



Manual de Uso:

**Calculadoras de Almacenamiento
Residencial – Calculadoras de
generación renovable con sistema de
almacenamiento con baterías.**

09 de Junio 2025



Contenido

Introducción	3
Herramientas disponibles:.....	3
Diferencias entre Módulo Simple y Avanzado	3
Calculadora Residencial Simple.....	4
Variables de entrada y su significado para la versión Simple	4
Sección consumo y ubicación.....	4
Sección Sistema fotovoltaico	4
Sección almacenamiento.....	4
Resultados de la versión simple	5
Resultados Generales	5
Configuración del Sistema de Generación y Baterías.....	5
Resultados de Evaluación.....	6
Calculadora Residencial Avanzada.....	6
Variables de entrada y su significado para la versión avanzada.....	6
Ubicación de la evaluación.....	6
Tecnología de Generación	7
Configuración del sistema de Almacenamiento	7
Costos del Sistema	8
Parámetros Financieros de la Evaluación.....	8
Resultados para la versión avanzada	9
Resultados Generales	9
Configuración del Sistema de Generación y Baterías.....	9
Resultados de Evaluación.....	10
Gráficos	11



Introducción

Esta documentación describe las funcionalidades y variables clave de la plataforma web para la evaluación de proyectos de almacenamiento energético residencial, la cual está compuesta por dos herramientas: una versión Simple y una versión Avanzada. Cada una permite simular y analizar sistemas de generación y almacenamiento energético residencial, con distintos niveles de detalle según el perfil del usuario.

La plataforma simula el comportamiento de un sistema de generación a partir de datos meteorológicos proporcionados por el Explorador Solar y Eólico del Ministerio de Energía de Chile. Complementariamente, integra un sistema de almacenamiento modelado bajo la metodología del National Renewable Energy Laboratory (NREL) de Estados Unidos, implementado mediante la librería NREL-pySAM.

<https://sam.nrel.gov/battery-storage/battery-publications.html>

Esta herramienta permite la simulación integral del sistema, incluyendo la modelación de la generación, la demanda y los aspectos financieros del proyecto a evaluar. Por defecto, se consideran baterías de litio-ferrofosfato (LFP), incorporando además las curvas de degradación por ciclo de vida de las baterías, según los estudios desarrollados por el NREL.

Herramientas disponibles:

- Módulo Simple, que compone la Calculadora Residencial Simple:
<https://almacenamiento.exploradorenergia.cl/residencial/simple>
- Módulo Avanzado, que compone la Calculadora Residencial Avanzada:
<https://almacenamiento.exploradorenergia.cl/residencial/avanzada>

Diferencias entre Módulo Simple y Avanzado

El módulo Simple está diseñado para usuarios con conocimientos básicos, solicitando la menor cantidad de datos posibles. Utiliza valores predeterminados y perfiles de consumo típicos para facilitar la evaluación. Este Módulo permite realizar análisis solo en base al recurso solar y baterías de litio.

El módulo Avanzado permite una personalización completa de las variables técnicas y económicas, incluyendo parámetros como vida útil de los sistemas, tasas financieras, costos desagregados, y configuraciones específicas de las celdas de baterías. Este Módulo permite realizar análisis en base el recurso solar o eólico, y baterías de litio. Está diseñado para usuarios con mayor conocimiento técnico o interés en simulaciones detalladas.



Calculadora Residencial Simple

Variables de entrada y su significado para la versión Simple

Sección consumo y ubicación

Comuna: Selector donde se ingresa la comuna en donde desea evaluar el Proyecto o Sistema.

Distribuidora: Empresa que provee el servicio de distribución de energía en su residencia.

Tarifa: Tarifa contratada con la empresa distribuidora, en caso residencial es típicamente BT1a.

Consumo eléctrico Mensual promedio (kWh): Cantidad promedio del total de energía eléctrica consumida en un mes. Puede calcular el promedio desde su boleta de servicio eléctrico.

Sección Sistema fotovoltaico

Capacidad [kW]: Consiste en la capacidad de generación del Sistema fotovoltaico a instalar.

Precio estimado [\$CLP]: Consiste en el precio estimado a partir de la capacidad que va a instalar, si tiene un mejor estimativo puede ingresar el valor ya que este es solo referencial. El precio incluye IVA y la instalación del sistema.

Sección almacenamiento

Costo del sistema fotovoltaico más baterías [\$CLP]: Costo total del Sistema de generación más el sistema de almacenamiento. No es un valor editable ya que es el resultado de sumar el Precio estimado del Sistema fotovoltaico y el Costo estimado sistema de almacenamiento. El precio incluye IVA y la instalación de los sistemas.

Costo estimado Sistema de almacenamiento: Es el costo del sistema de almacenamiento. No es un valor editable debido a que se calcula como el producto de la Capacidad del sistema de almacenamiento en baterías y Costos de sistema de almacenamiento en baterías por kWh. El precio incluye IVA y la instalación del sistema.

Capacidad de almacenamiento (kWh): Cantidad máxima de energía que el Sistema de baterías puede almacenar.

Costo por kWh de batería: Costo monetario por cada kilowatt-hora de capacidad de almacenamiento instalada.



Resultados de la versión simple

Resultados Generales

Radiación promedio [W/m^2]: Representa la cantidad media de energía solar que incide sobre una superficie horizontal en la ubicación seleccionada. Es un parámetro clave para estimar el potencial de generación fotovoltaica.

Generación anual total [kWh]: Corresponde a la cantidad total de energía que el Sistema de generación solar produciría en un año, considerando la disponibilidad del recurso solar en el sitio seleccionado.

Consumo anual [kWh]: Energía eléctrica total que se consume en la residencia en un año. Es estimada a partir del consumo Mensual: promedio ingresado por el usuario.

Comuna: Ubicación geográfica del Sistema, usada para obtener condiciones locales de radiación solar o viento, así como tarifas eléctricas correspondientes.

Distribuidora: Nombre de la empresa que provee el servicio eléctrico en la comuna seleccionada. Define las tarifas y condiciones comerciales aplicables.

Tarifa seleccionada: Corresponde al tipo de plan tarifario aplicable a la residencia, por ejemplo BT1a para tarifa residencial plana.

Valor de consumo [$\$/\text{kWh}$]: Precio que cobra la distribuidora por cada kilowatt-hora consumido de la red eléctrica. Es utilizado para calcular el costo de la cuenta eléctrica sin Sistema.

Valor de inyección [$\$/\text{kWh}$]: Monto que la distribuidora paga al usuario por cada kilowatt-hora inyectado a la red (excedentes). Se utiliza para estimar ingresos por netbilling.

Periodo tarifario: Año y mes de la tarifa eléctrica usada para las simulaciones. Permite identificar el contexto tarifario sobre el que se realizaron los cálculos.

Configuración del Sistema de Generación y Baterías

Capacidad del sistema de almacenamiento [kWh]: Cantidad máxima de energía que puede almacenar el banco de baterías.

Capacidad del Sistema de generación [kWp]: Potencia instalada del sSistema de generación máxima que puede entregar operando bajo condiciones óptimas.

Horas de almacenamiento [h]: Tiempo que el Sistema puede abastecer energía a la demanda usando exclusivamente lo almacenado, a potencia constante. Se calcula como capacidad dividida por potencia de descarga.

Máxima potencia de batería [kW]: Tasa máxima de carga o descarga del sistema de almacenamiento. Limita el flujo instantáneo de energía entre baterías y carga.



Costo Sistema de generación [CLP]: Costo estimado del Sistema de generación renovable (paneles solares o turbina eólica), sin incluir almacenamiento pero sí el precio de instalación del sistema de generación incluyendo inversor y mano de obra.

Costo total sistemas instalados [CLP]: Suma de todos los costos involucrados en la instalación del Sistema de generación sumado al costo de almacenamiento que incluyen mano de obra y materiales.

Resultados de Evaluación

Cuenta eléctrica primer año sin sistemas [CLP]: Costo estimado de la electricidad sin implementación de sistemas de generación ni almacenamiento, usando las tarifas vigentes y el perfil de consumo ingresado.

Valor Actual Neto (VAN) [CLP]: Indicador financiero que refleja la rentabilidad del proyecto, considerando flujos futuros descontados al valor presente.

Cuenta eléctrica primer año con sistemas [CLP]: Costo estimado de la electricidad con los sistemas instalados. Se considera autoconsumo del Sistema, inyección a red y reducción de consumo desde la red.

Año de retorno de inversión: Año en el cual los ahorros acumulados igualan el costo inicial del Sistema. Representa el tiempo requerido para recuperar la inversión.

Ahorro en cuenta eléctrica durante primer año [CLP]: Diferencia entre la cuenta sin y con Sistema durante el primer año. Es un indicador directo del beneficio económico inicial.

Año de retorno descontado: Similar al anterior, pero ajustado considerando el valor temporal del dinero mediante una tasa de descuento. Más realista para análisis financiero.

Equivalencia electromovilidad [km/año]: Estimación del número de kilómetros que se podrían recorrer en un vehículo eléctrico usando la energía generada por el Sistema en un año.

Calculadora Residencial Avanzada

Variables de entrada y su significado para la versión avanzada

Ubicación de la evaluación

Mapa interactivo: Se debe seleccionar la ubicación en el mapa para utilizar las variables meteorológicas acordes a la simulación a realizar. En el mapa interactivo se puede cambiar entre radiación solar y viento a 10 metros de altura, es posible además apagar las capas de información del recurso meteorológico para poder encontrar un punto con más facilidad además de poder utilizar Google Street map o una versión con mapa físico de Chile.

Comuna: Selector donde se ingresa la comuna en donde desea evaluar el Proyecto o Sistema.



Distribuidora: Empresa que provee el servicio de distribución de energía eléctrica en su residencia.

Tarifa: Tarifa contratada con la empresa distribuidora, en caso residencial es típicamente BT1a.

Consumo eléctrico Mensual promedio (kWh): Cantidad promedio del total de energía eléctrica consumida en un mes. Puede calcular el promedio desde su boleta de servicio eléctrico.

Diario: Botón que cambia a la interfaz gráfica para editar el perfil de consumo horario de un día tipo.

Semanal: Botón que cambia a la interfaz gráfica para editar el perfil de consumo diario de una semana tipo.

Mensual: Botón que cambia a la interfaz gráfica para editar el perfil de consumo de cada mes.

Tecnología de Generación

Selector de tecnología de generación: Permite elegir entre generación Fotovoltaica o Eólica por medio de dos botones distintos.

En caso de elegir generación fotovoltaica:

- **Capacidad del Sistema fotovoltaico [kWp]:** Potencia instalada del Sistema solar fotovoltaico. Determina cuanta energía puede generar en condiciones óptimas.
- **Superficie estimada [m²]:** Área aproximada requerida para la instalación del Sistema fotovoltaico. No es editable, ya que es calculada en función de la capacidad del Sistema fotovoltaico de manera automática.
- **Precio estimado Sistema de generación [CLP]:** Valor referencial del Sistema de generación, incluyendo paneles solares y estructura de soporte.

En caso de elegir generación eólica:

- **Seleccione la turbina:** Permite elegir el modelo de la turbina.
- **Potencia:** Indica la potencia máxima a la que puede funcionar la turbina. Al seleccionar la turbina muestra el valor de manera automática.
- **Altura:** Indica la altura entre el piso y la parte superior máxima que alcanza el aspa de la turbina. El valor se muestra de manera automática al seleccionar la turbina.

Configuración del sistema de Almacenamiento

Voltaje de la celda [V]: Tensión nominal de cada celda de batería. Afecta el diseño eléctrico total del banco de baterías.



Capacidad de la celda [Ah]: Capacidad nominal de cada celda en amperios-hora. Junto con el voltaje permite calcular la energía por celda.

Capacidad del sistema de almacenamiento [kWh]: Energía total que puede almacenar el Sistema de baterías. Determina cuánta demanda puede ser cubierta en ausencia de generación. El código intenta asemejarse lo más posible a la capacidad ingresada por el usuario a partir del Voltaje de la celda y la Capacidad de la celda.

Costos de sistema de almacenamiento en baterías por kWh [CLP/kWh]: Costo unitario estimado de instalar un kilowatt-hora de capacidad de almacenamiento.

Costos del Sistema

Costo del Sistema fotovoltaico más baterías [CLP]: Suma del costo del Sistema de generación más el sistema de almacenamiento. No es editable y se calcula a partir del Costo estimado del Sistema de generación y del Costo estimado sistema de almacenamiento.

Costos de instalación y otros [CLP]: Gastos adicionales no considerados en los sistemas principales, como mano de obra, inversor y materiales varios.

Costos de reemplazo de baterías [CLP]: Costo proyectado para sustituir el sistema de almacenamiento al final de su vida útil.

Costos de operación y mantenimiento planta de generación [CLP/MWh]: Costos variables asociados al funcionamiento y mantenimiento del Sistema de generación por unidad de energía generada.

Escalamiento del consumo eléctrico anual [%/año]: Tasa de crecimiento esperada del consumo de electricidad en la residencia, expresado como porcentaje anual.

Costo estimado sistema de almacenamiento [CLP]: Costo total de implementación del sistema de almacenamiento (baterías).

Costos de operación y mantenimiento Sistema de baterías [CLP/año]: Gastos anuales por mantener operativo el sistema de almacenamiento. No es editable, ya que se calcula de manera automática.

Costos fijos operación y mantenimiento planta generación [CLP/año]: Costos fijos anuales asociados al mantenimiento de la planta de generación.

Parámetros Financieros de la Evaluación

Periodo de Análisis [años]: Horizonte temporal sobre el cual se evalúa la rentabilidad del proyecto.

Inflación [%]: Tasa anual estimada de aumento en los precios. Se usa para ajustar costos futuros como el aumento en los costos por kWh en la boleta.



Tasa de descuento [%]: Tasa empleada para calcular el valor presente de los flujos futuros de caja. Es clave en el cálculo del VAN.

Porcentaje inversión financiada por deuda [%]: Fracción del costo total del proyecto que será cubierta mediante financiamiento externo.

Tasa de interés deuda [%]: Tasa a la que se financia la parte del proyecto cubierta por crédito o préstamo.

Plazo de deuda proyecto [años]: Duración del crédito solicitado para financiar parte del proyecto.

Resultados para la versión avanzada

Resultados Generales

Radiación promedio [W/m^2]: Cantidad promedio de radiación solar que incide en la ubicación seleccionada. Utilizada para estimar la generación fotovoltaica anual.

Generación anual total [kWh]: Energía total que el Sistema de generación producirá en un año, considerando la disponibilidad del recurso solar o eólico del sitio seleccionado.

Consumo anual [kWh]: Energía eléctrica total que se consume la residencia en un año. Es estimada a partir del consumo Mensual: promedio ingresado por el usuario.

Comuna: Zona geográfica seleccionada por el usuario, base para obtener datos meteorológicos y tarifarios.

Distribuidora: Empresa eléctrica que entrega el servicio en la comuna seleccionada.

Tarifa seleccionada: Plan tarifario vigente al que está sujeta la residencia (ej. BT1a) seleccionada por el usuario.

Valor de consumo [CLP/kWh]: Precio unitario de la energía que cobra la distribuidora.

Valor de inyección [CLP/kWh]: Monto que paga la distribuidora por cada kWh inyectado a la red por el usuario (netbilling).

Periodo tarifario: Fecha en la que se toma como referencia la tarifa vigente para la simulación. Se indica el año y mes de la tarifa.

Configuración del Sistema de Generación y Baterías

Capacidad del sistema de almacenamiento [kWh]: Energía máxima que puede almacenar el Sistema de baterías.

Capacidad Sistema de generación [kW]: Potencia nominal instalada del Sistema de generación seleccionado.



Horas de almacenamiento [h]: Tiempo estimado de autonomía energética solo con baterías, en base a capacidad y potencia de descarga.

Máxima potencia de batería [kW]: Potencia máxima con la que las baterías pueden cargar o descargar energía.

Costo sistema de generación [CLP]: Costo total del Sistema generador fotovoltaico o eólico.

Costo total sistemas instalados [CLP]: Costo total de implementación del Sistema, incluyendo generación, almacenamiento e instalación.

Resultados de Evaluación

Cuenta eléctrica primer año sin sistemas [CLP]: Gasto anual estimado en electricidad sin el Sistema de generación y almacenamiento implementado.

Valor Actual Neto (VAN) [CLP]: Indicador de rentabilidad del proyecto. Si es positivo, la inversión es rentable en términos financieros.

Cuenta eléctrica primer año con sistemas [CLP]: Gasto anual estimado en electricidad luego de implementar el Sistema de generación y almacenamiento.

Año de retorno de inversión: Tiempo necesario para recuperar la inversión inicial mediante ahorros acumulados.

Ahorro en cuenta eléctrica durante primer año [CLP]: Reducción del gasto en electricidad durante el primer año gracias al Sistema instalado.

Año de retorno descontado: Retorno ajustado al valor temporal del dinero, considerando una tasa de descuento.

Equivalencia electromovilidad [km/año]: Distancia estimada que podría recorrerse en un vehículo eléctrico con la energía generada por el Sistema en un año.

Costos de operación y mantenimiento fijo por sistema de generación [CLP/año]: Costos fijos anuales del Sistema de generación, independientes de la producción.

Costos de operación y mantenimiento variable por producción del sistema de generación [CLP/año]: Costos anuales que dependen de la energía producida por el Sistema de generación.

Costos de operación y mantenimiento variable por capacidad del sistema de almacenamiento [CLP/año]: Costos que varían según la capacidad total del sistema de almacenamiento.

Costos de operación y mantenimiento fijo por sistema de almacenamiento [CLP/año]: Costos fijos anuales del sistema de almacenamiento, independientes del uso.



Costos de operación y mantenimiento variable por uso del sistema de almacenamiento [CLP/año]: Costos que dependen de cuánta energía es efectivamente cargada o descargada.

Costos de reemplazo de baterías [CLP/año]: Costo asociado a reemplazar el sistema de almacenamiento en su vida útil estimada.

Costos de operación y mantenimiento totales [CLP/año]: Suma de todos los costos fijos y variables asociados al mantenimiento y operación del Sistema.

Gráficos

Gráfico ciclo de vida del Proyecto

Este Gráfico representa el desempeño del Sistema de generación, almacenamiento y ahorros a lo largo del ciclo de vida del Proyecto.

- Eje x (Horizontal): años de evaluación del Proyecto.
- Eje Y, (derecho (vertical, en kWh): cantidad de energía descargada de las baterías.
- Eje Y, (Izquierdo vertical en \$CLP): Monto de la la cuenta eléctrica con y sin sistemas.

Energía descargada de las baterías (línea celeste, eje derecho en kWh)

Representa cuánta energía es efectivamente utilizada desde el sistema de almacenamiento cada año. Esta curva permite evaluar:

- Desempeño del sistema de almacenamiento a lo largo del tiempo.
- Posibles pérdidas de eficiencia si la curva tiende a disminuir con los años (por envejecimiento de baterías o menor generación).
- Que el Sistema mantiene una entrega constante de energía (cuando la curva es estable).

Cuenta eléctrica sin Sistema (línea azul oscuro, eje izquierdo en \$CLP)

Es la proyección del gasto eléctrico anual si no se instalara ningún Sistema de generación ni almacenamiento. Incluye:

- Crecimiento en el tiempo por aumento del consumo eléctrico estimado (por escalamiento definido por el usuario).
- Incrementos por inflación energética si se ha definido un valor positivo.

Esta curva sirve como línea base para comparar y demostrar el beneficio económico de implementar el Sistema.



Cuenta eléctrica con Sistema (línea verde, eje izquierdo en \$CLP)

Muestra el costo anual en electricidad al implementar el Sistema de generación y almacenamiento. Incluye:

- Ahorros por autoconsumo al comparar con la cuenta eléctrica sin Sistema.
- Desempeño económico considerando las pérdidas de eficiencia en los sistemas de generación y almacenamiento y evaluar su desempeño a largo plazo.

Una curva verde consistentemente más baja que la azul confirma la efectividad del Sistema.

Gráfico horario de batería

Este Gráfico representa el flujo de energía en el Sistema fotovoltaico-residencial durante cada hora del año, permitiendo visualizar de forma detallada cómo interactúan la generación, el consumo, y el uso de la batería.

- Eje X, horizontal: representa las horas del año (formato día-mes).
- Eje Y, vertical izquierdo (kWh): muestra valores de energía para carga, generación, demanda y diferencial.
- Eje Y, vertical derecho (%): indica el porcentaje de carga de la batería.

Carga de batería (celeste)

Corresponde al porcentaje de energía en la batería para almacenarse.

Utilidad: permite identificar cuándo y cuánto se está cargando la batería, si el porcentaje suele estar bajo puede ser un indicativo de subdimensionamiento de generación o sobredimensionamiento de almacenamiento.

Energía generada (azul oscuro)

Energía total producida por el Sistema de generación (fotovoltaico o eólico) en cada hora del año.

Utilidad: se puede analizar cómo varía la generación a lo largo de las estaciones y cómo se acopla con la demanda.

Diferencial (verde)

Diferencia entre energía generada y demanda en cada hora. Puede ser:

- Positiva: hay excedente, se puede almacenar o inyectar a la red.



- Negativa: falta energía, se debe consumir de la red o desde la batería. Utilidad: ayuda a dimensionar el sistema de almacenamiento y evaluar cuánto autoconsumo se logra, si es muy negativo puede ser un indicativo de subdimensionamiento del Sistema de generación, si es muy positivo puede ser un indicativo de sobredimensionamiento del Sistema de generación, se busca un desempeño simétrico y equilibrado entorno a 0.

Demanda de energía (naranja)

Energía requerida por la residencia en cada hora del año.

Utilidad: comparar con la generación y ver cuándo la demanda supera la oferta local.

Estos Gráficos permiten analizar:

- Eficiencia del autoconsumo horario.
- Aprovechamiento real de la generación.
- Necesidad ociosa de almacenamiento.
- Saturación o subutilización del Sistema de baterías.