

SEMINARIO

Un mercado de amoníaco verde en Chile: recomendaciones para su desarrollo

Autores:

Enzo Sauma, Facultad de Ingeniería UC e Instituto Milenio en Amoníaco Verde como Vector Energético – MIGA

Mauricio Isaacs, Facultad de Química y de Farmacia UC e Instituto Milenio en Amoníaco Verde como Vector Energético - MIGA

Pamela Delgado, Instituto Milenio en Amoníaco Verde como Vector Energético - MIGA

Fecha: 26 de noviembre de 2024

Agenda

- I. Contexto: relevancia del problema público a abordar
- II. Presentación del proyecto y metodología
- III. Resultados
- IV. Propuestas de política pública

Contexto

- a) El amoníaco (NH_3) verde se visualiza como el principal vector energético derivado del H_2 verde.
- b) Chile lanzó en 2020 una ambiciosa estrategia para impulsar la industria del H_2 verde y sus derivados.
- c) Aunque la cadena de valor del amoníaco verde es bien conocida a nivel mundial, en Chile casi no existe experiencia práctica a las escalas de los proyectos que se están desarrollando.
- d) El amoníaco verde puede tener variados usos: combustible, vector de energía, insumo para fertilizantes, insumo para explosivos, entre otros.
- e) Hoy en día, Chile importa alrededor de 350,000 TPY de NH_3 de las cuales exporta ~700 TPY y la suma de exportación prevista por los proyectos actualmente en carpeta alcanza aprox. ~14 millones de TPY.

Presentación del proyecto

Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar un conjunto de recomendaciones de política pública para el desarrollo de un mercado de amoníaco verde en Chile.

Objetivos específicos:

1. Recopilar y analizar experiencia internacional de países clave con relación a la regulación del amoníaco.
2. Identificar las regulaciones y políticas públicas en Chile que tienen incidencia en el desarrollo de proyectos de producción, almacenamiento, transporte y uso de amoníaco.
3. Desarrollar un análisis que incorpore la visión de los actores relevantes, públicos y privados, de los pilares regulatorios que permitan establecer la industria del amoníaco que se desea construir en Chile.
4. Plantear medidas concretas de política pública para alcanzar la visión construida.

Metodología

La metodología propuesta consta de tres etapas principales:

1. **Análisis bibliográfico**, donde se recopila información sobre experiencias regulatorias internacionales y se mapea el marco normativo chileno en torno al amoníaco verde.
2. **Identificación de brechas regulatorias** y desarrollo de propuestas conceptuales mediante reuniones con actores clave de los sectores público, privado y académico, buscando una visión compartida sobre sostenibilidad, seguridad y competitividad.
3. **Creación de propuestas de política pública**, incluyendo incentivos, normativas específicas y alianzas, para promover un desarrollo sostenible de la industria del amoníaco verde en Chile.



Resultados

Resultados

Sobre el análisis comparativo con UE, USA, China y Japón:

- 1. Salud ocupacional:** Todos los países regulan límites de exposición al amoníaco y exigen equipos de protección personal; Chile establece un límite de 20 ppm, similar a la UE y China, pero inferior a los 50 ppm de Estados Unidos.
- 2. Seguridad :** Normativas globales promueven la prevención de accidentes mediante sistemas de detección de fugas y equipos de emergencia, con Japón y China destacando por regulaciones específicas para alta presión.
- 3. Transporte y medio ambiente:** Se aplican normativas estrictas para el transporte de amoníaco; Chile destaca por su enfoque en participación ciudadana en la evaluación de impacto ambiental, mientras los Países Bajos sobresalen en análisis de riesgos.

Resultados

Sobre el análisis comparado con UE, USA, China y Japón:

4. Estrategias públicas y transición energética: Chile impulsa el hidrógeno verde, alineándose con iniciativas de Japón, la UE y China, aunque en una etapa inicial respecto al desarrollo de hubs internacionales.

Todos los países comparten el **objetivo de garantizar la seguridad y sostenibilidad en el manejo del amoníaco**, las diferencias radican en la especificidad y sofisticación de las regulaciones.

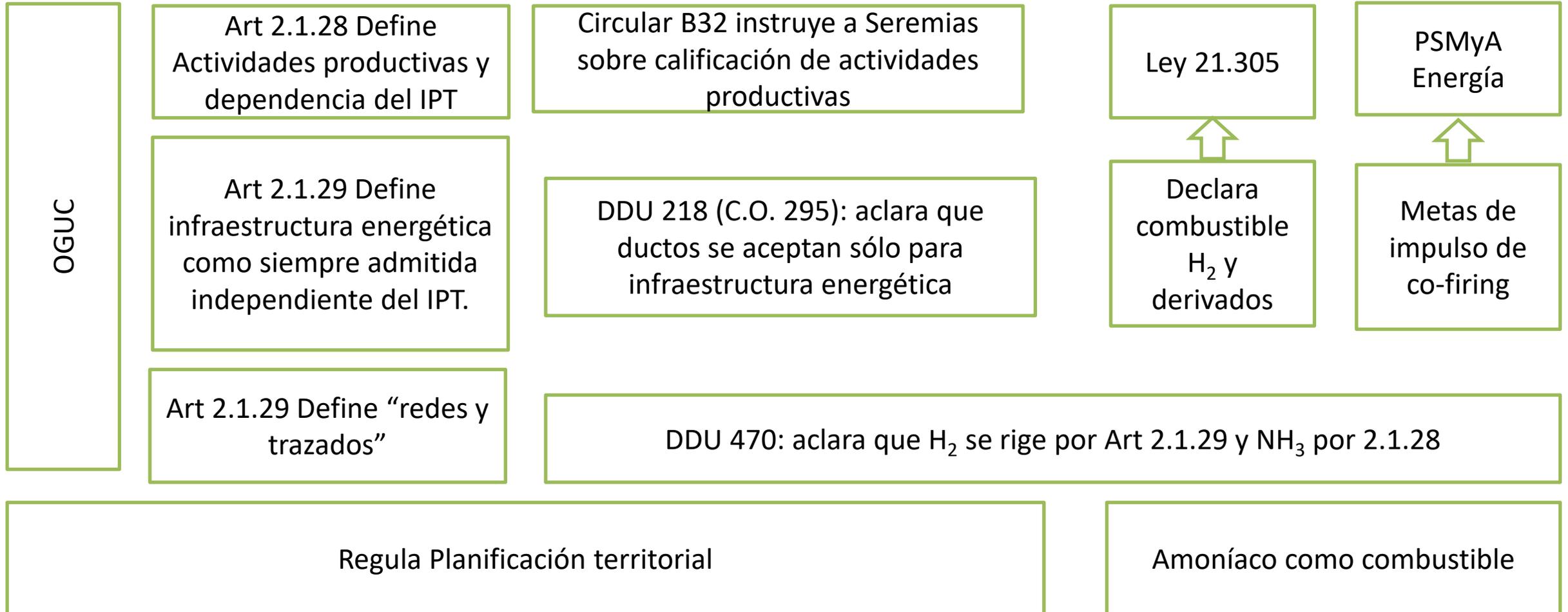
Las normativas en Chile están alineadas con estándares internacionales, pero algunos países como Japón y los Países Bajos presentan marcos más avanzados en términos tecnológicos y de gestión de riesgos.

Resultados

De las entrevistas con actores clave del ecosistema de amoniaco verde en Chile, los principales desafíos manifestados, y que requieren ser enfrentados lo antes posible, se enfocan en dos áreas:

1. **Las regulaciones que determinan los territorios** en los cuales puede o no instalarse una infraestructura para la producción, almacenamiento o transporte del amoniaco.
2. Las regulaciones y políticas que inciden en el uso del **amoniaco como combustible.**

Resultados



Resultados

Problemas:

- Las instalaciones para producción de H_2 y NH_3 se regulan de manera distinta, aun cuando ambas conformen una sola infraestructura.
- El NH_3 es el mismo, independientemente del uso que tenga, por lo que no hace sentido regular de acuerdo con dicho criterio.
- De acuerdo con la Circular B32, la producción de amoníaco siempre califica como actividad “Peligrosa” con almacenamiento sobre 40.000 m^3 , lo cual impide que se instale cercana a cualquier puerto del país limitando seriamente la viabilidad de los proyectos.
- Los almacenamientos industriales son del orden de 90.000 m^3

Propuestas de Política Pública

Propuesta de Política Pública

Fundamentos de las propuestas:

1. El marco regulatorio vigente en Chile se centra en **limitar las actividades e infraestructuras en determinados territorios, de acuerdo con el segmento industrial correspondiente**, es decir, en función del uso que se dé a la sustancia producida. Sin embargo, esta categorización no considera la existencia de compuestos como el amoníaco, que pueden ser multipropósito y formar parte de más de un segmento industrial.
2. Se infiere que el principal objetivo del marco regulatorio actual para determinar los territorios en los cuales puede operar una infraestructura específica es **salvaguardar la seguridad tanto de las personas como del medio ambiente**.
3. Si bien existe una propuesta de trabajo del Ministerio de Energía para perfeccionar un marco regulatorio que facilite el desarrollo de proyectos de hidrógeno y amoníaco, **aún es una regulación compleja cuando se trata de comparar diferentes tecnologías ubicadas en distintos territorios**. Además, esta propuesta no contempla acciones específicas para regular la posible combustión del amoníaco.

Propuesta de Política Pública

Planificación territorial en base a riesgo

Se propone incorporar el Análisis Cuantitativo de Riesgos (QRA por sus siglas en inglés) como herramienta para determinar si una infraestructura puede o no emplazarse en un territorio.

El análisis cuantitativo de riesgos proporciona un medio para **generar estimaciones numéricas del riesgo** al combinar las consecuencias asociadas con una variedad de eventos de liberación accidental con su frecuencia esperada. El riesgo ofrece una estimación de la probabilidad de daño: ya sea para un individuo o para la sociedad en su conjunto. Una expresión común y práctica para el riesgo individual es:

Riesgo = Frecuencia × Consecuencia

Donde:

Frecuencia = una aproximación de la probabilidad anual de que ocurra un evento; y

Consecuencia = la probabilidad de letalidad para un evento específico.

Los resultados del análisis de riesgos proporcionan una medida numérica del riesgo incremental individual o grupal (social) asociado con una liberación accidental en la instalación.

Propuesta de Política Pública

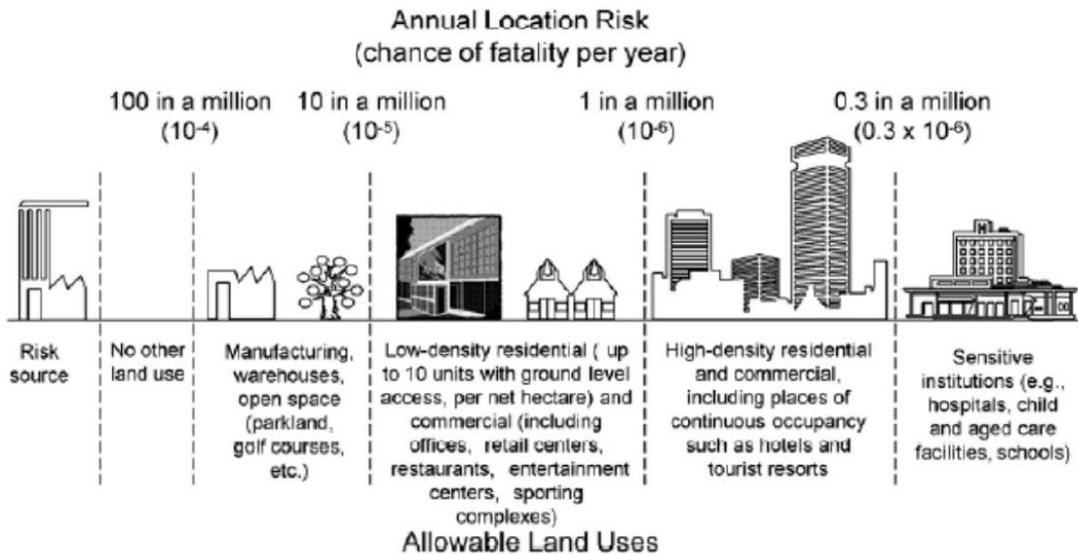
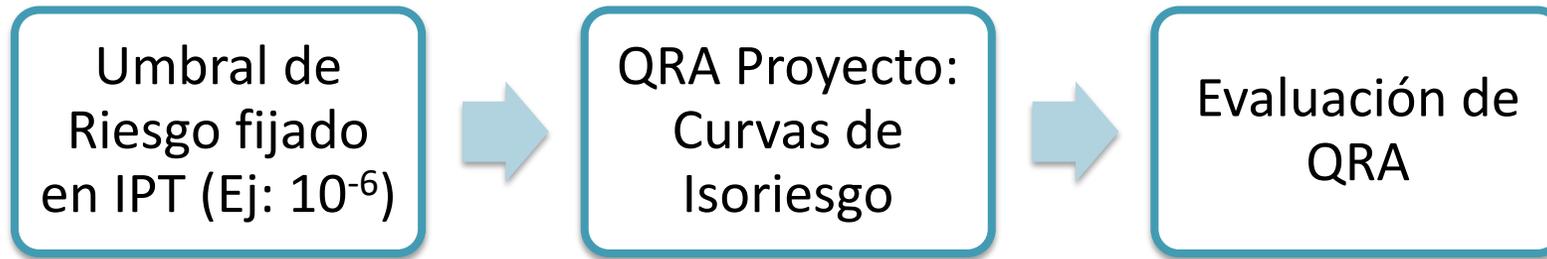


Figure 5-4 Individual Risk Exposure Guidelines used for Quantitative Risk Analysis (Source: Canadian Society for Chemical Engineering, 2008)

Figure 5-5 Predicted Individual Fatality Risk Contours of all Release Scenarios for the Project



Propuesta de Política Pública

Resultados esperados y posibles alcances de la planificación territorial en base a riesgo

Desvinculación del uso del producto del proceso regulatorio	Mayor seguridad pública y ambiental	Claridad regulatoria	Reducción de conflictos sociales	Mayor certidumbre a las inversiones
---	-------------------------------------	----------------------	----------------------------------	-------------------------------------

Propuesta de Política Pública

Evaluar implementación de NH₃ como combustible

1. Se requiere información adicional sobre aspectos críticos en el uso del amoníaco como combustible, especialmente aquellos relacionados con la **corrosión y el desgaste de componentes**, que podrían generar fugas o accidentes.
2. Si el amoníaco se va a utilizar de forma generalizada como combustible, especialmente en el sector marítimo, es crucial que las **personas encargadas de su manejo en puertos y a bordo de los barcos estén adecuadamente capacitadas**. Esto incluye a los equipos de respuesta de emergencia, tanto en tierra como en el mar, por lo que es esencial desarrollar las capacidades locales para la formación de personal especializado en el manejo del amoníaco.

Propuesta de Política Pública

Recomendaciones respecto al amoniaco como combustible

Fortalecer la **participación de Chile** en las discusiones de grupos internacionales que están desarrollando lineamientos para el uso del amoniaco como combustible, como la **Organización Marítima Internacional (IMO)**.

Estrechar **lazos de colaboración con países como Japón, China y Corea del Sur**, que ya cuentan con pilotos industriales en funcionamiento y pueden aportar información valiosa para la toma de decisiones.

Destinar **fondos a la investigación nacional para obtener información clave para la toma de decisiones**, permitiendo obtener parámetros de operación segura de distintas mezclas de combustibles en distintos dispositivos. Se proponen los programas tecnológicos de CORFO.

Reflexiones finales

- El **Análisis Cuantitativo de Riesgos (QRA)** como herramienta para la **planificación territorial** permite evaluar de manera **objetiva y estandarizada los riesgos** asociados con instalaciones industriales peligrosas, como las plantas de amoníaco, independientemente de su ubicación o uso final.
- El fomento de la investigación y desarrollo a través de un **Consortio Tecnológico en el uso del amoníaco como combustible** permitiría coordinar esfuerzos entre instituciones, empresas y el sector público para superar desafíos técnicos, como la corrosión en componentes a altas temperaturas y la generación de emisiones de NOx. Además, fortalecería la formación de **capital humano especializado en el manejo del amoníaco**, consolidando las capacidades locales y asegurando **operaciones seguras en puertos y embarcaciones**, en el proceso de exportación del amoníaco.
- Es crucial reforzar la atención sobre el desafío de **la percepción pública asociada con la transición hacia el uso del amoníaco verde**, destacando su relevancia en el diseño de políticas públicas.