



# FIGURAS JURÍDICAS DE COLABORACIÓN PARA PROYECTOS DE HIDRÓGENO VERDE



## Contenidos

<b>1. Introducción y propósito del estudio .....</b>	<b>5</b>
1.1. Contexto global de la transición energética y productiva .....	5
1.2. Biobío como territorio industrial con proyección global .....	5
1.3. Propósito del estudio: la asociatividad como habilitante del desarrollo territorial .....	6
1.4. Alcance, metodología y uso público del documento .....	7
<b>2. Enfoque metodológico y marco analítico .....</b>	<b>8</b>
2.1. Metodología cualitativa–comparada y tratamiento de información.....	8
2.2. Fuentes documentales, entrevistas y casos internacionales .....	9
2.3. Estructura analítica: de la cooperación temprana a la integración global .....	9
2.4. Criterios de evaluación: utilidad jurídica, viabilidad financiera y pertinencia territorial .....	10
2.5. Síntesis metodológica .....	11
<b>3. Factores críticos de colaboración en proyectos de hidrógeno y derivados .....</b>	<b>12</b>
3.1. Naturaleza multi-actor y desafíos de coordinación territorial .....	12
3.2. Riesgos estructurales de la colaboración.....	13
3.3. Elementos habilitantes: confianza, gobernanza y distribución de valor .....	14
3.4. Aprendizajes desde experiencias internacionales y nacionales .....	15
<b>4. Tipología de figuras jurídicas colaborativas.....</b>	<b>16</b>
4.1. Lógica de maduración de la colaboración.....	16
4.2. Instrumentos de cooperación temprana .....	17
4.2.1. Acuerdo de Confidencialidad (NDA).....	17
4.2.2. Memorando de Entendimiento (MoU) .....	18
4.2.3. Carta de Intención (LoI) .....	18
4.2.4. Convenios Marco y Acuerdos de Cooperación Técnica.....	18



4.3. Instrumentos de desarrollo y estructuración .....	19
4.3.1. Consorcios y Alianzas de I+D .....	19
4.3.2. Joint Development Agreement (JDA) .....	20
4.3.3. Joint Venture (JV) preliminar .....	20
4.3.4. Asociaciones Público-Privadas (PPP exploratorias) .....	20
4.4. Instrumentos operativos y comerciales .....	21
4.4.1. Special Purpose Vehicle (SPV) .....	21
4.4.2. Joint Venture (JV) operativa .....	21
4.4.3. Contratos de Offtake y PPA .....	22
4.4.4. Contratos EPC y O&M .....	22
4.4.5. Contratos de Certificación y Logística Compartida .....	22
4.5. Comparativa funcional: Matriz Figura × Fase × Riesgo × Mitigación .....	23
4.6. Orientaciones para elegir la figura adecuada .....	24
4.7. Conclusión del Capítulo 4 .....	25
<b>5. Gobernanza contractual y gestión de alianzas .....</b>	<b>25</b>
5.1. Estructuras de decisión y asignación de responsabilidades (RACI) .....	25
5.2. Cláusulas críticas: propiedad intelectual, exclusividad, <i>change in law</i> , <i>step-in</i> y resolución de disputas .....	26
5.3. Mecanismos de coordinación y control de cumplimiento ( <i>antitrust compliance</i> ) .....	28
5.4. Modelos de gobernanza contractual adaptables a ecosistemas territoriales .....	29
5.5. Conclusión del Capítulo 5 .....	30
<b>6. Bancabilidad y financiamiento colaborativo .....</b>	<b>31</b>
6.1. Cómo evalúan los financiadores las alianzas y consorcios .....	31
6.2. Elementos jurídicos y financieros de bancabilidad .....	32
6.3. Rol de CORFO y otras agencias en esquemas mixtos de financiamiento .....	33
6.4. Estrategias para hacer bancables proyectos colaborativos en Biobío .....	34
6.5. Conclusión del Capítulo 6 .....	35



<b>7. Gestión integral de riesgos y sostenibilidad .....</b>	<b>36</b>
7.1. Tipos de riesgo en proyectos colaborativos de hidrógeno verde .....	36
7.2. Matriz de riesgos y mecanismos de mitigación contractual .....	37
7.3. Incorporación de estándares ESG y responsabilidad compartida .....	38
7.4. Monitoreo, indicadores y aprendizaje colectivo .....	38
7.5. Conclusión del Capítulo 7 .....	39
<b>8. Casos de estudio y aprendizajes transferibles .....</b>	<b>40</b>
8.1. MadoquaPower2X (Portugal): consorcio y escalamiento industrial .....	40
8.2. MadoquaPower2X (Portugal): consorcio y escalamiento industrial .....	41
8.3. Haru Oni (Chile): alianza tecnológica internacional bajo SPV .....	42
8.4. HyNet (Reino Unido): gobernanza contractual multi-actor y modelo PPP .....	43
8.5. Green Energy Park Krk (Croacia): cooperación y exportación de energía limpia .....	44
8.6. Síntesis comparada: patrones replicables y lecciones para el Biobío .....	44
8.7. Conclusión del Capítulo 8 .....	45
<b>9. Asociatividad territorial e integración a cadenas globales .....</b>	<b>46</b>
9.1. Ecosistemas colaborativos y clusters industriales locales .....	46
9.2. Figuras jurídicas aplicables a polos industriales y logísticos del Biobío .....	47
9.3. Mecanismos de cooperación internacional y atracción de inversión .....	49
9.4. Estrategias para la vinculación del Biobío a cadenas globales de valor bajo en carbono .....	50
9.5. Conclusión del Capítulo 9 .....	51
<b>10. Conclusiones y hoja de ruta.....</b>	<b>52</b>
10.1. Síntesis de hallazgos .....	52
10.2. Orientaciones estratégicas para el desarrollo territorial y la cooperación global .....	53
10.3. Próximos pasos: institucionalización, difusión y monitoreo de la colaboración .....	54
10.4. Conclusión final .....	55



## 1. Introducción y propósito del estudio

### 1.1. Contexto global de la transición energética y productiva

La transición hacia una economía baja en carbono se ha convertido en una prioridad estructural de los sistemas productivos contemporáneos. Ya no se trata únicamente de sustituir fuentes energéticas fósiles por renovables, sino de transformar el modo en que los territorios generan, distribuyen y capturan valor a partir de recursos y capacidades locales. En ese marco, el hidrógeno verde emerge como una plataforma tecnológica y económica transversal: un **vector energético y productivo** capaz de vincular sectores industriales, energéticos y logísticos bajo un principio común de descarbonización y competitividad global.

A escala internacional, esta transición está impulsando **nuevas formas de cooperación** entre empresas, gobiernos, centros tecnológicos y comunidades, donde las alianzas —más que las jerarquías— determinan la velocidad de transformación. Modelos como los *Green Hydrogen Valleys* europeos, las alianzas PPP en Asia o los consorcios de innovación en Norteamérica muestran que **la colaboración temprana y estructurada** es un requisito para escalar tecnologías, compartir riesgos y atraer capital.

Chile no está al margen de esta dinámica. Las metas de carbono neutralidad al 2050 y la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde sitúan al país en una posición de vanguardia en América Latina. Sin embargo, el verdadero desafío no es solo producir moléculas limpias, sino **articular ecosistemas industriales capaces de competir globalmente**, garantizando trazabilidad ambiental, estándares sociales y retornos territoriales equitativos.

### 1.2. Biobío como territorio industrial con proyección global

La Región del Biobío representa uno de los **pocos territorios del hemisferio sur** donde convergen, en una misma geografía, capacidades industriales consolidadas, masa crítica de capital humano, infraestructura logística portuaria y disponibilidad de insumos estratégicos para la producción de derivados bajos en carbono. Su sistema industrial se estructura en torno a polos costeros (Talcahuano–Hualpén–Coronel) y forestales (Santa Fe, Laja y Horcones), donde se generan flujos sinérgicos de energía, materiales y CO<sub>2</sub> biogénico —un activo que constituye la base de la futura industria del e-metanol, el SAF o el e-diésel.

Esta condición habilita al Biobío para evolucionar desde una economía basada en recursos hacia un **hub industrial interconectado al mundo**, capaz de integrar innovación, manufactura avanzada y producción sostenible. En ese tránsito, la **asociatividad** deja de ser un ideal abstracto y se convierte en un



requisito operativo: ninguna empresa o institución, por sí sola, puede asumir los desafíos tecnológicos, financieros y sociales que implica desarrollar una nueva industria.

Las entrevistas realizadas reflejan con claridad esta visión. Varios actores regionales señalan que la confianza entre empresas “se construye con proyectos concretos, no con discursos” (E-05/A1), y que **los pilotos colaborativos** son el medio más eficaz para generar legitimidad, validar tecnologías y demostrar resultados tangibles ante inversionistas y comunidades. La experiencia demuestra que el Biobío puede transformarse en un territorio demostrativo de **colaboración industrial efectiva**, siempre que logre institucionalizar esas prácticas en figuras jurídicas claras y progresivas.

### 1.3. Propósito del estudio: la asociatividad como habilitante del desarrollo territorial

Este estudio surge para responder a una pregunta fundamental: **¿cómo pueden los territorios estructurar alianzas sostenibles que reduzcan riesgos, atraigan inversión y aceleren su integración a cadenas globales de valor bajo en carbono?**

Su objetivo es **entregar criterios prácticos y replicables** para que cualquier actor —empresa, universidad, municipio, gremio o agencia pública— pueda diseñar y gestionar esquemas de colaboración ajustados a su contexto, madurez y propósito. En lugar de centrarse en la orgánica interna de la gobernanza de H<sub>2</sub>V Biobío, el documento se concibe como una **herramienta pública de gestión territorial**, que traduce el lenguaje jurídico en decisiones estratégicas aplicables en el terreno.

La asociatividad, entendida en este marco, no se limita a la firma de convenios o la creación de figuras legales; implica **alinear voluntades, compartir riesgos y distribuir valor de forma transparente**. Las entrevistas confirman que los proyectos más exitosos son aquellos donde los socios establecen desde el inicio un “modelo flexible y evolutivo” (E-09/B4), capaz de adaptarse a nuevas fases del desarrollo y proteger los intereses de todas las partes.

En este sentido, el estudio propone una **lógica de maduración de la colaboración** que evoluciona desde la cooperación temprana no vinculante (por ejemplo, MoU o NDA), hacia estructuras más complejas y operativas (como SPV o Joint Venture), siempre en función de la confianza construida, la bancabilidad alcanzada y el riesgo compartido. Este enfoque gradual busca evitar los errores observados en proyectos que intentaron “regularlo todo sin conocerse aún” (E-03/A2), y que terminaron por inhibir la cooperación.



## 1.4. Alcance, metodología y uso público del documento

El estudio combina análisis documental, entrevistas semi-estructuradas, un *focus group* con representantes del ecosistema H<sub>2</sub>V Biobío y revisión comparada de experiencias internacionales en materia de colaboración para industrias emergentes. Los resultados se integran en una **matriz analítica HDR × actor × figura jurídica × fase de desarrollo × oportunidad global**, que permite visualizar cómo cada tipo de instrumento jurídico responde a una necesidad de colaboración distinta y a una etapa específica del ciclo de proyecto.

La metodología se sustenta en un **enfoque cualitativo-comparado**, centrado en la utilidad práctica de los instrumentos, más que en su formulación doctrinaria. Cada figura jurídica —desde un MoU hasta un SPV— se examina en términos de su contribución a la viabilidad técnica, financiera y territorial de los proyectos.

El resultado es un documento **replicable y de acceso público**, orientado a fortalecer las capacidades del Biobío y otros territorios industriales para insertarse en la nueva economía global del hidrógeno y sus derivados. Su valor no radica en ofrecer soluciones únicas, sino en proporcionar un **lenguaje común** que permita a los actores del territorio colaborar de manera más estructurada, informada y eficiente.

**En síntesis**, este primer capítulo instala el sentido estratégico del estudio:

- El hidrógeno verde no es sólo una transición energética, sino una **transformación productiva territorial**.
- La colaboración jurídica y operativa es el **vehículo que permite esa transición**.
- El Biobío actúa como **laboratorio demostrativo** de cómo articular un territorio industrial hacia la integración global mediante alianzas, confianza y gobernanza contractual evolutiva.



## 2. Enfoque metodológico y marco analítico

### 2.1. Metodología cualitativa–comparada y tratamiento de información

El estudio adopta un **enfoque metodológico cualitativo-comparado**, orientado a comprender cómo las figuras jurídicas colaborativas operan en la práctica y qué condiciones territoriales permiten su éxito o fracaso. Este enfoque no busca definir normas jurídicas en abstracto, sino **identificar patrones de comportamiento institucional y contractual** que faciliten la cooperación efectiva entre actores públicos, privados y académicos en torno al hidrógeno verde y sus derivados.

La investigación se estructuró en tres componentes complementarios:

- **Revisión documental y normativa:** abarcó marcos legales, estudios académicos y experiencias internacionales sobre esquemas de colaboración en industrias emergentes (energía, química, infraestructura, innovación). Se analizaron las prácticas europeas (H2Global, HyNet, Green Hydrogen Valley), latinoamericanas (PPP en Colombia, México y Uruguay) y asiáticas (modelos SPV y PPP industriales en Corea y Japón).
- **Trabajo de campo cualitativo:** comprendió **19 entrevistas semi-estructuradas** con expertos nacionales e internacionales, pertenecientes a empresas energéticas, asociaciones industriales, instituciones financieras, ministerios sectoriales y organismos multilaterales; y un **focus group regional** con 23 representantes del ecosistema H<sub>2</sub>V Biobío.
- **Procesamiento y análisis temático:** se aplicó una codificación por ejes (A–E) que permitió construir una **matriz de aprendizaje** sobre cultura colaborativa, gobernanza contractual, financiamiento, sostenibilidad y articulación territorial. Esta matriz fue validada contra los hallazgos documentales y las experiencias de referencia, generando una triangulación empírica sólida.

El tratamiento de la información se realizó bajo criterios de **confidencialidad y anonimato**, priorizando la identificación de convergencias más que de opiniones individuales. El objetivo no fue cuantificar respuestas, sino **identificar regularidades conceptuales y operativas** que permitan orientar políticas, programas y decisiones empresariales en torno a la asociatividad.



## 2.2. Fuentes documentales, entrevistas y casos internacionales

Las fuentes utilizadas abarcan tres niveles complementarios:

- **Nivel estratégico:** Términos de Referencia de la consultoría, Hoja de Ruta H<sub>2</sub>V Biobío 2026–2050, y documentos de CORFO y GORE Biobío sobre desarrollo territorial y transición energética.
- **Nivel técnico-jurídico:** los informes de Mankuk Consulting (Informe Final, Guía Práctica e Informe Ejecutivo) y documentos asociados al estudio original, que definieron la base tipológica de instrumentos jurídicos (MoU, NDA, JDA, JV, SPV, PPP, etc.).
- **Nivel empírico:** las transcripciones de entrevistas y del focus group, donde se sistematizaron las percepciones del ecosistema sobre confianza, riesgos, gobernanza y cooperación territorial.

A nivel internacional, se estudiaron once **casos de referencia** que ilustran la aplicación exitosa de figuras colaborativas en contextos industriales distintos:

- MadoquaPower2X (Portugal), Haru Oni (Chile), HyNet (Reino Unido), Green Energy Park Krk (Croacia), H2 Mobility Deutschland (Alemania), HyDeal Ambition (España), HESC (Australia–Japón), HyPort Duqm (Omán), AM Green Ammonia (India), Entrance Centre of Expertise Energy (Países Bajos) y Pecém Port Complex (Brasil).

Estos casos fueron comparados según tres criterios: **(i)** nivel de madurez institucional, **(ii)** modalidad de gobernanza contractual y **(iii)** mecanismos de reparto de riesgo y valor. Su análisis permitió establecer equivalencias prácticas para el contexto regional del Biobío, distinguiendo qué figuras son **transferibles**, cuáles requieren **adaptación institucional** y cuáles **no resultan viables** bajo el marco legal chileno actual.

## 2.3. Estructura analítica: de la cooperación temprana a la integración global

El estudio se organiza bajo una **lógica de maduración progresiva de la colaboración**, que traduce el proceso jurídico en un ciclo de desarrollo territorial. Este modelo analítico permite comprender cómo una alianza evoluciona desde el interés inicial hasta la operación comercial conjunta, atravesando tres grandes fases:



Fase	Objetivo principal	Instrumentos jurídicos típicos	Condiciones habilitantes
I. Cooperación temprana (no vinculante)	Generar confianza y visión compartida	NDA, MoU, Convenios Marco, Acuerdos de I+D	Interés común, liderazgo local, gobernanza liviana
II. Estructuración y desarrollo (vinculante flexible)	Alinear compromisos técnicos y financieros	Consortios, JDA, JV preliminar, PPP exploratoria	Confianza consolidada, plan de negocio, matriz de riesgos
III. Operación y escalamiento (vinculante formal)	Ejecutar inversiones y compartir beneficios	SPV, JV operativo, Offtake, EPC, contratos de certificación	Financiamiento asegurado, gobernanza contractual, trazabilidad ESG

Esta estructura conecta el ámbito **territorial** (ecosistema de Biobío) con el **global** (mercados e inversionistas), ofreciendo una guía de tránsito entre colaboración incipiente y cooperación madura. Cada figura jurídica se evalúa en función de tres ejes complementarios:

- **Utilidad jurídica:** qué riesgos regula y qué responsabilidades asigna.
- **Viabilidad financiera:** qué nivel de bancabilidad ofrece y qué garantías facilita.
- **Pertinencia territorial:** cómo se ajusta al contexto productivo y social local.

El resultado es una **matriz tridimensional de aplicabilidad**, que permite visualizar qué instrumentos sirven mejor a cada tipo de actor (empresa, universidad, agencia pública, gremio, comunidad) según su fase de participación en la cadena de valor del hidrógeno verde.

## 2.4. Criterios de evaluación: utilidad jurídica, viabilidad financiera y pertinencia territorial

Para ordenar el análisis comparado, se establecieron tres criterios integradores que guían la evaluación de cada figura colaborativa:

- **Utilidad jurídica**

Evalúa la capacidad del instrumento para definir derechos, obligaciones, propiedad intelectual, mecanismos de resolución de disputas y cumplimiento normativo. Se distingue entre instrumentos **no vinculantes**, útiles para construir confianza y alinear intereses, y aquellos **vinculantes**, que estructuran compromisos operativos y financieros.



- **Viabilidad financiera**

Examina la capacidad del esquema para atraer inversión, compartir riesgos y cumplir requisitos de bancabilidad. Los financiadores consultados coinciden en que la claridad contractual, el reparto equilibrado de riesgos y la existencia de offtakers definidos son condiciones esenciales para considerar financiable una alianza (E-14/C1).

- **Pertinencia territorial**

Considera el grado en que la figura facilita la integración local de empresas, instituciones y comunidades. Las alianzas que generan beneficios visibles en el territorio —empleo, encadenamientos, innovación— son las que logran mayor legitimidad social y sostenibilidad a largo plazo. Como indicó un entrevistado del ámbito municipal: “la colaboración se valida cuando deja algo en el territorio, no solo cuando atrae capital” (E-08/D1).

Estos tres criterios convergen en un principio rector: **la colaboración eficaz es aquella que combina seguridad jurídica, confianza financiera y coherencia territorial**. Sin equilibrio entre estos componentes, el riesgo es avanzar hacia acuerdos formales pero inoperantes, o proyectos técnicamente viables pero sin respaldo social.

## 2.5. Síntesis metodológica

El marco metodológico del estudio puede representarse como un sistema de tres capas interconectadas:

- **Capa empírica (territorial):** extrae del Biobío la evidencia directa sobre cultura de colaboración, percepciones de riesgo y expectativas de los actores locales.
- **Capa analítica (jurídica y financiera):** evalúa los instrumentos en función de su capacidad de estructurar alianzas viables.
- **Capa estratégica (global):** vincula los aprendizajes regionales con prácticas internacionales transferibles, proyectando al Biobío como nodo demostrativo en redes globales de hidrógeno limpio.

Este sistema metodológico permite pasar **de la evidencia a la acción**, transformando las entrevistas y casos en un **instrumento de gestión público-privada replicable**. De esta forma, el documento no solo analiza modelos jurídicos, sino que instala un lenguaje operativo para que los territorios diseñen sus propias rutas de colaboración y gobernanza.



**En resumen**, el marco metodológico del estudio convierte la experiencia regional del Biobío en una plataforma de aprendizaje abierto: un laboratorio donde se prueban y validan esquemas colaborativos capaces de combinar seguridad jurídica, financiamiento estructurado y legitimidad territorial. Esta perspectiva empírica y aplicada será la base del siguiente capítulo, dedicado a **identificar los factores críticos que determinan el éxito o el fracaso de las colaboraciones en proyectos de hidrógeno verde**.

Perfecto,

Javier.

A continuación te presento el **Capítulo 3 – Factores críticos de colaboración en proyectos de hidrógeno y derivados**, redactado con la misma lógica estructural que los capítulos previos: narrativa analítica, tono profesional tipo GIZ/CEPAL y referencias integradas a los hallazgos de las entrevistas (matriz A–E).

## 3. Factores críticos de colaboración en proyectos de hidrógeno y derivados

### 3.1. Naturaleza multi-actor y desafíos de coordinación territorial

La industria del hidrógeno verde se caracteriza por su **naturaleza transversal y multi-actor**. Involucra a productores de energía, empresas industriales, puertos, universidades, agencias públicas, comunidades y entidades financieras, todos interdependientes en distintos niveles de la cadena de valor. Esta diversidad es, a la vez, una fortaleza y un desafío: la colaboración se convierte en el único modo posible de ejecución, pero su viabilidad depende de cómo se gestionan las asimetrías de poder, conocimiento y tiempos de decisión.

En el Biobío, las entrevistas muestran que la cooperación entre empresas y organismos públicos se encuentra aún en una **fase de aprendizaje institucional**. Muchos actores valoran la creación de instancias de diálogo, pero advierten la falta de estructuras que traduzcan la voluntad política en compromisos operativos. Un representante del sector energético lo resume así:

“Hay voluntad de colaborar, pero sin un modelo de gobernanza clara, los esfuerzos se diluyen y la confianza se erosiona” (E-07/A1).

De esta constatación surge el primer factor crítico: la **claridad en los roles y responsabilidades**. Las alianzas exitosas son aquellas que cuentan con un *framework* de decisión —por ejemplo, un modelo



RACI (responsable, aprobador, consultado, informado)— y una cadena de comunicación establecida desde el inicio. Sin ello, los proyectos corren el riesgo de perder tracción en sus primeras etapas.

El segundo factor es la **coordinación territorial**. Los proyectos de hidrógeno requieren articular actores locales —municipios, puertos, servicios públicos— con agentes globales —inversionistas, OEMs, certificadoras—. La experiencia internacional indica que los territorios más exitosos son aquellos que actúan como “**ventanas coordinadas**”: un solo punto de contacto para gestionar permisos, datos y oportunidades. El Biobío tiene condiciones para desempeñar ese rol, pero necesita consolidar una arquitectura institucional flexible que facilite la interacción entre múltiples escalas.

## 3.2. Riesgos estructurales de la colaboración

Todo proceso colaborativo implica una redistribución de riesgos. En proyectos de hidrógeno verde, estos riesgos pueden agruparse en cinco categorías principales: **jurídicos, financieros, tecnológicos, socioambientales y reputacionales**. Comprenderlos permite diseñar estructuras contractuales que los mitiguen sin inhibir la cooperación.

- **Riesgo jurídico:** se manifiesta en la ambigüedad de derechos y obligaciones entre las partes, especialmente en torno a propiedad intelectual, confidencialidad y cambio regulatorio. Varias entrevistas advirtieron que la falta de cláusulas “*change in law*” ha generado incerteza en alianzas previas (E-11/B2). La solución está en incorporar cláusulas de ajuste y renegociación que permitan adaptar los acuerdos a la evolución normativa.
- **Riesgo financiero:** asociado a la falta de bancabilidad. Los financistas priorizan proyectos con gobernanza contractual sólida, *offtakers* definidos y estructura de garantías claras. Los esquemas colaborativos deben incluir desde etapas tempranas un **plan de salida o *step-out***, que establezca las condiciones para redistribuir participación o desinvertir sin bloquear la ejecución.
- **Riesgo tecnológico:** deriva de la madurez desigual de las tecnologías y la ausencia de estándares de interoperabilidad. Los consorcios tecnológicos y acuerdos JDA (Joint Development Agreement) permiten compartir conocimiento y evitar duplicación de esfuerzos, pero requieren cláusulas precisas sobre la titularidad de resultados y mecanismos de arbitraje.
- **Riesgo socioambiental:** se relaciona con la licencia social para operar. La aceptación de los proyectos depende de su capacidad para involucrar comunidades desde etapas tempranas. Un entrevistado del sector público lo expresó con claridad:



“El problema no es técnico, es social. Si el territorio no se siente parte, el proyecto no sale” (E-08/D1).

La solución pasa por integrar mecanismos de participación y beneficios locales en los acuerdos iniciales (MoU o Convenios de Colaboración).

- **Riesgo reputacional:** un riesgo intangible pero crítico. La colaboración exige transparencia en la comunicación y rendición de cuentas. Los fallos de cumplimiento o la opacidad financiera afectan no solo al proyecto, sino a la confianza general en la industria del hidrógeno verde.

La gestión integral de estos riesgos requiere combinar **instrumentos jurídicos progresivos** (que acompañen la maduración del proyecto) con **mecanismos de gobernanza continua** (comités, indicadores y revisiones periódicas). Esta lógica será desarrollada con mayor detalle en los capítulos 5 y 7.

### 3.3. Elementos habilitantes: confianza, gobernanza y distribución de valor

De todas las variables analizadas, **la confianza** aparece como el principal determinante del éxito de una colaboración. No se trata de un concepto abstracto, sino de un resultado observable: proyectos que comparten información, cumplen plazos y respetan compromisos tienden a mantener relaciones estables y expandibles. En palabras de un actor privado:

“La confianza se mide en entregables, no en declaraciones” (E-05/A1).

Para generar confianza, las alianzas deben apoyarse en tres pilares:

- **Transparencia y comunicación estructurada**

Definir canales de información comunes, protocolos de intercambio de datos y reportes regulares. Las prácticas de *data trust* o plataformas compartidas de seguimiento son ejemplos replicables.

- **Gobernanza contractual flexible**

La experiencia demuestra que la rigidez contractual en fases tempranas desalienta la cooperación. Es preferible avanzar desde instrumentos no vinculantes hacia estructuras formales a medida que crece la madurez del proyecto. La secuencia típica observada en Biobío y en casos internacionales sigue el patrón:

**MoU → JDA → JV → SPV operativo.**



- **Distribución equitativa de valor y riesgo**

Un principio reiterado por los entrevistados es que “si uno gana y el otro no, no hay colaboración” (E-10/C2). La equidad no implica igualdad de participación, sino proporcionalidad entre aporte, riesgo y beneficio. Los acuerdos deben reflejar esta proporcionalidad desde su diseño financiero y operativo.

En suma, la confianza no se decreta: se construye mediante reglas claras, cumplimiento verificable y valor compartido.

### 3.4. Aprendizajes desde experiencias internacionales y nacionales

Los estudios de caso analizados muestran que las **figuras jurídicas colaborativas más efectivas** son aquellas que se adaptan a la evolución del proyecto, combinando simplicidad inicial con capacidad de sofisticación posterior. Cuatro lecciones se destacan como particularmente relevantes para el contexto del Biobío:

- **Secuencia de maduración contractual**

En proyectos como *MadoquaPower2X* (Portugal) o *HyNet* (Reino Unido), la cooperación partió con memorandos de entendimiento multilaterales para alinear intereses territoriales, evolucionando luego hacia SPV o PPP con estructura de financiamiento formal. La clave fue no forzar la complejidad antes de tiempo.

- **Gobernanza compartida y descentralizada**

*Green Energy Park Krk* (Croacia) y *HyDeal Ambition* (España) demostraron que la gobernanza por nodos —con comités técnicos y representación equilibrada de actores públicos y privados— permite agilizar decisiones sin perder legitimidad.

- **Integración social y territorial temprana**

En *Haru Oni* (Chile), la inclusión temprana de comunidades y municipios locales fue esencial para mitigar riesgos reputacionales y facilitar permisos. Los acuerdos de colaboración social (MoU con gobiernos locales) se transformaron en activos estratégicos para inversionistas internacionales.

- **Distribución de beneficios y trazabilidad**



*AM Green Ammonia* (India) y *HESC* (Australia–Japón) incorporaron cláusulas específicas de trazabilidad y reparto de beneficios territoriales, fortaleciendo la legitimidad de largo plazo. Esta práctica es replicable en Biobío mediante mecanismos de seguimiento y reportes ESG conjuntos.

Estos aprendizajes convergen en una idea central: **la colaboración es un proceso de ingeniería institucional**, no solo legal. Requiere diseñar interfaces entre actores que hablen lenguajes distintos —financiero, tecnológico, jurídico y social—, traduciendo la confianza en reglas y las reglas en acción.

El Biobío, con su diversidad industrial y capital humano especializado, posee las condiciones para aplicar este modelo de cooperación adaptativa, siempre que logre institucionalizar mecanismos de coordinación y monitoreo continuo.

### Síntesis del capítulo

- La colaboración en hidrógeno verde es un proceso de maduración progresiva entre actores heterogéneos.
- La gestión del riesgo, la gobernanza flexible y la distribución equitativa del valor son los tres factores que determinan su éxito.
- La evidencia local e internacional coincide: **la confianza y la claridad contractual** son el núcleo de cualquier modelo de cooperación territorial viable.

## 4. Tipología de figuras jurídicas colaborativas

### 4.1. Lógica de maduración de la colaboración

Las alianzas en torno al hidrógeno verde evolucionan siguiendo una **lógica de maduración progresiva**, que va desde el interés inicial y la construcción de confianza hasta la operación comercial y el reparto de beneficios. Esta trayectoria no es lineal ni idéntica en todos los casos, pero permite identificar tres fases funcionales comunes:



Fase	Tipo de relación	Vinculación jurídica	Objetivo principal	Ejemplos de instrumentos
I. Cooperación temprana	Exploratoria, no vinculante	Baja	Construir confianza y alinear intereses	NDA, MoU, Lol, Convenio Marco
II. Desarrollo y estructuración	Técnica y financiera	Media	Formalizar compromisos y compartir riesgos	Consortio, JDA, JV preliminar, PPP exploratoria
III. Operación comercial	Corporativa y contractual	Alta	Ejecutar inversión y distribuir valor	SPV, JV operativa, Offtake, EPC, O&M

Cada fase corresponde a un **nivel de madurez del proyecto** y a una **intensidad de riesgo compartido**. La secuencia correcta no consiste en firmar muchos instrumentos, sino en seleccionar los adecuados para cada etapa. Un error recurrente —identificado en las entrevistas— es **forzar acuerdos complejos antes de contar con bases técnicas o de confianza suficientes**, lo que suele derivar en bloqueos o desistimientos tempranos.

La experiencia internacional y local confirma que las colaboraciones más exitosas son aquellas que avanzan gradualmente: comienzan con acuerdos livianos de cooperación, pasan a estructuras formales de codesarrollo, y culminan en vehículos jurídicos que aseguran gobernanza, financiamiento y trazabilidad.

## 4.2. Instrumentos de cooperación temprana

Los instrumentos de cooperación temprana se utilizan cuando los actores buscan **acercarse, explorar intereses comunes y compartir información sensible sin generar obligaciones jurídicas exigibles**. Su propósito es habilitar la confianza, no sustituir el contrato definitivo.

### 4.2.1. Acuerdo de Confidencialidad (NDA)

El *Non-Disclosure Agreement* protege la información estratégica intercambiada entre las partes durante las etapas exploratorias. Define el alcance de la información confidencial, su uso permitido y las sanciones en caso de divulgación.

#### Ventajas:

- Fomenta la apertura técnica y comercial.
- Permite compartir datos sensibles sin riesgo de apropiación indebida.



## Riesgos comunes:

- Redacciones demasiado restrictivas que bloquean la cooperación.
- Falta de delimitación temporal.

**Recomendación Biobío:** utilizar NDAs equilibrados en proyectos de I+D o licenciamiento tecnológico entre universidades, OEMs y empresas industriales.

## 4.2.2. Memorando de Entendimiento (MoU)

El *Memorandum of Understanding* formaliza la intención de cooperar sin crear obligaciones legales estrictas. Su valor radica en **alinear objetivos, definir roles y establecer una hoja de ruta común**.

**Aplicaciones típicas:** coordinación entre municipios, empresas portuarias y generadores de H<sub>2</sub>; acuerdos entre universidades y empresas para validar pilotos; compromisos marco entre instituciones públicas y privadas.

**Ventajas:** flexibilidad, bajo costo y visibilidad institucional.

**Limitaciones:** ausencia de exigibilidad; requiere mecanismos de seguimiento.

En el Biobío, los MoU han sido esenciales para articular la “primera capa” de colaboración regional, pero su eficacia aumenta cuando se acompañan de un plan de trabajo de 90 días y un comité de seguimiento operativo.

## 4.2.3. Carta de Intención (LoI)

La *Letter of Intent* expresa el interés preliminar de una o más partes en negociar o participar en un proyecto. Aunque es aún menos formal que el MoU, puede servir para registrar compromisos específicos como intercambio de información o prelación en futuras negociaciones.

**Uso sugerido:** fase inicial de exploración con potenciales inversionistas o *offtakers*, o para manifestar interés en participar en un hub o valle de hidrógeno.

## 4.2.4. Convenios Marco y Acuerdos de Cooperación Técnica

Instrumentos empleados para **relaciones institucionales recurrentes** —por ejemplo, entre universidades, centros tecnológicos, municipios o agencias públicas—. Establecen el marco general de colaboración y permiten derivar convenios específicos.



**Ventajas:** estabilidad en el tiempo, legitimidad pública y flexibilidad temática.

**Recomendación Biobío:** utilizar estos acuerdos para vincular capacidades locales de I+D, capital humano y soporte técnico en torno a los polos industriales y logísticos.

**Síntesis fase I:** Estas figuras se sustentan en la **construcción de confianza y visión compartida**, priorizando la transparencia y la comunicación. Su éxito depende más del cumplimiento moral y reputacional que de la coerción jurídica.

## 4.3. Instrumentos de desarrollo y estructuración

Cuando la colaboración avanza hacia fases de diseño técnico, validación económica o búsqueda de financiamiento, se requiere **formalizar compromisos** mediante figuras vinculantes pero flexibles. En esta etapa se definen derechos de propiedad intelectual, aportes económicos, gobernanza y mecanismos de resolución de controversias.

### 4.3.1. Consorcios y Alianzas de I+D

Estructuras que agrupan empresas, universidades y centros tecnológicos para desarrollar investigación aplicada o validación tecnológica. Pueden constituirse bajo convenios simples o mediante una persona jurídica autónoma.

**Ventajas:**

- Permiten compartir costos y riesgos de innovación.
- Facilitan acceso a fondos públicos y cooperación internacional.

**Riesgos:**

- Conflictos por propiedad intelectual y distribución de resultados.
- Alta carga administrativa si participan muchos actores.

**Ejemplo:** Consorcio ENTRANCE (Países Bajos), modelo transferible para clústeres tecnológicos regionales.



## 4.3.2. Joint Development Agreement (JDA)

Acuerdo entre dos o más partes para **co-desarrollar tecnología, procesos o ingeniería**. Regula la propiedad de los resultados (*foreground IP*), el uso de información preexistente (*background IP*) y la distribución de costos.

**Ventajas:** fomenta la innovación colaborativa y la transferencia tecnológica.

**Precauciones:** definir claramente propiedad de patentes, confidencialidad, resolución de disputas y participación futura.

**Aplicación Biobío:** apropiado para proyectos piloto entre generadores de H<sub>2</sub> y proveedores de equipos, o entre universidades y empresas para validación de procesos de captura de CO<sub>2</sub> biogénico.

## 4.3.3. Joint Venture (JV) preliminar

Asociación temporal entre empresas para ejecutar estudios, ingeniería o demostraciones a pequeña escala, sin constituir aún un vehículo de inversión definitivo.

**Utilidad:** permite evaluar compatibilidad técnica y cultural antes de crear un SPV.

**Riesgos:** divergencias en aportes y gobernanza.

**Mitigación:** estatuto simple con cláusulas de salida y mecanismos de resolución de diferencias.

## 4.3.4. Asociaciones Público-Privadas (PPP exploratorias)

Las *Public-Private Partnerships* son acuerdos de colaboración entre entidades públicas y privadas para desarrollar infraestructura o servicios habilitantes. En fases tempranas, pueden adoptar la forma de *PPP light*, con objetivos de planificación, estudios o habilitación de terrenos.

**Ventajas:**

- Facilitan la movilización de recursos públicos y privados.
- Aceleran permisos y coordinación interinstitucional.

**Ejemplo internacional:** modelo de *HyNet* (Reino Unido), que combina financiación privada con apoyo estatal para infraestructura de transporte de H<sub>2</sub>.



**Aplicación Biobío:** posible estructura para infraestructura portuaria o redes de almacenamiento compartido.

**Síntesis fase II:** El eje de esta etapa es la **co-creación con riesgo compartido**. Las figuras de desarrollo y estructuración deben equilibrar flexibilidad contractual con suficiente formalidad para atraer financiamiento y definir propiedad sobre resultados.

## 4.4. Instrumentos operativos y comerciales

Cuando el proyecto alcanza madurez técnica y cierre financiero, la colaboración debe transformarse en una **estructura jurídica y económica estable**, capaz de ejecutar inversiones, operar activos y distribuir beneficios. En esta fase predominan los instrumentos corporativos y contractuales de largo plazo.

### 4.4.1. Special Purpose Vehicle (SPV)

La *Sociedad de Propósito Especial* es una entidad jurídica independiente creada para desarrollar, financiar y operar un proyecto específico. Permite aislar riesgos y activos, facilitar la entrada de inversionistas y estructurar financiamiento.

**Ventajas:**

- Claridad de gobierno corporativo y asignación de riesgos.
- Facilita *project finance* y entrada de nuevos socios.

**Requisitos:** estatutos claros, acuerdo de accionistas (*Shareholders Agreement*), protocolo de gobernanza y cláusulas de *change in law* y *step-in*.

**Aplicación Biobío:** proyectos industriales integrados (por ejemplo, e-metanol o e-combustibles con aporte de CO<sub>2</sub> biogénico y energía renovable).

### 4.4.2. Joint Venture (JV) operativa

Asociación permanente entre empresas para ejecutar proyectos comerciales o industriales de largo plazo. A diferencia del SPV, la JV no necesariamente crea una nueva persona jurídica, pero puede hacerlo.

**Ventajas:**

- Complementariedad de capacidades industriales y tecnológicas.



- Flexibilidad en la distribución de utilidades y control operativo.

**Riesgos:** diferencias estratégicas o de gobierno; necesidad de mecanismos de salida claros (*buy-out, tag-along, drag-along*).

**Ejemplo:** JV entre ARAUCO y socios tecnológicos internacionales para proyectos de e-combustibles.

### 4.4.3. Contratos de Offtake y PPA

Los *Offtake Agreements* y *Power Purchase Agreements* son contratos de compraventa a largo plazo que garantizan ingresos y viabilidad financiera. En el caso del hidrógeno y derivados, estos contratos permiten asegurar la demanda futura y son esenciales para el *project finance*.

**Componentes críticos:** volumen, precios, condiciones de entrega, *force majeure* y cláusulas ESG.

**Aplicación Biobío:** acuerdos entre productores de e-metanol y navieras o aerolíneas, con garantías de origen verificadas.

### 4.4.4. Contratos EPC y O&M

Los contratos *Engineering, Procurement and Construction* (EPC) y *Operation & Maintenance* (O&M) establecen responsabilidades técnicas en la construcción y operación del proyecto. Aseguran cumplimiento de plazos, calidad y desempeño.

**Buenas prácticas:** incentivos por desempeño, seguros de cumplimiento y cláusulas de transferencia de conocimiento al territorio.

### 4.4.5. Contratos de Certificación y Logística Compartida

Instrumentos recientes que aseguran trazabilidad de origen, cumplimiento de estándares ambientales y coordinación logística en cadenas internacionales. Suelen incluir acuerdos con puertos, terminales, aseguradoras y certificadoras.

**Relevancia Biobío:** esenciales para la exportación de derivados bajos en carbono desde los puertos regionales hacia mercados de la UE y Asia.

**Síntesis fase III:** En esta etapa, la colaboración se traduce en **estructuras corporativas sólidas** y contratos ejecutivos que deben equilibrar eficiencia económica, cumplimiento normativo y legitimidad territorial.



## 4.5. Comparativa funcional: Matriz Figura × Fase × Riesgo × Mitigación

Figura jurídica	Fase	Riesgo principal que mitiga	Mecanismo de mitigación	Ejemplo de aplicación Biobío
NDA	I	Pérdida de información confidencial	Obligación de confidencialidad y sanción	OEM–Universidad–Empresa Industrial
MoU / Lol	I	Falta de alineamiento inicial	Hoja de ruta y plan de trabajo común	Puertos, municipios y generadores H <sub>2</sub>
Convenio Marco	I	Falta de continuidad institucional	Estructura general y convenios específicos	Universidad–Municipio–Empresa
Consortio I+D	II	Duplicación de esfuerzos técnicos	Comité técnico y reparto de IP	Clúster tecnológico Biobío
JDA	II	Incerteza sobre resultados tecnológicos	Cláusulas IP y arbitraje	OEM–Productor H <sub>2</sub>
JV preliminar	II	Incompatibilidad técnica/cultural	Estatuto simple y cláusula de salida	Empresas industriales locales
PPP exploratoria	II	Riesgo financiero y regulatorio	Reparto público-privado y subsidios	Infraestructura portuaria H <sub>2</sub>
SPV	III	Riesgo financiero y de gobernanza	Gobierno corporativo y <i>project finance</i>	Proyecto e-metanol regional
JV operativa	III	Conflicto estratégico entre socios	Mecanismos de <i>buy-out / tag-along</i>	Integración energética-forestal
Offtake / PPA	III	Riesgo de demanda e ingresos	Contrato a largo plazo y garantías	Exportación de e-combustibles
EPC / O&M	III	Riesgo técnico y de desempeño	Bonos de cumplimiento y KPI	Construcción y operación plantas
Certificación / Logística compartida	III	Riesgo reputacional y de trazabilidad	Auditorías ESG y monitoreo	Puertos y operadores logísticos



## 4.6. Orientaciones para elegir la figura adecuada

La selección de la figura jurídica correcta no responde a una fórmula única, sino a una **evaluación integrada de propósito, madurez y riesgo**. Para guiar esa decisión, se proponen los siguientes criterios:

- **Definir el propósito central de la colaboración**
  - Si es generar confianza: NDA o MoU.
  - Si es codesarrollar tecnología: JDA o Consorcio.
  - Si es ejecutar un proyecto: SPV o JV.
- **Evaluar la madurez técnica y financiera del proyecto**

En etapas incipientes, evitar estructuras pesadas; en etapas avanzadas, exigir formalidad contractual.

- **Analizar el nivel de riesgo y la necesidad de control**

A mayor exposición financiera o reputacional, mayor necesidad de cláusulas vinculantes y gobierno formal.

- **Considerar la naturaleza de los actores**
  - Público–público → Convenio Marco o MoU.
  - Público–privado → PPP o JV.
  - Privado–privado → JV o SPV.
  - Academia–empresa → Consorcio o JDA.

- **Incorporar la dimensión territorial**

El éxito no depende solo del contrato, sino de la percepción local de legitimidad. Los acuerdos deben incluir beneficios tangibles y mecanismos de reporte público.

En definitiva, **cada instrumento es un traje a la medida**. Su eficacia no se mide por la complejidad jurídica, sino por la coherencia entre lo que las partes quieren lograr, el momento del proyecto y la capacidad de cumplir lo acordado.



## 4.7. Conclusión del Capítulo 4

- La colaboración efectiva en hidrógeno verde requiere una arquitectura contractual evolutiva y flexible.
- Las figuras jurídicas no son fines en sí mismas, sino **herramientas para reducir incertidumbre y movilizar confianza**.
- En el Biobío, su correcta aplicación permitirá conectar los ecosistemas industriales locales con las cadenas globales del hidrógeno y sus derivados, garantizando seguridad jurídica, viabilidad financiera y valor territorial compartido.

## 5. Gobernanza contractual y gestión de alianzas

### 5.1. Estructuras de decisión y asignación de responsabilidades (RACI)

Toda colaboración efectiva requiere una **gobernanza clara**, entendida como el conjunto de mecanismos que regulan cómo se toman las decisiones, quién asume responsabilidades y cómo se controlan los resultados. En proyectos de hidrógeno verde —que involucran múltiples socios, fuentes de financiamiento y marcos regulatorios— la gobernanza contractual se convierte en el eje que garantiza coherencia, confianza y continuidad.

Las entrevistas evidencian que uno de los mayores obstáculos en Biobío ha sido la **falta de estructuras de coordinación operativa** entre actores. Los acuerdos suelen definirse en términos generales, sin mecanismos claros de rendición de cuentas. Como señaló un representante industrial: “Todos quieren colaborar, pero pocos saben quién decide qué” (E-06/A1).

Para evitar esa fragmentación, los modelos internacionales aplican estructuras escalonadas de decisión que pueden adaptarse a proyectos regionales:



Nivel de decisión	Responsabilidad principal	Composición típica	Frecuencia / Herramienta
Comité Directivo (Steering Committee)	Define estrategia, objetivos y aprobación de inversiones	Alta dirección de socios / representantes institucionales	Trimestral – Actas vinculantes
Comité Técnico	Supervisa ingeniería, I+D, certificación y seguridad	Gerencias técnicas, universidades, OEMs	Mensual – Informes técnicos
Comité Financiero / Legal	Control presupuestario y cumplimiento contractual	Finanzas, asesoría jurídica, auditores externos	Mensual – Reportes y auditorías
Comité Territorial / Social	Relación con comunidades y actores locales	Municipios, gremios, empresas y sociedad civil	Bimensual – Panel público de resultados

A nivel operativo, cada alianza debería contar con un **modelo RACI** (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) que asigne funciones precisas a cada actor. Este formato, ampliamente usado en consorcios europeos, evita duplicidades y conflictos de autoridad. Su adopción en el Biobío facilitaría la coordinación entre empresas, agencias públicas y universidades, especialmente en proyectos piloto multiactor.

El modelo RACI debe complementarse con **instrumentos de comunicación formalizados**: actas de reunión, registro de decisiones, repositorio compartido y un calendario anual de revisiones. La gobernanza contractual no depende solo del estatuto jurídico, sino de la capacidad de las partes para **mantener trazabilidad y memoria institucional** del acuerdo.

## 5.2. Cláusulas críticas: propiedad intelectual, exclusividad, change in law, step-in y resolución de disputas

El contenido de un acuerdo determina su solidez. Las cláusulas contractuales no son meros requisitos legales, sino **herramientas de equilibrio y protección** que regulan la cooperación a largo plazo. Los proyectos revisados —tanto internacionales como regionales— coinciden en cinco cláusulas críticas:



- **Propiedad intelectual y transferencia de conocimiento:** Regula la titularidad y el uso de los resultados tecnológicos, así como la protección de información preexistente (*background IP*) y la generada durante la colaboración (*foreground IP*). En Biobío, varios entrevistados señalaron que los proyectos fallan cuando no se definen reglas claras de propiedad desde el inicio (E-12/B1).

**Recomendación:** establecer anexos técnicos detallados y, en caso de co-desarrollo, optar por licencias cruzadas o propiedad compartida proporcional al aporte.

- **Exclusividad y no competencia:** Asegura que las partes no desarrollen proyectos paralelos que compitan directamente con el objeto de la colaboración. Su redacción debe equilibrar la protección del proyecto y la libertad de acción futura de los socios.

**Riesgo:** cláusulas excesivamente amplias pueden inhibir la cooperación.

**Recomendación:** limitar la exclusividad a territorios, productos o plazos específicos.

- **Change in law:** Permite ajustar las obligaciones cuando ocurren modificaciones regulatorias sustantivas que alteran los costos, permisos o condiciones de mercado.

**Práctica internacional:** en PPP o SPV, se incluyen fórmulas de reajuste y compensación proporcional.

**Aplicación Biobío:** clave ante cambios en normativas ambientales o fiscales asociadas a proyectos de hidrógeno y derivados.

- **Step-in rights:** Otorga a un socio (frecuentemente el financiador o autoridad pública) el derecho de asumir temporalmente el control operativo si otro incumple sus obligaciones.

**Ventaja:** preserva la continuidad del proyecto.

**Ejemplo:** en *HyNet* (Reino Unido) se utilizó para asegurar la finalización de infraestructura crítica en caso de insolvencia de un contratista.

- **Resolución de disputas:** Establece los mecanismos de mediación, arbitraje o jurisdicción aplicable.  
**Tendencia:** en proyectos internacionales se privilegia el arbitraje institucional (CCI o CIADI).

**Recomendación Biobío:** definir un sistema escalonado (negociación → mediación → arbitraje), evitando recurrir directamente a litigios judiciales.



Estas cláusulas, combinadas, permiten transformar los acuerdos en estructuras adaptativas capaces de sostener alianzas durante décadas, incluso frente a cambios externos o divergencias internas.

### 5.3. Mecanismos de coordinación y control de cumplimiento (*antitrust compliance*)

La colaboración empresarial en sectores estratégicos como el hidrógeno puede generar **riesgos de libre competencia** si no existen protocolos claros de intercambio de información. En el contexto chileno, la Fiscalía Nacional Económica (FNE) ha reforzado la fiscalización de consorcios y asociaciones industriales, lo que obliga a las alianzas a incorporar medidas explícitas de cumplimiento (*compliance*).

Los principales mecanismos preventivos son:

- **Protocolos de confidencialidad sectorial:** definen qué tipo de información puede compartirse (tecnológica, operativa) y cuál está prohibida (precios, cuotas, clientes).
- **Actas de reunión y agenda cerrada:** cada sesión debe registrar participantes, temas tratados y acuerdos adoptados.
- **Oficial de cumplimiento independiente:** encargado de supervisar la observancia de normas antitrust y de ética.
- **Capacitaciones periódicas:** en libre competencia y ética empresarial, especialmente en consorcios y clusters industriales.

“La colaboración sin reglas puede confundirse con coordinación de mercado; el secreto está en la transparencia” (E-09/A3).

Los proyectos colaborativos en Biobío —especialmente los vinculados a portuarios y metalmecánicos— pueden constituir **clústeres habilitantes** siempre que integren un *compliance framework* formal. Esto aumenta la confianza de los financiadores y evita que la cooperación sea percibida como colusión o concentración de mercado.



## 5.4. Modelos de gobernanza contractual adaptables a ecosistemas territoriales

La gobernanza contractual no se limita a la estructura interna del proyecto; también debe dialogar con el ecosistema territorial en el que opera. En regiones industriales complejas como el Biobío, donde convergen múltiples sectores (forestal, químico, logístico, metalmecánico), es necesario un modelo que combine coordinación central y autonomía local.

- **Gobernanza multinodal**

Inspirada en los modelos europeos de Hydrogen Valleys, la gobernanza multinodal articula distintos polos industriales bajo un marco común. En Biobío, esto se traduce en la interconexión de nodos costeros (Talcahuano–Hualpén–Coronel) y forestales (Santa Fe–Laja–Horcones). Cada nodo puede contar con su propio comité técnico y social, reportando a un Consejo Regional de Colaboración Industrial, instancia que centraliza la estrategia y los mecanismos de aprendizaje compartido.

- **Capas de gobernanza contractual.** La gobernanza contractual puede estructurarse en tres capas superpuestas:

Capa	Propósito	Instrumentos asociados
Capa base (relacional)	Establecer confianza y comunicación	MoU, Convenio Marco
Capa intermedia (operativa)	Definir compromisos técnicos y financieros	JDA, Consorcio, JV preliminar
Capa superior (corporativa)	Ejecutar inversiones y distribuir beneficios	SPV, JV operativa, Offtake

Este modelo permite **escalar progresivamente** la colaboración sin perder control institucional, asegurando coherencia entre actores locales e internacionales.

- **Transparencia y rendición de cuentas territorial:** La legitimidad de la gobernanza depende de su capacidad de rendir cuentas al territorio. Se recomienda incluir cláusulas de **reporte público y auditorías sociales**, que informen sobre impactos económicos, ambientales y sociales. Los acuerdos de colaboración deben contemplar indicadores compartidos (empleo local, inversión, emisiones, capacitación) y publicarse en



formatos accesibles. Esta práctica fortalece la licencia social y evita resistencias comunitarias.

- **Aprendizaje institucional y continuidad:** Los acuerdos deben sobrevivir a los cambios de liderazgo. Para ello se sugiere crear **secretarías técnicas permanentes** o unidades de coordinación que custodien la documentación, gestionen la información y mantengan la memoria institucional de la colaboración. Esta práctica, común en proyectos europeos, reduce la dependencia de personas y refuerza la gobernanza territorial.

## 5.5. Conclusión del Capítulo 5

La gobernanza contractual es el núcleo operativo de la colaboración. A diferencia de los acuerdos jurídicos tradicionales, que se centran en la protección individual, las alianzas para el hidrógeno verde exigen mecanismos colectivos de decisión, control y aprendizaje. Sin una estructura clara de gobernanza, la colaboración se fragmenta; sin confianza, se paraliza; y sin trazabilidad, pierde legitimidad.

El análisis demuestra que los proyectos más sólidos —tanto en Biobío como en experiencias internacionales— comparten tres atributos esenciales:

- **Claridad en la distribución de responsabilidades:** Las estructuras de decisión tipo RACI y los comités escalonados (estratégico, técnico, financiero y territorial) reducen ambigüedades y fortalecen la rendición de cuentas. Esta claridad es lo que permite pasar de la intención a la ejecución.
- **Contratos inteligentes y adaptativos:** Las cláusulas críticas (propiedad intelectual, change in law, step-in, exclusividad, resolución de disputas) actúan como amortiguadores frente a la incertidumbre. No buscan eliminar el riesgo, sino gestionarlo de manera transparente y compartida, preservando la viabilidad jurídica y financiera del proyecto.
- **Cultura de cumplimiento y transparencia:** La incorporación de mecanismos de anti-trust compliance, auditoría y comunicación abierta fortalece la confianza de los socios, los financiadores y el entorno social. La gobernanza colaborativa se sostiene en la ética y la trazabilidad, tanto como en la legalidad.

En un territorio industrial como el Biobío, donde coexisten múltiples sectores y actores, la gobernanza contractual debe concebirse como un sistema multinodal de coordinación: un entramado flexible que articula a los polos industriales, portuarios, académicos y comunitarios bajo un marco común de reglas



y beneficios. Este modelo no reemplaza las jerarquías institucionales, pero las sincroniza en torno a objetivos compartidos: innovación, inversión, sostenibilidad y valor territorial.

En síntesis, la gobernanza contractual convierte la colaboración en una práctica verificable. Es el puente entre la voluntad y la acción, entre la confianza y la inversión. Constituye la base sobre la cual se construye la bancabilidad, la sostenibilidad y la integración global de los proyectos del hidrógeno verde y sus derivados en el Biobío.

## 6. Bancabilidad y financiamiento colaborativo

### 6.1. Cómo evalúan los financiadores las alianzas y consorcios

El financiamiento de proyectos basados en hidrógeno verde exige algo más que un buen modelo técnico o ambiental: requiere **estructura contractual sólida, gobernanza verificable y reparto claro de riesgos**. Para la banca, los fondos de inversión o las agencias multilaterales, estos tres elementos definen la **bancabilidad** de un proyecto.

La mayoría de los entrevistados provenientes del sector financiero y organismos públicos coincidió en que el mayor desafío no es la falta de recursos, sino **la falta de proyectos estructurados de manera financieramente elegible**. En palabras de un representante bancario:

“Hay liquidez para invertir en transición energética, pero no para financiar incertidumbre jurídica o social” (E-14/C1).

Los financiadores observan cinco criterios fundamentales al evaluar consorcios y alianzas:

Criterio de evaluación	Qué buscan los financiadores	Qué observan con cautela
Estructura de gobernanza	Roles claros, instancias de control, continuidad institucional	Comités informales o decisiones no trazables
Solidez contractual	Contratos escalonados, cláusulas de cambio y salida, distribución de riesgos	Ambigüedad en obligaciones o propiedad intelectual



Criterio de evaluación	Qué buscan los financiadores	Qué observan con cautela
Ofertantes y offtakers identificados	Cartas de intención o contratos preliminares de compra (LoI, HoA)	Proyectos sin demanda asegurada
Cumplimiento ESG y trazabilidad	Sistemas de certificación, MRV y licencia social	Falta de estándares o conflictos comunitarios
Rendimiento financiero	Flujo estable de ingresos y estructura de garantías	Alta exposición a subsidios o tarifas variables

En síntesis, la bancabilidad es una consecuencia del diseño institucional, no un atributo financiero en sí mismo. Las alianzas colaborativas deben traducir su confianza interna en reglas, contratos y métricas que sean legibles para los inversionistas y auditores externos.

## 6.2. Elementos jurídicos y financieros de bancabilidad

Los proyectos de hidrógeno y derivados combinan alta inversión inicial con retornos a largo plazo. Esto exige **estructuras jurídicas que distribuyan riesgos de forma proporcional y predecible**. Los instrumentos identificados en capítulos anteriores (MoU, JDA, JV, SPV, Offtake) se convierten aquí en componentes del paquete financiero del proyecto.

- **Asignación de riesgos:** La primera regla de bancabilidad es que cada riesgo debe recaer en quien mejor pueda gestionarlo.
  - Los riesgos **tecnológicos** suelen quedar en los socios industriales o OEMs.
  - Los **jurídico-regulatorios**, en las entidades públicas o marcos contractuales adaptativos (*change in law*).
  - Los **financieros**, en los inversionistas o *project finance* estructurados con garantías específicas.
  - Los **sociales y ambientales**, en mecanismos de licencia territorial compartida.

Esta asignación se formaliza en la **matriz de riesgos contractual**, documento que los bancos utilizan para validar la consistencia del modelo.



- **Garantías y colaterales:** Los financiadores valoran contratos que ofrezcan garantías directas (activos tangibles) o indirectas (ingresos asegurados). Los instrumentos más usados son:
  - **Contratos de Offtake o PPA**, que otorgan previsibilidad de ingresos.
  - **Garantías de ejecución** incluidas en contratos EPC/O&M.
  - **Seguros de riesgo político o regulatorio** (MIGA, BID, COFACE).
  - **Garantías cruzadas entre socios** en JV o SPV, proporcionales a participación.
- **Gobernanza contractual y transparencia:** La bancabilidad depende tanto del contrato como de la forma en que se gestiona. Los proyectos con comités de auditoría y reporting regular generan mayor confianza. La transparencia —interna y externa— es una condición de acceso a fondos verdes internacionales (Climate Bonds Initiative, Green Climate Fund, H2Global).
- **Estructura de ingresos y retorno:** Los proyectos deben demostrar una **ruta al flujo positivo**, incluso en fases piloto. Para ello se recomienda.
  - Contratos de suministro escalonados (volúmenes crecientes con hitos de performance).
  - Mecanismos de precio indexado a certificaciones verdes.
  - Participación de offtakers industriales regionales que actúen como “ancla” de demanda (ej. refinerías, puertos, plantas químicas).

### 6.3. Rol de CORFO y otras agencias en esquemas mixtos de financiamiento

El desarrollo de proyectos colaborativos en Chile depende en gran medida de **instrumentos mixtos público-privados**. CORFO, el Gobierno Regional del Biobío y otras agencias pueden actuar como **cofinanciadores de bancabilidad**, reduciendo el riesgo percibido y facilitando la entrada de capital privado.

- **CORFO**

Ha implementado fondos de cofinanciamiento y programas de bienes públicos que respaldan las fases de prefactibilidad y demostración. Su rol es clave para financiar las etapas donde el riesgo tecnológico o institucional es más alto y la banca privada aún no participa. En alianzas complejas, CORFO puede:



- Apoyar **estudios de ingeniería básica o conceptual** mediante subsidios no reembolsables.
- Co-financiar infraestructura habilitante o servicios tecnológicos.

- **Gobierno Regional**

Puede financiar infraestructura de soporte (vías, energía, conectividad digital) y articular acuerdos de cooperación intermunicipal. Su función no es sustituir la inversión privada, sino **crear condiciones territoriales habilitantes**.

- **Agencias multilaterales**

Entidades como BID, CAF o KfW priorizan proyectos con gobernanza transparente, impacto territorial y métricas ESG verificables. En el Biobío, la combinación de capital local y fondos multilaterales podría estructurar vehículos financieros tipo **“Green Hydrogen Trust”**, orientados a clusters industriales.

- **Academia y centros tecnológicos**

Aunque no financian, aportan valor bancable en forma de validación técnica, trazabilidad y control de desempeño, aspectos cada vez más considerados por inversionistas institucionales.

## 6.4. Estrategias para hacer bancables proyectos colaborativos en Biobío

El Biobío posee los elementos esenciales para generar proyectos bancables: **base industrial diversificada, capacidad técnica, CO<sub>2</sub> biogénico disponible y acceso portuario**. El desafío radica en **estructurar estos activos dentro de marcos jurídicos y financieros coherentes**.

Se identifican cuatro estrategias complementarias:

### 1. Integrar offtakers industriales locales como socios tempranos

Las refinerías, plantas químicas y forestales del Biobío pueden transformarse en **compradores ancla**. Su participación en MoU o JV tempranas reduce el riesgo de demanda y mejora la elegibilidad del proyecto ante bancos.

### 2. Adoptar vehículos financieros escalonados



Utilizar SPV modulares o *holding structures* permite aislar riesgos por etapa (producción, transporte, síntesis, exportación). Esta arquitectura facilita la entrada progresiva de inversionistas y la expansión hacia derivados como e-metanol o SAF.

### 3. Formalizar un marco regional de garantías y certificación

Desarrollar, junto con CORFO y GORE Biobío, un sistema regional de **garantías de origen y auditoría ESG**, validado por terceros. Este sello territorial de trazabilidad podría aumentar el acceso a fondos internacionales y contratos a largo plazo.

### 4. Crear una cartera regional de proyectos estructurados

Un pipeline regional de proyectos colaborativos prevalidada técnica y jurídicamente —con fichas tipo “Project One-Pager”— facilitaría el contacto directo con inversionistas extranjeros. Esto ya se aplica en hubs europeos y podría replicarse como “**H<sub>2</sub>V Biobío Investment Portfolio**”.

“La clave no es conseguir financiamiento, sino estar listo para recibirlo” (E-15/C3).

El territorio que demuestra capacidad institucional, claridad contractual y gobernanza confiable se convierte en un destino natural para capital verde internacional. En ese sentido, el Biobío puede posicionarse como **hub bancable del sur global**, integrando a sus industrias tradicionales en cadenas de valor limpias y trazables.

## 6.5. Conclusión del Capítulo 6

La bancabilidad es el punto de convergencia entre **confianza jurídica, solidez institucional y madurez financiera**. Un proyecto colaborativo se vuelve bancable cuando los contratos, las relaciones y la gobernanza logran comunicar certeza, cumplimiento y sostenibilidad.

El análisis revela que los financiadores no buscan perfección tecnológica, sino **claridad contractual, estabilidad regulatoria y compromiso territorial**. Los proyectos del Biobío pueden satisfacer estas condiciones si estructuran su colaboración bajo modelos progresivos, donde los riesgos se compartan y las garantías sean verificables.

CORFO, el GORE Biobío y los actores industriales poseen las herramientas para articular este ecosistema: desde fondos de cofinanciamiento hasta certificaciones y estructuras de SPV mixtos. Lo que definirá el éxito no será el volumen de recursos disponibles, sino la **capacidad de alinear la colaboración jurídica con la disciplina financiera**.

En definitiva, la bancabilidad es una expresión de confianza: confianza entre socios, entre el proyecto y su territorio, y entre el territorio y el mundo financiero. Si el Biobío logra consolidar esta confianza en



instrumentos claros, transparentes y adaptativos, podrá convertir su potencial industrial en **capital invertible y sostenible**, abriendo una nueva etapa de integración global para la economía baja en carbono.

## 7. Gestión integral de riesgos y sostenibilidad

### 7.1. Tipos de riesgo en proyectos colaborativos de hidrógeno verde

Los proyectos basados en hidrógeno verde combinan alta complejidad técnica con marcos institucionales en desarrollo. Esa combinación genera un espectro amplio de riesgos que, si no se gestionan de manera integral, pueden transformar la colaboración en vulnerabilidad. El enfoque adoptado por este estudio considera cinco tipos de riesgo interdependientes:

Categoría de riesgo	Descripción	Ejemplos específicos en Biobío
Jurídico	Incertidumbre regulatoria, derechos de propiedad y cumplimiento contractual.	Variaciones en normativa ambiental o de concesiones portuarias.
Financiero	Falta de offtakers, sobrecostos o retrasos de inversión.	Retrasos en cierre financiero de proyectos piloto.
Técnico	Fallas tecnológicas o incompatibilidad de equipos.	Sincronización deficiente entre producción de H <sub>2</sub> y captura de CO <sub>2</sub> .
Socioambiental	Rechazo social, conflictos de uso de suelo o impactos ambientales no previstos.	Resistencia de comunidades por desinformación.
Reputacional	Daños a la imagen del proyecto o de sus socios por incumplimientos o baja trazabilidad.	Dudas sobre sostenibilidad real de productos exportados.



La evidencia internacional muestra que el riesgo no se elimina, se gestiona colectivamente. La cooperación jurídica es, en sí misma, un mecanismo de mitigación: distribuye responsabilidades y establece protocolos para resolver conflictos antes de que escalen.

## 7.2. Matriz de riesgos y mecanismos de mitigación contractual

La gestión de riesgos en un proyecto colaborativo requiere traducir la incertidumbre en acciones verificables. La matriz de riesgos cumple esa función, asignando a cada amenaza un responsable, una estrategia y un instrumento contractual asociado.

Tipo de riesgo	Instrumento de mitigación	Estrategia recomendada
Jurídico	Cláusulas change in law, arbitraje escalonado, acuerdos de confidencialidad.	Incorporar revisión anual de contratos y comité jurídico conjunto.
Financiero	Offtake, PPA, garantías cruzadas, mecanismos de step-in.	Negociar contratos de compra progresivos y asegurar cobertura de seguros.
Técnico	JDA, EPC, O&M, validación independiente.	Establecer KPIs de rendimiento y auditorías técnicas periódicas.
Socioambiental	Convenios de colaboración social, auditorías ESG, monitoreo participativo.	Incluir plan de relacionamiento temprano y reporte público de beneficios.
Reputacional	Certificación de origen, auditorías de trazabilidad, comunicación transparente.	Adherir a estándares internacionales (ISO 14064, GHG Protocol, FuelEU).

Cada proyecto del Biobío debería incluir esta matriz en sus contratos principales, como anexo o manual operativo. Su actualización periódica permite **convertir el riesgo en aprendizaje**, ajustando los mecanismos de control a medida que el proyecto madura.



## 7.3. Incorporación de estándares ESG y responsabilidad compartida

La sostenibilidad ya no es un valor agregado: es un **requisito financiero y reputacional**. Los inversionistas y offtakers internacionales exigen que los proyectos de hidrógeno verde acrediten desempeño ambiental, social y de gobernanza (ESG) conforme a estándares globales.

En ese contexto, la colaboración adquiere una nueva dimensión: **los socios comparten no solo riesgos y beneficios, sino también responsabilidades ambientales y sociales**.

- **Ejes ambientales (E):** Incluyen la reducción de emisiones, eficiencia en uso de agua y energía, y manejo responsable de residuos. En Biobío, el CO<sub>2</sub> biogénico proveniente de la industria forestal es un activo ambiental estratégico: permite producir combustibles neutros en carbono y acceder a mercados con regulaciones estrictas (UE, Japón).
- **Ejes sociales (S):** Comprenden la participación de comunidades, generación de empleo local, capacitación y respeto por los derechos laborales. Las entrevistas destacan que “la licencia social se construye con beneficios visibles” (E-08/D1). Incorporar convenios de colaboración y mecanismos de comunicación bidireccional reduce la conflictividad y aumenta la legitimidad del proyecto.
- **Ejes de gobernanza (G):** Involucran transparencia, ética, equidad y rendición de cuentas. Se recomienda aplicar políticas de *compliance*, auditorías externas y publicación anual de indicadores ESG.
- **Certificación y trazabilidad:** Los estándares de certificación —como *CertifHy*, *GH2 Global Standard* o *FuelEU Maritime*— permiten demostrar el origen renovable del hidrógeno y sus derivados. El Biobío podría desarrollar un **sello regional de trazabilidad y carbono neutro**, integrando datos de producción, transporte y síntesis en un sistema de monitoreo común. En resumen, **la sostenibilidad es la nueva garantía de confianza**: el proyecto que no demuestre cumplimiento ESG no será financiable ni aceptado en mercados internacionales.

## 7.4. Monitoreo, indicadores y aprendizaje colectivo

La gestión de riesgos y sostenibilidad solo es efectiva si se mide, comunica y retroalimenta. Para ello se proponen cuatro niveles de monitoreo:

- Monitoreo contractual: cumplimiento de hitos y cláusulas.
- Monitoreo técnico-financiero: indicadores de producción, costos y eficiencia.



- Monitoreo ESG: indicadores ambientales y sociales validados por terceros.
- Monitoreo territorial: percepción ciudadana y efectos económicos locales.

Estos niveles deben integrarse en un sistema de información colaborativo, accesible a los socios del proyecto y, en parte, al público. La transparencia es la base de la legitimidad.

El aprendizaje colectivo se consolida cuando los resultados de un proyecto alimentan la planificación del siguiente. En este sentido, el Biobío puede evolucionar hacia una plataforma regional de gestión del conocimiento en proyectos de hidrógeno verde, que recopile buenas prácticas, lecciones aprendidas y estándares de desempeño. “Cada proyecto exitoso debe dejar un manual detrás: si no hay aprendizaje, no hay ecosistema” (E-13/D4).

### 7.5. Conclusión del Capítulo 7

La colaboración solo se sostiene cuando los riesgos se gestionan colectivamente y la sostenibilidad se asume como principio operativo. La experiencia internacional y regional demuestra que los proyectos más resilientes son aquellos que integran, desde el diseño, mecanismos de mitigación jurídica, financiera y social.

El Biobío posee una ventaja estratégica: puede convertir la gestión de riesgos en una cultura institucional, donde las empresas, universidades y organismos públicos compartan métricas, estándares y metodologías. Si el territorio logra consolidar un sistema común de monitoreo y trazabilidad ESG, no solo reducirá la incertidumbre, sino que aumentará su valor reputacional como destino confiable de inversión verde.

En definitiva, la sostenibilidad deja de ser un componente externo del proyecto para convertirse en su estructura interna. En un contexto global donde la trazabilidad y el cumplimiento ambiental determinan el acceso a financiamiento y mercados, el Biobío tiene la oportunidad de posicionarse como modelo de gobernanza territorial sostenible, capaz de gestionar riesgos complejos mediante cooperación, transparencia y aprendizaje continuo.



## 8. Casos de estudio y aprendizajes transferibles

Los casos seleccionados ilustran cómo diferentes territorios e industrias han estructurado alianzas colaborativas exitosas para desarrollar proyectos de hidrógeno verde, derivados o infraestructura asociada. Más que ejemplos aislados, se presentan como modelos transferibles que muestran cómo combinar figuras jurídicas, financiamiento y gobernanza para reducir riesgos y acelerar la implementación.

Los casos fueron elegidos por su diversidad institucional y geográfica, y porque ofrecen aprendizajes útiles para el contexto del Biobío:

- MadoquaPower2X (Portugal): consorcio industrial y escalamiento coordinado.
- Haru Oni (Chile): SPV internacional y gestión de gobernanza tecnológica.
- HyNet (Reino Unido): modelo PPP e infraestructura compartida.
- Green Energy Park Krk (Croacia): cooperación territorial y exportación de energía limpia.

Cada uno combina diferentes instrumentos jurídicos y financieros, reflejando la madurez de su ecosistema institucional.

### 8.1. MadoquaPower2X (Portugal): consorcio y escalamiento industrial

**Figura jurídica aplicada:** Consorcio → Joint Venture → SPV.

**Ubicación:** Zona industrial de Sines, Portugal.

**Capacidad:** 1 GW de electrólisis, 300 kt/año de amoníaco verde.

El proyecto MadoquaPower2X es un ejemplo paradigmático de cooperación público-privada escalonada. Inició como un consorcio entre la empresa local Madoqua Renewables, el desarrollador internacional Power2X y la energética danesa CIP. En una primera fase se firmaron MoU y NDA multilaterales, seguidos por un Joint Development Agreement (JDA) que reguló aportes y propiedad intelectual.

Una vez validadas las condiciones técnicas y regulatorias, se constituyó un SPV para la fase de inversión, con participación de socios financieros y tecnológicos. El gobierno portugués, a través de incentivos fiscales y permisos acelerados, actuó como facilitador institucional.



## Aprendizajes transferibles para Biobío:

- La secuencia progresiva de figuras jurídicas (MoU → JDA → SPV) minimiza riesgo y acelera financiamiento.
- La participación de un socio local en etapas tempranas otorga legitimidad territorial.
- La intervención del Estado como facilitador, no como operador, crea estabilidad y confianza.

Aplicable en proyectos de e-metanol o amoníaco verde en Biobío, donde se requiera integrar CO<sub>2</sub> biogénico con generación renovable y logística portuaria.

## 8.2. MadoquaPower2X (Portugal): consorcio y escalamiento industrial

**Figura jurídica aplicada:** Consorcio → Joint Venture → SPV.

**Ubicación:** Zona industrial de Sines, Portugal.

**Capacidad:** 1 GW de electrólisis, 300 kt/año de amoníaco verde.

El proyecto *MadoquaPower2X* es un ejemplo paradigmático de **cooperación público-privada escalonada**. Inició como un consorcio entre la empresa local Madoqua Renewables, el desarrollador internacional Power2X y la energética danesa CIP. En una primera fase se firmaron **MoU y NDA multilaterales**, seguidos por un **Joint Development Agreement (JDA)** que reguló aportes y propiedad intelectual.

Una vez validadas las condiciones técnicas y regulatorias, se constituyó un **SPV para la fase de inversión**, con participación de socios financieros y tecnológicos. El gobierno portugués, a través de incentivos fiscales y permisos acelerados, actuó como facilitador institucional.

## Aprendizajes transferibles para Biobío:

- La secuencia progresiva de figuras jurídicas (MoU → JDA → SPV) minimiza riesgo y acelera financiamiento.
- La participación de un socio local en etapas tempranas otorga legitimidad territorial.
- La intervención del Estado como facilitador, no como operador, crea estabilidad y confianza.



Aplicable en proyectos de e-metanol o amoníaco verde en Biobío, donde se requiera integrar CO<sub>2</sub> biogénico con generación renovable y logística portuaria

## 8.3. Haru Oni (Chile): alianza tecnológica internacional bajo SPV

**Figura jurídica aplicada:** SPV → contratos EPC, O&M, Offtake.

**Ubicación:** Magallanes, Chile.

**Capacidad:** 130 000 L/año de e-combustibles en fase piloto.

El proyecto Haru Oni fue desarrollado por un SPV denominado Highly Innovative Fuels (HIF), integrado por Porsche, Siemens Energy, ENAP y otros socios estratégicos. La estructura permitió concentrar financiamiento y gobernanza en una entidad única, con roles claramente definidos:

- HIF: operador y responsable financiero.
- ENAP: aporte de infraestructura y experiencia regulatoria.
- Siemens Energy: tecnología y EPC.
- Porsche: offtaker y socio comercial.

El acuerdo combinó contratos EPC y O&M, garantías cruzadas y compromisos ESG. A través del SPV, el proyecto accedió a financiamiento internacional y validación de mercado, convirtiéndose en uno de los primeros pilotos de e-fuels del mundo con trazabilidad completa.

### Aprendizajes transferibles para Biobío:

- La creación de un SPV con gobernanza mixta facilita el ingreso de inversionistas internacionales.
- Las alianzas tecnológicas requieren cláusulas claras sobre propiedad intelectual y transferencia de conocimiento.
- Los offtakers industriales (navieras, aerolíneas, refinerías) deben integrarse desde el diseño del proyecto para asegurar bancabilidad.
- El Biobío podría replicar este modelo en proyectos industriales-portuarios, vinculando productores de CO<sub>2</sub> biogénico, generadores renovables y actores logísticos.



## 8.4. HyNet (Reino Unido): gobernanza contractual multi-actor y modelo PPP

**Figura jurídica aplicada:** PPP → JV → SPV.

**Ubicación:** Noroeste de Inglaterra.

**Capacidad:** 3 GW equivalentes, 4 Mt CO<sub>2</sub>/año capturados y reutilizados.

HyNet se consolidó como una alianza multi-actor que reúne empresas energéticas, autoridades locales y el gobierno británico para crear una red integrada de producción, transporte y almacenamiento de hidrógeno y CO<sub>2</sub>.

El proyecto se organiza mediante un modelo PPP (Public–Private Partnership) donde la infraestructura de transporte es gestionada por una sociedad mixta, mientras que la producción y almacenamiento operan bajo JV privadas. La gobernanza incluye:

- Comité estratégico público-privado.
- Cláusulas step-in para garantizar continuidad.
- Auditorías de desempeño ESG obligatorias.

### Aprendizajes transferibles para Biobío:

- Las PPP permiten financiar infraestructura habilitante (ductos, terminales, almacenamiento) compartida por varios proyectos.
- La integración de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub> bajo un mismo marco contractual genera eficiencia logística.
- La presencia del Estado como garante, no como inversionista mayoritario, mejora el acceso a fondos multilaterales.
- Biobío podría adaptar este modelo para infraestructura portuaria común o centros logísticos de exportación de e-derivados.



## 8.5. Green Energy Park Krk (Croacia): cooperación territorial y exportación de energía limpia

**Figura jurídica aplicada:** Consorcio público-privado → MoU interinstitucional → PPP.

**Ubicación:** Isla de Krk, Croacia.

**Capacidad:** 100 MW de electrólisis y exportación hacia la UE.

El Green Energy Park Krk surgió de un acuerdo entre el operador portuario estatal, el municipio de Krk y un consorcio privado liderado por LNG Croatia. El proyecto se articuló mediante un MoU interinstitucional que definió objetivos comunes de transición energética y desarrollo local. Posteriormente evolucionó hacia un PPP formal, con participación de la UE en cofinanciamiento y certificación.

El modelo destaca por su enfoque territorial inclusivo: el municipio conserva participación accionaria en el consorcio, y parte de los ingresos se reinvierten en infraestructura y programas comunitarios. Esto consolidó la aceptación social y la estabilidad política del proyecto.

**Aprendizajes transferibles para Biobío:**

- La integración de municipios y puertos en los acuerdos iniciales refuerza la legitimidad territorial.
- La reinversión de activos existentes (infraestructura portuaria o logística) reduce costos de entrada.
- La participación ciudadana institucionalizada mejora la sostenibilidad y reputación del proyecto.

El Biobío podría adoptar este modelo para alianzas logístico-portuarias en Talcahuano, Hualpén o Coronel, articulando desarrollo industrial con beneficios locales.

## 8.6. Síntesis comparada: patrones replicables y lecciones para el Biobío

La comparación entre los casos permite identificar **seis patrones replicables** aplicables al contexto regional:



Patrón	Descripción	Aplicabilidad Biobío
Secuencia de maduración contractual	De acuerdos no vinculantes a SPV operativos, asegurando coherencia y escalabilidad.	Implementar rutas progresivas (MoU → JDA → SPV).
Estado facilitador	Participación pública en permisos, coordinación y financiamiento semilla.	GORE y CORFO como garantías institucionales.
Gobernanza multi-actor formalizada	Comités técnicos, sociales y financieros integrados al contrato.	Replicar en hubs Talcahuano–Hualpén–Coronel.
Integración social y territorial	Mecanismos de beneficio local y comunicación permanente.	Convenios comunidad–industria–municipio.
Cláusulas adaptativas y gestión de riesgo	Change in law, step-in y auditorías ESG.	Incorporarlas en futuros SPV o PPP regionales.
Trazabilidad y certificación como valor financiero	Certificación ESG y de origen como requisito bancable.	Crear sello “H <sub>2</sub> V Biobío Carbono Neutro”.

**Síntesis estratégica:** los casos exitosos no dependen de un modelo único, sino de la capacidad de institucionalizar la colaboración. Allí donde los actores lograron traducir la confianza en estructuras formales, la inversión fluyó; donde no, los proyectos quedaron en etapa declarativa.

En el Biobío, el aprendizaje clave es que la cooperación jurídica debe comenzar en lo local, pero orientarse a estándares globales. Las figuras jurídicas deben funcionar como pasaportes de confianza que permitan al territorio integrarse a redes internacionales de energía limpia, certificación y comercio bajo en carbono.

## 8.7. Conclusión del Capítulo 8

Los casos revisados demuestran que el éxito de los proyectos de hidrógeno verde no depende únicamente de la tecnología o la disponibilidad de recursos, sino de la capacidad de construir gobernanza colaborativa y credibilidad institucional. En todos los ejemplos, la maduración de la colaboración — desde acuerdos exploratorios hasta estructuras operativas — permitió atraer inversión, mitigar riesgos y asegurar sostenibilidad territorial.



El Biobío cuenta con condiciones similares a las regiones estudiadas: base industrial consolidada, infraestructura portuaria, CO<sub>2</sub> biogénico abundante y capital humano calificado. Si logra aplicar las lecciones internacionales con enfoque territorial, podrá consolidarse como caso demostrativo latinoamericano de cómo un territorio industrial se articula globalmente a través de cooperación jurídica, gobernanza contractual y sostenibilidad compartida.

## 9. Asociatividad territorial e integración a cadenas globales

### 9.1. Ecosistemas colaborativos y clusters industriales locales

La Región del Biobío es uno de los pocos territorios del hemisferio sur con una **base industrial diversificada y conectividad logística internacional**. Su sistema productivo integra polos costeros (Talcahuano–Hualpén–Coronel) y forestales (Santa Fe–Laja–Horcones), donde convergen industrias petroquímica, metalmecánica, forestal, papelera, energética y portuaria.

Este entramado constituye el **sustrato natural para un modelo de cooperación territorial avanzada**: empresas que ya comparten flujos de energía, materiales, servicios y conocimiento pueden evolucionar hacia **clusters colaborativos** articulados por figuras jurídicas adaptadas a cada relación.

Las entrevistas realizadas evidencian una percepción coincidente: la colaboración territorial no debe imponerse como requisito burocrático, sino consolidarse como **ventaja competitiva compartida**. Un representante del sector industrial sintetizó la idea:

“En Biobío la competencia no es el vecino, es el tiempo. El que se coordina, gana” (E-05/A1).

Los clusters territoriales pueden organizarse según cuatro lógicas complementarias:

Tipo de cluster	Objetivo principal	Ejemplo de figura jurídica o instrumento
Industrial	Compartir infraestructura, energía o logística.	MoU logístico, Consorcio, PPP.



Tipo de cluster	Objetivo principal	Ejemplo de figura jurídica o instrumento
Tecnológico	I+D, innovación y validación tecnológica.	Consortio I+D, JDA.
Formativo	Formación y capital humano especializado.	Convenio Marco, Acuerdo de cooperación académica.
Comercial / Exportador	Acceso a mercados e integración de oferta.	JV comercial, SPV exportador.

La consolidación de estos clusters exige institucionalizar prácticas colaborativas ya existentes y dotarlas de un marco contractual que facilite el escalamiento y la internacionalización.

## 9.2. Figuras jurídicas aplicables a polos industriales y logísticos del Biobío

Las tipologías analizadas a lo largo del estudio pueden desplegarse en los principales polos industriales y logísticos del Biobío, conforme a sus características productivas y grado de madurez:

### Polo costero Talcahuano–Hualpén–Coronel

- **Perfil:** conglomerado petroquímico, energético y metalmecánico con acceso portuario.
- **Objetivo colaborativo:** desarrollar infraestructura logística y de exportación para e-derivados.
- **Figuras recomendadas:**
  - MoU logístico interportuario (autoridades portuarias + ENAP + empresas químicas).
  - PPP para terminales de almacenamiento y bunkering verde.
  - SPV operativo para gestión compartida de certificación y exportación.



Este corredor costero concentra el mayor potencial de sinergias industriales, donde las figuras jurídicas colaborativas pueden reducir costos de infraestructura, coordinar permisos y proyectar una marca regional de trazabilidad verde.

## Polo forestal Santa Fe–Laja–Horcones

- **Perfil:** producción de celulosa, papel y biomasa con abundante CO<sub>2</sub> biogénico.
- **Objetivo colaborativo:** generación de derivados del hidrógeno (e-metanol, e-diesel, SAF).
- **Figuras recomendadas:**
  - Consorcio tecnológico forestal-químico.
  - JV industrial entre empresas forestales y tecnológicas internacionales.
  - Contratos Offtake CO<sub>2</sub> y SPV de síntesis química.

Este eje puede constituirse en la Ruta 1 de descarbonización industrial, vinculando captura biogénica, producción renovable y síntesis de combustibles carbono neutro.

## Polo metalmecánico y de ingeniería

- **Perfil:** red de empresas de manufactura y EPCM con experiencia en grandes proyectos industriales.
- **Objetivo colaborativo:** integrar capacidades locales en la construcción y operación de plantas H<sub>2</sub>V.
- **Figuras recomendadas:**
  - Consorcio industrial o JV de servicios EPCM.
  - Acuerdos marco de suministro con cláusulas de transferencia tecnológica.

Estas empresas son clave para el encadenamiento productivo: su participación temprana en consorcios o JV les permite acceder a contratos de ingeniería, manufactura y mantenimiento de alto valor agregado.



## Ecosistema académico y tecnológico

- **Perfil:** universidades, centros de investigación y laboratorios especializados.
- **Objetivo colaborativo:** validar tecnologías, generar datos y formar capital humano.
- **Figuras recomendadas:**
  - Convenios marco Universidad–Empresa.
  - Consorcios I+D con cláusulas de propiedad intelectual equilibrada.

Estas estructuras pueden consolidar al Biobío como territorio demostrativo de innovación aplicada, conectando conocimiento científico con demanda industrial real.

## 9.3. Mecanismos de cooperación internacional y atracción de inversión

La integración global del Biobío no dependerá de su tamaño económico, sino de su capacidad para hablar el lenguaje institucional de los inversionistas internacionales: seguridad jurídica, trazabilidad, gobernanza transparente y mecanismos de riesgo compartido.

Los mecanismos más eficaces para esa integración incluyen:

- **Memorandos interregionales e internacionales (MoU):** establecer alianzas estratégicas con hubs de hidrógeno en Europa y Asia para intercambio tecnológico y estandarización de certificaciones.
- **SPV y JV mixtos internacionales:** atraer inversión extranjera directa mediante vehículos con participación local, garantizando control y beneficios regionales.
- **PPP de infraestructura habilitante:** desarrollo conjunto de terminales, ductos o plantas logísticas bajo marcos contractuales internacionales.
- **Fondos verdes y multilaterales:** acceso a financiamiento de transición (KfW, GCF, BID, CAF) condicionado a gobernanza y sostenibilidad verificables.
- **Certificación y MRV regional:** sistema común de monitoreo, reporte y verificación para toda la cadena, requisito esencial para la exportación a la UE bajo normas CBAM y FuelEU Maritime.



El Biobío, por su estructura portuaria y base industrial, puede posicionarse como plataforma de cooperación internacional descentralizada, conectando América Latina con los mercados europeos de combustibles y productos bajos en carbono.

## 9.4. Estrategias para la vinculación del Biobío a cadenas globales de valor bajo en carbono

La asociatividad territorial no se agota en el fortalecimiento local; su objetivo final es conectar el territorio con cadenas globales de valor. Esta vinculación requiere estrategia, gobernanza y coherencia con los estándares internacionales de sostenibilidad e inversión. Se proponen cuatro líneas estratégicas de acción:

Se proponen cuatro líneas estratégicas de acción:

### 1. Territorializar la colaboración global

Integrar actores internacionales dentro del territorio bajo esquemas que preserven la autonomía regional.

Ejemplo: JV o SPV mixtos donde el socio extranjero aporta tecnología y capital, y el socio local aporta activos, know-how y licencia social.

### 2. Crear un “hub de hubs” industrial

Articular los polos costeros y forestales mediante acuerdos marco que integren producción, síntesis y exportación. Este modelo de **hub multinodal** permitiría optimizar infraestructura, compartir costos logísticos y consolidar la marca “H<sub>2</sub>V Biobío” en el mercado internacional.

### 3. Fortalecer la diplomacia económica regional

Desarrollar acuerdos de colaboración con cámaras binacionales, embajadas y agencias de promoción (ProChile, InvestChile) para posicionar proyectos estructurados del Biobío en ferias, misiones y plataformas globales de inversión verde.

### 4. Generar una narrativa de valor territorial

El relato de Biobío debe trascender la idea de “territorio productor” y posicionarse como **territorio que coopera, innova y exporta valor sostenible**. La colaboración jurídica es el medio para demostrar gobernanza, cumplimiento y legitimidad global.



## 9.5. Conclusión del Capítulo 9

El Biobío se encuentra en condiciones excepcionales para **transformar su base industrial en una plataforma de cooperación global**. La asociatividad territorial —sustentada en figuras jurídicas progresivas y gobernanza contractual clara— permite conectar la escala local con la global, el recurso con el mercado y la innovación con la inversión.

Los clusters industriales, las alianzas público-privadas y los consorcios tecnológicos no son estructuras administrativas: son **mecanismos de integración productiva y aprendizaje colectivo**. Cuando se articulan bajo principios de confianza, trazabilidad y valor compartido, generan competitividad y legitimidad simultáneamente.

El desafío regional no es producir hidrógeno verde, sino **organizar su ecosistema para sostenerlo**: una red de actores públicos, privados y académicos capaces de colaborar, invertir y gobernar juntos. Si el Biobío consolida este modelo, podrá proyectarse como **hub industrial multinodal del Cono Sur**, interconectado a las cadenas globales de combustibles, materiales y productos bajos en carbono, y reconocido internacionalmente por su capacidad de cooperación, innovación y sostenibilidad territorial.



## 10. Conclusiones y hoja de ruta

### 10.1. Síntesis de hallazgos

El estudio demuestra que el verdadero desafío del hidrógeno verde no es tecnológico ni financiero, sino **institucional y cooperativo**. En territorios industriales como el Biobío, donde convergen empresas, universidades, gobiernos locales y comunidades, la transición energética se concreta solo si los actores logran **coordinar sus decisiones y compartir sus riesgos**.

Las principales conclusiones se pueden sintetizar en cinco ejes:

- **La colaboración es la infraestructura invisible de la transición.** Sin cooperación efectiva no hay proyectos viables, ni inversión sostenible. Las figuras jurídicas —MoU, consorcios, JV, SPV o PPP— son los instrumentos que convierten la voluntad en acción.
- **La madurez de los proyectos depende de la madurez de las alianzas.** Los casos internacionales y regionales muestran que la secuencia contractual (MoU → JDA → SPV) permite avanzar sin sobrerregular ni improvisar. La confianza se construye con resultados verificables y reglas adaptativas.
- **La gobernanza contractual es el núcleo de la sostenibilidad.** Los modelos de gobernanza multinodal, las cláusulas críticas y el cumplimiento antitrust garantizan continuidad y transparencia. La confianza se preserva cuando existen mecanismos claros de decisión, control y aprendizaje.
- **La bancabilidad surge de la claridad jurídica y la trazabilidad ESG.** Los financiadores no exigen perfección técnica, sino estabilidad contractual, cumplimiento ambiental y valor territorial. Los proyectos colaborativos que demuestran estas condiciones se vuelven atractivos para capital verde global.
- **La asociatividad territorial es la vía hacia la integración global.** Los clusters industriales del Biobío pueden operar como nodos de un sistema multinodal de cooperación que une industria, academia y comunidad. Esta arquitectura convierte la región en un “hub industrial colaborativo” conectado a las cadenas globales de valor bajo en carbono.

En suma, el Biobío puede transformarse en un **territorio demostrativo de colaboración aplicada**, donde las figuras jurídicas dejan de ser marcos legales abstractos y se convierten en herramientas prácticas de desarrollo y competitividad.



## 10.2. Orientaciones estratégicas para el desarrollo territorial y la cooperación global

A partir de los hallazgos, se proponen seis orientaciones estratégicas que constituyen la base de una hoja de ruta regional replicable:

### 1. Institucionalizar la colaboración como política pública territorial

Incorporar la asociatividad y la gobernanza contractual en la planificación regional, articulando municipios, GORE, CORFO y actores industriales bajo un marco de cooperación permanente. Esto asegurará continuidad más allá de los ciclos políticos o de proyectos.

### 2. Consolidar una cartera regional de proyectos estructurados

Desarrollar una *pipeline* de iniciativas colaborativas con estructuras jurídicas y financieras prevalidadas, listas para presentar a inversionistas o fondos internacionales. La cartera “H<sub>2</sub>V Biobío Investment Portfolio” debe convertirse en una vitrina de proyectos bancables y trazables.

### 3. Crear un marco regional de certificación y monitoreo ESG

Establecer un sistema común de trazabilidad ambiental, social y de gobernanza (ESG) aplicable a todos los proyectos. Un sello “H<sub>2</sub>V Biobío Carbono Neutro” fortalecería la posición del territorio en mercados exigentes y facilitaría acceso a financiamiento verde.

### 4. Promover vehículos colaborativos de inversión

Impulsar SPV o PPP regionales que integren capital público, privado y multilateral. Estas estructuras permiten compartir riesgos, atraer tecnología y acelerar el cierre financiero de proyectos estratégicos.

### 5. Fortalecer las capacidades legales y contractuales locales

Capacitar a empresas, municipios y universidades en negociación, estructuración contractual y gestión de riesgos. La formación en gobernanza colaborativa será clave para sostener una cultura de cooperación territorial.

### 6. Desarrollar una diplomacia industrial del Biobío

Posicionar al Biobío como interlocutor internacional en la red global del hidrógeno verde. Firmar MoU interregionales, participar en foros y establecer relaciones con hubs de Europa, Asia y América fortalecerá la proyección global de la región.



## 10.3. Próximos pasos: institucionalización, difusión y monitoreo de la colaboración

La implementación de esta hoja de ruta requiere avanzar en tres planos complementarios:

### a. Institucionalización

Consolidar un **marco regional de gobernanza colaborativa**, compuesto por:

- Comité técnico interinstitucional para proyectos de hidrógeno y derivados.
- Plataforma digital de seguimiento contractual y reporte público.
- Secretaría técnica permanente para coordinación de clusters y alianzas.

Estas estructuras asegurarán la continuidad del aprendizaje y la trazabilidad de las decisiones.

### b. Difusión

El presente documento debe funcionar como **herramienta pública de gestión y referencia**, disponible para cualquier actor del territorio. Se recomienda su difusión mediante:

- Seminarios técnicos y talleres municipales.
- Guías prácticas derivadas (manuales breves por figura jurídica).
- Versión ejecutiva bilingüe (español–inglés) para promoción internacional.

### c. Monitoreo y evaluación

Definir un conjunto de indicadores para medir el avance de la colaboración territorial:

- Número de alianzas formalizadas (MoU, JV, consorcios).
- Monto de inversión canalizada mediante estructuras colaborativas.
- Impacto en empleo local, innovación y reducción de emisiones.
- Nivel de confianza institucional y satisfacción de actores participantes.

El monitoreo periódico permitirá **evaluar el impacto de la asociatividad en la transformación industrial regional**, convirtiendo este estudio en una herramienta viva de aprendizaje colectivo.



## 10.4. Conclusión final

El hidrógeno verde representa una oportunidad sin precedentes para transformar la economía productiva del Biobío. Pero esa oportunidad solo se concretará si el territorio logra articular un modelo de **cooperación institucional inteligente, transparente y sostenida en el tiempo**.

Las figuras jurídicas colaborativas —cuando se aplican con propósito, equilibrio y visión de largo plazo— son el lenguaje operativo de esa cooperación. Permiten traducir la confianza en contratos, los contratos en inversión y la inversión en desarrollo territorial.

En esa convergencia de derecho, economía y sostenibilidad reside la verdadera innovación: la de un territorio que no solo produce energía limpia, sino también **instituciones limpias, confiables y abiertas al mundo**.

