipo de generación hasta el empalme del inmueble y sus protecciones respectivas cumplan con la normativa vigente.

La planta fotovoltaica debe quedar impedida de funcionar en paralelo con el grupo electrógeno de emergencia del inmueble en el caso que exista y esté operativo. Para evitar el funcionamiento en paralelo, se deberá disponer de un sistema de enclavamiento que no permita su operación simultánea con reconexión automática o utilizar cualquier otro sistema que asegure la imposibilidad de la generación en paralelo, aun cuando el sistema fotovoltaico esté conectado a un circuito energizado por el sistema de generación de emergencia.

La instalación eléctrica deberá incorporar en dos lugares visibles, que no se dañe en el tiempo por efectos del sol y lluvias, cercano al inversor y/o al punto de conexión del inversor, la siguiente información mínima:

Nombre de la empresa que instaló el sistema y datos de contacto.

Nombre, institución y datos de contacto de las personas encargadas de la planta fotovoltaica que deben ser contactadas para resolver dudas y/o ante emergencias.

Procedimiento de desconexión de la planta, detallado paso a paso.

# Consumos

## Antecedentes

Actualmente **{{ project.building.name }}** cuenta con suministro de energía eléctrica de red, y registra los siguiente consumos energéticos :

{{ table\_base\_consumptions }}

Tabla. Registro de consumos base

Los datos no ingresados en son registrados con cero (0), para efectos de este reporte, por lo que para el cálculo de la situación base de consumo futuro considerará la interpolación simple de dichos consumos en dicho periodo con la siguiente fórmula de interpolación.

Consumo proyectado = {Consumo Mes superior + Consumo Mes inferior }/2

Formula. Interpolación de consumos

## Proyectados

Antes de analizar cualquier propuesta, es necesario elaborar una situación base futura de los consumos energéticos, para evaluar efectivamente el impacto del proyecto de energías renovables. Para esto utilizaremos como base a los registros energéticos entregados en los antecedentes extrapolando los datos faltantes.

Es por esto que se estima un consumo futuro base de **{{ forecast\_consumption }}**, considerando además el incremento de los precios energéticos en un **{{ cost\_increment }}** para el primer año de ejecución del proyecto. Para la presente propuesta, el precio estimado del kilowatt-hora, variará en función del consumo mensual, debido a que incorpora entre otras cosas los precios de costos fijos de servicios, potencia, transporte, etc.

{{ table\_forecast\_consumptions }}

Tabla. Proyección de consumos futuros



Graf. Pronóstico de consumos energéticos kWh.

# Clima

La presenta propuesta considera los datos climatológicos preponderantes en la comuna de **{{ project.building.city }}**. Para esto se utilizan los datos desde el portal de datos climatológicos de la [NASA The Power Project](https://power.larc.nasa.gov/).

### Irradiación

Los datos de irradiación en W/m2 por hora en el plano horizontal, indirecta, directa, albedo. Acumulado expresados por la media.

* ALLSKY\_SFC\_SW\_DNI : irradiación normal directa en [W/m2]
* ALLSKY\_SGC\_SW\_DIFF : irradiación difusa o indirecta [W/m2]
* ALLSKY\_SRF\_ALB : albedo o reflexión terrestre [-]



Graf. Irradiancia directa y difusa en W/m2 media diaria

Los datos de temperatura y humedad considerados expresados en el siguiente gráfico, expresados en la media diaria.



Graf. Temperatura MAX, MIN y MEDIA a 10m

# Generación y rendimientos

En el siguiente capitulo se detalla todos los alcances correspondientes al módulo de generación energética **{{ project\_type }}** ­­de **{{ project\_size }}**.

## Equipamiento

La propuesta tiene una configuración de potencia nominal de **{{ project\_size }}**, con un costo estimado de **{{ total\_cost }}** . La propuesta tiene una configuración mixta tanto para la inyección a la red, consumo interno y además almacenamiento para eventos de emergencia.

{{ table\_components }}

Tab. Listado de componentes propuesta



Graf. Distribución de costos del sistema

## Generación de energía

### Resumen

En consideración la propuesta desde el punto de vista de distribución energética de la producción esta se puede resumir en los puntos de una demanda energética proyectada de {{ forecast\_consumption }}. De esta producción {{ energy\_production }}, de los cuales {{ energy\_savings }} se puede destinar al consumo interno.

Mientras por otro lado, {{ energy\_netbilling }} quedan como **excedentes energéticos**, que se pueden destinar a la venta de energía mediante la “generación distribuida”, generando ingresos adicionales, incrementando la rentabilidad del sistema.

|  |  |
| --- | --- |
| distribución | valor |
| demanda | {{ forecast\_consumption }} |
| generación | {{ energy\_production }} |
| Ley 21.118 netbilling | {{ energy\_netbilling }} |
| auto-consumo | {{ energy\_savings }} |

Tabla. Distribución energética

### Producción Energética

La propuesta de proyecto incorpora los módulos de generación energética {{ proyect\_type }} de {{ project\_size }}, correspondiente a los módulos de la siguiente tabla:

{{ table\_energy\_components }}

Tabla. Módulos de generación energética

Cada Unidad de generación modular, tiene distintas configuraciones de instalación, como el azimut (o ángulo respecto al norte ) y la elevación, que sumados a la temporalidad horaria y mensual, tiene afectan el nivel de irradiación incidente en KW por metro cuadrado de superficie,



Graf. Irradiación media incidente en la normal kW/m2

Nota: Irradiancia incidente, en kW/m2, potencia incidente sobre la normal de una superficie por hora. La media corresponde al promedio de dicha irradiación a un periodo horario y mensual correspondiente.

En términos individuales, cada módulo tiene un “capacidad de sistema distinto”, es decir la potencia horaria acumulada mensual, que en términos prácticos se puede interpretar como “generaciones energéticas equivalentes” en kWh. Cada módulo tiene la siguiente performance acumulada mensual:

Generación modular

{{ table\_production\_array }}



Graf. Capacidad horaria acumulada en KW por mes, por módulo

nota: **Capacidad del sistema** es la potencia de salida en kilowatts KW nominales estimada en cada hora de funcionamiento del equipo.

### Rendimientos Globales

Gracias al análisis anterior, podemos calcular la producción energética total, que se estima en {{ energy\_production }}. En extensión de la misma, junto con la demanda futura estimada de {{ forecast\_consumption }}, es posible obtener de forma precisa, que la energía se puede ahorrar anualmente puede alcanzar los {{ energy\_savings }}. Los excedentes energéticos de {{ energy\_netbilling }}, pueden ser aprovechados gracias a [La Ley 21.118](https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1125560&idParte=9968877&idVersion=2018-11-17) , que:

Permite a usuarios generar energía renovable, inyectar excedentes a la red, y recibir compensación por ello.

{{ table\_production\_performance }}

Tabla. Rendimiento global del sistema en kWh/mes



Graf. Rendimiento global en kWh/mes

Desde el punto de vista de la frecuencia operacional de la potencia durante el transcurso de un año, es decir la cantidad de veces durante el día que entrega determinada potencia, se puede expresar en el siguiente gráfico.



Graf. Frecuencia operacional horaria, en kW

Es normal que no alcancen los {{ project\_size }} nominales propuestos, y que usualmente el suministro de potencia varíe entre el 30% y 80% de su capacidad nominal. Aun así es suficiente para generar energía para abastecer con {{ energy\_production }} a una demanda proyectada de {{ forecast\_consumption }}.

### Reducción de Emisiones

Para obtener la reducción de emisiones, se utilizará los datos del [portal energía abierta](http://energiaabierta.cl/categorias-estadistica/sustentabilidad/) de la Comisión Nacional de Energía. En este se utilizará los factores de mediciones proyectados para el próximo periodo anual del proyecto.

{{ table\_emission\_historic }}

Tabla. Emisión Media Histórica SEN en Ton CO2/MWh

Con esta premisa se puede proyectar, con una regresión lineal simple, el factor de emisión del periodo de evaluación, por lo que para efectos del presente informe se utilizará el siguiente valor

**{{ emission\_forecast }}**

Con este factor, multiplicado por la producción de energía, se estima que el presente proyecto estima una reducción de emisiones de **{{ emission\_reduction }}** equivalente anual , cuyo beneficio se concentra sobre todo en los periodo de alta irradiación solar.

{{ table\_emission\_reduction }}

Tabla. Reducción de emisiones anual en Kilogramos de CO2eq

# Rentabilidad

Los proyectos de energías renovables no sólo buscan sostenibilidad, sino que también beneficios técnicos-económicos, para volver costo-eficiente la inversión en estos. Para el presente proyecto utilizaremos los siguientes factores de evaluación:

|  |  |
| --- | --- |
| Tasa de descuento | {{ eco.rate }} |
| periodo | {{ eco.years }} años |
| moneda | {{ eco.currency }} |
| Inversión inicial | {{ eco.investment }} |

También se considerará los siguiente flujos de caja durante un periodo de {{ eco.years }} años, considerando un incremento conservador del precio de la energía en {{ cost\_increment }}. Con esto se puede obtener los flujos de caja del proyecto, en pesos CL.



Graf. Flujos de caja anual y acumulados

Con estos valores es posible obtener los siguientes resultados económicos:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Indicador | Nom | Valor |
| Tasa interna | TIR | {{ eco.irr }} |
| Valor actual neto | VAN | {{ eco.npv }} |
| Periodo Retorno | PRI | {{ eco.return }} años |

Con estos resultados podemos concluir lo siguiente; con un valor VAN de {{ eco.npv }}, podemos inferir que es un proyecto

{%- if eco\_num.npv\_bool -%} con un flujo de caja que permite rentabilidad positiva para invertir.

{%- else -%} poco rentable, por lo que se recomienda modificaciones a la estructura de la propuesta para aumentar estos indicadores financieros.

{%- endif -%}

Con respecto a la tasa interna de retorno de {{ eco.irr }}, podemos concluir que

{%- if eco\_num.irr\_bool %}se trata un proyecto con unas tasas superiores a las del mercado financiero por lo que resulta atractivo con propuesta de inversión en el largo plazo.

{%- else -%}

es un proyecto poco atractivo desde el punto de vista financiero, pero que puede ser relevante considerar otros factores, como sostenibilidad y resiliencia del servicio.

{%- endif -%}

# Anexos