

**AUTORIZA A INGENIERIA Y PROYECTOS  
INTERNACIONALES SPA PROYECTO ESPECIAL  
“REDUCCIÓN DE EMISIONES EN CALDERAS  
MEDIANTE BLENDING DE HIDRÓGENO Y GAS  
PROPANO LICUADO” UBICADO EN LA COMUNA DE  
TILTIL, REGIÓN METROPOLITANA, SEGÚN SE  
INDICA**

---

**VISTOS:**

Lo dispuesto en la Ley N° 18.410; Orgánica de esta Superintendencia, el DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería; Decreto Supremo N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Decreto Supremo N°13, de 2022, del Ministerio de Energía; la Resolución N°36, de 2024, de la Contraloría General de la República, y;

**CONSIDERANDO:**

1° Que, mediante ingreso SEC N°307953, de fecha 27.02.2025, INGENIERIA Y PROYECTOS INTERNACIONALES SPA (SunSolution), RUT 76.300.594-1, representada legalmente por don Jorge Ramón Varas Bustos, presentó ante esta Superintendencia, a través del instalador don Roberto Santiago Olmedo de Centro Nacional de Pilotaje de Tecnologías para la Minería, solicitud de autorización de proyecto especial de hidrógeno de tipo desarrollo aplicado denominado “Reducción de emisiones en calderas mediante blending de hidrógeno y gas propano licuado”, el que tiene por objetivo validar el funcionamiento, rendimiento y viabilidad operativa de una caldera de agua caliente que utilizará como combustible una mezcla de gas propano licuado con hidrógeno gaseoso, el cual se emplazará en las instalaciones de Minera San Pedro S.A., ubicadas en Manuel Rodríguez 55 Sauce Oriente, Til-Til, Región Metropolitana, específicamente en las coordenadas WGS84 (“GPS”): Long:-70.92931250°, Lat:-33.10243750° a una altitud de 558.90 metros.

2° Que, en el artículo 2° del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería, se establece la obligación de los propietarios, de inscribir las instalaciones que sirvan para producción, importación, exportación, refinación, transporte, distribución, almacenamiento, abastecimiento, regasificación o comercialicen hidrógeno y/o combustibles a partir de hidrógeno, cuyo registro es establecido y llevado por esta Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Para ello, el proyecto especial denominado “Reducción de emisiones en calderas mediante blending de hidrógeno y gas propano licuado”, deberá contar previamente con la autorización de este Organismo Fiscalizador.

3° Que, el proyecto especial contempla el suministro combinado de hidrógeno gaseoso y gas propano licuado (GLP), este último almacenado en 4 cilindros de 45 kg cada uno, debidamente posicionados y conectados a una caldera de agua. La proporción de ambos



Caso:2192143 Acción:3881070 Documento:4447915  
V°B° FOP/KBV/GGT/PLS/HCM/IMC

1/15

<https://wlhttp.sec.cl/timesM/global/imgPDF.jsp?pa=3881070&pd=4447915&pc=2192143>

Dirección: Avenida Bernardo O’Higgins 1465 – Santiago Downtown, Santiago Chile - [www.sec.cl](http://www.sec.cl)

combustibles es controlada por un panel de control integrado que ajusta el porcentaje de cada gas, con un máximo de 30% de hidrógeno en la mezcla. La mezcla resultante alimenta una caldera con una potencia térmica de hasta 600 kW destinada al calentamiento del agua. Adicionalmente, el sistema incorpora un enfriador, para ajustar la temperatura del agua y trabajar en un circuito cerrado de recirculación cuando sea necesario. Finalmente, se dispone de la instrumentación requerida para el monitoreo continuo de las emisiones de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, a fin de asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

4° Que, mediante Oficios ORD. SEC N° 274018 y 278641, de fechas 10.03.2025 y 15.04.2025, respectivamente, esta Superintendencia remitió observaciones al instalador, solicitando antecedentes para subsanar y/o complementar la solicitud de autorización señalada en el primer considerando.

5° Que, mediante presentaciones ingreso SEC N° 309494, 319614, 322513 y 327410, de fechas 12.03.2025, 26.05.2025, 09.06.2025 y 02.07.2025, respectivamente, el instalador da respuesta a lo ordenado en los Oficios ORD. SEC N° 274018 y 278641, de fechas 10.03.2025 y 15.04.2025, respectivamente, aportando la información requerida por este Servicio.

6° Que, en el marco del proyecto especial, se ha elaborado una matriz normativa de seguridad con el propósito de identificar los requisitos mínimos de seguridad y su aplicación en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación, inspección y término definitivo de operaciones de la instalación, conforme a la siguiente normativa seleccionada:

- NFPA 2/2020
- NFPA 497/2024
- ISO / TR 15916:2015
- DS N°66 “Reglamento de Instalaciones Interiores y Medidores de Gas”.

6.1 NFPA 2 (2020) - “Hydrogen Technologies Code”.

N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
1	4.1 Aplicación: Establece los objetivos mínimos congruentes con la seguridad pública para la aplicación del código.	4.1.3 Se deben obtener permisos de acuerdo con la jurisdicción local.	Se gestionan los permisos correspondientes ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
2	4.2 Metas y Objetivos: Define metas y objetivos mínimos de seguridad contra	4.2.3.3.2.2 Prevención de Riesgos: El almacenamiento, uso o manejo debe llevarse a cabo de manera que proporcione un nivel razonable de seguridad frente a enfermedades, lesiones o muerte debido a: (1) Liberación accidental de hidrógeno.	Generación de Matriz de seguridad y planes de trabajo seguro.



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
	incendios y otros peligros relacionados con hidrógeno.	(2) Incendio que involucre sistema de tuberías. (3) Aplicación de fuerza externa sobre sistema de tuberías. [1.4.1.3.3.2]	
		4.2.4.2.1 Prevención de Ignición: La instalación debe ser diseñada y mantenida, para prevenir explosiones no intencionadas y fuegos que resulten en daño a propiedades adyacentes.	Se establecen las distancias de seguridad conforme a lo especificado en la norma NFPA 497, manteniendo un radio de 4,57 metros desde el área de almacenamiento, dentro del cual no se permitirán materiales inflamables ni fuentes de ignición. Ver plano zonas de seguridad adjunto en carpeta "3. Normativa aplicable".
		4.2.4.2.2 Fuegos y Explosiones: En el caso de que ocurra un fuego o explosión, el edificio debe ser diseñado y mantenido, para razonablemente reducir la posibilidad de incendios y explosiones no deseados.	El diseño y mantenimiento del edificio se llevarán a cabo de manera que se minimice razonablemente el riesgo de incendios y explosiones inesperados, proporcionando así un entorno más seguro en caso de que ocurra un incidente de esta naturaleza.
		4.2.4.2.3 Integridad Estructural: La instalación debe ser diseñada, construida, protegida y mantenida, y las operaciones asociadas deben llevarse a cabo para proporcionar un nivel razonable de protección para la instalación, sus propiedades adyacentes y las propiedades adyacentes contra el colapso estructural resultante de un fuego.	La instalación será diseñada, construida, protegida y mantenida para asegurar un nivel adecuado de protección. Asimismo, las operaciones se ejecutarán de manera que se garantice la integridad estructural de la instalación y de las propiedades circundantes, evitando el colapso estructural en caso de incendio.
		4.2.4.2.4 Peligros de Almacenamiento: La instalación debe ser diseñada, construida, protegida y mantenida, y las operaciones asociadas deben llevarse a cabo para proporcionar protección razonable contra daños resultantes de incendios, explosiones y otras condiciones inseguras asociadas con el almacenamiento, uso y manejo de hidrógeno.	Se establecen las distancias de seguridad conforme a lo especificado en la norma NFPA 497, manteniendo un radio de 4,57 metros desde el área de almacenamiento, dentro del cual no se permitirán materiales inflamables ni fuentes de ignición. Ver plano zonas de seguridad adjunto en carpeta "3. Normativa aplicable".
3	4.5 Permisos: Los permisos se obtendrán de acuerdo con los requisitos locales.	4.5 Permisos: Los permisos se obtendrán de acuerdo con los requisitos locales.	Se cuenta con el permiso de Minera San Pedro S.A. para desarrollo de pruebas.
4	4.6 Plan de Emergencia: Requiere un plan de emergencia para instalaciones que superen el MAQ de hidrógeno o según lo determine la autoridad local.	4.6.1 Disponibilidad del Plan de Emergencia: El plan de emergencia debe estar disponible para inspección e incluir información sobre equipos, pruebas, etiquetado, SDS, etc.	Se adjunta documento "Protocolo de emergencia" el cual se encontrará disponible para los operarios involucrados en el proyecto.
5	4.9 Plan de Gestión y Documentación de Materiales Peligrosos.	4.9.3 Hojas de Datos de Seguridad (SDS): Las SDS para hidrógeno deben estar disponibles en las instalaciones y ser accesibles electrónicamente si se aprueba.	Las Fichas de Datos de Seguridad (SDS) para el hidrógeno estarán disponibles en las instalaciones y, en caso de ser autorizado, se podrá acceder a ellas de manera electrónica.
6	4.11 Capacitación del personal en áreas donde se almacenan,	4.11.1.1 La capacitación inicial debe completarse antes de comenzar a trabajar. 4.11.1.2 Se requiere capacitación en comunicaciones de peligro para reconocer y entender los materiales en uso.	Se llevará a cabo una capacitación dirigida a los trabajadores involucrados en la operación de los equipos, en base a manuales de fabricantes y se mantendrá



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
	dispensan o usan GH <sub>2</sub> o LH <sub>2</sub> , consistente con sus responsabilidades.	<p>4.11.1.3 El personal debe recibir capacitación en el plan de emergencia antes de comenzar a trabajar.</p> <p>4.11.2 Capacitación inicial obligatoria para el personal de operaciones antes de comenzar a trabajar.</p> <p>4.11.2.2 Capacitación en propiedades de peligro físico y de salud de los materiales según las SDS del fabricante.</p> <p>4.11.2.3 Capacitación en el uso, dispensación y procesamiento seguro de los materiales.</p> <p>4.11.2.4 Capacitación en el almacenamiento adecuado y las limitaciones del sitio.</p> <p>4.11.2.5 Capacitación en transporte seguro de los materiales en el sitio.</p> <p>4.11.2.6 Capacitación en las acciones a tomar en emergencias y la operación de controles de evacuación.</p> <p>4.11.2.7 Capacitación obligatoria ante la introducción de nuevos peligros o cambios en equipos u operaciones.</p> <p>4.11.3.1 El enlace de respuesta a emergencias debe identificar las ubicaciones de GH<sub>2</sub> o LH<sub>2</sub> y conocer los procedimientos de emergencia.</p> <p>4.11.4.1 Los líderes de equipos de emergencia deben ser capacitados bajo el Sistema de Comando de Incidentes o equivalente.</p> <p>4.11.4.2 Capacitación para respuestas a liberaciones incidentales donde el material pueda ser controlado o neutralizado.</p> <p>4.11.4.3 Capacitación del equipo de respuesta en el sitio según los requisitos del plan de emergencia o agencias gubernamentales.</p> <p>4.11.4.5 La capacitación debe ser documentada y disponible a solicitud de la AHJ.</p>	una copia del manual en español cercana a los equipos.
7	4.12 Controles de fuentes de ignición en áreas donde se almacenan, usan o dispensan GH <sub>2</sub> o LH <sub>2</sub> .	<p>4.12.1 Fumar prohibido dentro de 25 ft (7.6 m) de áreas de almacenamiento al aire libre o donde se usan GH<sub>2</sub> o LH<sub>2</sub> en sistemas abiertos.</p> <p>4.12.3 Equipos que consumen energía deben ser aprobados para uso con GH<sub>2</sub> o LH<sub>2</sub>.</p>	<p>En cumplimiento con las normativas establecidas, se han instalado las señaléticas correspondientes que indican la prohibición de fumar, dentro de un radio de 25 pies (7.6 metros) en las áreas de almacenamiento al aire libre y en aquellas donde se utilice GH<sub>2</sub>.</p> <p>Los equipos destinados al consumo de hidrógeno cuentan con la aprobación del fabricante para su uso específico con GH<sub>2</sub>, además de disponer de los certificados correspondientes.</p>
8	4.13 Señales de seguridad visibles y duraderas deben estar colocadas en áreas clave, de acuerdo con estándares reconocidos.	<p>4.13.1.1 Las señales deben ser duraderas, de tamaño adecuado y estar de acuerdo con estándares reconocidos.</p> <p>4.13.1.2 Las señales deben estar en inglés o utilizar símbolos reconocidos por el código.</p> <p>4.13.2 Señales de identificación de peligros (NFPA 704) deben colocarse en tanques de almacenamiento y entradas a áreas donde se manejan materiales peligrosos.</p> <p>4.13.2.3 Habitaciones o gabinetes que contengan gases comprimidos deben estar etiquetados como "GAS COMPRIMIDO".</p> <p>4.13.3 Señales de "No Fumar" deben estar</p>	Se utiliza normativa chilena de sustancias peligrosas para etiquetado. Acompañado de señalética de seguridad en todas las áreas involucradas.



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
		presentes en áreas donde se almacenan o dispensan GH <sub>2</sub> o LH <sub>2</sub> .	
9	5.3 Requisitos Prescriptivos Retenidos.	5.3.2 Sistemas Eléctricos. Los sistemas eléctricos deberán cumplir con los estándares NFPA aplicables para esos sistemas. [1.5.3.2]. Cumplimiento de Tabla 7.3.2.3.1.5.	Los componentes del sistema eléctrico cuentan con su certificación correspondiente. Se establecen las distancias de seguridad conforme a lo especificado en la norma NFPA 70, se consideran 4,6 m de distancia entre el sistema eléctrico y el almacenamiento de GH <sub>2</sub> como también de cualquier punto donde se ventile hidrógeno a la atmósfera en operaciones normales, medido esféricamente desde la salida de ventilación.
		5.3.3 General. El diseño deberá cumplir con los siguientes requisitos además de los criterios de rendimiento de la Sección 5.2: (1) Requisitos generales para precauciones contra incendios del código adoptado. (2) Requisitos de simulacro de evacuación de emergencia del código adoptado. (3) Requisitos de prohibición de fumar del código adoptado. (4) Requisitos de servicio de incendios del código adoptado. (5) Requisitos para la seguridad contra incendios durante construcción y demolición del código adoptado.	Generación de matriz de seguridad y planes de trabajo seguro.
10	6.4 Clasificación de ocupación.	6.4.1.1.1 Se debe contar con válvulas de alivio de presión que venteen directo al exterior, en casos que se exceda a los valores de la tabla 6.4.1.1.1.	Considerado en instalación de acuerdo a manuales del fabricante. Manuales adjuntos en carpeta "6. Calidad".
		6.4.1.5.1.3 Hidrogeno gaseoso es permitido en habitaciones que cumplen con 10.4.3.3 en cantidades superiores a las permitidas en tabla 6.4.1.1.1 para ensambles, educación, institución, residencial y comerciales.	Considerado en instalación de acuerdo a manuales del fabricante. Manuales adjuntos en carpeta "6. Calidad".
11	6.5 Piping.	6.5.1 Se considera que el diseño e instalación de tuberías debe aplicar las secciones de ASME B31 y 704.1.2.3, 704.1.2.4 y 704.1.2.5 de ICC internacional I fuel gas code.	Se utilizan tuberías de acero al carbono.
		6.5.1.2 Las uniones deben tener un punto de fusión superior a 538°C.	Conexiones estándar de acero al carbono (la temperatura de fusión está entre 1370° C y 1400° C).
		6.5.1.5 Sistemas de prevención de Back Flow (contraflujo) NFPA 55 7.3.1.3.2.	El sistema cuenta con válvulas de retención entre equipos para evitar retornos de purgas y venteos O <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O.
		6.5.2 Componentes (válvulas, gauges, fittings, otros) deben estar especificados para su uso con hidrógeno.	Todos los componentes en contactos con H <sub>2</sub> son indicados por el fabricante. Equipos dentro de sala de operación de caldera los cuales serán operados por personal capacitado.
12	6.8 Equipamiento eléctrico.	6.8.1.1 Para el almacenamiento de GH <sub>2</sub> se debe contar con equipos eléctricos conectados a un sistema eléctrico en stand by que consideren los requerimientos de NFPA 70. Equipos como: Ventilación mecánica, Sistemas de tratamiento, Control de temperatura, Alarmas, Detectores, Otros equipos eléctricos.	El sistema de control de la caldera cuenta con detección de llama, sistema de seguridad. Adicional se cuenta con un detector y alarma ante fugas de H <sub>2</sub> en el contenedor de la caldera. Y para estanque H <sub>2</sub> no aplica debido a que se encuentra en exterior rodeado.
		6.8.2 Energía de emergencia: cuando se requiera de energía de emergencia, el sistema debe considerar un sistema de nivel 2 que cumpla con los requerimientos de NFPA 110 o NFPA 111.	Para casos de emergencia, se considera un protocolo de emergencia de ventilación natural en la sala de operación de caldera. Por definición del proyecto,





N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
			este solo debiese operar cuando se realicen las pruebas.
13	6.9 Sistema de alarmas para los empleados.	6.9 Requeridos por la regulación del gobierno local. Para avisar a los trabajadores de los riegos y procedimientos de mitigación o evacuación.	Se utilizará el sistema de alarmas que se encuentran en el sistema de control para la caldera que detectan condiciones de fuga y detienen los equipos y avisan al sistema. También se cuenta con detector y alarma ante fuga de H2 en la sala de operación de caldera, el cual detiene de forma automática el funcionamiento de los equipos. Se debe hacer capacitación a todos los empleados que estarán en las pruebas.
14	6.12 Sistema de alarma de fuego.	6.12.1 Se debe proveer una alarma manual contra incendios.	Alarma de incendio instalada considerando sensores y activación manual de acuerdo al "Plan de incendio y emergencias" Adjunto en la carpeta "5. Seguridad".
		6.12.2 El sistema de ser diseñado, instalado y mantenido de acuerdo con NFPA 72/2019, la cual exige el cumplimiento de: - Procedimiento en caso de incendio elaborado conforme a los requerimientos documentales exigidos en 7.2. - Selección e instalación del sensor en base al capítulo 17. - Alarma manual de incendio ligada a la parada automática de equipos de generación 3.3.12.3 y obedece al sistema de control descrito en A.14.6.2.4.	La sala de caldera cuenta con un sistema de alarma de incendio y el procedimiento correspondiente elaborado conforme a los requerimientos documentales exigidos.
15	6.13 Sistemas de detección de GH2.	6.13.1 Los sistemas incorporados deben ser listados o aprobados.	Se considera el sistema de detección interna de la caldera el cual está diseñado por el fabricante y detecta fugas por diferencias de presión. También se cuenta con detector y alarma sonora o lumínica ante fuga de H2 en la sala de caldera.
16	6.14 Iluminación.	6.14 Las áreas de uso y almacenamiento deben contar con luz natural o artificial (55:6.12).	Se considera iluminación artificial para las áreas de almacenamiento de H2 y la caldera.
17	6.16 Estanterías de cilindros.	6.16.1 Deben ser construidos en materiales no combustibles y diseñados para soportar el peso.	Construidos en estructuras de acero al carbono.
18	6.17 Terminación de ventilación.	6.17.1 La salida del venteo debe estar al menos 3 metros sobre el suelo o 0.61 sobre los equipos adyacentes o 1.5 metros sobre el techo.	Se considera un venteo a una distancia de 3 metros a otros venteos y altura 1.5 m sobre el techo.
		6.17.2 Las salidas deben estar ubicadas afuera y lejos de áreas de personal, fuentes de ignición, entradas de aire, áreas abiertas y voladizos.	Venteos y purgas fuera del contenedor de la caldera y dirección contraria a ubicación de personal.
19	6.18 Ventilación: Almacenamiento en entornos cerrados y áreas de uso deben contar con ventilación mecánica o ventilación natural.	6.18.1 Tasas de ventilación: Debe proveer una tasa no menor a 0.0051m3/s/m2 del área sobre el área de almacenamiento o uso.	La caldera cuenta con ventilador de enfriamiento y ventilador de quemador, la cual sobrepasa por 4 órdenes de magnitud del mínimo 0.0051 m3/s/m2.
		6.18.2.1 Sistemas mecánicos de ventilación. Debe cumplir con los requerimientos del manual del ventilador. (mechanical code)	
		6.18.2.1.1 Operación continua.	Considerado en el diseño e instalación de venteos.
		6.18.2.1.7 Descarga de la ventilación: la mezcla de aire+H2 debe terminar en un punto en el exterior no menor a 9.1 m de los límites de la propiedad, 3 m de las áreas abiertas de la estructura, 1.8 m de la pared exterior techo, 9.1 de paredes inflamables y áreas abiertas en el edificio que están en	



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
		dirección de las descarga y 3 m sobre estructura contigua.	
20	6.22 Limpieza y purga del sistema de piping.	6.22 Procedimientos, medidas y condiciones de limpieza y purga.	La caldera cuenta con un sistema de purga y limpieza en cada una de las líneas. Esta considerado un procedimiento de puesta en marcha para asegurar calidad y niveles de pureza.
21	7.1 Generalidades de hidrógeno gaseoso.	7.1.5 Cilindros, contenedores y tanques.	Los cilindros utilizados cuentan con certificación TPED. Ver carpeta "6. Calidad".
		7.1.5.5 Sistemas de alivio de presión (CGA S-1.1 1.2 y 1.3).	Sistema de regulación cuenta con válvula de alivio de presión al estar al exterior el hidrógeno se difunde reduciendo el riesgo de desplazamiento de oxígeno y atmosfera explosiva. Ver P&ID en carpeta "4. Diseño".
		7.1.5.5.5 Las válvulas deben ser dispuesta de tal modo que liberen el gas a la atmosfera de forma segura (estructura adyacente, personal).	Válvula conectada a sistema de venteo bajo normativa.
		7.1.5.5.6 Diseñado en ubicaciones donde no pueda acumularse humedad y congelarse.	Se considera que las válvulas de la caldera se encontraran en una estructura techada que lo protegerá de la humedad y las tuberías se dispondrán de tal modo que no se acumule humedad al momento de su instalación.
		7.1.6 Etiquetas (almacenamiento, mantenimiento, cilindros, tanques, piping, advertencias peligros).	Se utiliza normativa chilena de sustancias peligrosas para etiquetado. Acompañado de señalética de seguridad en todas las áreas involucradas.
		7.1.7 Seguridad.	Se desarrolla en 7.1.7.2 y 7.1.7.3
		7.1.7.2 Áreas.	Se mantendrá restringido el acceso y se complementará con señaléticas.
		7.1.7.3 Protección física.	Equipos de combustión contenidos en el contenedor de caldera, en el exterior se definen zonas delimitadas para la operación de equipos. Los cilindros se encuentran asegurados a estructura metálica "jaula".
		7.1.7.4 Cilindros, containers o tanques de GH2 en uso o almacenados deben ser asegurados para evitar caídas. A menos que sea permitido por 7.1.7.4.1 o 7.1.7.4.2.	Cilindros asegurados a estructura de marco metálico en todo momento, Estructura "jaula" asegura seis (6) cilindros a la vez, aumentando la estabilidad del conjunto.
		7.1.7.4.1 Cilindros en proceso de examinación, inspección, mantenimiento o llenado, no requieren estar asegurados.	N/A ver 7.1.7.4.
		7.1.7.4.2 En plantas de llenado de cilindros, se permite el anidado de cilindros como medio de asegurar.	N/A ver 7.1.7.4.
		7.1.8 Protección de válvulas de cilindros, contenedor o tanques.	Se desarrolla en 7.1.8.1.1 y 7.1.8.2.
		7.1.8.1.1 Las válvulas deberán ser protegidas de cualquier daño físico por medio de tapas, collares o dispositivos similares.	Los cilindros cuentan con una estructura metálica protege las válvulas y elementos de conexión del manifold.
		7.1.8.2 Tapas Protección de válvulas (se deberá mantener la tapa todo el tiempo, excepto cuando está vacío, reemplazo o conectado para usos.	Se considera en procedimientos de operación.
		7.1.9 Separación para evitar condiciones de peligros.	Se desarrolla en 7.1.9.1.1 y 7.1.9.1.2.
		7.1.9.1.1 Separación de 10ft o 3.1 m de cualquier residuo inflamable, vegetación, y materiales similares.	Se establecen las distancias de seguridad conforme a lo especificado en la norma NFPA 497, manteniendo un radio de 4,57 metros desde el área de almacenamiento,



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
			dentro del cual no se permitirán materiales inflamables ni fuentes de ignición. Ver plano zonas de seguridad adjunto en carpeta "3. Normativa aplicable".
		7.1.9.1.2 No debe existir elevadores, plataformas o alturas cercanas al estanque. Se debe evitar tener el tanque en alturas superiores a la mitad de la altura del tanque.	El tanque se encontrará bajo el nivel indicado.
		7.1.9.1.3 Temperaturas extremas: No debe ser expuesto directamente al sol y no debe superar temperaturas ambientales de 52 °C.	Las condiciones climáticas del lugar no alcanzan los 52°C ambiente.
		7.1.9.1.4 Caída de objetos.	Cilindros protegidos por rack metálico.
		7.1.9.1.6 Fuentes de ignición: No se deben utilizar llamas abiertas ni dispositivos de alta temperatura de manera que creen una condición peligrosa. [55:7.1.10.8]	Se establecen las distancias de seguridad conforme a lo especificado en la norma NFPA 497, manteniendo un radio de 4,57 metros desde el área de almacenamiento, dentro del cual no se permitirán materiales inflamables ni fuentes de ignición. Ver plano zonas de seguridad adjunto en carpeta "3. Normativa aplicable".
		7.1.9.1.7 Expuesto a químicos.	No existen compuestos químicos peligrosos cercanos al contenedor.
		7.1.9.1.8 Expuesto a circuitos eléctricos.	Circuitos eléctricos no se encuentran en zona de almacenamiento de H2.
		7.1.10 Servicio y reparación debe ser realizada por personal capacitado.	Mantenciones menores serán realizadas por personal interno capacitados, y mantenciones mayores realizadas por personal externo experto, Toda mantención y reparación será llevada a cabo de acuerdo a las especificaciones indicadas por fabricante.
		7.1.11 Uso no autorizado. No debe ser utilizado para propósitos diferentes del cual diseñado.	Operación realizada por personal capacitado y uso será autorizado por Sun Solution y en caso de emergencia CNP o MSP.
		7.1.12 Cilindros expuestos a fuego: Los cilindros que fueron expuestos a fuego no deben ser utilizados hasta que no hayan sido revisados por personal experto.	En caso de fuego ningún equipo será utilizado antes de ser revisado por personal capacitado.
		7.1.13 Fugas, daño y corrosión.	Se describe en los procedimientos de operación la inspección, detección, detención, reemplazo, reparación, manipulación en caso de fuga, daño o corrosión.
		7.1.14 Superficie: el cilindro debe ser protegido de corrosión, por lo que no debe estar en contacto directo con el suelo o de agua.	Para el caso de cilindros, estos se encuentran contenidos en la estructura metálica "jaula" tampoco se encuentra en contacto directo con el suelo o agua.
		7.1.15 Válvulas.	Diseño e instalación de válvulas serán realizadas de acuerdo a los usos especificados por el fabricante (apto para uso con H2).
		7.1.16 Sistema de venteo: Los sistemas de venteo cumplen con la CGA G5.5.	Venteos diseñados de acuerdo a 6.2.4 de la norma CGA G5.5. La elevación del venteo debe ser mayor a: 1) 3 metros sobre el suelo de trabajo. 2) 0,61 metros sobre equipamiento adyacente. 3) 1,5 metros sobre la altura del techo.
		7.1.19.3 Sistema de parada automática.	Sistema de paro de emergencia se encuentra integrado en el sistema de caldera, el cual se activa y se mantiene hasta que sea revisado por personal autorizado.





N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
		7.1.22.10.3 Apertura de ventilación natural y tomas de aire deben estar separadas de fuentes de GH <sub>2</sub> no a granel. Distancia de seguridad de acuerdo a 7.2.2.3.2.4.	Zona de almacenamiento principal, separada de zona de consumo (dentro de sala de caldera).
		7.1.23 Válvula de Parada de emergencia.	El sistema de control de la caldera considera una válvula de flujo que reacciona ante cualquier parada de emergencia, apagando el sistema. Adicionalmente existen válvulas manuales entre quemador y cilindros que permiten cerrar el flujo de H <sub>2</sub> ante cualquier emergencia.
		7.1.25.1 Equipos con producción de carga estática.	Todos los equipos serán instalados y conectados adecuadamente a tierra para evitar cualquier fuente de ignición por arco eléctrico.
		7.1.25.2 Señalética de No Fumar o Flama Abierta.	Se consideran señaléticas de no fumadores o el uso de fuego en una zona no menor a 7.6 m. del área de almacenamiento.
		7.1.26 Instrucciones Operación.	Se considera capacitación de operación en base a manuales de fabricantes y se mantendrá una copia del manual en español cercana a los equipos.
22	7.2 No a granel, bajas cantidades (Non Bulk).	7.2.1.1.6 Separación espacial entre cilindros no es requerida en sistemas en los que estos estén conectados a manifolds (serpentin) para su llenado, análisis o manufactura.	Sistema de transporte y aseguramiento de cilindros diseñado de acuerdo a este artículo considerando uso para llenado, transporte y uso.
		7.2.2.3.2 Distancia a exposiciones: El almacenamiento exterior de GH <sub>2</sub> debe situarse de límites de terreno, caminos públicos o edificios no relacionados a la manufactura o distribución del GH <sub>2</sub> de acuerdo a la tabla 7.2.2.3.2.	El sistema de almacenamiento se encuentra separado de vías públicas, edificios, construcciones, que es mayor a lo indicado por la tabla 7.2.2.3.2. -5ft (1,5m) de otras áreas de almacenamiento. -5ft (1,5m) de líneas de propiedad. - 5ft (1,5m) de vías públicas.
		7.2.2.3.2.4 Tomas de aire: Almacenamiento y uso de GH <sub>2</sub> no debe situarse dentro de 6 metros de tomas de aire.	En consecuencia, por lo exigido en 7.1.22.10.3.1 se da cumplimiento a 7.2.2.3.2.4 también indica una distancia mínima de 6 metros de las tomas de aire. Ver plano de distancias de seguridad en la carpeta "4. Diseño".
		7.2.3.2 Uso Interior: Uso de GH <sub>2</sub> de acuerdo a los requerimientos de 7.1.	Se cumple con los lineamientos generales expuestos en 7.1.
		7.2.3.3 Uso Exterior: Uso de GH <sub>2</sub> de acuerdo a los requerimientos (aplicables) de 7.1.	Se cumple con los lineamientos generales expuestos en 7.2.
23	14.1 Alcance: Este capítulo se aplicará a los equipos que usan hidrógeno como fuente de combustible para proporcionar calor usado en el procesamiento de materiales y equipos relacionados.	14.1.1.2 El almacenamiento, uso y manejo de GH <sub>2</sub> en cualquier cantidad deberá cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 y 4 y los capítulos aplicables del 5 al 8.	Se cumple con requerimientos expuestos en los capítulos 1 y 4, y los correspondientes en los capítulos 5, 6 y 7.
24	14.3 Uso.	14.3.1.2.7.2 La activación de las válvulas deberá cortar el flujo de hidrógeno en caso de: (1) Pérdida de los sistemas de ventilación requeridos por 14.3.1.2.3.2. (2) Detección de hidrógeno a una concentración superior al 25 % del LFL.	Se considera la instalación de detector de incendios dentro de la sala de contenedor de caldera. El sistema de control de la caldera considera una válvula de flujo que reacciona ante cualquier parada de emergencia, apagando el sistema.



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
		(3) Activación de las funciones de parada de emergencia proporcionadas con el equipo del fabricante.	Adicionalmente existen válvulas manuales entre caldera y cilindros que permiten cerrar el flujo de H2 ante cualquier emergencia.

6.2 NFPA 497 (2024) - “Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas”.

N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
25	4.4 Clasificación de materiales combustibles de clase I.	4.4.2 En la Tabla 4.4.2 se proporciona una lista alfabética de materiales combustibles seleccionados, con su clasificación de grupo y propiedades físicas pertinentes.	Características del gas de hidrógeno Clase I Grupo B.
26	5.3 Clase, División, Ubicaciones Clasificadas.	5.3.2 Lugares clasificados de la División 2. El criterio para clasificar un lugar de la División 2 es si es probable que en el lugar se presenten mezclas inflamables únicamente en condiciones anormales. El término anormal se utiliza aquí en un sentido limitado y no incluye una catástrofe importante.	La zona de almacenamiento y de caldera corresponden a la División II.
27	5.4 Zone Classified Locations.	5.4.3.2 La clasificación 2 generalmente incluye lugares en los que se utilizan líquidos inflamables o gases o vapores inflamables pero que se volverían peligrosos solo en caso de accidente o condiciones de operación inusuales.	La zona de almacenamiento y de caldera corresponden a la Zona II.

6.3 ISO/TR 15916:2015

N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
28	6 Consideraciones de seguridad.	Hace referencia a los factores de peligro de combustión, presión, fragilización de materiales, riesgo a la salud y capacitación de operadores.	Considerado en matriz IPER. Adjunta en la carpeta "5. Seguridad".
29	7.1.2 Lecciones aprendidas.	Identifica y categoriza las causales de incidente más común con uso de hidrógeno. Deficiencias operativas y Falta de capacitación específica son las causas principales. En la Página Hysafe y h2incidents.org existen más antecedentes de incidentes.	En revisiones de diseño, procedimientos y matrices incluir medidas en función a las lecciones aprendidas.
30	7.2 Diseño medidas de prevención y mitigación diseño.	7.2.1 Diseño a prueba de fallas automáticas (válvulas vuelvan a posición segura, monitoreo remoto, sensores, sistemas de alertas), diseño seguro: Estanques de acuerdo a normas de presión y resistencia al fuego, marcado con nombre Hidrógeno y rombo NFPA según corresponda, válvulas de cierre en puerto descarga. 7.2.2 Uso de Materiales resistentes a temperaturas de operación, evitar fragilidad de hidrógeno, compatibilidad de metales utilizados. Estos deben responder a ISO 11114-40 materiales resistentes al hidrogeno, aceros inoxidable o de baja aleación. Cilindros para transporte deben responder a ISO 1119, ISO 19881 para almacenamiento, e ISO 19884 para aplicaciones estacionarias. Materiales construcción adecuados para limpieza del sistema de hidrogeno. Debe diseñarse para mantenerse limpio. Establecer procedimiento limpieza. 7.2.3 Consideraciones de componentes y recipientes: Incluir sistema de alivio de presión	Consideraciones de diseño del fabricante de los equipos. Se utilizan cilindros para el transporte de hidrógeno con sus respectivas certificaciones adjuntas en carpeta.  Además, se consideran válvulas de alivio de presión y venteos con distancias seguras de acuerdo a NFPA 2 y fabricante.



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
		adecuados por volumen almacenado y evitar una sobrepresión del sistema.	
		7.2.5 Tuberías, conexiones y juntas.	
		7.2.6 Limpieza.	
		7.2.7 Componentes de alivio presión, filtros instrumentación y control.	
31	7.3 Prevención y mitigación de peligros y riesgo de incendio y explosión.	7.3.3 Eliminar las fuentes de ignición como:	Ventilación natural en zona de almacenamiento de hidrógeno con distancia de 4,57 m de cualquier material inflamable y fuentes de ignición, para reducir la probabilidad de generar una atmosfera inflamable.
		7.3.3.1 Por electricidad (estática, carga eléctrica por equipos de apoyo, arco eléctrico, relámpagos.).	
		7.3.3.2 Mecánicos (impactos, fricción, vibración mecánica).	
		7.3.3.3 Temperatura (llamas abiertas, cargas explosivas, químicos reactivos).	
		7.3.4 Estrategias para evitar detonaciones y deflagración. Uso de apagallamas, evitar confinamiento o congestión, reducir el tamaño sistema.	
32	7.4 Detección.	7.4.1 Sistema de detección fuga de gas.	Se considera la instalación de detector de incendios dentro de contenedor de caldera.
		7.4.2 Sistema detección de fuego	Para los equipos de compresión se establece un procedimiento de inspección manual frente a fugas previo a cada instancia de operación.
33	7.5 Consideraciones de instalaciones.	7.5.2 Lugar.	Lugar con accesos controlados.
		7.5.3 Exclusión de áreas (limitar acceso, operaciones aprobadas, letreros, rejas para áreas críticas).	Se considera en los planos y diseño de la exclusión de áreas.
		7.5.4 Barricadas de protección (protección por posible explosión y proyección de materiales).	Se considera una distancia de seguridad de 6 metros a cualquier edificación y/o estructura y de vía pública.
		7.5.5 Equipos control seguridad (sistema advertencias condiciones anormales, controles flujos caudal, válvulas de seguridad, software).	Sistema de monitoreo y sensores de seguridad. Equipos con sistemas de apagado automático ante detección de fugas.
		7.5.6 Eliminación intencional de hidrogeno (Los sistemas de ventilación debe ubicarse de manera que el hidrogeno no ingrese a las tomas de aire y protección contra rayos).	Véase en consideraciones de ventilación NFPA2 y planos.
		7.5.8 Ventilación (eliminar hidrogeno de los espacios confinados hacia afuera, Ventilación natural o forzada.	Véase en consideraciones de ventilación NFPA2 y mínimos de ventilación para minimizar las atmosferas explosivas.
		7.5.9 Componentes eléctricos (deben ser certificados o aprobados para entorno de hidrogeno) equipos deben estar conectados a tierras y con sello de polímero).	Se considera materiales aislantes y barras químicas antiestáticas para conexión a tierra.
		7.5.10 Alarmas audibles visible o ambas (fuga hidrogeno, fuego, presión alta trabajo, posición de válvulas).	Se considerará alarma visible y audible para los riesgos considerados.
		7.5.11 Los sistemas de protección fuego pueden ser automático o manual (extintores PQS), sprinklers o cortinas de agua.	Se considerarán sistemas de polvo químico en seco PQS o CO2 en caso de incendio en sala de caldera y almacenamiento, además del procedimiento de mitigación de llama en estanque de almacenamiento exterior.
34		7.6.2 Procedimientos de operación.	Se considerarán los procedimientos de seguridad, operación y
		7.6.3 Equipos de protección personal.	



N°	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
	7.6 Consideraciones de operación.	7.6.6 Operación de almacenamiento y transferencia.	almacenamiento donde se instalarán los equipos de H2, de acuerdo a los requerimientos de los fabricantes y normas locales de seguridad y operación de entornos industriales.
		7.6.7 Procedimiento emergencia.	Procedimientos previos a la puesta en marcha según art. 5.1.12.3 de NFPA2.

6.4 Decreto Supremo N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

N°	Reglamento	Sección	Subsección	Aplicación en el Proyecto
35	DS N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción "Reglamento de Instalaciones Interiores y Medidores de Gas".	Disposiciones de la red de media presión GLP.	Art. 45.2.2 letra c) Usos generales en baja y media presión.	Tipo de acero Schedule 40.
			Art. 45.2.9 Dimensiones de las tuberías. Letra d) caída de presión permitida.	Sistema de mezclado y red de tuberías. Velocidad de diseño de cañerías.
			Art. 46.2.3 Protección contra la Corrosión.	Sistema de protección de corrosión por contacto de tubería con otros metales.
			Art. 46.5.4 Ubicaciones prohibidas.	Consideraciones respecto a la ubicación de las redes de media presión.
			Art. 78.3.3 Montaje.	Disposiciones de soldadura para uniones de cañerías.
			Art. 10.38.2 Suministro intermitente.	Se considera una actividad de validación tecnológica con pruebas piloto de corta duración y un uso intermitente del suministro.
			Art. 69.4 Generalidades - Artefactos a gas fijos.	Afianzado de tuberías de la caldera para evitar esfuerzos indeseables.

7° Que, en lo que respecta a la seguridad de las instalaciones del proyecto especial, se ha implementado, en particular, una evaluación de riesgos utilizando el método IPER, que distingue diferentes etapas, tales como: la preparación del terreno y equipos para la ejecución del proyecto, el transporte y la descarga del contenedor que transporta la caldera, el acondicionamiento de la caldera para su uso, la instalación de tuberías de agua, el funcionamiento de las tecnologías a pilotar, la validación de los datos obtenidos durante el desarrollo del proyecto, la limpieza del área de trabajo; y, finalmente, el cese de actividades y retiro de las instalaciones una vez concluido el proyecto.

Asimismo, se han establecido medidas de mitigación en concordancia con los riesgos identificados. Tanto la evaluación de riesgos y las correspondientes medidas de mitigación se detallan en el archivo Excel "MR\_2.3.5.2.xlsx".

Adicionalmente, se incorpora una clasificación detallada de las zonas de riesgo, así como un estudio de cálculo de las áreas clasificadas, cuyo análisis resalta de



manera evidente las áreas críticas que demandan especial atención y protección. Esta clasificación se detalla en el documento "NA\_2.3.3.pdf".

En último lugar, se realiza una descripción detallada de los sistemas de seguridad, abarcando aspectos generales y específicos en cada etapa de la cadena de valor de la instalación, que comprende el almacenamiento y uso de hidrógeno.

8° Que, en relación con la evaluación de conformidad de los elementos que componen el sistema de almacenamiento y uso de hidrógeno del proyecto especial, a continuación, se indicarán los equipos cuyos certificados de conformidad han sido acompañados, así como aquellos cuyos certificados de conformidad están pendientes de presentar:

Certificados de conformidad presentados:

- Cilindros de almacenamiento de hidrógeno a presión 229-50L, modelo CNP1-229-50-20B-Tipo 1.

Certificados de conformidad pendientes:

- Quemador Gas-H<sub>2</sub>, modelo JBD 600 GH2.

9° Que, analizados los antecedentes presentados, es posible concluir que el proyecto especial es concordante con la normativa técnica acompañada en la solicitud de autorización, e incorpora elementos de seguridad que mitigan los riesgos en el manejo y uso del hidrógeno, respecto de los siguientes aspectos en particular:

9.1. La presentación incluye un análisis comparativo de cumplimiento de la normativa técnica seleccionada por el proyecto, respecto de su contenido relevante y de sus aplicaciones en el diseño del proyecto.

9.2. Se han presentado antecedentes de declaración de conformidad o certificación por un tercero competente para los equipos principales de la instalación.

9.3. Las especificaciones técnicas de los equipos principales y las obras civiles señaladas en el proyecto contemplan normas, requisitos y condiciones de seguridad específicas que deben ser considerados por las empresas que proveerán los equipos o los contratistas que ejecutarán las obras, según corresponda.

9.4. La presentación contempla una evaluación del riesgo y las medidas para mitigar los riesgos levantados.

9.5. La presentación contempla protocolos de seguridad que describen los sistemas de seguridad y los procedimientos necesarios para su correcto funcionamiento.





**10°** Que, a la luz de las consideraciones que preceden, se ha verificado que el proyecto especial presentado cumple con los estándares de seguridad establecidos en la normativa referida en el considerando 6° y en consecuencia, corresponderá autorizar el proyecto especial denominado “Reducción de emisiones en calderas mediante blending de hidrógeno y gas propano licuado”, destinado a ser implementado en las instalaciones de Minera San Pedro S.A., ubicadas en Manuel Rodríguez 55 Sauce Oriente, comuna de Til-Til, Región Metropolitana; la instalación de hidrógeno en comento, deberá cumplir con todas las disposiciones señaladas en el citado proyecto, así como con lo señalado en el artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería y con la reglamentación vigente sobre la materia, en lo que corresponda.

**RESUELVO:**

**1°** Autorízase, en conformidad a lo dispuesto en artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería, el proyecto especial denominado “Reducción de emisiones en calderas mediante blending de hidrógeno y gas propano licuado”, presentado por INGENIERIA Y PROYECTOS INTERNACIONALES SPA, RUT 76.300.594-1, representada legalmente por don Jorge Ramón Varas Bustos, a través del instalador don Roberto Santiago Olmedo de Centro Nacional de Pilotaje de Tecnologías para la Minería, destinado a ser implementado en las instalaciones de Minera San Pedro S.A., ubicadas en Manuel Rodríguez 55 Sauce Oriente, comuna de Til-Til, Región Metropolitana, de acuerdo con los antecedentes y especificaciones técnicas presentadas en el proyecto aludido y que pasan a ser parte integrante de la presente Resolución, sin perjuicio de las normas técnicas que se dicten en lo sucesivo sobre la materia, y del cumplimiento de otras autorizaciones y permisos sectoriales.

**2°** La responsabilidad por el diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación, inspección y término definitivo de la instalación objeto de autorización, quedará radicada en INGENIERIA Y PROYECTOS INTERNACIONALES SPA.

**3°** El operador de la instalación deberá comunicar a esta Superintendencia, los accidentes o incidentes que acontezcan en sus equipos o instalaciones, dentro de las 24 horas siguientes a la ocurrencia del hecho, o de su detección.

**4°** Previo a la entrada en operación, y a efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en el Considerando 10° de la presente Resolución, la instalación de hidrógeno en comento, deberá ser inscrita ante esta Superintendencia, de acuerdo con lo señalado en el artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería, utilizando para ello, el formulario que se adjunta en la presente Resolución, y acompañando los siguientes antecedentes:

- 4.1. Formulario de declaración, según formato que se adjunta a la presente Resolución.
- 4.2. Fotocopia de la cédula de identidad del representante legal del propietario.



- 4.3. Copia legalizada de la constitución legal de INGENIERIA Y PROYECTOS INTERNACIONALES SPA.
- 4.4. Certificado de vigencia de INGENIERIA Y PROYECTOS INTERNACIONALES SPA del Registro de Comercio del Conservador de Bienes Raíces respectivo.
- 4.5. Plano de Layout general de la instalación “As Built”.
- 4.6. Plano de redes de gas “As Built”.
- 4.7. Memoria técnica general del proyecto.
- 4.8. Informe de pruebas y ensayos de fuga conformes de los sistemas y subsistemas y equipos, según especificaciones técnicas y normas.
- 4.9. Informe de verificación del montaje de la instalación en conformidad con las exigencias del proyecto autorizado, con las firmas del profesional proyectista responsable, según lo efectivamente instalado en terreno (“As Built”).
- 4.10. Cronograma de operación de la planta piloto de hidrógeno.
- 4.11. Manual de seguridad de la instalación de hidrógeno.
- 4.12. Plan de emergencias y accidentes de la instalación de hidrógeno.
- 4.13. Certificados de conformidad pendientes, señalados en el considerando 8° de la presente Resolución.
- 4.14. Copia de la Resolución que autoriza el presente proyecto especial.

**5°** Que, la autorización concedida para el presente proyecto especial, es exclusiva para el uso de tecnologías de hidrógeno y no exime del cumplimiento de las demás obligaciones sectoriales conexas a su contenido.

**6°** La presente resolución sólo es válida con los antecedentes tenidos a la vista por esta Superintendencia, cualquier modificación sobre el particular, deberá ser informada por el solicitante para su evaluación.

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE Y ARCHÍVESE**

**MARTA CABEZA VARGAS**

Superintendente de Electricidad y Combustibles



Caso:2192143 Acción:3881070 Documento:4447915  
V°B° FOP/KBV/GGT/PLS/HCM/IMC

15/15

<https://wlhttp.sec.cl/timesM/global/imgPDF.jsp?pa=3881070&pd=4447915&pc=2192143>

Dirección: Avenida Bernardo O'Higgins 1465 – Santiago Downtown, Santiago Chile - [www.sec.cl](http://www.sec.cl)