



PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BCS.

Propuesta Prodetes 2018

Descripción breve

Implementar una planta de almacenamiento de energía eléctrica con tecnología de baterías ion-litio con una capacidad instalada de 20MW y tiempos de carga-descarga de 6 horas para dar servicios conexos al sistema eléctrico de BCS y en la operación apoyar la regulación en proceso en materia de almacenamiento de energía servicios conexos.

CERCA-Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental
Karla Gasca, Directora Ejecutiva
Karla.gasca@cerca.org.mx

Contenido

PROYECTO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON BATERÍAS DE LITIO PARA OFRECER SERVICIOS AUXILIARES/CONEXOS A LA RED ELÉCTRICA DE BAJA CALIFORNIA SUR.....	2
SECCIÓN 1. INFORMACIÓN GENERAL	2
SECCIÓN 2. INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA PROPUESTA.....	3
SECCIÓN 3. PLAN GENERAL DEL PROYECTO.....	5
APARTADO I. INFORMACIÓN GENERAL DEL ASPIRANTE.	5
APARTADO II. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	5
APARTADO III. ANTECEDENTES	6
APARTADO IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
APARTADO V. OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
APARTADO VI. METAS DEL PROYECTO.....	11
APARTADO VII. CAPACIDAD PARA LA GESTIÓN ADECUADA DEL PROYECTO.....	11
APARTADO VIII. POTENCIAL DE INNOVACIÓN DEL PROYECTO	13
Estado de la técnica:	13
Nivel tecnológico de la propuesta:.....	19
Avance tecnológico de la propuesta:	19
APARTADO IX. VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO.....	20
APARTADO X. VIABILIDAD ECONÓMICA	58
APARTADO XI. POTENCIAL DE MERCADO	64
APARTADO XII. NIVEL Y TIPO DE COFINANCIAMIENTO.....	65
SECCIÓN 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	66
SECCIÓN 5. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA Y PLAN DE ADQUISICIONES.....	68
SECCIÓN 6. CARTA DE ACEPTACIÓN A LAS CONDICIONES DE LA CONVOCATORIA.	69



PROYECTO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON BATERÍAS DE LITIO PARA OFRECER SERVICIOS AUXILIARES/CONEXOS A LA RED ELÉCTRICA DE BAJA CALIFORNIA SUR

SECCIÓN 1. INFORMACIÓN GENERAL

***En esta sección se deberá insertar el nombre del proyecto, el objetivo, las metas y se presentará una breve descripción del mismo. Además, se registrarán los datos del premio, como la categoría, esquema a participar y el tipo de tecnología o tecnologías que considerará el proyecto.

Nombre del proyecto: ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS PARA DAR SERVICIO AL SISTEMA ELÉCTRICO DE BCS: NIVEL PROTOTIPO

Objetivo: INSTALAR UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA PARA DAR SERVICIOS CONEXOS AL SISTEMA ELÉCTRICO DE BCS CONTRIBUYENDO CON ELLO A LA ELABORACIÓN DE LA REGULACIÓN EN PROCESO.

Metas:

1. INSTALAR LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA POR BATERÍAS
2. CONTRIBUIR EN LA ELABORACIÓN DE LA REGULACIÓN DEL MERCADO DE SERVICIOS CONEXOS
3. RESPALDAR MAYORES NIVELES DE PENETRACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES INTERMITENTES EN BCS

Descripción breve del proyecto: Instalación de una planta de almacenamiento de energía eléctrica con baterías para entregar servicios conexos al sistema eléctrico de Baja California Sur con el objetivo de respaldar una mayor penetración de tecnologías renovables intermitentes en el sistema eléctrico de Baja California Sur y apoyar la elaboración de la regulación del mercado de almacenamiento y servicios conexos que actualmente se encuentra en proceso.

Premio: Categoría ORO

Esquema: Comercialización colaborativa de Energías.

Tipo de tecnología: Almacenamiento de energía.

***En caso de que se presente una propuesta en el esquema CCEL, en este apartado, el aspirante deberá nombrar a la institución líder del proyecto, la cual será responsable de su ejecución, así como la institución que colaborará para el desarrollo del proyecto.

Institución líder del proyecto: CERCA-Centro de energía renovable y calidad ambiental es una organización de la sociedad civil que tiene como misión apoyar la diversificación de la matriz energética de Baja California Sur a partir de la realización de estudios en materia de energías renovables y calidad ambiental fungiendo como un Centro de Investigación. CERCA cuenta con RENIECYT.

Institución que colaborará en el desarrollo del proyecto: Karla Jessica Gasca Lara como persona física con actividad empresarial cuenta con más de diez años de experiencia en el sector energético, particularmente en materia de energías renovables.

SECCIÓN 2. INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA PROPUESTA

****En esta sección se deberán remitir los CV's del personal clave que conformará el proyecto, resaltando su experiencia en esquemas de desarrollo e innovación en tecnologías limpias avanzadas.*

****El personal clave identificado como mínimo, será el responsable legal, el responsable técnico y el responsable administrativo del proyecto.*

Responsable legal: Yolanda Sánchez Cunningham es fundadora y tesorera del Consejo Directivo de CERCA-Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental.

Nombre:	Experiencia:
Yolanda Sánchez Cunningham	Fundadora de CERCA-Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental de BCS AC, organización que tiene dos años de creada legalmente pero que cuenta con una historia de más de cinco años estudiando las condiciones del sistema energético de Baja California sur, la calidad ambiental de la región los impactos en la salud por la quema de una cantidad enorme de combustibles consumidos en la región, tanto por la generación de energía eléctrica como por lo que hace a los auto-motores, dado que La Paz es la ciudad con la tasa de motorización más alta del país. Actualmente funge como Tesorera en el Consejo Directivo de la organización.

Responsable técnico: Karla Jessica Gasca Lara es fundadora y Directora Ejecutiva en CERCA-Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental.

Nombre:	Experiencia:
Karla Jessica Gasca Lara	Economista con Maestría en Economía y Políticas Públicas, así como estudios de Doctorado en Finanzas Públicas. Ha sido Directora de Evaluación y Seguimiento en la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Fue profesor-investigador de tiempo completo en la Universidad Anáhuac. Cuenta con más de 13 años de experiencia en dirección de proyectos. En IDOM se especializó en proyectos de infraestructura, medio-ambiente y energía. Proyectos que siempre contaron con algún componente de sustentabilidad e innovación. Fue Directora de Energías Renovables en la Secretaría de Energía (SENER) del gobierno mexicano. Fue Directora General Adjunta en el Instituto Nacional para el Desarrollo Municipal y Federalismo (INAFED).



	<p>Actualmente, funge como Directora Ejecutiva del Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental de Baja California Sur y también es Presidente y Directora General de WENER (Agua+Energías Renovables), empresa creada para producir agua potable a partir de agua de mar mediante el uso de energías renovables.</p>
--	--

Responsable Administrativo: Edgar López Satow

Nombre:	Experiencia:
Edgar López Satow	<p>Edgar López Satow es Ingeniero Eléctrico Electrónico egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, con diplomados en Finanzas, Regulación y Presupuesto basado en Resultados. Ha realizado estudios en materias como generación de electricidad, fuentes renovables, ahorro de energía, cambio climático, captura y secuestro de CO2. Cuenta con más de 15 años de experiencia en la Administración Pública Federal en el sector energético, en temas relacionados con permisos de generación eléctrica, energías renovables y regulación. Ha participado como expositor en diversos foros en temas de regulación, así como eventos internacionales en temas de eficiencia energética, generación solar y redes inteligentes. Ha sido responsable de seguimiento y coordinación las actividades relacionadas con cumplimiento de obligaciones de permisionarios en materia eléctrica; coordinación de procesos de visitas de verificación y certificación de unidades de inspección; de análisis y publicidad de información estadística sobre la administración y operación de permisionarios en materia eléctrica. Ha participado en diversos grupos de trabajo para el desarrollo de regulación tanto en el modelo eléctrico de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica como la relativa al funcionamiento y operación del Mercado Eléctrico Mayorista. Actualmente colabora en una ONG del sector energético para la defensa del derecho a la energía de los usuarios y es miembro de los Comités Consultivos para el Análisis de las Reglas del Mercado del Cenace.</p>



SECCIÓN 3. PLAN GENERAL DEL PROYECTO

APARTADO I. INFORMACIÓN GENERAL DEL ASPIRANTE.

- a. Razón social del aspirante: CERCA-Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental AC
- b. Nombre completo del proyecto: Almacenamiento con baterías para dar servicio al sistema eléctrico de BCS: Nivel prototipo.
- c. Dirección del aspirante: Topete 3040, colonia Centro, La Paz, Baja California Sur, México. C.P. 23000
- d. Dirección en donde será desarrollo y ejecutado el proyecto: Detrás de la Subestación de Insurgentes.
- e. Nombres del Representante Legal, y del Representante Técnico y Administrativo que participarán en el proyecto:
 - i. Representante legal: Yolanda Chávez Cunningham
 - ii. Representante técnico: Karla Jessica Gasca Lara
 - iii. Responsable administrativo: Edgar López Satow
- f. Datos de contacto:
 - i. Nombre: Karla Jessica Gasca Lara
 - ii. Teléfono fijo: +52 612 128 8497
 - iii. Teléfono móvil: +52 55 24903906
 - iv. Correo electrónico: Karla.gasca@cerca.org.mx

APARTADO II. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

En Baja California Sur (BCS) se cuenta con grandes retos técnicos, particularmente en materia de infraestructura en el sistema eléctrico, lo cual complica la aceptación de ciertos niveles de penetración de tecnologías de generación eléctrica intermitente. Lo anterior se debe, básicamente, a que se trata de un sistema pequeño ya que se cuenta con una demanda máxima de aproximadamente 480MW y también a las condiciones de aislamiento (insularidad) con que cuenta la región de manera natural y que se ven magnificadas en sus implicaciones debido a que el sistema eléctrico de BCS está desconectado del sistema interconectado nacional (SIN) pero, además, está desconectado de cualquier otro por lo que se considera un sistema balanceado.

Por otra parte, la generación está basada prácticamente en su totalidad en termoeléctricas y turbinas de combustión interna que funcionan a partir de la quema de combustibles fósiles, aproximadamente 80 % combustóleo y 20 % diésel. Actualmente, solo se encuentra en operación una planta de generación fotovoltaica que cuenta con 30MW de capacidad instalada y se tiene una restricción para la instalación de nuevos sistemas de generación eléctrica de hasta 0.5MW de capacidad instalada de 10MW máximo para todo el sistema de BCS.

Sin embargo, en la región se cuenta con un requerimiento indispensable para interconectar nuevos proyectos de gran escala de energía renovable variable a las redes del estado, dicho requerimiento radica en la instalación de infraestructura adicional en almacenamiento de energía lo que impone costos incrementales muy significativos a los inversionistas. Asimismo, para los proyectos de pequeña escala (generación distribuida) la regulación actual ha fijado límites para el Sistema Baja

California Sur, lo cual está definido en el Manual de Interconexión para centrales eléctricas de hasta 0.5MW de capacidad instalada. Tal situación, restringe significativamente las opciones para hacer frente a los retos ya mencionados, así como para acceder a los beneficios de la reforma energética.

Para encarar este escenario en el corto-mediano plazo, la incorporación de almacenamiento de energía a través de bancos de baterías podría jugar un papel de enorme importancia y, de hecho, el Programa de Desarrollo del Sector Eléctrico Nacional (PRODESEN) plantea ya un banco de baterías de 20 MW para BCS. Sin embargo, para poder implementarlo se requiere contar con la regulación adecuada, misma que actualmente no existe.

Este proyecto busca propiciar la instalación y operación de un piloto de banco de baterías que dé servicios al Sistema Baja California Sur según los requerimientos del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), donde todos los datos e información que se generen estén disponibles de manera abierta y, principalmente para la Comisión Reguladora de Energía a fin de servir de insumo en la elaboración de la regulación de almacenamiento. Asimismo, la información estará disponible para académicos, participantes del mercado y otros interesados durante el tiempo que dure el piloto.

De llevarse a cabo, el proyecto de almacenamiento de energía en un banco de baterías como el planteado en el PRODESEN permitiría la incorporación de cantidades importantes de electricidad solar y/o eólica al Sistema Baja California Sur, alrededor de 50MW de acuerdo al mismo PRODESEN, lo cual contribuiría a solventar los retos planteados con anterioridad, además de detonar la todavía incipiente industria renovable del estado, principalmente en la generación distribuida. Esto, adicionalmente, generaría un nuevo e importante mercado laboral de mano de obra especializada de alto nivel que ya están generando instituciones locales como la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), la Universidad Tecnológica de La Paz, El Instituto Tecnológico de Mulegé y el Instituto Tecnológico de La Paz (ITLAP). Cabe destacar que la presente propuesta cuenta con la colaboración de la UABCS y del ITLAP demostrado en la firma de cartas de interés de colaboración que se anexan a la presente.

Esta situación es única en el país y representa la oportunidad de aprender sobre los servicios y el valor real del almacenamiento de energía en condiciones de operación. De hecho, esta propuesta se realiza para apoyar directamente la regulación que la CRE debe realizar en materia de almacenamiento y servicios conexos, dado que se trata de servicios que no tienen precedentes en México, la operación de un proyecto piloto puede resultar de muy alto valor agregado.

APARTADO III. ANTECEDENTES

En Baja California Sur (BCS) se cuenta con grandes retos técnicos, particularmente en materia de infraestructura en el sistema eléctrico, lo cual complica la aceptación de ciertos niveles de penetración de tecnologías de generación eléctrica intermitente. Lo anterior se debe, básicamente, a que se trata de un sistema pequeño ya que se cuenta con una demanda máxima de aproximadamente 480MW y también a las condiciones de aislamiento (insularidad) con que cuenta la región de manera natural y que se ven magnificadas en sus implicaciones debido a que el sistema eléctrico de BCS está desconectado del sistema interconectado nacional (SIN) pero, además, está desconectado de cualquier otro por lo que se considera un sistema balanceado.

Por otra parte, la generación está basada prácticamente en su totalidad en termoeléctricas y turbinas de combustión interna que funcionan a partir de la quema de combustibles fósiles, aproximadamente 80 % combustóleo y 20 % diésel. Actualmente, solo se encuentra en operación una planta de generación fotovoltaica que cuenta con 30MW de capacidad instalada y se tiene una restricción para la instalación de nuevos sistemas de generación eléctrica de hasta 0.5MW de capacidad instalada de 10MW máximo para todo el sistema de BCS.

No obstante, la región cuenta con uno de los potenciales de generación eléctrica a partir de fuentes renovables más importantes del país, de hecho, de acuerdo con datos de la Secretaría de Energía mediante su herramienta denominada Atlas de Zonas con Energías Limpias (AZEL), el potencial solar podría alcanzar niveles de entre 3,579 y 43,641 MW de capacidad instalada, lo que representaría alrededor de entre 6,689 y 81,466 GW/h de energía equivalente por año y alrededor de entre 3,037 y 36,986 millones de toneladas por año de emisiones evitadas de CO₂.



Fuente: Atlas de Zonas con Energías Limpias (AZEL) de la Secretaría de Energía.
 Disponible en <https://dgel.energia.gob.mx/azel/>

Entonces, tenemos un Sistema Eléctrico de Baja California Sur aislado del Sistema Interconectado Nacional por lo que toda la electricidad se genera localmente, también se cuenta con los costos de generación más elevados del país, se genera electricidad altamente contaminante y, se tiene un suministro eléctrico muy vulnerable porque todos los combustibles utilizados llegan por mar y porque el sistema es muy largo debido a la geografía del estado.

Mientras que, adicionalmente, con la nueva metodología de cálculo y ajuste de las tarifas finales de suministro básico tenemos ahora también tarifas de las más elevadas del país, las cuales han causado gran preocupación por el peligro que esto representa para las actividades económicas en el estado, la competitividad en relación a otros estados y otros países, y para la economía de los locales.

Afortunadamente, para hacer frente a lo ya descrito, Baja California Sur cuenta con un excelente recurso solar, un buen recurso eólico así como otras renovables con potenciales interesantes. El

yes

aprovechamiento de estas fuentes puede contribuir a resolver los retos de costo de generación, contaminación ambiental, (in)dependencia energética, vulnerabilidad y de las altas tarifas eléctricas. Además, el estado de Baja California Sur ha sido pionero en este tema en México desde hace varias décadas. Aunado a esto, también se tiene actualmente un mercado local de generación distribuida creciendo rápidamente, generando empleos para los graduados de carreras afines en el estado, así como empresas buscando concretar proyectos renovables de gran escala.

Sin embargo, en la región se cuenta con un requerimiento indispensable para interconectar nuevos proyectos de gran escala de energía renovable variable a las redes del estado, dicho requerimiento radica en la instalación de infraestructura adicional en almacenamiento de energía lo que impone costos incrementales muy significativos a los inversionistas. Asimismo, para los proyectos de pequeña escala (generación distribuida) la regulación actual ha fijado límites para el Sistema Baja California Sur, lo cual está definido en el Manual de Interconexión para centrales eléctricas de hasta 0.5MW de capacidad instalada. Tal situación, restringe significativamente las opciones para hacer frente a los retos ya mencionados, así como para acceder a los beneficios de la reforma energética.

Para encarar este escenario en el corto-mediano plazo, la incorporación de almacenamiento de energía a través de bancos de baterías podría jugar un papel de enorme importancia y, de hecho, el Programa de Desarrollo del Sector Eléctrico Nacional (PRODESEN) plantea ya un banco de baterías de 20 MW para BCS. Sin embargo, para poder implementarlo se requiere contar con la regulación adecuada, misma que actualmente no existe.

Este proyecto busca propiciar la instalación y operación de un piloto de banco de baterías que dé servicios al Sistema Baja California Sur según los requerimientos del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), donde todos los datos e información que se generen estén disponibles de manera abierta y, principalmente para la Comisión Reguladora de Energía a fin de servir de insumo en la elaboración de la regulación de almacenamiento. Asimismo, la información estará disponible para académicos, participantes del mercado y otros interesados durante el tiempo que dure el piloto.

De llevarse a cabo, el proyecto de almacenamiento de energía en un banco de baterías como el planteado en el PRODESEN permitiría la incorporación de cantidades importantes de electricidad solar y/o eólica al Sistema Baja California Sur, alrededor de 50MW de acuerdo al mismo PRODESEN, lo cual contribuiría a solventar los retos planteados con anterioridad, además de detonar la todavía incipiente industria renovable del estado, principalmente en la generación distribuida. Esto, adicionalmente, generaría un nuevo e importante mercado laboral de mano de obra especializada de alto nivel que ya están generando instituciones locales como la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), la Universidad Tecnológica de La Paz, El Instituto Tecnológico de Mulegé y el Instituto Tecnológico de La Paz (ITLAP). Cabe destacar que la presente propuesta cuenta con la colaboración de la UABCS y del ITLAP demostrado en la firma de cartas de interés de colaboración que se anexan a la presente.

Esta situación es única en el país y representa la oportunidad de aprender sobre los servicios y el valor real del almacenamiento de energía en condiciones de operación. De hecho, esta propuesta se realiza para apoyar directamente la regulación que la CRE debe realizar en materia de almacenamiento y servicios conexos, dado que se trata de servicios que no tienen precedentes en México, la operación de un proyecto piloto puede resultar de muy alto valor agregado.

Adicionalmente, un proyecto de este tipo, sin duda podría colocar a Baja California Sur como un referente nacional de vanguardia en el aprovechamiento de energías renovables, en cuidado ambiental, en competitividad económica y en generación de empleos verdes.



PARTADO IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el caso de La Paz, Baja California Sur, el suministro eléctrico depende de una fuente de combustible fósil contaminante y poco eficiente y desea examinar formas de sustituir dicha fuente, al menos en parte, por otra de carácter renovable.

El Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental (CERCA) tiene como misión Lograr fomentar la transformación en las fuentes de energía en el estado de Baja California Sur y de todas las fuentes contaminantes para tener un impacto positivo en la calidad del aire y en la salud pública de nuestras comunidades y ciudades. Inicialmente nos enfocaremos en la Ciudad de la Paz, en este sentido actualmente se impulsan acciones concretas que permitan una mayor penetración de tecnologías de generación eléctrica mediante tecnologías intermitentes.

Actualmente, en La Paz se produce el total de la energía eléctrica consumida en esa ciudad y alrededor del 70 % de la consumida en Los Cabos. Las plantas de generación eléctrica cuentan con tecnología a base de diésel y combustóleo, operando en una proporción aproximada de 20 y 80 por ciento, respectivamente.

La peligrosidad de las partículas emitidas por las plantas es muy alta y su componente principal es el vanadio, sustancia relacionada con la presencia de cáncer en la sangre, particularmente en niños. Adicionalmente, el sistema eléctrico actualmente en operación en Baja California Sur es altamente ineficiente y, por tanto, los costos de generación eléctrica en la región son los más altos del país, ello tiene serias implicaciones sobre el desempeño de la competitividad del estado lo que es particularmente relevante en términos de que se trata de una región cuya principal actividad económica radica en ofrecer todos los servicios relacionados al turismo. De hecho, en el marco del PROAIRE para la ciudad de La Paz, la consultoría contratada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) identificó costos relacionados a mala calidad de aire que se traducen en costos por implicaciones en la salud que rondan, para 2017 cuando se presentó el Diagnóstico, los 2400 millones de pesos por año.

Por lo anterior, como una alternativa para permitir incrementar la penetración de tecnologías renovables intermitentes y ahora altamente competitivas en la región, se presenta esta propuesta para implementar una planta de almacenamiento de energía con baterías dentro del municipio de La Paz.

Ahora es el mejor momento para tener una visión de almacenamiento ya que la estrategia del gobierno federal y sus esfuerzos se han centrado en la generación de energía, sin embargo, el país no está suficientemente desarrollado el almacenamiento, la transmisión ni la interconexión. Entonces, el almacenamiento de energía representa hoy por hoy una alternativa factible y viable.

APARTADO V. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es instalar una planta de almacenamiento de energía para dar servicios conexos al sistema eléctrico de Baja California Sur contribuyendo con ello a la elaboración de la regulación en proceso.

Al respecto, se propone la estructuración de un modelo de negocio innovador en el que se pretende levantar capital privado para que invierta en la planta, dado que ahora mismo no existe incentivo debido a que la regulación de los servicios conexos aún no está completa, y el recurso de Prodetes

serviría como apalancamiento para esta inversión mientras no se cuenta con las tarifas reguladas de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), de hecho, en la operación también deberá servir como apoyo a la regulación en proceso.

Es importante señalar que el recurso de Prodetes se utilizará para cubrir el pago de un segmento de los servicios conexos que sean reconocidos por el Centro Nacional para el Control de la Energía (CENACE) mediante una tarifa fija durante un tiempo determinado, máximo un año. De hecho, al pasar de este tiempo, esta planta tendrá que concursar en el mercado eléctrico por la entrega de sus servicios al sistema en condiciones de plena competencia.

APARTADO VI. METAS DEL PROYECTO

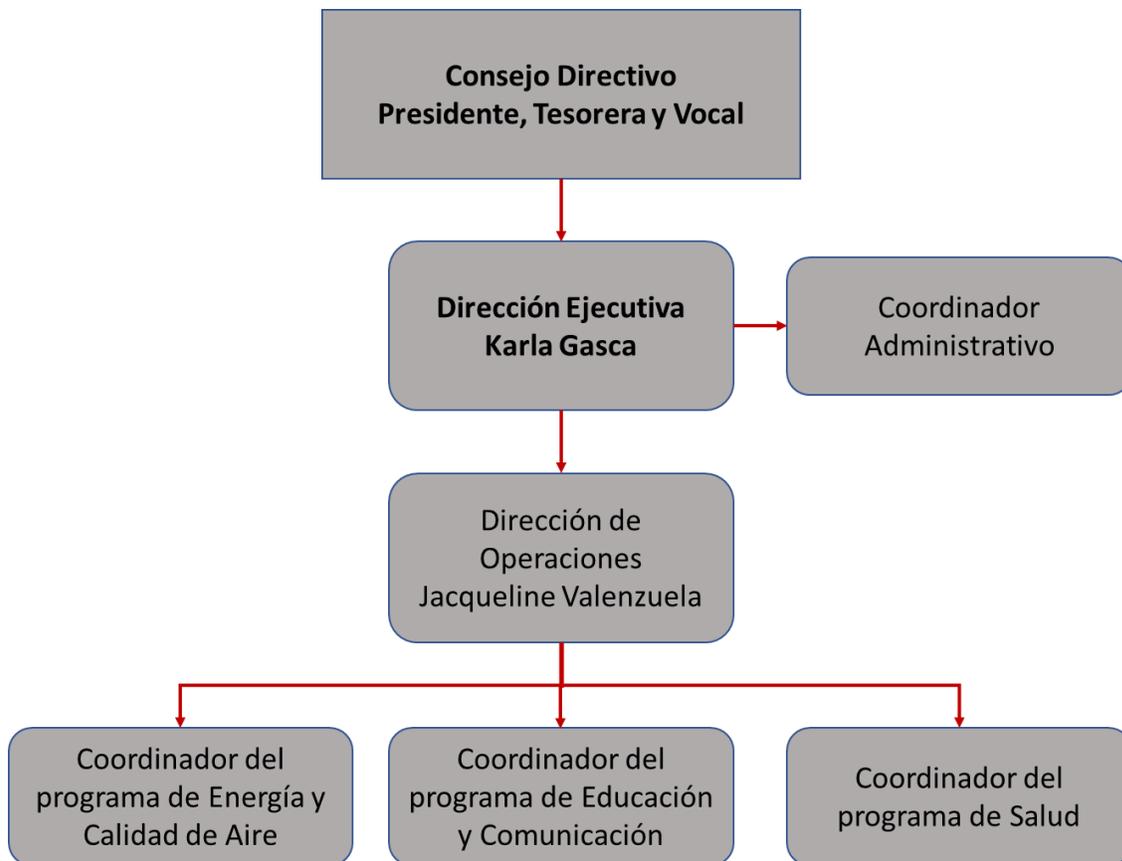
Las metas planteadas para este proyecto son, en principio, tres las más importantes, a saber;

1. INSTALAR LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA POR BATERÍAS
2. CONTRIBUIR EN LA ELABORACIÓN DE LA REGULACIÓN DEL MERCADO DE SERVICIOS CONEXOS
3. RESPALDAR MAYORES NIVELES DE PENETRACIÓN DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES INTERMITENTES EN BCS

APARTADO VII. CAPACIDAD PARA LA GESTIÓN ADECUADA DEL PROYECTO

La institución responsable de este proyecto será el Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental AC, la cual es una organización de la sociedad civil sin fines de lucro y cuyo rol será ejecutar el recurso de Prodetes para apalancar la inversión privada puesta para la implementación de la planta de almacenamiento de energía. En este caso, el apalancamiento se realizará por medio del pago de los servicios conexos que sean reconocidos por el CENACE durante un tiempo determinado no mayor a un año a través de la fijación de una tarifa obtenida del análisis de la información que al respecto tiene el CENACE.

La estructura organizacional de CERCA se muestra a continuación:



En CERCA contamos con un equipo de 6 mujeres y 3 hombres solo en lo referente al organigrama que se muestra arriba. Sin embargo, debajo de cada coordinador de programa existe un asistente de investigación de los cuales 2 son hombres y 1 es mujer.

Los perfiles de nuestro equipo están muy enfocados en el área de ciencias, tenemos desde ingenieros químicos con estudios de Doctorado en energías renovables, hasta ingenieros en sistemas computacionales, en energías renovables, un arquitecto, una profesional de la comunicación con experiencia en el campo de la divulgación científica y la Directora Ejecutiva que es economista con posgrados en economía, políticas públicas y finanzas.

Todos quienes formamos parte del equipo de CERCA, contamos con amplia experiencia en el sector energético, incluyendo acciones de eficiencia energética, energía renovable, temas de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, ciudades sustentables e inteligentes y contamos con una línea de desarrollo de prototipos para la divulgación científica que van desde “carritos solares” que son automóviles a escala que funcionan con tecnología solar fotovoltaica, un edificio a escala que cuenta con dispositivos de medición de consumo de energía para demostrar los cambios en consumo ante la operación de diferente equipamiento electrónico y de iluminación, desarrollo de monitores de calidad de aire utilizando sensores para medir la cantidad de CO2, partículas PM 2.5 y 10, NOXs, entre otros.

Yes

La misión de CERCA es: Lograr fomentar la transformación en las fuentes de energía en el estado de Baja California Sur y de todas las fuentes contaminantes para tener un impacto positivo en la calidad del aire y en la salud pública de nuestras comunidades y ciudades.

La visión de CERCA es: Un estado con fuentes diversas de energía y movilidad cada vez más limpias, donde se mejora paulatinamente la calidad del ambiente, la salud de nuestros ciudadanos, y la resiliencia y prosperidad de Baja California Sur.

Al respecto, tanto la misión como la visión de la institución líder del proyecto demuestran estar completamente alineadas a los objetivos y metas de este proyecto y, desde luego, de Prodetes.

APARTADO VIII. POTENCIAL DE INNOVACIÓN DEL PROYECTO

****El aspirante deberá justificar en este punto, la innovación de la tecnología, producto o proceso propuesto con relación al sector de energías limpias. Para lo anterior, se debe considerar lo siguiente:*

Estado de la técnica: ****El aspirante deberá describir el estado actual de la técnica del proyecto propuesto, incluyendo; diagnóstico del monitoreo tecnológico, solicitudes y patentes concedidas, artículos de investigación y publicaciones, tecnologías disponibles, productos y servicios disponibles en el mercado, y requisitos legales, regulatorios y éticos, según aplique.*

Estado de la técnica de los Sistemas de Almacenamiento de Energía con baterías (BESS por sus siglas en inglés).

La primera ley de la termodinámica establece que la energía no se crea ni se destruye, solo puede transformarse de una forma a otra, por lo tanto, la electricidad no se puede acumular como tal ya que ésta puede ser definida como electrones en movimiento. Pero sí puede ser transformada en otras formas de energía (Héctor Beltrán San Segundo 2016).

El concepto de almacenamiento de energía eléctrica (EES por sus siglas en inglés) se refiere al proceso de convertir energía eléctrica de la red en una forma que pueda ser almacenada para convertirla de nuevo en electricidad cuando sea necesaria (Chen et al. 2009).

La historia del EES estacionario se remonta a finales del siglo XX, cuando las centrales eléctricas solían cerrarse durante la noche y baterías de ácido-plomo suministraban las cargas residuales en las redes de corriente continua (Chen et al. 2009).

Las principales transformaciones que se practican a la electricidad para poder acumularla son: en energía mecánica (potencial o cinética), en energía electromagnética, en energía química o electroquímica, y energía térmica (frío o calor).

Los sistemas BESS han ido penetrando en los sistemas eléctricos mundiales, llegando a tener 1,042 proyectos con tecnología electroquímica (ver Tabla 1) y una potencia acumulada de 3,966 MW.

Tipo de tecnología	Proyectos	Potencia instalada (MW)
Electroquímico	1042	3,966
Hidroeléctrica	353	184,196
Térmico	225	3,684
Electromecánico	73	2,586

Hidrogeno	14	21
Aire liquido	2	5

Tabla 1 Proyectos de almacenamiento por tipo de tecnología. (Office of Electricity Delivery & Energy Reability 2018).

Los beneficios más notorios de BESS son la integración de renovables a la red, modularidad y transportabilidad, valor acumulado (value stacking) brindando capacidad y fiabilidad a la red, así como servicios auxiliares y competitividad (David Elizondo 2017). Algunas de las razones por las cuales cada vez más países optan por BESS son el reducir costos de combustibles y agregar renovables, tener restricciones en transmisión y generación, además que el almacenamiento de energía con baterías se vuelve escalable, independiente y competitivo.

El gráfico que se presenta a continuación muestra la capacidad instalada de proyectos de almacenamiento con tecnología electroquímica desde el año 1966 en el mundo, con una capacidad actual instalada de 1.64 GW en 695 proyectos que se encuentran operando (la gráfica excluye proyectos en construcción, contratados, en mantenimiento, desmantelados o anunciados que la Tabla 1 si contabiliza).

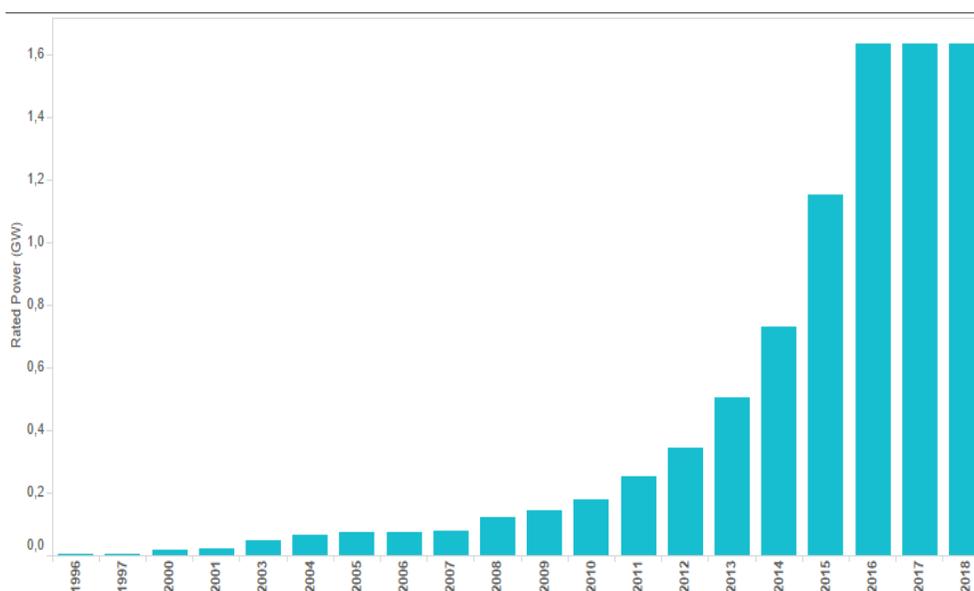


Gráfico 1 Instalaciones de proyectos a través del tiempo (Office of Electricity Delivery & Energy Reability 2018) (última actualización 16/08/2016).

Los países que cuentan con la mayor capacidad instalada en proyectos BESS se presentan en la siguiente tabla.

País	Número de proyectos	Capacidad instalada (MW)
E.U.A.	292	570.607
Corea del Sur	55	291.408
Japón	47	254.646
Alemania	38	122.204
Italia	31	56.177

Handwritten signature

Chile	4	56.000
China	58	53.270
Filipinas	2	50.000
Canadá	13	24.602
Reino Unido	23	24.413

Tabla 2 Países con mayor capacidad instalada de BESS (Office of Electricity Delivery & Energy Reability 2018).

Según la Tabla 2, Chile es el país latinoamericano con la mayor capacidad instalada de BESS, 56 MW repartidos en 4 proyectos, los cuales son; AES Angamos Storage Array de 20MW, Los Andes-AES subestación BESS de 12 MW, BESS de la central térmica Cochrane de 24 MW.

Caso de éxito en América Latina.

Chile ha confirmado su liderazgo en materia de energías renovables. Cuenta con la radiación solar más alta del mundo, fuertes vientos de norte a sur para desarrollar energía eólica, un gran potencial de energía marina, gran capacidad para desarrollar biogás y un recurso geotérmico a lo largo de su cordillera.

En la última versión del New Energy Finance Climaspice elaborado por Bloomberg New Energy Finance y el Banco Interamericano de Desarrollo, Chile alcanzó el primer lugar en inversión de energías renovables y en la lucha contra del cambio climático, en la región de América Latina y el Caribe, esto se debe principalmente a que en un año (de 2014 a 2015) se duplicó la inversión en energías renovables no convencionales. En Chile se propone alcanzar el 90% de generación con renovables para 2050 y se define como fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a la eólica, la pequeña hidroeléctrica (centrales hasta 20 MW), la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la energía de los mares (Gobierno de Chile 2018).

Por lo anterior es que se encuentran también diversos proyectos de almacenamiento de energía con baterías, entre ellos destacan los siguientes.

El proyecto BESS de AES Gener en Mejillones fue instalado en 2012 con una capacidad de 20 MW, baterías de ion de litio A123 y provee una instalación flexible y escalable de capacidad de reserva libre de emisiones. El sistema es alimentado por una planta de generación térmica de 544 MW (Global Energy Storage Database 2017). La instalación BESS proporciona servicios críticos de contingencia para mantener la estabilidad de la red eléctrica en un área minera importante en el norte de Chile. Ésta monitorea continuamente la condición del sistema de potencia y si una desviación de frecuencia significativa ocurre, por ejemplo, la pérdida de un generador o una línea de transmisión, el sistema de almacenamiento de energía es capaz de proporcionar hasta 20 MW de potencia casi instantáneamente. Esta salida está diseñada para mantenerse durante 15 minutos a máxima potencia, lo que permite al operador del sistema resolver el evento o poner en línea otras unidades de espera.

Otro proyecto se encuentra en San Pedro, un BESS para una micro-red ubicada en Tierra Atacama Hotel & Spa - KRAFTWERK Renewable Power Solutions GmbH donde el tipo de baterías son de ion de litio, una capacidad de 180 kW y fue desarrollado por el sistema integrador alemán QINOUS, opera fuera de la red con 3 generadores diésel existentes en paralelo. Se encuentra en operación

desde septiembre 2017 donde el modelo de propiedad es del cliente (hotel), el proveedor de la tecnología de almacenamiento es Samsung SDI, el proveedor de electrónicos es QINOUS GmbH y el desarrollador de proyecto es KRAFTWERK Renewable Power Solutions GmbH. El tiempo de vida del proyecto es de 20 años y los servicios que ofrece a la red son; Black Start, capacidad a la micro-red, energía en el sitio y cambio a generación renovable.

En Cerro Pabellón, Ollagüe Chile se acoge la primera planta geotérmica de Sudamérica a una altura de 4.500 metros sobre el nivel del mar en el Desierto de Atacama, al norte del país, tiene una capacidad de 48 MW y está considerada la primera planta geotérmica de alta entalpía en el mundo construida a tal altura. Por parte de la empresa Enel Green Power se establece un sistema que integra la generación fotovoltaica con un sistema híbrido de almacenamiento de energía basado en baterías de ion de litio y almacenamiento con hidrógeno. De este modo, podrán suministrar energía limpia al campamento base de la planta las 24 horas del día.

“Es una planta de innovación pionera basada en un sistema fotovoltaico de 125 kWp, un BESS de ion de litio de 132 kWh y un sistema de almacenamiento impulsado por hidrógeno de 450 kWh” (Enel Green Power 2018)

El proyecto creado para el campamento base de Cerro Pabellón es capaz de operar tanto de forma no conectada a la red como en red y es administrado por un sistema de control avanzado para optimizar los flujos de energía y garantizar un suministro constante de energía limpia. La energía producida es completamente libre de emisiones, gracias al innovador sistema de almacenamiento híbrido de tipo plug-and-play, que permitió una fácil integración con el sistema fotovoltaico (Enel Green Power 2018).

Un innovador controlador de microrred optimiza los flujos de electricidad producidos por los módulos fotovoltaicos, asegurándose de que dichos flujos se compartan eficientemente entre los dos sistemas de almacenamiento para garantizar la disponibilidad continua de la fuente de alimentación. Como resultado, la micro-red es capaz de suministrar energía verde las 24 horas del día sin necesidad de soporte de ningún generador diésel como parte de su operación normal, a diferencia de la mayoría de las plantas de este tipo (Global Energy Storage Database 2017).



Antecedentes de bancos de baterías interconectados a la red a nivel mundial.

A continuación se presenta una tabla con algunos proyectos BESS en diversas partes del mundo, empezando por una planta chilena no mencionada anteriormente.

No.	Nombre	Localización + Inicio de operación	Propietario + Desarrollador + Proveedor de tecnología	Capacidad (MW) + Iniciativa Pública o Privada	Uso	Tipo de alimentación + Tipo de Tecnología
1	AES Angamos Storage Array	Mejillones, Chile 01-mayo-12	N/E+AES Energy Storage + A123	20 Privada	Regulador de frecuencia Capacidad de reserva de suministro eléctrico	Planta térmica Ion de Litio
2	Hornsedale Power Reserve 100MW / 129MWh Tesla Battery	Jamestown , Australia del Sur Australia 01-dic-17	Gobierno australiano +TESLA+ Neoen	100 Pública y privada	Regulador de frecuencia Reafirmar la capacidad eléctrica de la planta Cambio del uso horario de la energía eléctrica	Energía Eólica Ion de litio
3	Nishi-Sendai Substation – Tohoku Electric / Toshiba	Sendai, Prefectura de Miyagi. Japón 20-feb-15	Tohoku Electric Power + Company + Toshiba +	40 Privada	Regulador de frecuencia Soporte del voltaje	No Especificado Ion de litio
4	Minami-Soma Substation - Tohoku Electric / Toshiba	Minami-Soma, prefectura de Fukushima, Japon 26-feb-16	Tohoku Electric + Company Toshiba + N/E	40 Desarrollo privada y operación pública	Equilibrar la oferta y demanda energética de las energías renovables	No Especificado Ion de litio
5	Notrees	Goldsmith, Texas. Estados Unidos 01-ene-13	Duke Energy + Duke Energy + Xtreme Power	36 Privada	Cambio del uso horario de la energía eléctrica Regulador de frecuencia	Energía Eólica Ion de litio
6	AES Laurel Mountain	Elkins, Oeste de Virginia. Estados Unidos 01-oct-11	AES Wind Generation + AES Energy Storage + A123 NEC Energy Solutions, Inc.	32 Privada	Ramping Regulador de frecuencia	Energía Eólica Ion de litio
7	Auwahi Wind Farm	Kula , Hawaii Estados Unidos de América 20-dic-12	Sempra + N/E + A123 NEC Energy Solutions, Inc.	11 Privada	Ramping	Energía Eólica Ion de litio
8	Non-Gong Substation ESS	Non-Gong, Corea del Sur 2016	Korea Electric Power Corporation (KEPCO)+N/E+ Kokam	36 Pública	Regulador de frecuencia	No especificada óxido de cobalto, manganeso, níquel de litio (NMC) + NANO
9	Invenergy Grand Ridge Wind Project BESS	Marseilles, Illinois, Estados Unidos de América 14-may-15	Invenergy y Yunicos + N/E +Yunicos	31.55 Privada	Regulador de frecuencia Cambio a generación renovable en el sitio	Solar y eólica Titanato de ion de litio

Yes

No.	Nombre	Localización + Inicio de operación	Propietario + Desarrollador + Proveedor de tecnología	Capacidad (MW) + Iniciativa Pública o Privada	Uso	Tipo de alimentación + Tipo de Tecnología
10	Beech Ridge energy storage	Rupert, Virginia del Oeste, Estados Unidos de América 04-nov-15	Invenergy, LLC.	31.5 No especificado	Regulador de frecuencia	Energía eólica
					Ramping	
					Capacidad reafirmante de renovables	
11	SDG&E Escondido Substation - AES	Escondido, California, Estados Unidos de América 31-ene-17	San Diego Gas & Electric (SDG&E)	30 Privada	Cambio de horario de energía eléctrica	No Especificado Ion de litio
					Capacidad de suministro eléctrico	
					Capacidad reafirmante de renovables	
					Cambio de horario de energía renovable	
12	Dalrymple	Yorketown, Australia del Sur, Australia 01-feb-18	ElectraNet	30 Privada	Regulación de frecuencia	
					Resiliencia	
					Soporte de voltaje	
13	Zhangbei National Wind and Solar Energy Storage and	Zhangbei,	State Grid Corporation of China (SGCC) + State Grid Corporation of China (SGCC) + BYD	2 Privada	Regulación de frecuencia	Solar, eólica Vanadio redox
	Transmission Demonstration	Hebei,				
		China				
		01-dic-11				
14	Bosch Braderup ES Facility	Braderup, Schleswig-Holstein, Alemania 11-jul-14	Energiespeicher Nord GmbH & Co KG (Joint venture of	1 MWh Privada	Regulación de frecuencia	Eólica Vanadio redox
			Bosch & Braderup-Tinningstedt + Energiespeicher Nord GmbH & Co KG + Sony			
			Generación con renovables en sitio			
15	The Fraunhofer Institute for Chemical Technology	Pfinztal, Karlsruhe, Alemania 24-may-16	The Fraunhofer Institute for Chemical Technology (ICT) + (ICT)	2 MW Institución Educativa	Black Start	Eólica Bacteria de fujo no especificada
	(ICT)				Respuesta a la demanda	
					Capacidad de Microred	
					On-Site Power	

Nivel tecnológico de la propuesta: ***El aspirante indicará cuál es el grado de madurez tecnológica de su proyecto. Para lo anterior, puede tomar como referencia lo indicado en la metodología Technology Readiness Level de la National Aeronautics and Space Administration (NASA), la cual identifica diez etapas de madurez tecnológica:

Nivel 0: Investigación científica básica.

Nivel 1: Investigación aplicada-tecnología básica

Nivel 2: Validación conceptual. Concepto de la tecnología o formulación de la aplicación.

Nivel 3: Prueba de concepto 2.

Nivel 4: Desarrollo tecnológico. Validación de componentes o sistema en un ambiente de laboratorio.

Nivel 5: Componentes integrados a manera que la configuración del sistema sea similar a su aplicación final. Su operación es aún a nivel de laboratorio.

Nivel 6: Demostración tecnológica. Sistema de ingeniería en validación en ambiente en condiciones relevantes a las reales operativas. Aún a nivel de prototipo.

Nivel 7: Comisionamiento de sistemas. Prototipo completo demostrado en ambiente relevante.

Nivel 8: Sistema final completo y evaluado a través de pruebas y demostraciones.

Nivel 9: Operación del sistema.

Los niveles mínimos de maduración tecnológica que los aspirantes deberán comprobar por categoría serán las siguientes: Oro a partir de nivel 6, Plata a partir de nivel 5 y Bronce a partir de nivel 3.

En este sentido, dentro del PGP o como anexo, el aspirante deberá probar la viabilidad técnica de que el proyecto cuenta como mínimo con estos niveles de maduración tecnológica.

Por último, dentro de este punto deberá indicar el nivel de madurez tecnológica al que llegará una vez culminado el proyecto. Esto, será validado por el premio Prodetes al término de los trabajos.

Avance tecnológico de la propuesta: ***Se indicará el avance en la ciencia y/o la tecnología que se prevé alcanzar con la ejecución del proyecto. Se indicará si la tecnología, proceso o servicio innovador tiene potencial de registrar patentes u otro esquema de propiedad industrial (modelos de utilidad, diseños industriales o secretos industriales).

Los sistemas BESS como vimos en el apartado anterior, cuentan con un nivel tecnológico muy maduro cuya operación se encuentra en proceso actualmente en varias partes de mundo, el nivel actual, por tanto, estaría entre 7 y 8 y con la implementación del proyecto objeto de la presente propuesta, complementaríamos el nivel 9 ya que, justo, lo que se propone es la puesta en operación de la planta de almacenamiento de energía.

APARTADO IX. VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO

Localización del proyecto: El proyecto se localizará en la ciudad de La Paz, Baja California Sur dentro del polígono correspondiente a las siguientes coordenadas geográficas: 24.0769741,-110.3629139

INTRODUCCIÓN

La integración de energías intermitentes han impactado al Sistema Eléctrico de Potencia de Baja California Sur, pues debido a su condición de Sistema Eléctrico aislado genera inestabilidad en sus parámetros operativos ocasionados por la variabilidad de generación dichas fuentes de energía. Las problemáticas que enfrenta el Sistema Baja California Sur, son el control de voltaje y frecuencia. Estos parámetros están supervisados por bandas de calidad que establece el código de red vigente en el país y deben de mantenerse dentro de los límites para garantizar energía eléctrica de calidad y la continuidad del servicio a todos los puntos de consumo.

Estas perturbaciones tuvieron lugar al incluir a la red un parque fotovoltaico llamado AURA SOLAR 1 de 30 MW de capacidad, las perturbaciones se presentan cuando este disminuye su potencia por el efecto nube.

Para evitar estas perturbaciones se pretende incluir al sistema un banco de baterías para que este entregue la potencia faltante provocada por tal efecto y así asegurar la estabilidad del sistema.

MARCO TEÓRICO

Sistemas Eléctricos de Potencia

Los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) juegan un papel primordial en el suministro de la energía eléctrica que llega a los puntos de consumo de una población, ya sea para viviendas y alumbrado público o industrias y cargas especiales que en ella existan. Dado esto la continuidad y la confiabilidad en el servicio que se otorgue de la energía eléctrica debe ser de lo mejor posible, cuidando los aspectos tanto económicos como el de la calidad de la energía.

Es por eso que en la actividad de suministrar energía por el SEP intervienen diversos componentes clave para lograr un objetivo principal.

Una revisión a la literatura existente al respecto nos explica su importancia y como se debe cuidar la estabilidad del SEP para que este no sufra interrupciones y mantenga parámetros de calidad aceptables.

Estabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia

Cuando se habla de la estabilidad en SEP se habla del sincronismo que se tiene en las máquinas síncronas de las centrales generadoras y que estos al presentarse una perturbación puedan permanecer o recuperar rápidamente la sincronía unas con otras. De la misma manera una forma de ver la inestabilidad es todo lo contrario y que provoca el descontrol de centrales eléctricas para después desconectarlas del sistema y de este modo interrumpir el suministro de energía.

La importancia de tener un sistema con estabilidad implica tener una rápida respuesta ante una perturbación en periodos de tiempo desconocido, como lo menciona en el siguiente autor especializado en el tema:

“La estabilidad de un sistema de transmisión de energía consiste en su aptitud para funcionar sin que diversas máquinas que lo componen salgan del paso. Por esta razón la estabilidad está ligada a la manifestación de las fuerzas capaces de reacción ante cualquier causa perturbadora, de tal manera que se mantenga en estado de equilibrio, la característica de un sistema estable es la de poder reaccionar con rapidez frente a una falla repentina.” (Lostaunau, 2002).

Fenómeno de estabilidad

Las fuerzas restauradoras son las encargadas de mantener el torque mecánico de entrada y el torque eléctrico de salida, haciendo que la máquina desacelere o acelere respecto a otras que se encuentren en sincronismo. Es aquí donde recae la importancia del sincronismo entre las máquinas pues al momento de que una gira más rápido que otra se producen desplazamientos de los ángulos rotatorios y las máquinas más lentas seden carga a la más rápida provocando una diferencia de velocidad y por lo tanto la separación de sus ángulos rotatorios.

La separación angular tiene bastante impacto en la transferencia de potencia que esto a su vez nos hace incrementar la inestabilidad de la máquina y por ende la del sistema. Para aislar las máquinas que salen de sincronismo deben tenerse fluctuaciones entre el campo rotatorio estatórico y el campo del rotor provocando que su potencia de salida varié tanto que las protecciones aíslan a la máquina del sistema.

En Sistemas Eléctricos de Potencia la variación del torque eléctrico de una máquina síncrona después de un fallo se resuelve en dos componentes:

$$\Delta T_e = TS\Delta\delta + TD\Delta\omega$$

Dónde:

$TS\Delta\delta$ es la componente de cambio de torque en fase con la perturbación del ángulo rotórico $\Delta\delta$ y es referida la componente de torque sincronizante; TS es el coeficiente de torque sincronizante.

$TD\Delta\omega$ es la componente del torque en fase con la desviación de velocidad $\Delta\omega$ y es referido como la componente de torque de amortiguamiento; TD es el coeficiente de torque de amortiguamiento.

Ambas componentes deben existir en las máquinas para lograr estabilidad en el sistema.

Clasificación de la estabilidad

El tema de estabilidad es algo difícil de estudiar si se quiere atender todas las causas que lo originan, pues no solo se debe atender una sola parte ya que se debe tener en mente la estabilidad completa del sistema ya que este tiene un alto rango de factores para lo cual se debe tener un análisis ya pensado y considerar todo aquello que influye.

La estabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia se puede clasificar en:

- Estabilidad de ángulo
- Estabilidad de frecuencia
- Estabilidad de voltaje

Si bien es cierto que la estabilidad puede clasificarse en tres factores el estudio se enfocara en la frecuencia, ya que esta es la perturbación es la más notable en SEP cuando AURA SOLAR 1 presenta un decremento en la potencia por el efecto nube.

*Estabilidad de ángulo

Básicamente se interesa en la posición de los ángulos del rotor entre un grupo de máquinas síncronas, que los mantengan iguales logrando el sincronismo entre las mismas.

*Estabilidad en estado estacionario

En este tipo de estabilidad, el sistema busca reaccionar mediante una máquina síncrona con respecto a una carga que aumenta poco a poco. Aquí recae la importancia de respuesta rápida del sistema ante fallos o perturbaciones, pues el sistema tiene que atender esto en cuestión de segundos.

*Estabilidad en estado dinámico

El sistema al sufrir pequeñas perturbaciones se dice que se encuentra en inestabilidad dinámica, en este estado se producen oscilaciones que nos dicen si el sistema es dinámicamente estable o inestable, todo dependiendo de la amplitud de la oscilación.

*Estabilidad en estado transitorio

La velocidad del rotor está ligada al sincronismo de la máquina, pues a las revoluciones adecuadas mantienen la generación de energía con parámetros de voltaje, corriente y frecuencia deseados.

La estabilidad transitoria se basa en la respuesta del sistema a grandes perturbaciones que tienen gran impacto en la velocidad de giro del rotor, ángulos de potencia y la potencia que se transfiere.

*Estabilidad de frecuencia

El SEP debe tener la capacidad de retomar el estado estable ante una perturbación severa debido al desbalance de carga-generación. Mantener la potencia adecuada en el sistema permite que se reestablezca el balance entre carga-generación con mínimas pérdidas de carga.

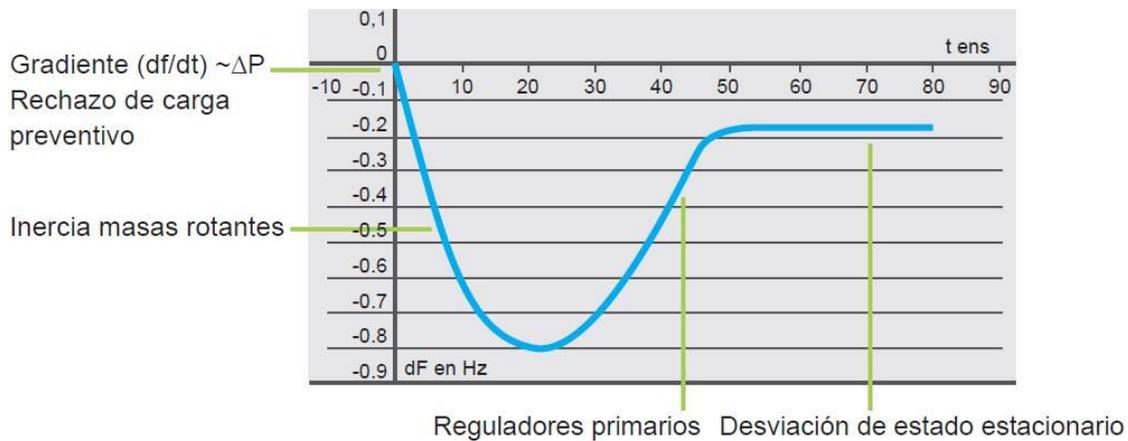


Ilustración 4: Ejemplo de la estabilidad de frecuencia (Frecuencia vs Tiempo)

En la imagen anterior se puede observar como las masas rotantes impactan ante el rechazo de carga preventivo y también como los reguladores primarios actúan para recuperar el balance ante dicho rechazo.

En los sistemas eólicos y solares, el impacto que representa la variación de la frecuencia no es considerable, pero aun así considerando que los aerogeneradores de velocidad variable y los inversores fotovoltaicos modernos no presenten inercia, es de influencia en la estabilidad de la frecuencia notablemente.

Dado esto la reserva primaria y secundaria no sufren un cambio si se asume que los generadores eólicos e inversores solares cuentan con la capacidad FTR y LVRT pues en el peor de los escenarios estas reservas se asignan a la unidad más grande de generación que pueda absorber el desbalance y no por parte de la variabilidad eólica y solar.

Estabilidad de voltaje

En las barras que conforman el Sistema Eléctrico es importante mantener y recuperar el parámetro del voltaje en valores nominales establecidos a los que opera el sistema ya sea en condiciones de operación normal y después de que suceda una perturbación.

La inestabilidad de voltaje se da cuando una perturbación, aumento de carga o cambios del estado del sistema provoca una constante e ingobernable caída del voltaje.

La relación potencia activa (P) y potencia reactiva (Q) es importante en las barras del sistema pues es ahí donde la carga que esté conectada a ellas absorbe ambas potencias y es por tal motivo que debe existir un balance entre ellas.

Los actuales generadores eólicos y fotovoltaicos cuentan con un control de potencia reactiva similares a los de los grandes generadores síncronos de las plantas convencionales. Por otro lado, los generadores síncronos que se encuentren conectados a la red serán suplidos por la alta generación de centrales eólicas y fotovoltaicas y al momento de volver a sincronizarse pueden tener impactos negativos en la estabilidad del voltaje.

js

Esquemas remediales de protección por baja frecuencia (Esquema 81)

La operación de esquemas de protección por baja frecuencia son operados por la caída repentina y severa de la frecuencia a límites fuera de lo establecido, además los generadores de las centrales eléctricas presentan una lenta respuesta en sus controles para evitar la caída de frecuencia y al operar las protecciones contra sub-frecuencia se retiran los generadores del sistema haciendo que este empeore y se incremente el desbalance de potencias provocando que más generadores salgan de paso y se produzcan apagones.

ESQUEMA DE DESCONEXION DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA (81)

PASO	VALOR DE OP. Hz	SUBESTACION	CIRCUITO	RETARDO DE TIEMPO
1	59.4	VIO	5520, 5530	9 ciclos 150 mseg.
		INS	5310, 5330, 5340, 5350	
		DOM	5210, 5220, 5230, 55100	
		ETR	5310, 5330	
		BLE	4165	
		PAA	4145	
2	59.2	CAD	4175, 4185	9 ciclos 150 mseg.
3	59.0	LPZ	4155, 4165	9 ciclos 150 mseg.
		BLE	4175	
		PAA	4125	
		ETR	5320	
4	58.7	SNT	5340, 5350	2 ciclos 33 mseg.
		SJC	55100, 45200, 45300, 4115, 4165, 5350	
		CRE	45100, 4115, 4125	
		CAB	4115, 4125, 4135, 4145	
		CAD	75100, 45100, 45200, 4125, 4135	
		BLE	4145, 4155	
		RCO	4345	
		ELP	* 93130	
OLA	* 93130			
5	58.2	CAB	75100	2 ciclos 33 mseg.
		SJC	75100, 55400, 4125, 4155, 4175	
		CAD	4115	

* se habilitara el disparo por 81 solo si el CEV de subestación El Palmar se encuentra fuera de servicio

La tabla anterior muestra cómo opera cada paso del esquema 81, el cual cuenta con 5 pasos de operación con un valor de frecuencia de disparo, el número de subestaciones a las cuales afecta, el número de circuito que se desconecta en total y el retardo de tiempo en el que operará la desconexión si el valor de frecuencia se mantiene.

Al disparar la carga se busca equilibrar la relación generación-demanda para a su vez mantener el sincronismo de las unidades de generación y equilibrar la frecuencia evitando una variación a valores más bajos que por consiguiente desconectarían más circuitos dejando a más parte de la población sin energía eléctrica y con mayores dificultades de recuperar la estabilidad del sistema.

Dado lo anterior esta tabla discrimina a qué valor de frecuencia se dispararán las cargas que afectan directamente a la población, esto es viviendas, comercios, edificios como hoteles y hospitales, así como las industrias que exista por lo cual es de vital importancia mantener la frecuencia dentro de los parámetros de calidad y evitar la interrupción del servicio.

Equilibrio entre generación y demanda

La frecuencia en un Sistema Eléctrico está básicamente dada por la relación carga y generación. En régimen permanente los generadores eléctricos conectados a la red funcionan todos en sincronismo, es decir, la energía mecánica generada por los generadores es igual a la energía eléctrica absorbida por las cargas.

“En régimen permanente todos los generadores síncronos de una red eléctrica funcionan en sincronismo, es decir, la frecuencia de giro de cualquiera de ellos multiplicada por el número de pares de polos es precisamente la frecuencia eléctrica del sistema (60 Hz).” (Ledesma, 2008)

Para determinar la frecuencia de la corriente alterna producida por un generador eléctrico se utiliza la siguiente ecuación:

$$f = \frac{P * V_g}{120}$$

Dónde:

f : Frecuencia (en Hz)

P : Número de polos (siempre deben ser pares) V_g : Velocidad de giro (en rpm).

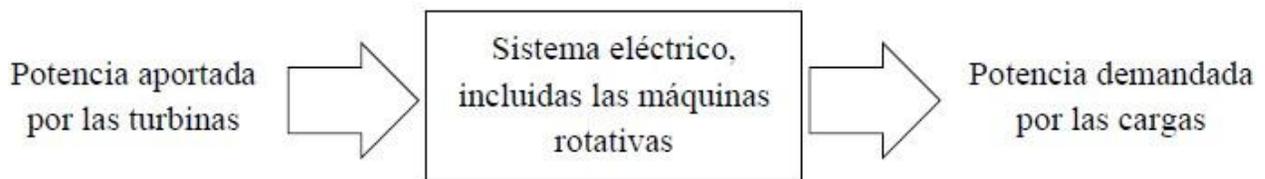


Ilustración 6: Balance de energía en Sistema Eléctrico

Al momento que disminuye la energía cinética en los generadores eléctricos síncronos provoca que disminuya la velocidad en el giro que por consecuencia provoca un cambio de la frecuencia.

Control de generación

La regulación del sistema (Frecuencia), consiste en mantener la frecuencia del sistema en su valor nominal (referencia), mediante acciones de control que permitan mantener el balance carga-generación en cada instante (tiempo Real).

La regulación de sistema comprende diferentes tipos de acciones de control.

Regulación Primaria (Reguladores de Velocidad, Inercia, Carga, Estatismo).

Regulación Secundaria (Control Automático de Generación).

Regulación Terciaria (Acciones del Operador y Esquemas Remediales).

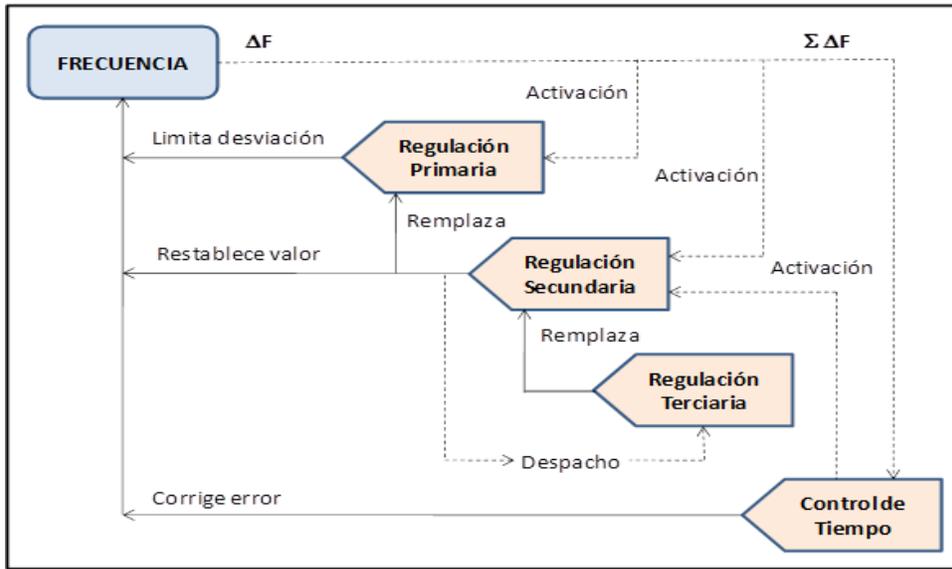
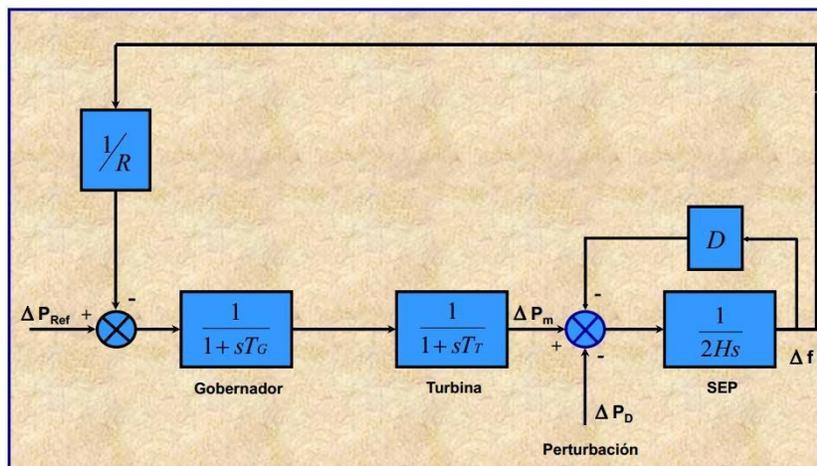


Ilustración 7: Acciones de regulación

Etapa de regulación primaria

Esta regulación se basa en la respuesta natural del sistema que comprende la acción de los gobernadores de velocidad de las unidades generadoras en función de su característica de regulación en estado estable (R).

Al ocurrir una desviación de frecuencia debido a una variación en la carga, entran en acción los sistemas de control para lograr recuperar una condición de equilibrio a un valor de frecuencia diferente a la nominal.



yes

Etapa de regulación secundaria

Los cambios en la potencia de salida de los generadores para regresar a la frecuencia nominal de estado estable se le conocen como regulación secundaria.

Estos cambios deben cumplir con criterios económicos, lo cual dificulta la toma de decisiones, sobre cuales generadores deben asumir los cambios y como se realizará la asignación entre ellos.

El Control Automático de Generación (AGC), realiza la regulación secundaria balanceando los cambios de generación para controlar la frecuencia y la optimización de los recursos de generación.

La regulación secundaria representa un problema de respuesta de los generadores, número de unidades comprometidas en el control de la frecuencia y la minimización del costo total.

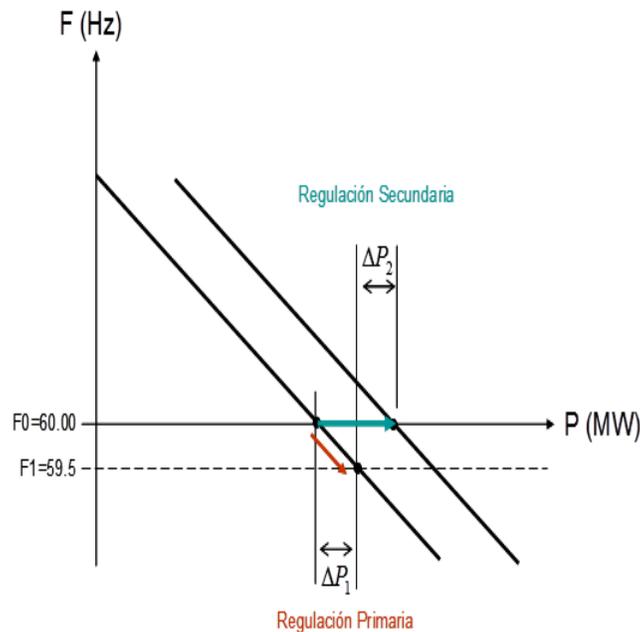


Ilustración 9: Regulación secundaria

Etapa de regulación terciaria

El propósito de la regulación terciaria consiste en la utilización de recursos operativos de reserva de generación u otro control terciario, para mantener de manera económica la reserva de regulación secundaria previamente empleada de modo que quede nuevamente disponible para el control operativo.

La reserva de regulación terciaria es normalmente activada de manera manual por el operador del sistema en el marco de tiempo de los cambios a los programas de generación. Consiste en el despacho manual de generación o de carga interrumpible para restablecer los márgenes de reserva secundaria.

yes

Control Automático de Generación en un Sistema Eléctrico Aislado

La función principal del Control Automático de Generación (AGC) es reestablecer la frecuencia a su valor de referencia. Esta función se añade a la parte de regulación secundaria ya que la primaria actúa más rápido; al tener una variación de carga primero actúa la regulación primaria y al regresar a su condición estable el control trabaja como regulación secundaria para regular todas las centrales en su generación, solo las que participan en la regulación primaria.

Objetivos del AGC:

- Mantener la frecuencia del sistema en valor nominal
- Mantener el intercambio neto entre áreas de control en el valor programado
- Realizar la asignación de carga entre generadores optimizando los costos de operación.

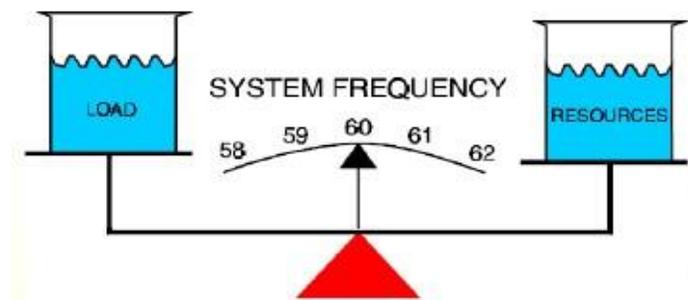


Ilustración 10: Balance continuo de AGC

El AGC debe realizarse de forma centralizada ya que los generadores tratarán de alcanzar unos con otros la frecuencia de referencia y harán inestable el sistema. Debe existir un único lazo de regulación, que mida la frecuencia y que dé a conocer a todas las unidades de generación que participan en la regulación secundaria las asignaciones de la variación de generación.

Concepto de reserva

De acuerdo a lo establecido en las Bases del Mercado Eléctrico, el CENACE calculará los requerimientos totales de los Servicios Conexos conforme a los estándares de confiabilidad establecidos.

El CENACE debe mantener la reserva suficiente para dar cumplimiento a los estándares de confiabilidad que le apliquen en esta materia, además de asegurar que la reserva esté distribuida en todo el Sistema Eléctrico Nacional, con el objetivo de mantener suficiente reserva en todas las regiones delimitadas por restricciones de transmisión, que garantice el cumplimiento del balance carga-generación en cada instante.

Los requerimientos de reserva de regulación y reserva rodante son calculados por el CENACE, y es un insumo para el mercado en los diferentes horizontes de tiempo debido a que este recurso se asigna en el proceso de optimización a cada unidad generadora que oferte este servicio en función de las condiciones económicas y de seguridad del sistema.

yes

Reserva de Regulación: Es la capacidad disponible en aquellas unidades sincronizadas al sistema y controladas por el Control Automático de Generación (AGC), en un modo de control que contribuya a la minimización del Error de Control de Área (ECA).

Reserva Rodante: Capacidad en MW de Centrales Eléctricas o Recursos de Demanda Controlable sincronizados a la red eléctrica para incrementar su generación o reducir su consumo dentro de un lapso establecido.

Requerimiento de Reserva de Regulación: Es el monto de reserva de regulación horaria, que el CENACE requiere con el objeto de mantener el balance carga-generación en cada instante, y dar cumplimiento a los estándares de confiabilidad previamente establecidos.

Confiabilidad

La confiabilidad es el objetivo final del diseño y operación de un sistema de potencia. Un sistema para ser confiable debe ser seguro la mayor parte del tiempo.



Ilustración 11: Aspecto de confiabilidad

Suficiencia: Margen de reserva operativo (potencia y energía) para cubrir los incrementos de demanda.

Seguridad: Soportar la siguiente contingencia creíble. Depende de las condiciones del sistema y la probabilidad de que ocurra una contingencia.

Códigos de red

Surgieron alrededor de la década de los 90's debido a las problemáticas ambientales de emisiones de gases de efecto invernadero por la quema de combustibles fósiles en las centrales eléctricas convencionales, así como el incremento en el precio de los mismo.

Por tal motivo se ha impulsado el uso de energías renovables. Sin embargo, debido a la integración de estas fuentes de energía han provocado que se refuerce el aspecto de la continuidad y seguridad del suministro de la energía eléctrica, tales propósitos que buscan ser cumplidos mediante los códigos de red.

Códigos de red para la frecuencia

En el Sistema Eléctrico Nacional y en el Sistema Eléctrico de Baja California Sur, la banda de calidad para la frecuencia es de +/- 2 dHz. Es decir, el valor de frecuencia debe mantenerse en todo momento entre 59.8 y 60.2 Hz.

Yes

El criterio para la interconexión de centrales eléctricas de energías renovables intermitentes es que ante la variación de la fuente de energía el valor de frecuencia debe mantenerse dentro de la banda de calidad descrita anteriormente.

yes

Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

Está conformado por un parque de plantas generadoras de energía eléctrica de CFE y de empresas privadas, subestaciones eléctricas y todas las redes de transmisión y distribución que existen en el país.



Ilustración 12: Sistema Eléctrico Nacional (SEN)

SBCS como sistema aislado

El SBCS debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra lo hace un sistema aislado; su principal característica es la de no estar interconectado con otros sistemas eléctricos de territorios cercanos lo cual hace que ante posibles picos de demanda o cuando algún centro de generación esta fuera de operación sea menos estable y confiable.

Una característica importante es el aspecto económico ya que el estado de Baja California Sur es principalmente abastecido con combustibles fósiles para sus plantas de generación eléctrica, esto hace que presente altos costes derivados de la importación y el transporte de los mismos y de la necesidad de mantener una mayor capacidad de generación eléctrica para asegura el suministro de forma continua y estable.

yes



Sistema Eléctrico de Potencia Baja California Sur

El Sistema Eléctrico de Potencia BCS es un sistema aislado del resto del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), esto debido a su ubicación geográfica, lo cual lo hace vulnerable a presentar problemas en la operación del mismo. Brinda suministro de energía eléctrica a todos los consumidores del estado las 24 horas del día y los 365 días del año.

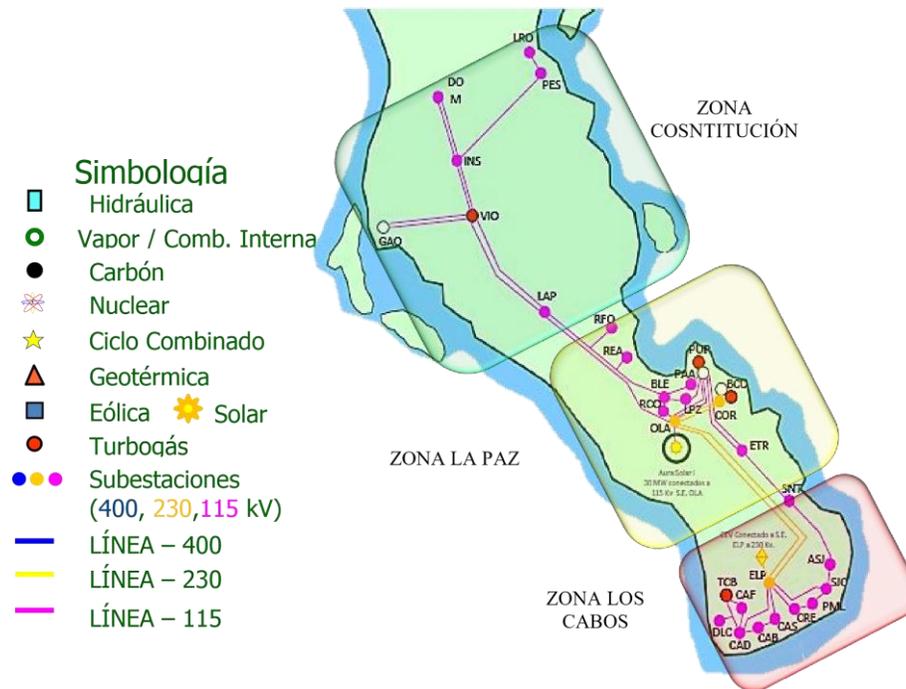
Se divide en tres zonas de operación:

- Zona Constitución
- Zona La Paz
- Zona Los cabos

La antigüedad en su parque de generación es algo ya prolongado pues desde su inicio en operación mantiene centrales de energía convencional aún en servicio, tal como lo expresa el CENACE en su estudio de penetración renovable al SBCS.

“El sistema es relativamente pequeño con marcada estacionalidad en su demanda y tiene en su parque de generación centrales convencionales con antigüedad promedio de 24 años.” (CENACE, 2016).

Yes



Cuenta con 3 subestaciones de 230 KV y 29 subestaciones de 115 KV. En líneas de transmisión tiene 4 y 35 de 230 KV y 115 KV respectivamente, cubriendo una extensión territorial de 1653 km.

Parque de generación del sistema de Baja California Sur (SBCS)

El SBCS con un parque de generación híbrido en cuestión de generación convencional y generación renovable. Esta última no es demasiado grande debido a que la integración de energías renovables al sistema no ha sido tan notoria, pero hoy en día se tiene en puerta una fuerte entrada de centrales renovables para el estado.

Las centrales generadoras de energía convencional poco a poco deberán ser desplazadas por las de energía renovable (solar y eólica) y a su vez la dependencia será menor lo que provocará reducción de costos y emisiones de gases de efecto invernadero.

Las centrales con las que cuenta el SBCS son:

CENTRAL	UNIDADES	CAPACIDAD MW
CCI BCU	5	208
TJET BCU	1	17
CCI GAO	3	104
CT PUP	3	112
TGAS PUP	2	43
TGAS TCB	6	155
TGAS VIO	1	30
ASU	1	30
Energía FV distribuida	NA	10
TOTAL	22	677

Tabla 3: Parque de generación del SBCS, año 2016 (sin ASU I)

Handwritten signature

Una de las nuevas centrales de energía renovable con las que se cuenta actualmente es la de Aura Solar I, la cual tiene una capacidad de generación de 30MW en condiciones óptimas.

Esta es la única central renovable con la que el sistema ha lidiado en cuestión de las problemáticas de estabilidad que ha provocado en la operación del Sistema Eléctrico desde el año 2013 a la actualidad.

Las demandas máximas y mínimas del sistema

Es importante denotar las demandas del sistema sobre todo para el conocimiento de las reservas rodantes ya que estas apoyan a que allá estabilidad en el sistema. Se tomarán dos periodos, un mes de verano como condición máxima y un mes de invierno.

DEMANDA MÁXIMA VERANO 30/08/2015 22:15 Hrs.

UNIDADES EN SERVICIO					UNIDADES EN RESERVA FRÍA		
CENTRAL	UNIDAD	CARGA	CAPACIDAD	RESERVA RODANTE	CENTRAL	UNIDAD	CAPACIDAD
Punta Prieta	U01	33.3	37.5	4.2	Punta Prieta	U04	18.0
Punta Prieta	U03	33.6	37.5	3.9	Punta Prieta	U05	25.0
Gral. Agustin Olachea	U01	27.4	31.5	4.1	Turbogas Los Cabos	U01	30.0
Gral. Agustin Olachea	U02	25.9	26.0	0.1	Turbogas constitución	U01	30.0
Gral. Agustin Olachea	U03	37.7	41.125	3.4	TOTAL		103.0
Baja California Sur	U01	34.8	37.0	2.2			
Baja California Sur	U02	37.9	41.9	4.0			
Baja California Sur	U03	37.8	41.9	4.1			
Baja California Sur	U04	38.0	41.9	3.9			
Baja California Sur	U07	22.0	26.0	4.0			
Turbojet Los Cabos	U02	18.0	23.7	5.7			
Turbojet Los Cabos	U03	18.0	22.0	4.0			
Turbojet Los Cabos	U07	24.6	26.0	1.4			
Turbojet Los Cabos	U08	24.4	26.0	1.6			
Turbojet Los Cabos	U09	24.5	26.0	1.5			
TOTAL		437.9	486.0	48.1			

UNIDADES INDISPONIBLES		
CENTRAL	UNIDAD	CAPACIDAD
Punta Prieta	U02	37.5
TOTAL		37.5

Como se muestra en la tabla se tiene gran parte del parque de generación en servicio en temporada de verano lo que nos deja una reserva rodante de 48.1 MW algo importante de mencionar es que la carga que requiere el sistema puede ser entregada por un mayor número de centrales lo cual daría un tiempo de respuesta menor y así mantener la calidad del sistema.

Yes

Condición de Demanda Mínima 2015

DEMANDA MÍNIMA: 02 DE ENERO 2015.

UNIDADES EN SERVICIO

CENTRAL	UNIDAD	CARGA	CAPACIDAD	RESERVA RODANTE
Punta Prieta	U03	16.3	37.5	21.2
Gral. Agustín Olachea	U01	17.1	31.5	14.4
Gral. Agustín Olachea	U02	16.6	31.5	14.9
Baja California Sur	U01	33.7	37.0	3.3
Baja California Sur	U03	37.5	41.9	4.4
Baja California Sur	U04	23.8	41.9	18.1
TOTAL		145.0	221.3	76.3

UNIDADES INDISPONIBLES

CENTRAL	UNIDAD	CAPACIDAD
Punta Prieta	U01	37.5
TOTAL		37.5

UNIDADES EN RESERVA FRÍA

CENTRAL	UNIDAD	CAPACIDAD
Punta Prieta	U02	37.5
Punta Prieta	U04	18.0
Punta Prieta	U05	25.0
Gral. Agustín Olachea	U03	41.1
Baja California Sur	U02	41.9
Baja California Sur	U07	26.0
Turbogas constitución	U01	30.0
Turbogas Los Cabos	U02	23.7
Turbogas constitución	U03	27.0
Turbogas Los Cabos	U07	26.0
Turbogas Los Cabos	U08	26.0
Turbogas Los Cabos	U09	26.0
TOTAL		348.2

En lo anterior se puede denotar una gran cantidad de unidades en reserva fría dejando pocas unidades activas, si bien es cierto que se cuenta con un número mayor de capacidad rodante, al sufrir un incremento de demanda en forma súbita el par mecánico que ocasiona un retardo en las revoluciones del rotor es mayor y por consiguiente el tiempo de respuesta de recuperación en la frecuencia es mayor ocasionando un peligroso descenso en la frecuencia

Variación en la generación de centrales fotovoltaicas

Las imágenes representan el impacto y comportamiento en la generación de una central fotovoltaica ante el paso de nubosidad y por el efecto nube.

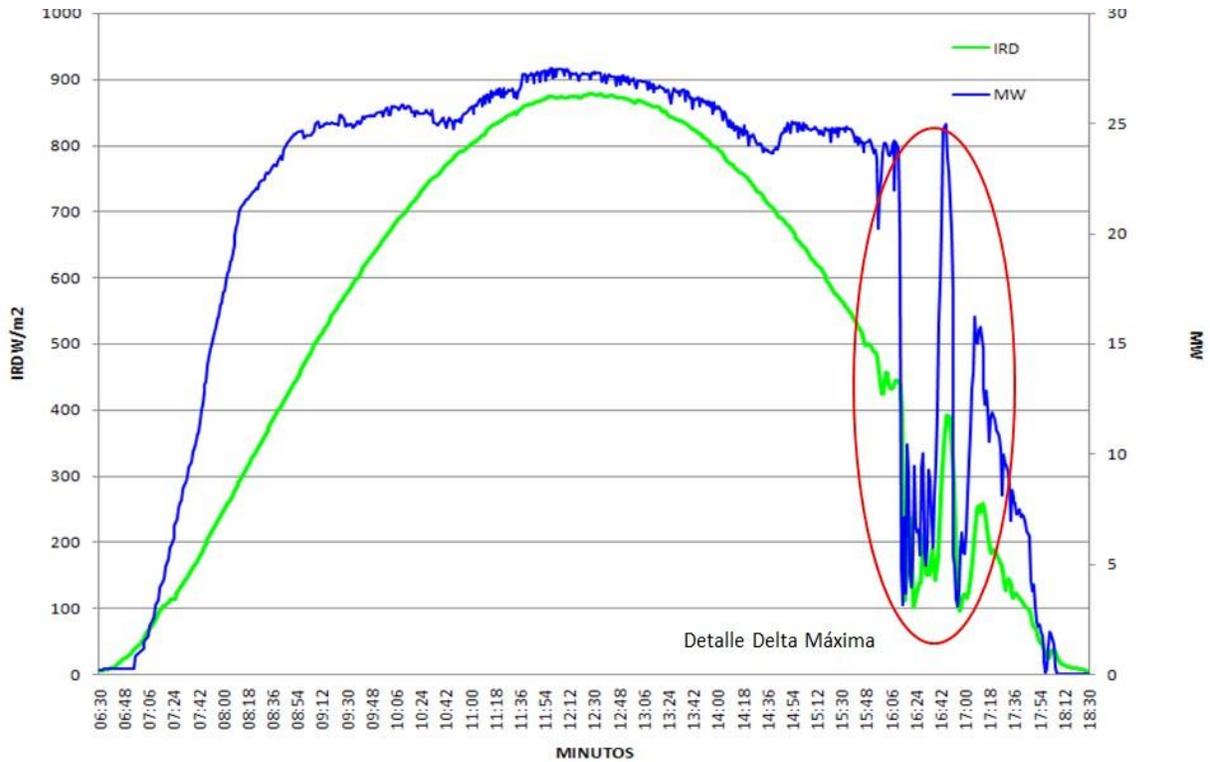
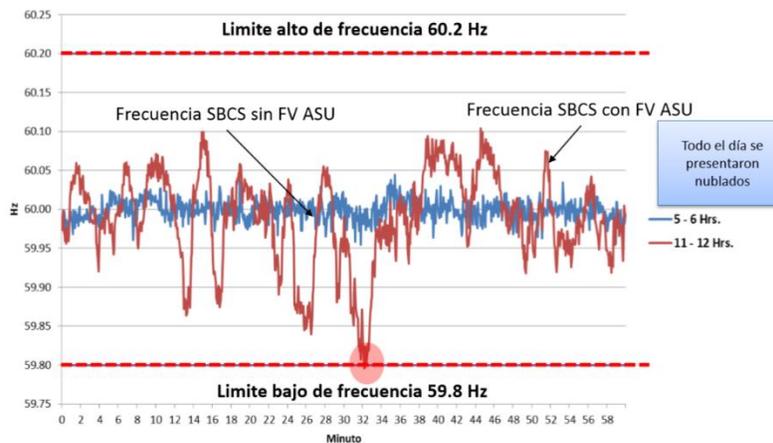


Ilustración 25: Variación de potencia debida al Efecto Nube

Esto ocasiona una disminución en la generación de potencia de forma instantánea lo que conlleva a que esa potencia faltante deba ser recuperada por las plantas de generación y si su tiempo de respuesta no es lo suficiente mente rápido podría ocasionar una disminución en la frecuencia.

El comportamiento de la frecuencia en el sistema de B.C.S. se vio afectado cuando el día 23 de febrero del 2014, la panta AURA SOLAR 1 sufrió una alteración en la producción de su potencia decayendo por el efecto nube y se observó una violación al límite bajo de frecuencia de 59.8 Hz en el minuto 32 del periodo 11-12 horas.



Yes

Como se muestra en el grafico el comportamiento de la frecuencia en azul sin ASU no había tenido problema pero al incorporarse esta fuente de generación alternativa incluyo perturbaciones al sistema comprometiendo la calidad de la energía, así mismo se llegó a la conclusión de que no se incluirían más energía solar al sistema afectando a los ciudadanos de B.C.S. ya que les dejo sin la posibilidad de incluir energía solar a sus hogares, es por esto que se pretenden la inclusión de un banco de baterías al sistema con la finalidad de amortizar las perturbaciones que genera el efecto nube y dar la posibilidad a la inclusión de más energía fotovoltaica al sistema ayudando con esto a la población.

Como se explicó anteriormente la red del sistema eléctrico de Baja California Sur debe mantener una buena calidad en el suministro de energía eléctrica y esta se ve comprometida por la inclusión de fuentes de generación eléctrica intermitentes como lo es en este caso la planta ASU1 para poder controlar estas perturbaciones es necesario la inclusión de un banco de baterías a la red eléctrica el cual se describe a continuación:

Requerimientos del proyecto:

Como se explicó anteriormente la red del sistema eléctrico de Baja California Sur debe mantener una buena calidad en el suministro de energía eléctrica y esta se ve comprometida por la inclusión de fuentes de generación eléctrica intermitentes como lo es en este caso la planta ASU1 para poder controlar estas perturbaciones es necesario la inclusión de un banco de baterías a la red eléctrica el cual se describe a continuación:

- Sistema de almacenamiento con baterías de GE.
- Planta de referencia de 20 MW x 7 MWh

Esta serie de documentos provee información necesaria para la planificación preliminar de su proyecto Sistema de almacenamiento de energía de la batería (BESS siglas en inglés) e incluye:

- Enfoque de GE para la configuración del sistema BESS
- Descripción de componentes críticos
- Componentes críticos y especificaciones del sistema
- Ejemplo de diseños de sitios y detalles del alojamiento de la batería
- División o Matriz de Responsabilidad (DOR) para el volumen de suministro de EEP y EPC
- Lineamientos típicos de programación del proyecto
- Opciones y requisitos para dar servicio a su planta, incluyendo garantías de rendimiento

Descripción general del sistema

Resumen del sistema de almacenamiento de energía en batería

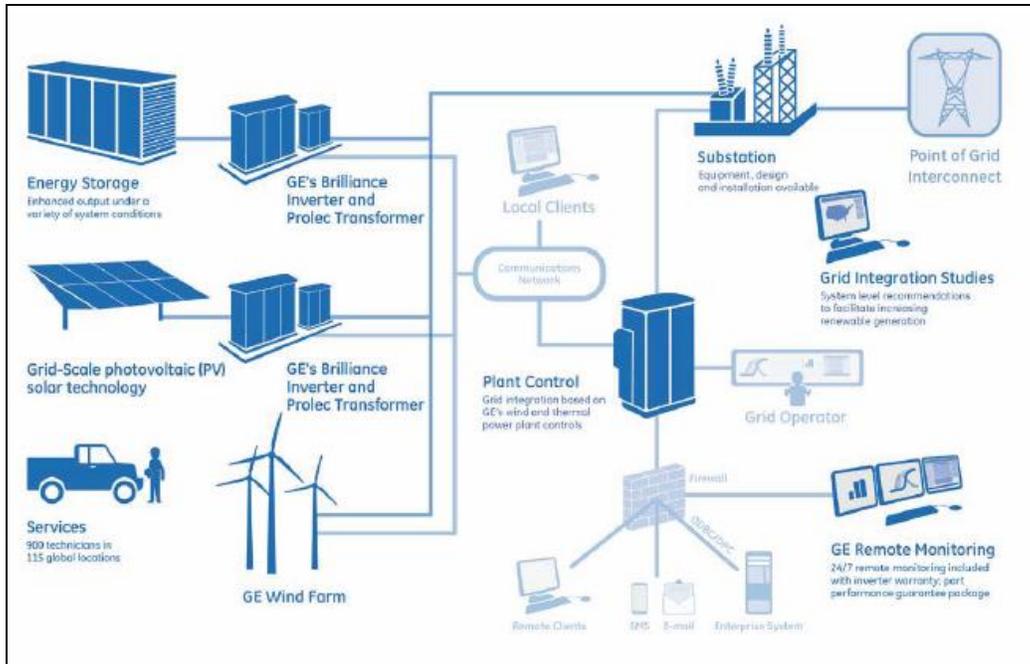


Ilustración 13 Diagrama de operaciones del sistema de almacenamiento de energía en batería (BESS por sus siglas en inglés).

El sistema de almacenamiento de energía con batería de GE (BESS) es una solución de software y equipos integrados y modulares. Nuestros ingenieros miran cada proyecto con requisitos únicos y diseñan un sistema completo que mejor satisfaga esas necesidades. Este sistema está diseñado para satisfacer la creciente demanda de seguridad, confianza y alto rendimiento de soluciones de almacenamiento de energía para una variedad de propietarios y segmentos de mercado. Al igual que otros productos de GE, BESS ofrece una solución de alta calidad diseñada para el cumplimiento normativo y para cumplir con estrictas normas de seguridad. GE realiza rigurosas pruebas de laboratorio y de campo de los componentes utilizados en nuestros productos de almacenamiento de energía y evalúa las nuevas tecnologías a medida que estén disponibles. Además, proporcionamos una garantía completa y garantizamos el rendimiento de nuestros sistemas respaldados por nuestros servicios y personal de ingeniería alrededor del mundo.

Capacidades y aplicaciones del sistema

- Servicios de energía activa
- Regulación de frecuencia
- Respuesta a la frecuencia
- Peak shaving
- Firming
- Curtailment avoidance
- Scheduled dispatch/shifting
- Ramp rate control
- Comandos de alimentación remota
- Comandos de energía programados

Handwritten signature or mark.

- Gestión del estado de la carga
- Servicios de energía reactiva
- Control de tensión
- Caída de voltaje
- Control del factor de potencia
- Control de VAR

Garantía

Debe considerarse un esquema de garantía que cubra todos los componentes contra defectos en el material, mano de obra y título por un período de 36 meses a partir de la fecha de entrega.

Garantías de rendimiento

Respaldo el rendimiento de BESS con garantías que reducen el riesgo de su tecnología. Los criterios de rendimiento específicos y la duración de nuestra garantía de rendimiento variarán según los aspectos del rendimiento del sistema que sean más importantes para usted, en función de su aplicación, incentivos económicos y otros requisitos. Las garantías de rendimiento solo están disponibles para los propietarios que mantienen un acuerdo de servicios contractuales con GE; esto nos permite garantizar el cuidado y el mantenimiento adecuados del equipo. Los ejemplos de nuestras garantías de rendimiento siguen.

***Garantía de disponibilidad**

Los acuerdos garantizan que la BESS estará disponible para cargar o descargar energía eléctrica en la salida de potencia de la placa de identificación un porcentaje acordado del tiempo. Este porcentaje depende de la configuración y los requisitos específicos de su sistema.

***Garantía de capacidad**

La cantidad de energía que la batería puede extraer y descargar a la red puede estar garantizada. Debido a que todas las baterías se degradan con el tiempo, esto puede requerir sobredimensionamiento y / o "repotenciación" periódica del sistema con equipo adicional para satisfacer sus necesidades de capacidad. GE presenta un plan integral para garantizar que esas necesidades se cumplan durante la vida del activo.

***Garantías métricas personalizadas**

Algunos propietarios se ven afectados por mediciones o métricas únicas, como la puntuación de regulación de frecuencia de respuesta rápida PJM. En tales casos, trabajamos con usted para evaluar los riesgos involucrados y definir una estructura de garantía que alinee los intereses de ambas partes a lo largo de la vida del activo.

***Seguridad**

Las soluciones de almacenamiento de energía de GE ofrecen seguridad y cumplimiento líderes en la industria. Nuestro equipo ocupa posiciones de liderazgo en la mayoría de las juntas y comités críticos que establecen los estándares de la industria, y asesora a los reguladores de todo el mundo. Cada parte del sistema de GE cumple con certificaciones y estándares ampliamente

reconocidos para proteger contra los modos comunes de falla de la batería industrial debido a abuso, daño u otros factores externos.

Baterías Li-ion

Cada fabricante y batería candidata deben pasar inspecciones rigurosas de rendimiento y calidad para considerar su uso. Los requisitos mínimos de seguridad para el uso de baterías de ion de litio deben ser publicados por uno de los Laboratorios de Pruebas de Reconocimiento Nacional de los Estados Unidos (NRTL) para UL 1642. Cuando se integran en un conjunto de baterías, cada uno debe estar publicado por un NRTL de los EE. UU. A UL 1973, incluidos los requisitos de seguridad de UL / IEC 60950-1. Todas las celdas de Li-ion cumplen o superan los requisitos de transporte de la ONU 38.3 y las regulaciones de envío DOT de EE. UU. El proveedor del sistema de almacenamiento de energía debe realizar una evaluación integral de riesgos de seguridad para nuestros equipos basada en ISO 12100, las Recomendaciones para evaluaciones de riesgos de seguridad e ISO 13849, seguridad funcional.

Una vez instalados, los sistemas de almacenamiento por baterías deben estar protegidos contra terremotos y vibraciones ambientales a través del cumplimiento de los requisitos de Zona Sísmica 4 de la versión 2012 del Código Internacional de Construcción.

Realizar en un entorno industrial complejo significa no interferir con la operación del equipo colocado al tiempo que es resistente al ruido eléctrico generado por otros equipos en estas áreas.

El amianto, los compuestos que agotan la capa de ozono o los materiales cancerígenos reconocidos a nivel federal están explícitamente restringidos.



Especificaciones del sistema

Nameplate Power	20.2 MVA
Power @ POI (Point of Interconnection)	19.8 MVA
Active Power @ POI (0.95 pf)	18.9 MW
Energy: Beginning of Life, DC	7.6 MWh
Energy: Beginning of Life, AC	7.2 MWh
Number of Inverters/Transformers	16
Number of Enclosures	2
Total system footprint	Approximately 90 ft. x 185 ft.
Auxiliary Power Requirement	480-600 V 3-phase
Auxiliary Power Peak Draw	350 kVA
Auxiliary Power Nominal Draw	Varies by application
System Design Life	20 years
Performance Guarantee	Up to 20 years
Warranty Period	3 years
Voltage @ POI	13.8-34.5 KV
Frequency @ POI	50/60 Hz
System Ramp Rate	2400 MW/min
System Temperature Rating	-30 to 40°C
System Altitude Rating	0 - 1000m
Individual Inverter Output	1.25 MW
Type of Enclosure	IP55/NEMA 3R
AC-AC Efficiency, Beginning of Life (measured at MV connection point)	87%
AC-AC Efficiency, 20 year	84%
DC-DC Efficiency, Beginning of Life	95%
DC-DC Efficiency, 20 year	90%
Maximum energy consumed by self-discharge in 1 day	<0.15%
Battery Chemistry	Lithium-ion
Communications protocols, networking and remote operations capability of system	Modbus TCP/IP (external)

Controlador de la planta de almacenamiento de energía

El controlador de la central de almacenamiento de energía (ESPC por sus siglas en inglés) es un sistema supervisor de control y adquisición de datos (SCADA) para centrales de almacenamiento de energía y centrales híbridas de energía renovable.

El ESPC se encuentra construido sobre el sistema de control Mark* V1e de GE, una plataforma madura que se utiliza en todo el mundo para monitorear y controlar las flotillas de turbinas de gas, eólicas y solares de GE. El controlador Mark V1e está instalado en más de 400 ubicaciones globales con más de 16 millones de horas de operación combinada. Su diseño y protecciones robustas permiten una disponibilidad superior al 98% en activos instalados.

El ESPC de GE supervisa y controla las funciones a nivel de planta e inversor y proporciona en tiempo real datos operacionales históricos para el análisis de desempeño integral. Incluye una variedad de controladores compatibles con la red para administrar la potencia activa a nivel de la planta, la potencia reactiva, el voltaje y frecuencia. Estos controles se pueden configurar para cumplir con los requisitos de operación bajo una variedad de condiciones tales como el modo de conexión a la red y aislar, y para permitir al sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS) de GE conectarse a la red en un punto y no en varios inversores.

La combinación de controles de propiedad y la solución de un hardware integrado resulta en comunicaciones confiables y una respuesta precisa de milisegundos a la potencia real y reactiva necesitada. Diferentes configuraciones de controlador son posibles para satisfacer las necesidades de varias plantas dimensionadas en diversas aplicaciones, como centrales híbridas renovables y aplicaciones de gestión energética. Estas aplicaciones pueden ser independientes o combinadas, y pueden abarcar tanto real como uso de potencia reactiva discutido a continuación.

El ESPC está diseñado para interactuar con su RTU/ Recopilador de Datos mediante la comunicación de importantes parámetros, notificación del sistema y anuncios de alarmas, así como por un habilitado control operacional. El ESPC integra control y comunicación a través de múltiples bloques de CA y CD y sus inversores asociados, sistema de administrador de baterías múltiples (MBM) y el sistema de gestión de batería (BMS).

Cada batería está equipada con un BMS que monitorea y mantiene la batería para el óptimo rendimiento según las pautas del sistema. El BMS controla y protege la batería y retransmite información para monitorear su estado. Monitorea la temperatura de las células, mide los parámetros de voltaje y corriente e informa sobre el estado de la batería. Los BMS pueden abrir contactores (“contactors” en inglés) para aislar eléctricamente un módulo de la batería del resto del rack de baterías según sea necesario. Cuando las condiciones de funcionamiento mejoran o cuando el estado de la batería vuelve a la normalidad, el BMS vuelve a conectar el módulo de la batería al resto del rack. Además, cada BMS también incluye un fusible que puede proteger contra eventos de sobre corriente si el control del BMS se encuentra comprometido.

El ESPC está conectado a todos estos dispositivos a través de un protocolo de comunicación. Sirve como la interfaz principal para recuperar toda la información del sistema, la comunicación con ubicaciones remotas, servicios de alto rendimiento a la red, proporcionar datos para unidades HMI y SCADA, y monitorear el sistema.

Control de supervisión

Integración web de la Interfaz Human-Machine (HMI)

El ESPC de GE simplifica la operación remota en vivo y una colección de datos de los inversores individuales y de la central. Comandos para cambiar a GRID-FRIENDLY las características se pueden operar en vivo a través de la pantalla HMI del cliente.

Control remoto

El ESPC provee para una operación manual local y una operación remota o despacho desde una computadora ubicada remotamente en su centro de operaciones.

Características estándar

Comandos de energía programados.

Nuestro ESPC puede recibir un comando para cargar o descargar a intervalos de tiempo específicos, basado en un programa específico. En este modo, el controlador del sitio proporciona el programa predeterminado del cliente sobre la conexión del propietario remoto que dicta los niveles de carga/descarga del sistema de baterías. La programación de los ajustes red de carga/descarga

permite una comunicación menos frecuente entre el ESPC y las aplicaciones remotas o centrales. Los horarios pueden estar configurados para repetirse (diario, semanal, etc.) para permitir que BESS continúe operando independientemente de la comunicación de red.

Comandos de energía remotos

Las señales de comandos en tiempo real pueden ser usadas para cargar o descargar el ESPC. La señal remota P es enviada por el despachador del sistema sobre la conexión remota del propietario. El controlador del sitio tiene la habilidad de responder rápidamente a la señal de energía y para cargar y descargar el sistema BESS cuando sea necesario.

Respuesta a la frecuencia

Una curva de caída de la frecuencia puede aplicarse a un comando de ESPC éste carga o descarga ayudando a mantener la frecuencia del BESS en los límites establecidos. En modo de respuesta a la frecuencia ("F droop"), el controlador tiene almacenados parámetros que configuran una curva local F droop. Los límites de la curva y deadband se configuran mediante un sistema de la red con información proporcionada por el cliente. Una vez en el modo F droop, el ESPC monitorea la frecuencia a través del monitor provisto por las señales análogas del cliente (CT y PT). Si el sistema se sale del ancho de banda pre configurado, el ESPC ajusta la frecuencia cargando o descargando BESS como sea necesario.

Regulación de Frecuencia

La regulación de frecuencia es similar que la respuesta a la frecuencia, pero en lugar de intentar de forma autónoma mantener la frecuencia dentro de límites, BESS se carga o descarga en función de una señal externa.

Peak Shaving

BESS se descarga durante los periodos de carga máxima para evitar exceder un límite o reducir la carga de la demanda.

Curtaiment Avoidance

Cuando la generación eléctrica de una central solar o un parque eólico se quisieran reducir para evitar exceder un límite, el exceso de energía puede ser capturado por BESS. Luego se puede descargar cuando la generación está por debajo del límite, capturando los ingresos que de otro modo se habrían perdido.

Reafirmante

El controlador de almacenamiento de energía de la central (ESPC) autónomamente carga y descarga el sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS) para que coincida una salida de potencia predeterminada en el punto de interconexión (POI) con una ajustable deadband.

Control de velocidad de rampa

Para controlar la velocidad de cambio de la potencia activa en el PDI, el ESPC descarga de forma autónoma el BESS.

Gestión del estado de carga

El ESPC carga o descarga la batería según el estado de carga de BESS.

Control de voltaje

Un regulador de bucle cerrado es usado para soportar el control del nivel de voltaje en el ESPC, en este modo, el voltaje es automáticamente monitoreado y regulado en el punto de medición. Si el voltaje esta fuera de los límites de la curva, el controlador utiliza las capacidades del inversor para proveer de potencia reactiva y mantener el voltaje en el POL. El controlador del sitio utiliza el transformador de corriente del medidor (CT) proporcionado por el cliente y las señales del transformador del potencial (PT) para determinar si suministrar potencia reactiva y ayudar a estabilizar el voltaje del sistema.

Control de factor de potencia (cos phi)

Para mantener un valor de potencia reactiva determinado, medido por el POI o BESS, el ESPC carga y descarga autónomamente la BESA.

Control var

El ESPC de GE carga y descarga autónomamente BESS para mantener un punto de ajuste de potencia reactiva determinada, medida por el POI o BESS

Voltage droop

Para mantener un punto de ajuste de potencia reactiva adaptable en función de la tensión medida por el POI, el ESPC de GE carga y descarga autónomamente al BESS.

Monitoreo del rendimiento y adquisición de datos

El ESPC de GE tiene la capacidad para asignar y transmitir los puntos SCADA determinados a su sistema SCADA o HMI. GE recupera datos y supervisa el sistema para realizar y mantener el servicio y la garantía de nuestros productos. Debe proporcionar la capa de transporte de conectividad con ancho de banda adecuado para enviar y recibir datos a las operaciones remotas, el Centro en Schenectady, N.Y. El enlace del monitoreo remoto se puede establecer usando celular, B2B u otros métodos pagados por el propietario.

Especificaciones técnicas

Item	Specification
Supply Voltage Rating	230 V AC/50–60 Hz
Power Consumption	2 kW maximum
Dimensions: H x W x D	2000 mm x 1000 mm x 800 mm
Enclosure	NEMA 4 weight: 4,100 kg (9,000 lbs)
Material	Painted Steel
Operating Temperature	-20°C to 50°C (ambient)
Relative Humidity	100% non-condensing (outdoor ambient)
Power Range	1 MW to 100 MW
Energy Range	15 minute to 6 hour duration
Communication Protocols	Modbus Serial (RTU), Modbus TCP, IEC 61850, DNP3

GE BESS Brilliance Inverter

El Sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS) de GE “Brilliance Inverter” es la última evolución de la plataforma Brilliance Inverter de gran éxito. Construyendo sobre décadas de experiencia en controles para una amplia gama de aplicaciones de utilidad, esta ofrece confiabilidad, eficiencia y eficacia de incomparables características compatibles con la red, como paso de voltaje, respuesta de frecuencia y una variedad de configuraciones de potencia reactiva. Hay más de 23,000 inversores GE renovables instalados en las turbinas eólicas e instalaciones solares de GE en todo el mundo.

Robustos electrónicos de potencia

- Inversor de 1.25MW, capaz de cargar y descargar a 1.25MW
- Opción de 50/60 Hz
- Eficiencia de conversión máxima >98%
- Disyuntor CD integrado de 3,000A y disyuntor de 1,600A CA
- Potencia máxima de salida de hasta con 40°C de temperatura ambiente, salida reducida de hasta 55°C (consultar figura 2)
- Conexión de alto voltaje con corte muerto fundido para protección y aislamiento
- Tecnología mejorada
- Detector/interruptor integral de falla a tierra
- Capacidad LVRT, ZVRT y HVRT
- Velocidad de rotación de +1.25MW a -1.25MW en 100 ms
- Gabinetes construidos con propósito
- NEMA 3R construcción al aire libre
- Refrigerado por líquido y ventilación forzada con filtros de aire reemplazables externamente
- Calentadores anti condensación, con alimentación interna y control automático

Sección de entrada en CD

Cada Brilliance Inverter de BESS tiene un switch de corte de carga de CD con LOTO para aislar las baterías del inversor. El motor operador sobre este switch y el circuito de capacitor de pre-carga permite a las baterías ser desconectadas del inversor cuando este en modo de alto. Con una exhaustiva y fortalecida fusión de CD el trabajo de autobús facilita la coordinación de protección con los sistemas de baterías.

El BESS Brilliance Inverter cumple con los estándares de rendimiento de UL 1741 y IEEE 1547-2003. Las corrientes de salida son trifásicas son senoidales con distorsión armónica total para cumplir o exceder los requisitos IEEE 519 e IEEE 1547. El circuito de control usa un procesamiento digital avanzado de señales (DSP) para operar, monitorear y proteger el inversor.

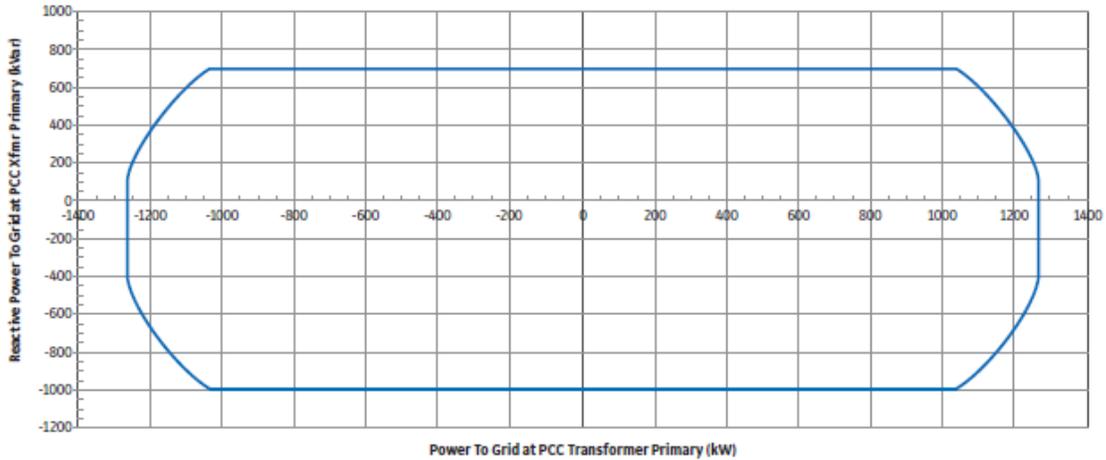
Especificaciones del inversor

Item	Specification	
AC Output Power	Nominal AC Power	1,262 kVA AC
	Nominal AC Voltage	480 V AC
	Nominal Voltage Tolerance (% V AC)	+/- 10%
	Nominal AC Line Current	1,517 A AC
	Maximum AC Line Current	1,536 A AC
	Nominal Grid Frequency	50 Hz or 60 Hz
	Frequency Change Rate	2.0 Hz per sec
	Grid Imbalance Range	4.0% V AC
	Grid Short Circuit Ratio (minimum)*	2.5:1
	Power Factor Range of Operation	0 - 1
Efficiency	Peak Conversion Efficiency (without transformer)	98% (CEC), 98.75% (EuroETA)
	CEC Weighted Efficiency (without transformer)	97.5% (CEC), 98% (EuroETA)
DC Input Power	Input Voltage Maximum	950 V DC
	Voltage Range	850 V DC
	Switching Voltage Ripple at Terminals	< 4V pk-pk
Dimensions	Height	2.4 m (7 ft, 10 in)
	Length	3.52 m (11 ft, 6 in)
	Width	1.375 m (4 ft, 6 in)
	Weight	4,100 kg (9,000 lbs)
Environmental Design	Outdoor Enclosure	NEMA 3R
	Altitude at Nominal AC Power	1,000 m (3,281 ft)
	Derate for Altitude	3% Derate per 305 m (above 1,000 m)
	Continuous Operation Ambient Temperature Limit	Rated operation -30°C to 40°C Operation up to 55°C with derate (see Section 4.4)
	Storage Temperature	-40°C to 60°C
Communications	Relative Humidity	95% Non-condensing
	Communications Interface	Ethernet TCP/IP, Modbus TCP/IP
	Display Interface Option	Web-based HMI
	Remote Monitoring Service (optional)	GE's Customer Service Center 24/7 availability
	Local Data Recording	Diagnostic and Operational Data Minimum 72-Hours Local Storage
Certifications and Standards	Control Software	ControlST* Software Suite V04.04 or higher
	Electrical Safety and Workmanship	UL 508C/CSA 22.2 No. 14
	AC Line Harmonic Distortion	Designed to UL 1741; CSA Listed to UL 508C
	Environmental	UL 50E/CSA 22.2 No. 94.2
	Seismic	IBC/UBC Zone 4
	Vibration	IEC 60721-3-3 Class 3M3
	Corrosion	IEC 60721-3-3 Class 3C2
Interconnection of Distributed Resources	IEEE 1547	

Curva de potencia del cuarto cuadrante del inversor

Medido al POC, 40°C, 1000m, 60Hz

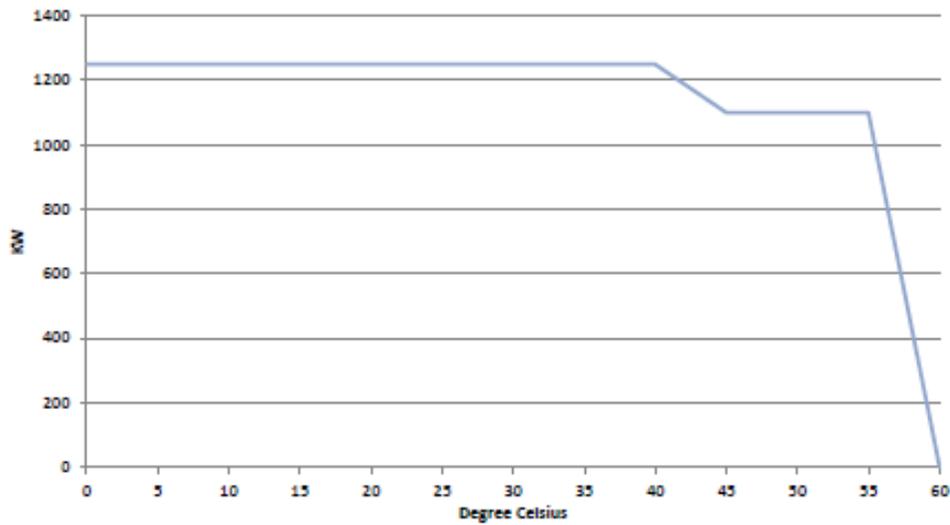
Yes



Curva de reducción de temperatura del inversor

Medido al POC, 40°C, 1000m, 60Hz

La siguiente curva ilustra la potencia a la cual el inversor puede operar continuamente a una temperatura ambiente dada. Cerca de los 40°C estas capacidades aplican para una operación continua de 8 horas.



Espacios construidos con fines específicos

Desde que los inversores y transformadores fueron diseñados para usos en espacios abiertos, algunos componentes, incluyendo las baterías también lo hicieron, estas deben ser protegidas en una estructura cerrada. GE ofrece un rango de gabinetes diversos para complacer sus necesidades.

Handwritten signature

Espacios construidos con fines específicos (PBE)

Ofrecemos tres tamaños para una fácil instalación, de acuerdo a sus costos. Los espacios construidos con fines específicos son: el Grande, Venti y Trenta. Aquí hay algunos de los beneficios para los PBE's:

- Bajo mantenimiento por su estructura modular
- Diseñados para un tiempo de vida de 20 años
- Reducción de la huella de carbono
- Pequeño número de estructuras reduce el requerimiento de espacio de separación
- Alta potencia y densidad energética
- Ofrecemos una potencia y densidad energética mayor al 25% comparado con contenedores de compra estándar
- No están limitados para 8 pies de largo
- Simplificación de permisos y cumplimiento del código local
- Permisos más rápidos, se proporcionan con sellos de PE locales para los gabinetes
- Anchos de pasillo de 48 pulgadas cumplen con los requisitos del código eléctrico nacional
- Ofrecemos FFS compatible con California
- Rápida instalación
- Cableado más corto recorre la instalación y reduce los requerimientos de infraestructura civil, haciendo más rápida su instalación.
- Diseñado a propósito para un servicio de por vida
- Enfriamiento y aislamiento fueron optimizados con la redundancia incorporada para menores costos operacionales.
- Especificaciones de espacios construidos con fines específicos

	Dieci	Venti	Trenta
Length (Main)	18.89 m (62 ft)	18.89 m (62 ft)	18.89 m (62 ft)
Length (Overall)	22.25 m (73 ft)	22.25 m (73 ft)	22.25 m (73 ft)
Width	2.74 m (9 ft)	5.79 m (19 ft)	8.84 m (29 ft)
Shipping Sections	2	4	6
Battery Interface Cabinets	2	4	6
Fully Loaded Weight (batteries included)	64,000 kg (140,000 lbs)	125,000 kg (275,000 lbs)	185,000 kg (410,000 lbs)
Maximum Energy Capability (DC MWh)	3.1	6.1	9.1
Maximum Power (AC MVA, Nameplate)	5	10	15
Weight Shipped (per section)	12,000–16,000 kg (28,000–36,000 lbs)		
Construction	Steel, Thermally Insulated		
Design Life	20 Years		
Design	IP55/NEMA 3R		
Design Standards	NEC(CEC), IBC		
Design Snow Loading	20 PSF		
Design Wind Load	62 m/s (140 MPH)		
Egress	Minimum two egress points		
HVAC	Listed by NRTL to UL 1995		
Interior Lighting	High Efficiency Industrial Lighting		
Seismic	Zone 4		
Fire Suppression	Thermal and Smoke Detection with appropriate suppression agent		

Construcción nueva o existente

Para algunos proyectos, particularmente aquellos con alta capacidad energética, tiene sentido tener todo o la mayoría del sistema en una estructura única y más grande. Algunos propietarios incluso pueden actualizar una estructura existente para este propósito.

Instalación

Opciones de alcance de una instalación

La cantidad de asistencia proporcionada por GE para la instalación varía dependiendo de tus necesidades y capacidades. Abajo se encuentran dos opciones comunes.

Paquete de equipo de ingeniería (EEP)- Proporcionamos un sistema de ingeniería específico para el equipo del propietario, junto a las pautas de instalación. Usted es responsable de preparar el sitio e instalar el equipo (o contratar un contratista para hacerlo). Los asesores técnicos calificados de GE supervisarán y ayudarán con la instalación.

Ingeniería, procuración y construcción (EPC)- Somos responsables del completo alcance del proyecto, incluido el diseño, la ingeniería, el suministro, la instalación y la puesta en servicio. Consulte el alcance del suministro en la siguiente sección para obtener un desglose detallado de los roles y responsabilidades relacionadas con cada opción.



Alcance del suministro

Item	Product/Activity	EEP Engineered Equipment Package	EPC Engineering, Procurement & Construction
Part I: Project Management & System Design			
1	Overall project management	Owner	GE
2	Site control definition and BESS facility operation requirements	Owner	Owner
3	Existing site documentation: relevant engineering and construction drawings of existing site such as a site plot plan, single line diagram and network/SCADA communications diagram	Owner	Owner
4	BESS equipment weights and dimensions necessary for foundation design	GE	GE
5	Site civil design (foundations, grading)	Owner	GE
6	BESS engineered equipment package design including:	GE	GE
7	• Overall BESS system and equipment design up to high side of the Isolation transformer	GE	GE
8	• Detailed design for the interconnection of all equipment up to high side of the Isolation transformer, including cable schedule	GE	GE
9	• Design of the DC enclosure, including HVAC and fire detection/suppression system	GE	GE
10	Design of the medium voltage system and equipment, including short circuit, ground fault and overcurrent protection	Owner	GE
11a	Installation of the 13.8 kV auxiliary power supply	Owner	Owner
11b	Design of the auxiliary power system and equipment	Owner	GE
12	SCADA and facility operation requirements and specifications	Owner	GE
13	Design of the DC conduits for power and communication cabling from battery racks to battery interface to inverters	Owner	GE
14	Design of the AC conduits for AC cabling from inverters to transformers, including medium voltage collection system; also for auxiliary power connection point	Owner	GE
15	Overall safety program – site	Owner	GE
16	Safety program – BESS system	GE	GE
17	Compliance engineering per applicable codes and standards	GE	GE
18	PE stamped documents	Owner	GE
19	Final site construction drawing package	Owner	GE
20	Builders all Risk Insurance	Owner	Owner

Part II: Site Preparation and Civil Works			
21	Site preparation studies: seismic studies, grounding studies, soil analysis, geotechnical survey, site survey	Owner	Owner
22	Sub-surface remediation	Owner	Owner
23	Environmental control plan(s)	Owner	GE
24	Quality assurance plan	GE	GE
25	Foundation, grading work, containment (as required)	Owner	GE
26	Temporary facilities: construction trailer, toilets	Owner	GE
27	Temporary equipment storage area for all equipment, including power for refrigerated containers (at site)	Owner	GE
28	Power and water supply during Installation	Owner	Owner
29	All relevant interconnection agreements and local permitting, including building/grading permits (submission and acquisition)	Owner	Owner
30	Construction waste disposal	Owner	GE
31	Dedicated transport layer of the connectivity ("Internet connection") with adequate bandwidth to send and receive data to GE's remote operation facility	Owner	Owner
32	Modifications to existing site structures - as required	Owner	Owner
33	Cable-way and conduit installation to MV switchgear panel	Owner	GE
34	Final connections for MV switchgear panel to utility point of connection	Owner	Owner
35	Revenue meters, GSU and relay protection panel (as required)	Owner	Owner
36	Substation and associated civil works and fencing (as required)	Owner	Owner
Part III: Equipment Supply			
37	All Inverters	GE	GE
38	DC to Inverter Interface cabinets	GE	GE
39	New step-up transformers from Inverter to medium voltage	GE	GE
40	Battery system consisting of battery racks, battery modules, battery BMS, and interconnecting DC cables	GE	GE
41	DC system enclosure	GE	GE
42	HVAC system for GE-supplied purpose built enclosure	GE	GE
43	Fire detection and suppression system for GE-supplied purpose built enclosure	GE	GE
44	BESS monitoring and control system	GE	GE
45	Battery system alarm/monitoring system to interface with Buyer SCADA system	GE	GE
46	Cabling: Including DC cabling from battery enclosure(s) to Inverters, AC cabling from Inverters to MV transformers and to POI. Includes auxiliary power and communication cables	Owner	GE
47	Provide metering and/or protection relay cabinet	Owner	Owner
48	Provide AC Balance of Plant (BOP) Equipment	Owner	GE

yes

Part IV: Project Execution and Installation			
49	Transportation of all BESS equipment to site	GE	GE
50	Site technical assistance during BESS Installation	GE	GE
51	Equipment crane, unloading/Installation rigging and other special equipment	Owner	GE
52	BESS equipment receiving and staging at site	GE	GE
53	Physical placement of BESS equipment at its installation locations, setting and anchoring in place	Owner	GE
54	Installation of racks, battery modules, rack switchgear, and interface equipment into the building, including interconnection cables	Owner	GE
55	DC cabling installation from battery enclosure(s) to inverters, AC cabling from inverters to MV transformers and to POI. Includes auxiliary power and communication cables	Owner	GE
56	System integration with operator's SCADA system	GE	GE
57	Verification testing and start up procedures - battery system including inverters and system-level control and isolation transformers	GE	GE
58	Verification tests and certification of AC BOP equipment	Owner	GE
59	Commissioning of battery system including inverters and system-level control	GE	GE
60	Final BESS system verification tests	GE	GE
Part V: Completion/End of Life Works			
61	Site finish and waste clean-up	Owner	GE
62	Documentation: O&M manuals, as-built drawings, recommended spare parts list, final test reports, SDS	Owner	GE
63	Operation and maintenance training	GE	GE
64	Operation and maintenance special tools	GE	GE
65	Disposal at end-of-life of GE-supplied batteries	GE	GE

Comisionamiento

Un representante de GE se encargará del BESS en el sitio de acuerdo con los procedimientos de GE y los procesos de garantía de calidad de la siguiente manera:

- Energizar la alimentación de CA a todo el sistema y realizar comprobaciones operativas
- Verificar que el sistema de administración de batería del sistema (SMBS) esté operativo
- Verificar que las comunicaciones entre el módulo individual BMS y el SBMS
- Verificar la comunicación y la funcionalidad de los comandos de desconexión y parada de emergencia
- Realizar comprobaciones de estado de carga (SoC)
- Realice el ciclo de mantenimiento y verifique que el sistema funcione sin fallas
- Realizar comprobaciones de seguridad del sistema (E-Stops, viajes, reinicios de viaje, etc.)
- Prueba completa del rendimiento y fiabilidad del sistema
- Entrenamiento completo del operador propietario

El plan de puesta en marcha BESS completo verifica toda la funcionalidad del sistema para ayudar a garantizar la correcta comunicación y rendimiento

Programa típico del proyecto

El programa del proyecto depende del número de factores, incluyendo el tamaño del sistema, configuración, división de responsabilidades, etc. Los siguientes lineamientos son aproximaciones. Proyectos más grandes o no comunes pueden tomar más tiempo.

yes

Deliverable	Months from Notice to Proceed (NTP)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Design & Engineering, Document Submittal	█	█	█	█						
Long Lead Time Equipment Delivery		█	█	█	█	█	█	█		
Final Mobilization Plans/Permits			█	█	█	█				
Site Mobilization/Civil Works						█	█	█		
Receive Equipment at Site								█		
Installation								█	█	█
Subsystem/Commissioning Tests									█	█
Handoff to Operator (COD)										█

Inspección y mantenimiento

Mantenimiento planificado y preventivo

El equipo de servicios de almacenamiento de energía de GE proporciona operaciones flexibles y personalizadas de mantenimiento y soporte que se adecuan a tus necesidades. Ofrecemos niveles escalonados de servicio que van desde monitoreo remoto para mantener por completo su sistema BESS.

GE emplea una estrategia integral para evitar el tiempo de inactividad del sistema no programado mediante la ejecución de un cronograma predeterminado de inspecciones específicas y remplazo en partes. El horario de las inspecciones y remplazos se basan en el análisis del tiempo medio a la falla (MTTF). En general el objetivo de tener el servicio del mantenimiento planificado y preventivo es mantener un alto estándar de fiabilidad a través de inspecciones frecuentes del sistema.

GE envía un técnico de servicio en sitio para realizar las tareas de mantenimiento preventivo mencionadas a continuación. La lista completa de tareas con horarios se incluye en el manual de mantenimiento.

- Llevar a cabo una inspección general del equipo eléctrico
- Verificar la integridad del recinto
- Verifique y repare los sellos para hermeticidad
- Inspeccionar por infestación de plagas o crecimiento de vegetación
- Limpiar/ reemplazar la ventilación y los filtros de la carcasa
- Inspeccione los ventiladores del gabinete y el cableado asociado
- Engrase y lubrique las bisagras, las cerraduras y los controles deslizantes según sea necesario
- Inspeccione o pruebe las alarmas (humo, calor, temperatura)
- Inspeccione visualmente todas las conexiones eléctricas de CD de alta potencia
- Inspeccione o pruebe las conexiones a tierra eléctricas
- Llevar a cabo una inspección eléctrica detallada
- Llevar a cabo la verificación eléctrica de la conexión a tierra en todos los módulos
- Retire las cubiertas, limpie el trabajo del bus e inspeccione/ verifique el torque de los sujetadores roscados vitales
- Monitoreo remoto

Yes

El BESS de GE está equipado con habilidad de diagnóstico remoto. Esta característica permite al equipo de servicio global de GE acceder al sistema de almacenamiento de energía las 24 horas del día, los 365 días del año, asegurando un suministro confiable en respuesta a las demandas del usuario.

Solución de problemas de soporte

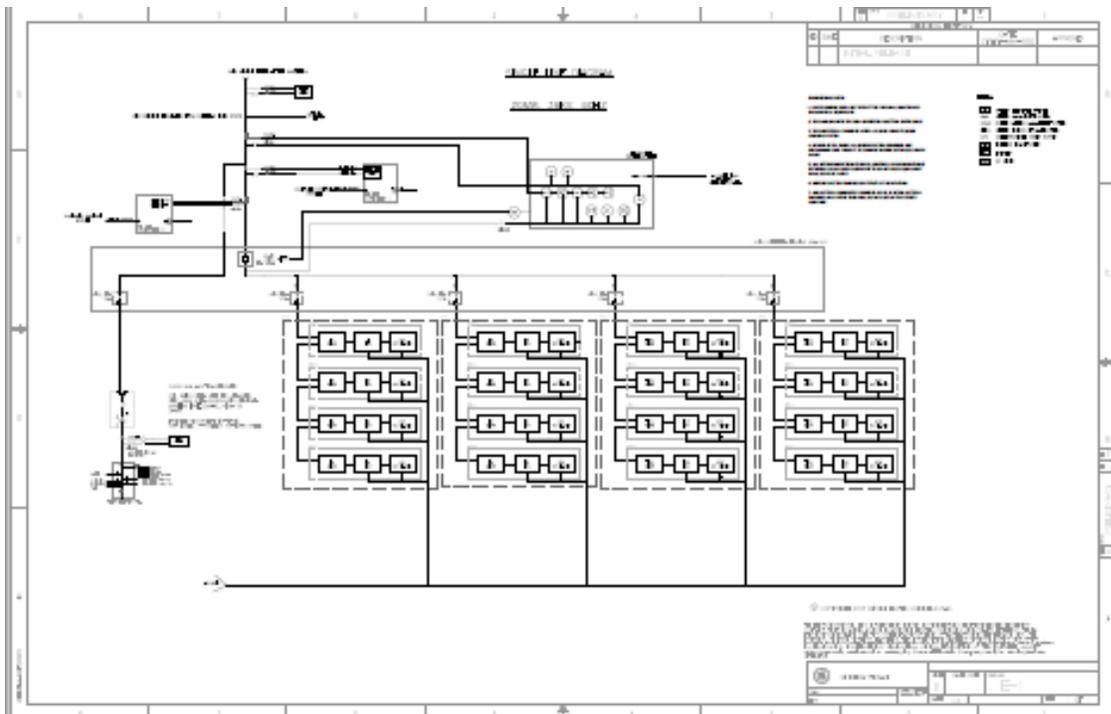
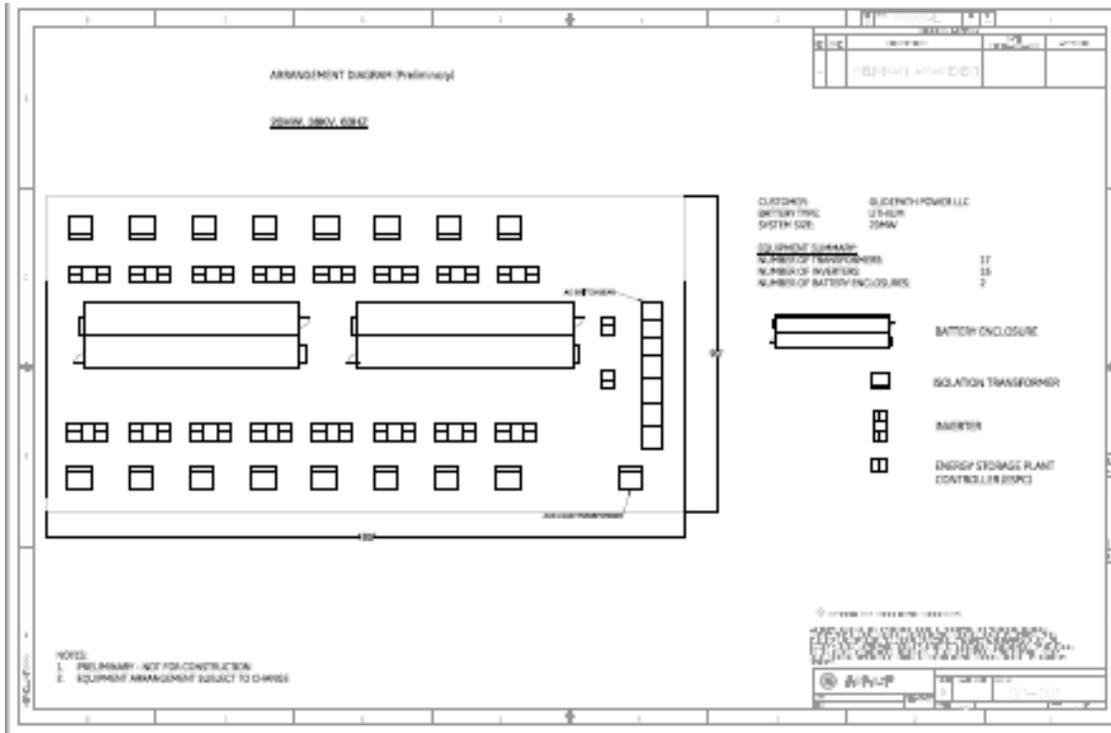
Nos enorgullece nuestro equipo global de ingenieros altamente capacitados y graduados que son expertos en diseño, optimización de procesos, gestión de proyectos, operaciones prácticas y operaciones de campo de mantenimiento. El equipo de ingeniería global de GE, ubicado en nuestra sede Schenectady, N.Y., proporciona soporte fuera del sitio según sea necesario.

Piezas de repuesto

El servicio de repuesto de GE ofrece un alto nivel de disponibilidad. Esto se logra colocando piezas de repuesto recomendadas en el sitio para garantizar la disponibilidad inmediata en el evento de emergencia. Además, se tiene a la mano un suministro de materiales, hardware diverso y un buen inventario de herramientas de mantenimiento. GE también mantiene una lista actualizada de proveedores y contratistas cuyos servicios pueden ser necesarios en caso de emergencia. Una lista de piezas de repuesto recomendadas se proporciona con cada configuración.

Glosario de términos

Term	Definition
Battery Energy Storage System (BESS)	An engineered equipment package that consists of battery modules, Battery Management System (BMS), Multi-Battery Manager (MBM), Power Conversion System (PCS), Isolation transformer, and Energy Storage Plant Controller (ESPC).
Battery Management System (BMS)	The component of the BESS that 1) monitors and controls individual battery modules, and 2) communicates with the Multiple Battery Manager (MBM) which aggregates hundreds of individual battery modules into a "battery" unit.
Battery Module	An individual battery tray. Size, chemistry and manufacturer may vary depending on the needs of each project.
Battery Rack	A mechanical support structure used to house the battery modules. The rack holds the batteries as well as the required mechanical restraints, communication cabling and DC bus power connections.
Dispatcher	A unit coordinator that synchronizes activity between a set of battery modules and their associated inverter.
Energy Storage Plant Controller (ESPC)	GE's site controller offering.
Engineered Equipment Package (EEP)	Scope of supply in which GE provides owner specific engineered system equipment, along with installation guidelines.
Engineering, Procurement and Construction (EPC)	Scope of supply in which GE is responsible for complete project scope, including design, engineering, supply, installation, and commissioning.
Inverter	Equipment used to convert direct current (DC) to alternating current (AC). Also known as a power conversion system or PCS.
Multi-Battery Manager (MBM)	The component of the BESS that 1) aggregates hundreds of individual batteries, 2) communicates with the plant controller and 3) coordinates operation limits with the associated PCS.
Point of Interconnection (POI)	The point at which the BESS, and any connected assets, interface with the utility. This is defined in the contract, and typically coincides with the location of the utility meter.
Power Block	The functional collection of the batteries, MBM, power conversion and isolation transformer.
Purpose Built Enclosure (PBE)	Owner-supplied metal building that houses the GE-supplied equipment.
Site Controller	The control system responsible for coordinating performance of individual power units at the plant, as well as system monitoring and user communication/notification. GE's ESPC is the plant control software package.
State of Energy (SOE) State of Charge (SOC)	State of energy (SOE) refers to the amount of usable energy contained within the BESS and is equivalent of a fuel gauge for the energy storage system. It is expressed as a percent of the maximum amount of electric energy a BESS is capable of storing (e.g., 0% SOE = empty; 100% SOE = full).
Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA)	A large scale industrial control system used to coordinate activities across multiple BESS units.



js

Análisis de puntos críticos y riesgos en la ejecución del proyecto: El principal punto de riesgo para el proyecto es no contar con la regulación en materia de almacenamiento y servicios conexos que debe ser emitida por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) porque ello equivaldría a suspender su flujo de ingresos después de ejecutado el recurso que, en su caso, sea recibido por Prodetes.

La acción de mejora propuesta y más viable es utilizar la operación de la planta eficiente y eficazmente por la autoridad reguladora para con ello, emitir la regulación correspondiente en tiempo y forma.

Programa de trabajo (asociado al Plan de Implementación): El plan de implementación, incluyendo todos los trabajos de este proyecto cuenta con un tiempo de ejecución máximo de 12 meses de acuerdo con lo establecido por las Bases del Prodetes. Una de las ventajas de la tecnología propuesta aquí es que la instalación puede realizarse en un tiempo muy corto.

Cronograma_Baterías

May 9, 2018

Tasks

2

Name	Begin date	End date
Información general	3/26/18	3/28/18
Información específica de la propuesta	3/26/18	3/28/18
Plan General del Proyecto	3/29/18	4/30/18
Plan de implementación	3/29/18	4/6/18
Presupuesto de la Propuesta y Plan de Adquisiciones	4/17/18	4/30/18
Carta de Aceptación a las Condiciones de la Convocatoria	5/1/18	5/2/18
Cierre de recepción de las propuestas	5/7/18	5/7/18
Publicación de resultados	6/29/18	6/29/18
Primera fase de implementación	6/30/18	7/31/18
Identificación de permisos y tramitología	6/30/18	7/17/18
Recopilación de normas de aplicación al proyecto	7/18/18	7/26/18
Identificación de agentes clave en el proceso de validación	7/27/18	7/31/18
Seguimiento, recopilación de información	6/30/18	11/29/18
Elaboración de términos de referencia	6/30/18	7/5/18
Licitación de los servicios de ingeniería de detalle	7/6/18	7/28/18
Desarrollo de la ingeniería de detalle	7/30/18	10/6/18
Scouting de proveedores de almacenamiento	10/8/18	10/12/18
Elaboración de términos de referencia y proceso de licitación	10/13/18	11/22/18
Elaboración de comparativo de propuestas	11/23/18	11/28/18
Adjudicación	11/29/18	11/29/18
Salidas a campo	6/30/18	12/31/18
Viajes a Ciudad de México	6/30/18	12/31/18
Primer informe semestral financiero y de adquisiciones	12/1/18	12/31/18
Proceso de interconexión	11/30/18	9/11/19
Análisis de prefactibilidad	11/30/18	12/22/18

Tasks

3

Name	Begin date	End date
Revisión de solicitud (CENACE)	12/24/18	12/28/18
Información adicional	12/29/18	1/3/19
Estudio indicativo	1/4/19	3/2/19
Presentación, Revisión, Aclaraciones y Aprobación del estudio indicativo	3/4/19	3/14/19
Estudio de impacto en el sistema	3/15/19	6/4/19
Presentación, Revisión, Aclaraciones y Aprobación del estudio de impacto en el sistema	6/5/19	6/15/19
Estudio de instalaciones	6/17/19	8/1/19
Presentación, Revisión, Aclaraciones y Aprobación del estudio de instalaciones	8/2/19	8/13/19
Ratificación de interés de celebrar contrato de interconexión	8/14/19	8/24/19
Revisión de requerimientos para formalizar contrato y pago de garantías	8/26/19	8/30/19
Formalización de contrato de interconexión	8/31/19	9/11/19
Segunda fase de implementación	1/1/19	4/5/19
Scouting de proveedores de sistemas	1/1/19	1/5/19
Elaboración de términos de referencia y proceso de licitación	1/7/19	2/9/19
Elaboración de comparativo de propuestas	2/11/19	2/15/19
Adjudicación	2/16/19	2/16/19
Scouting de proveedores de montaje	2/18/19	2/22/19
Elaboración de términos de referencia y proceso de licitación	2/23/19	3/29/19
Elaboración de comparativo de propuestas	3/30/19	4/4/19
Adjudicación	4/5/19	4/5/19
Integración y montaje en sitio	9/12/19	11/2/19
Pruebas de interconexión al sistema	11/4/19	11/26/19
Inicio de operaciones	11/27/19	11/27/19

Control y seguimiento:

Marco normativo: El proyecto requiere de un permiso de generación en virtud de que debe ser reconocida como una central eléctrica que ofrezca de servicios auxiliares o conexos al sistema eléctrico. Asimismo, debe ser reconocida como tal por el CENACE. De la misma manera, deberá cumplir con todos los permisos adyacentes a la implementación de una central eléctrica como son Evaluación de Impacto Social (EVIS) otorgado por la Secretaría de Energía, una evaluación de impacto ambiental (MIA) otorgada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y un aviso de no afectación de patrimonio cultural otorgado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

Adicionalmente, se cumplirá con las metodologías y lineamientos de salvaguardas sociales y medio-ambientales del Banco Mundial, así como con las normativas relacionadas a gestión administrativa y financiera y en materia de adquisiciones.

Adicionalmente, existe un muy amplio análisis de las Bases del Mercado Eléctrico Mayorista, la Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento en todo lo que respecta al tema de almacenamiento de energía, servicios conexos y arbitraje, entre otros que cuentan con posibles implicaciones en el proyecto que ahora se presenta ya sea por la regulación que establecen o por los pendientes regulatorios que logran identificarse. En este sentido, dicho análisis se presenta como anexo.

Impactos del proyecto: Existe una gran cantidad de impactos positivos que pueden ser atribuibles directamente al proyecto que se presenta, estos son de carácter privado y social. Como ya se ha apuntado anteriormente en el documento, el sistema eléctrico de BCS es el más sucio del país y como sistema, también es el más ineficiente debido a que depende absolutamente del consumo de combustibles fósiles de baja calidad como es el combustóleo pero además en una región insular, lo

que implica que todos los combustibles deben ser provistos por mar y ello incrementa de manera muy significativa los costos marginales de generación eléctrica, además de incorporar un componente de incertidumbre debido a que no es posible determinar de manera precisa el comportamiento de los precios de los combustibles en el futuro, a menos que sea recurriendo a la compra de éstos contratando forwards para minimizar el riesgo por alzas significativas, sin embargo, esto también tiene un costo financiero. Por último, pero no menos importante, se trata de un sistema poco resiliente ya que, al tratarse de una región expuesta continuamente a los embates del clima como tormentas, huracanes, entre otros; se cuenta con altas probabilidades de cierre de puertos y accesos por mar lo que hace altamente vulnerable a la región por no poder asegurar la provisión de combustibles hasta ahora indispensables para generar electricidad. Adicionalmente, se trata de una región de gran amplitud longitudinal por lo que la situación actual de grandes concentraciones de generación eléctrica en pocos lugares hace necesario que deba transportarse una gran cantidad de energía eléctrica por medio de líneas de transmisión que también resultan altamente vulnerables ante los embates de la naturaleza que son recurrentes en la región por sus características orográficas naturales.

Al respecto, la implementación de proyectos que apoyen la infraestructura de transmisión y que permitan la implementación de un esquema de generación eléctrica menos concentrada y que permita la penetración de mayores niveles de generación eléctrica mediante el uso de tecnologías más eficientes que las que actualmente se encuentran en operación; tendrán beneficios por menores costos de generación al contar con la operación de tecnologías más eficientes, así como menores costos medioambientales causados por la externalidad negativa que implica la generación eléctrica mediante el uso de combustibles fósiles.

En relación a los costos medioambientales, en mayo de 2017 se presentó el Diagnóstico que se realizó de la calidad de aire prevaleciente en la ciudad de La Paz, el cual se realizó en el marco de los trabajos del PROAIRE por una consultoría independiente (LT Consulting) contratada por la SEMARNAT, dependencia del gobierno federal responsable del PROAIRE. En dicho estudio se identifican los siguientes resultados y cito “Las estaciones de monitoreo de CFE se encuentran ubicadas en el municipio de la Paz, y éstas iniciaron operación el 2005. Es preocupante que a pesar de los pocos datos recabados con este sistema de monitoreo, se hayan presentado días fuera de norma (días malos) para algunos años”. En este sentido, dicha consultoría indicó que se estima un monto por costos derivados de la contaminación de alrededor de dos mil cuatrocientos millones de pesos por año debido a sus implicaciones con la salud de la población de la ciudad de La Paz. El estudio puede ser consultado en la siguiente dirección electrónica: <http://www.cerca.org.mx/uncategorized/proaire-la-paz/>

APARTADO X. VIABILIDAD ECONÓMICA

PRESUPUESTO

En esta sección se presenta un desglose del presupuesto total que representa la instalación y puesta en operación de una planta de almacenamiento de energía eléctrica con baterías de ion-litio para entregar servicios conexos al sistema eléctrico de Baja California Sur (BCS).

Por un lado, se presenta el desglose del recurso que se obtenga por medio de Prodetes definiendo cada concepto en el que será destinado dicho fondeo. Por el otro lado, se define el costo total de

proyecto, desglosando los conceptos relacionados con la contrapartida que consiste en todo lo necesario para la instalación y puesta en operación de la planta motivo de esta propuesta.

PRESUPUESTO RECURSO PRODETES	
Concepto	Montos en US\$
Registro de patentes y propiedad intelectual	\$ -
Asesorías y consultorías (IDT)	\$ 300,000
Estudios comparativos tecnológicos	\$ 50,000
Investigadores	\$ 150,000
Equipamiento y dispositivos	\$ 1,305,000
Promoción y diffusion	\$ 100,000
Pasajes y viáticos	\$ 80,000
Costos incrementales (gastos de operación)	\$ 15,000
Otros gastos de contra-partida	\$ -
Recurso de Prodetes destinado a la propuesta	\$ 2,000,000

Tabla 20. Desglose según concepto del recurso obtenido por Prodetes para la instalación y puesta en operación de la planta de almacenamiento de energía eléctrica para entregar servicios conexos al sistema eléctrico de BCS.

Gastos de Contrapartida	Montos en US\$
Sueldos y salarios del personal perteneciente al Aspirante o a alguna de las instituciones vinculadas a la realización del proyecto	\$ 2,250,000
Becas a estudiantes o integrantes del equipo del Aspirante	\$ 5,000
Obra civil	\$ 5,000,000
Contratación de la fianza de garantía	\$ -
Permisos en materia energética, ambiental y social	\$ 150,000
Costos incrementales (gastos de operación) previos a la firma del convenio de Asignación de Recursos	\$ 10,000
Gastos de recepción y hospitalidad	\$ 5,000
Compra de terrenos o edificios, incluyendo cualquier renovación	\$ 2,430,000
Todas las actividades que se encuentran restringidas en el Marco de Gestión Ambiental y Social	\$ 150,000
Costos por adquisición de la tecnología (solo se asume una porción de los 2mdd por parte del Prodetes)	\$ 38,000,000
Costo Total del Proyecto en Contrapartida	\$ 48,000,000

Tabla 21. Desglose según concepto del recurso obtenido por Prodetes para la instalación y puesta en operación de la planta de almacenamiento de energía eléctrica para entregar servicios conexos al sistema eléctrico de BCS.

Así, tenemos que el costo total del proyecto para la implementación de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica con baterías correspondiente a una capacidad instalada de

20MW con tiempo de carga y descarga de energía equivalente a 6 horas; es de 50 millones de dólares. Sin embargo, la presente propuesta radica en que la inversión de la planta se realice por una empresa privada, la cual operará dicha planta y con el recurso de Prodetes se pretende destinarlo a pagar los servicios conexos entregados por la planta al sistema eléctrico de BCS, los cuales deberán ser reconocidos por el CENACE y no irá más allá de lo equivalente a 1,420,000 dólares durante el primer año de operación mientras tanto se termina la regulación en materia de almacenamiento y servicios conexos en proceso. A partir de que sea publicada la regulación en comento, la empresa operadora de la planta de almacenamiento tendrá que entrar al mercado bajo las reglas definidas en condiciones de plena competencia económica.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Principales supuestos del modelo económico y financiero.

- Se modeló una planta de almacenamiento de energía eléctrica con una capacidad instalada equivalente a 20MW y 6 horas de carga-descarga.
- Se modelaron ingresos por la entrega de servicios conexos hasta ahora reconocidos por el CENACE y cuya información se encontró completa para el año 2017.
- Se modelaron ingresos supuestos de, al menos, lo que se obtendría de la información disponible por los servicios conexos reconocidos hasta ahora por el CENACE cuya información se tiene completa hasta 2017. Estos ingresos se suponen a partir del año 3 de operación del sistema debido a que el primer año solo se entregará la porción correspondiente al recurso de Prodetes y no existe regulación asociada.
- Se suponen beneficios asociados a costos asociados a impactos negativos en la salud de acuerdo al Diagnóstico del PROAIRE de la ciudad de La Paz presentada en mayo de 2017 y cuya monetización equivalente se estimó en 2,400 millones de pesos. Disponible en <http://www.cerca.org.mx/uncategorized/proaire-la-paz/>
- Se supone un tipo de cambio equivalente a 18.5 pesos por dólar.
- Se supone una tasa inflacionaria equivalente a 5.5% anual.
- Se supone una vida útil del proyecto de 15 años.
- Se supone la entrada de 50MW nuevos en sistemas de generación eléctrica con tecnología renovable intermitente, lo que implica un ahorro en costos de generación equivalente a 100 pesos por MWh vendido de acuerdo al promedio de las 4 horas de mayor radiación solar en la región. La estimación se hizo con datos reales de PML para todo 2017 publicados por el CENACE.
- Se supone un costo por operación y mantenimiento del sistema equivalente al 3% de la inversión anual.
- Se supone un costo financiero equivalente al 18.5% de la inversión anual.

Los resultados del estudio socioeconómico realizado son los siguientes:

VAN	\$14,088,924,579
TIR	167%

Los resultados del estudio económico-financiero para el inversionista privado son los siguientes:

VAN	\$1,531,185,032
TIR	42%

Análisis de Sensibilidad

Sensibilidad en relación a ingresos.

Socioeconómico

Menos 5% ingresos	VAN	TIR
	\$13,220,032,424	160%
Menos 10% ingresos	VAN	TIR
	\$12,359,058,049	153%
Menos 15% ingresos	VAN	TIR
	\$11,506,001,453	146%
Menos 20% ingresos	VAN	TIR
	\$10,660,862,636	139%
Menos 30% ingresos	VAN	TIR
	\$8,994,338,339	124%

Privado

Menos 5% de ingresos	VAN	TIR
	\$ 1,290,179,855	39%
Menos 10% de ingresos	VAN	TIR
	\$ 1,057,092,457	36%
Menos 15% de ingresos	VAN	TIR
	\$ 831,922,838	32%
Menos 20% de ingresos	VAN	TIR
	\$ 614,670,998	29%
Menos 30% de ingresos	VAN	TIR
	\$ 203,920,656	22%

Sensibilidad a costos

Socioeconómico

Más 5% costos	VAN	TIR
	\$14,042,210,165	166%
Más 10% costos	VAN	TIR
	\$13,995,788,639	165%

yes

Más 15% costos	VAN	TIR
	\$13,945,654,286	165%
Más 20% costos	VAN	TIR
	\$13,903,801,540	164%
Más 30% costos	VAN	TIR
	\$13,812,919,307	162%

Privado

Más 5% costos	VAN	TIR
	\$ 1,490,913,248	41%
Más 10% costos	VAN	TIR
	\$ 1,450,934,351	41%
Más 15% costos	VAN	TIR
	\$ 1,411,242,628	40%
Más 20% costos	VAN	TIR
	\$ 1,371,832,511	39%
Más 30% costos	VAN	TIR
	\$ 1,293,835,537	38%

ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS Y RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

FASE DE INALACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA				
RIESGO	DESCRIPCIÓN	FACTORES QUE LO ORIGINAN	EFFECTOS QUE PUEDEN PROVOCAR	FACTOR MITIGANTE
Incumplimiento de emisión de regulación en máximo un año	El proyecto es particularmente sensible a los ingresos que obtenga y la mayor parte de los privados dependen de la regulación que emita la CRE en torno a las tarifas reguladas de servicios conexos y almacenamiento	Falta de experiencia del regulador o tiempos burocráticos/administrativos	Merma significativa en el nivel de ingresos para el (los) operador(es) de la planta de almacenamiento de energía eléctrica en la región.	Realizar un esquema de seguimiento y supervisión del operador, CENACE y CRE para que la información de la operación de la planta fluya eficazmente. Formar un grupo de trabajo donde confluyan CRE, CENACE, SENER, CERCA, entre otros; con el objetivo de dar seguimiento puntual al proceso que siga la regulación.
FASE DE OPERACIÓN				
RIESGO	DESCRIPCIÓN	FACTORES QUE LO ORIGINAN	EFFECTOS QUE PUEDEN PROVOCAR	FACTOR MITIGANTE
Calidad del agua por debajo de la establecida	Riesgo de que los equipos no funcionen adecuadamente	Fallas en equipo o en la integración del mismo.	Sobrecostos en operación o fallas del sistema.	Monitoreo de la calidad de aguas en fase de montaje del proyecto.
RIESGOS GENERALES DEL PROYECTO				
RIESGO	FACTORES QUE LO ORIGINAN	EFFECTOS QUE PUEDEN PROVOCAR	FACTOR MITIGANTE	
Divisa	Riesgo de que fluctuaciones en el tipo de cambio tengan impacto en el coste de bienes importados requeridos para las fases de integración	Factores exógenos al proyecto	Sobrecostos en adquisición de equipos	Estimación conservadora de proyecto en la que se incluya el sobrecosto inicial
Inflación	Riesgo de que la inflación afecte algunos capítulos del presupuesto	Inflación creciente	Sobrecostos	Se ha sido conservador en los supuestos de estimación del presupuesto

yes

APARTADO XI. POTENCIAL DE MERCADO

MODELO DE NEGOCIO, PROPUESTA DE VALOR, ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA, DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DEL MERCADO OBJETIVO, ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD, ANÁLISIS DE LA DEMANDA, ANÁLISIS DE COMERCIALIZACIÓN, POTENCIALES CLIENTES.

El presente apartado se resume en un diagrama de acuerdo a lo definido por la metodología CANVAS. A continuación se presenta un resumen y también se anexa en un documento aparte en formato pdf.

<p>Aliados Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> SECRETARÍA DE ENERGÍA CENACE CRE NREL EPRI 	<p>Actividades Clave</p> <p>¿Cuáles son las actividades y procesos clave en el modelo de negocio?</p> <p>Implementación de un proyecto sin precedentes en México para apoyar la regulación en proceso.</p> <p>Colaboración cercana con CENACE y CRE</p>	<p>Propuesta de Valor</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar un proyecto sin precedentes en México utilizando tecnología de punta Ofrece beneficios directamente a la red eléctrica, haciéndola más flexible y permitiendo una mayor penetración de tecnologías intermitentes. 	<p>Relaciones con los Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> Generar una red clientes virtual y una batería de eventos (invitaciones) anuales por zona geográfica Abrir herramienta de visualización de generación y consumo para todos los clientes con el fin de identificar desviaciones y conocer mejor su sistema (Virtualización). Esta herramienta permitirá identificar ineficiencias y defectos del sistema. Organización de cursos de actualización en tecnologías verdes Impulsar la creación de una certificación de autoabastecimiento sustentable con entidades de gobierno e incluso internacional como U. S. Green Building Council (USGBC) 	<p>Segmentos de Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> Dirección de Operación del Centro Nacional para el Control de la Energía (CENACE) Unidad de Electricidad en la Comisión Reguladora de Energía (CRE) Plantas FV de Sol de Insurgentes, Aura Solar III de Grupo GAUSS, Grupo Tech Planta eólica de Energía Voleta Otras plantas con tecnología renovable intermitente a ser instalada en la región. Sistemas a nivel de generación distribuida a ser instalados en la región con tecnología renovable intermitente.
<p>Estructura de Costos</p> <ul style="list-style-type: none"> Ingeniería de detalle para el desarrollo del proyecto adaptado al cliente (condicionantes de la localización del proyecto) Adquisición, transporte y montaje de la planta (todos incluidos en cotizaciones de proveedores) Servicio Post-venta de monitoreo de proyectos in situ (comissioning y Monitoreo) 		<p>Fuentes de Ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> Venta de servicios conexos a la red eléctrica. Servicios NO regulados por la CRE Venta de servicios conexos entregados a la red eléctrica de BCS. Servicios conexos regulados por la CRE. Arbitraje de energía de acuerdo a comportamiento de PML en la región Ajuste de frecuencia y voltaje para plantas con tecnologías intermitentes en la región bajo esquemas de contratos bilaterales. 		

APARTADO XII. NIVEL Y TIPO DE COFINANCIAMIENTO

El presupuesto total del proyecto, de acuerdo a cotizaciones realizadas y a supuestos paramétricos, es de alrededor de 50 millones de pesos, por lo que si se accediera al máximo posible por parte de Prodetes en la categoría oro equivalente a 2 millones de dólares, el cofinanciamiento sería de 48 millones de dólares aproximadamente.

yes

SECCIÓN 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Plan de implementación que integre los alcances, tiempos y costos de las principales etapas del proyecto, identificar claramente los entregables y tiempos de ejecución de cada una de ellas.

Cronograma_Baterías

May 9, 2018

Tasks

2

Name	Begin date	End date
Información general	3/26/18	3/28/18
Información específica de la propuesta	3/26/18	3/28/18
Plan General del Proyecto	3/29/18	4/30/18
Plan de implementación	3/29/18	4/6/18
Presupuesto de la Propuesta y Plan de Adquisiciones	4/17/18	4/30/18
Carta de Aceptación a las Condiciones de la Convocatoria	5/1/18	5/2/18
Cierre de recepción de las propuestas	5/7/18	5/7/18
Publicación de resultados	6/29/18	6/29/18
Primera fase de implementación	6/30/18	7/31/18
Identificación de permisos y tramitología	6/30/18	7/17/18
Recopilación de normas de aplicación al proyecto	7/18/18	7/26/18
Identificación de agentes clave en el proceso de validación	7/27/18	7/31/18
Seguimiento, recopilación de información	6/30/18	11/29/18
Elaboración de términos de referencia	6/30/18	7/5/18
Licitación de los servicios de ingeniería de detalle	7/6/18	7/28/18
Desarrollo de la ingeniería de detalle	7/30/18	10/6/18
Scouting de proveedores de almacenamiento	10/8/18	10/12/18
Elaboración de términos de referencia y proceso de licitación	10/13/18	11/22/18
Elaboración de comparativo de propuestas	11/23/18	11/28/18
Adjudicación	11/29/18	11/29/18
Salidas a campo	6/30/18	12/31/18
Viajes a Ciudad de México	6/30/18	12/31/18
Primer informe semestral financiero y de adquisiciones	12/1/18	12/31/18
Proceso de interconexión	11/30/18	9/11/19
Análisis de prefactibilidad	11/30/18	12/22/18

Tasks

2

Name	Begin date	End date
Información general	3/26/18	3/28/18
Información específica de la propuesta	3/26/18	3/28/18
Plan General del Proyecto	3/29/18	4/30/18
Plan de implementación	3/29/18	4/6/18
Presupuesto de la Propuesta y Plan de Adquisiciones	4/17/18	4/30/18
Carta de Aceptación a las Condiciones de la Convocatoria	5/1/18	5/2/18
Cierre de recepción de las propuestas	5/7/18	5/7/18
Publicación de resultados	6/29/18	6/29/18
Primera fase de implementación	6/30/18	7/31/18
Identificación de permisos y tramitología	6/30/18	7/17/18
Recopilación de normas de aplicación al proyecto	7/18/18	7/26/18
Identificación de agentes clave en el proceso de validación	7/27/18	7/31/18
Seguimiento, recopilación de información	6/30/18	11/29/18
Elaboración de términos de referencia	6/30/18	7/5/18
Licitación de los servicios de ingeniería de detalle	7/6/18	7/28/18
Desarrollo de la ingeniería de detalle	7/30/18	10/6/18
Scouting de proveedores de almacenamiento	10/8/18	10/12/18
Elaboración de términos de referencia y proceso de licitación	10/13/18	11/22/18
Elaboración de comparativo de propuestas	11/23/18	11/28/18
Adjudicación	11/29/18	11/29/18
Salidas a campo	6/30/18	12/31/18
Viajes a Ciudad de México	6/30/18	12/31/18
Primer informe semestral financiero y de adquisiciones	12/1/18	12/31/18
Proceso de interconexión	11/30/18	9/11/19
Análisis de prefactibilidad	11/30/18	12/22/18

SECCIÓN 5. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA Y PLAN DE ADQUISICIONES

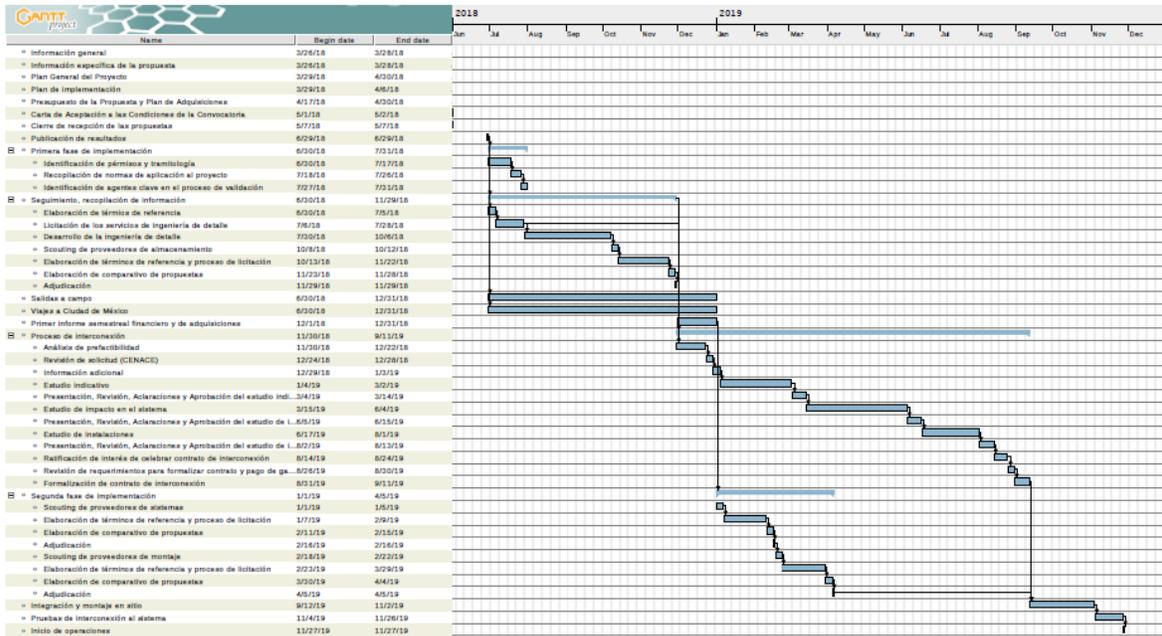
Año	Desde Segundo Semestre 2018
Inversión	Hasta Primer Semestre de 2019
Planta de almacenamiento de energía eléctrica con tecnología de baterías de ion-litio de 20MW de capacidad instalada y 6 horas de descarga. Equivale a 120MWh de energía equivalente	\$ 925,000,000
Costos administración Prodetes para CERCA	\$ 2,590,000
TOTAL de egresos en un máximo de 12 meses a partir de la entrega del premio Prodetes	\$ 927,590,000

Cronograma_Baterías

May 9, 2018

Gantt Chart

4



yes

SECCIÓN 6. CARTA DE ACEPTACIÓN A LAS CONDICIONES DE LA CONVOCATORIA.

CARTA DE ACEPTACIÓN DE TÉRMINOS Y CONDICIONES PARA PARTICIPAR EN EL PREMIO PRODETES

La Paz, Baja California Sur a 14 de mayo de 2018

Por medio de la presente, manifiesto bajo protesta de decir verdad que toda la información descrita en mi solicitud es verídica, comprobable y confidencial; que no tengo adeudos o conflictos planteados ante otras dependencias públicas, técnicas, administrativas y judiciales de proyectos apoyados en el marco de otros programas, incluyendo fondos regulados en la Ley de Ciencia y Tecnología.

Asimismo, he leído y entendido los lineamientos establecidos en la “Guía Operativa para la Implementación de los Premios GEF - SENER a Tecnologías Verdes” y las Bases de la Convocatoria.

En caso de resultar ganador del Premio, me comprometo a aceptar los lineamientos operativos del Premio correspondiente que se presentan a continuación:

- * Bases de la Convocatoria.
- * Guía Operativa para la implementación de los Premios.
- * Marco de Gestión Ambiental y Social.
- * Términos de Confidencialidad y Propiedad Intelectual descritos en la Guía Operativa (7.2 y 7.3).
- * Prácticas de Adquisiciones y Contrataciones del Banco Mundial.
- * Políticas de Fraude y Corrupción del Banco Mundial.
- * Aceptación de la contratación de una fianza que cubra por lo menos el 10% del costo total del Premio.
- * Compromiso de entregar convenio de colaboración en la fecha de la firma del Convenio de Asignación de Recursos (Solo para esquema CCEL)



CRUZ YOLANDA CHÁVEZ
CUNNINGHAM
REPRESENTANTE LEGAL