



**INSTRUCCIÓN TÉCNICA RGR N°06/2021:
DISEÑO Y EJECUCIÓN DE INSTALACIONES DE
SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA A
TRAVÉS DE BATERÍAS EN INSTALACIONES
ELÉCTRICAS.**

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. OBJETIVO..... | 3 |
| 2. ALCANCE Y GENERALIDADES | 3 |
| 3. REFERENCIAS NORMATIVAS | 4 |
| 4. ABREVIACIONES Y DEFINICIONES | 6 |
| 5. DISPOSICIONES GENERALES | 13 |
| 6. CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN | 15 |
| 7. PELIGROS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO | 17 |
| 8. UBICACIÓN DEL BESS | 19 |
| 9. REQUISITOS DEL RECINTO Y ESTRUCTURA DE SOPORTE | 22 |
| 10. CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN | 25 |
| 11. EQUIPOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA (PCE)..... | 27 |
| 12. SISTEMAS DE BATERÍAS | 31 |
| 13. PROTECCIONES ELÉCTRICAS | 35 |
| 14. PUESTA A TIERRA..... | 37 |
| 15. ROTULACIÓN Y SEÑALIZACIÓN | 38 |
| 16. DOCUMENTACIÓN, INSPECCIÓN Y PUESTA EN MARCHA | 41 |
| ANEXO N° 1 | 44 |
| ANEXO N° 2 | 48 |
| ANEXO N° 3 | 51 |
| ANEXO N° 4 | 53 |
| ANEXO N° 5 | 54 |
| ANEXO N° 6 | 56 |
| ANEXO N° 7 | 57 |
| ANEXO N° 8 | 58 |
| ANEXO N° 9 | 59 |
| ANEXO N° 10 | 62 |
| ANEXO N° 11 | 65 |
| ANEXO A..... | 66 |
| ANEXO B..... | 71 |
| ANEXO C | 73 |
| ANEXO D | 74 |

1. OBJETIVO

Acotar los requerimientos que se deben observar para el diseño, ejecución, inspección y mantención de instalaciones de almacenamiento de energía a través de baterías en instalaciones eléctricas que se comunican a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, con el fin de entregar un servicio eficiente y de salvaguardar la seguridad de las personas que las operan o hacen uso de ellas.

2. ALCANCE Y GENERALIDADES

2.1 Alcance

Esta instrucción técnica establece los requisitos generales de instalación y seguridad para los sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS), lo que incluye tanto al sistema de baterías propiamente tal (BS) como los equipos electrónicos a los que éste se conecta (PCE) para la conversión de energía y suministro a otras partes de la instalación de consumo.

Las disposiciones de esta instrucción técnica son aplicables tanto para los BESS conectados a la red de distribución, con o sin inyección a la red, así como a instalaciones aisladas de la red.

En esta instrucción técnica se regulan los siguientes componentes del BESS:

- a) BESS integrados ensamblados
- b) BS ensamblados
- c) BS no ensamblados
- d) Inversores que gestionan el almacenamiento de energía a través de baterías para los sistemas indicados anteriormente en su interacción con el BS.
- e) Controladores de carga en su interacción con el BS.

Esta instrucción no será aplicable a los BESS en los siguientes tipos de instalación:

- a) Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) integrados ensamblados.
- b) Sistemas de emergencia definidos en el Pliego Técnico RIC N°08 de esta Superintendencia.
- c) Aplicaciones de telecomunicaciones.
- d) Vehículos eléctricos.
- e) Equipamiento portátil.

2.2 Aplicación

Esta Instrucción técnica se entenderá como complementaria a los siguientes documentos normativos:

- a) Instrucciones técnicas RGR emitidas por la SEC, cuando la instalación de un sistema de almacenamiento a través de baterías forma parte de un sistema de Generación Distribuida para el autoconsumo conectado a la red.
- b) Instructivos técnicos de carácter general de instalaciones aisladas de las redes de distribución que dicte la Superintendencia (ITG), cuando la instalación de un sistema de almacenamiento a través de baterías forma parte de una instalación aislada de la red.
- c) El Pliego Técnico Normativo RIC N°09 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía, cuando la instalación de un sistema de almacenamiento a través de baterías forma parte de una instalación de sistemas de autogeneración.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las normas técnicas a las que se hace referencia a continuación son parte integrante de la presente norma y solo deben ser aplicadas en los puntos en los cuales son citadas.

- 3.1 **IEC 60269-1: 2014:** Low voltage fuses - Part 1: General requirements
- 3.2 **IEC 60896-21:2004:** Stationary lead-acid batteries. Part 21: Valve Regulated Types – Method of test
- 3.3 **IEC 60896-22:2004:** Stationary lead-acid batteries. Part 22: Valve Regulated Types – Requirements
- 3.4 **IEC 60947-2:2019:** Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers.
- 3.5 **IEC 60947-3:2015:** Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units.
- 3.6 **IEC 61851-1:2017:** Electric Vehicle Conductive Charging System - Part 1: General Requirements
- 3.7 **IEC 61851-23:2014:** Electric Vehicle Conductive Charging System - Part 23: DC Electric Vehicle Charging Station
- 3.8 **IEC 62116:2014:** Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measures.
- 3.9 **IEC 62040-1:2017:** Uninterruptible Power Systems (UPS) - Part 1: Safety Requirements.
- 3.10 **IEC 62485-2:2010:** Safety requirements for secondary batteries and battery installations. Part 2: Stationary Batteries.
- 3.11 **IEC 62619:2017:** Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications
- 3.12 **IEC 62909-2:2019:** Bi-directional grid-connected power converters – Part 2: Interface of GCPC and distributed energy resources
- 3.13 **UL 1741: 2010:** Standard for Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use with Distributed Energy Resources
- 3.14 **UL 1973: 2018:** Standard for batteries for use in stationary, vehicle auxiliary power and light electric rail (LER) applications
- 3.15 **UL 9540: 2020:** Standard for Energy Storage Systems and Equipment.
- 3.16 **NCh 433.Of96:** Norma Chilena de Diseño sísmico de edificios.
- 3.17 **NCh 2369.Of2003:** Norma Chilena de Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.

- 3.18 **Norma técnica Netbilling:** Norma técnica de conexión y operación de equipamiento de generación, emitida por la Comisión Nacional de Energía, sus modificaciones o disposición que la reemplace.
- 3.19 **RIC:** Reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 08, de 2019, del Ministerio de Energía.

Nota: Para la aplicación de esta instrucción se podrá utilizar, en reemplazo de las normas IEC, las normas UNE equivalentes.

4. ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

4.1 ABREVIACIONES

Para la aplicación del presente Instructivo, las siguientes abreviaciones tendrán el significado que a continuación se indica:

ATS: Interruptor de transferencia automática, conocido por sus siglas en inglés (Automatic Transfer Switch)

BESS: Sistema de almacenamiento de energía a través de baterías conocido por sus siglas en inglés BESS (Battery Energy Storage System)

BMS: Sistema de gestión de baterías conocido por sus siglas en inglés BMS (Battery Management System).

BS: Sistema de Baterías conocido por sus siglas en inglés BS (Battery System).

CA: Corriente Alterna

CC: Corriente Continua

IEC: International Electrotechnical Commission, Comisión Electrotécnica Internacional

N.A.: Nota Aclaratoria

NTD: Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución

PCE: Equipo de Conversión de Energía, conocido por sus siglas en inglés (Power Conversion Equipment).

RIC: Reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica aprobado por el Decreto Supremo N°8/2019 del Ministerio de Energía

TTA: Tablero de Transferencia Automática

Superintendencia: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

VRLA: Batería de plomo ácido regulada por válvula por sus siglas en inglés VRLA (Valve Regulated Lead Acid).

4.2 TERMINOLOGÍA

Para efectos de la aplicación del presente instructivo, se establecen las siguientes definiciones:

- 4.2.1 **Accesorios:** Son los elementos suministrados con una batería, módulo de batería o sistema de batería para facilitar el funcionamiento continuo del sistema de baterías.
N.A.: Estos accesorios incluyen conectores, pernos y tuercas de conexión e hidrómetros, entre otros.
- 4.2.2 **Batería primaria:** Unidad que consiste en una o más celdas de almacenamiento de energía conectadas en serie, disposición paralela o en serie paralela, y que no está diseñada para ser recargada eléctricamente.
- 4.2.3 **Batería secundaria:** Unidad que consiste en una o más células de almacenamiento de energía conectadas en serie, disposición paralela o en serie paralela, y que puede ser recargada para su uso cíclico. En este instructivo se entenderá como “batería” a una batería secundaria, cuya química o tecnología es iones de litio o plomo ácido en sus diferentes variaciones.
- 4.2.4 **Batería de iones de litio:** Batería cuyas celdas contienen un electrolito de sales de litio.
N.A.: una batería de iones de litio no contiene litio metálico.
- 4.2.5 **Batería de plomo ácido:** Batería en la que los electrodos de las celdas están hechos principalmente de plomo y el electrolito es una solución de ácido sulfúrico.
- 4.2.6 **Batería de plomo ácido regulada por válvula:** Son aquellas baterías cerradas en condiciones normales pero que tienen un dispositivo que permite el escape de gas si la presión supera un valor predeterminado. Estas baterías son conocidas por sus siglas en inglés VRLA (Valve Regulated Lead Acid).
N.A.: Estas celdas tienen un electrolito inmovilizado para evitar derrames y permitir la recombinación de oxígeno en el electrodo negativo.
- 4.2.7 **Batería AGM (Absorbed Glass Mat):** Batería VRLA que utiliza un separador de fibra de vidrio para absorber el electrolito.
- 4.2.8 **Batería GEL:** Batería VRLA que incorpora polvo de sílice en el electrolito a fin de gelificarlo.
- 4.2.9 **Batería estacionaria de placa tubular (OPz):** Es aquella batería de plomo ácido diseñada para aplicaciones estacionarias (sin movimiento) en que los electrodos son tubulares. Se conocen por sus siglas en alemán OPz (Ortfeste Panzerplatte). Para efectos de esta instrucción técnica sólo se considerarán las celdas (2V) o baterías del tipo OPzV (Ortfeste Panzerplatte Verschlossen), que corresponden a celdas o baterías estacionarias de placa tubular, selladas, VRLA con electrolito GEL.
- 4.2.10 **Batería monoblock:** Batería de plomo ácido compuesta por varias celdas de 2 V de tensión nominal conectadas en serie, conformando un solo bloque con dos terminales o bornes de conexión: uno positivo y uno negativo. La tensión nominal más común para este tipo de baterías es de 12 V, es decir 6 celdas conectadas en serie.
- 4.2.11 **Banco de baterías:** Baterías o módulos de batería conectados en serie y/o en paralelo para proporcionar la tensión, corriente y capacidad de almacenamiento requeridas dentro de un sistema de baterías (BS), y cumplir con los requisitos del equipo de conversión de energía asociado (PCE) y de la propia instalación.

- 4.2.12 **Capacidad de almacenamiento de energía o capacidad energética:** Es la cantidad de energía que es capaz de almacenar una celda, módulo de batería, batería o banco de baterías expresada en kilowatt-hora [kWh]. Para efectos de este instructivo, deberá entenderse que la capacidad energética nominal de baterías de plomo ácido se obtiene de la multiplicación de la capacidad C10 con la tensión nominal, mientras que, para las baterías de iones de litio, la capacidad en kWh será la capacidad nominal indicada por el fabricante.
N.A.: Para efectos de determinar la capacidad nominal de un banco de baterías, se deberá determinar en primera instancia la capacidad nominal de cada batería en kWh y posteriormente multiplicarlo por la cantidad de baterías que conforman el banco.
- 4.2.13 **Capacidad C10:** Es la capacidad en Amper-hora [Ah] que tiene una celda o batería cuando es sometida a una prueba de descarga a corriente constante durante 10 horas. Para efectos de este instructivo, se usará la capacidad C10 para determinar la capacidad nominal de almacenamiento de un sistema de baterías.
N.A.: Asimismo, en una misma celda o batería pueden estar indicadas otras capacidades como C5, C20, C24, C100 que hacen referencia a la capacidad de la batería cuando es sometida a una prueba de descarga a corriente constante durante 5, 20, 24 o 100 horas, respectivamente.
- 4.2.14 **Carcasa:** Elemento rígido o semi rígido que brinda protección y soporte al BS, y que contiene completamente a las baterías y otros componentes de su interconexión, y que es compatible con la ubicación de la instalación. Para acceder a los componentes al interior de la carcasa, ésta debe ser desmontada
N.A.1: Los sistemas de baterías (BS) ensamblados suelen estar al interior de una carcasa.
N.A.2: Los BESS integrados ensamblados también vienen dentro de una carcasa que incluye a los PCE.
- 4.2.15 **Carcasa tipo monoblock:** Para efectos de este instructivo, se entiende como carcasa tipo monoblock a cualquier carcasa que imita en su forma y tamaño la que tiene una batería monoblock de 12 V de tensión nominal.
- 4.2.16 **Carga:** Operación durante la cual una celda, módulo de batería o batería recibe energía eléctrica de un circuito externo que da como resultado cambios químicos dentro de la celda y, por lo tanto, almacenamiento de energía como energía química. Este proceso es también llamado recarga.
- 4.2.17 **Caseta:** Construcción independiente de una vivienda o inmueble que se emplea para albergar BESS, BS ensamblados, BS no ensamblados y sus equipos auxiliares como cables y sistemas de gestión de baterías (BMS).
- 4.2.18 **Celda:** Unidad funcional de almacenamiento básica, que consiste en un montaje de electrodos, electrolito, contenedores, terminales y generalmente separadores, que es una fuente de energía eléctrica obtenida mediante la conversión directa de energía química.
- 4.2.19 **Celda secundaria:** Celda diseñada para ser recargada eléctricamente.
- 4.2.20 **Controlador de carga:** El controlador de carga, regulador de carga o controlador de batería es un equipo encargado de controlar la energía del lado de CC que entra a la batería, de forma que ésta se recargue dentro de un rango seguro (de tensión y corriente).
- 4.2.21 **Descarga:** Operación durante la cual una celda, módulo de batería o batería entrega corriente a un circuito externo a través de la conversión de energía química en energía eléctrica.

- 4.2.22 **Electrolito:** Fase líquida o sólida que contiene iones móviles los cuales la hacen iónicamente conductiva.
- 4.2.23 **Equipo de conversión de energía (PCE):** Dispositivo que es capaz de transformar la tensión, corriente y/o frecuencia de una fuente de energía eléctrica.
N.A. 1: Son PCE, entre otros, inversores CC/CA, convertidores CC/CC y controladores de carga.
N.A. 2: Los sistemas de gestión de baterías (BMS) no se consideran PCE a los efectos de este instructivo.
- 4.2.24 **Estado de Carga (SoC):** carga disponible en una batería o BS expresada como porcentaje de la capacidad de almacenamiento nominal. Se conoce por sus siglas en inglés State of Charge (SoC).
- 4.2.25 **Gabinete o armario:** Caja independiente y autoportante para alojar baterías o BS y sus accesorios.
En el ámbito de aplicación de este instructivo se entenderá que un gabinete tiene tapas o puertas que se pueden bloquear con llave o similares, pero que en operación normal no permiten el acceso directo a los bornes de conexión de las celdas, módulos de baterías o baterías.
- 4.2.26 **Interruptor de transferencia automática (ATS):** Dispositivo que cambia la fuente de alimentación a través de una transferencia automática.
- 4.2.27 **Interruptor general:** Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación de almacenamiento de la red de la empresa distribuidora o de la instalación de consumo, según se utilice el BESS conectado a la red de distribución o aislado respectivamente.
- 4.2.28 **Inversor:** equipo de conversión de energía eléctrica desde una fuente CC a una salida CA. Normalmente se identifica como inversor al inversor unidireccional para aplicaciones on-grid, aunque en la actualidad existen inversores con otras funcionalidades y modos de operación.
- 4.2.29 **Inversor unidireccional:** es un convertidor que transforma la tensión y corriente continua a tensión y corriente alterna, donde el flujo de potencia va siempre desde la entrada CC a la salida CA. Este inversor puede seguir a la red (grid-following) o crear una red (grid-forming). Para efectos de este instructivo, sólo se considerará el inversor unidireccional grid-forming con puerto de almacenamiento.
N.A. 1: El inversor unidireccional grid-following (sin gestión de almacenamiento) suele conocerse en generación distribuida como "inversor on-grid" o inversor interactivo de red y está destinado a operar en paralelo a la red para la inyección o autoconsumo de energía.
N.A. 2: El inversor unidireccional grid-forming (con puerto de almacenamiento) suele conocerse como "inversor off-grid", destinado a extraer energía de un sistema de baterías para suministrarla a las cargas.

4.2.30 **Inversor bidireccional:** es aquel que en su interfaz de CA es capaz de implementar flujos de potencia en ambos sentidos, y cuenta con la funcionalidad de gestión de almacenamiento. Cuando estos inversores están orientados a aplicaciones fotovoltaicas, pueden integrar la funcionalidad MPPT en el mismo equipo (lo que suele conocerse como inversor híbrido), o bien requerir de un controlador de carga externo para la interacción con el arreglo fotovoltaico. Dependiendo de lo anterior, se pueden encontrar diferentes puertos:

Puertos de CC:

- Para fuente de energía renovable (por ejemplo, energía fotovoltaica).
- Para fuente de energía a través de almacenamiento.

Puertos de CA:

- Puerto de CA principal
- Puerto para otra fuente de energía CA
- Puerto de CA secundaria (dedicado a las cargas críticas)

N.A.: Para una mejor comprensión véase el Anexo N°1.

4.2.31 **Inversor bidireccional conectado a la red de distribución:** Cuando un inversor bidireccional se conecta a la red de distribución, la interfaz CA es capaz de suministrar energía a ésta desde una o más fuentes de CC, y también consumir energía desde la red para la recarga del sistema de baterías. Adicionalmente, cuando la red no está disponible, estos inversores pueden funcionar en modo isla interna, abasteciendo los consumos conectados en el puerto de CA.

N.A.: Hay inversores que operando en modo "isla interna" solo suministran una potencia limitada a un puerto CA específico, normalmente identificado como puerto CA de cargas críticas.

4.2.32 **Inversor bidireccional aislado:** Cuando un inversor bidireccional se utiliza aislado de la red de distribución funciona siempre en isla interna, abasteciendo los consumos conectados en el puerto de CA. Adicionalmente, en esta configuración el sistema de baterías se puede recargar desde la interfaz CA del inversor utilizando grupos electrógenos u otras fuentes energéticas (modo cargador o rectificador).

4.2.33 **Isla:** Condición que se provoca cuando se ha producido un corte de energía en la red eléctrica suministrada por la empresa distribuidora y esta área que ha quedado aislada del resto del sistema de distribución queda energizada por el equipamiento de generación o BESS.

4.2.34 **Isla interna:** Condición provocada cuando se ha producido un corte de energía en la red eléctrica suministrada por la empresa distribuidora y la instalación interior de consumo del usuario queda aislada del resto del sistema de distribución, quedando ella energizada por el o los equipamientos de autogeneración.

4.2.35 **Módulo de batería:** Grupo de celdas conectadas entre sí. Puede incorporar componentes electrónicos para monitoreo, control del proceso de recarga o protección. Para efectos de esta instrucción, un módulo de batería corresponde a una batería de iones de litio que puede o no tener el BMS incorporado.

4.2.36 **Profundidad de descarga (DoD):** Es una forma de mostrar la carga disponible en una batería o BS, expresada como el porcentaje de energía que se ha extraído respecto de la capacidad de almacenamiento nominal. Se conoce por sus siglas en inglés Depth of Discharge (DoD). En términos prácticos: SoC % = 100 % - DoD %.

4.2.37 **Puerto:** Punto de un dispositivo donde se puede suministrar o recibir energía, señal electromagnética, o donde se pueden observar o medir las variables del dispositivo.

- 4.2.38 **Punto de conexión a la red:** Punto donde la instalación de consumo se conecta a la red eléctrica de distribución.
- 4.2.39 **Rack:** Es un soporte, bastidor o estante de uso exclusivo para el sistema de baterías que tiene como fin sostener o apoyar las celdas, módulos de baterías o baterías montadas horizontal o verticalmente. En el ámbito de aplicación de este instructivo, será considerado como rack aquel soporte sin tapas. Si el rack tiene puertas y/o tapas que no permitan el acceso a los bornes de conexión, será considerado un gabinete o armario.
- 4.2.40 **Sistema de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS):** Corresponde al conjunto de dispositivos que permiten almacenar energía en baterías para posteriormente suministrarla a otras partes de la instalación. Se compone de: sistemas de baterías (BS), dispositivos de aislamiento y protección y equipos de conversión de energía (PCE), además de equipos auxiliares como cables y sistemas de gestión de baterías (BMS).
- 4.2.41 **Sistema de almacenamiento de energía a través de baterías integrado y ensamblado (BESS integrado ensamblado):** BESS donde un fabricante entrega todos los componentes de éste como un paquete integrado y ensamblado dentro de una carcasa o gabinete. Esta carcasa o gabinete incluye el sistema de baterías (BS), los dispositivos de aislamiento y protección, equipos de conversión de energía (PCE) y el sistema de gestión de baterías (BMS). Un BESS integrado ensamblado puede incorporar cualquier otro componente que determine el fabricante del equipo como, por ejemplo, dispositivos para la conexión a la red de distribución, o para la incorporación de otras fuentes energéticas tales como una unidad de generación fotovoltaica, grupos electrógenos, entre otros.
N.A.: El fabricante de BESS integrado ensamblado podría proveer el equipo en piezas modulares separadas a efectos de que el instalador lo ensamble in situ de acuerdo a sus instrucciones sin afectar la certificación del equipo o la garantía.
- 4.2.42 **Sistema de baterías (BS):** Es aquel que comprende una o más celdas, módulos de baterías o baterías, y puede incluir otros dispositivos auxiliares o de protección. En el caso de un BS con tecnología de iones de litio, incluye el sistema de gestión de baterías (BMS).
N.A.: El sistema de baterías (BS) debe complementarse con al menos un PCE compatible para conformar un BESS.
- 4.2.43 **Sistema de batería ensamblado (BS ensamblado):** Es aquel en que la interconexión de celdas, módulos de baterías o baterías, viene integrado de fábrica dentro una misma carcasa, o está diseñado para ser ensamblado in situ bajo una cierta configuración determinada por el fabricante, lo que se ha certificado en su conjunto. Cuando el BS ensamblado consiste en módulos de baterías de iones de litio, el BMS puede estar incorporado en cada módulo, o bien, ser un BMS común para todos ellos.
- 4.2.44 **Sistema de batería no ensamblado (BS no ensamblado):** Es aquel donde el instalador realiza la interconexión entre celdas, módulos de baterías o baterías, dimensiona e instala los conductores para la interconexión y, cuando se trate de módulos de baterías de iones de litio, realiza también la instalación del BMS compatible.
N.A.: Los BS no ensamblados corresponden principalmente a celdas VRLA del tipo OPzV, baterías VRLA del tipo monoblock, o baterías de iones de litio en carcasa tipo monoblock (sin BMS incorporado).

- 4.2.45 **Sistema de Distribución o Red de Distribución:** Conjunto de instalaciones destinadas a dar suministro o permitir inyecciones a Clientes o Usuarios ubicados en sus zonas de concesión, o bien a Clientes o Usuarios ubicados fuera de zonas de concesión que se conecten a las instalaciones de una Empresa Distribuidora mediante líneas propias o de terceros. Asimismo, el sistema comprende los Sistemas de Medición, Monitoreo y Control, los Sistemas de Medida para Transferencias Económicas y los Sistemas de Monitoreo. La tensión nominal del sistema deberá ser igual o inferior a 23 kV.
- 4.2.46 **Sistema de gestión de baterías (BMS):** Sistema electrónico que monitorea y administra los estados eléctricos y térmicos de una batería o un sistema de baterías que le permite operar dentro de la región de funcionamiento segura de la batería en particular. Es conocido por sus siglas en inglés Battery Management System (BMS). El BMS proporciona comunicaciones entre la batería o el sistema de batería y el PCE y potencialmente otros dispositivos conectados (por ejemplo, ventilación o refrigeración).
N.A.: El BMS supervisa las celdas, la batería o los módulos de la batería para proporcionar acciones de protección para el sistema de baterías en caso de sobrecarga, sobrecorriente, sobredescarga, sobrecalentamiento, sobretensión y otros posibles peligros que podrían ocurrir. Las funciones adicionales de BMS pueden incluir la gestión de carga activa o pasiva, la ecualización de la batería, la gestión térmica, la mensajería específica o las comunicaciones al PCE con respecto a las tarifas de carga y la disponibilidad.
- 4.2.47 **Sobrecarga (de una celda o batería):** Carga continua después de la recarga completa de una celda o batería secundaria.
Se produce cuando en el proceso de recarga de una celda, módulo de batería o batería, se utilizan valores de tensión y corriente más altos que los recomendados o permitidos por el fabricante.
- 4.2.48 **Sobredescarga (de una celda o batería):** Se produce cuando en el proceso de descarga de una celda, módulo de batería o batería, ésta alcanza un nivel de tensión más bajo que el recomendado o permitido por el fabricante, lo que trae como consecuencia el deterioro de su vida útil. En casos extremos, la batería podría perder su capacidad de recarga.
- 4.2.49 **Tablero de Punto de conexión:** Tablero eléctrico de uso exclusivo que contiene la protección RI centralizada o el sistema de limitación de inyección y la protección de potencia inversa o al conjunto de estos elementos.
- 4.2.50 **Tensión nominal:** valor de la tensión utilizado para designar o identificar una celda, un módulo de batería o batería expresado en Volts (V).
- 4.2.51 **Unidad de medida:** Componente del sistema de medición, monitoreo y control a que se refiere el artículo 3-3 del anexo técnico de sistemas de medición, monitoreo y control.

5. DISPOSICIONES GENERALES

- 5.1 Toda instalación eléctrica de un BESS ya sea conectado o aislado de la red de distribución deberá ser proyectado y ejecutado en estricto cumplimiento con las disposiciones de esta Instrucción Técnica y en las normativas vigentes.
- 5.2 Toda instalación eléctrica de un BESS ya sea conectado o aislado de la red de distribución deberá ejecutarse de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, el cual deberá asegurar que la instalación no presenta riesgos para operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir modificaciones o ampliaciones con facilidad.
- 5.3 Esta instrucción técnica es aplicable a BESS, con BS en tecnología plomo ácido regulada por válvula (VRLA) en sus diferentes variaciones, y BS con tecnología de iones de litio.
- 5.4 El funcionamiento de las instalaciones de BESS conectados a la red de distribución a que se refiere esta Instrucción Técnica no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, calidad, ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa vigente.
- 5.5 En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, los BESS no deberán mantener tensión en la línea de distribución, ni dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 5.6 En el caso de que una instalación de BESS se vea afectada por perturbaciones de la red de distribución se aplicará la NTD.
- 5.7 Cuando un BESS sea parte de un sistema de Generación Distribuida conectado a la red de distribución, que se acoja a la Ley N° 21.118, deberá dimensionarse para que su potencia máxima no supere el límite definido en la Ley.
- 5.8 Los equipos, elementos y accesorios eléctricos utilizados en el BESS o BS deben ser diseñados para soportar la tensión y corriente máxima aplicadas en los procesos de recarga y descarga y ser adecuados para trabajar en corriente continua.
- 5.9 La tensión máxima de un BESS en lado de corriente continua CC en relación al sistema de almacenamiento, no deberá ser superior a 60V. Se exceptúan de esta exigencia aquellas instalaciones de almacenamiento de BESS integrados ensamblados modulares en contenedores cuya capacidad sea mayor a 40 kWh.
N.A.: Si un BESS permite la conexión de otras fuentes energéticas a través del mismo PCE que controla al almacenamiento, podrá tener tensiones mayores en CC en la conexión de dichas fuentes.
- 5.10 De acuerdo con lo establecido en la Ley N° 18.410, cualquier duda en cuanto a la interpretación de las disposiciones de esta Instrucción Técnica será resuelta por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en adelante Superintendencia.
- 5.11 Durante todo el período de explotación u operación de las instalaciones eléctricas con almacenamiento de energía, sus propietarios u operadores deberán conservar los diferentes estudios y documentos técnicos utilizados en el diseño y construcción de las mismas y sus modificaciones, como asimismo los registros de las auditorias, mantenciones, certificaciones e inspecciones de que hubiera sido objeto, todo lo cual deberá estar a disposición de la Superintendencia.

- 5.12 Las instalaciones de almacenamiento que utilicen baterías con tecnologías a plomo ácido regulada por válvula (VRLA) en sus diferentes variaciones, y BS con tecnología de iones de litio, deberán ser diseñadas y ejecutadas aplicando el presente instructivo técnico, mientras que los sistemas de baterías diseñados con tecnologías diferentes a las señaladas precedentemente deberán ser presentados como proyectos especiales a la Superintendencia para su ejecución y comunicación de energización cumpliendo lo indicado en el punto 5.13.
- 5.13 En materias de diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación, inspección y término de operación, la Superintendencia podrá permitir el uso de tecnologías diferentes a las establecidas en la presente instrucción técnica, siempre que se mantenga el nivel de seguridad que el texto normativo contemplado. Estas tecnologías deberán estar técnicamente respaldadas en normas, códigos o especificaciones nacionales o extranjeras, así como en prácticas recomendadas de ingeniería internacionalmente reconocidas. Para ello el interesado deberá presentar el proyecto y un ejemplar completo de la versión vigente de la norma, código o especificación extranjera utilizada debidamente traducida, cuando corresponda, así como cualquier otro antecedente que solicite la Superintendencia.
- 5.14 Las disposiciones de esta Instrucción Técnica están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados; no debe entenderse este texto como un manual.

6. CONDICIONES Y REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

6.1 Los Sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS) se componen de:

- a) Uno o más PCE.
- b) Conexión e interfaz de la batería (protección, accesorios, etc.).
- c) Sistema de baterías (BS).

Para una mejor comprensión, véase el Anexo N°2.

6.2 Los BS generalmente comprenden los siguientes componentes:

- a) Celdas, módulos de baterías o baterías.
- b) BMS (obligatorio para las baterías de iones de litio).
- c) Protecciones eléctricas (fusibles, protecciones termomagnéticas, etc.).

6.3 La instalación del sistema de almacenamiento puede comprender cualquiera de las siguientes configuraciones:

- a) Un BESS que tiene un BS conectado a uno o más PCE.
- b) Un BESS que tiene varios BS paralelos conectados a uno o más PCE.
- c) Múltiples BESS, donde cada BESS individual comprende uno o más sistemas de baterías conectados a uno o más PCE.

Para una mejor comprensión, véase el Anexo N°3.

6.4 Todo BESS deberá instalarse siguiendo las instrucciones de instalación, la información sobre los peligros indicados en las fichas de datos de seguridad y la puesta en marcha y mantenimiento indicados por el fabricante con el fin de no afectar de forma adversa a los componentes del sistema de almacenamiento.

6.5 No se podrán instalar BESS, BS o componentes de ellos que presenten defectos producto de la fabricación o del traslado de estos, como roturas o fisuras.

6.6 Para el diseño e instalación de un BESS se deberá tener en consideración los siguientes factores:

- a) Tensión nominal del sistema de baterías.
- b) Clasificación y configuración de los puertos del o los PCE.
- c) Conexiones de puesta a tierra del sistema de baterías y PCE.
- d) Corriente de cortocircuito/corriente de falla prospectiva de la batería.
- e) Capacidad del sistema de baterías.
- f) Química del sistema de baterías.
- g) Disponibilidad de acceso al sistema de baterías.
- h) Requerimientos de la instalación que será alimentada total o parcialmente por el BESS.
- i) Rango de temperaturas ambiente de la ubicación del BS.

- 6.7 Para el diseño e instalación de un BS se deberá tener en consideración los siguientes factores:
- Compatibilidad con el o los PCE.
 - Características operativas esperadas (corrientes máximas de carga y descarga; capacidad nominal y tiempos típicos de carga y descarga)
 - Vida útil esperada (en función de la profundidad de descarga DoD máxima permitida para el banco de baterías).
 - Ubicación y factores ambientales del lugar de instalación.
 - Tensión nominal máxima aceptable del sistema.
 - Peligros adicionales (sismos, inundación, entre otros).
 - Mantenimiento y capacidad para reemplazar componentes.
- 6.8 Todo BS debe estar compuesto por un solo tipo de tecnología o química de baterías. Cuando se utilicen sistemas de baterías de diferentes tipos dentro de un BESS, se deben conectar a puertos especialmente dedicados del PCE si es que los tuviese o a PCE diferentes.
N.A.: Tampoco pueden utilizarse dentro de un mismo BESS baterías VRLA de distintos tipos (AGM, GEL, OPzV) salvo que se conecten a puertos especialmente dedicados de un PCE o PCE diferentes.
- 6.9 Para la instalación, limpieza y mantenimiento del BESS y BS, se deberá contar con el espacio físico suficiente alrededor de estos sistemas de almacenamiento para proporcionar un manejo y acceso seguro. Los requisitos específicos para la ubicación del BESS y BS se encuentran en la sección N°8 de este instructivo.
- 6.10 Los BESS o BS deberán instalarse dentro de racks, gabinetes, casetas o salas destinadas especialmente para ello. Lo anterior dependerá si los equipos utilizados son ensamblados dentro de carcasas de fábrica y de la ubicación, ventilación u otros factores del lugar de instalación. Los requisitos específicos para estos elementos se encuentran en la sección 9 de este instructivo.

7. PELIGROS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

- 7.1 Los BESS y BS utilizan elementos químicos para almacenar energía dentro de un espacio relativamente compacto, por lo que aquellas instalaciones con BESS de las capacidades energéticas indicadas en el punto 7.10 deberán realizar las siguientes acciones previas a su diseño y ejecución:
- Una evaluación de peligros de acuerdo al Anexo A
 - Gestión de peligros de acuerdo al Anexo B
- Los documentos de la evaluación y gestión de peligros indicados en el punto 7.1 deberán ser presentados a la Superintendencia en el proceso de declaración.
- 7.2 Durante la instalación se deberá contar en todo momento con las fichas de datos de seguridad y las instrucciones de instalación del fabricante para todos los BESS, BS, PCE o sus subconjuntos de equipos para establecer la información específica en relación con los peligros contemplados en la presente sección.
- 7.3 Se deberán cumplir con los regímenes de recarga máximos establecidos por el fabricante, lo que será indicado y justificado en la memoria explicativa presentada a la Superintendencia en el proceso de declaración.
N.A.: Las baterías pueden dañarse irreversiblemente cuando se someten a un uso eléctrico indebido sostenido, por lo que siempre deberán recargarse respetando la corriente y tensión de carga máximos establecidos por el fabricante.
- 7.4 Los BESS no se instalarán en lugares en los que estén expuestos a temperaturas de operación fuera del rango de temperaturas establecido por el fabricante.
- 7.5 Las celdas, baterías y módulos de batería dentro de un BS deben estar protegidos mecánicamente para minimizar el riesgo de daños mecánicos y/o perforaciones. Esto se logra mediante el uso de un rack, gabinete o una carcasa adecuada para el BS, así como también una caseta o sala dedicada para el BS según se define en la sección N°9 de esta instrucción técnica.
- 7.6 Todas las salas, casetas y gabinetes que albergan BESS deberán ser ventiladas a efectos de mantener la temperatura de operación de los componentes del BESS dentro del rango aceptado por el fabricante y, en el caso de un BS con química de plomo ácido, minimizar el riesgo de concentración de hidrógeno.
- 7.7 La ventilación hacia el exterior no debe ubicarse en lugares restringidos para los sistemas de almacenamiento indicados en el punto 8.2 de esta instrucción técnica.
- 7.8 Para los BESS con baterías de iones de litio con capacidad energética inferior o igual a 20 kWh, se deberán cumplir los requisitos de ventilación indicados por el fabricante.
- 7.9 Para los BS no ensamblado con baterías de plomo ácido con capacidad energética inferior o igual a 40 kWh, se deberán seguir las instrucciones de ventilación indicadas por el fabricante. Sin embargo, cuando no se hayan proporcionado instrucciones por parte del fabricante, la ventilación (entrada y salida de aire) debe estar diseñada considerando una apertura mínima de:
- 22 cm² libres (por ejemplo, una celosía de 5cm x 5 cm) si la capacidad total del banco de baterías es igual o inferior a 14,4 kWh.
 - 44 cm² libres (por ejemplo, una celosía de 10 cm x 5 cm) si la capacidad total del banco de baterías es superior a 14,4 kWh e igual o inferior a 28,8 kWh.

- 7.9.3 60 cm² libres (por ejemplo, una celosía de 10 cm x 10 cm) si la capacidad total del banco de baterías es superior a 28,8 kWh e inferior a 40 kWh.
- 7.10 Requisitos para BESS con baterías de iones litio con capacidad energética superior a 20 kWh y para BESS con baterías de plomo ácido con capacidad energética superior a 40 kWh:
- 7.10.1 El BS debe ubicarse en un lugar cerrado, de manera que solo personal de mantenimiento pueda acceder. Adicionalmente, se deberá cumplir con la señalética indicada en los puntos 15.13 y 15.14 de este instructivo.
- 7.10.2 Se deberán seguir las instrucciones sobre los requisitos de ventilación proporcionados por el fabricante. Sin embargo, cuando éstas no se hayan proporcionado, se deberá cumplir con lo indicado en el punto 7.10.2.1 y 7.10.2.2 siguientes:
- 7.10.2.1 Se deberá contar con un sistema de ventilación que asegure una correcta operación del sistema de baterías durante el peor de los escenarios de carga y descarga proyectado, proporcionando una velocidad de ventilación en forma continua del área del piso del recinto, que garantice la operación dentro de los rangos de temperatura establecidos por el fabricante. Este sistema de ventilación deberá contar con la memoria de cálculo asociada a la que será presentada a la Superintendencia en el proceso de declaración.
- 7.10.2.2 Adicionalmente, para baterías de plomo ácido el sistema de ventilación debe estar diseñado para limitar la concentración de hidrógeno a un máximo de 2.0% del volumen total del recinto durante el peor escenario de carga y descarga proyectado, calculado según la norma IEC 62485-2.
N.A. Para una mejor comprensión véase el Anexo C.
- 7.10.3 A la entrada del sistema de ventilación, se deberá instalar un sensor de flujo de aire para activar una alarma e interrumpir la recarga en caso de fallo del sistema de ventilación.
- 7.10.4 Deben contar con un sistema automático de detección de humo el cual debe ser supervisado por una estación centralizada o remota, o una alarma local que emita una señal audible en una ubicación constantemente atendida. Se exceptúan de esta exigencia las instalaciones de almacenamiento ubicadas en lugares normalmente desocupados, con una superficie bruta menor a 140 m².
- 7.10.5 Debe existir iluminación de emergencia (unidades autoenergizadas las que consisten en una batería recargable, libre de mantenimiento, un cargador, una o más lámparas montadas en la unidad).
- 7.10.6 La sala o recinto donde está el sistema de almacenamiento debe contar con un equipo de extinción de incendio (extintor) que, en caso de utilizarse, no reaccione con la química de la batería.
- 7.10.7 Se deberá proporcionar una alarma que advierta su activación y que cumpla las siguientes exigencias:
- 7.10.7.1 Podrá ser una alarma sonora o visual, la cual se colocará en un área en la que una persona autorizada estará al tanto de su activación. Cuando se utilice otra forma de sistema de comunicación de alarma para informar a la persona autorizada, se habilitará y confirmará como parte de la puesta en marcha. Los sistemas de comunicación incluyen correo electrónico, SMS o sistemas de mensajería similares.

7.10.7.2 Se deberá proporcionar un conjunto de instrucciones operativas al propietario del sistema (o representante designado) que incluya las acciones que deben tomarse cuando se active la alarma y para mantener los sistemas de comunicación utilizados.

8. UBICACIÓN DEL BESS

8.1 La instalación del BESS deberá cumplir con las exigencias establecidas por los fabricantes contra daños físicos, humedad y agentes atmosféricos que puedan dañarla, y contar con el grado de protección IP adecuado al lugar de instalación.

8.2 Ubicaciones restringidas

8.2.1 Los BESS no se instalarán en los siguientes lugares:

- a) Dentro de 600 mm laterales de cualquier salida o escape;
- b) Dentro de 600 mm laterales de cualquier unidad de agua caliente, unidad de aire acondicionado o cualquier otro aparato no asociado con el BESS; o.
- c) Dentro de 1200 mm por debajo de cualquiera de los elementos incluidos en (a) y (b).
- d) En espacios de entretechos;
- e) Debajo de las escaleras; o
- f) Debajo de las pasarelas de acceso.
- g) Por debajo, ni dentro de los 600 mm del lado vertical de cualquier ventana e ingresos de ventilación o extracción de edificios.

Para una mejor comprensión véase el Anexo N°4 que muestra las zonas restringidas para el equipamiento de esta sección.

8.2.2 Los BESS son considerados una fuente de ignición y, por lo tanto, no se instalarán dentro de sectores o recintos en los que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles, fibras o partículas inflamables en suspensión, como se define en el Pliego Técnico Normativo RIC N°12 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía.

8.2.3 Los BESS no deben instalarse en lugares que tengan fuentes de calor localizadas o generales (como la luz solar, los generadores, las tuberías de vapor, los sistemas de agua caliente, los aires acondicionados). El flujo de aire caliente desde cualquier aparato debe ser dirigido lejos de los BESS y no influir en él.

8.2.4 Los BESS no podrán instalarse a la intemperie (sin estar protegidos por un techo permanente) ni expuestos directamente a la luz solar o a la lluvia, a excepción de los BESS integrados ensamblados con un grado de protección de al menos IP55 y con medios de protección contra la radiación solar directa, expresamente aprobado por el fabricante. En cualquier caso, la ubicación del BESS integrado ensamblado no deberá exponerlo a la lluvia de forma permanente.

8.3 La ubicación del BESS debe proporcionar un fácil acceso a:

- a) Conexiones y cualquier equipo en servicio; y
- b) Puertas y tableros eléctricos a los que se requiere acceder para fines de instalación y mantenimiento.

8.4 La ubicación del BESS debe elegirse considerando la capacidad nominal de almacenamiento, la química de las baterías, si el BESS es o no ensamblado y el tipo de instalación de consumo donde se instale, cumpliendo en cada caso las condiciones de los numerales 8.5 a 8.8.

8.5 Al interior de las viviendas o locales de reunión de personas:

8.5.1 Esta ubicación se refiere a cualquier habitación dentro de una vivienda o local de reunión de personas excepto entretechos, dormitorios, salas de clases, baños, cocinas o similares.

8.5.2 Sólo se permite la instalación de BESS integrados ensamblados o un BESS con BS de tecnología litio, siempre que el fabricante lo permita, y que la capacidad de almacenamiento nominal no supere los 20 kWh.

8.5.3 En el caso de utilizar un BS ensamblado o no ensamblado, la carcasa o gabinete debe ser provisto o estar aprobado por el fabricante de los módulos de baterías, con el objetivo de impedir la desconexión accidental entre baterías y con el o los PCE.

8.5.4 La ubicación será tal que el acceso a todos los elementos del BESS no esté obstruido por la estructura de la edificación (incluyendo la apertura completa de las puertas y ventanas), y/o los accesorios como muebles, cortinas, electrodomésticos, entre otros elementos dentro de la habitación o pasillo.

8.5.5 La habitación o pasillo donde se instale el BESS deberá estar limpio, seco, ventilado y deberá proporcionar y mantener la protección contra condiciones ambientales perjudiciales y otros factores externos.

8.5.6 No se deberán acumular otros materiales en un radio mínimo de 600 mm alrededor del BESS, como tampoco en su superficie o debajo de ésta.

8.5.7 La instalación en cualquier corredor, pasillo, vestíbulo o similar que conduzca a una salida de incendios garantizará una distancia suficiente del BESS para una salida segura con un pasillo de al menos 1 m de ancho.

8.5.8 Cuando el BESS o BS esté montado o apoyado en una pared o tabique interior, la pared deberá contar con elementos cortafuego de una resistencia al fuego mínima de RF60.

8.6 Al exterior de las viviendas u otras edificaciones, como en dependencias anexas a ellas:

8.6.1 Esta ubicación se refiere a instalaciones en el muro o pared exterior de la edificación, siempre que brinden protección contra la lluvia o exposición directa al sol a través de una techumbre o similar; o en dependencias anexas pero separadas de la zona habitable o de uso permanente, como podrían ser bodegas y garajes.

8.6.2 Se permite la instalación de BESS integrados ensamblados, BS ensamblado y BS no ensamblado de tecnología litio o plomo ácido independiente de su capacidad de almacenamiento.

8.6.3 En esta ubicación, el BS siempre debe quedar confinado ya sea en su propia carcasa o en un gabinete con llave u otro medio que restrinja el acceso, y que cumpla con los requisitos señalados en la sección N° 9 de esta instrucción técnica.

- 8.6.4 Si se trata de BESS con BS ensamblado o BS no ensamblado, el o los PCE podrán instalarse en la pared exterior de la edificación, ya sea directamente o dentro de un gabinete, o bien al interior de la edificación canalizando adecuadamente los conductores. En cualquier caso, la ubicación del PCE deberá cumplir con los requisitos del numeral 11.9 considerando particularmente el grado de protección IP.
- 8.6.5 Cuando la instalación se realice en dependencias anexas como bodegas o garajes, se debe cumplir también con los requisitos de los numerales 8.5.3 a 8.5.6.
- 8.6.6 En el caso que el BESS o BS estén montados o colocados en una pared que tenga una zona habitable en el otro lado, la pared deberá contar con elementos cortafuego de una resistencia al fuego mínima de:
- RF60 para BS con tecnología de litio.
 - RF60 para BS con tecnología plomo – ácido para instalaciones al exterior de viviendas.
 - RF120 para BS con tecnología plomo – ácido para instalaciones al interior de un local de reunión de personas.
- 8.7 En salas o habitaciones cuyo acceso esté restringido a personal técnico o de mantenimiento:**
- 8.7.1 Esta ubicación se refiere a la instalación en salas de acceso restringido, ya sean de uso exclusivo para el BESS o bien, correspondan a salas técnicas donde se comparta el espacio con otro tipo de instalaciones (servidores, tableros eléctricos, entre otros).
- 8.7.2 Se permite la instalación de BESS integrados ensamblados, BS ensamblado y BS no ensamblado de tecnología litio o plomo ácido independiente de su capacidad de almacenamiento.
- 8.7.3 Se permitirá la instalación de BESS en salas junto a otros equipos eléctricos y electrónicos siempre que las condiciones de ventilación, temperatura, espacio libre disponible y otros requerimientos de los fabricantes respectivos, lo permitan.
- 8.7.4 En esta ubicación se permite la instalación de BS tanto en racks como en gabinetes, cumpliendo los requisitos de la sección N° 9 de esta instrucción técnica.
- 8.7.5 Las paredes de la sala deberán contar con elementos cortafuego de una resistencia al fuego mínima de:
- RF60 para BESS integrados ensamblados con tecnología de iones de litio.
 - RF120 para BESS con tecnología plomo-ácido.
- 8.8 En casetas de uso exclusivo para el BESS:**
- 8.8.1 Esta ubicación se refiere a las casetas definidas en 4.2.17 y también a los gabinetes eléctricos aptos para su instalación directa a la intemperie, es decir, que cuentan con un grado de protección IP55 como mínimo, y que queden instalados sobre un radier de hormigón u otro sistema de anclaje adecuado.
- 8.8.2 Se permite la instalación de BESS integrados ensamblados, BS ensamblado y BS no ensamblado de tecnología litio o plomo ácido independiente de su capacidad de almacenamiento.
- 8.8.3 En esta ubicación se permite la instalación de BS tanto en racks como en gabinetes, cumpliendo los requisitos de la sección N° 9 de esta instrucción técnica.

- 8.8.4 Las casetas de uso exclusivo deberán instalarse a una distancia mínima de 1 metro de cualquier edificación, o en su defecto, contar con elementos cortafuego con una resistencia al fuego mínima de RF60 para BESS con tecnología de iones de litio o RF 120 para BESS con tecnología de plomo – ácido.

9. REQUISITOS DEL RECINTO Y ESTRUCTURA DE SOPORTE

- 9.1 Esta sección está referida a los requisitos específicos de cada uno de los recintos que albergará al BS o BESS, siendo posible contar con un gabinete, caseta o sala cuyo acceso esté restringido a personal técnico o de mantenimiento, lo que dependerá del tamaño de la instalación y las condiciones indicadas en la sección N°8; y también a la estructura de soporte del BS a utilizar en alguno de dichos recintos.
- 9.2 El recinto del BS o BESS deberá estar limpio, seco, ventilado y proporcionar protección contra condiciones ambientales perjudiciales y otros factores externos.
- 9.3 Las puertas de entrada al recinto deberán permitir el acceso sin obstáculos al BS para fines de instalación y mantenimiento. Se diseñarán de manera que el aire fluya desde la entrada de ventilación y no por otros accesos.
- 9.4 Todos los elementos del BESS (BS, PCE, tableros) deberán estar anclados a piso y/o al muro según sea el caso.
- 9.5 La pared y/o piso deberán tener la resistencia estructural suficiente para soportar el peso del BESS.
- 9.6 La altura máxima de término de la instalación del BESS y BS será de 2,2 m medida respecto del nivel de piso terminado.
- 9.7 Todos los BS deben contar una estructura de soporte (rack o gabinete), la que debe ser metálica y se protegerá contra la acción de los agentes agresivos en el ambiente y/o corrosivos, garantizando la conservación de todas sus características mecánicas y de composición química. Para efectos de la estructura metálica sólo se considerarán el aluminio, acero inoxidable y el acero galvanizado en caliente. No está permitido el uso de perfiles de acero laminado continuo galvanizado de uso exclusivo para aplicaciones de construcciones de viviendas.
- 9.8 Se eximen del requerimiento señalado en el punto anterior aquellos BS ensamblados o BESS integrados ensamblados que vienen de fábrica en una carcasa diseñada especialmente para el sistema, destinada para ser anclada a muro y/o a piso.
- 9.9 Los racks, gabinetes, carcasa o cualquier estructura metálica que brinde soporte a algún elemento del BESS deben estar conectado a la tierra de protección, siguiendo los requisitos de la sección N°14 de esta instrucción técnica.
- 9.10 La carcasa, gabinete, rack o caseta dedicados contendrán únicamente al BS o al BESS y cualquiera de sus equipos asociados.
- 9.11 El tamaño del gabinete, rack o caseta del sistema de baterías deberá permitir suficiente espacio libre alrededor del BS para proporcionar un manejo y acceso seguros para su instalación y mantenimiento.

- 9.12 Los racks sólo pueden ser empleados al interior de una caseta de uso exclusivo o de una sala o habitación cuyo acceso esté restringido a personal técnico o de mantenimiento.
- 9.13 Los gabinetes pueden ser empleados en salas o habitaciones cuyo acceso esté restringido a personal técnico o de mantenimiento y en casetas de uso exclusivo. También pueden emplearse al interior y exterior de viviendas y locales de reunión de personas o en dependencias anexas a éstos, siempre que se restrinja el acceso al interior del gabinete debe quedar protegido por llave.
- 9.14 **Cuando no se cuente con un rack o gabinete para el BS provisto o aprobado por el fabricante del BS no ensamblado, entonces el diseño, la disposición y la construcción del rack o gabinete del BS deberá cumplir lo siguiente:**
- 9.14.1 Ser adecuado para el tipo de batería que se está instalando.
- 9.14.2 La disposición de las baterías se deberá proyectar de manera que todos los bornes o terminales de celda, baterías o módulo de baterías sean fácilmente accesibles.
- 9.14.3 Si la mayor dimensión de la celda, batería o del módulo de baterías es su altura, entonces deberán instalarse barras de sujeción en la parte delantera y trasera de los soportes verticales. Para una mejor comprensión véanse los ejemplos de diseño de soportes de baterías del Anexo N°5.
- 9.14.4 Los soportes de apoyo dentro del gabinete o rack deberán tener una resistencia estructural adecuada para soportar la celda, batería, los módulos de batería o el peso del BS no integrado.
- 9.14.5 La desviación (deformación) de los soportes de apoyo dentro del gabinete o rack, después de la instalación de las baterías o módulos de batería y después de haber finalizado todo el montaje, no deberá superar los 3 mm.
- 9.14.6 El área dentro del gabinete o rack debe permitir los siguientes espacios libres:
- El espacio lateral entre las carcasas de celdas, baterías o módulos de baterías será de al menos 5 mm.
 - Las baterías, celdas o módulos de baterías, no deberán quedar comprimidas por los elementos estructurales del rack o gabinete que las contiene, debiendo tener una holgura de al menos 15 mm o lo recomendado por el fabricante.
 - Deberá haber un espacio libre mínimo de 25 mm entre una celda, batería o módulo de baterías y cualquier pared o puerta del gabinete, o lo recomendado por el fabricante.
 - La distancia mínima entre las celdas, baterías o módulos de baterías montadas verticalmente y la parte superior o techo del gabinete del BS, así como de un nivel superior de celdas, baterías o módulos de baterías será la mitad de la distancia desde el frente de la batería al terminal o borne más lejano con un mínimo de 75 mm. El espacio libre vertical no necesita exceder los 300 mm. Estos espacios libres podrán modificarse según lo recomendado por el fabricante (Véase el Anexo N°5).
 - Una celda, batería o módulo de batería montado horizontalmente deberá tener un espacio libre mínimo de 25 mm entre la celda, batería o módulo de batería y el bastidor superior.
- 9.14.7 El gabinete estará suficientemente ventilado para permitir que las celdas, baterías o módulos de baterías funcionen dentro del rango de temperatura de funcionamiento designado por el fabricante de baterías.

- 9.14.8 El gabinete debe tener todas las partes activas de las celdas, baterías o módulo de baterías aislados o cubiertos.
- 9.14.9 No se deber montar ningún equipo metálico dentro del gabinete o rack del BS por encima de las celdas, baterías o módulos de baterías que sea capaz de caer de manera directa sobre los terminales o bornes.
- 9.15 Para los gabinetes de baterías de plomo ácido, adicionalmente a las exigencias del punto 9.14, se deberá cumplir con lo siguiente:
- Su diseño deberá contar con una ventilación natural o forzada para asegurar la temperatura de operación indicada por el fabricante del BS, cumpliendo además con los requisitos del punto 7.9 de esta instrucción técnica.
 - No se instalará ningún PCE encima del banco de baterías, salvo que el fabricante del PCE lo permita. En otro caso, se puede utilizar la configuración del Anexo N°6.
 - Los dispositivos de protección contra sobrecorriente y de aislamiento del sistema de baterías se montarán fuera del gabinete del BS, pero lo más cerca posible a éste.
- 9.16 **Cuando no se cuente con una caseta de uso exclusivo para el BESS provisto o aprobado por el fabricante del BESS no ensamblado, entonces el diseño, la disposición y la construcción de la caseta deberán cumplir lo siguiente:**
- Los PCE deben contar con una distancia libre mínimo de 15 cm en todas direcciones, salvo que el fabricante indique una distancia diferente (mayor o menor).
 - Los PCE no deben estar directamente sobre las baterías, salvo que el fabricante del PCE lo permita o se trate de BS con tecnología litio.
 - Las baterías no podrán estar directamente en el suelo de la caseta, por ello podrán estar montadas sobre un rack o dentro de un gabinete.
 - Debe contar con una distancia libre de 25 mm desde cualquier pared de la caseta a las baterías en rack o gabinete, a menos que el fabricante especifique una distancia diferente.
 - Los dispositivos de protección contra sobrecorriente y de aislamiento del BS se montarán lo más cerca posible del BS, al interior de un tablero IP 41 como mínimo, dentro de la caseta.
 - Su diseño deberá garantizar que el interior de la caseta se mantiene en un rango de temperatura permitido por los fabricantes de todos los componentes del BESS. De ser necesario, se deberá instalar ventilación natural o forzada y/o un sistema de calefacción.
 - Si el BS instalado dentro de la caseta es de tecnología plomo – ácido, su diseño deberá impedir la acumulación de gas explosivo y deberá contar con una ventilación natural o forzada cumpliendo con los requisitos de los puntos 7.9 y 7.10 de esta instrucción técnica.
 - Si el BS instalado dentro de la caseta es de tecnología litio, su diseño deberá contar con ventilación natural o forzada, cumpliendo con los requisitos de los puntos 7.8 y 7.10 de esta instrucción técnica.
 - Deberá contar con iluminación y enchufe de servicio.
- 9.17 En la sala o habitación cuyo acceso esté restringido a personal técnico o de mantenimiento, se debe impedir el acceso no autorizado mediante el uso de una llave o similar.
- 9.18 La sala o habitación con acceso restringido tendrá un ancho de pasillo entre cualquier BS, PCE, equipos auxiliares del BESS u otros equipos, tal como se indica en el Anexo N°7.
- 9.19 La iluminación de la sala o habitación con acceso restringido se realizará de conformidad con el Pliego Técnico Normativo RIC N°10 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía. Las luminarias no deben instalarse directamente sobre una parte activa expuesta del BS.

- 9.20 Los gabinetes que al interior de una sala deberán tener una clasificación IP 41 como mínimo.
- 9.21 Los BESS que estén instalados sobre techos cuyo peso sea igual o superior a 2.000 kg, deberán satisfacer, adicionalmente los requerimientos establecidos en las normas NCh 433 o NCh 2369, según corresponda. No obstante, si el peso total del BESS, incluido su Rack, gabinete o carcasa y equipos auxiliares, es mayor o igual al 10% del peso sísmico original de la estructura principal, se deberá presentar una memoria de cálculo de las estructuras, independiente de la capacidad instalada.
N.A.: Los requisitos de restricción sísmica también significan que el BESS integrado ensamblado debe instalarse lo más cerca del suelo.

10. CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN

- 10.1 Todos los conductores deberán ser canalizados en conformidad a los métodos establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía, y deberán soportar las influencias externas previstas, tales como altas temperaturas y radiación solar. También deberán estar protegidos de bordes filosos.
- 10.2 Los conductores y conexiones eléctricas deberán ser protegidos de la abrasión, tensión, compresión y esfuerzos mecánicos que puedan surgir de ciclos térmicos, viento y condiciones de la instalación, durante el montaje y vida útil de la instalación.
- 10.3 Los circuitos y/o conductores del lado de CC de los sistemas de almacenamiento no se instalarán en las mismas canalizaciones con otros circuitos de otros sistemas, a menos que los conductores de los otros sistemas estén aislados mediante una separación del mismo material.
Se exceptuarán de esta condición los conductores canalizados en bandejas que cuenten con una separación (tabique interno) del mismo material.
- 10.4 Los conductores del lado de CC del sistema de almacenamiento deberá contar con un doble aislamiento y su tensión de aislamiento no deberá ser menor a la tensión nominal del banco de baterías.
- 10.5 Los conductores positivos y negativos en el lado de CC deberán ser canalizados en forma ordenada y se debe velar por que sus tramos y longitudes sean los menores posibles.
N.A.: Debe entenderse que la canalización debe ser lo más próximo posible al borne de la batería, salvaguardando mecánicamente dicho tramo.
- 10.6 Los conductores en el lado de CC, que estén expuestos a daños por roedores deberán contar con una protección contra roedores. Para estos efectos, podrá utilizarse conductores que incorporen dicha protección o deberán canalizarse todos los conductores que formen parte del lado CC.
- 10.7 Los conductores en el lado de CC del sistema de almacenamiento deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.
N.A.: Esta sección de los conductores del sistema de almacenamiento deberá ser justificada en función a la capacidad nominal del banco de baterías y es la que se debe incorporar en la memoria explicativa presentada a la Superintendencia en el proceso de declaración.

- 10.8 Los conductores del lado de CC, deberán ser dimensionados para transportar una corriente no inferior a 1,25 veces la corriente máxima de operación de los PCE a conectar.
N.A.: Como ejemplo simplificado, se tiene que la corriente máxima de operación de salida de un controlador de carga es de 70A en CC, por lo tanto, la selección del conductor a emplear debería ser capaz de manejar una corriente de 87,5A ($I_n \times 1,25$ suponiendo un factor de corrección =1), mientras que su protección debería ser lo más cercana a 70A.
- 10.9 Los conductores del lado de CC deberán protegerse tanto a la sobrecarga como al cortocircuito, debiendo además los conductores (positivo y negativo del mismo circuito) tener la misma sección, aislación, materialidad.
Esta exigencia no aplica a los conductores de interconexión de baterías, lo que está regulado en la sección N°12 de esta Instrucción técnica.
- 10.10 Los conductores para corriente continua se identificarán o marcarán de color rojo para el conductor positivo, negro para el conductor negativo y verde o verde/amarillo para el conductor de tierra de protección, para el cableado de corriente alterna deberá ajustarse a lo indicado en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía.
- 10.11 Los terminales o conectores para los conductores del tipo cableado deben ser clasificados para trabajar en CC y con la tensión de servicio de los conductores.
- 10.12 Los conductores del lado de CA deberán ser dimensionados para transportar una corriente no inferior a 1,25 veces la corriente máxima de operación del PCE y deberán quedar protegidos por el dispositivo de sobrecorriente.
- 10.13 Los alimentadores o conductores del lado de CA del PCE deberán tener una sección adecuada para evitar las caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión entre el punto de conexión a la red o instalación de consumo y la salida de CA del PCE sea inferior del 3%.
- 10.14 No se permitirán conductores en paralelo unidos para formar un solo conductor, salvo que el fabricante del PCE indique lo contrario.
En caso de emplear conductores en paralelo deberán cumplir con los métodos establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía.
- 10.15 Los cables subterráneos deben estar canalizados en tuberías, debiendo cumplir con las condiciones de instalación que establece en el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía. Adicionalmente por encima de la canalización deberá instalarse cinta de señalización que advierta la existencia de los cables eléctricos, no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.
- 10.16 Las canalizaciones eléctricas no se instalarán debajo de elementos que pudieran producir condensación o filtraciones, tales como los destinados a conducción de vapor, agua, de gas o similares, a menos que se tomen las consideraciones necesarias para protegerlas contra los efectos de éstos.
- 10.17 Los conductores del tipo cableado, solo se podrán emplear con terminales que estén correctamente diseñados para el tipo de sección del conductor, lo que deberá ser demostrable.
- 10.18 Los terminales o conectores deberán ser empleados de acuerdo con la sección o calibre indicados por el fabricante del terminal o conector.

11. EQUIPOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA (PCE)

- 11.1 Esta sección aplica a los diferentes equipos de conversión de energía (PCE) que forman parte de un BESS (inversores, controladores de carga, convertidores de CC/CC) en su interacción con el BS.
- 11.2 Un BESS puede ser utilizado de forma autónoma (sin otras fuentes de generación de energía), incorporar fuentes de energía adicionales que se conectan directamente a uno o más puertos del PCE del BESS, o bien, conectarse en paralelo a una instalación de generación independiente, nueva o existente. Cuando las fuentes de energía adicionales se conecten directamente al PCE del BESS, tanto la instalación de generación como el PCE del BESS deben cumplir con los requisitos establecidos en los instructivos técnicos respectivos emitidos por la Superintendencia.
N.A. 1: La instalación de generación paralela al BESS también debe realizarse cumpliendo los requisitos establecidos en los instructivos técnicos emitidos por la Superintendencia.
N.A.2: Para una mejor comprensión, ver los anexos N°8 y 9.
- 11.3 El PCE del BESS que es utilizado de forma autónoma o en forma paralela a una instalación de generación nueva o existente, y que no dispone de puertos para la conexión de fuentes de energía adicionales, deberá cumplir con los requisitos de las normas IEC 62477-1 o IEC 62040-1 y deberá estar autorizado por la Superintendencia para tales efectos.
- 11.4 El PCE del BESS que dispone de puertos para la conexión de fuentes de energía adicionales, y que es utilizado en forma autónoma, paralela o como parte de una instalación de generación, es decir, aquel PCE que dispone de puertos para la conexión de fuentes energéticas ya sea que estos se utilicen o no, deberá cumplir con los requisitos normativos específicos según el tipo de generación para el cual están diseñados sus puertos (instructivos técnicos respectivos emitidos por la Superintendencia), y estar autorizado por la Superintendencia para tales efectos.
N.A.: Por ejemplo, un inversor bidireccional híbrido con puertos para generación fotovoltaica puede ser utilizado como parte de un BESS autónomo siempre que cumpla con las normativas señaladas en las instrucciones técnicas que dicte la superintendencia para sistemas fotovoltaicos on-grid u off-grid según corresponda, y que haya sido autorizado para tales efectos.
- 11.5 Cuando un BESS se conecta en paralelo a una instalación de generación independiente, nueva o existente, se deben instalar los dispositivos de medida y control adicional que el fabricante establezca para su correcto funcionamiento. Asimismo, se debe verificar la compatibilidad entre el inversor bidireccional del BESS y el inversor de la instalación de generación. Este requerimiento se debe observar particularmente cuando se trate de una instalación conectada a la red de distribución sin inyección de excedentes y para instalaciones aisladas donde el inversor del BESS debe controlar la generación de un inversor on-grid a través de control por frecuencia FSPC por sus siglas en inglés "Frequency-Shift Power Control o Frequency Shifting".
- 11.6 La configuración del PCE debe ser segura ante manipulaciones inadvertidas o no autorizadas. Para lo anterior, deberá estar protegida mediante el uso de software o hardware especializado y/o mediante una contraseña.

11.7 En la programación del PCE para la recarga de las baterías deberán ajustarse al menos los siguientes valores, en concordancia a lo establecido por el fabricante de las baterías:

- Corriente máxima de carga.
- Tensión de absorción.
- Tensión de flotación.
- Compensación por temperatura.

Sólo cuando el BS corresponda a baterías de iones de litio, se podrá omitir toda o parte de la configuración anterior por estar manejada por el BMS.

N.A.: El PCE podría traer configurados valores precargados, sin embargo, éstos siempre deben ajustarse a los establecidos por el fabricante de las baterías para maximizar la vida útil del BS y garantizar la seguridad de la instalación (por ejemplo, podrían venir precargados los valores para un banco de baterías AGM, y la instalación podría ser en tecnología GEL u OPzV).

11.8 La programación del PCE para la descarga de las baterías deberá realizarse considerando al menos los siguientes valores, de acuerdo con lo establecido por el fabricante de las baterías:

- Corriente máxima de descarga.
- Profundidad de descarga (DoD) máxima de diseño.
- Ciclos de vida para la profundidad de descarga de diseño.

Para una mejor comprensión, ver el anexo D.

11.9 Requisitos generales para PCE de un BESS con BS ensamblado y BS no ensamblado.

11.9.1 Los PCE deben seleccionarse correctamente según la química y tipo del BS, es decir, que sean de la misma tensión nominal y que puedan manejar los parámetros eléctricos como tensión y corriente de carga y descarga, y carga rápida si fuera aplicable. También se debe verificar que manejen el mismo protocolo de comunicaciones cuando sea necesario. Para su dimensionamiento se deberá considerar además la fuente de energía a la que se conecten, la conexión a la red y/o la alimentación de la instalación de consumo, según corresponda.

11.9.2 Si el BS corresponde a baterías de iones de litio, la compatibilidad específica de éstas en cuanto a marca y modelo debe estar validada por el fabricante del PCE y viceversa.

11.9.3 La instalación del PCE se deberá realizar según las especificaciones del fabricante, considerando la ventilación, el anclaje, la orientación, y el índice IP, entre otros aspectos. El PCE se deberá situar en un lugar con fácil acceso a personal de mantenimiento.

11.9.4 La altura mínima de montaje de los PCE será de 0,60 m a la parte inferior del PCE y la altura máxima será de 2,0 m a la parte superior del PCE, ambas distancias medidas respecto del nivel de piso terminado. Se podrá excluir de la distancia mínima aquellos PCE que estén dentro de una caseta, gabinete o armario y que cumplan con lo indicado en el punto 11.9.6 o que sean parte de un BESS integrado.

11.9.5 Los PCE no deberán quedar expuestos directamente a la luz solar o a la lluvia de forma prolongada y podrán instalarse a la intemperie siempre y cuando cuenten con un grado de protección de al menos IP55 y con medios de protección contra la radiación solar directa, expresamente aprobado por el fabricante. Para los casos en que los inversores estén al interior de una sala, caseta o gabinete deberán contar un grado de protección de al menos IP20.

- 11.9.6 La instalación del PCE deberá efectuarse, dejando una distancia libre mínima de 15 cm en todas direcciones, salvo que el fabricante indique distancias diferentes, lo que podría ser aplicable a PCE destinados a una instalación directa en rack.
- 11.9.7 Los terminales del PCE deben permitir una fácil conexión de conductores o cables aislados.
- 11.9.8 La carcasa del PCE deberá ser puesta a tierra según lo determine el fabricante del equipo y cumpliendo con los requerimientos de seguridad y valores establecidos en el Pliego Técnico Normativo RIC N°06 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía.
- 11.9.9 Cuando el fabricante permita la conexión de varios PCE a un solo BS, se deberán realizar las configuraciones requeridas por el fabricante para la correcta coordinación entre los diferentes PCE.
N.A.: La configuración más común de más de un PCE conectado a un solo BS corresponde a un controlador de carga fotovoltaico y un inversor off-grid o un inversor bidireccional.
- 11.9.10 La conexión del PCE al BS deberá cumplir las exigencias técnicas de los conductores, canalizaciones y las protecciones eléctricas descritas respectivamente, en las secciones 10 y 13 de este instructivo.

11.10 Requisitos para PCE del BESS conectado a la red de distribución.

- 11.10.1 Cuando un BESS se conecte a la red de distribución, el PCE (inversor bidireccional) debe contar con una protección anti-isla incorporada en conformidad a la norma IEC 62116, la que siempre debe estar activada, y deberá desconectarse de la red cuando se produzca un corte de suministro. En este caso, se permite cambiar a modo de funcionamiento aislado de la red (isla interna), lo que se deberá realizar mediante un ATS integrado en el inversor bidireccional o externo a él; o bien, mediante la utilización del puerto CA secundario (puerto de respaldo o de cargas críticas).
N.A.: El ATS puede ser integrado al inversor o ser externo a él, albergado al interior de un Tablero de Transferencia Automática el cual debe estar correctamente señalizado.
- 11.10.2 Cuando sea necesario contar con un sistema de transferencia automática en forma externa al PCE, éste deberá proyectarse en un Tablero Punto de Conexión de acuerdo a los requerimientos del Pliego Técnico Normativo RIC N°09 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía, o de los instructivos técnicos para instalaciones de generación distribuida, según corresponda.
- 11.10.3 En el caso que el BESS sea parte de un sistema de emergencia, cuando se produzca el corte de suministro de la red, la conexión, reconexión y sistema de protecciones eléctricas del sistema de almacenamiento deberán ejecutarse en conformidad con las disposiciones del Pliego Técnico Normativo RIC N°08 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía.
- 11.10.4 Se eximirán de la activación de la protección anti-isla señalada en el punto 11.10.1, aquellas instalaciones que operen en isla autorizada en la red de distribución para lo cual dicha isla deberá ser previamente autorizada por la empresa distribuidora y documentada a través de un proyecto especial presentado ante la Superintendencia.
- 11.10.5 Dependiendo del objetivo del BESS conectado a la red de distribución, en el inversor bidireccional deben programarse adecuadamente los valores de estado de carga de las baterías (SoC) que determinarán el paso de un modo de funcionamiento a otro.
N.A.: Algunos de los objetivos del BESS conectado a la red pueden ser priorizar el autoconsumo, el respaldo de cargas críticas ante cortes de suministro, u otros disponibles.

11.10.6 Si el inversor utilizado en instalaciones de almacenamiento de energía a través de baterías conectadas a la red cuenta adicionalmente con puertos para uso exclusivo de recarga de vehículos eléctricos, deberá cumplir con las indicaciones establecidas en las normativas IEC 62909-2 o IEC 61851-23 si dicho puerto es en CC, o con la normativa IEC 61851-1 o equivalente, si dicho puerto es en CA.

11.11 Requisitos para PCE del BESS aislado de la red de distribución.

11.11.1 Un BESS aislado de la red de distribución puede utilizar un inversor bidireccional híbrido, un inversor bidireccional o un inversor unidireccional off-grid, (que solo es capaz de descargar el BS). En los dos últimos casos, se debe incorporar, al menos, un segundo PCE que gestione el proceso de carga desde la fuente de generación externa.

11.12 Las señaléticas y rotulación de PCE se instalarán en conformidad con los requisitos de la sección 15.

12. SISTEMAS DE BATERÍAS

- 12.1 Todas las baterías VRLA (Valve Regulated Lead Acid Battery) que formen parte de la instalación de almacenamiento de energía deberán cumplir con las normas IEC 60896-21 e IEC 60896-22 y deberán ser autorizadas por la Superintendencias para tales efectos.
- 12.2 Todas las baterías y sistemas de baterías de iones de litio que formen parte de la instalación de almacenamiento de energía deberán cumplir con la norma IEC 62619 o el estándar UL 1973 o UL 9540 y deberán ser autorizados por la Superintendencias para tales efectos.
- 12.3 Todos los BMS (Battery Management System) que formen parte de la instalación de almacenamiento de energía a través de baterías de iones de litio deberán cumplir con la norma IEC 62619 o el estándar UL 1973 o UL 9540.
- 12.4 Las disposiciones siguientes aplican a los diferentes sistemas de baterías que no forman parte de un BESS integrado ensamblado.
- 12.5 Las conexiones principales de los bornes deberán estar diseñadas para soportar las fuerzas electromagnéticas que se producen en un cortocircuito.
- 12.6 Todas las conexiones de la batería hasta su dispositivo de protección se deberán realizar de manera tal que no se produzca un cortocircuito en cualquiera de las condiciones posibles.
- 12.7 La polaridad de la batería deberá estar claramente indicada en bajo o alto relieve, sin riesgo de fácil desprendimiento, mediante el símbolo “+” para el polo positivo y el símbolo “-” para el polo negativo.
- 12.8 Los terminales de las baterías deben estar fácilmente accesibles para lecturas, inspecciones y limpieza, cuando sea requerido según el diseño del equipo.
- 12.9 La conexión entre los terminales de las baterías y los conductores se realizará sólo a través de conectores compatibles con los bornes de la batería y su apriete debe ajustarse al torque definido por el fabricante.
- 12.10 Las partes energizadas de los sistemas de baterías en instalaciones domiciliarias deben estar resguardadas para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o tipo de batería.
- 12.11 No se podrán instalar baterías que presenten defectos producto de la fabricación o del traslado de estos, como roturas, fisuras o deformación.
- 12.12 Previo a la instalación de la batería, se debe leer y cumplir a cabalidad con el manual de instalación de la batería.
- 12.13 Para la instalación de baterías se deberá asegurar no superar la temperatura de trabajo de las mismas, considerando para ello la información técnica del fabricante, el espacio y la ventilación del lugar donde se instalarán.
- 12.14 La instalación de las baterías debe cumplir a cabalidad con el entorno de la instalación (ambientes secos, no corrosivos, ventilados, donde no se pueda producir explosiones de gas o polvo y alejadas de la radiación solar directa), las condiciones ambientales (rango de temperaturas de funcionamiento y altura máxima de instalación sobre el nivel del mar) y las condiciones estructurales (peso del conjunto de baterías) establecidas por el fabricante.

- 12.15 Las baterías no podrán estar directamente en el suelo, por ello deberán ir montadas sobre racks, gabinetes o casetas cumpliendo las exigencias de la sección N°9 de este instructivo. Se exceptúan de esta exigencia aquellas baterías de litio que forman parte del BESS integrado.
- 12.16 Las baterías se protegerán ante sobrecargas y sobredescargas a través de la correcta programación de los PCE. Lo anterior es adicional a las protecciones eléctricas exigidas y descritas en la sección N°13 de esta instrucción técnica.
- 12.17 Para la interconexión entre dos o más baterías de un mismo banco de baterías, los conductores o barras de interconexión deberán cumplir con lo siguiente:
- Los conductores de cada batería que realicen una interconexión deberán tener el mismo largo.
 - La sección de los conductores o barras de cada interconexión será la misma
 - La aislación de los conductores de cada interconexión será del mismo tipo
 - Los extremos de los conductores tendrán el mismo tipo de terminales de conexión y éstos serán de la misma dimensión.
 - Deben ser identificados con el tipo de interconexión “serie” o “paralelo” y el voltaje nominal de la interconexión.

Para una mejor comprensión véase el Anexo N°8.

- 12.18 Para facilitar el mantenimiento y reparación, el banco de baterías debe tener dispositivos de protección aislados ante sobre corriente mediante un disyuntor o de un fusible con carcasa cubierta y aislada para su desconexión en CC, teniendo presente la limitación de la máxima corriente de carga o descarga.
- 12.19 El diseño del banco de baterías deberá cumplir las siguientes condiciones:
- Comprobar la cantidad de baterías que se pueden conectar en serie y/o paralelo de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
 - Se debe comprobar la compatibilidad con los BMS y PCE.
 - Se debe comprobar que los regímenes de carga y descarga indicados por el fabricante sean correctamente proporcionados por los BMS y PCE.
 - El tipo de aterrizaje y comprobación del sistema de aterrizaje de los equipos con los que interactuarán.
 - Comprobar que la posición de montaje de la batería sea la indicada por el fabricante (Ver anexo N°5).

- 12.20 Para la interconexión entre dos o más BS conectados en paralelo, el conductor de salida de cada BS a un punto en el que los BS se conecten (por ejemplo, a las barras de distribución), deberá tener la misma resistencia en ambos conductores, lo que se debe cumplir con lo siguiente:
- Los conductores de cada BS tengan el mismo largo,
 - La sección de los conductores de cada BS sea la misma
 - La aislación de los conductores de cada BS sea del mismo tipo
 - Los extremos de los conductores de cada BS deberán tener el mismo tipo de terminales y con la misma dimensión.

Se podrá eximir de esta exigencia aquellos BS que dispongan de un BMS o dispositivo similar que proporcione voltaje administrado y corriente de carga/descarga a cada sistema por separado.

12.21 Los sistemas de baterías deberán contener las señaléticas indicadas en la sección N° 15 de este instructivo.

12.22 **Batería de iones de litio**

12.22.1 Las baterías de iones de litio tendrán una placa visible e indeleble, con la información técnica requerida en la autorización.

12.22.2 Todo sistema de almacenamiento a través de baterías de iones de litio debe contar con BMS.

12.22.3 Cuando se utilice un sistema de almacenamiento con baterías de iones de litio, su BMS deberá ser compatible con el o los PCE, validada por los fabricantes de estos equipos y de las baterías.

12.22.4 El BMS debe contar con un sistema de comunicación compatible con el protocolo de comunicación del PCE.

12.22.5 Todo sistema de almacenamiento deberá contar con BMS que sean integrados a la batería o bien externos a éstas, siempre y cuando sean aquellos avalados por el fabricante de la batería.

12.22.6 Para la conexión entre baterías de ion de litio se deberá respetar la cantidad máxima indicada por el fabricante incluyendo aquellos BMS adicionales que el mismo fabricante establezca.

12.22.7 Los conectores para conexiones entre baterías no utilizados deberán ser cubiertos con las tapas indicadas por el fabricante.

12.23 **Batería de Plomo Ácido de libre mantenimiento**

12.23.1 Todas las baterías VRLA (Valve Regulated Lead Acid Battery) que formen parte de la instalación de almacenamiento de energía deberán cumplir con las normas IEC 60896-21 e IEC 60896-22 y deberán ser autorizadas por la Superintendencias para tales efectos.

12.23.2 Para la conexión en serie y /o paralelo entre baterías de plomo ácido solo podrán utilizarse baterías que aseguren tener la misma capacidad nominal, marca, modelo, año de fabricación y tengan el mismo tipo de química de forma comprobable.

12.23.3 Para la conexión en serie y/o paralelo entre baterías, se deberán respetar las cantidades máximas permitidas por el fabricante de la batería evitando superar una tensión nominal mayor a 60 V en CC. En caso de que el BS tenga una tensión nominal mayor a 60V en CC, entonces la instalación del BS deberá estar equipada con interruptores de aislamiento para separar el BS en secciones, donde cada sección tenga una tensión inferior a 60V nominales en CC o en secciones que reduzcan los niveles de energía incidente del arco eléctrico.

12.24 Sistema de gestión de baterías (BMS)

- 12.24.1 Las disposiciones de esta subsección son aplicables solamente a los BMS externos a la batería y que forman parte del BS.
- 12.24.2 La instalación del BMS se deberá realizar según las especificaciones del fabricante, considerando la ventilación, el anclaje, la cantidad máxima de baterías en serie y en paralelo permitidas, y el índice IP, entre otros aspectos.
- 12.24.3 Los conectores para conexiones de baterías no utilizados del BMS deberán ser cubiertos con las tapas indicadas por el fabricante.
- 12.24.4 La interconexión entre las baterías del mismo banco y hacia el BMS se deberá llevar a cabo siguiendo las especificaciones del fabricante.
- 12.24.5 Los conductores eléctricos de salida del BMS, así como los conductores de comunicación, deben estar lo más cerca posible de las baterías.
- 12.24.6 Los BMS y las carcasas de las baterías deberán ser aterrizados en la conexión a tierra que indica el fabricante.
- 12.24.7 Para los casos de módulos BMS que agrupen baterías de iones de litio, deberán contar con una protección en CC que permita desconectar cada módulo de baterías. Esta protección puede estar integrada al módulo BMS o ser externa a él.
N.A.: Este dispositivo es para facilitar el aislamiento de un BS y permitir su mantenimiento.

13. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

- 13.1 Las instalaciones de un sistema de almacenamiento de energía estarán equipadas con un sistema de protección que garantice su desconexión en caso de una falla en la red o fallas internas en la instalación del propio sistema. Las instalaciones de almacenamiento aisladas de la red también deberán contar con las mismas protecciones eléctricas que garanticen su desconexión en caso de fallas internas o de los consumos asociados.
- 13.2 Todos los BS y baterías no ensambladas deberán ser capaces de aislarse eléctricamente de los demás equipos dentro del BESS, para lo cual deberán contar con los dispositivos de aislamiento adecuados, los que deberán poder abrir en forma automática y/o manual en condiciones de funcionamiento normales y de fallas.
- 13.3 Los BESS integrados ensamblados deberán permitir el acceso en su interior para facilitar el aislamiento de los diferentes elementos y permitir el reemplazo de las protecciones eléctricas respectivas, que permitan su funcionamiento continuo.
- 13.4 Esta subsección indicará las exigencias mínimas para las protecciones eléctricas del lado de CC:
- 13.4.1 Cuando exista, la Unidad de Generación se deberá conectar al PCE, a través de fusibles o disyuntores de CC.
- 13.4.2 La interconexión entre dos o más PCE y uno o más BS se debe realizar a través de barras de distribución de CC. Se deben utilizar fusibles o disyuntores de CC en uno de los polos para la interconexión de cada elemento a la barra respectiva. Para los casos de BESS integrados ensamblados, esta interconexión puede ser al interior del equipo o como lo establezca el fabricante.
N.A.: Generalmente el conductor del polo (+) es el que se protege a través de fusibles, mientras que el polo (-) se emplea para el monitoreo y/o control.
- 13.4.3 La conexión entre un único PCE y un único BS podrá realizarse sin barras de distribución de CC, siempre y cuando se utilice una protección de CC en uno de sus polos. La selección del polo a proteger será el recomendado por el Fabricante.
- 13.4.4 El BS ensamblado puede incluir un dispositivo de aislamiento integrado que funcione en todos los conductores activos, el cual deberá ser fácilmente accesible y señalizado. Cuando el dispositivo de aislamiento no es integrado, éste deberá ser fácilmente accesible, señalizado y proporcionará las mismas funciones que un dispositivo de aislamiento integrado.
- 13.4.5 Los fusibles utilizados en el lado de CC de las instalaciones de almacenamiento de energía deberán cumplir con los siguientes requisitos:
- Ser seleccionados para ser capaces de disipar la potencia que se desarrolla en las peores condiciones de funcionamiento.
 - Estar clasificados para ser utilizado en CC
 - Contar con una clasificación de tensión igual o superior que la tensión máxima del sistema de almacenamiento.
 - Cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60269-1
 - Ser montados en un portafusible

- 13.4.6 Los portafusibles utilizados en el lado CC de las instalaciones almacenamiento de energía deberán cumplir con los siguientes requisitos:
- Estos clasificados para ser utilizado en CC
 - Contar con una clasificación de tensión igual o superior que la tensión máxima del sistema de almacenamiento.
 - Contar con una clasificación de corriente admisible igual o superior que el fusible correspondiente.
 - Entregar un grado de protección adecuado a su ubicación.
 - Cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60947-3
- 13.4.7 Los interruptores automáticos e interruptores desconectores utilizados en el lado CC de las instalaciones de almacenamiento de energía, deberán cumplir los requerimientos establecidos en las normas IEC 60947-2 o IEC 60947-3, y ser adecuados para este tipo de instalaciones, capaces de extinguir arcos eléctricos en CC, además de cumplir con lo siguiente:
- Ser del tipo no polarizado;
 - Estos clasificados para ser utilizado en CC
 - Tener una tensión nominal superior a la tensión máxima del sistema de baterías en todas las condiciones de funcionamiento;
 - Estos clasificados para soportar la corriente máxima de cortocircuito;
 - Tener una corriente nominal superior a la corriente máxima nominal de CC para el BESS;
 - Ser seleccionados para ser capaces de disipar la potencia que se desarrolla en las peores condiciones de funcionamiento.
 - Estos asegurado en la posición abierta, sólo cuando los contactos principales están en la posición abierta;
- 13.5 Todas las conexiones y/o interconexiones del lado CA del PCE deberán contar con una protección diferencial, e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con una corriente de cortocircuito superior adecuada a la potencia de salida de el o los PCE.
N.A. cuando la instalación está conectada a la red eléctrica de distribución o en paralelo a ella, las protecciones deberán contar con una corriente de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.
- 13.6 Las protecciones de desconexión y aislamientos de los diferentes equipos que forman parte del BESS deberán estar claramente señalizados y ser fácilmente accesibles.
N.A.: En algunos BESS integrados ensamblados según su fabricación, estas protecciones de desconexión y aislamiento están al interior de la carcasa del BESS integrado, entendiéndose que, para acceder a estos puntos, se deberá remover dicha carcasa.
- 13.7 Las protecciones del sistema de almacenamiento de energía para el lado de CC y de CA deberán estar instalados y claramente identificados en uno o más tableros eléctricos específicos para su uso, el cual deberá contar con puerta, cubierta cubre equipos y placa de identificación, cumpliendo además con lo exigido en el Pliego Técnico Normativo RIC N°02 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía.
- 13.8 Toda interconexión entre el sistema de almacenamiento y la instalación de consumo deberá realizarse dentro de un tablero eléctrico, a través de barras de distribución cumpliendo con lo establecido en el Pliego Técnico Normativo RIC N°02 del DS N°8/2019 del Ministerio de Energía. Para una mejor comprensión véase el Anexo N°10.

13.9 En el caso que la instalación de consumo dependa exclusivamente del funcionamiento del PCE, esta deberá contar con un dispositivo bajo carga de corte omnipolar que le permita estar conectada directamente a la red de distribución o fuente de generación en CA. (Para una mejor comprensión, véase el Anexo N°10).

N.A.: El dispositivo bajo carga descrito también permite el aislamiento del BESS para efectos de mantenimiento (manteniendo energizada la instalación de consumo).

13.10 Todas las protecciones eléctricas señaladas en esta sección deberán cumplir con la rotulación indicada en la sección N° 15 de este instructivo técnico.

14. PUESTA A TIERRA

14.1 Todas las partes metálicas de la instalación deberán conectarse a la tierra de protección. Esto incluye las estructuras de soporte, las carcasas de los equipos, etc.

14.2 Los materiales utilizados en la ejecución de las puestas a tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y la conductividad eléctrica por efecto de la corrosión, de forma que cumpla con las características del diseño de la instalación. Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, etc.) no deben ser utilizadas, como parte de la puesta a tierra por razones de seguridad.

14.3 El aterrizaje de las carcasas, racks, gabinetes, armarios, baterías, módulos de baterías, así como de los equipos auxiliares del BESS, se deberá realizar como lo establecen los respectivos fabricantes, con el fin de respetar la garantía de los productos.

14.4 La puesta a tierra del BESS integrado ensamblado deberá seguir los requisitos de puesta a tierra que establece el fabricante.

14.5 La protección contra fallas a tierra del BESS ensamblado seguirá los requisitos del fabricante para protección contra fallos, incluida cualquier supervisión adicional o conexiones o dispositivos de alarma.

15. ROTULACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

- 15.1 Todas las rotulaciones, señalizaciones, procedimientos y advertencias requeridas en este instructivo deberán cumplir con lo siguiente:
- Ser indelebles
 - Ser legibles
 - Estar diseñadas y fijadas de manera que sean legibles durante la vida útil del equipo o tablero al que están adheridas o relacionadas
 - Ser simples y comprensibles
- 15.2 Todos los tableros eléctricos de bancos de baterías y/o de CC, deberán contar con una placa de identificación que indique este nombre, además de un etiquetado de peligro indicando que las partes activas dentro de la caja están alimentadas por la unidad de almacenamiento y que pueden todavía estar energizadas tras su aislamiento o apagado del PCE.
- 15.3 Se complementará la o las placas de identificación ubicadas en los tableros eléctricos que contienen las protecciones de desconexión y aislamiento de CC y CA o en los medios de desconexión, en un sitio accesible, en el cual se especifique lo siguiente:
- La capacidad nominal de almacenamiento (kWh)
 - Tipo de Química (plomo ácido o iones de litio)
 - Corriente de carga máxima (A)
 - La tensión máxima CC (V)
 - La corriente máxima de operación CC (A)
 - Instalación cuenta con suministro de energía a través de generador diésel u otro medio de generación (SI/NO) identificando el tipo de generador adicional.
 - Instalación puede operar en modo isla interna (SI/NO)

N.A. N°1: Cuando existan varios BS, la tensión a indicar será la máxima del sistema, mientras que la corriente a indicar será la corriente máxima de operación calculada para cualquiera de los BESS, donde para cada BESS que tenga varios BS conectados en paralelo, la corriente calculada será la suma de las corrientes máximas de operación de cada BS en paralelo.

N.A. N°2: Los valores de CC o de CA deberán estar en el tablero respectivo.

N.A. N°3: Se debe entender que habrá tableros existentes de CC o CA asociados a generación eléctrica.

- 15.4 Cuando haya sistemas de baterías en paralelo conectados a los PCE y se utilicen varios dispositivos de desconexión y aislamiento, la siguiente señalética se colocará junto al PCE o al tablero que contiene las protecciones de los sistemas de baterías múltiples y tendrá una rotulación de advertencia que contenga un símbolo de advertencia e indique:

**ADVERTENCIA — SISTEMAS DE BATERÍAS MÚLTIPLES
OPERE TODAS LAS PROTECCIONES DE DESCONEXIÓN DEL SISTEMA DE
BATERÍAS PARA AISLAR EL EQUIPO**

- 15.5 Cuando un sistema de baterías tenga más de un dispositivo de desconexión instalado, estos deberán estar etiquetados y numerados de acuerdo con el sistema de baterías al que estén conectados.
- 15.6 Todo BESS incluirá una señalética permanente que detallará el procedimiento de apagado que establece los pasos secuenciales para apagar de forma segura el BESS. El procedimiento de apagado deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Ser instalado junto al PCE al que está conectado el sistema de baterías; y
- b) Estar situado lo más cerca posible y visible desde el equipo a operar en caso de un apagado.
- c) Cuando el PCE está a menos de 3 m del tablero eléctrico al que está conectado directamente, el procedimiento de apagado puede colocarse en ese tablero eléctrico.
- d) El procedimiento de apagado también debe incluir información de contacto telefónico de emergencia.

La señalética que detalla el procedimiento de apagado también puede incluir el procedimiento de encendido. Toda la rotulación y etiquetado de los dispositivos deberá ser coherente con la terminología y apagado de los PCE utilizados y vinculados al BESS.

- 15.7 Se incluirá una advertencia en el procedimiento de apagado indicado en el punto 15.6, que indique que una vez que el sistema de baterías se haya aislado, el inversor podría tener energizado su puerto de almacenamiento, por lo que serán necesario realizar más medidas de seguridad.
- 15.8 Cuando se instalen varios bancos de baterías dentro de una instalación eléctrica, deberá haber una rotulación para cada banco de baterías que incluya un número identificable junto con el número total del banco de baterías. Por ejemplo, Banco de baterías 1 de (insertar el número total de Banco de baterías), Banco de baterías 2 de (insertar el número total de Banco de baterías). Esta rotulación deberá estar en el tablero de interconexión de bancos de baterías.
- 15.9 Los alimentadores de el o de los bancos de baterías, deberán estar claramente rotulados, sin riesgo de fácil desprendimiento, mediante el símbolo “+” para el polo positivo y el símbolo “-” para el polo negativo.
N.A.: El alimentador del banco de batería debe entenderse como el conductor que transporta toda la corriente desde o hacia el banco de baterías.
- 15.10 Cuando exista un BMS externo, deberán ser coherentemente identificado.
- 15.11 Etiquetado de otros equipos:
 - a) Todos los equipos de medición, equipos auxiliares y alarmas deberán estar rotulados. Las etiquetas coincidirán con la nomenclatura utilizada en la documentación y los diagramas unilineales del BESS.
 - b) Es posible que se requieran señaléticas de advertencia adicionales cuando se instalen sistemas de protección específicos (por ejemplo, sistema adicional de extinción de incendios).
- 15.12 Las locaciones del BESS en edificios y locales de reunión de personas, deberán estar señalados en un plano (mapa o dibujo) situado en el acceso principal y/o en el panel o tablero de control de incendios. Este plano indicará la ubicación de los procedimientos de apagado y emergencia.

15.13 La puerta de acceso para los BESS albergados dentro de un recinto, sala, habitación o caseta indicados en el punto 7.10 deberán tener un letrero que:

- Indique "Peligro Área Restringida" indicando que el acceso sólo está permitido para Personal de mantenimiento;
- Será montado junto al gabinete, armario o en todas las puertas de la sala, habitación o caseta donde se encuentra el sistema de baterías.



15.14 Los recintos que albergan los BESS de mayor capacidad de almacenamiento indicados el punto 7.10 deberán disponer en un lugar visible y accesible de un diagrama unilineal actualizado, de tamaño legible, y con protección permanente para mantener su condición. Este diagrama unilineal también deberá estar al interior de las casetas de BESS independiente de su capacidad de almacenamiento.

N.A.: El diagrama unilineal debe mostrar las diferentes conexiones e interconexiones entre baterías y los diferentes elementos que conforman los BESS.

15.15 Los lugares donde se instalen los BESS deberán contar con una placa de advertencia de manera que sea visible y con el siguiente texto:

**PRECAUCIÓN
ESTA PROPIEDAD CUENTA CON UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE
ENERGÍA A TRAVÉS DE BATERÍAS (PLOMO ÁCIDO O LITIO)**

Este letrero deberá ser instalado en la unidad de medida y/o en el Tablero General o inmediatamente cercano a ellos, para que sean fácilmente visibles para los diferentes usuarios.

Debe entenderse que este letrero se puede integrar al letrero específico de sistemas de generación, por lo que puede estar en la misma placa, como se muestra en el ejemplo a continuación:

**PRECAUCIÓN: ESTA PROPIEDAD CUENTA CON UN SISTEMA DE
GENERACIÓN QUE PUEDE OPERAR EN FORMA CONJUNTA Y AISLADA DE
LA RED (OPERACIÓN EN ISLA) ADEMÁS SE CUENTA CON UN SISTEMA DE
ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS**

15.16 El tamaño de la placa indicada en 15.15 será como mínimo de 70 mm por 40 mm. La inscripción será indeleble y la letra tendrá un tamaño de 5 mm como mínimo.

16. DOCUMENTACIÓN, INSPECCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

16.1 Al finalizar la instalación de un BS o de un BESS, se deberá facilitar toda la documentación a la Superintendencia y al propietario de la instalación, en conformidad con lo señalado en la presente sección. Esta documentación garantizará que la información técnica del sistema esté fácilmente disponible para el propietario, así como para los proveedores de servicios de mantenimiento y el personal de los servicios de emergencia.

16.2 Manual de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento

16.2.1 Se deberá facilitar un manual, completo con los siguientes elementos:

a) Información del BESS que incluye:

- Capacidad nominal total de almacenamiento (kWh)
- Tipo de química de la batería o el sistema de baterías.
- Datos de contacto del instalador/empresa instaladora del sistema.

b) Parámetros de la operación del Banco de baterías

- Corriente máxima
- Tensión de absorción
- Tensión de flotación
- Compensación por temperatura

c) Instrucciones de funcionamiento para los requisitos de respuesta a alarmas, incluidas las alarmas de fallas de tierra, alarmas de humo, alarmas de ventilación y cualquier otra alarma que pueda ser necesaria como parte de la instalación. Estas exigencias son sólo solicitadas de acuerdo al punto 7.10 de esta instrucción técnica.

16.2.2 El manual de operación y mantenimiento deberá ser presentado a la Superintendencia en el proceso de declaración.

16.3 Pruebas e Inspección

16.3.1 La puesta en marcha sólo podrá ser realizada por el instalador eléctrico autorizado responsable de la declaración de puesta en servicio.

16.3.2 Será responsabilidad del instalador realizar todas las pruebas necesarias para garantizar la seguridad de la instalación del sistema de almacenamiento de energía.

16.3.3 Previo a la energización del BS y su conexión al PCE, se deberá comprobar la polaridad de cualquier dispositivo de CC y CA. Se deben realizar ensayos para garantizar la continuidad de las conexiones a tierra.

16.3.4 Previo a la energización y puesta en servicio la instalación, se verificará el cumplimiento de los requisitos del fabricante del BS y otros componentes del BESS, las exigencias técnicas de CA de los Pliegos Técnicos Normativos RIC establecidos en el Decreto Supremo N°8/2019 del Ministerio de energía, y los siguientes requisitos:

a) Todas las instrucciones de apagado y puesta en marcha del sistema coincidirán con los diagramas unilineales del sistema y la señalética y/o etiquetado del sistema.

- b) Las señaléticas y rotulación se instalarán en conformidad con los requisitos de la sección N°15.
- c) Se debe comprobar el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de desconexión y aislamiento del sistema.
- d) Todas las conexiones de los terminales y bornes de conexión deben estar correctamente ajustados de acuerdo a sus especificaciones.
- e) Todas las conexiones deben ser verificadas, medidas y registradas incluyéndose en la documentación.
- f) Se deben instalar todos los dispositivos y equipos de seguridad auxiliares necesarios.

16.4 Puesta en marcha

- 16.4.1 La puesta en marcha del sistema incluirá la verificación del funcionamiento de la instalación en conjunto, y en particular del BS y su funcionamiento en los modos de carga como de descarga.
- 16.4.2 Las conexiones de CC deberán probarse mientras el sistema esté funcionando con la corriente de carga y descarga máxima configurada, para identificar cualquier conexión de alta resistencia.
- 16.4.3 Se deben verificar los valores de ajustes de las protecciones eléctricas y de la configuración del inversor (ya sea a través del mismo inversor o a través de una conexión de datos o una conexión del equipo).
- 16.4.4 Se deben verificar las tensiones individuales de la batería o del módulo de baterías, desconectadas del resto del banco de baterías, cuyos valores deben ser iguales según corresponda. Esta recomendación no es aplicable a BESS integrados ensamblados.
N.A.1: Para cumplir con lo anterior se deberá cargar la batería, luego aislar la batería individual y luego medirla.
N.A.2: Esto debe ser realizado previo a la instalación, posterior a la instalación y después de la primera carga completa.
N.A.3: Esta verificación servirá para ratificar el estado de salud y estado de carga de cada batería, teniendo presente que cada batería deberá tener el mismo nivel de tensión.
- 16.4.5 Se debe verificar la supervisión remota, cuando se incluya con el BS, debiendo comprobarse que su configuración entregue un acceso disponible para el propietario del sistema o el representante designado. Esto es sólo aplicable a las instalaciones indicadas en el punto 7.10.
- 16.4.6 Se debe verificar el procedimiento de apagado del sistema, garantizando que es un procedimiento claro y seguro.
- 16.4.7 Deberán cumplirse los requisitos de puesta en marcha del fabricante de la batería, cuando se proporcionan instrucciones específicas sobre la carga inicial y la descarga máxima configurada.

16.5 Inducción

- 16.5.1 Antes de comunicar la energización de la instalación, se debe proporcionar una inducción al propietario del sistema o al representante designado lo que quedará registrado a través del Informe de Operación del sistema de almacenamiento de energía a través de baterías y Declaración del Propietario. La realización de esta inducción se validará a través de la firma del anexo N° 11 de esta instrucción, el que deberá ser entregado en el proceso de comunicación de energización.
- 16.5.2 Además de lo indicado en el anexo N° 11 de esta instrucción técnica, la inducción incluirá al menos, lo siguiente:
- a) Demostración de los procedimientos de encendido y apagado del sistema, así como su señalética.
 - b) Introducción al manual de operación y mantenimiento del sistema como parte de la instalación.
 - c) Suministro de información detallada para el funcionamiento de cualquier tipo de alarma incluida en el sistema.
 - d) Información clara sobre los datos de contacto para la prestación de asistencia técnica.
 - e) Información relativa al acceso a datos específicos o información, incluyendo el inicio de sesión para el sistema de monitoreo y aplicaciones o programas disponibles.
 - f) Principios básicos de la operación y funcionamiento.
 - g) Inspecciones periódicas y requerimientos de mantenimiento.

ANEXO N° 1

ESQUEMAS Y MODOS DE OPERACIÓN DE UN INVERSOR BIDIRECCIONAL

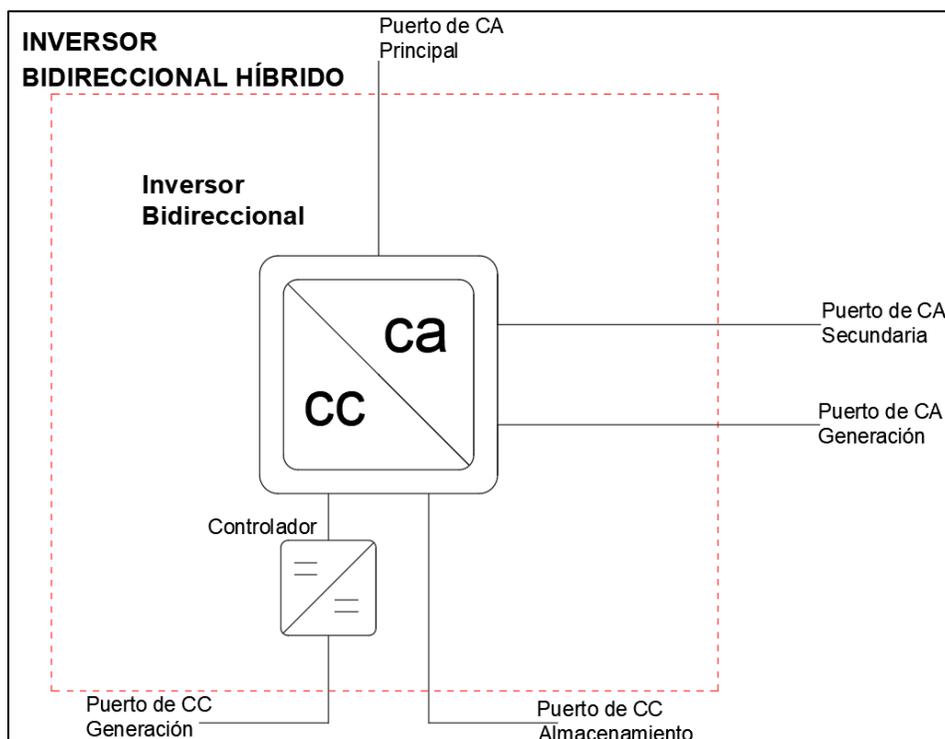


Figura 1.1: diagrama tipo de inversor bidireccional híbrido.

Este anexo muestra los diferentes puertos de un inversor bidireccional híbrido, esto es, que tiene integrado un elemento para la conexión de una fuente de generación CC (normalmente fotovoltaica).

En este anexo, además se muestra a través del mismo esquema tipo, a un inversor con los diferentes puertos de conexión que puede incorporar (estos puertos pueden ser elementos externos):

- Puerto de CC para fuente de energía renovable (por ejemplo, generación fotovoltaica)
- Puerto de CC para almacenamiento (dedicado al sistema de baterías)
- Puerto de CA principal
- Puerto de CA de respaldo (dedicado a otras fuentes de generación de CA)
- Puerto de CA secundaria (dedicado a las cargas críticas)

Cabe destacar que el inversor bidireccional puede tener diferentes modos de operación, los que se pueden mantener fijos o ir variando de acuerdo a la programación realizada para cumplir con ciertos requerimientos de la instalación, como privilegiar el autoconsumo o el respaldo en caso de fallas de la red de distribución, entre otros.

Cabe destacar que el inversor puede tener diferentes modos de operación y éstas pueden ser configurables o automáticas, las cuales serán dinámicas en función de cómo se comporte y los requerimientos de la instalación de consumo.

N.A.: Hay inversores en los cuales el puerto de CA es utilizado para el ingreso de energía desde la red y para la inyección de energía, sin embargo, hay otras tecnologías de inversores que tienen puertos separados para el ingreso de la red y la inyección de energía a la red, por esta razón se dejan ambas opciones.

Para una mejor comprensión, se detallan algunos de los modos de operación más comunes de estos inversores:

- a) **Función o modo aislado:** El inversor genera una red eléctrica desde la fuente de almacenamiento controlando el flujo de energía para equilibrar la generación y el consumo de las cargas conectadas a éste. Ver figura 1.2. En este modo es posible utilizar el puerto AC para conectar un generador de respaldo que sirva para alimentar las cargas y/o cargar las baterías.
- b) **Función o modo respaldo o isla interna:** El inversor conectado a una red, al detectar valores inadmisibles de tensión y frecuencia se desconecta de ella, generando su propia red para respaldar el consumo de la instalación con la energía almacenada en las baterías. En algunos inversores, la isla interna solo suministra energía a un puerto secundario denominado de cargas críticas, que puede tener una potencia limitada inferior a la potencia nominal del inversor. Ver figura 1.3
- c) **Función o modo autoconsumo del inversor:** El inversor conectado a la red, busca minimizar el consumo energético desde ésta para aumentar el autoabastecimiento con la energía proveniente de los sistemas de generación (por ejemplo, de una instalación fotovoltaica), gestionando los flujos de energía dentro de la instalación. Ver figura 1.4
N.A.: Este modo de autoconsumo puede ser programado de acuerdo a las características y configuraciones del inversor.

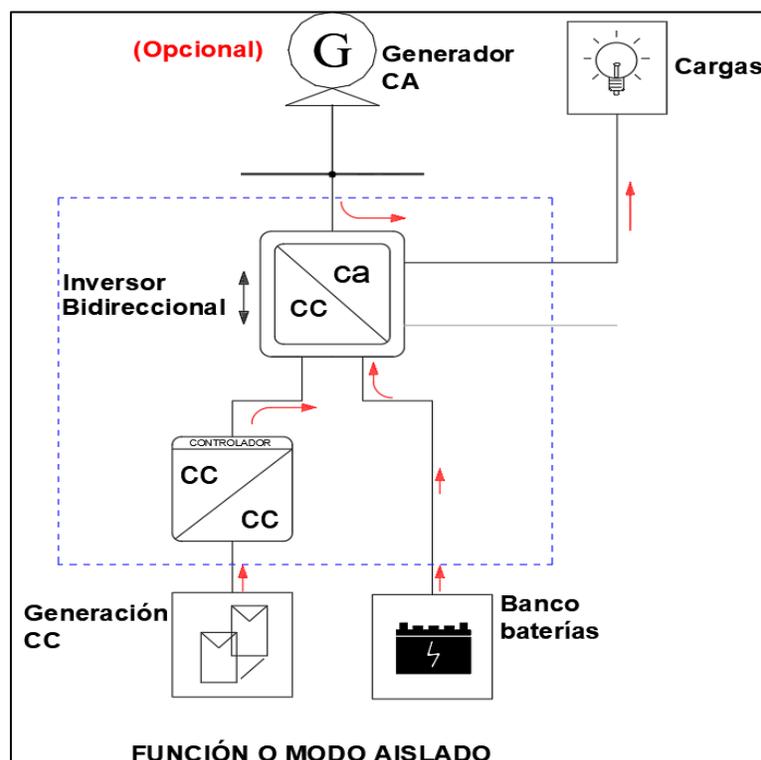


Figura 1.2: diagrama tipo de inversor bidireccional funcionando en modo aislado.
Note que si las baterías necesitan cargarse, el inversor pasa a modo cargador (invirtiéndose el flujo de energía hacia las baterías).

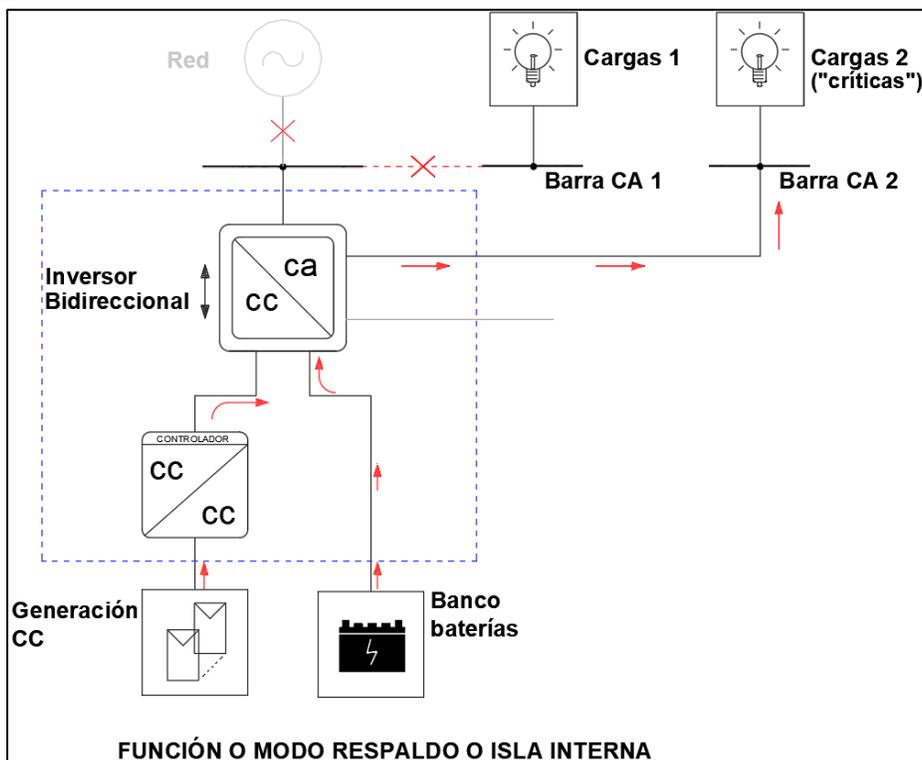


Figura 1.3: diagrama tipo de inversor bidireccional funcionando en modo respaldo o isla interna.

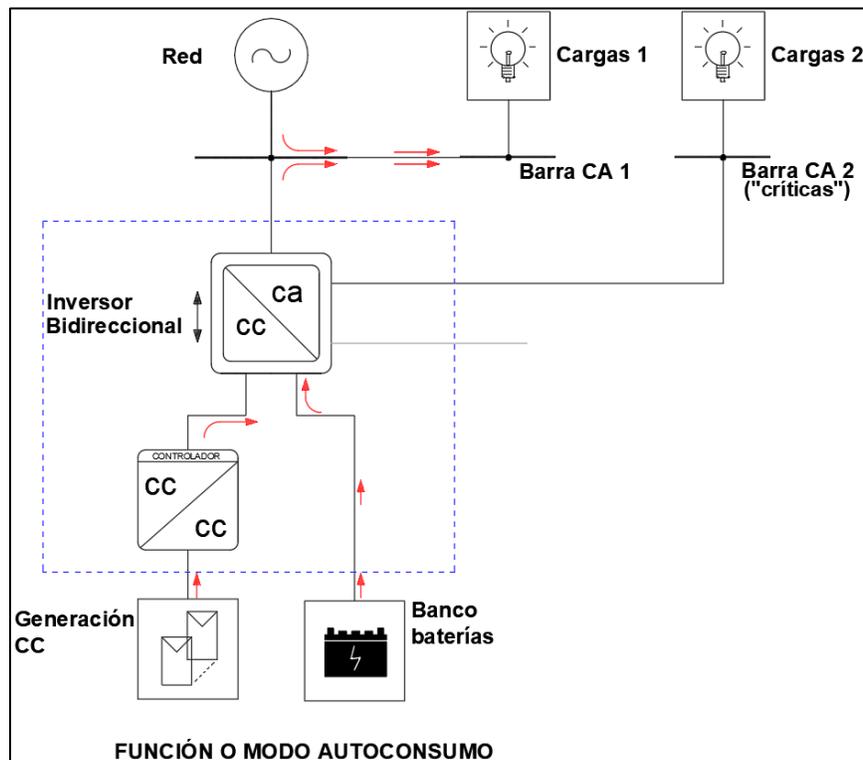


Figura 1.4: diagrama tipo de inversor bidireccional funcionando en modo autoconsumo.

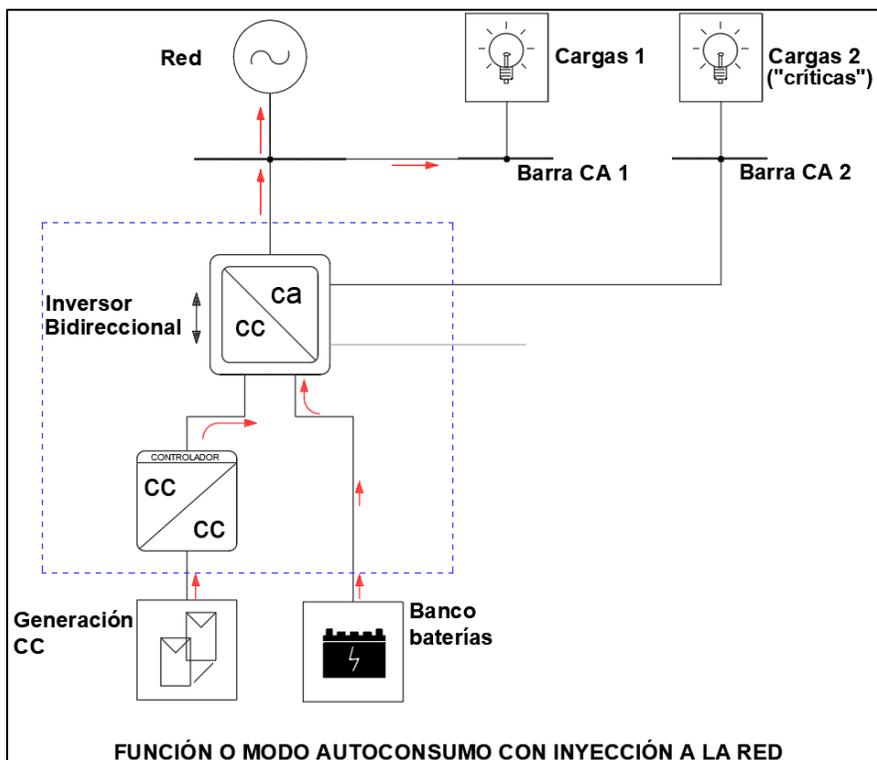


Figura 1.5: diagrama tipo de inversor bidireccional funcionando en modo autoconsumo con inyección a la red.

Cabe destacar que las flechas destacadas en color rojo muestran el flujo de energía desde las fuentes de generación y de almacenamiento (si es necesario) hacia la instalación de consumo, la cual dependiendo de su topología podría abastecer a toda la instalación o parte de esta (cargas críticas).

Por otro lado, la flecha que va entre la generación de CC (para el ejemplo, con fuente fotovoltaica que primero pasa a través del controlador de carga integrado al inversor) y el sistema de almacenamiento (banco de baterías), dependerá de la disponibilidad del recurso energético.

También es necesario destacar que hay algunos inversores que mantienen desactivada (sin energía) su puerto de CA secundaria cuando hay energía de la red eléctrica de distribución, dejándola energizada solo en la operación en modo isla interna (conectado a la red).

ANEXO N° 2 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

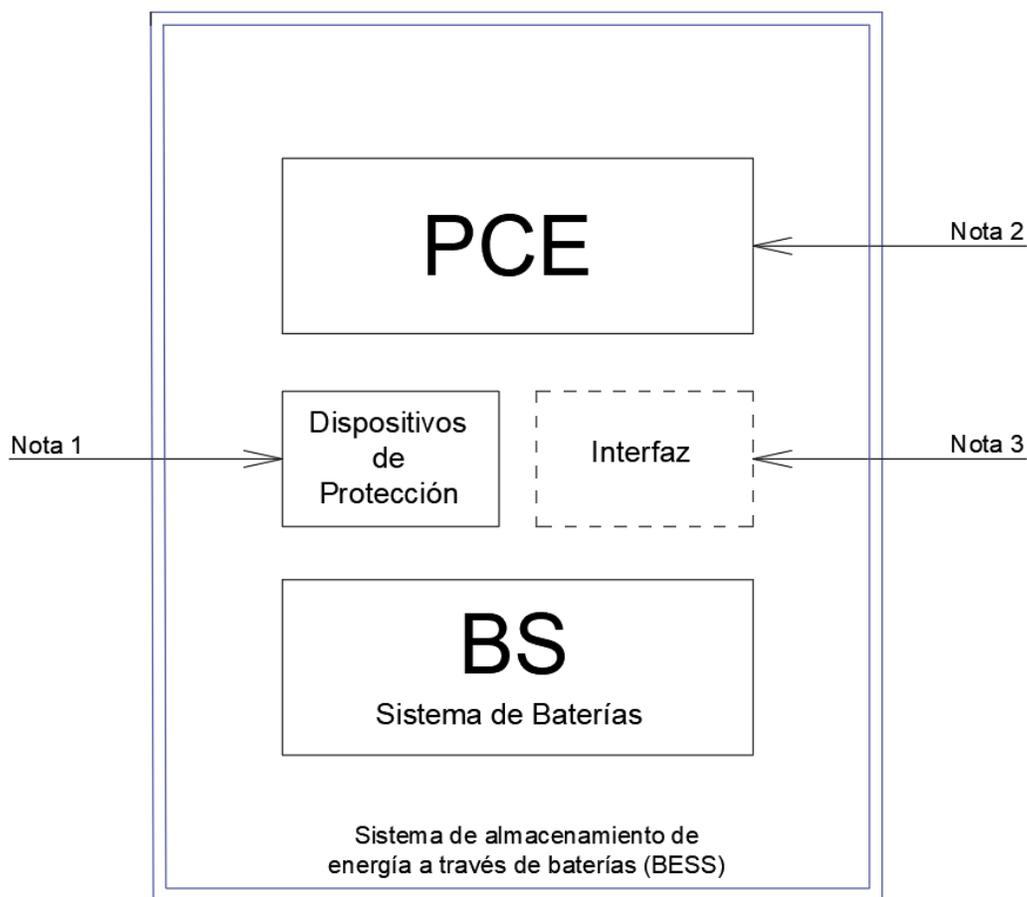


Figura 2.1 Componentes principales de un BESS

NOTA 1: Dispositivo de aislamiento y/o protección contra sobrecorriente.

NOTA 2: Los equipos de conversión de energía pueden consistir en uno o varios PCE.

NOTA 3: La interfaz puede ser para comunicaciones y/o monitoreo.

La Figura 2.1 ilustra los componentes principales de un BESS.

Cabe señalar que un BESS puede clasificarse como:

- a) **BESS integrado ensamblado:** BESS donde un fabricante entrega todos los componentes de éste como un paquete integrado y ensamblado dentro de una carcasa o gabinete, conocido como “*all-in-one*”. Esta carcasa o gabinete incluye el sistema de baterías (BS), los dispositivos de aislamiento y protección, equipos de conversión de energía (PCE) y el sistema de gestión de baterías (BMS). Un BESS integrado ensamblado puede incorporar cualquier otro componente que determine el fabricante del equipo como, por ejemplo, dispositivos para la conexión a la red de distribución, o para la incorporación de otras fuentes energéticas tales como una unidad de generación fotovoltaica, grupos electrógenos, entre otros.

N.A.: El fabricante del BESS integrado ensamblado podría proveer el equipo en piezas modulares separadas a efectos de que el instalador lo ensamble in situ de acuerdo a sus instrucciones sin afectar la certificación del equipo o la garantía.

- b) **BESS con BS ensamblado:** Es aquel en que la interconexión de celdas, módulos de baterías o baterías, viene integrado de fábrica dentro una misma carcasa, o está diseñado para ser ensamblado in situ bajo una cierta configuración determinada por el fabricante, lo que se ha certificado en su conjunto. Cuando el BS ensamblado consista en módulos de baterías de iones de litio, el BMS puede estar incorporado en cada módulo, o bien, ser un BMS común para todos ellos. Este BS ensamblado se une a otros PCE de otros fabricantes que son compatibles.
- c) **BESS con BS no ensamblado:** Es aquel donde el instalador realiza la interconexión entre celdas, módulos de baterías o baterías, dimensiona e instala los conductores para la interconexión y, cuando se trate de módulos de baterías de iones de litio, realiza también la instalación del BMS compatible. Este tipo de equipos está asociado principalmente a celdas VRLA tipo OPzV, baterías VRLA del tipo monoblock o baterías de iones de litio en carcasa tipo monoblock. Este BS no ensamblado se une al PCE de otros fabricantes que son compatibles con los procesos de carga y descarga de las baterías.

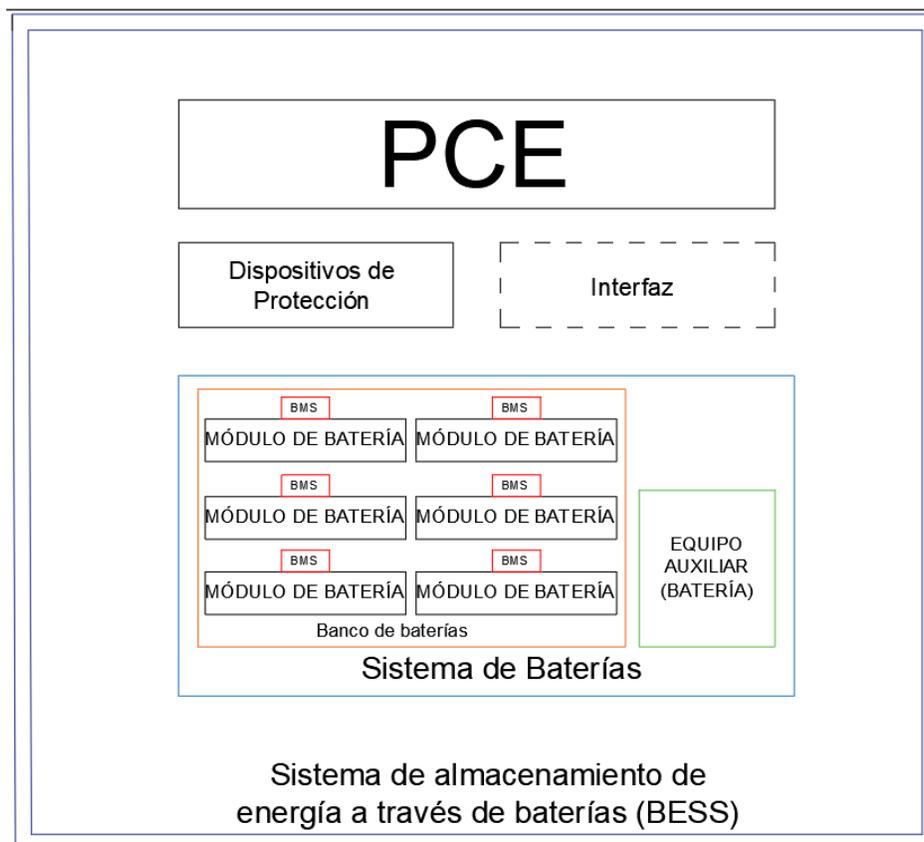


Figura 2.2: BESS típico con sistema de batería que comprende módulos de batería de iones de litio

La figura 2.2 es un ejemplo de un BESS con BS ensamblado, en el cual el sistema de baterías comprende una serie de módulos de baterías de iones de litio con BMS incorporado en paralelo, el cual será conectado a uno o más PCE compatibles del mismo u otro fabricante.

N.A.: Para efectos de un mejor entendimiento se dibujaron cada módulo de batería con un BMS integrado, sin embargo, estos módulos de baterías podrían ser gestionados por un único BMS.

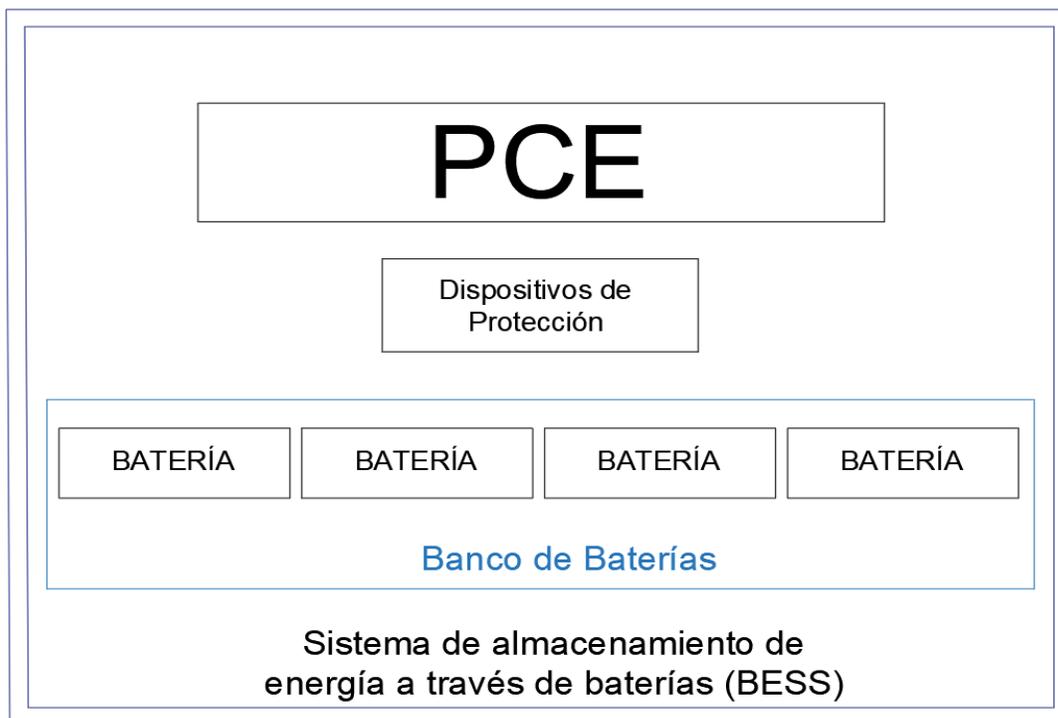


Figura 2.3: BESS típico con sistema de batería tipo monoblock

La figura 2.3 es un ejemplo de un BESS con BS no ensamblado, el cual tiene sistema de baterías que comprenden baterías tipo monoblock. El BMS es requerido en baterías de iones de litio, mientras que para baterías de plomo ácido no se requiere del BMS, ya que parte de esas funciones están contenidas en los equipos de conversión de energía.

ANEXO N° 3 CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS TÍPICAS DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA A TRAVÉS DE BATERÍAS

Este anexo muestra diferentes configuraciones de sistemas de baterías, en la cual se destaca que siempre se protege el polo positivo a través de un fusible, mientras que el polo negativo puede estar conectado a un dispositivo (SHUNT) que permite el monitoreo del sistema de almacenamiento.

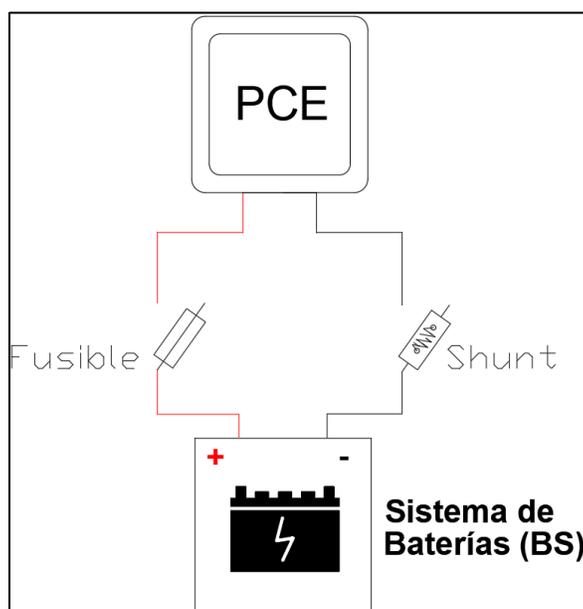


Figura 3.1: BESS compuesto un sistema de baterías única conectada a un solo PCE.

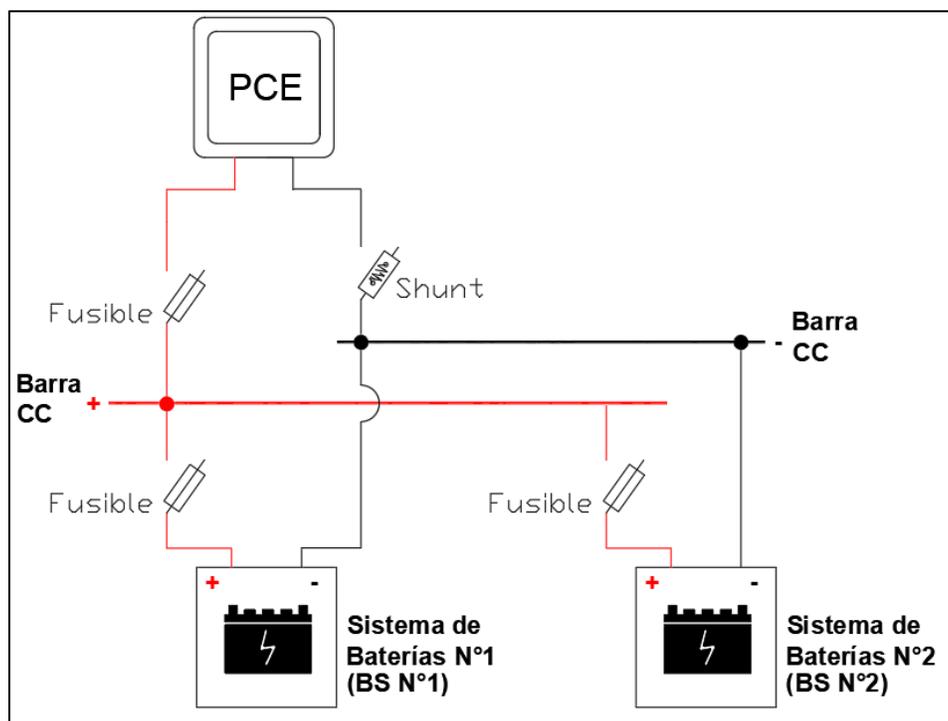


Figura 3.2: BESS con sistemas de baterías paralelas conectadas a un solo PCE.

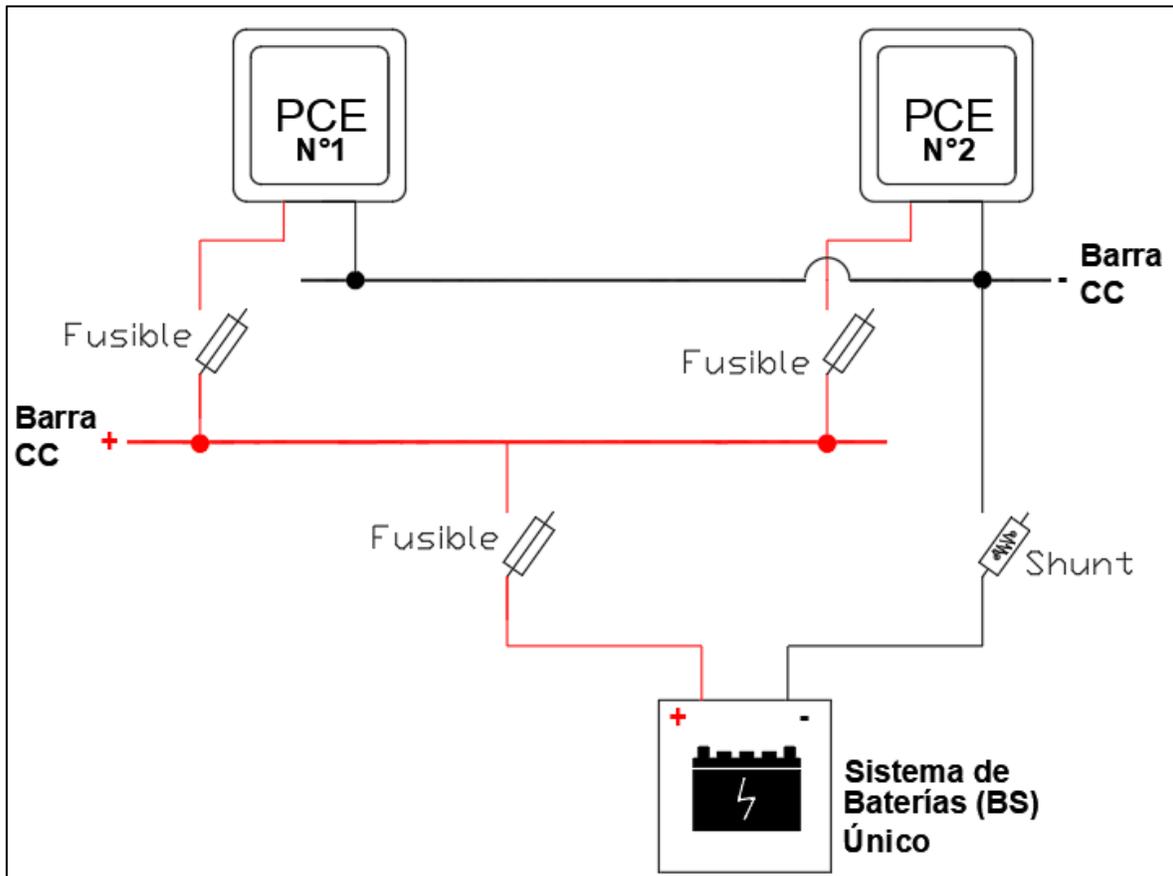


Figura 3.3: BESS compuesto por un sistema de batería única conectada a varios PCE.

ANEXO N° 4

DISTANCIAS LIBRE ENTRE EL BESS O BS CON OTROS EQUIPOS QUE NO FORMAN PARTE DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

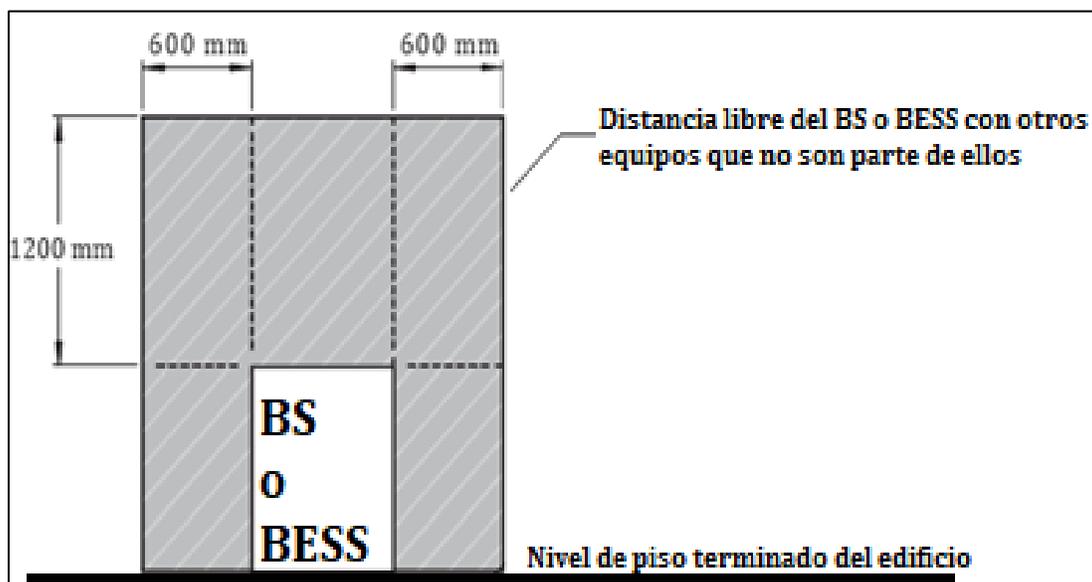


Figura 4.1: Zonas restringidas para equipos no asociados al BESS

Este anexo tiene como finalidad mostrar las distancias libres entre los BESS integrados ensamblados y de los BS no integrados con otros equipos que no son parte del sistema de almacenamiento.

La figura 4.1 señala las distancias libres entre el BS o BESS que están al interior de una sala de baterías o al interior de un inmueble. Estas exigencias no son aplicables a las casetas y gabinetes que contienen BESS.

La finalidad de estas distancias libres (sin obstáculos) es permitir una correcta zona de trabajo para poder realizar las labores de mantenimiento y operación.

ANEXO N° 5

RACKS TÍPICOS DE BATERÍAS DE PLOMO ÁCIDO Y LITIO EN CARCASA TIPO MONOBLOCK

Este anexo muestra los diferentes tipos de racks de batería con filas simples o dobles y / o de niveles dobles. No se muestra el refuerzo adicional requerido para condiciones sísmicas (terremotos), las cuales deben cumplir con la sección N°9 de este instructivo.

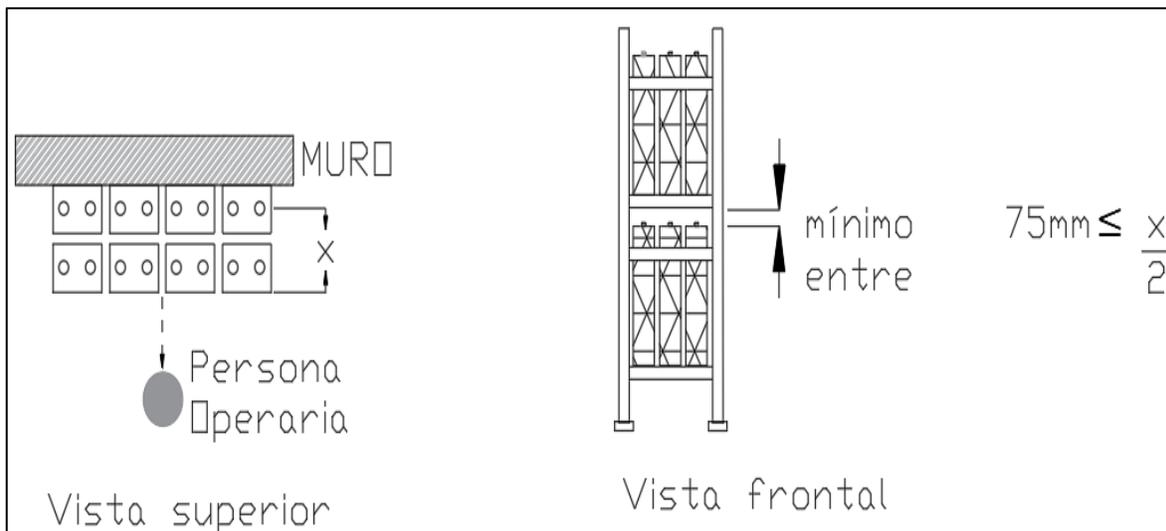


Figura 5.1: Distancias y espacios libres para baterías tipo monoblock instaladas verticalmente

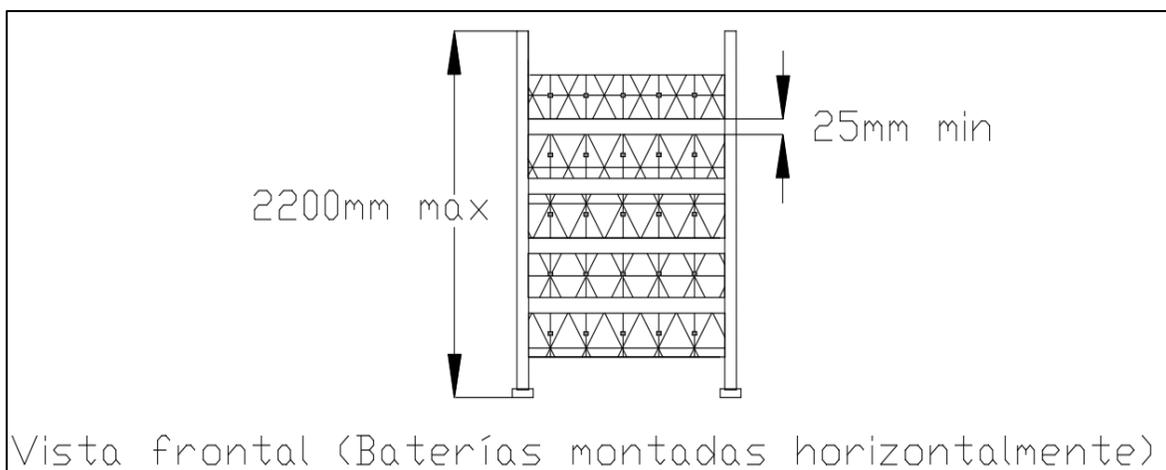


Figura 5.2: Soporte de baterías de una sola fila y un solo nivel instaladas horizontalmente.

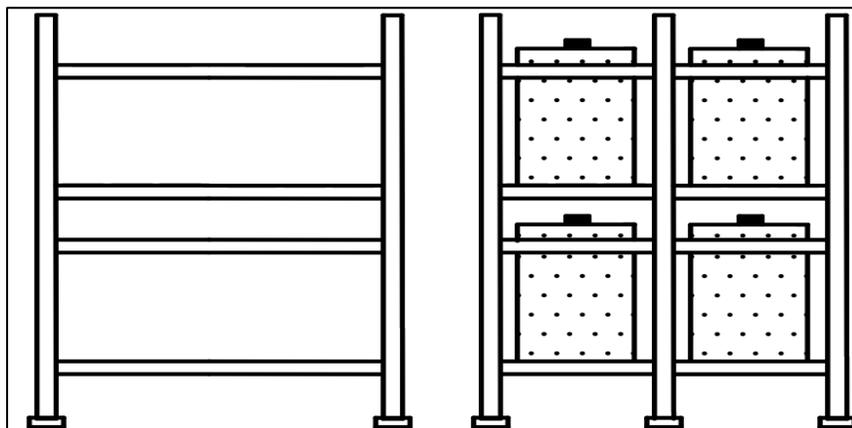


Figura 5.3: Soporte de baterías de dos filas y dos niveles.

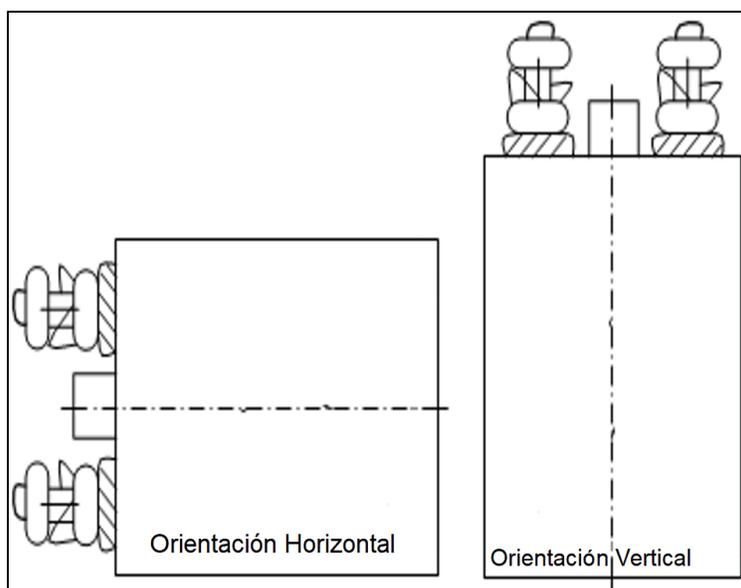


Figura 5.4: Orientación de la celda/batería

La figura N°5.4 tiene como finalidad mostrar la orientación de las baterías, las cuales previo a su instalación deberán corroborar con la documentación del fabricante el tipo de orientación permitido en función de su química.

ANEXO N° 6 GABINETE O CASETA DE UN BS CON EQUIPOS ELECTRÓNICOS PARA TIPOS DE BATERÍAS CLASIFICADOS COMO PELIGROS DE GAS EXPLOSIVO

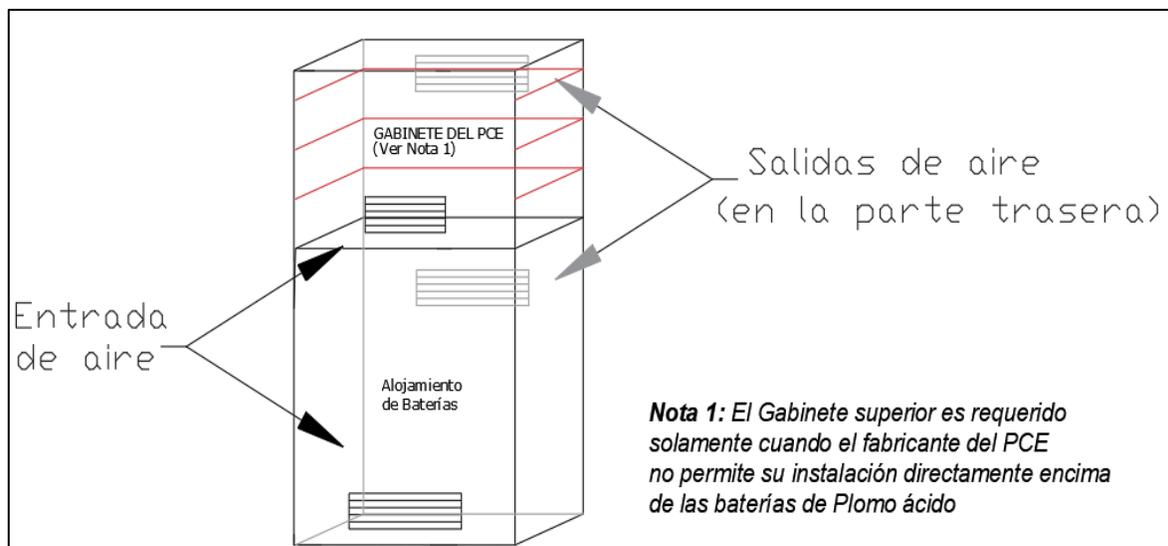


Figura 6.1: Ejemplo de gabinetes de un BS y de uno o varios PCE con separación entre gabinetes.

Este anexo muestra un gabinete de un Sistema de Baterías con equipos electrónicos en ambientes separados (a través de una barrera a prueba de gas).

Esto es exigible a gabinetes de BS donde el fabricante del PCE no permite la instalación de éstos encima del banco de baterías de plomo ácido. Se eximen de esta exigencia las baterías de iones de litio.

N.A. 1: El gabinete del sistema de baterías tiene ventilación externa.

N.A.2 Las ventilaciones de entrada del alojamiento de las baterías y de los equipos electrónicos están en lados diferentes a las salidas de ventilación y a diferentes alturas para proporcionar ventilación de flujo cruzado.

N.A.3: Cuando se requiere la separación de gabinetes, el gabinete del equipo electrónico se puede ventilar externa o internamente a la habitación y debe estar separado de la ventilación de la batería.

N.A.4: Cuando se requiere la separación de gabinetes, la barrera entre la carcasa del sistema de batería deberá estar sellada para evitar la entrada de hidrógeno en los equipos electrónicos.

ANEXO N° 7 DISTANCIAS LIBRE AL INTERIOR DE SALAS DE USO EXCLUSIVO PARA SISTEMAS DE BATERÍAS

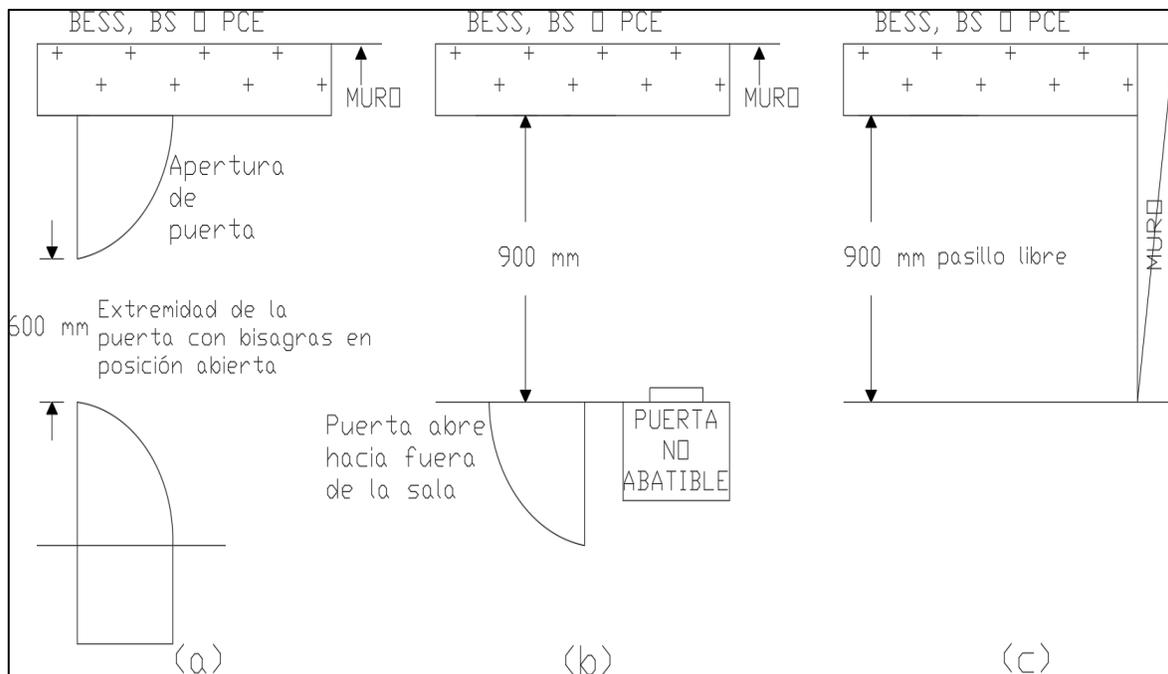


Figura 7.1: Requisitos de distancias mínimas para sistemas de baterías.

Este anexo muestra las distancias que deben tener las salas para sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías, en el cual se indica las distancias libres entre los BS y PCE o del pasillo de la misma sala.

ANEXO N° 8
INTERCONEXIÓN ENTRE DOS O MÁS BATERÍAS DE UN MISMO BANCO DE BATERÍAS

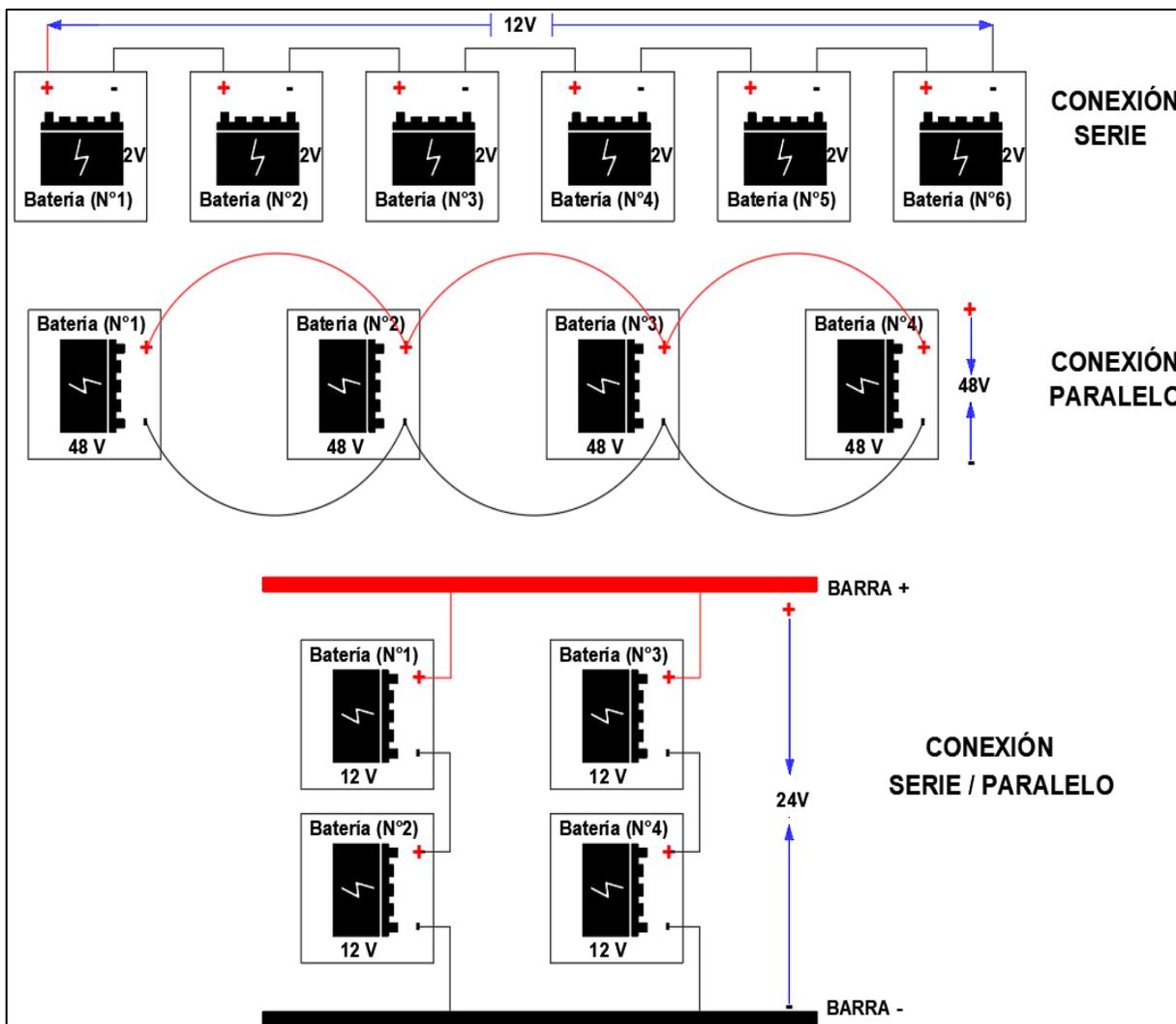


Figura 8.1: Diferentes tipos de conexión entre baterías.

Para efectos de ejemplificar fácilmente los diferentes tipos de conexión entre baterías, no se dibujaron las protecciones eléctricas, ni los tableros eléctricos respectivos, lo que siempre es exigido y detallado en la Sección N°13 de esta instrucción técnica.

ANEXO N° 9

TIPO DE CONEXIÓN DE UN BESS Y SISTEMAS DE GENERACIÓN NUEVOS O EXISTENTES

Este anexo tiene como finalidad, mostrar los diferentes esquemas de conexión de los BESS a instalaciones con sistemas de generación nuevos o existentes, destacándose solamente los diferentes equipos o elementos que formarán parte de este tipo de integración.

Para efectos de ejemplificar fácilmente este anexo con sus diferentes figuras, se empleará como fuente de generación a la energía solar a través de paneles fotovoltaicos.

Además, para efectos prácticos de mostrar un mejor detalle de los elementos a conectar, no se dibujaron las protecciones eléctricas de cada equipo o elemento ni los tableros eléctricos respectivos, lo que siempre es exigido y detallado en la Sección N°13 de esta instrucción técnica.

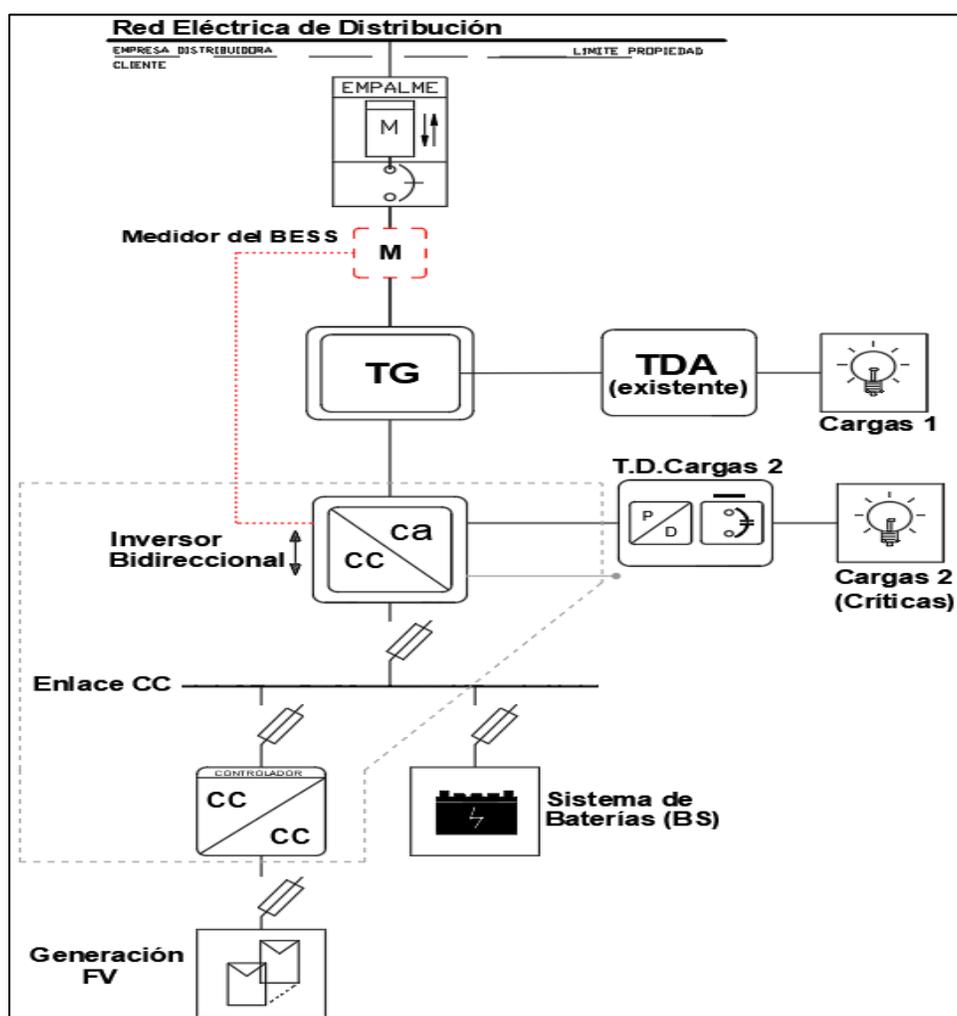


Figura 9.1: BESS paralelo a un sistema de generación (nuevo o existente) y a las cargas de la instalación de consumo.

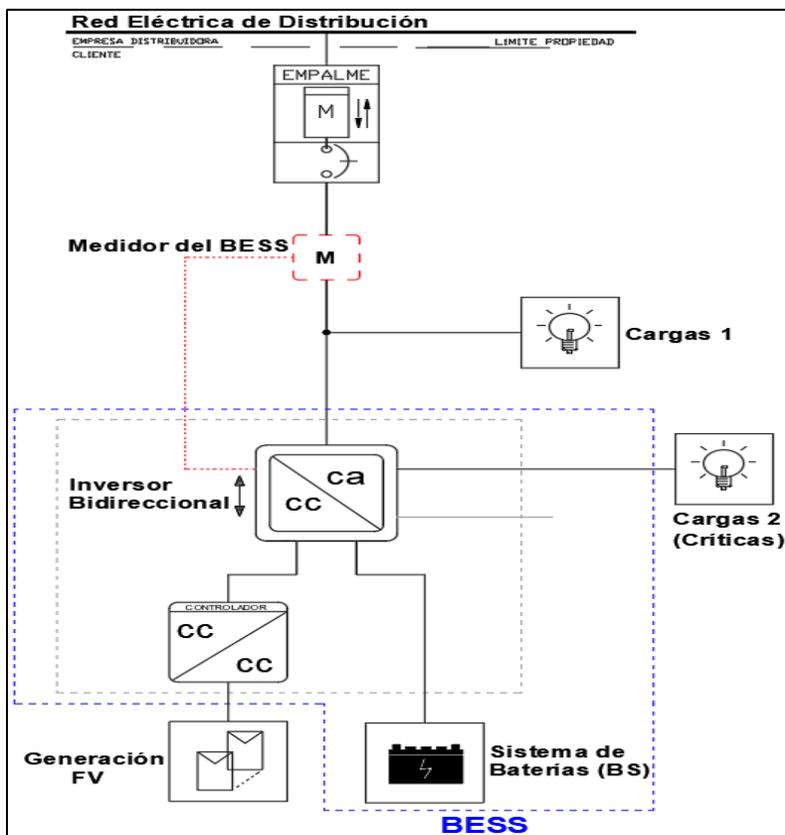


Figura 9.2: BESS en que la fuente de generación se conecta directamente al PCE del BESS

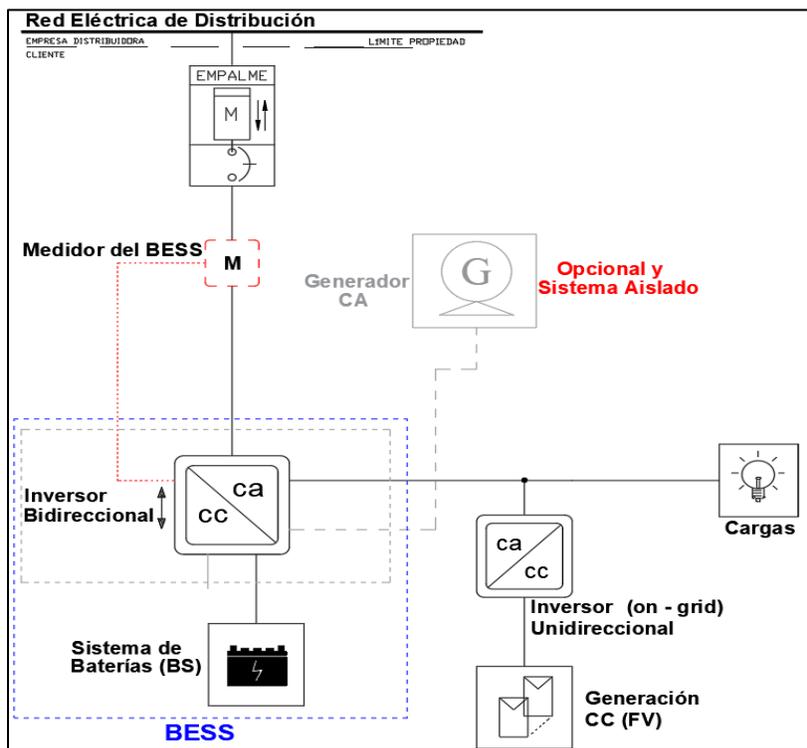


Figura 9.3: BESS en que la fuente de generación se acopla en CA.

La figura N°9.3 aplica para ejemplificar las instalaciones aisladas y para las conectadas a la red. Cabe destacar que la configuración ejemplificada está disponible solo para algunos inversores del mercado.

Puede necesitar que se cumplan ciertas restricciones en relación a la potencia nominal del PCE del BESS y el inversor unidireccional ongrid de la instalación de generación.

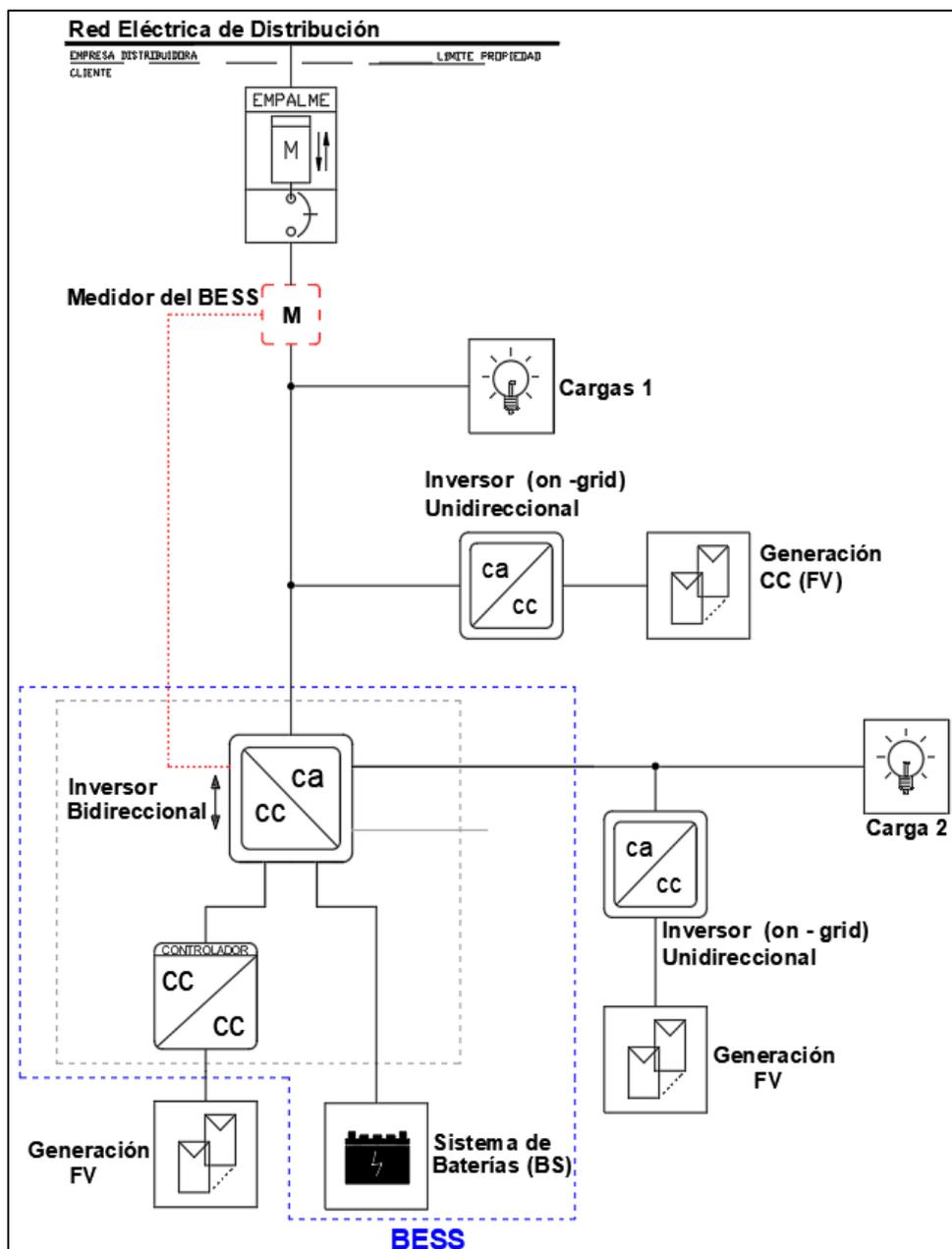


Figura 9.4: BESS con todas las posibilidades de conexión de fuentes de generación descritas anteriormente.

ANEXO N° 10
PROTECCIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
(PROTECCIONES DEL ENLACE DE CC Y ENLACE DE CA)

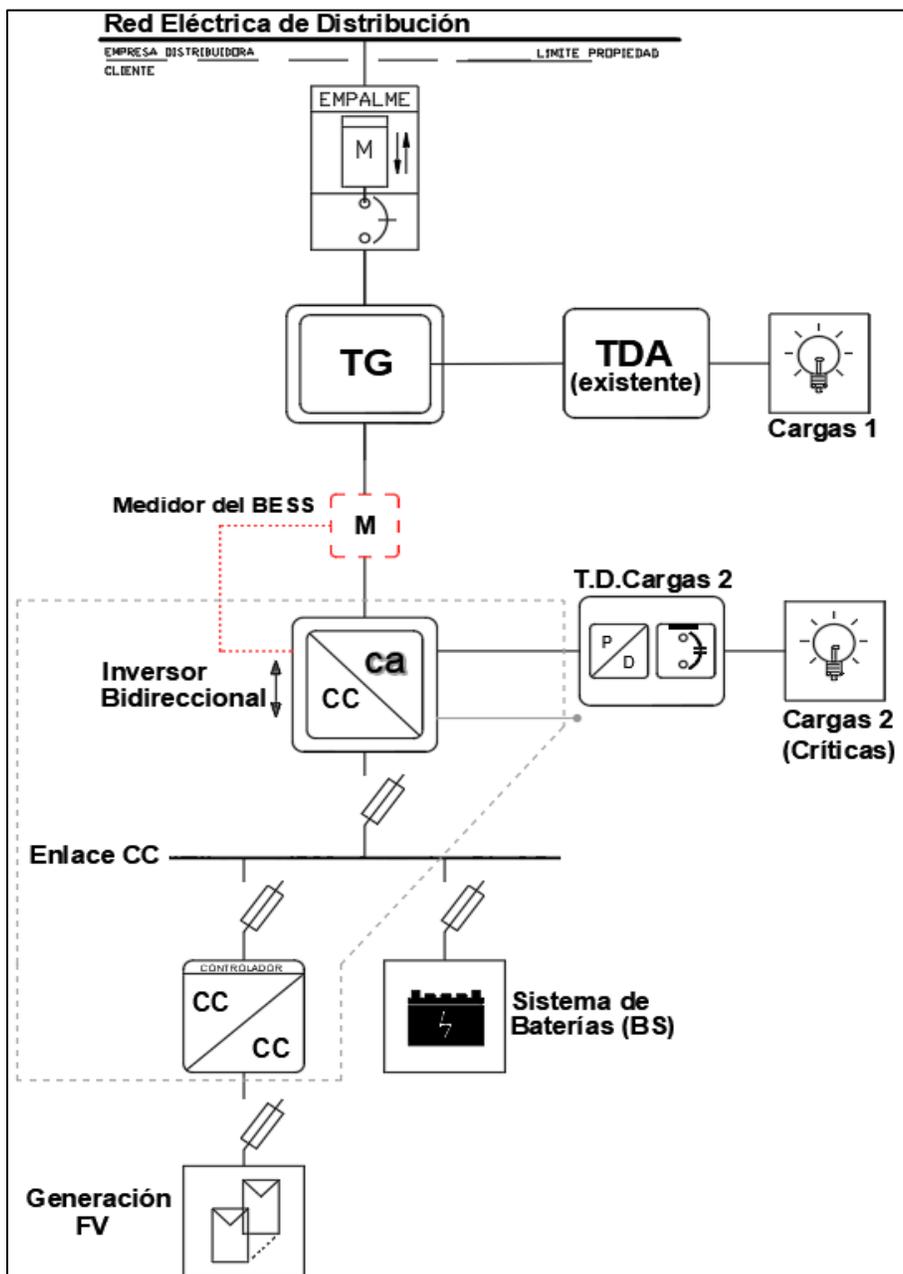


Figura 10.1: Protecciones de CC y CA en un BESS paralelo a la carga (existente).

N.A.1: Las protecciones de CA del inversor bidireccional (disyuntor y protección diferencial) están al interior del TG.

N.A.2: El inversor híbrido trae integrado el controlador de carga para la generación fotovoltaica.

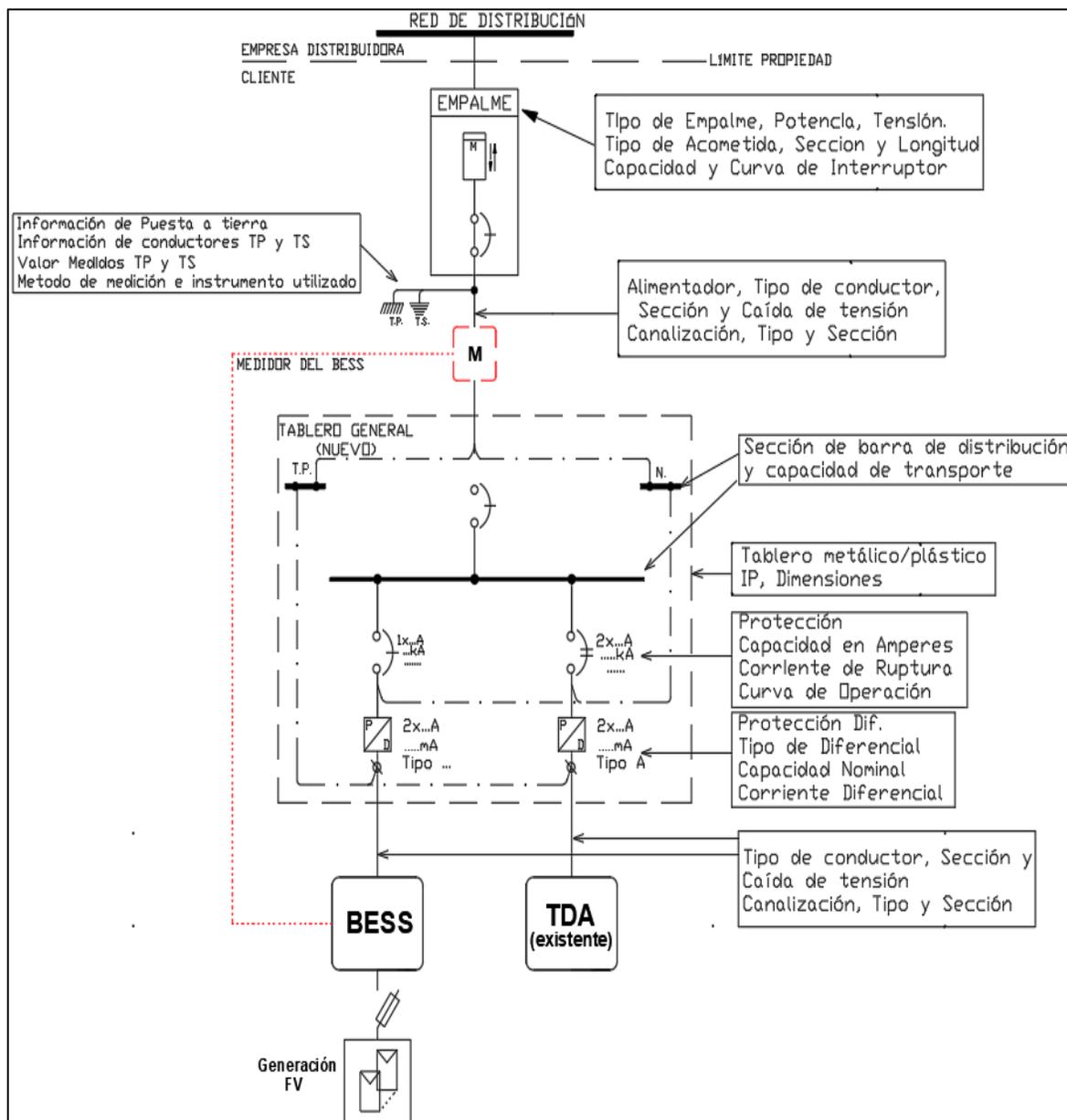


Figura 10.2: Detalle de protecciones CA para un Tablero General (TG) nuevo.

Este anexo muestra un diagrama unilínea tipo en el que no se interviene la instalación de consumo existente, para lo cual se instala el nuevo "Tablero General" el cual las protecciones de CA del BESS y de la instalación existente (representado por el TDA).

Este diagrama sirve para mostrar la conexión en paralelo o para cuando el inversor del BESS tiene todas las cargas conectadas. En el caso de que el inversor tenga todas las cargas conectadas (instalación de consumo abastecido), en vez de conectarse al TDA existente directamente, se conectará primero al dispositivo bajo carga de corte omnipolar (selector) de manera que le permita a la instalación de consumo conectarse directamente a la red de distribución o al BESS con una fuente de generación (ver figura 10.3 complementaria).

N.A.: Se deberá prever la correcta coordinación térmica de las nuevas protecciones con las protecciones generales existentes.

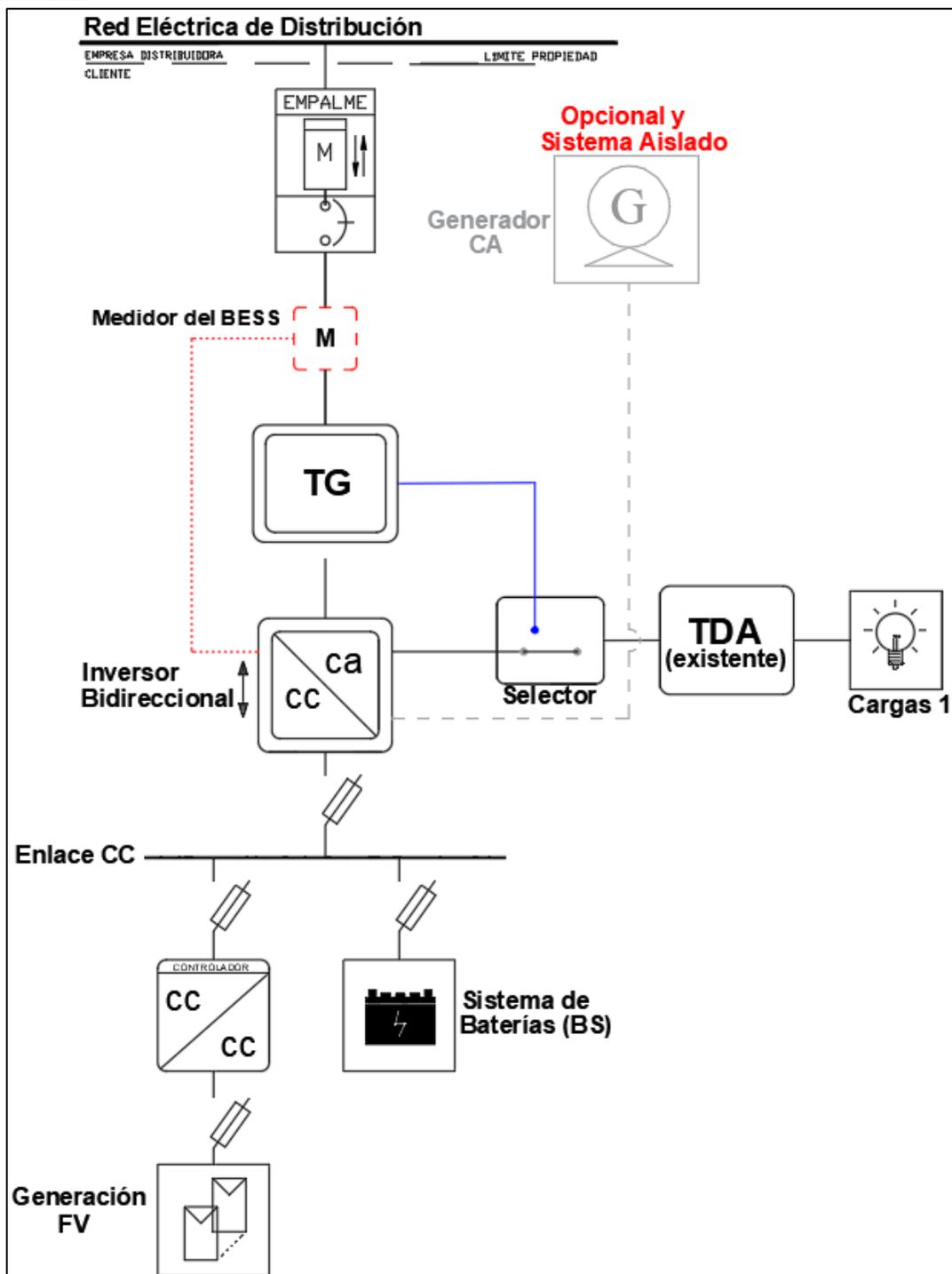


Figura 10.3: Detalle de protecciones de CC y CA en una instalación que depende del inversor (conectada a la red o aislada). Se incluye el selector bajo carga para poder hacer bypass al BESS.

Este anexo muestra un diagrama unilineal tipo en el que la instalación de consumo depende del inversor (pudiendo ser ésta conectada a la red eléctrica de distribución o aislada de ella) en la cual se incluye el interruptor bajo carga (Selector para desviar o interrumpir el curso de la energía eléctrica) para poder hacer bypass al BESS.

ANEXO N° 11

INFORME DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA A TRAVÉS DE BATERÍAS Y DECLARACIÓN DEL PROPIETARIO

Declaro que he recibido la siguiente información por parte del instalador eléctrico responsable del sistema de generación que se individualiza a continuación:

***Manual de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento el cual contiene lo siguiente:**

- 1.- Ficha del sistema de Almacenamiento, con sus características principales (descripción de los componentes del BESS, cómo encender y apagar el sistema de almacenamiento normalmente, así como del apagado en caso de emergencias.)
- 2.- Indicaciones sobre la ubicación de los principales componentes del sistema.
- 3.- Funcionamiento del sistema de almacenamiento (carga y descarga de baterías) junto a los diferentes modos de operación del inversor bidireccional y detalle de los sistemas de alarmas (en caso de que los tengan).
- 4.- Precauciones y explicación: Qué no tocar, qué riesgos hay, identificación de peligros.
- 5.- Protocolos de emergencia: En caso de incendio, terremoto y electrocución.
- 6.- Protocolo de mantenimiento: Explicación sobre las Inspecciones periódicas y requerimientos de mantenimiento
- 7.- Garantías del BESS integrado ensamblado, BS ensamblado o BS no ensamblado (según corresponda), inversor, equipos auxiliares del sistema de almacenamiento, carcasa o gabinete del BESS o BS, etc.
- 8.- Copia de la evaluación y gestión del riesgo (punto 7.1 de este Instructivo técnico) con la documentación facilitada al cliente.
- 9.- Fecha en la cual se realizó la Inducción al propietario de la instalación de almacenamiento de energía (punto 16.5.1 de este Instructivo técnico).
- 10.- Para el caso de aquellas instalaciones de generación distribuida que tengan una operación en isla previamente autorizada por la empresa distribuidora, se deberá explicar en forma clara sus diferentes modos de operación, desconexión y reconexión, así como el apagado de emergencia. Este requerimiento no es aplicable a las instalaciones aisladas y a las instalaciones de autogeneración que no inyectan energía a la red.

** El Manual de operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento deberá estar presente en la instalación al momento de que la SEC realice la fiscalización.*

Además, declaro estar en conocimiento de que el instalador debe realizar el trámite de Comunicación de Energización del sistema de generación en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y de que, una vez finalizado dicho trámite, el instalador me hará entrega de los siguientes documentos:

- 1.- Comprobante de la Comunicación de Energización autorizada por la SEC (TE-4).
- 2.- Formulario de Protocolo de Conexión suscrito por la empresa distribuidora.
- 3.- Planos y demás documentos técnicos que fueron adjuntados a la Comunicación de Energización.

| Instalador | Propietario, Arrendatario o Residente |
|---------------------|---------------------------------------|
| | |
| FIRMA | FIRMA |
| NOMBRE: | NOMBRE: |
| RUT: | RUT: |
| FECHA DE RECEPCIÓN: | LUGAR: |

En caso de que el sistema de almacenamiento presente alguna falla que no esté indicada en el manual de operación y mantenimiento, o en caso de que se requiera mantenimiento, consulte:

| |
|--|
| Nombre de la empresa instaladora: |
| Página web de la empresa instaladora: |
| N° telefónico de la empresa instaladora: |

Para más información sobre Almacenamiento de energía en Chile visite:

Página de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles:

www.sec.cl

Página del Ministerio de Energía:

<http://www.minenergia.cl>

ANEXO A PELIGROS DE LOS SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

- 1.1 Los BESS y BS utilizan productos químicos para almacenar energía dentro de un espacio relativamente compacto, por lo que se deberá considerar su gestión de peligros, luego de la evaluación de peligros asociados indicados en el punto 1.3 de este anexo.

N.A.: Cualquier BESS y BS puede ocasionar algunos o todos los peligros indicados dentro de esta sección.

- 1.2 Previo al diseño e instalación de un sistema de almacenamiento, se deberá evaluar los siguientes siete tipos de peligros principales asociados con el BESS, BS y cualquier parte de los mismos:

- a) Peligro eléctrico.
- b) Peligro energético.
- c) Peligro de incendio.
- d) Peligro de gas explosivo.
- e) Peligro químico.
- f) Peligro mecánico.
- g) Peligro de humo tóxico.

- 1.3 Clasificación de peligros por tipo de batería

- 1.3.1 Un BESS puede comprender uno o más tipos de batería. Cada uno de estos tipos de batería presenta características y peligros de funcionamiento específicos. La manipulación, instalación, operación y mantenimiento de seguridad de los diferentes tipos de baterías se basan en identificar qué peligros son propios de cada uno de los tipos de baterías para tener esto en cuenta en su instalación.

A los efectos de esta tabla A.1, se establecen las clasificaciones del tipo de batería especificado para una serie de peligros identificados.

| Química de la batería | Peligro eléctrico | Peligro energético | Incendio: nivel 1 o 2 | Peligro de gas explosivo | Peligro químico | Peligro mecánico | Peligro Humo tóxico |
|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Plomo Ácido | x | x | 2 (Nota 1) | x | x | x | x |
| Iones de litio | x | x | 1 (Nota 2) | x (Nota 3) | N/A | x | x |

Nota 1: Las baterías a base de plomo ácido con carcasas que cumplen con las especificaciones V0 de acuerdo con las normas de producto pertinentes tendrán la clasificación "N/A" para esta clasificación de peligro.

Nota 2: Equipo de sistema de baterías de iones de litio ensamblados o equipo BESS integrado ensamblados tendrán la clasificación "N/A" para esta clasificación de peligro.

Nota 3: Las sustancias químicas de litio que liberan hidrógeno en condiciones de falla deben considerarse un peligro de gas explosivo, por ejemplo, manganeso de litio.

Nota 4: Donde la tabla o las notas indican la clasificación N/A, sólo está relacionada con el nivel de clasificación de la tabla A.1 a fin de ayudar a aclarar las medidas que deban adoptarse como se describe en las siguientes secciones. Esto se basa en conocimiento aceptado, acciones adicionales u otras medidas para minimizar los riesgos en la medida en que sea factible para el peligro identificado, y no pretende indicar necesariamente que no exista ningún peligro particular para el tipo de batería en particular.

Tabla A.1: Clasificaciones de peligros por tipo de batería

1.4 PELIGRO ELÉCTRICO

1.4.1 Se deberá evaluar los riesgos eléctricos asociados a un sistema de baterías, los cuales dependen en gran medida de la tensión del banco de baterías, las características de cualquier otro equipo que esté conectado al sistema de baterías (por ejemplo, inversor y/o fuente de energía), la puesta a tierra, los sistemas de protección, todas las interconexiones, tipos de cables y sistemas de protección, terminaciones y ubicación de dispositivos de protección.

1.4.2 Para determinar el tamaño de la protección de corriente de falla de cortocircuito de la batería, se deberá consultar al fabricante del sistema de baterías la capacidad de corriente de cortocircuito. Si el fabricante no dispone de información sobre la corriente de falla de cortocircuito, se podrá calcular de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I_{sc} = V_{oc} / R_i$$

I_{sc} = corriente de cortocircuito de la celda, en amperios

V_{oc} = Tensión de circuito abierto de la celda, en voltios

R_i = Resistencia interna de la celda a plena carga, en ohmios

La corriente de falla prospectiva (o corriente de cortocircuito prospectiva) en los terminales de la batería del sistema de baterías se basará en la corriente de falla que pueda suministrar la celda de la batería, el módulo o el banco de baterías antes de la interacción de cualquier sistema de gestión de la batería.

1.5 PELIGRO ENERGÉTICO

1.5.1 EL BESS y los BS expuestos a daños mecánicos, fallas eléctricas y uso inapropiado pueden producir arcos eléctricos y descargas de energía peligrosas.

N.A.1: El arco eléctrico se produce cuando la corriente eléctrica pasa a través del aire entre conductores energizados cuando no hay aislamiento o el aislamiento es insuficiente para soportar la tensión aplicada.

N.A.2: La energía incidente del arco eléctrico depende de la tensión, la corriente y el tiempo que se produce el arco. La energía se disipa desde el incidente del arco eléctrico, por lo que es máxima en el incidente y disminuye más lejos del incidente.

1.5.2 La energía incidente del arco eléctrico determina los requisitos de ubicación del sistema de baterías y el equipo de protección personal (EPP) requerido para la protección dentro del límite del arco eléctrico durante la instalación y el mantenimiento del sistema de batería.

1.6 PELIGRO DE INCENDIO

1.6.1 Los BESS y BS se instalarán de manera que, en caso de incendio originado en ellos la propagación del fuego se mantenga al mínimo.

1.6.2 Para efectos de minimizar el riesgo de incendio se deberá tener en consideración según el tipo de BS utilizado, las siguientes condiciones:

- a) Temperaturas excesivamente altas y bajas.
- b) Sobre y bajo voltaje.
- c) Sobrecarga o sobre descarga.

- d) Perforación o fallo de la carcasa o gabinete de la batería, ya sea en condiciones normales de funcionamiento o debido a sobrecarga, fallo de componentes, avería de aislamiento, conexiones sueltas o mal uso.
- 1.6.3 Se deberá eliminar o minimizar el riesgo de incendio de los BESS y BS considerando para ello los requisitos de ventilación para reducir la concentración del hidrógeno a un nivel seguro y para la eliminación del riesgo de peligros de chispas cuando los gases explosivos están presentes.

1.6.4 Baterías de plomo ácido

Todas las baterías y sistemas de baterías de plomo ácido reguladas por válvula que formen parte de la instalación de almacenamiento de energía deberán cumplir con las certificaciones indicadas en el punto 12.20.1 de este instructivo.

N.A.1: El riesgo de un incendio por parte de sistemas de baterías alcalinas de plomo ácido o sistemas de baterías con químicas similares puede deberse a la combinación de una fuente de ignición y a la concentración local de gases de hidrógeno que se emiten cuando el sistema de baterías ha sido sometido a una sobrecarga.

N.A.2: El peligro de incendio de estos sistemas de baterías se relaciona con la batería o el sistema de baterías que encienden y propagan el fuego a otras partes.

1.6.5 Baterías de iones de litio

1.6.5.1 Todas las baterías y sistemas de baterías de iones de litio que formen parte de la instalación de almacenamiento de energía deberán cumplir con las certificaciones indicadas en el punto 12.19.1 de este instructivo.

1.6.5.2 Los siguientes factores específicos que pueden provocar el incendio de una batería de iones de litio, deberán ser evaluados de forma previa a su diseño e instalación:

- a) La fuga térmica de las baterías.
- b) Un evento de cortocircuito de los electrodos internos, que conduce a una fuga térmica.
- c) Sobretensión / sobrecarga, que genera presión interna y eventualmente libera gases explosivos para algunas químicas y tipos de alojamiento.

NOTA 1: La fuga térmica se produce cuando el litio se descompone en el cátodo y reacciona con el electrolito y provoca una reacción exotérmica, lo que provoca la liberación de oxígeno y un incendio. La temperatura a la que se produce la fuga térmica varía según la química de iones de litio. La descomposición del litio en el cátodo puede ser el resultado de una sobrecarga que conduce a una sobretensión o a temperaturas de la celda de funcionamiento superiores a la temperatura máxima permitida para la batería o a corrientes de carga que superan la corriente de carga máxima.

NOTA 2: El cortocircuito de las baterías de iones de litio se produce a través del crecimiento de la dendrita en el ánodo o cobre del ánodo que se disuelve en el electrolito, lo que puede ser causado por la descarga excesiva de la batería.

NOTA 3: La química de iones de litio presentará diferentes perfiles de riesgo según el tipo de química, construcción física y subproductos de combustión.

NOTA 4: Cuando las baterías de litio se queman producen gases como HCl, HCN, HF y CO. La producción de estos gases puede continuar incluso después de que el fuego se haya extinguido.

NOTA 5: Muchas baterías de litio tienen el potencial, cuando están en llamas, de sostener el fuego. Muchas baterías de litio se clasifican como nivel de peligro de incendio 1 que es autosostenible, ya que es probable que continúen ardiendo durante un período significativo. A medida que esta batería se quema, genera más combustible para quemar. Esto puede ocurrir independientemente de si es el origen del incendio o es independiente de la fuente del incendio.

NOTA 6: Los equipos de sistema de baterías ensamblados de iones de litio o los equipo BESS integrados ensamblados se considera que minimizan los riesgos en la medida de lo posible para el peligro identificado y son N/A para esta clasificación de peligro de incendio (véase la tabla A.1).

1.7 PELIGRO DE GAS EXPLOSIVO

- 1.7.1 Las baterías pueden dañarse irreversiblemente cuando se someten a un uso eléctrico indebido sostenido, por lo que siempre deberán respetarse los regímenes de carga del fabricante.

N.A. 1: Este punto se refiere a aquellas baterías que generan gases explosivos como el hidrógeno cuando se cargan, y por lo tanto se consideran un peligro de gas explosivo.

N.A. 2: Cualquier batería de plomo ácido puede producir gas bajo funcionamiento normal y/o debido a un abuso eléctrico. Un ejemplo es cuando la carga recibida se ajusta incorrectamente, por ejemplo, debido a ajustes de carga incorrectos o un cargador defectuoso o un fallo de algunos dispositivos de protección (por ejemplo, cuando hay varios strings de baterías). Si el hidrógeno está entre el 4 % y el 76 % como proporción de la mezcla de aire, el hidrógeno en volumen es combustible y la quema se ve reforzada por el enriquecimiento de oxígeno. En este entorno, cualquier chispa eléctrica, por ejemplo, desde cortocircuitos, fallas, ventiladores, motores, interruptores y luces, puede causar explosiones, incluso internamente, a los dispositivos instalados y los gabinetes instalados.

1.8 PELIGRO QUÍMICO

- 1.8.1 Para la evaluación del peligro químico, el instalador deberá contar en todo momento con las fichas de datos de seguridad del BESS, BS o de la batería que proporcionan la información para todos los productos químicos que forman parte del sistema.

N.A.1: Todos los sistemas de baterías almacenan energía química, y la mayoría contienen materiales de electrolitos fluidos o en gel. En caso de un accidente que dañe la carcasa de la batería, la fuga de productos químicos puede crear un peligro.

N.A.2: La información en las fichas de datos de seguridad incluye una información importante sobre el manejo, qué hacer en caso de una emergencia o derrame, información de primeros auxilios y los peligros de la sustancia química, incluidos los riesgos para la salud, físicos y ambientales.

N.A.3: Los diferentes productos químicos utilizados pueden provocar quemaduras en la piel, peligros ambientales si se filtran al suelo o vías fluviales, falla acelerada de infraestructura de soporte, por ejemplo, corrosión acelerada.

1.9 PELIGRO MECÁNICO

1.9.1 Al instalar un sistema de baterías, se deben tener en cuenta los peligros mecánicos asociados a su tipo, cantidad, perfil y tamaño.

1.9.2 Los peligros mecánicos relacionados con los sistemas de baterías incluyen los siguientes:

- a) Peso.
- b) Bordes y esquinas afiladas.
- c) Piezas móviles.
- d) Caída/volcamiento sísmico (por ejemplo, productos BESS y ciertos formatos de batería que son altos y estrechos).
- e) Falta de accesorios de fijación para levantar o asegurar baterías o sistemas de baterías.

1.10 PELIGRO DE HUMO TÓXICO

1.10.1 Al instalar un sistema de baterías, deben tenerse en cuenta los peligros de humo tóxicos asociados a su tipo, cantidad, perfil y tamaño.

1.10.2 Antes de la instalación de un sistema de baterías, se deberá consultar al fabricante del BS o a las fichas de datos de seguridad del BS al evaluar el nivel de riesgo de peligro de humo para la química específica de la batería.

ANEXO B MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

2.1 Este anexo tiene como objetivo mitigar los peligros detectados en la clasificación de peligros asociados con el BESS, BS y cualquier parte de los mismos indicados en el Anexo A.

2.2 PELIGRO ELÉCTRICO.

2.2.1 Con el fin de mitigar los riesgos eléctricos asociados a los sistemas de almacenamiento descritos en el Anexo A de este instructivo, los BESS deberán contar con las protecciones eléctricas que permitan el aislamiento completo o de parte de sus componentes, como se describe en la sección 15, además de los sistemas de puesta a tierra de la sección 16 de este instructivo

2.3 PELIGRO ENERGÉTICO.

2.3.1 No hay posibilidad de evitar completamente los peligros del arco eléctrico cuando se trabaja cerca de componentes energizados. Para limitar los niveles de exposición a peligro de arco eléctrico, todas las actividades de mantenimiento e instalación deberán realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

N.A.: Cuando se trabaja con BESS integrados ensamblados, BESS ensamblados y BS no ensamblados, algunas de sus partes permanecerán energizadas

2.3.2 Todas las herramientas utilizadas en la instalación y mantenimiento deberán estar aisladas, y también se debe usar protección para las manos. Los equipos de protección personal se deberán usar siempre que una persona realice trabajos en un área ubicada dentro del límite de arco eléctrico determinado.

2.4 PELIGRO DE INCENDIO.

2.4.1 Cuando se instale un BESS integrado ensamblado, un BS ensamblado o un BS no integrado en un edificio o recinto que tenga una instalación de sistemas de extinción de incendios, deberá instalarse un detector o sensor de incendio que será vinculado al panel o tablero de control de incendios.

2.4.2 Para los BESS cuyas capacidades energéticas sean las indicadas en el punto 7.10 de este instructivo técnico, y estén en instalaciones denominadas como “locales de reunión de personas”, se deberá instalar una alarma de humo dentro de la misma habitación o sala que contiene el BESS.

2.5 PELIGRO DE GAS EXPLOSIVO.

2.5.1 En el caso del BESS integrado ensamblado, de los BS ensamblados y de los BS no ensamblados con baterías de litio, se deberán seguir las instrucciones del fabricante sobre los requisitos de ventilación.

2.5.2 En el caso de los BESS con baterías de plomo ácido, se deberán seguir las instrucciones del fabricante sobre los requisitos de ventilación, sin embargo, cuando no se hayan proporcionado instrucciones por parte del fabricante se deberá cumplir con lo indicado en el punto 7.10.

2.6 PELIGRO QUÍMICO.

2.6.1 En el caso del BESS integrado ensamblado y de los BS integrados que son clasificados como peligro químico en la tabla A.1 se instalará en conformidad con los siguientes requisitos de reducción del riesgo:

- a) Se deberá aplicar todos los requisitos de ventilación y de contención indicados por el fabricante.
- b) Las baterías y módulos de batería dentro de un sistema de baterías deben estar protegidos mecánicamente para minimizar el riesgo de daños mecánicos y/o perforaciones.

2.7 PELIGRO MECÁNICO.

2.7.1 Se deberán cumplir los requisitos especificados en la sección 10 de esta instrucción técnica.

N.A.: La Tabla A.1 muestra los tipos de baterías categorizados como peligros mecánicos.

2.8 PELIGRO TÓXICO.

2.8.1 Cuando los BESS integrado ensamblados, los BS integrados y los BS no integrados sean clasificados como “peligro de humo tóxico” de acuerdo a la tabla A.1, la instalación se ajustará a las instrucciones del fabricante.

2.8.2 Cuando no se hayan proporcionado instrucciones por parte del fabricante del BS no integrado y se puedan generar humos tóxicos en él, el riesgo de exposición a humos tóxicos se mitigará mediante los métodos detallados a continuación:

2.8.2.1. Cuando el BS sea clasificado como “peligro de humo tóxico” de acuerdo a la tabla A.1, su gabinete o la sala deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Estar hecho de materiales adecuados para la contención de los humos tóxicos del sistema de baterías.
- b) Ser ventilado para asegurar que los humos tóxicos se ventilan fuera del edificio para minimizar los niveles por debajo de los niveles seguros toxicidad.
- c) Siempre que sea posible, se debe utilizar la ventilación natural para las salas y gabinetes o carcasas del BS no integrado debido al potencial de falla y al potencial de chispa de la ventilación mecánica.
- d) Cuando se utilice ventilación mecánica, el caudal mínimo mantendrá los humos tóxicos por debajo de los niveles seguros toxicidad.
- e) Se deberá instalar un sensor de flujo de aire para activar una alarma e interrumpir la carga en caso de fallo del ventilador.

ANEXO C

SISTEMAS DE VENTILACIÓN PARA LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE PLOMO ÁCIDO (VRLA)

- 3.1 Este anexo tiene como objetivo establecer las ecuaciones y dimensiones de los sistemas de ventilación de sistemas de baterías de plomo ácido.
- 3.2 Durante la carga, la carga de flotación y la sobrecarga, se emiten gases desde todas las celdas y baterías, excepto las baterías selladas (batería sellada y hermética al gas). Este es el resultado de la electrólisis del agua por la corriente de carga. Los gases producidos son hidrógeno y oxígeno. Cuando estos gases se emiten a la atmósfera circundante, se puede crear una mezcla explosiva si la concentración de hidrógeno supera el 4% en volumen de hidrogeno en el aire, lo cual se conoce como el límite inferior de explosión para el hidrógeno.
- 3.3 Se considerará que la producción de gas de una batería se detendrá una vez transcurrida 1 hora desde el término del proceso de carga. El caudal de aire para la ventilación de un recinto con baterías (sala, gabinete o caseta) se calculará para limitar la concentración máxima de hidrógeno a 2.0% del volumen total del recinto durante el peor de los casos de carga o descarga:

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{gas} \cdot C_{rt} \cdot 10^{-3} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

| Parámetro | Definición |
|-----------------------------|---|
| Q | Caudal necesario, en m^3/h . |
| v | Dilución necesaria para el hidrógeno, $(100\% - 2\%)/2\% = 49$. |
| q | Hidrógeno generado, $0,42 \times 10^{-3} [m^3/Ah]$ a $0^\circ C$. Para cálculos a $25 [^\circ C]$, el valor de q presentado para $0^\circ C$ será multiplicado por un factor 1,095. |
| s | 5, factor general de seguridad. |
| n | Cantidad de celdas. |
| I_{gas} | Corriente productora de gas en $[mA/Ah]$ de la capacidad nominal para la corriente de mantención de carga I_{float} o para la corriente de carga rápida I_{boost} . |
| C_{rt} | Es la capacidad C_{10} para baterías de plomo ácido en $[Ah]$ |

- 3.4 Para calcular el área de cada una de las ventilaciones (entrada y salida de aire) se puede utilizar la siguiente relación:

$$A = Q \cdot 277,8 \cdot v$$

Donde:

A = área de la ventilación en $[cm^2]$.

Q = Caudal de ventilación necesario en $[m^3/h]$

v = velocidad del aire en $[m/s]$

ANEXO D RECOMENDACIONES RESPECTO DE LA CARGA Y DESCARGA DE LAS BATERÍAS Y EL DISEÑO DEL BESS

BS con baterías de iones de litio.

- 4.1 En general, al utilizar baterías de iones de litio, es el BMS el equipo que gestiona el adecuado proceso de carga de las baterías.

Sin embargo, en lo que se refiere a la descarga, se debe tener presente la corriente máxima de descarga continua y peak (por ejemplo, por 30 segundos, 5 minutos, etc.) de cada módulo de baterías, y la potencia nominal y peak del inversor del BESS.

Así, deberían observarse las siguientes reglas:

- $\frac{\text{Potencia nominal del inversor [W]}}{220 [V]} \leq \text{cantidad de módulos de batería en paralelo} \cdot I_{dc}$
- $\frac{\text{Potencia peak del inversor [W]}}{220 [V]} \leq \text{cantidad de módulos de batería en paralelo} \cdot I_{dp}$

Donde:

I_{dc} : corriente de descarga continua de cada módulo de batería en [A] (establecido por el fabricante).

I_{dp} : corriente peak de descarga de cada módulo de batería en [A] (establecido por el fabricante).

Salvo que el fabricante de las baterías indique valores diferentes, la profundidad de descarga (DoD) máxima para un BS de iones de litio es 90%. Para garantizar lo anterior se debe programar adecuadamente el inversor.

BS con baterías de plomo ácido.

- 4.2 No se debe utilizar la conexión en paralelo de baterías de plomo ácido. Si una instalación requiere una elevada capacidad de almacenamiento y baja tensión nominal, se debe optar por celdas de tipo OPzV de 2V conectadas en serie o cambiar la química de las baterías a iones de litio.
- 4.3 Para el proceso de carga de baterías de plomo-ácido se deben programar en los diferentes PCE que realizan dicho proceso, los valores indicados por el fabricante de las baterías para:
- a) Corriente de carga máxima.
 - b) Tensión de absorción.
 - c) Tensión de flotación.
 - d) Compensación por temperatura.

N.A.: Si bien el PCE puede incluir una tensión de equalización, las baterías VRLA no deben equalizarse. Por precaución se recomienda configurar la tensión de equalización idéntica a la tensión de absorción.

- 4.4 Determinación de la corriente de carga máxima:
Si el fabricante no indica la corriente de carga máxima, se recomienda establecer un valor igual a:

Corriente de carga máxima [A] = 2 * I10 [A].

Donde:

I10 [A] = Capacidad del banco en C10 [Ah] / 10 [h].

Si el BS solo considera celdas o baterías en serie, la capacidad C10 del banco de baterías será la misma capacidad C10 indicada por el fabricante para una sola celda o batería.

Por otro lado, si a pesar de lo recomendado, se han conectado celdas o baterías en paralelo, la capacidad C10 del banco será igual a la capacidad C10 indicada por el fabricante para una sola celda o batería, multiplicado por la cantidad celdas o baterías en paralelo.

4.5 Determinación de la tensión de absorción y de flotación:

En los diferentes PCE se debe ingresar la tensión de absorción y flotación del banco de baterías, no de una sola celda o batería.

Si el BS solo considera baterías en serie, las tensiones de absorción y flotación corresponderán a los valores indicados por el fabricante para una sola celda o batería, multiplicado por la cantidad de celdas o baterías en serie.

Por otro lado, si a pesar de lo recomendado se han conectado celdas o baterías en paralelo, las tensiones de absorción y flotación corresponderán a los valores indicados por el fabricante para una sola celda o batería, multiplicado por la cantidad de celdas o baterías en serie, sin considerar cuántas se hayan conectado en paralelo.

4.6 Determinación de la compensación por temperatura de la batería:

La compensación por temperatura permite ajustar los valores de tensión máximos definidos anteriormente cuando existan variaciones respecto de temperatura a la cual se entregan todos los parámetros de la batería (20°C o 25°C). El fabricante suele indicarlo en [mV/°C] por cada celda o batería, y debe ingresarse en los PCE ajustado al nivel de tensión nominal del banco.

A continuación, se muestran los rangos típicos de tensiones de absorción y flotación, y compensación por temperatura para plomo ácido:

| Tensión nominal: | 2 V | 12 V | 24 V | 48 V |
|------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absorción | 2,3 ~ 2,5 [V] | 14 ~ 15 [V] | 28 ~ 30 [V] | 56 ~ 60 [V] |
| Flotación | 2,23 ~ 2,3 [V] | 13,38 ~ 13,8 [V] | 26,76 ~ 27,6 [V] | 53,52 ~ 55,2 [V] |
| Compensación por temperatura | -4 ~ -2 [mV/°C] | -24 ~ -12 [mV/°C] | -48 ~ -24 [mV/°C] | -96 ~ -48 [mV/°C] |

Tabla D.1: Rangos típicos para tensiones de absorción y flotación y compensación por temperatura para baterías de plomo ácido.

La profundidad de descarga (DoD) máxima para un BS de plomo ácido es 80%. Sin embargo, para maximizar la vida útil de las baterías se recomienda diseñar el BS de modo que la descarga cíclica no supere el 50% de la capacidad total del banco. Para garantizar lo anterior se debe programar adecuadamente el inversor.

En caso de que el inversor no permita fijar la DoD máxima a través de valores porcentuales de la capacidad, ya sea porque hay más de un PCE interactuando con el BS o porque no se dispone de medición la energía que entra y sale del banco (a través de la medición de corriente con un shunt que informa al inversor), suele ser posible programar valores fijos de tensión que permitan:

- Activar una alarma por bajo estado de carga (SoC) de las baterías.
- Desconectar los consumos por bajo SoC de las baterías.
- Reconectar los consumos cuando se alcance cierto umbral de tensión mínimo.

- 4.7 Para mantener el buen estado de salud de las baterías, después de la desconexión de los consumos por bajo SoC, se debe permitir la reconexión de éstos sólo cuando se ha alcanzado el SoC más alto que las condiciones de la instalación (aplicación del BESS) lo permitan. Por ejemplo, en instalaciones aisladas en que la desconexión de los consumos se realiza al 50% de DoD (=50% SoC), se puede permitir la reconexión de los consumos al alcanzar aproximadamente 60% de SoC (=40% DoD); mientras que en instalaciones conectadas a la red se podría permitir la reconexión de los consumos abastecidos por las baterías cuando se alcance un SoC superior al 80% (=20% DoD) porque existe otra forma de abastecer a las cargas.

No existe una relación lineal entre la tensión y el SoC de las baterías porque depende, entre otras cosas, de la corriente a la cual se descargan las baterías, que en la mayoría de las aplicaciones no suele ser constante porque las cargas alimentadas varían a lo largo del día. Mientras mayor es la corriente de descarga aplicada, más disminuye la tensión, aun cuando la descarga haya durado poco tiempo (poca energía extraída). Por el contrario, una baja corriente de descarga aplicada por un tiempo prolongado puede extraer mucha energía de las baterías sin disminuir drásticamente la tensión de éstas. Adicionalmente, el proceso de descarga puede realizarse en forma simultánea al de carga realizado, por ejemplo, a través de fuentes energéticas renovables, dificultando aún más la estimación del SoC sólo en base a la tensión medida en la batería.

En la Tabla D.2 se entrega una referencia para estimar las tensiones que podrían ser equivalentes al SoC indicado, en función de la corriente de descarga esperada (I_d) más probable que realice la instalación de consumo. Cabe mencionar que las indicaciones del fabricante prevalecen por sobre la información aquí entregada.

Para la reconexión de los consumos configurada por tensión, una buena medida es realizar una programación inicial donde se consideren los valores indicados en la Tabla D.2, e ir ajustándolos acorde a la experiencia del usuario.

| Tensión nominal | 12 V | 24 V | 48 V |
|------------------------------------|---|---|---|
| Tensión para desconexión (80% DoD) | 12 [V] si $I_d \leq 0,1 * I_{10}$ $0,1 * I_{10} < -0,23 * I_d + 12,02$ [V] < $4 * I_{10}$ 11,1 [V] si $I_d \geq 4 * I_{10}$ | Multiplicar por 2 los valores de tensión indicados para 12 V. | Multiplicar por 4 los valores de tensión indicados para 12 V. |
| Reconexión | Al menos 1 [V] más que el valor programado para la desconexión de consumos. | Multiplicar por 2 los valores de tensión indicados para 12 V. | Multiplicar por 4 los valores de tensión indicados para 12 V. |

Tabla D.2: Valores de referencia para estimar tensiones equivalentes al SoC.

Criterios similares a los presentados en la tabla D.2 pueden utilizarse para estimar valores de tensión que se relacionen con otros DoD, de acuerdo a las indicaciones que los propios fabricantes de baterías puedan entregar.

4.8 Determinación de la vida útil aproximada de las baterías.

El fabricante suele entregar un gráfico de ciclos de carga/descarga en relación a la profundidad de descarga (DoD), para condiciones ideales de operación.

En base a dicho gráfico se puede estimar la vida útil de las baterías considerando los otros parámetros de diseño como:

- DoD máximo de diseño.
- Autonomía de diseño. Por ejemplo: 0,5 días, 1 día o 2 días para un ciclo de carga/descarga completo.

$$\text{Vida útil estimada [año]} = \frac{\text{Ciclos de carga al DoD máximo de diseño} * \text{Autonomía de diseño [días]}}{365[\text{días/año}]}$$

En la práctica, esta estimación distará mucho de la vida útil real que tengan las baterías porque no estarán sometidas a condiciones ideales de temperatura de operación, descarga variable, carga variable (si proviene de una fuente renovable, por ejemplo), periodos de desconexión del BS de toda fuente de recarga, utilización de la instalación de consumo en forma diferente a la considerada en el diseño de la instalación, entre otros.