

RIESGOS Y SEGUROS EN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS (BESS)

EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA PARA SISTEMAS ELÉCTRICOS

El objetivo principal de un sistema BESS es almacenar energía eléctrica para su uso posterior en redes domiciliarias o industriales, en especial facilitando la integración de fuentes de energía renovables variables como la solar o la eólica. Estos sistemas acumulan energía durante períodos de alta producción o baja demanda y la liberan cuando se necesita.

Actualmente, las baterías de iones de litio están desplazando progresivamente a las de plomo-ácido, principalmente por su mayor densidad energética, eficiencia operativa y vida útil. Sin embargo, esta evolución tecnológica conlleva un riesgo adicional: al almacenar una mayor cantidad de energía, los sistemas basados en litio pueden liberar una carga térmica significativamente superior en caso de incendio o explosión. Las tecnologías más utilizadas en sistemas BESS son las baterías de ion-litio con química Níquel-Manganeso-Cobalto (NMC) y Litio-Ferrofosfato (LFP). En instalaciones recientes, se observa una tendencia creciente hacia el uso de baterías LFP, impulsada por su menor costo.

RIESGOS INTRÍNSECOS DE LOS SISTEMAS BESS

Los sistemas basados en celdas de iones de litio pueden generar "Thermal Runaway" (fuga térmica), lo que conduce a incendios y explosiones. Las baterías con tecnología NMC han demostrado ser más inestables y alcanzar mayor temperatura que la tecnología LFP durante un fenómeno thermal runaway. Sin embargo, la tecnología LFP ha demostrado generar gran cantidad de gases potencialmente explosivos; por lo tanto, cada una de estas tecnologías tiene desafíos para el control de los riesgos.

El fenómeno thermal runaway puede ser generado por distintos factores, por ejemplo:

- **Daño mecánico:** Impacto físico o penetración durante la fabricación, transporte, instalación y operación. Los golpes pueden generar defectos que causan fuga térmica.
- **Daño térmico:** Exposición a altas temperaturas, como sobrecalentamiento, calor externo o exposición al sol.
- **Mal uso eléctrico:** Cortocircuito, carga o descarga inapropiada (sobrecarga o descarga excesiva). La carga rápida es más propensa a dañar las baterías. Por este motivo resulta muy relevante el sistema BMS (Battery Management System) que regula la carga y la descarga y resulta ser la primera barrera para evitar incendios.



La planta de McMicken, ubicada en Arizona, EE.UU., (2 MWh) sufrió un incendio que provocó una explosión al abrir la puerta del contenedor.

Cada uno de los módulos contenía 28 baterías con tecnología NMC de marca LG y un módulo BMS (Battery Management System).

La causa del hecho (ocurrido el 19 de abril de 2019) fue una fuga térmica originada por defectos de diseño de la batería. Además de la acumulación de altas temperaturas y gases inflamables, el sistema de gas de agente limpio con el cual el ESS estaba equipado, no sólo no permitía el escape de los gases tóxicos al exterior, sino que llevó a una mayor acumulación de gases por la falta de ventilación.

A partir de este caso comenzaron a realizarse investigaciones que derivaron en cambios en las regulaciones y estándares de seguridad. La NFPA y otros organismos reguladores han actualizado desde entonces sus directrices sobre diseño, operación y respuesta ante incidentes de almacenamiento de energía.

Además del fenómeno de *thermal runaway*, existen otros factores externos que pueden comprometer la seguridad y operatividad de las instalaciones BESS. Entre ellos se destacan los eventos medioambientales como incendios forestales, sismos, olas de calor extremo, humedad elevada, inundaciones y daños provocados por fauna local (por ejemplo, roedores). Estos riesgos, aunque no siempre vinculados directamente al sistema de almacenamiento, pueden generar fallas en la infraestructura, afectar el sistema de refrigeración o provocar cortocircuitos, incrementando la probabilidad de incidentes graves.

Las inundaciones representan un riesgo elevado, ya que pueden ocasionar la pérdida total de la instalación, no solo de un contenedor. El agua salada agrava el peligro al provocar corrosión y posibles cortocircuitos que pueden derivar en una fuga térmica.

Para profundizar en el **fenómeno Thermal Runaway**, recomendamos consultar nuestra **circular LEARISK 06.22**. [https://www.learisk.com/uploads/circulares/2023/05/06-22-thermal-runaway-incendio-de-baterias .pdf](https://www.learisk.com/uploads/circulares/2023/05/06-22-thermal-runaway-incendio-de-baterias.pdf).



En julio de 2021, durante las pruebas de puesta en marcha del sistema de almacenamiento de energía en baterías de ion-litio Victorian Big Battery (300 MW / 450 MWh) en Australia, se produjo un incendio que afectó dos de las 212 unidades Tesla Megapack (3 MWh cada una). El siniestro, originado por una fuga en el sistema de refrigeración que causó un cortocircuito y un evento de thermal runaway, se extendió por tres días.

En la siguiente página se puede encontrar una base de datos actualizados con todos los siniestros de BESS ocurridos: https://storagewiki.epri.com/index.php/BESS_Failure_Incident_Database.

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS

Actualmente no existe un agente extintor capaz de penetrar la pluma de fuego y detener las reacciones químicas dentro de las celdas de litio una vez iniciada la fuga térmica (thermal runaway); el incendio debe extinguirse por sí solo. Si bien se están desarrollando ensayos con gases y líquidos para mitigar esta reacción, aún no hay soluciones validadas a gran escala. En este contexto, el agua sigue siendo el medio más eficaz para enfriar componentes y limitar la propagación del fuego, aunque no logra extinguirlo completamente.

A esto se suma que, al tratarse de una tecnología relativamente nueva en el mercado, el sector asegurador aún no cuenta con décadas de experiencia ni datos consolidados sobre el desarrollo de siniestros. Las normativas y estándares técnicos están en constante evolución, y todavía queda mucho por aprender sobre el comportamiento de estos sistemas ante eventos críticos. Por ello, la estrategia más efectiva sigue siendo la implementación de medidas preventivas que reduzcan al mínimo la probabilidad de ocurrencia. Algunas recomendaciones son:

- **Elección del fabricante de los equipos:** Considerar la experiencia del fabricante y del líder del proyecto. No utilizar prototipos.
- **Consideraciones en la etapa de diseño y construcción del proyecto:** En la conexión eléctrica de los sistemas BESS, es fundamental contemplar la separación física de las canaletas que vinculan los shelters con la subestación. Esta medida no solo mejora las prácticas de mantenimiento, sino que actúa como barrera para evitar que un incendio en una de estas afecte al resto del sistema. Asimismo, deben considerarse características constructivas que respondan a riesgos naturales, como estructuras antisísmicas y plataformas elevadas frente a sismos e inundaciones, así como la segregación física respecto de otros activos críticos, como salas de tableros, centros de control y transformadores.
- **Prácticas de mantenimiento:** Se necesita un plan de mantenimiento adecuado siguiendo las indicaciones del fabricante.
- **Calidad y cuidado de la batería:** Evitar golpes, sobrecargas/descargas rápidas y exposición a temperaturas extremas.
- **Sistemas de Gestión de Baterías (BMS):** Es el componente preventivo más importante. Controla y monitorea el estado de carga y temperatura, previniendo defectos que causen thermal runaway. Un BMS avanzado puede cortar sobrecalentamiento, sobrecorriente, sobrecarga, descarga excesiva y sobredemanda. Utilizar SIEMPRE los cargadores originales de cada una de las marcas de baterías.

- **Distancias de separación y ubicación:**

- La limitación de la propagación del fuego mediante distancias de separación es indispensable. Seguir las recomendaciones indicadas en las normas correspondientes (NFPA y FM principalmente).
- La ubicación ideal para BESS es en el exterior, a distancias seguras de los edificios. Si se instalan en el interior, deben estar en cuartos exclusivos con paredes de alta resistencia al fuego y cumplir con ciertas condiciones de construcción. La resistencia al fuego de los cerramientos estará condicionada de acuerdo a la existencia de sistemas fijos de agua y sus características.
- Tener en cuenta la altura y cota del terreno en el sector donde se instalarán los equipos.

El 24 de junio de 2024 un incendio en una fábrica de baterías de litio en Hwaseong, Corea del Sur, se cobró la vida de 22 personas.

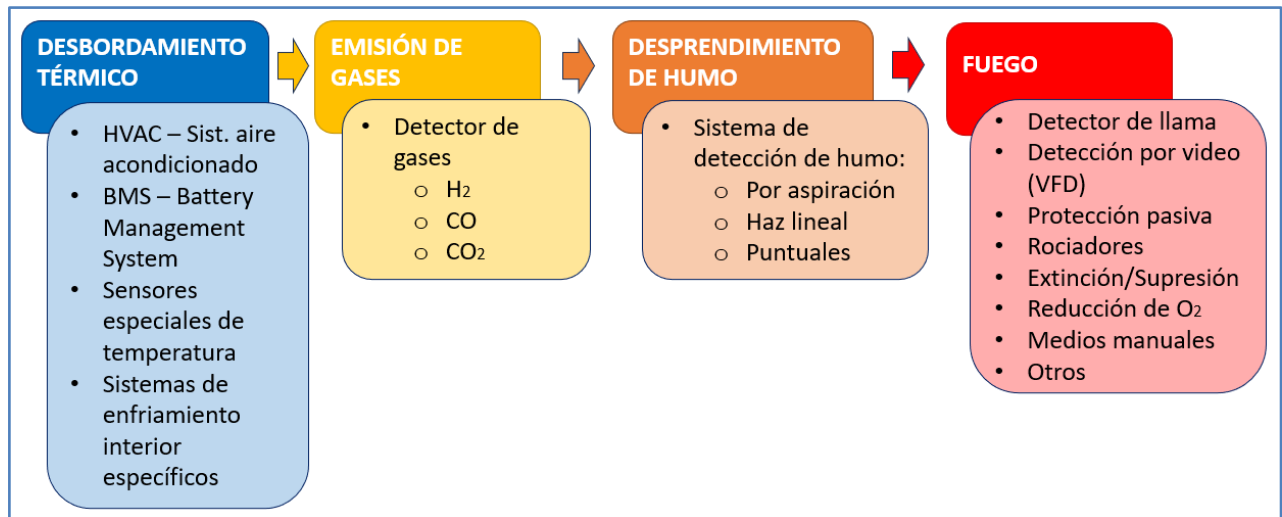
Los bomberos determinaron que rociar agua no extinguiría el incendio, por lo que se utilizó arena seca. El agua solamente fue utilizada como método de enfriamiento para evitar que el fuego se expandiera a las fábricas cercanas.



Uno de los eventos más significativos tuvo lugar en enero de 2025 en la planta de Moss Landing, California (EE.UU.). Un incendio originado en uno de los módulos marca LG (tecnología NMC) provocó una emisión considerable de humo tóxico y obligó a la evacuación de miles de personas. (La tecnología NMC tiene tendencia a generar mayor temperatura que LFP cuando ocurre un thermal runaway).

- **Herramientas de modelado:**
 - Existen softwares de modelado validados que permiten realizar estudios de modelado de dispersión para evaluar la posibilidad de que los gases tóxicos lleguen a los linderos durante un incendio en BESS. También pueden modelar una explosión luego de la ignición de un gas inflamable liberado en un área confinada durante la descomposición térmica. Estas herramientas ayudan a evaluar con precisión los riesgos y a tomar decisiones basadas en datos al implementar medidas de seguridad.
- **Plan de Emergencia:**
 - Desarrollo y práctica de un plan de emergencia interno y externo (con bomberos y la comunidad).
- **Sistemas de detección/supresión:** El sistema de extinción de incendios de los BESS dependerá de muchas circunstancias y hay que analizar cada caso en particular para ver cuál es la mejor alternativa. No hay una única solución. A continuación, se mencionan distintos sistemas para cada etapa del evento:
 - **Desbordamiento térmico**
 - **HVAC (Sistemas de aire acondicionado)**
 - **Sensores especiales de temperatura**
 - **Sistemas de enfriamiento interior específicos**
 - **Emisión de gases**
 - **Detectores de gases:** Para detectar los gases liberados (H₂, CO, CO₂, etc.) durante el venteo, antes del thermal runaway. Existen sistemas aprobados por FM que pueden detectar esta fase, ofreciendo una ventana de tiempo para actuar (2 a 30 minutos antes de la generación de humo y thermal runaway).
 - **Desprendimiento de humo**
 - **Sistema de detección de humo:** Por aspiración, haz lineal o puntuales.
 - **Fuego**
 - **Detector de llama**
 - **Detección por video (VFD)**
 - **Protección pasiva:** Muros contra incendio para evitar la propagación de daños. Restringir la cantidad de material inflamable/combustible en el interior de las cabinas.
 - **Rociadores:** El agua es la mejor arma de control y combate del fuego en estos sistemas, ayudando a enfriar el área y prevenir la propagación, aunque no extingue el incendio una vez iniciado el thermal runaway. Se deben seguir las normas para el diseño de este sistema.

- **Agentes de extinción no conductivos:** Extintores de polvo químico seco (PQS) o CO₂. Cabe aclarar que los mismos no son aptos para el control o extinción de un incendio en BESS una vez iniciado el thermal runaway. No obstante, pueden ser útiles como primer elemento para el control de principios de incendio de instalaciones asociadas.
- **Reducción de O₂**
- **Medios manuales**



Sistemas de mitigación de riesgo de incendio en las distintas etapas de un siniestro de BESS

NORMAS Y CERTIFICACIONES APLICABLES

Para garantizar la seguridad, confiabilidad y desempeño adecuado de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS), se aplican diversas normas y certificaciones internacionales, entre las cuales se destacan:

- **Certificaciones UL (Underwriters Laboratories):**
 - **UL9540:** Norma que evalúa la seguridad del sistema completo de almacenamiento de energía (ESS), incluyendo baterías, inversores, sistemas de control y protección.
 - **UL9540A:** Método de prueba para evaluar el riesgo de propagación térmica en sistemas de baterías. Se utiliza para caracterizar el comportamiento ante eventos térmicos extremos, como incendios.
 - **UL1973:** Establece requisitos de seguridad y desempeño para baterías estacionarias y de movilidad ligera, enfocándose en su uso en aplicaciones críticas como BESS. Su cumplimiento es necesario para garantizar la seguridad, la confiabilidad y el funcionamiento adecuado de los componentes de la batería.
 - **UL1741:** Norma aplicable a inversores, convertidores y equipos de control interconectados con la red eléctrica, evaluando seguridad, funcionamiento e interoperabilidad.

- **Normas NFPA (National Fire Protection Association):**
 - **NFPA 855:** Norma para la instalación segura de sistemas de almacenamiento de energía. Define requisitos de diseño, ubicación, protección contra incendios, ventilación y distancias mínimas.
 - **NFPA 68 y 69:** Normas complementarias que pueden aplicarse para la mitigación de explosiones (ventilación de explosión y supresión activa).
 - **NFPA 13:** Relacionada con los sistemas de rociadores automáticos.
- **Normas IEC (International Electrotechnical Commission):**
 - **IEC 62933-1:2018:** Norma europea que define términos para sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, incluyendo parámetros, métodos de prueba, instalación y seguridad.
- **Normas FM (Factory Mutual):**
 - **FM 5-33 (Lithium-Ion Battery Energy Storage Systems):** Publicada en enero 2017 y revisada en abril 2025, da recomendaciones para la prevención de pérdidas en cuanto al diseño, ubicación, compartimentación, sistemas de detección y supresión, operación, mantenimiento y prueba de ESS de baterías de ion-litio estacionarias de más de 20 kWh. Es un recurso clave para entender y mitigar los riesgos.

COBERTURAS DE SEGUROS A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO BESS

Una gestión eficaz de riesgos y la estructuración de las coberturas de seguro en proyectos BESS deben seguir un enfoque secuencial, adaptándose a las distintas etapas del ciclo de vida del proyecto para garantizar una protección continua y adecuada:

1. Fase de Preconstrucción (Diseño)

La base de una gestión de riesgos eficaz comienza con la selección de consultores y asesores de ingeniería competentes. En esta fase inicial, la cobertura de seguro esencial es la de **Responsabilidad Civil Profesional (Errores y Omisiones)**. Esta póliza protege contra posibles errores de diseño o descuidos que puedan surgir durante la fase de planificación del proyecto. Es fundamental que la cobertura elegida refleje la complejidad específica del proyecto, y no se base únicamente en la reputación de la consultora.

2. Fase de Transporte

Es imperativo contar con un seguro de **Carga Marítima o Tránsito**. Las condiciones de esta cobertura deben ajustarse estrictamente a los Incoterms acordados, asegurando una protección integral durante el transporte marítimo y terrestre. Se recomienda definir explícitamente los límites máximos de cobertura por envío para evitar el infraseguro. Asimismo, la coordinación entre las pólizas de transporte marítimo/tránsito y la póliza de Todo Riesgo de Construcción (CAR/EAR) es crucial para evitar brechas de cobertura. Idealmente, se sugiere utilizar la misma aseguradora para ambas fases –transporte y construcción– con el fin de optimizar la gestión de riesgos. Recordemos que el resguardo de los equipos durante la fase de transporte es crucial, debido a que los golpes que sufran las baterías pueden desencadenar el thermal runaway.

3. Fase de Construcción y Montaje

Para la fase de edificación y montaje, el seguro **Todo Riesgo de Construcción (CAR/EAR)** es una cobertura eficaz para gestionar los riesgos. Aunque la práctica de transferir las responsabilidades de la póliza a los inversores existe, las mejores prácticas sugieren que sean los contratistas de EPC (Engineering, Procurement, and Construction) quienes adquieran la cobertura directamente. Este enfoque permite una negociación directa de las condiciones, una gestión más eficiente de las reclamaciones y un control financiero adecuado. Los deducibles deben establecerse cuidadosamente, procurando que su valor sea inferior al del equipo clave del proyecto, ya que los porcentajes estándar del sector (1%-2%) podrían resultar excesivamente onerosos para equipos de alto valor. Estas pólizas deben incluir la responsabilidad civil de subcontratistas y terceros. La comunicación periódica con las aseguradoras sobre hitos importantes, como la entrega o la activación de equipo pesado, contribuye a minimizar aún más los riesgos. Se recomienda establecer una cobertura total de aproximadamente un 10%-15% por encima del valor del contrato para tener un margen para gastos imprevistos o requisitos de rediseño.

4. Fase de Pruebas y Puesta en Servicio

Aunque esta fase suele formar parte de la cobertura CAR/EAR, requiere una definición explícita en los plazos del seguro. Los riesgos en esta etapa, aunque potencialmente menores en frecuencia, pueden afectar los plazos de finalización del proyecto y, por ende, los ingresos previstos. La extensión explícita de la cobertura CAR para incluir las pruebas y puesta en servicio mitiga posibles disputas y garantiza una protección continua durante este período crítico.

5. Retraso en el Arranque (DSU/ALOP)

Los retrasos en la operación comercial pueden tener implicaciones financieras sustanciales, especialmente para proyectos BESS que prestan servicios esenciales a la red (como regulación de frecuencia o capacidad de "black start"). Por ello, se recomienda encarecidamente la incorporación de un seguro de **Demora en la Puesta en Marcha (DSU)**, también conocido como **Pérdida Anticipada de Beneficios (ALOP)**. Esta póliza cubre las pérdidas financieras derivadas de retrasos causados por daños físicos asegurados bajo la cobertura CAR o marítima. Los parámetros óptimos de una póliza DSU incluyen un período de indemnización realista (comúnmente de 6 a 12 meses) y períodos de espera estándar (de 30 a 60 días).

6. Fase de Operación

Para la fase operativa, el seguro **Todo Riesgo Operativo (TRO)** se considera superior al Todo Riesgo de Propiedad, ya que aborda las complejidades operativas específicas de los proyectos BESS. El primero cubre averías de equipos, riesgos como la fuga térmica y amenazas de ciberseguridad, que no suelen estar contemplados en las pólizas de propiedad estándar. Es recomendable incorporar coberturas por interrupción de negocio y riesgo cibernético en las pólizas TRO. Los deducibles típicos del sector oscilan entre el 1% y el 2% del valor del equipo, con renovaciones anuales para permitir una reevaluación y respuesta a la evolución de los riesgos. También es importante analizar la cláusula de siniestros en serie.

7. Amenazas de Ciberseguridad

Los sistemas de control que gestionan los BESS son vulnerables a ciberataques, que podrían interrumpir las operaciones o causar daños intencionales. Están emergiendo soluciones de seguros diseñadas específicamente para proteger contra las pérdidas financieras causadas por este tipo de eventos.

8. Riesgos Ambientales

Las baterías de ion-litio en sistemas BESS presentan riesgos ambientales si no se manipulan o desechan correctamente. Fugas o incendios pueden generar contaminación y altos costos de remediación, con posibles demandas por responsabilidad ambiental. El seguro puede cubrir daños derivados de fallas del BESS. Una herramienta útil es el software de modelado de catástrofes naturales, que permite analizar el impacto potencial de huracanes, sismos, inundaciones e incendios forestales. Sus beneficios incluyen mejor evaluación de vulnerabilidades, apoyo al diseño preventivo, facilitación del seguro y mayor precisión en los datos.

Impulsa tu carrera, capacítate online y en vivo

Espacios diseñados para fomentar la reflexión y promover soluciones técnicas adaptadas a las necesidades y desafíos reales de cada empresa.



Elige el tipo de formación perfecta para tí



MODALIDAD

Cursos a presenciales

Se realizan en un mes específico del año.



MODALIDAD

Cursos a distancia

Se realizan en un mes específico del año.



MODALIDAD

Cursos on demand

Cuando quieras y a tu propio ritmo.



MODALIDAD

Micro learnings

Una mirada profunda en temas de seguros.

Todos nuestros seminarios cuentan con una certificación final de aprobación o asistencia.

Nuestros Cursos

- Introducción al Seguro y Reaseguro
- Seguros todo riesgo para daños a la propiedad - TRO
- Seguro de avería de maquinaria
- Seguro de Perjuicios por Paralización (PxP)/Pérdida de Beneficios /BI/Lucro Cesante
- Seguros de Contrucción y Montaje en Latinoamérica /TRC(CAR), TRM (EAR), TRCM
- Seguros de RC para Riesgos Corporativos, RC General, Ambiental, Productos y Cyber
- Seguros para la industria del Oil & Gas
- Seguros de construcción y operación para plantas de energías renovables
- Riesgos y seguros en actividad Agrícola, Forestal y Agroindustrial
- Riesgos y seguro de transporte y cascos
- Mantenimiento de sistemas contra incendio



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE RIESGOS

¿QUIÉNES SOMOS?

Somos una empresa especializada en ingeniería de riesgos con más de 50 años de experiencia en el sector.

Brindamos asesoría y servicios independientes para identificar, prevenir y mitigar riesgos que afectan los activos asegurados. Además, ofrecemos valoración de activos industriales y detección de situaciones de infraseguro.

Contamos con un equipo interdisciplinario compuesto por ingenieros de diversas especialidades, arquitectos, contadores, especialistas certificados por la NFPA (entre otros).

Operamos en varios países de América, Europa, África y Asia, proporcionando servicios de ingeniería de riesgos con alcance global.



Desde 2005, contamos con un sistema de gestión de calidad basado en ISO 9001 y nos especializamos continuamente en tecnologías avanzadas, como simuladores de eventos catastróficos, diseño hidráulico de protección contra incendios y plataformas de capacitación virtual.

¿QUÉ PODEMOS OFRECER?

Tenemos experiencia en:

- Generación de Energía y Energías Renovables
- Petroquímica, Petróleo y Gas
- Minería e Industria Pesada
- Manufactura y Construcción
- Industria y Servicios
- Propiedades
- Bloque de Joyería
- Agricultura

Ingeniería de Riesgo (Aseguradoras, Brokers y Asegurados)

- Riesgos a la propiedad (grandes y pequeñas); Rotura de Maquinaria; BI (Interrupción de Negocios); Construcción/DSU (Daños a la Obra en Construcción); Estimaciones de pérdidas máximas (PML/EML); Responsabilidad Civil; Otras (por ejemplo, Bloque de Joyería).

Evaluaciones de Riesgo y valuaciones de activos (Empresas industriales y no industriales)

- BCP (Plan de continuidad de negocios); Evaluaciones de Riesgo Personalizadas para Clientes; Mapeo de Riesgos; Exposición a BI/DSU (Interrupción de Negocios/Daños a la Obra en Construcción); Evaluación de performance de sistemas de incendio; Preplanning de emergencias.

Ingeniería

- HAZOPS, ATEX, DHA; Diseño de sistemas de incendio; Soporte de Ingeniería
- Determinación de sumas aseguradas, valuaciones con fines contables, avance de obra.