



SPHERA
ENERGY

Sistemas de almacenamiento BESS como complemento al desarrollo y operación de PMGDs Solares y Eólicos

Octubre de 2017

Carlos Cabrera R.
Eduardo Morice S.
Socios Directores – Sphera Energy

AGENDA

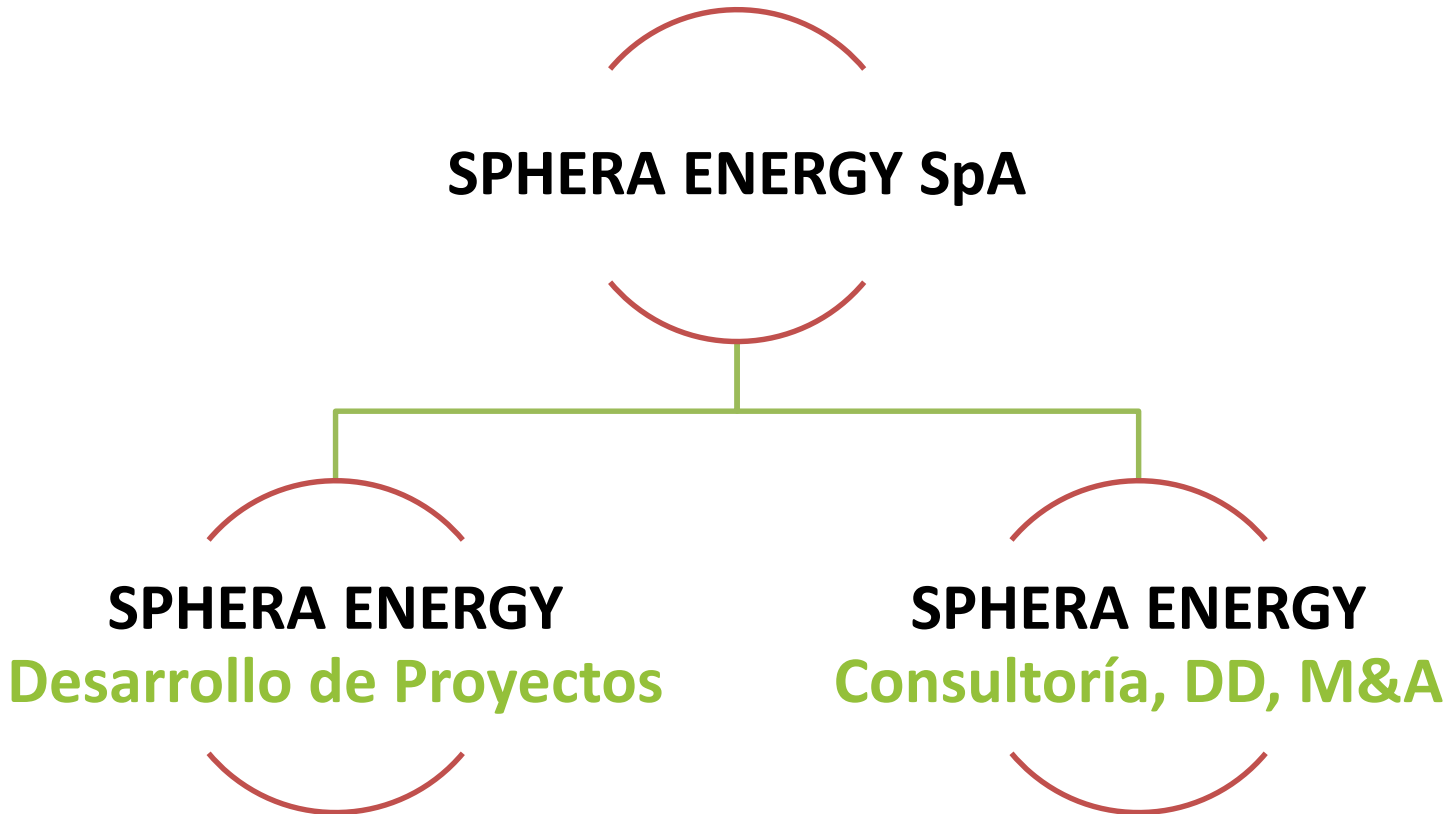
- Introducción: Experiencia SE en el desarrollo de proyectos PMGDs.
- Problemáticas y desafíos para proyectos PMGDs.
- Introducción: Experiencia ON ES en desarrollo de proyectos BESS.
- Aplicaciones sistemas de almacenamiento BESS como complemento de proyectos PMGDs.
- Evaluación Económica (FM) Solar + Storage
- Conclusiones

QUIENES SOMOS

- **Sphera Energy** fue creada en 2014 con el propósito inicial de desarrollar y promover proyectos de distinta escala y tecnología, principalmente ERNC.
- **Sphera Energy**, es una empresa que cuenta con un staff de profesionales con vasta experiencia en el sector energía.
- **Sphera Energy** actualmente ofrece servicios de consultoría estratégica para desarrollo de proyectos, Due Diligence, M&A, Comerciales y Regulatorias, Legales, entre otros.
- La principal ventaja de trabajar con **Sphera Energy** es su capacidad de adaptación a las necesidades de sus clientes y/o inversionistas, tomando en consideración de manera integral todos los aspectos del mercado energético para un adecuado logro de objetivos.

SPHERA ENERGY

Organization Business Structure

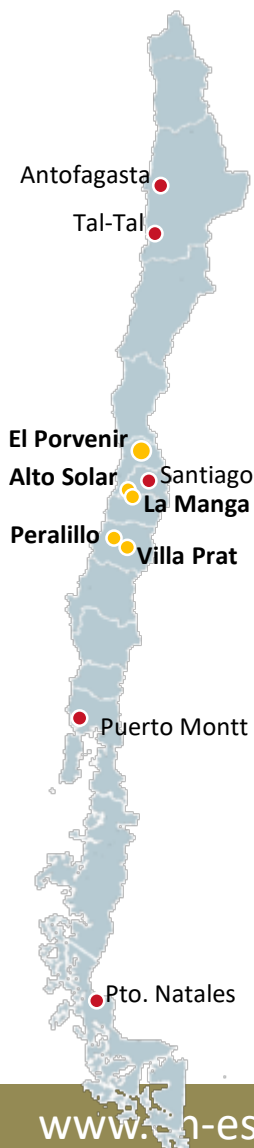


PROJECT & BUSINESS DEVELOPMENT



SPHERA ENERGY PROJECT PIPELINE

Foco en Proyectos PMGDs



Name	Region	Capacity	Status
La Manga	RM	3 MW	En construcción
Alto Solar	RM	3 MW	Pre-Construcción
Peralillo	VII	3 MW	En construcción
Villa Prat	VII	3 MW	Ready to Build
El Porvenir	V	35 MW	Land Control
TOTAL		47 MW	
TOTAL INVESTMENT		45 MUSD	

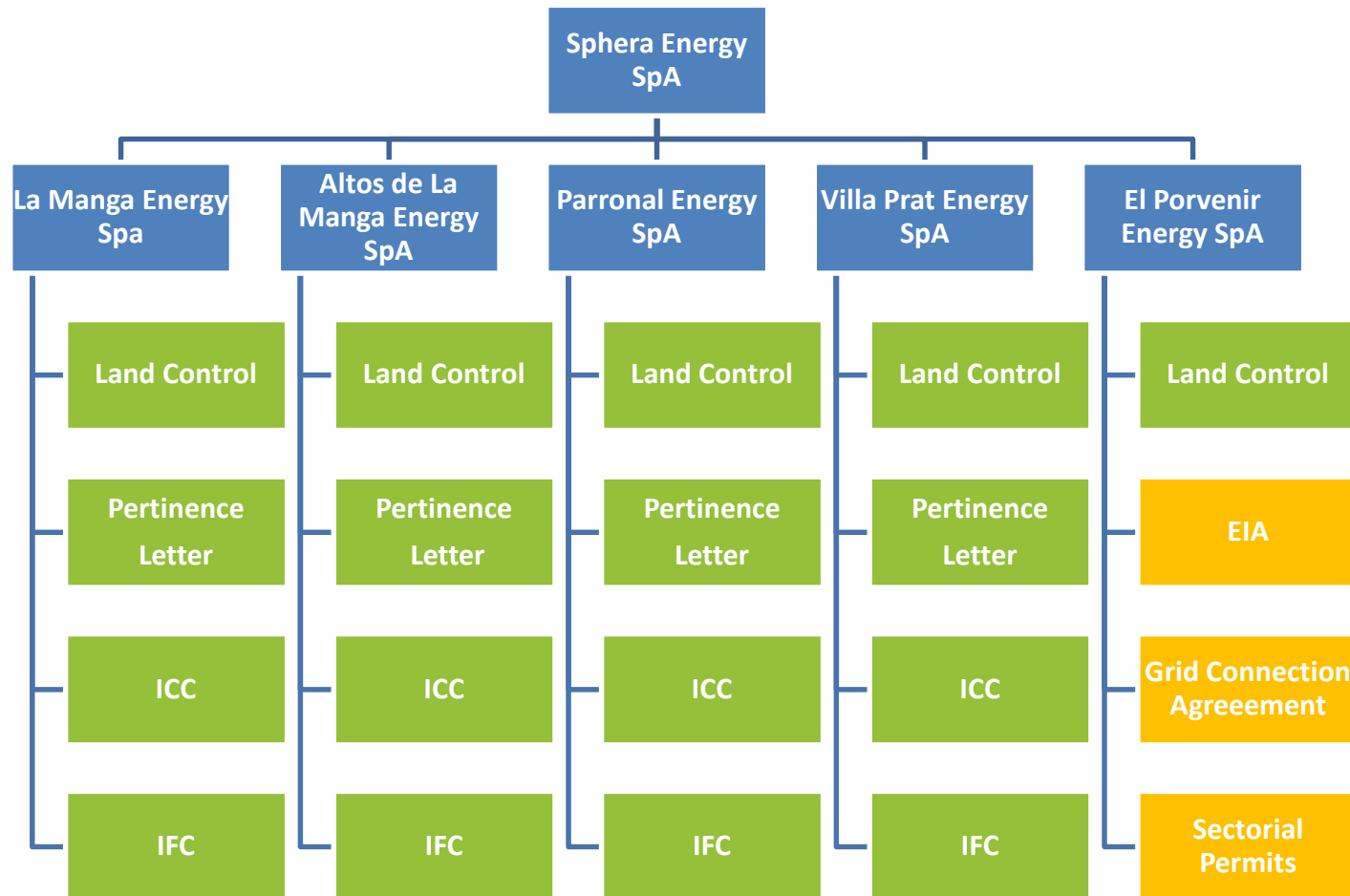
Más de 25 proyectos descartados por aspectos poco atractivos en su desarrollo.

Últimos PMGD solares por 12 MW vendidos a terceros inversionistas.

Proyectos La Manga y Peralillo con fecha de COD para 4Q-2017.

SPHERA ENERGY PROJECT PIPELINE

SPVs Organization and Permits Status



Approved – Granted
Submitted – Under Preparation

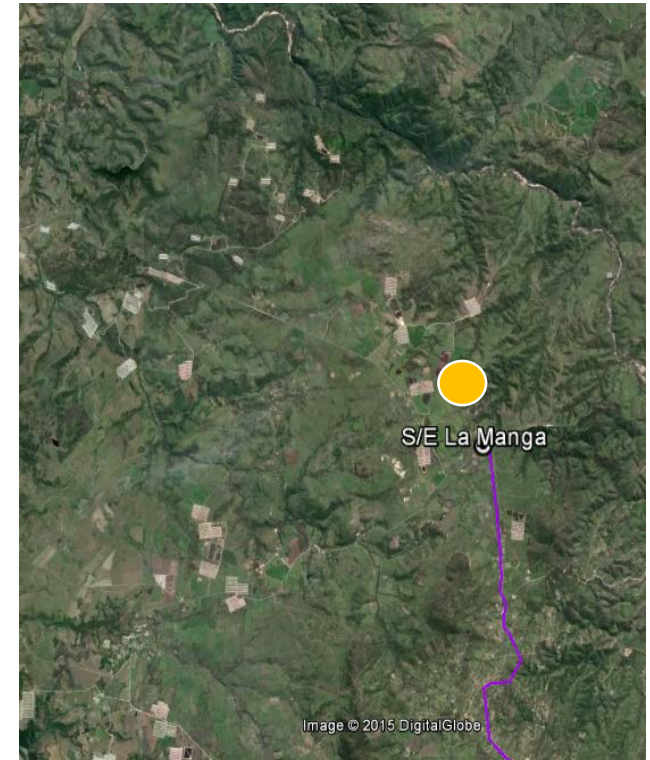
LA MANGA PV PROJECT - PMGD

PROJECT OVERVIEW

Project Location	At 90 (km) of Santiago
Distance to Main Substation	At 500 (m) of La Manga 66 kV
Distribution Company	CGE Distribución (SIC)
Yearly Production	1800 kWp/kWh
Technology	Fixed Tilt

PROJECT PROGRESS

Activity	Status	Expected Date
Lease Contract	Signed	Granted
Mining Concessions	Under control	Controlled
Pertinence Letter	Submitted	Approved
Grid Connection	ICC granted	Approved
Sectorial Permits	Granted	Approved
Ready to build		Q4-2016



General Map

ALTO SOLAR PV PROJECT - PMGD

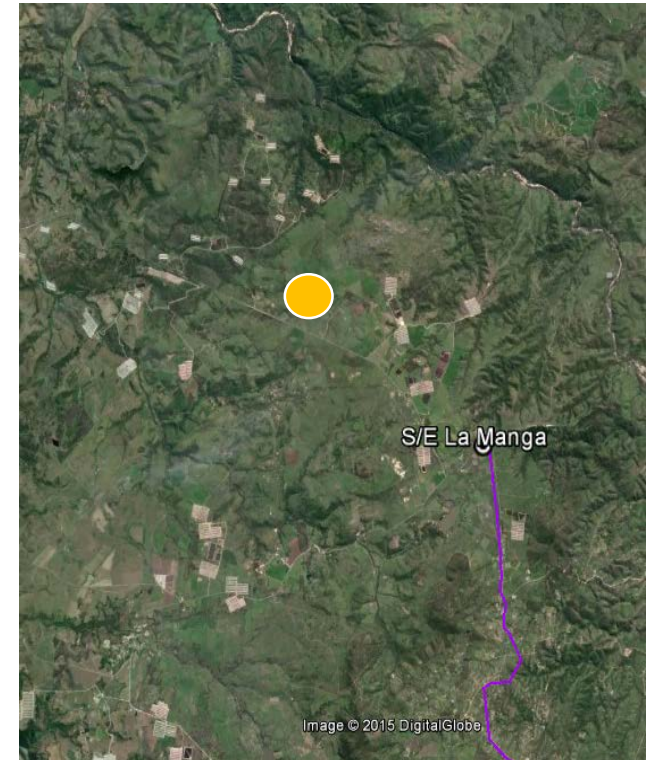
PROJECT OVERVIEW

Project Location	At 90 (km) of Santiago
Distance to Main Substation	At 2 (km) of La Manga 66 kV
Distribution Company	CGE Distribución (SIC)
Yearly Production	1900 kWp/kWh
Technology	Fixed Tilt

PROJECT PROGRESS

Activity	Status	Expected Date
Lease Contract	Signed	Granted
Mining Concessions	Under control	Controlled
Pertinence Letter	Approved	Q3-2016
Grid Connection	ICC Granted (*)	Q2-2017
IFC	Approved	Q4-2016
Ready to build		Q4-2017

(*) ICC in 1st place and will expire in Sep-18 (granted in Apr-17)



General Map

PERALILLO PV PROJECT - PMGD

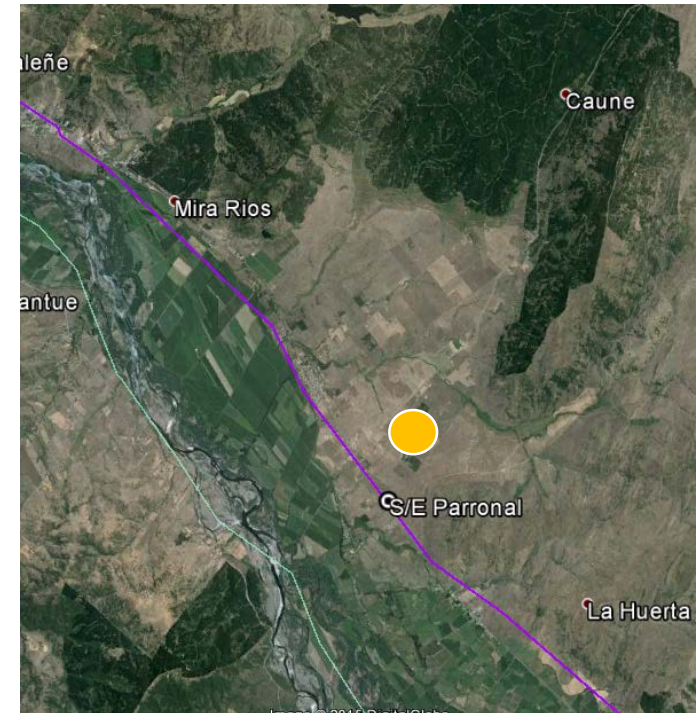
PROJECT OVERVIEW

Project Location	At 40 (km) of Curico
Distance to Main Substation	At 500 (m) of Parronal 66 kV
Distribution Company	CGE Distribución (SIC)
Yearly Production	1900 kWp/kWh
Technology	Single Axis Tracker

PROJECT PROGRESS

Activity	Status	Expected Date
Lease Contract	Signed	Granted
Mining Concessions	Under control	Controlled
Pertinence Letter	Approved	Q2-2016
Grid Connection	ICC Granted (*)	Q3-2016
IFC	Granted	Q2-2017
Ready to build		Q3-2017

(*) ICC in 1st place and will expire in Feb-18.



General Map

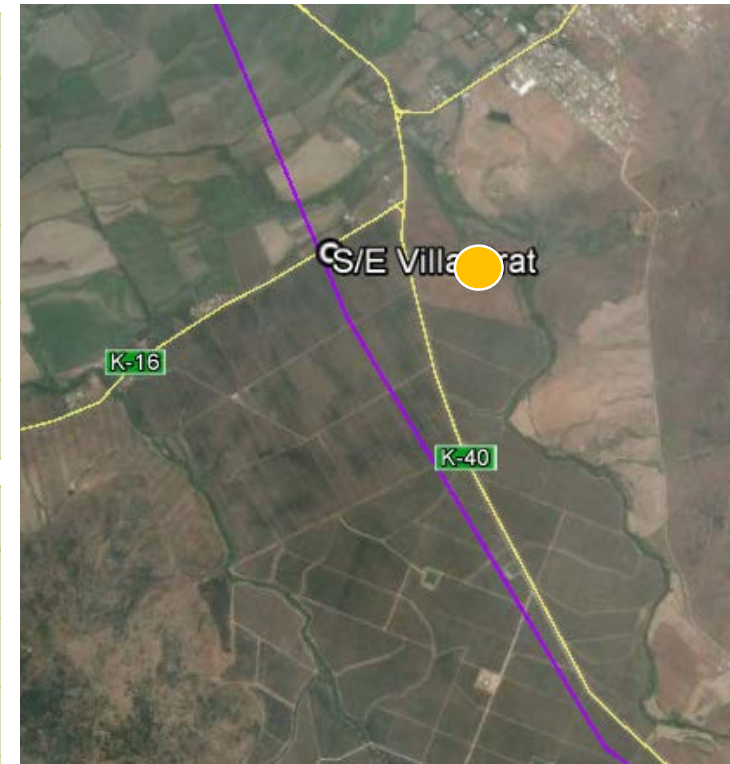
VILLA PRAT PV PROJECT - PMGD

PROJECT OVERVIEW

Project Location	At 40 (km) of Curico
Distance to Main Substation	At 500 (m) of Villa Prat 66 kV
Distribution Company	CGE Distribución (SIC)
Yearly Production	1900 kWp/kWh
Technology	Single Axis Tracker

PROJECT PROGRESS

Activity	Status	Expected Date
Lease Contract	Signed	Granted
Mining Concessions	Under control	Controlled
Pertinence Letter	Approved	Q2-2016
Grid Connection ^(*)	ICC Granted	Q4-2016
IFC	Granted	Q2-2017
Ready to build		Q4-2017



General Map

EL PORVENIR PV PROJECT – UTILITY SCALE

PROJECT OVERVIEW

Project Location	At 5 (km) of Llay Llay City
Distance to Main Substation	At 6 (km) of Las Vegas 110 kV S/S
Transmission Company	Chilquinta
Yearly Production	22050 kWp/kWh
Technology	Single Axis Tracker

PROJECT PROGRESS

Activity	Status	Expected Date
Lease Contract	Signed	Granted
Mining Concessions	Under control	Controlled
DIA/EIA	Spring Campaign prepared	Q2-2019
Grid Connection	Under negotiations	Q4-2019
Sectorial Permits	To be prepared	Q3-2019
Ready to build		Q1-2020



General Map

Proyectos en Construcción

La Manga 1 (RM) y Peralillo (Maule)



Desarrollo de proyectos PMGDs

Problemáticas y desafíos

TERRENO

TERRENO

AMBIENTAL

CONEXION

PERMISOS

MERCADO

- Modificación de contratos retrasa DD de Proyectos.
 - ☐ Contratos de uso de suelo deben ser bancables, minimizando riesgos y costos de desarrollo. (Temas: IVA, poderes amplios para rectificar y obtener permisos del desarrollo, régimen de renta del propietario, DL 993).
- Falta o errónea constitución de derechos mineros puede dificultar la inversión.
- Derecho minero mandatorio para proyectos con financiamiento bancario -> Aunque innecesario para proyectos financiados con Equity, resulta necesario para refinanciamiento posterior.
- Derecho minero sirve para identificar los proyectos “reales” de aquellos proyectos “Fantasmas” o de “Papel”.

Desarrollo de proyectos PMGDs

Problemáticas y desafíos

AMBIENTAL

TERRENO

AMBIENTAL

CONEXION

PERMISOS

MERCADO

- Exigencias del SAG en la clase de uso de suelo son cada vez mayores. Sin embargo, exigencias son dispares en cada región.
 - ❑ Propuesta: Promover la dictación de Instructivos de MINAGRI para aplicación uniforme de criterios en unidades regiones.
- Lenta tramitación de expedientes de IFC en SAG – MINAGRI - y SEREMI MINVU. Múltiples remisiones de expedientes y eventuales observaciones ponen en riesgo la vigencia de una ICC ya obtenida.
 - ❑ Propuesta: Promover la dictación por MINAGRI y MINVU de instructivos para la tramitación paralela de IFCs ante el SAG y SEREMI MINVU
 - ❑ Para PMGDs con DIA se propone promover la dictación de instructivos para establecer mecanismo de compensación de tierras para cada zona afectada.

Desarrollo de proyectos PMGDs

Problemáticas y desafíos

CONEXIÓN



- Ingreso especulativo de formularios 1 y 3 en un mismo alimentador colapsan S/E, perjudicando desarrollo de buenos proyectos.
- Proceso FIFO determina la necesidad de esperar resolución de ICCs precedentes.
 - ❑ Propuesta: Cambio Reglamento de PMGDs para establecer requisitos para ingreso de F1 y F3 (contratos para uso de suelo, resoluciones ambientales, e IFC)
- ICCs precedentes de “Proyectos Fantasmas” contaminan Informe de costos de conexión de ICC posteriores, lo que origina incertezas para desarrolladores e inversionistas.
 - ❑ Propuesta: Modificación del Reglamento de PMGDs que regule mecanismo de fijación de costos de conexión de ICC posteriores, aunque sea de manera conceptual, en escenarios de expiración de ICCs precedentes.

Desarrollo de proyectos PMGDs

Problemáticas y desafíos

CONEXIÓN



- Informes de Costos de Conexión de ICC no incorporan valorización de equipos a reemplazar a valor residual, conforme a vida útil y necesidades de la empresa distribuidora.
 - ☐ Propuesta: Incorporar modificación al Reglamento de PMGDs que regule la emisión de informe de costos para equipos a reemplazar conforme a VNR considerando valor residual.
- La falta de comunicación entre la Distribuidora y la Empresa de Transmisión Zonal en caso de existir obras en el sistema zonal producto del PMGD, puede retardar la entrada en operación del PMGD.
 - ☐ Sugerencia: Indispensable coordinar información y los tiempos de ejecución de obras entre la Distribuidora, la empresa de transmisión zonal y el PMGD.
- Vigencia ICC y extensión a través de OOAA.
 - ☐ El ICC se mantiene vigente mientras empresa distribuidora ejecuta OOAA para la conexión (art. 18 DS 244) Para ello resulta indispensable la firma del convenio de conexión.

Desarrollo de proyectos PMGDs

Problemáticas y desafíos

PERMISOS



- Falta de conocimiento de SEREMI MINVU y DOMs en cuanto a la exigencia o no exigencia de permisos Sanitarios para PMGDs solares.
 - ❑ La experiencia y la normativa demuestra que PMGDs fotovoltaicos menores de 3 MW no requieren permisos de almacenamiento RESPEL y no peligrosos en fase de construcción. La tecnología permite monitoreo satelital de las plantas lo cual evita infraestructura sanitaria permanente durante la operación.
 - ❑ Las DOMs y SEREMIs regionales requieren mayor instrucción en cuanto a permisos para actividades de infraestructura energética. Indispensable acompañamiento.
 - ❑ Propuesta: Creación de instructivos de general aplicación de parte de MINVU y MINSAL en cuanto a aplicación de permisos sanitarios para actividad de infraestructura energética para PMGDs de bajo impacto.

Desarrollo de proyectos PMGDs

Problemáticas y desafíos

MERCADO

- Vemos con preocupación intención de modificar el precio estabilizado.
- Señal de precio estabilizado ha sido el principal sustento del crecimiento de proyectos PMGD.
- Cualquier modificación debe mantener el espíritu de una señal de precios estabilizada y “compensar” la baja capacidad de contratación de proyectos de menor escala.
- Esta señal de precio no debiese recoger diferencias horarias puesto que perdería su carácter de estabilizada.

TERRENO

AMBIENTAL

CONEXION

PERMISOS

MERCADO



CNE inició evaluación del régimen de precio estabilizado de energía

Publicado el 8 De Agosto Del 2017

Electricidad

Este fue uno de los anuncios más destacados de la VIII versión de Expo Apemec 2017, donde se abordaron diversos temas de interés para el sector mini hidro, como las alternativas comerciales que tienen en la actualidad y los desafíos operacionales de la industria.

STRATEGIC PARTNERSHIP



Alianza estratégica con la empresa “ON Energy Storage” para promover en Chile la penetración de sistemas de almacenamiento BESS de alta tecnología.

CONSULTING & STRATEGIC ADVISORY



SPHERA ENERGY CONSULTING

Asesorías Integrales



Visión Estratégica:

Sphera Energy ofrece servicios de diversa índole dentro del mercado eléctrico principalmente de carácter estratégico considerando en forma integral aspectos técnico-económicos, comerciales, regulatorios, legales y ambientales, entre otros.

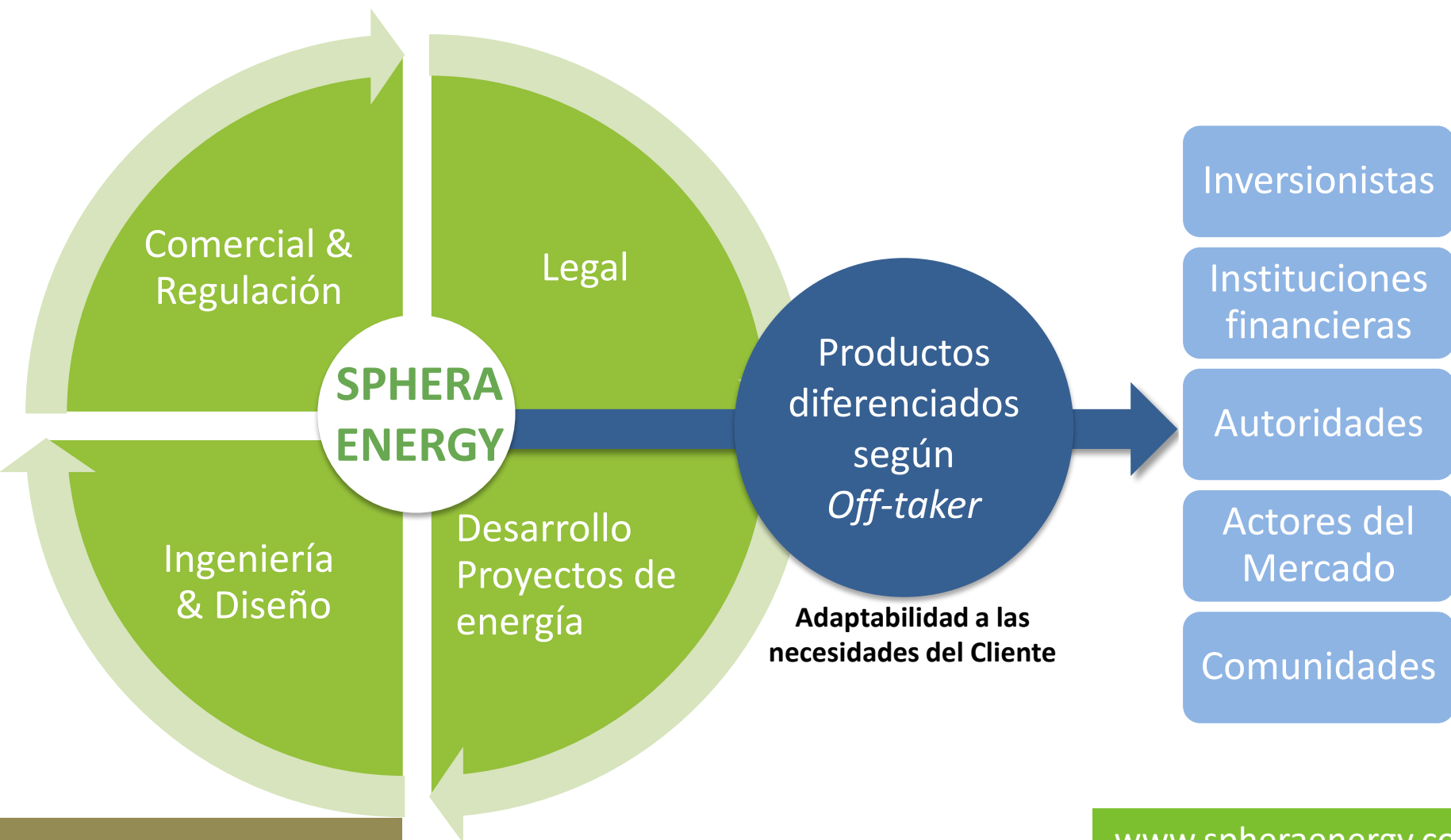
Buscamos convertirnos en un socio estratégico y apoyar al cliente con nuestra visión y experiencia del mercado para facilitar labores de desarrollo, construcción y operación de proyectos de energía de distintas tecnologías y tamaños.

También poseemos vasta experiencia en procesos de M&A donde hemos prestado servicios de DD y apoyado la gestión de compra-venta de activos (SPA).

Sphera Energy busca ofrecer un servicio “One Stop Shopping” donde los clientes puedan encontrar una visión estratégica y multisectorial de sus necesidades.

SPHERA ENERGY CONSULTING

Asesorías Integrales



CLIENTES SPHERA ENERGY



Experiencia ON ES en desarrollo de proyectos BESS.



WHAT WE DO



Design



Build



Operate

| Energy Storage Systems

OBJECTIVE



OPERATING
COSTS



ENVIRONMENTAL
IMPACT





RESUMEN CORPORATIVO

QUIENES SOMOS?

ON Energy Storage es parte de un grupo industrial que ha operado en diversos países de Latino América por +60 años. Una división del Grupo NorthPoint, la cual es una empresa de servicios energéticos con operaciones en 7 países.

SOLUCIONES HECHAS A LA MEDIDA

Desde nuestra fundación, nos hemos enfocado a las soluciones hechas a la medida para complejos problemas en el ramo energético. Buscamos utilizar nuestros fuertes en la innovación, flexibilidad y experiencia operativa para rendir un servicio extraordinario para nuestros clientes.

CLIENTES



DONDE OPERAMOS



LATAM FOCUS

Hemos trabajado, de alguna forma u otra, en casi todos los países de Latino América. Apreciamos que para ser exitosos regionalmente es necesario comprender la cultura individual de cada país.

Oficinas / Centros Operativos

U.S.A

Peru

Colombia

Venezuela

Costa Rica

Mexico

Canada

Chile

CADENA DE SUMINISTRO



FABRICANTES DE BATERIAS

Ingeniería química, Investigación y Desarrollo,
Ingeniería de fabricación.

Objetivo: Maximizar economías de escala para
incrementar calidad y bajar precios.

INTEGRADORES

Younicos

Ingeniería macro de sistemas, pruebas y garantías.

Objetivo: Asegurar que los sistemas eléctricos sean
robustos y duraderos.

DESARROLLADORES

Ingeniería detallada, Integración de data
operativa/tarifaria, soporte técnico, servicio y suministro
EPC local.

Objetivo: Análisis efectivo del problema, selección
tecnológica adecuada, servicio local, confiable y efectivo.





WHY ON?

1. FULL SERVICE PROJECT DEVELOPMENT:
FROM FEASIBILITY TO TURN-KEY.
2. TECHNOLOGY SELECTIVE:
ACCESS TO TOP GLOBAL MANUFACTURERS.
3. EXPERIENCE & EXECUTION:
EXPERTS IN CUSTOM-MADE SOLUTIONS.

VENTAJAS COMPETITIVAS

- ✓ Ingeniería y Soporte Local.
- ✓ Herramientas analytics y operativas sin conflictos de interés.
- ✓ Experiencia en EPC a través de Latino América.
- ✓ Diseño Optimizado y Hecho a la Medida.
- ✓ Conocimiento Regulatorio del Mercado.
- ✓ Servicio de Estudios de Pre-Operatividad, Operatividad ambientales.
- ✓ Servicio Post-Venta, Mantenimiento y Monitoreo 24/7.
- ✓ Sistema Propietario para Optimizar y Garantizar Vida Útil de las Baterías.



Modelos de Negocio

From Capex to Opex

PURCHASE	LEASE	SHARED SAVINGS
• Savings Begin on day one • Capture 100% of savings and future revenues	• Fixed price provides long term predictable costs • No upfront customer investment • Savings begin on day one • No operations and maintenance responsibilities • Flexibility to incorporate new revenues from additional battery services in the future	• Payments are 100% tied to performance, aligning the incentives of both parties • As demand charges increase over time, both savings and payments will increase • No upfront customer investment • Savings begin on day one • No operations and maintenance responsibilities • Flexibility to incorporate new revenues from additional battery services in the future

Aplicaciones sistemas de almacenamiento BESS como complemento de proyectos PMGDs.



WHAT IS AN ENERGY STORAGE SYSTEM?

BATTERIES

- WIDE RANGE OF TECHNOLOGIES.
- AMPLE CAPACITY.
- SAFE, COMPACT AND EFFECTIVE.



BI-DIRECTIONAL INVERTERS

- MAXIMUM PRECISION.
- HIGH POWER OUTPUT.
- ROBUST & LONG LASTING.



SPECIALIZED CONTROL SYSTEMS

- AUTONOMOUS
- EFFECTIVE.
- REAL-TIME MONITORING

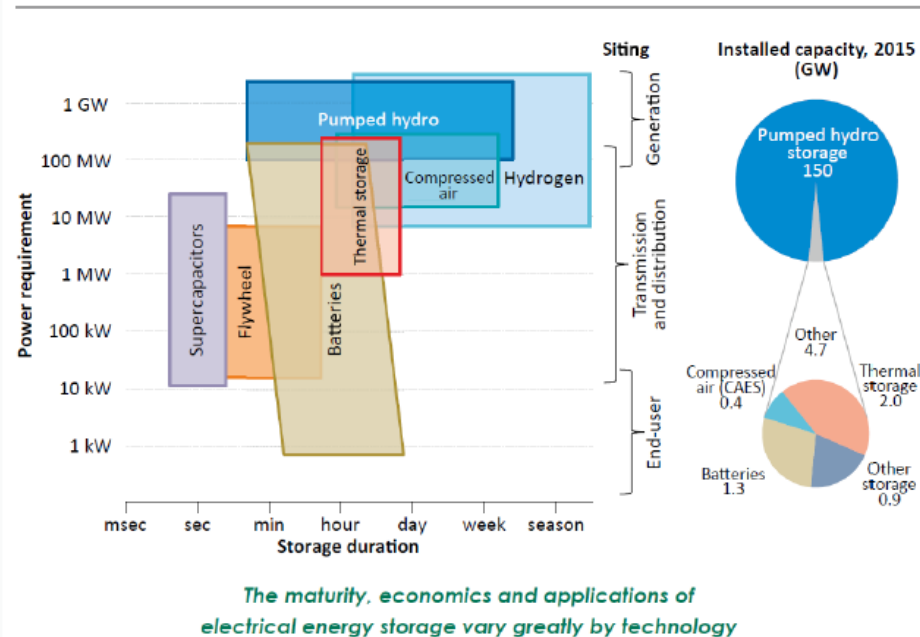


SISTEMAS BESS

Contexto

Almacenamiento para SSCC

► Storage technology characteristics and global installed capacity in 2015



Notes: msec = milliseconds; sec = seconds; min = minutes. Thermal storage refers to molten salt storage for CSP plants and other applications above 1 MW installed capacity.

IEA. World Energy Outlook 2016.

SISTEMAS BESS

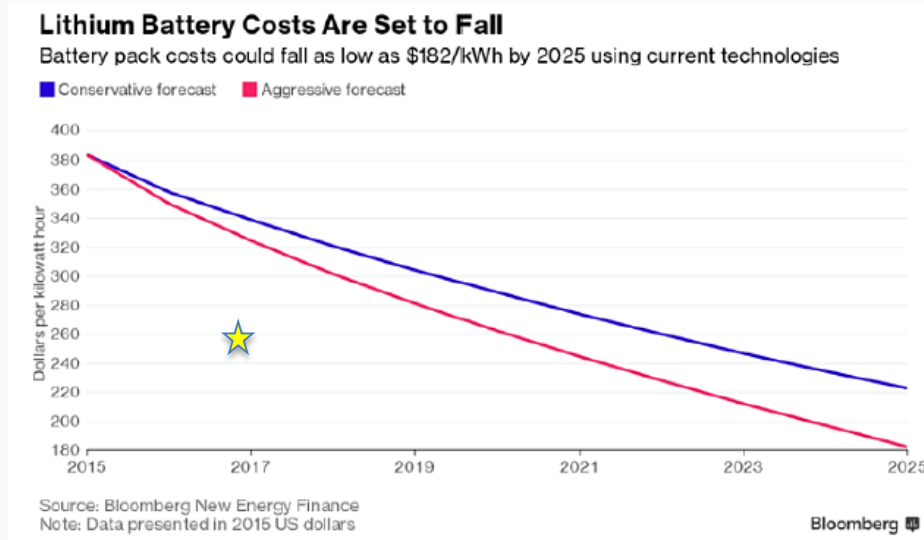
Contexto

Mesas 8 y 9: 18 de julio y 2 agosto

Nuevas Tecnologías y provisión de servicios

Sistemas de Almacenamiento (baterías)

- Los sistemas de almacenamiento cobren un rol cada vez más importante dentro de los sistemas eléctricos, principalmente por la sostenida baja de sus costos.



SISTEMAS BESS

Contexto

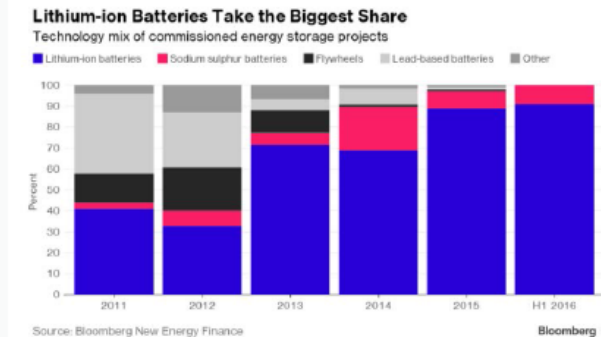
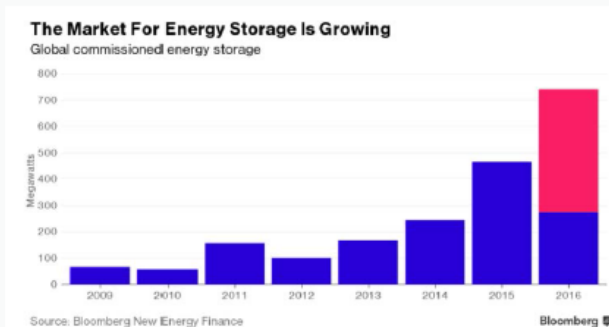
Mesas 8 y 9: 18 de julio y 2 agosto



Nuevas Tecnologías y provisión de servicios

Sistemas de Almacenamiento (baterías)

- El sistema que ha alcanzado mayor madurez para la prestación del servicio de control de frecuencia corresponde a las baterías. Reino Unido y PJM son dos ejemplos de mercados donde las baterías se han adjudicado licitaciones.



- Se propone dar incentivos adecuados para la participación de baterías, aprovechando sus características técnicas (respuesta ultra rápida). Se propone la creación de un producto de frecuencia rápida (e.g., tiempo de respuesta menor a 1 segundo).

SISTEMAS BESS

Aplicaciones Generales



- Nivelar la carga, proporcionar electricidad de respaldo y garantizar la seguridad y la estabilidad de la red.
- Mejorar de la calidad de energía mediante regulación de frecuencia / voltaje.
- Diversificar las carteras de generación, reducir el consumo de combustible caro y promover la penetración renovable.
- Mejorar la seguridad y confiabilidad del suministro eléctrico.
- Aumentar la eficiencia de la generación y transmisión electricidad, posponiendo así la expansión de la infraestructura del sistema de energía.
- Reduciendo el costo operación de la generación de energía.
- Atenuar las fluctuaciones del sistemas a bajas y altas frecuencias.
- Acelerar la sinergia dentro los vehículos eléctricos (EV) y la red eléctrica.

SISTEMAS BESS

Aplicación de CPF/CSF



- Regulación primaria/secundaria de frecuencia (control rápido de frecuencia).
- Sistemas BESS son una alternativa promisorio a las centrales térmicas convencionales en la provisión de CPF y CSF, reduciendo la necesidad de encender estas centrales y operarlas en cycling.
- Sistemas BESS tienen respuestas rápidas y precisas ante desviaciones de frecuencia.
- Sistemas BESS ofrecen respuestas muy rápidas y adecuadas ante señales centralizadas, demostrando poder seguir una señal AGC mejor incluso que centrales convencionales, especialmente para servicios de *ramping* y control de frecuencia.
- Los BESS son una de las tecnologías más apropiadas para el CPF, y los análisis han identificado al CPF como uno de los servicios con los mayores beneficios monetarios para los propietarios de BESS.

SOLUCION: ENERGY STORAGE SYSTEM



INSTALACION DE UN SISTEMA BESS PARA REEMPLAZAR LA RESERVA ROTANTE Y PROPORCIONAR LOS SERVICIOS DE RPF.

LIBERA EL 4%
DE LA
POTENCIA
FIRME PARA LA
VENTA.

PERMITE QUE
LAS TUBINAS
OPEREN A
MAXIMA
CAPACIDAD.

PROVEE LOS SERVICIOS DE
UNA MANERA AUTONOMA
Y PERFECTA; ELIMINANDO
MULTAS POR
INCUMPLIMIENTO



CASO ESTUDIO CHILE

BESS para RPF

Reserva Rotante	
Horas Al Año	8,760
Tamaño de Planta (MW)	158
Efectividad	95%
Potencia Efectiva (MW)	150
Factor de Producción Maxima	53%
Horas de Producción Maxima (/Año)	4,643
Factor de Reserva Rotante	4%
Potencia de Reserva Rotante (MW)	6.00
Costo de Oportunidad, Energía (\$/Año)	\$ 1,303,871.39
Sistema de Almacenaje de Energía (ESS)	
Costo de Sistema ESS (\$/kW)	\$ 700.00
Costo de Sistema ESS (\$)	\$ 4,202,800
Periodo de Recuperacion Simple (Años)	3.2

Analisis de Sensibilidad Reserva Rotante												
Payback 3.2			Factor de Producción Maxima									
			40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%
Costo de Sistema ESS (\$/kW)	\$	500	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4
	\$	600	3.7	3.3	2.9	2.7	2.4	2.3	2.1	2.0	1.8	1.7
	\$	700	4.3	3.8	3.4	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.1	2.0
	\$	800	4.9	4.3	3.9	3.5	3.3	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
	\$	900	5.5	4.9	4.4	4.0	3.7	3.4	3.1	2.9	2.7	2.6
	\$	1,000	6.1	5.4	4.9	4.4	4.1	3.8	3.5	3.3	3.1	2.9

MAIN BENEFITS OF SOLAR + STORAGE

MAX SAVINGS BEHIND THE METER

- COMPLIMENTARY TECHNOLOGIES REDUCE ENERGY AND DEMAND.
- INCENTIVES PROVIDE BOOST TO ROI'S

SOLAR FIRMING & SMOOTHING

- MAXIMIZES PREDICTABILITY OF GENERATION
- ALLOWS BIDDING OF FIRM CAPACITY TO MARKETS.



ENERGY ARBITRAGE

- USE OF ENERGY STORAGE TO TAKE ADVANTAGE OF LARGE TIME-OF-USE PRICING DIFFERENTIALS.
- LOAD SHIFTING MAXIMIZES VALUE BY STORING WHEN RATES ARE LOW FOR SALE

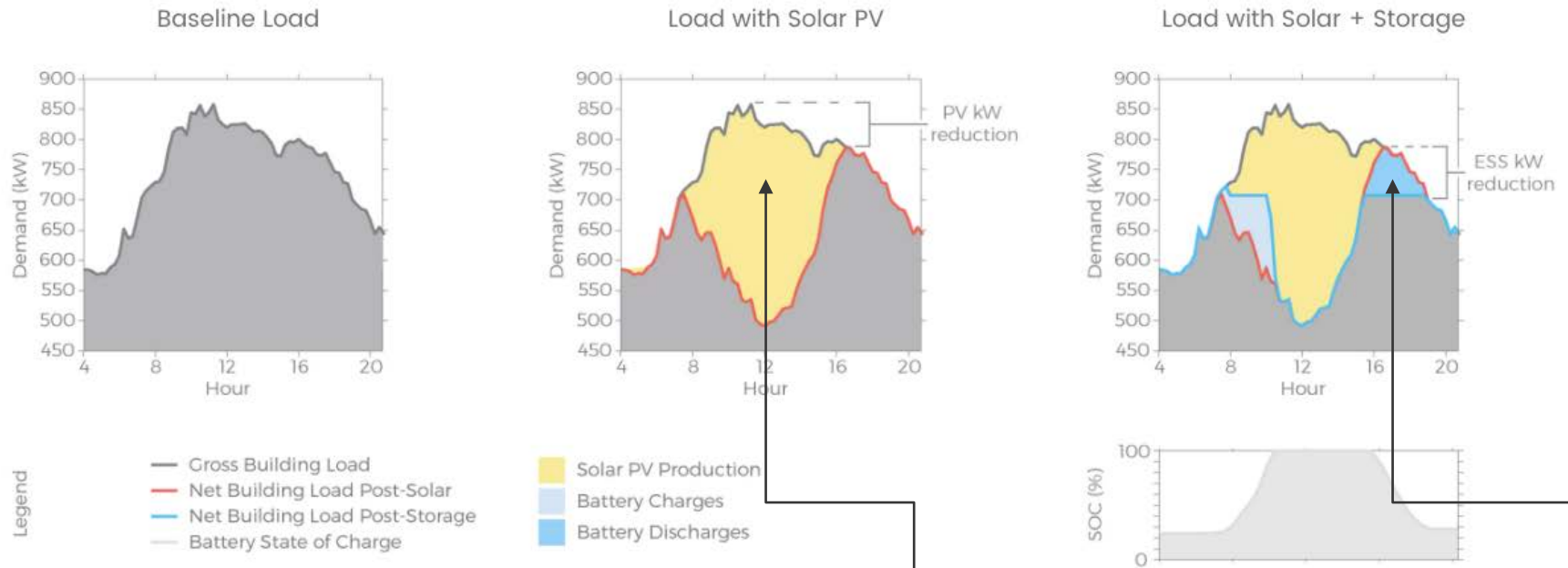


CLIPPING RECAPTURE

- MAXIMIZE PV OUTPUT WHEN PV INVERTERS LACK CAPACITY
- ADDS OTHERWISE LOST KWH'S TO YOUR BUSINESS CASE

MAXIMIZING SAVINGS BEHIND THE METER

BOTTOM LINE:
COMBINE SOLAR WITH STORAGE TO
REDUCE ENERGY USE AND CAP
DEMAND CHARGES - MAXIMIZING
CUSTOMER SAVINGS PREDICTABLY.

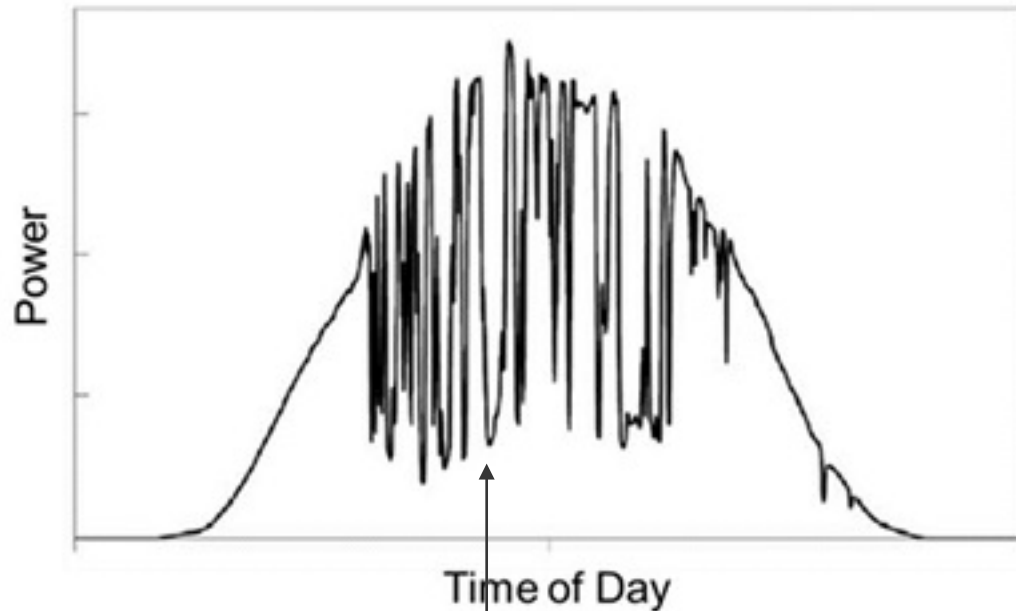


REDUCE
ENERGY
WITH
PV OUTPUT

MANAGE
DEMAND
WITH
ENERGY
STORAGE

“SOLAR FIRING” GENERATION

BOTTOM LINE:
USE ENERGY STORAGE AT THE
GENERATION SITE TO PROVIDE
MAXIMUM FIRM CAPACITY IN ORDER
TO BID INTO POWER MARKETS.

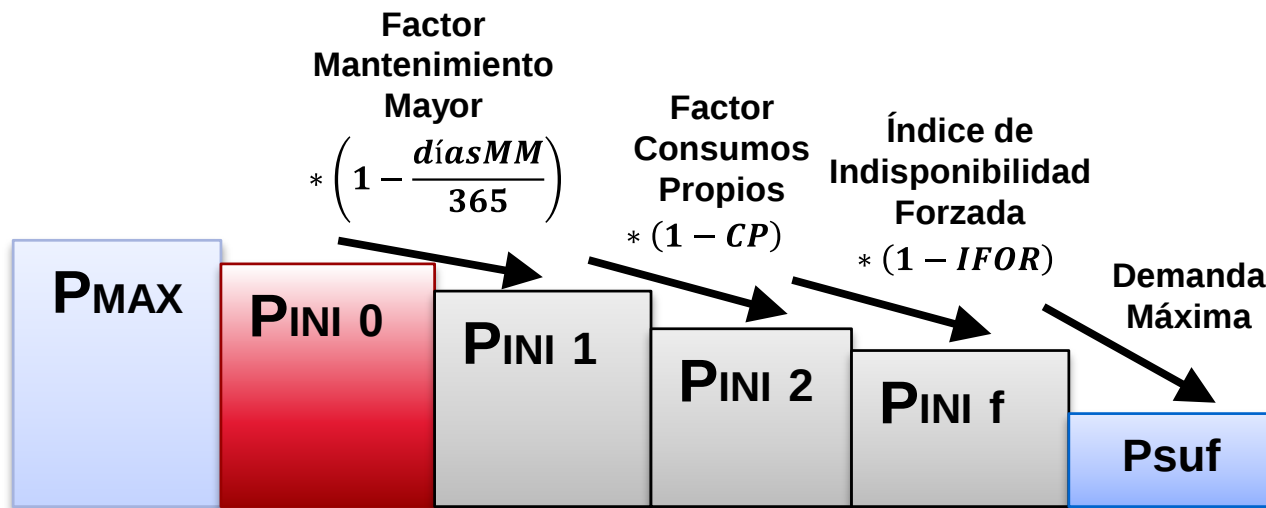


• FULFILS
INTERMITTANCY
GAPS USING DC
POWER FROM
ESS

Potencia de Suficiencia – Centrales Solares y Eólicas

Regulación vigente: Reglamento de Potencia de Suficiencia DS62/2006 y Norma Técnica de transferencias de Potencia de enero 2016 (NT).

La Potencia de Suficiencia se calcula con origen en la Potencia Máxima o Nominal de una unidad y se reduce a través de varios factores:



Potencia Inicial: (Art 9-3 NT) La potencia inicial para unidades solares y eólicas se calculará como el mínimo entre:

- Menor factor de planta anual de los últimos 5 años anteriores al año de cálculo.
- Promedio simple de los factores de planta para cada uno de los 52 mayores valores horarios de la curva de carga anual de cada sistema o subsistema, para el año de cálculo.

Potencia de Suficiencia – Centrales Solares y Eólicas

- Potencia inicial en base a factor de planta.
- Las potencias iniciales en plantas eólicas son en promedio un **21%** de su potencia nominal. Sin embargo, factor de planta promedio es **27%**.
- Luego se reducen las potencias iniciales según los efectos de IFOR, CP, MANT y DMAX.
- El efecto completo puede estimarse de la siguiente forma:

Unidad	Tech	P Nom [MW]	F de Planta (5 años)	F de Planta (52 peaks)	F de Planta Def	Potencia Inicial [MW]	PSUF Definitiva [MW]
Canela	Eólica	18.2	16%	12%	12%	2.1	1.5
Canela 2		60.0	23%	11%	11%	6.9	4.7
Cuel		33.0	34%	47%	34%	11.2	7.8
El Arrayán		115.0	32%	13%	13%	15.3	10.8
Huajache		6.0	30%	55%	30%	1.8	1.3
La Esperanza		10.5	30%		30%	3.2	0.3
Las Peñas		8.4	30%	69%	30%	2.5	0.5
Lebu		6.5	16%	57%	16%	1.0	0.7
Lebu III		5.3	30%	18%	18%	0.9	0.2
Los Buenos Aires		24.0	30%	59%	30%	7.3	3.0
Los Cururos		109.6	26%	14%	14%	15.3	10.8
Monte Redondo		48.0	26%	10%	10%	4.7	3.3
Punta Colorada		20.0	8%	30%	8%	1.7	1.2
Punta Palmeras		45.0	32%	14%	14%	6.2	4.4
Raki		9.0	29%	48%	29%	2.6	1.8
Renaico		88.0	29%	59%	29%	25.3	9.8
San Juan		184.8	25%		25%	45.9	1.4
San Pedro		36.0	37%	22%	22%	7.9	5.6
Talinay		90.0	27%	24%	24%	22.0	15.5
Talinay Poniente		60.4	25%	21%	21%	12.6	8.8
Taltal		99.0	38%	22%	22%	21.9	16.5
Total		46.0	21%	9%	9%	4.2	2.9
Ucuquer		7.2	31%	38%	31%	2.2	1.5
Ucuquer 2		10.8	30%	31%	30%	3.2	2.2
Efecto Promedio			27%	31%	21%		

$$P_{Suf}^{WIND} = P_{Nom} \cdot \underbrace{21\%}_{fact.P_{ini}} \cdot \underbrace{(IFOR \cdot CP \cdot MANT \cdot DMAX)}_{factor\ constante} = P_{Nom} \cdot 11.7\%$$

Potencia de Suficiencia – Centrales Solares y Eólicas

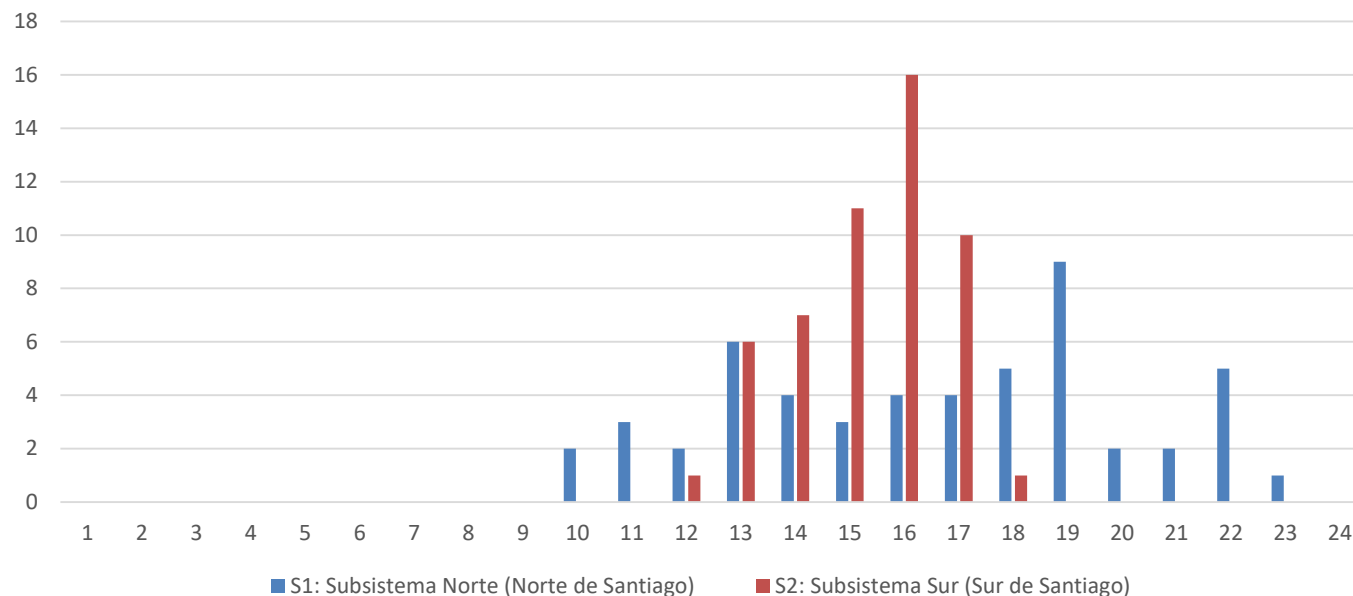
- Potencia inicial en base a factor de planta.
- Las potencias iniciales en plantas solares son en promedio un **24%** de su potencia nominal. Sin embargo, factor de planta promedio es **65%**.
- Luego se reducen las potencias iniciales según los efectos de IFOR, CP, MANT y DMAX.
- El efecto completo puede estimarse de la siguiente forma:

Unidad	Tech	P Nom [MW]	F de Planta (5 años)	F de Planta (52 peaks)	F de Planta Def	Potencia Inicial [MW]	PSUF Definitiva [MW]
Alturas de Ovalle	Solar	3.0	21%	80%	21%	0.6	0.2
Bellavista	Solar	3.0	28%	21%	21%	0.6	0.4
Marchigue II	Solar	9.0	28%		28%	2.5	0.0
Carrera Pinto	Solar	93.0	21%	65%	21%	19.2	7.2
Chañares	Solar	36.0	28%	67%	28%	9.9	7.4
Conejo	Solar	104.0	28%		28%	28.7	12.1
Diego de Almagro	Solar	32.0	21%	20%	20%	6.4	4.6
El Boco	Solar	3.0	21%		21%	0.6	0.1
El Divisadero	Solar	3.0	28%	110%	28%	0.8	0.4
El Romero	Solar	196.0	21%		21%	40.5	2.3
Esperanza II	Solar	9.0	28%	70%	28%	2.5	0.4
Javiera	Solar	69.0	21%	64%	21%	14.3	10.0
La Chapeana	Solar	2.9	28%	79%	28%	0.8	0.5
Lagunilla	Solar	3.0	28%	77%	28%	0.8	0.6
Lalackama	Solar	55.0	28%	70%	28%	15.2	11.3
Lalackama 2	Solar	16.5	28%	69%	28%	4.5	3.4
Las Mollacas	Solar	2.9	21%	74%	21%	0.6	0.4
Las Terrazas	Solar	3.0	27%	54%	27%	0.8	0.6
Llano de Llampos	Solar	101.0	31%	33%	31%	31.5	23.9
Los Loros	Solar	46.0	21%		21%	9.5	4.5
Luna	Solar	3.0	21%	82%	21%	0.6	0.4
Luz del Norte	Solar	141.0	28%	57%	28%	38.9	28.4
Quilapilun	Solar	130.0	28%		28%	35.8	1.6
Pampa Solar Norte	Solar	69.4	28%		28%	19.1	6.1
PV Salvador	Solar	68.0	28%	68%	28%	18.7	14.1
San Andrés	Solar	50.6	30%	63%	30%	15.4	6.1
Efecto Promedio			24%	65%	24%		

$$P_{Suf}^{SOLAR} = P_{Nom} \cdot \underbrace{24\%}_{fact.Pini} \cdot \underbrace{(IFOR \cdot CP \cdot MANT \cdot DMAX)}_{factor\ constante} = P_{Nom} \cdot 12.1\%$$

Potencia de Suficiencia – Centrales Solares y Eólicas

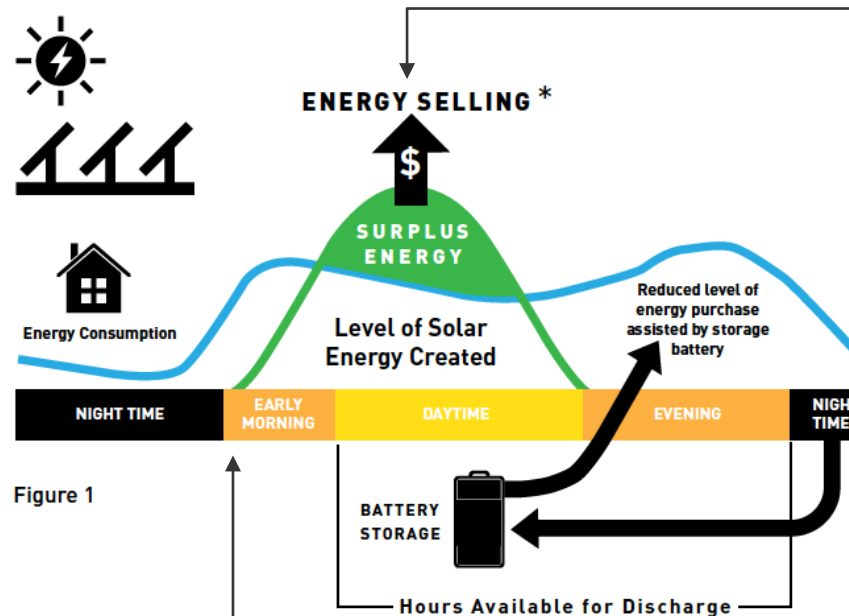
Distribución 52 peaks de Demanda - Abril 2016 y Marzo 2017



- Aporte a la suficiencia del sistema de plantas Solares/Eólicas mejora considerablemente con sistemas BESS -> Mayor firmeza.
- Se debiese cuantificar PSUF en base a factor de planta en los 52 peaks de demanda.
- Reglamento DS/62 en revisión respecto a los beneficios que pueden entregar las baterías para mejorar los ingresos de Potencia de Suficiencia de plantas eólicas y solares.

ENERGY ARBITRAGE

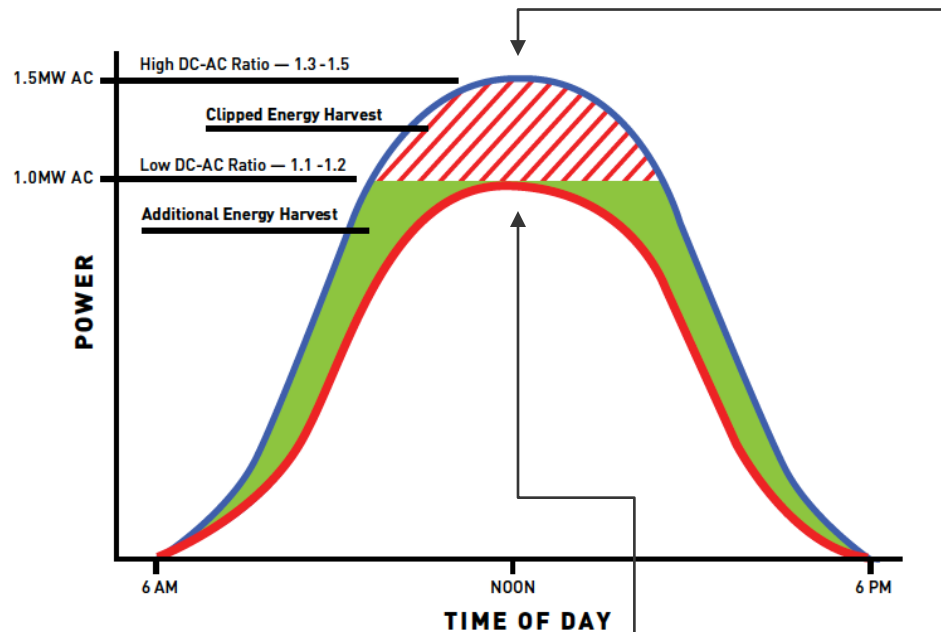
BOTTOM LINE:
USE ENERGY STORAGE TO BUY
INEXPENSIVE ENERGY DURING LOW
DEMAND FOR SALE AT PRICY PEAK
HOURS.



TAKES ADVANTAGE OF FINANCIAL
BENEFITS IN MARKETS WITH LARGE
TIME-OF-USE DIFFERENTIALS.

SOLAR CLIPPING

“USE ENERGY STORAGE TO MAXIMIZE THE OUTPUT CAPABILITIES OF INSTALLED SOLAR EQUIPMENT”



STORE EXCESS
LOADS DURING
PERIODS OF PEAK
LOADING
CAPACITY,
GENERATING
EXCESS SELLABLE
KWH's / Yr.

SOLAR EQUIPMENT
LOADING RATIOS OFTEN
'LIMIT' THE REAL
CAPACITY OF INSTALLED
HARDWARE.

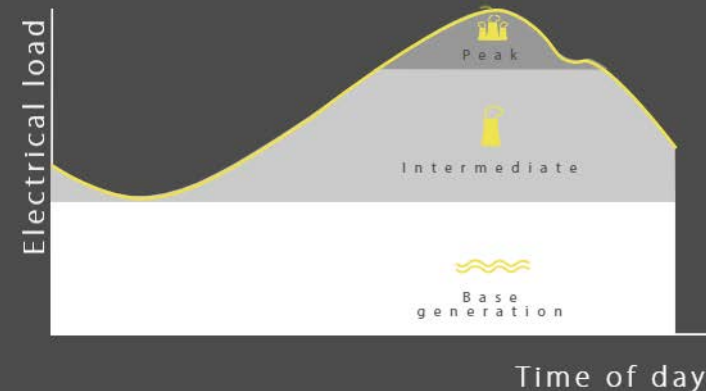
Otras Aplicaciones

Peak Shaving

PROBLEM

The electric grid works under an antiquated paradigm in which electricity must be generated at the exact moment it is required for consumption.

This forces electric utilities to build additional infrastructure called **peaker plants**, which sit idle the majority of the time, but are necessary to meet our **maximum demand**.



These peaker plants are:



Inefficient

And operate less than 10% of the time.



Costly

Require maintenance and are on permanent standby.

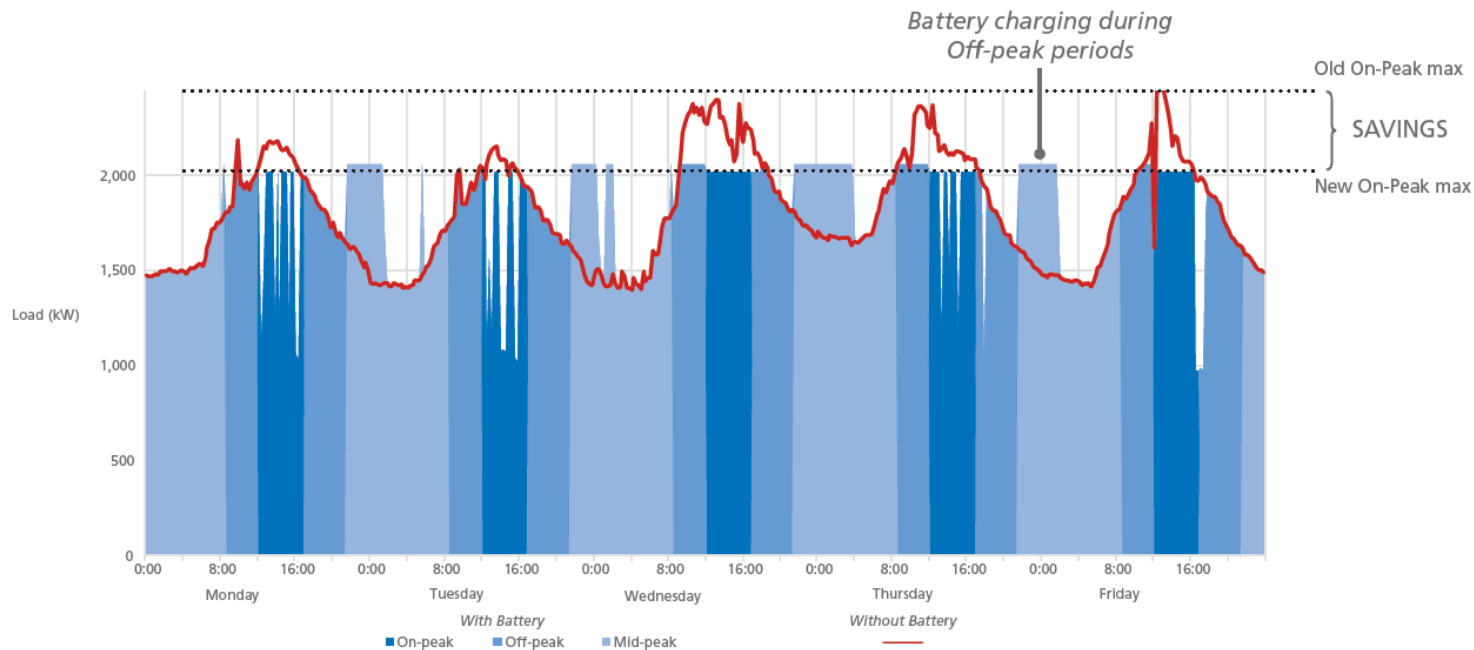


Polluting

They utilize the dirtiest energy sources.

Otras Aplicaciones

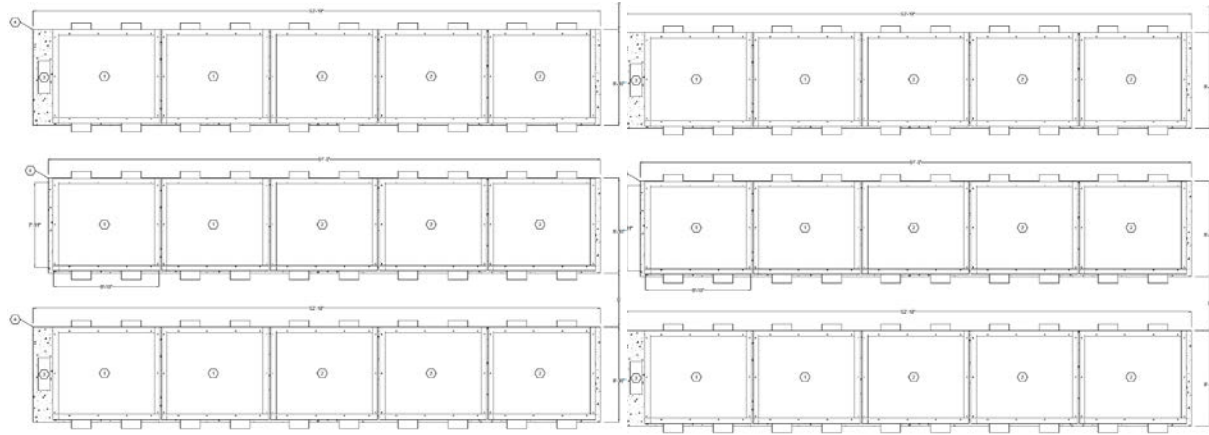
Peak Shaving



- Servicio de “peak shaving” más flexible, modular y sustentable -> A futuro debiese reemplazar peak shaving con plantas diésel.

DIMENSIONES: 30 MW

30 METROS



12 METROS

Evaluación Económica (FM) Solar + Storage



Modelo Financiero

Caso Base: PV 10 MW

Summary Inputs

General Assumptions			Financing			CAPEX			PPA Sensibility			
Installed Capacity	10	MW	Equity	3,000	kUSD	EPC Cost	900	kUSD/kW	PPA Price	0	USD/MWh	
Capacity Factor	26%	%	Debt	7,000	kUSD	Total EPC	9,000	kUSD	PPA Block	2	MW	
Firm Capacity	1.2	MW	Leverage	70%	%	Civil Works	15%	1,350	kUSD	Horas al Spot	8,760	Hours
Firm Capacity Price	8.6	USD/kW/m	Term	15	years	Transmission Line	2%	180	kUSD	MWh Spot	17,520	MWh
Long Term Energy Price	40	USD/MWh	Interest rate all-in	6.0%	%	Solar Panels	83%	7,470	kUSD			
Short Term Energy Price	40	USD/MWh	Spread	4.0%	%	Development Costs + Contingency		1,000	kUSD			
NCRE Price	1	USD/MWh	IRS	2.0%	%	ESS		-	kUSD			
CPI	2%	%	VAT	23%	%	Total CAPEX (IDC % TL)		10,000	kUSD			
Development Assumptions			Expenses			PV Plant Characteristics			ESS			
Development Fee	100	kUSD/MW	G&A	30	kUSD year	Plant Life	25	years	Size	0.00	MW	
Land Surface	20	Has	O&M	10	kUSD/MW year	Capacity Derating (annual rate)	0.5%	%	Duration	1	h	
Land Rent during Op	2	kUSD x HA year	Insurance (PD & BI)	18	kUSD year	Commissioning date	Jan-15		Cost/kW		\$/kWh	
Land Rent before COD	1	kUSD x HA year	Local Taxes	0.5%	% of Equity	Phase out date	Dec-39		Total Cost (Turnkey)	0	kUSD	
Land Acquisition	0	kUSD	Working Capital	15	kUSD				Marginal Cost Delta	50	kUSD	
Total Development Costs	167	kUSD							Round Trip Efficiency	90%		
Pertinence Letter	12	kUSD	Accounting Depreciation			Tax Depreciation			Frequency Regulation Income	10	\$/MWh	
Connection	14	kUSD	Civil Works	20	years	Civil Works	20	years	Equity Cost			
Electrical Studies	15	kUSD	Transmission Line	20	years	Transmission Line	20	years	Cost of Equity	9.4%	K_e	
Legal	8	kUSD	Solar Panels	20	years	Solar Panels	20	years	Risk-free return r	4%	R_f	
Structuring Fees	-	kUSD	Other	20	years	Other	20	years	β_u (Market Risk)	0.9	β_u	
Engineering (Plant+TL)	15	kUSD							Risk Premium	6%	$R_{cor}-R_f$	
Others	3.2	kUSD							WACC			
									Debt Cost (K_d)	6.00%	70%	3.2%
									Equity Cost (K_e)	9.4%	30%	2.8%
									WACC			6.1%

Modelo Financiero

PV (10 MW) + ESS (1 MW); Precio: 50 USD/MWh.

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case)

NPV 1,787

IRR 14.2%

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

1.5x 1.5x 1.5x 1.5x

Capex Sensibility

Base Case

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case)

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 50 USD/MWh
Long Term Energy Price 50 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18

Land Cost Sensibility

Rent

2 kUSD/Ha/y

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case)

PPA Sensibility

Merchant (Spot)

ESS Size Sens.

0 kW

ESS Duration Sens.

1 hr

M.C. Delta Sens.

50 \$/MWh

Primary Freq Reg Sens.

10 \$/MWh

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case)

NPV 2,392

IRR 15.5%

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

1.5x 1.5x 1.5x 1.6x

Capex Sensibility

Base Case

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case)

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 50 USD/MWh
Long Term Energy Price 50 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18

Land Cost Sensibility

Rent

2 kUSD/Ha/y

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case)

PPA Sensibility

Merchant (Spot)

ESS Size Sens.

1 MW

ESS Duration Sens.

1 hr

M.C. Delta Sens.

50 \$/MWh

Primary Freq Reg Sens.

10 \$/MWh

Modelo Financiero

PV (10 MW) + ESS (1 MW); Precio: 40 USD/MWh.

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case) ▼

NPV **-106**

IRR **9.1%**

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

1.2x 1.2x 1.2x 1.2x

Capex Sensibility

Base Case ▼

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 40 USD/MWh
Long Term Energy Price 40 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18 ▼

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case) ▼

ESS Size Sens. 0 kW ▼

ESS Duration Sens. 1 hr ▼

M.C. Delta Sens. 50 \$/MWh ▼

Primary Freq Reg Sens. 10 \$/MWh ▼

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case) ▼

Land Cost Sensibility

Rent ▼

2 kUSD/Ha/y ▼

PPA Sensibility

Merchant (Spot) ▼

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case) ▼

NPV **517**

IRR **10.7%**

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

1.3x 1.3x 1.3x 1.3x

Capex Sensibility

Base Case ▼

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 40 USD/MWh
Long Term Energy Price 40 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18 ▼

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case) ▼

ESS Size Sens. 1 MW ▼

ESS Duration Sens. 1 hr ▼

M.C. Delta Sens. 50 \$/MWh ▼

Primary Freq Reg Sens. 10 \$/MWh ▼

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case) ▼

Land Cost Sensibility

Rent ▼

2 kUSD/Ha/y ▼

PPA Sensibility

Merchant (Spot) ▼

Modelo Financiero

PV (10 MW) + ESS (1 MW); Precio: 30 USD/MWh.

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case)

NPV -2,212
IRR 3.5%

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

0.9x 0.9x 0.9x 0.9x

Capex Sensibility

Base Case

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case)

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 30 USD/MWh
Long Term Energy Price 30 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18

Land Cost Sensibility

Rent

2 kUSD/Ha/y

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case)

PPA Sensibility

Merchant (Spot)

ESS Size Sens. 0 kW
ESS Duration Sens. 1 hr
M.C. Delta Sens. 50 \$/MWh

Primary Freq Reg Sens. 10 \$/MWh

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case)

NPV -1,453
IRR 5.7%

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

1.0x 1.0x 1.0x 1.1x

Capex Sensibility

Base Case

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case)

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 30 USD/MWh
Long Term Energy Price 30 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18

Land Cost Sensibility

Rent

2 kUSD/Ha/y

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case)

PPA Sensibility

Merchant (Spot)

ESS Size Sens. 1 MW
ESS Duration Sens. 1 hr
M.C. Delta Sens. 50 \$/MWh

Primary Freq Reg Sens. 10 \$/MWh

Modelo Financiero

PV (10 MW) + ESS (1 MW); Precio: 30 USD/MWh.

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case) ▼

NPV **-2,212**

IRR **3.5%**

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

0.9x 0.9x 0.9x 0.9x

Capex Sensibility

Base Case ▼

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 30 USD/MWh
Long Term Energy Price 30 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18 ▼

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case) ▼

ESS Size Sens. 0 kW ▼

ESS Duration Sens. 1 hr ▼

M.C. Delta Sens. 50 \$/MWh ▼

Primary Freq Reg Sens. 10 \$/MWh ▼

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case) ▼

Land Cost Sensibility

Rent ▼

2 kUSD/Ha/y ▼

PPA Sensibility

Merchant (Spot) ▼

Control Panel

Financing Sensibility

Financing 70% (Base Case) ▼

NPV **-1,453**

IRR **5.7%**

DSCR (first 4y after COD)
(Target: 1.2)

1.0x 1.0x 1.0x 1.1x

Capex Sensibility

Base Case ▼

Spot Price Sensibility

Short Term Energy Price 30 USD/MWh
Long Term Energy Price 30 USD/MWh
ST Energy Price due date dic-18 ▼

Price per Hydrology Sensibility (Long Term)

Mid (Base Case) ▼

ESS Size Sens. 1 MW ▼

ESS Duration Sens. 1 hr ▼

M.C. Delta Sens. 50 \$/MWh ▼

Primary Freq Reg Sens. 10 \$/MWh ▼

Capacity Factor Sensibility

CF 26% (Base Case) ▼

Land Cost Sensibility

Rent ▼

2 kUSD/Ha/y ▼

PPA Sensibility

Merchant (Spot) ▼

Modelo Financiero

PV (10 MW) + ESS (1 MW); Precio: 40 USD/MWh.

- Caso Base:
 - Precio: 40 USD / MWh.
 - Arbitraje: 50 USD / MWh.
 - Pago RPF: 10 USD/MWh

IRR	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	10 hr
0 MW	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%	9.1%
250 kW	9.6%	9.4%	9.3%	9.1%	9.0%	8.1%
500 kW	10.0%	9.6%	9.5%	9.2%	8.8%	7.3%
1 MW	10.7%	10.0%	9.8%	9.2%	8.6%	6.1%
2 MW	12.1%	10.6%	10.3%	9.2%	8.1%	4.4%
4 MW	14.4%	11.6%	11.1%	9.1%	7.6%	2.6%
10 MW	19.2%	13.4%	12.4%	9.1%	6.8%	0.7%

Conclusiones

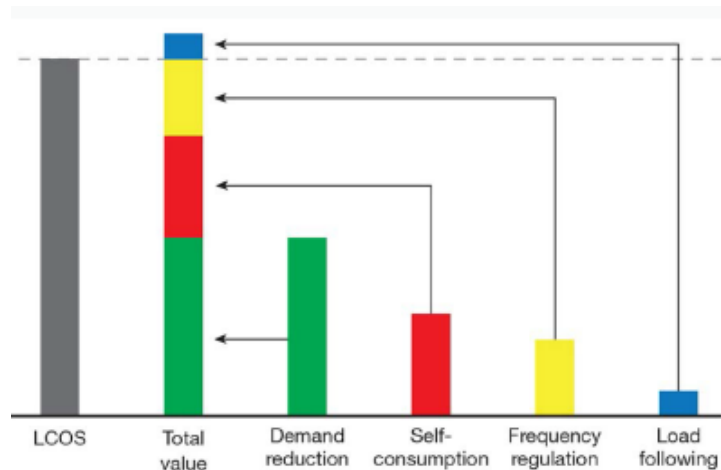


Conclusiones

- Alternativas de almacenamiento tipo BESS son cada vez menos costosas (menores a 1 MMUSD/MW) y continúan cayendo. Se espera para los próximos años una reducción considerable de costos que impulsará fuertemente su penetración.
- Considerando los costos mencionados, los sistemas BESS son una de las tecnologías más apropiadas para el CPF.
- Sistemas BESS son una alternativa promisorio para proveer mayor flexibilidad al sistema eléctrico (CPF, Peak Shaving, Ramping, Firming/Smoothing, Clipping Capture, etc.)
- Sistemas BESS reducen la necesidad de rampa y cycling en plantas térmicas. Por otra parte, proveen mayor firmeza y reducen la intermitencia de plantas ERV.
- Modularidad de sistemas BESS (1 kW) entrega además flexibilidad en su instalaciones, prácticamente pueden instalarse donde se requieran.

Conclusiones

- Costos aún altos para aplicaciones que requieren mayor cantidad de horas de almacenamiento (arbitraje).
- Sistemas BESS requieren certeza en la remuneración de sus servicios (SSCC). Es clave para la promoción de tecnología recibir ingresos de los diferentes servicios que prestan las baterías.



- Reglamento DS/62 en revisión respecto a los beneficios que pueden entregar las baterías para mejorar los ingresos de Potencia de Suficiencia de plantas eólicas y solares.



info@on-es.com

1450 Brickell Ave. Suite
1690, Miami, Florida
33130, USA.
T. +1 (305) 972 8966

Ricardo de Azevedo

CTO

ON Energy Storage

ricardo@on-es.com

Alan Cooper

CEO

ON Energy Storage

alan@on-es.com

Eduardo Morice S.

Socio Director

Sphera Energy

emorice@spheraenergy.com

Carlos Cabrera R.

Socio Director

Sphera Energy

ccabrera@spheraenergy.com



info@spheraenergy.com

Alonso de Cordova 5870
Oficina 813, Las Condes
Santiago, Chile.
T. + 56 22985 8137