Memoria de proyecto

{{ project.title }}

{{project.building.name }}

{{ project.building.city }}

|  |
| --- |
| OBJETIVO: Complementa el consumo de energía eléctrica del 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 }} |
| Inversión neta | {{ total\_cost }}.- |
| Generación | {{ energy\_production }} |
| Beneficio primer año | {{ annual\_benefits }}.- |
| Reducción Emisiones | {{ emission\_reduction }} |

Elaboración

|  |  |
| --- | --- |
| encargo | 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)

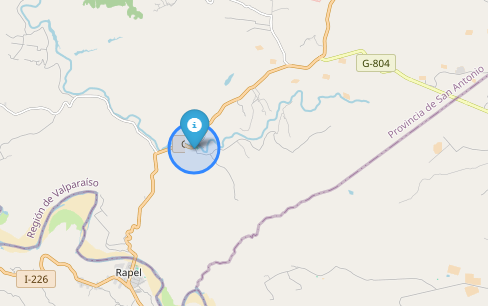
[Rentabilidad 14](#_Toc165841880)

# Ubicación

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.

# Consumos

## Antecedentes de consumo

Actualmente **{{ project.building.name }}** cuenta con suministro de energía eléctrica de red. Para efectos de este informe sólo consideraremos gastos netos (s/iva) totales del **costo de la energía en kilowatts-hora**:

{{ 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

## Escenario base para análisis

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.

Para la evaluación del presente análisis se define la situación base de consumo 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. *Hay que destacar que para efectos de simplificación este análisis no se considera los de costes de otros parámetros tarifarios, cómo potencia suministrada o de hora de punta, que dependen del en mayor parte tipo de tarifa contratada por la institución.*

{{ table\_forecast\_consumptions }}

Tabla. Situación base de consumo mensual futuro año 1.



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 neto estimado de **{{ total\_cost }} (valor sin IVA).** La propuesta tiene una configuración adecuada para futuro escalamiento en capacidad de generación, cómo de almacenamiento.

{{ table\_components }}

Tab. Listado de componentes propuesta



Graf. Distribución de costos del sistema

## Diagrama de componentes

El proyecto consiste en un sistema configurado para un funcionamiento en formato **{{ project.connection\_type\_local }}**. {%- if project.connection\_type == ‘hybrid’ %} Esta configuración permite una la capacidad dual de no solo proveer de energía al establecimiento, sino que también la capacidad inyectar energía hacia **red** cuando la ***generación* sea mayor a los *consumos***, y a la vez una tercera funcionalidad **que almacenar energía de respaldo** en una en una banca de baterías diseñadas para suministrar energía en caso excepcionales, como de emergencias de suministro. También considera en el caso que los *consumos* energéticos sean mayores a lo suministrado por la red, el sistema es capaz de complementar la energía faltante desde la alimentación de la *red.* Esta configuración obtiene lo mejor de ambos mundos para asegurar cierto abastecimiento, y beneficio económico en los excedentes {% endif %}{%- if project.connection\_type == ‘netbilling’ %} Esta configuración permite que el proyecto suministre energía a la demanda energética del establecimiento. Si es necesario, **puede complementar** la energía faltante desde la acometida de la red de suministro en caso de que la demanda sea mayor a la capacidad de generación del proyecto. Si la energía suministrada por el proyecto **excede la demanda**, este excedente puede ser inyectado a la red, generando ingresos adicionales por la venta de energía mediante net billing. Otro punto a destacar es que esta configuración no cuenta con almacenamiento de energía, por lo que, en caso de cortes de suministro, el sistema corta por seguridad toda inyección de energía desde los paneles {% endif %}{%- if project.connection\_type == ‘offgrid’ %} Esta configuración permite suministrar energía a un circuito cerrado y aislado de artefactos o equipamiento que no tengan acceso factible a la red de suministro eléctrico. Este tiene la capacidad de almacenar la energía suficiente para las horas en que el sistema no tenga la capacidad de entregar la suficiente energía y potencia, incluyendo las horas que no haya radiación solar. Este sistema es **completamente independiente** y está diseñado para funcionar completamente desconectado de la red {% endif %}. Esta configuración se representa d la siguiente manera:

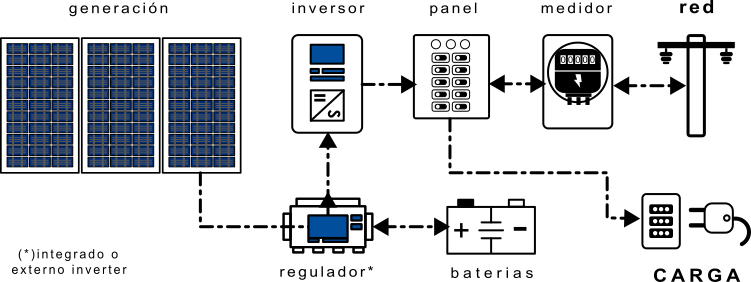


Tabla. Diagrama sistema {{ project.connection\_type }}

## Generación de energía

### Resumen

En consideración, la actual propuesta desde el punto de vista de la **distribución energética** se puede resumir de la siguiente forma:

La demanda energética proyectada por parte del establecimiento, se estiman en {{ forecast\_consumption }} en consumos para un año conservador. El proyecto propuesto puede producir alrededor de {{ energy\_production }} de energía eléctrica, de los cuales {{ energy\_savings }} se puede destinar al consumo interno.

Por el lado de los superávits , es decir la energía que no se consume, que se estiman en {{ energy\_netbilling }} quedan como **excedentes energéticos**, a los cuales se le puede sacar beneficio si estos son destinados a la venta de energía mediante la “generación distribuida”, produciendo ingresos adicionales y en consecuencia 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 }}. {%- if energy\_netbilling != ‘0 kWh/año’ -%} 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: {% else %} El proyecto estudiado no demuestra capacidad de inyección para [NetBilling](https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1125560&idParte=9968877&idVersion=2018-11-17), aunque se recomienda la instalación de esta característica, en el caso de una variabilidad de demanda energética diaria lo suficientemente baja, para que haga esto factible, o derechamente para considerar el escalamiento futuro de este equipamiento. {% endif %}

El net-billing, 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 }}.

## Almacenamiento

{% if storage\_existance -%}

El presente proyecto cuenta con almacenamiento de baterías para efectos de suministros en caso de emergencia o catástrofe. Esto debido al nivel de aislamiento del establecimiento, siendo a su vez un punto crítico de atención para dichas situaciones. Para consideraciones de este proyecto se consideran **{{ storage\_capacity.hours\_autonomy }}** horas de autonomía, con la cual se busca satisfacer necesidades básicas de operación del establecimiento, los cuales se estiman en una media horaria de {{ storage\_capacity.avg\_demand\_per\_hour }} para un regimen normal. Para esto se sugieren las siguientes especificaciones:

|  |  |
| --- | --- |
| glosa | valor |
| Especificación | {{ storage\_capacity.specification }} |
| Capacidad de almacenamiento | {{ storage\_capacity.energy\_storage\_kwh }} kWh |
| Horas de autonomía | {{ storage\_capacity.hours\_autonomy }} Hrs |
| Cantidad de módulos | {{ storage\_capacity.units }} |

El servicio de almacenamiento se conforma de un sistema MIXTO de suministro energético, donde se complementan baterías con “generación distribuida” o net-billing. Dicha configuración requiere el equipamiento adecuado como Inversores MIXTOS capaces de administrar dichos flujos de forma constante y segura. El sistema de baterías NO es para operación permanente y queda **exclusivamente para situaciones de excepción**. Esto tiene un beneficio adicional como alargar significativamente el ciclo de vida de estos equipos.

{% else -%}

El presente proyecto no cuenta con almacenamiento de baterías para efectos de suministros en caso de necesidad. El proyecto considera “generación distribuida” como principal mecanismo de retribución de excedentes energéticos del sistema.

{%- endif %}

### 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 }} [[ver]](https://sni.gob.cl/storage/docs/Actualizacion_Tasa_Social_de_Descuento.pdf) |
| 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

Ver archivos adjuntos.

* Tablas
  + Capacidad sistema en kw.
  + Clima
  + Presupuesto
    - Costos netos.
    - Cargas presupuestarias.
    - Referencias a especificaciones técnicas
  + Rendimientos del sistema.
    - Inyección.
    - Netbilling.
    - Generación.
    - Ahorros.
* Gráficas.
  + Irradiación
  + Irradiación incidente en el plano
  + Distribución de costos
  + Pronóstico de consumos.
  + Flujo de caja.
  + Frecuencia operacional
  + Rendimiento de producción.
* Memoria de cálculo.
* Bases técnicas.
* Mapas de ubicación dinámicos.