

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

Opciones de compensación de emisiones para la industria del Oil & Gas en Argentina

Autoría: Torok, Ana Laura

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Torok, A.(2025). “*Opciones de compensación de emisiones para la industria del Oil & Gas en Argentina*”. [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella.

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13922>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

TRABAJO FINAL – MAESTRIA EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Opciones de compensación de emisiones para
la industria del Oil & Gas en Argentina

2025

ALUMNA: Ana Laura Torok

TUTORA: Lorna Martin

Dedicatoria - Agradecimientos

Gracias a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente con este trabajo y con este camino que arrancó hace más de dos años llamado MbA.

No podría haberlo hecho sin familiares y amigos, que no solo entendieron mis ausencias, sino que cuando estaba cansada me motivaron a seguir adelante y redoblar el esfuerzo. En mis momentos de crisis, tengo la suerte de contar con personas invaluable.

Agradezco, además, a todos mis referentes técnicos. El tema de esta tesis demuestra solo una pequeña parte de un trabajo gigante que llevan adelante muchas personas. Trabajar en Sustentabilidad requiere, además de formación y profesionalismo, una voluntad de querer impactar en forma positiva y mejor al entorno y, tener la suerte de conocer y trabajar al lado de esas personas, es contagioso y transformador.

Por último, un especial agradecimiento a mi tutora. Ella es la combinación de los agradecimientos uno y dos. Alguien con especial vocación e inspiración, como así también alguien que estuvo siempre presente para que siga adelante con este trabajo y me dio el empujón final para terminar esta carrera.

Resumen Ejecutivo

El cambio climático ha emergido como uno de los principales desafíos globales del siglo XXI, y con ello, las industrias intensivas en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el petróleo y el gas, enfrentan una creciente presión para reconvertir sus modelos de negocio. En este contexto, los mecanismos de compensación de carbono se posicionan como una herramienta complementaria clave para alcanzar metas de descarbonización, especialmente en aquellos sectores donde la mitigación directa encuentra límites técnicos, económicos o temporales.

La presente tesis tiene como objetivo analizar el potencial de adopción de estrategias de compensación de carbono en la industria hidrocarburífera argentina, con foco en las operadoras que desarrollan actividad en la cuenca de Vaca Muerta. A partir de una revisión del contexto internacional y del marco normativo aplicable, se identifican buenas prácticas, barreras y oportunidades, con el fin de formular una propuesta estratégica adaptable a las condiciones locales.

El trabajo comienza con un recorrido conceptual sobre el cambio climático, los marcos de gobernanza global, y el surgimiento de los mercados voluntarios de carbono. Posteriormente, se describen los principales estándares de certificación y su aplicación en el diseño y validación de proyectos de compensación.

A continuación, se analizan casos internacionales de empresas petroleras como Shell, TotalEnergies, BP, Equinor y Repsol, que integran mecanismos de compensación en sus estrategias Net Zero, a través de soluciones basadas en la naturaleza (NBS), captura de carbono (CCS) y créditos certificados de terceros. Estos casos permiten comprender cómo se operacionalizan estas iniciativas, bajo qué marcos y con qué resultados.

El capítulo dedicado al caso argentino profundiza en el análisis del caso Vista, una empresa pionera en la región que ha establecido una meta de carbono neutralidad para 2026 y ha creado Aike, una compañía dedicada exclusivamente al desarrollo de proyectos NBS para la generación de créditos de carbono. También se explora el caso de Phoenix junto con la provincia de Misiones, como el pionero en una colaboración pública-privada para certificar bonos de carbono. Estas experiencias evidencian que, aún en contextos regulatorios inmaduros, es posible generar innovación climática desde el sector privado.

Como aporte original, la tesis propone un modelo estratégico de implementación de compensaciones aplicable a empresas que operan en Vaca Muerta, basado en cuatro fases: diagnóstico, diseño de estrategia, ejecución y monitoreo. Además, se formulan recomendaciones para políticas públicas que permitan escalar el uso de mecanismos de compensación en Argentina, inspiradas en experiencias internacionales.

Finalmente, se concluye que, para que la compensación de carbono sea una herramienta legítima, eficaz y sostenible, debe integrarse en el núcleo de la estrategia empresarial, complementarse con acciones de mitigación directa y respaldarse con marcos regulatorios que aseguren su integridad. Las empresas que logren combinar estas dimensiones no sólo estarán mejor posicionadas frente a las demandas del mercado, sino que podrán convertirse en protagonistas de una transición energética justa y alineada con los desafíos del siglo XXI.

Palabras clave

BONOS DE CARBONO

SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA DEL OIL & GAS

COMPENSACIÓN DE EMISIONES GEI

MERCADOS DE CARBONO

DESARROLLO SOSTENIBLE

FINANZAS SOSTENIBLES

INTRODUCCIÓN

La emergencia climática ha consolidado un nuevo paradigma global en el que la sostenibilidad ambiental y la descarbonización progresiva se posicionan como ejes estructurales de la transformación energética. Este proceso, acelerado por compromisos internacionales como el Acuerdo de París y los lineamientos del IPCC¹, plantea un desafío particular para sectores intensivos en emisiones como la industria del petróleo y gas, que deben redefinir su estrategia operativa para asegurar su viabilidad en el largo plazo.

En este contexto, los mecanismos de compensación de carbono se vuelven herramientas relevantes para complementar los esfuerzos de mitigación directa. Estos mecanismos permiten neutralizar emisiones residuales a través de proyectos que capturan, almacenan o evitan la liberación de gases de efecto invernadero (GEI), ya sea mediante soluciones basadas en la naturaleza, como la reforestación o la conservación de ecosistemas, o mediante tecnologías como la captura y almacenamiento de carbono (CCUS).

A nivel internacional, diversas compañías del sector han incorporado estrategias de compensación como parte de sus compromisos Net Zero. Empresas como TotalEnergies, Shell, Equinor y BP han desarrollado portafolios de proyectos que integran créditos de carbono voluntarios, iniciativas de captura tecnológica o alianzas con esquemas de certificación reconocidos. En muchos casos, estas acciones también responden a una demanda creciente por parte de inversores institucionales, reguladores y consumidores que exigen un alineamiento con los objetivos climáticos.

Argentina, como país productor de hidrocarburos, enfrenta el desafío de compatibilizar su desarrollo energético con sus compromisos de reducción de emisiones. En particular, el desarrollo no convencional de Vaca Muerta ha generado un crecimiento significativo de la actividad upstream, lo que a su vez ha elevado las emisiones asociadas a la explotación. Si bien existen esfuerzos por parte de algunas operadoras para mejorar la eficiencia y reducir emisiones directas —por ejemplo, mediante la disminución de venteo y quema o el uso de energías renovables en operaciones—, los mecanismos de compensación no han sido aun plenamente explorados en el contexto local.

En el presente trabajo se propone analizar las alternativas de compensación de carbono que podrían ser aplicables a la industria del petróleo y gas en Argentina, considerando tanto los aspectos técnicos y económicos como los marcos regulatorios y la experiencia internacional. Se buscará, además, identificar oportunidades concretas de aplicación en la región de Vaca Muerta, evaluando su factibilidad y aporte potencial a los compromisos de reducción de emisiones.

¹ IPCC: El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el principal órgano internacional para la evaluación del cambio climático. Fue creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1988 para ofrecer al mundo una visión científica clara del estado actual de los conocimientos sobre el cambio climático y sus posibles repercusiones medioambientales y socioeconómicas. El IPCC es un órgano científico que se encarga de examinar y evaluar la más reciente bibliografía científica, técnica y socioeconómica relacionada con la comprensión del cambio climático y producida en todo el mundo.

Preguntas de Investigación

¿Qué mecanismos de compensación de carbono están actualmente disponibles y cuáles han sido adoptados por la industria del petróleo y gas a nivel global?

¿Cuál es el marco normativo vigente en Argentina en relación con las compensaciones de carbono y qué oportunidades o limitaciones presenta?

¿Qué estrategias de compensación podrían ser aplicables a las operadoras que desarrollan actividades en Vaca Muerta?

¿Cuál sería el impacto técnico, económico y ambiental para la República Argentina de implementar un esquema de compensación de carbono en el sector hidrocarburífero argentino?

Objetivo general

Analizar las alternativas de compensación de emisiones de carbono aplicables a la industria del petróleo y gas, con foco en el caso argentino y el desarrollo de Vaca Muerta, evaluando su viabilidad técnica, económica y regulatoria para contribuir al cumplimiento de los compromisos climáticos nacionales.

Objetivos específicos

- Relevar los principales mecanismos de compensación de carbono vigentes a nivel internacional.
- Identificar y analizar casos de implementación en empresas líderes del sector energético.
- Describir y evaluar el marco normativo argentino vinculado a las emisiones y compensaciones de GEI.
- Analizar el potencial de aplicación de mecanismos de compensación en Vaca Muerta.
- Proponer un modelo estratégico adaptado al contexto argentino para la implementación de compensaciones en el sector petrolero.

Metodología de la investigación

La investigación adopta un enfoque cualitativo y exploratorio, con una estrategia de análisis documental y de casos. En primer lugar, se realizará un relevamiento de literatura académica, informes técnicos y documentos normativos relacionados con los mecanismos de compensación de carbono, incluyendo tanto esquemas de mercado voluntario como regulado. En segundo lugar, se analizarán casos

internacionales de empresas del sector que hayan implementado este tipo de estrategias, prestando especial atención a los mecanismos adoptados, su impacto medido y su replicabilidad.

A nivel nacional, se examinará el marco regulatorio argentino y los compromisos climáticos vigentes, así como la situación actual de las operadoras en la cuenca neuquina, a partir de fuentes públicas, documentos institucionales y entrevistas a actores clave del sector.

Finalmente, se propondrá un modelo estratégico de compensación de emisiones aplicable al contexto argentino, evaluando su viabilidad y aportes potenciales desde una perspectiva técnica, ambiental y económica.

Índice

| | |
|--|----|
| Dedicatoria - Agradecimientos | 1 |
| Resumen Ejecutivo | 2 |
| Palabras clave | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| Preguntas de Investigación..... | 5 |
| Objetivo general | 5 |
| Objetivos específicos | 5 |
| Metodología de la investigación..... | 5 |
| Índice | 7 |
| Lista de tablas | 9 |
| Lista de ilustraciones | 9 |
| MARCO TEORICO | 10 |
| Capítulo 1. Contexto climático y fundamentos de la compensación de carbono | 10 |
| 1.1 Cambio climático y responsabilidad del sector energético | 10 |
| 1.2 Emisiones y marcos de contabilización: alcance y categorización..... | 10 |
| 1.3 Compensaciones de carbono: definición y mecanismos disponibles | 12 |
| 1.4 Mercados de carbono obligatorios y voluntarios | 13 |
| 1.5 Soluciones tecnológicas y basadas en la naturaleza | 17 |
| 1.6 Estándares de certificación y criterios de integridad. Caso Verra | 19 |
| Funcionamiento de una certificación internacional: el caso de Verra..... | 20 |
| 1.7 Criterios de selección para una estrategia empresarial..... | 21 |
| 1.8 Limitaciones, riesgos y debates actuales | 21 |
| Capítulo 2. Casos Internacionales: Estrategias Climáticas y Mecanismos de Compensación en la Industria del Petróleo y Gas..... | 21 |
| 2.1 Normativa y lineamientos internacionales relevantes | 21 |
| 2.2 Compromisos climáticos en el sector petrolero internacional | 24 |
| 2.1.1 Shell | 30 |
| 2.1.2 TotalEnergies | 31 |
| 2.1.3 BP..... | 31 |
| 2.1.4 Equinor | 32 |
| 2.1.5 Repsol | 33 |

| | |
|---|----|
| 2.2 Mecanismos de compensación aplicados por las compañías..... | 33 |
| 2.2.1 Shell | 34 |
| 2.2.2 TotalEnergies | 34 |
| 2.2.3 BP | 34 |
| 2.2.4 Equinor | 34 |
| 2.2.5 Repsol | 35 |
| 2.3 Análisis de los casos internacionales | 35 |
| Capítulo 3. El Caso Argentino: Oportunidades de Compensación en la industria del Petróleo y Gas | 36 |
| 3.1 Situación normativa en Argentina | 36 |
| 3.2 Estrategias climáticas de las principales operadoras..... | 37 |
| 3.3 El caso Vista y Aike: integración de NBS en la estrategia climática | 39 |
| 3.4 El caso Phoenix Global Resources junto con la provincia de Misiones..... | 41 |
| 3.4 Barreras estructurales y oportunidades emergentes | 46 |
| 3.5 Escenarios futuros para la compensación en Vaca Muerta..... | 46 |
| INVESTIGACION EMPIRICA-DOCUMENTAL..... | 47 |
| Capítulo 4. Propuesta de Modelo Estratégico para la Implementación de Compensaciones de Carbono en la Industria del Petróleo y Gas en Argentina | 47 |
| 4.1 Introducción metodológica..... | 47 |
| 4.2 Ejes temáticos y preguntas orientadoras | 48 |
| 4.3 Resultados y análisis emergente..... | 49 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 51 |
| Capítulo 5. Modelo propuesto, recomendaciones para políticas públicas y conclusiones | 51 |
| 5.1 Modelo Estratégico Integral propuesto..... | 51 |
| 5.1.1 Principios rectores del modelo propuesto..... | 51 |
| 5.1.2 Fases del modelo de implementación | 52 |
| 5.1.3 Estructura organizacional recomendada | 53 |
| 5.1.4 Herramientas complementarias | 53 |
| 5.1.5 Escalabilidad y replicabilidad del modelo | 53 |
| 5.2 Recomendaciones para políticas públicas en Argentina..... | 54 |
| 5.3 CONCLUSIONES | 55 |
| LISTA DE REFERENCIAS | 57 |
| Bibliografía..... | 57 |
| Glosario..... | 59 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 - Mercados de carbono regulados y voluntarios..... | 15 |
| Tabla 2 - Resumen de los principales compromisos de descarbonización | 29 |
| Tabla 3 - Comparación de los enfoques de las Majors | 35 |

Lista de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 - Alcances de las emisiones GEI en la industria del Oil & Gas | 11 |
| Ilustración 2 - Inventario GEI Nacional 2022 | 12 |
| Ilustración 3 - Instrumentos de precio al carbono..... | 17 |
| Ilustración 4 - Evolución de los consumos energéticos mundiales..... | 23 |
| Ilustración 5 - Las 10 principales Majors y su producción neta | 28 |
| Ilustración 6 - Posicionamiento estratégico de las Majors | 29 |
| Ilustración 7 - Estrategia de Transición Energética de Shell | 30 |
| Ilustración 8 - TotalEnergies mix de ventas proyectado a 2050 | 31 |
| Ilustración 9 - Objetivos de BP para alcanzar la carbono neutralidad en sus distintos segmentos..... | 32 |
| Ilustración 10 - Pilares estratégicos de la transición energética de Equinor | 32 |
| Ilustración 11 - Pilares de la descarbonización Repsol | 33 |
| Ilustración 12 - Pilares de la T.E de YPF | 38 |
| Ilustración 13 - Mapa de proyectos de AIKE Fuente..... | 40 |

MARCO TEORICO

Capítulo 1. Contexto climático y fundamentos de la compensación de carbono

1.1 Cambio climático y responsabilidad del sector energético

El cambio climático se ha convertido en uno de los principales tópicos en la agenda internacional. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señala que limitar el aumento de la temperatura global por debajo de 1,5 °C requiere una transformación sin precedentes en los sistemas energéticos, productivos y de consumo (IPCC, Calentamiento global de 1,5°C, 2019). En este marco, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del uso de combustibles fósiles representan la principal fuente de calentamiento global. El 80% de la energía mundial que se genera es partir de una fuente fósil (carbón, petróleo y gas), que a la vez representa un 40% de las emisiones de CO₂ globales. Es el sector con mayor emisión de dióxido de carbono y por detrás se ubican los sectores de Industria y Transporte respectivamente, representando un 23% de las emisiones de CO₂ cada uno. (IEA, 2024)

La industria del petróleo y gas tiene un rol dual: por un lado, provee insumos fundamentales para el desarrollo económico y la seguridad energética, y por otro, es una fuente significativa de emisiones, especialmente en los segmentos de exploración, producción y refinación. En consecuencia, las estrategias climáticas del sector deben contemplar acciones de mitigación directa —como la mejora de la eficiencia energética, la electrificación de operaciones, y la reducción de emisiones fugitivas de metano—, así como mecanismos complementarios, entre los cuales se encuentran las compensaciones de carbono.

1.2 Emisiones y marcos de contabilización: alcance y categorización

Para entender el abordaje de las estrategias de compensación, es clave distinguir los diferentes tipos de emisiones:

Emisiones de alcance 1: emisiones directas provenientes de fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa (por ejemplo, quema de combustibles en equipos o emisiones fugitivas de metano).

Emisiones de alcance 2: emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad, vapor o calor adquirido a terceros por la empresa.

Emisiones de alcance 3: todas las demás emisiones indirectas que ocurren en la cadena de valor, incluyendo transporte, uso del producto vendido o disposición final.

Esta clasificación es empleada por estándares internacionales como el GHG Protocol, ampliamente adoptado en reportes corporativos de sostenibilidad y en el diseño de estrategias Net Zero. (Institute, s.f.)

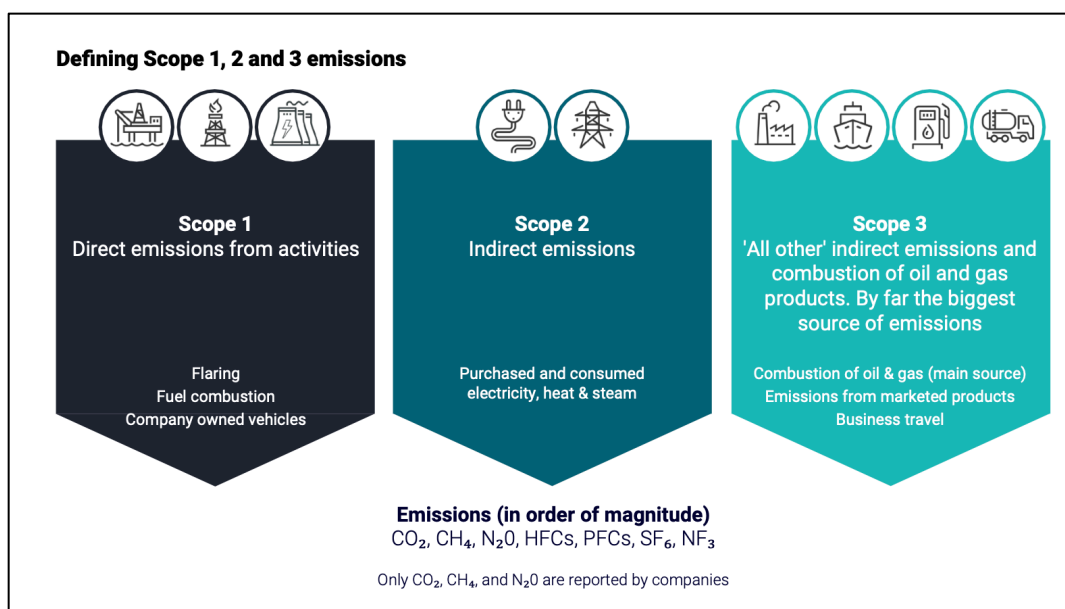


Ilustración 1 - Alcances de las emisiones GEI en la industria del Oil & Gas

(Fuente: GHG Protocol)

En Argentina, el sector de energía representa más del 50% de las emisiones totales de GEI, siendo Vaca Muerta una región clave en términos de crecimiento proyectado de actividad hidrocarburífera.

La Subsecretaría de Medio Ambiente de la Nación desarrolla un Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Monitoreo de Medidas de Mitigación, al que puede accederse de forma online. En aquel encontramos que los últimos datos procesados son del 2022. (Ambiente, 2022)

En el 2022 la Argentina emitió 400,92 MtCO₂e, de las cuales 200,37 MtCO₂e corresponden al sector de la energía, es decir un 50%. El sector de la energía incluye todas las emisiones GEI que emanan de la combustión y las fugas de combustibles. Las emisiones de usos no energéticos de combustibles no suelen incluirse en este sector, sino que se declaran dentro de Procesos Industriales y uso de Productos.

El 25,5% provino del sector Agricultura y Ganadería y el 12,8% de otros usos de la tierra y silvicultura. En estos sectores se incluyen las emisiones y absorciones de tierras forestales, tierras de cultivos, pastizales, y otros tipos de uso de la tierra. También incluye las emisiones por la gestión de ganado vivo y de estiércol, las emisiones de los suelos gestionados y las emisiones de las aplicaciones de fertilizantes. En total fueron 153,59 MtCO₂e. El otro 5,9% que representan 23,64 MtCO₂e provinieron del sector de Procesos Industriales y uso de productos. Este sector incluye todas las emisiones GEI generadas como resultados de la reacción entre materias primas empleadas en diferentes procesos químicos.

Por último, el 5,8% restante provino del sector de Residuos y fueron en total 23,31 MtCO₂e. Este sector incluye las emisiones GEI que se genera debido a la disposición, tratamiento y gestión de residuos sólidos y aguas residuales.

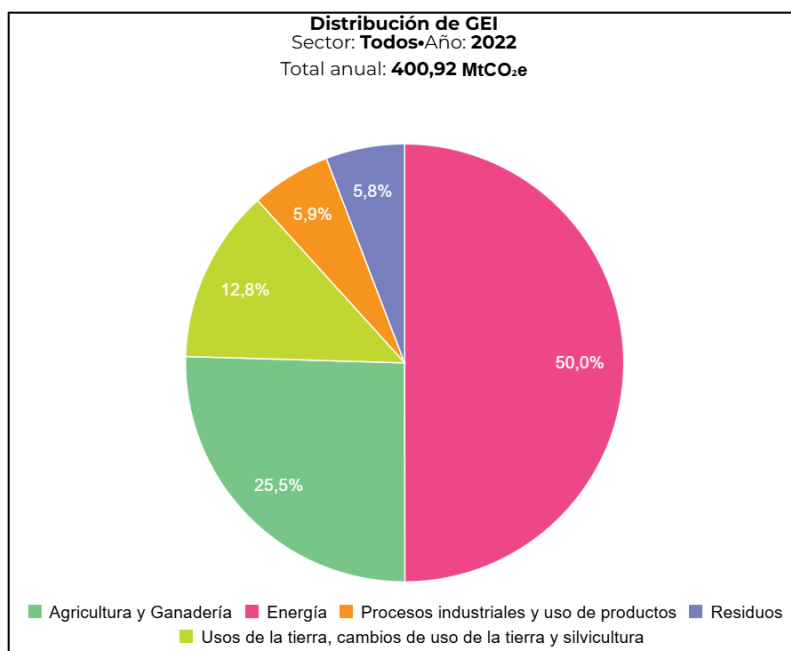


Ilustración 2 - Inventario GEI Nacional 2022

(Fuente: Subsecretaría de Medio Ambiente de Nación)

1.3 Compensaciones de carbono: definición y mecanismos disponibles

Las compensaciones de carbono son instrumentos que permiten neutralizar emisiones residuales mediante la adquisición o generación de créditos equivalentes a reducciones o absorciones de GEI realizadas por terceros. Estas reducciones pueden provenir de proyectos que evitan emisiones, como las energías renovables o la captura de metano, o proyectos que remueven CO₂ de la atmósfera, como la reforestación o la captura directa, o mejoran sumideros naturales existentes como la conservación de humedales. Estos últimos proyectos pueden ser catalogados como soluciones tecnológicas o soluciones basadas en la naturaleza. Ambos tipos de soluciones pueden formar parte de mercados de carbono.

Los mercados de carbono son instrumentos de política climática que asignan un valor monetario a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para incentivar su reducción. En esencia, se trata de sistemas de compra-venta de unidades de carbono, donde cada unidad representa una tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) emitida o reducida. (Iberdrola, s.f.)

La elección entre soluciones tecnológicas o naturales, y entre mercados obligatorios o voluntarios, depende del perfil del emisor, sus objetivos climáticos, el entorno normativo y la disponibilidad de proyectos. En el caso del sector petrolero y gasífero, donde ciertas emisiones son difíciles de eliminar en el corto plazo, la combinación estratégica de ambos enfoques se presenta como una vía viable para avanzar hacia la neutralidad de carbono.

1.4 Mercados de carbono obligatorios y voluntarios

Existen dos modalidades principales de mercados de carbono: mercados regulados (obligatorios) y mercados voluntarios. Ambas comparten la métrica común de la tonelada de CO₂e, pero difieren ampliamente en sus objetivos, mecanismos de funcionamiento, actores participantes y marco normativo.

A continuación, se describen las características generales de cada tipo y su evolución histórica a nivel global.

Mercados regulados

En estos mercados –también conocidos como mercados de cumplimiento– una autoridad (gubernamental, sea nacional, regional o supranacional) impone un límite máximo (cap) a las emisiones totales de ciertos sectores económicos, y emite permisos negociables para dichas emisiones. Estos permisos, denominados derechos de emisión, autorizan a su titular a emitir una tonelada de CO₂ equivalente cada uno. El total de derechos emitidos se corresponde con el tope de emisiones fijado, y pueden asignarse inicialmente de forma gratuita (por ejemplo, según emisiones históricas) o mediante subastas a los participantes del mercado. Las entidades sujetas al régimen (típicamente empresas industriales, energéticas o de transporte) deben monitorear sus emisiones y entregar anualmente suficientes derechos de emisión para cubrirlas; si emiten por debajo de su cuota, pueden vender sus permisos excedentes, y si emiten por encima, deben comprar derechos adicionales en el mercado. (Iberdrola, s.f.) Este enfoque –conocido como sistema de comercio de emisiones o ETS (por Emissions Trading System)– crea una oferta y demanda de derechos de emisión que establece un precio de mercado del carbono, el cual fluctúa según la escasez de permisos y el costo de reducir emisiones. El precio actúa como señal económica: encarece el contaminar e incentiva a las empresas a invertir en reducciones donde sea más rentable, logrando las metas ambientales al menor costo global. Además, los gobiernos pueden recaudar ingresos significativos si subastan parte de los derechos, fondos que pueden destinarse a la transición energética y proyectos climáticos. En suma, un mercado regulado bien diseñado permite cumplir objetivos de mitigación de forma eficiente y ha demostrado su efectividad para fomentar la acción climática en grandes emisores.

El primer ETS a gran escala entró en vigor en la Unión Europea en 2005 (EU ETS) en el marco del Protocolo de Kioto. (Iberdrola, s.f.) Desde entonces, los mercados regulados de carbono se han expandido notablemente. A 2023 existían 34 sistemas ETS activos en distintas jurisdicciones del mundo, incluidos países y regiones como Reino Unido, China, Nueva Zelanda, Corea del Sur, California, Quebec, entre otros. Estos sistemas cubren aproximadamente 17% de las emisiones globales de GEI, en economías que representan más de la mitad del PIB mundial. Si se consideran también los impuestos al carbono (otra forma de fijar precio a las emisiones, aunque no son “mercados” de intercambio), en total hay 80 instrumentos de precio al carbono implementados globalmente, lo que supone que alrededor del 28% de las emisiones mundiales están hoy sujetas a algún precio por emitir GEI. (Group) La adopción de mecanismos de carbono se ha acelerado: todas las grandes economías de ingresos medianos han implementado o están considerando algún instrumento de fijación de precio, siendo los ETS la opción más común entre los nuevos esquemas. En 2024, la recaudación global derivada de los mercados de carbono (incluyendo subastas de ETS e impuestos) superó los USD 100.000 millones anuales, más de la mitad de

los cuales se reinvierten en proyectos ambientales, infraestructura verde y desarrollo sostenible. (Group) Cabe destacar que el EU ETS europeo se ha consolidado como el mayor mercado de carbono regulado por valor y volumen de transacciones, aportando por sí solo ~41% de toda la recaudación global de los ETS hasta 2021, mientras que por alcance de emisiones el mayor es el recientemente implementado ETS nacional de China (que cubre ~4,5 GtCO₂ anuales). Los mercados regulados han evolucionado a través de fases y reformas: por ejemplo, tras problemas iniciales de sobreasignación de permisos y precios de carbono muy bajos en sus primeras fases, el EU ETS y otros sistemas introdujeron mecanismos de estabilidad (como reservas de mercado) para corregir excesos de oferta. En la actualidad, mantener un precio de carbono suficientemente sólido y predecible es un objetivo central, pues se espera que aumente de forma constante para desincentivar las emisiones e impulsar la inversión en tecnologías limpias.

Mercados voluntarios

Estos mercados voluntarios de carbono operan fuera de obligaciones legales: permiten la compra y venta de créditos de carbono de forma voluntaria por parte de gobiernos, empresas o individuos que desean compensar sus emisiones o invertir en mitigación climática por iniciativa propia. Un crédito de carbono voluntario corresponde típicamente a una tonelada de CO₂ evitada o removida de la atmósfera gracias a un proyecto específico, como por ejemplo proyectos de energías renovables, eficiencia energética, reforestación y conservación de bosques (sumideros naturales de carbono) o tecnologías de captura y almacenamiento de carbono. Estos proyectos se desarrollan al margen de las obligaciones de reducción oficiales, por lo que para que sus reducciones sean creíbles deben ser adicionales (es decir, que no habrían ocurrido de no mediar la financiación por venta de créditos) y estar verificadas por estándares independientes. (BBVA, s.f.) Existen diversos estándares de certificación internacionales (como, por ejemplo, Verra/VCS, Gold Standard, etc.) que evalúan la metodología de cálculo de reducciones y emiten los créditos correspondientes, evitando también la doble contabilidad (que un mismo ahorro de emisiones sea reclamado simultáneamente por el proyecto y por el país anfitrión). Los créditos así emitidos pueden transitar por intermediarios y mercados secundarios, hasta que un comprador final (por ejemplo, una empresa con metas de carbono neutral) los retira del mercado (es decir, los cancela) para reclamar la reducción de emisiones asociada en su propio inventario de GEI. De este modo, los mercados voluntarios funcionan en paralelo a los regulados: no están impulsados por leyes sino por compromisos voluntarios de clima o responsabilidad social, y permiten canalizar financiación privada hacia proyectos climáticos más allá de las metas oficiales. Organizaciones de todo tipo —desde grandes corporaciones hasta PYMEs e incluso particulares— participan en este mercado para asumir voluntariamente parte de su huella de carbono.

A diferencia de los ETS regulados, donde todos los derechos de emisión son homogéneos, en el mercado voluntario cada crédito de carbono es único, definido por el tipo de proyecto, su ubicación, y co-beneficios sociales o ambientales adicionales que genere (por ejemplo, conservación de biodiversidad, desarrollo comunitario). Esto introduce variabilidad en los precios: los créditos voluntarios no tienen un precio único de mercado, sino que dependen de su calidad y atributos.

En 2022, los precios de créditos oscilaron desde menos de \$1 USD por tonelada (proyectos antiguos con baja demanda o beneficios mínimos) hasta más de \$20 USD/t en proyectos muy valorados por su integridad y co-beneficios (por ejemplo, restauración forestal con beneficios a ecosistemas). El precio

promedio ponderado en 2022 se estimó alrededor de \$8/tCO₂e, aunque se proyecta al alza a medida que aumenta la demanda corporativa, se agotan créditos baratos y se elevan los estándares de calidad.

Un desafío importante de estos mercados es garantizar la integridad y transparencia, dado que no hay un regulador único: se han identificado casos de créditos de dudosa adicionalidad o sobreestimación de reducciones. Para contrarrestar estos problemas, la comunidad internacional ha lanzado iniciativas como el Integrity Council for Voluntary Carbon Markets (ICVCM) y la Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative (VCMI), que buscan establecer directrices y criterios uniformes de alta calidad para los créditos y guiar tanto la oferta (proyectos) como la demanda (uso responsable por compradores) en los mercados voluntarios. (UNDP, 2022) Asimismo, el Artículo 6 del Acuerdo de París (2015) proporciona un nuevo marco para que países intercambien reducciones de emisiones de forma regulada internacionalmente, lo que a futuro podría influir y alinear parte del mercado voluntario bajo mecanismos de cumplimiento global (por ejemplo, permitiendo a las empresas financiar reducciones en otro país con autorización de ambos gobiernos, asegurando que solo uno contabilice dicha reducción). No obstante, esas reglas internacionales aún se están implementando y los mercados voluntarios actuales siguen mayormente operando en el sector privado con autorregulación.

Los mercados voluntarios de carbono existen desde finales de los años 90, pero durante mucho tiempo fueron de escala relativamente reducida en comparación con los de cumplimiento. En los últimos años han cobrado gran impulso debido al aumento de compromisos corporativos de cero emisiones netas y a la conciencia climática. Por ejemplo, entre 2019 y 2021 la emisión anual de créditos voluntarios creció 116% y la demanda un 130%, marcando un despegue acelerado. El valor total transado alcanzó un récord: solo en 2021 el mercado voluntario movió cerca de \$2.000 millones de dólares, aproximadamente el cuádruple del volumen de 2020. (team, s.f.) Este crecimiento fue impulsado principalmente por un auge en proyectos de soluciones basadas en la naturaleza (como reforestación y protección de bosques) y mayores precios pagados por créditos con beneficios adicionales. Sin embargo, a partir de 2022-2023 el ritmo de crecimiento se ha moderado; informes recientes señalan que la demanda por créditos voluntarios se estancó en 2023 mientras que la demanda de créditos de mercados de cumplimiento (por ejemplo, empresas comprando créditos para cumplir obligaciones regulatorias) casi se triplicó en el último año. Esto sugiere que los mercados voluntarios enfrentan incertidumbres –como debates sobre la credibilidad de ciertos créditos y la falta de estandarización– que deberán resolverse para sostener su expansión. Aun así, en términos acumulados estos mercados han canalizado miles de millones de dólares hacia proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo y sectores no cubiertos por regulaciones, constituyendo una valiosa fuente complementaria de financiamiento climático.

En la siguiente tabla, se comparan las principales características de cada tipo de Mercado:

Tabla 1 - Mercados de carbono regulados y voluntarios

(Fuente: elaboración propia)

| CARACTERÍSTICAS | MERC. REGULADOS | MERC. VOLUNTARIOS |
|-----------------|---|--|
| Marco legal | Establecidos por ley o regulación gubernamental; participación obligatoria para sectores/empresas designadas. | No dependen de leyes: participación voluntaria de actores que deciden compensar emisiones por iniciativa propia. |

| | | |
|--|---|---|
| Unidad | Derechos de emisión que autorizan a emitir 1 tCO ₂ e dentro de un tope establecido. Son homogéneos e intercambiables dentro del sistema. | Créditos de carbono que representan 1 tCO ₂ e reducida o removida por un proyecto específico más allá de la regulación. Varían según tipo de proyecto, estándar y co-beneficios |
| Origen de las unidades | La autoridad fija un tope de emisiones (“cap”) y emite una cantidad equivalente de permisos, que asigna por subastas o gratuitamente a las entidades reguladas. | Desarrolladores implementan proyectos de reducción/absorción de GEI (p.ej. renovables, forestales) que son validados por estándares verificadores; cada tonelada mitigada genera un crédito vendible. |
| Participantes principales | Gobiernos (diseñan y regulan el ETS); empresas emisoras de sectores cubiertos (obligadas a entregar permisos); entidades financieras e inversionistas (operan en mercados de carbono secundarios). | Desarrolladores de proyectos (ONG, empresas, comunidades locales); estándares/verificadores independientes (certifican créditos); compradores voluntarios (corporaciones que compensan huella, instituciones, individuos) e intermediarios (brokers, bolsas voluntarias). |
| Objetivo central | Cumplir objetivos de reducción de emisiones fijados por política climática (nacional o regional) de forma costo-efectiva y con certeza ambiental (el cap garantiza un límite absoluto). También generar señales de precio para impulsar tecnologías limpias. | Neutralizar o compensar emisiones no reguladas para alcanzar metas voluntarias (ej. carbono neutral corporativo) y canalizar inversión privada a proyectos sostenibles. No garantizan reducción absoluta global (evitan emisiones adicionales, pero fuera de un cap obligatorio). |
| Ámbito y ejemplos | Cobertura sectorial definida por ley (p. ej., generación eléctrica, gran industria, aviación en EU ETS). Actualmente ~17% de las emisiones globales están bajo ETS; ejs.: EU ETS (UE), RGGI (este de EE. UU.), ETS China, Sistema de Nueva Zelanda, etc. Vinculados a compromisos internacionales (Acuerdo de París). | Sin limitación geográfica o sectorial fija: proyectos en cualquier país/sector no cubierto por ETS. Volumen global más pequeño (p.ej. ~ \$2 mil millones en 2021) pero creciente. Ejemplos: proyectos certificados por Verra, Gold Standard, iniciativas REDD+ de protección forestal, programas corporativos de compensación, etc. |
| Régimen de precios e integridad | Precio del carbono establecido por el mercado según oferta-demanda de permisos bajo el cap; suele aumentar conforme se endurece el tope de emisiones. Supervisado por autoridades (verificación obligatoria de emisiones y | Precios libres y heterogéneos según tipo/calidad de créditos (no hay un único precio de equilibrio). Transacciones mayormente OTC (no estandarizadas); transparencia |

| | | |
|--|---|---|
| | sanciones por incumplimiento). Alta integridad ambiental por diseño (el límite de emisiones se cumple por enforcement legal). | limitada, riesgo de greenwashing si créditos de baja calidad. La integridad depende de estándares voluntarios rigurosos e iniciativas de transparencia (ICVCM, VCMI) más que de una regulación gubernamental. |
|--|---|---|

En el caso de la industria del petróleo y gas, muchas compañías integran compensaciones como una herramienta para cubrir emisiones de alcance 1 y 2 difíciles de eliminar o como parte de productos “carbono neutro” ofrecidos a clientes.

En el siguiente esquema se pueden observar todos los instrumentos disponibles para fijar un precio al carbono, incluyendo ambos tipos de mercados explicados anteriormente:

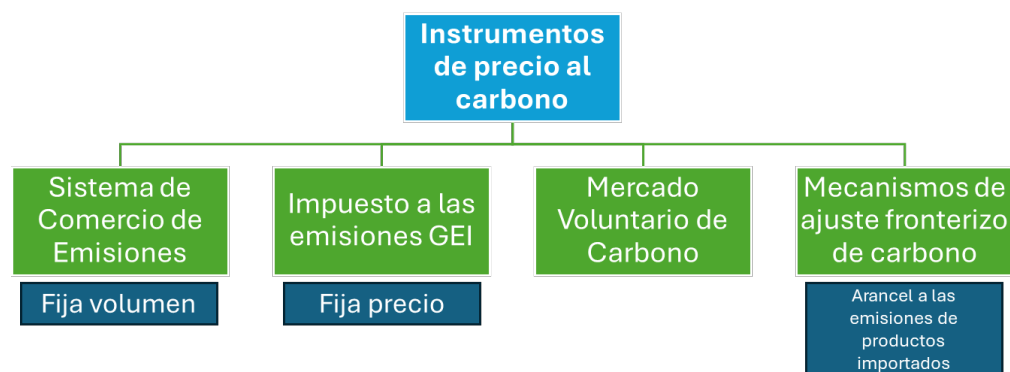


Ilustración 3 - Instrumentos de precio al carbono

(Fuente: elaboración propia)

1.5 Soluciones tecnológicas y basadas en la naturaleza

Como se mencionó anteriormente, los proyectos de compensación pueden clasificarse según el tipo de intervención y la tecnología empleada. Podríamos clasificar este tipo de proyectos en dos grandes categorías:

- **Soluciones tecnológicas:** incluyen la captura y almacenamiento de carbono (CCUS), la captura directa del aire (DAC) y proyectos de bioenergía con captura de carbono (BECCS). Estas tecnologías son costosas y aún se encuentran en proceso de escalamiento, pero representan una alternativa relevante para sectores difíciles de descarbonizar.
 - **CCUS:** *Carbon Capture, Utilisation and Storage* (CCUS) comprende la captura de CO₂ en puntos de emisión industriales (centrales eléctricas, refinerías, plantas químicas), su transporte y su inyección en formaciones geológicas profundas para su almacenamiento

permanente. En 2023 operaron cerca de diez instalaciones a gran escala (capacidad de captura > 100 000 tCO₂/año) e incluyeron proyectos en EE. UU. (Blue Flint, Linde Clear Lake) y China (Jiling Petrochemical, CNOOC Enping, Guanghui Energy, China Energy Taizhou). Aunque el CCUS ha madurado en varias industrias, enfrenta altos costos unitarios (USD 50–150/tCO₂ capturado), dependencia de infraestructura de transporte (gasoductos, buques) y necesidad de seguros regulatorios y sociales que garanticen la aceptación de proyectos de inyección subterránea. Los marcos de incentivos y los mercados de carbono que internalizan el precio del CO₂ son clave para mejorar la viabilidad económica a medida que el precio del carbono sube. (IEA, 2024)

- **DAC:** *Direct Air Capture* (DAC) extrae CO₂ directamente del aire ambiente mediante tecnologías de adsorción en sólidos o absorción en líquidos. (IEA, 2024) A la fecha, solo tres plantas alcanzan tasas $\geq 1\ 000$ tCO₂/año: Climeworks Orca en Islandia, Global Thermostat en Colorado y la primera planta de Heirloom en California. El proyecto Mammoth de Climeworks —instalado con doce módulos— alcanzará 36 000 tCO₂/año al completarse en 2024. Si bien el DAC permite capturar emisiones difusas e históricas, su coste actual (USD 200–600/tCO₂) y su elevada demanda de energía limpia condicionan su escalado masivo. (Climeworks, 2024)
- **BECCS:** *Bioenergy with Carbon Capture and Storage* (BECCS) combina la generación de energía a partir de biomasa con la captura y almacenamiento del CO₂ emitido, produciendo emisiones netas negativas. Para 2030, se proyecta la captura de 30 MtCO₂ de fuentes biogénicas en centrales de calor y energía, mayoritariamente en plantas dedicadas a biopoder (> 80%) y el resto en plantas de residuos energéticos. (IEA, 2024) El IPCC sitúa la capacidad técnica mundial de BECCS en un rango de 0,4 a 11,3 GtCO₂/año entre 2030 y 2050, dependiendo del precio del carbono (\leq USD 100/tCO₂) y del desarrollo de cadenas sostenibles de biomasa. (IPCC, Climate Change 2023, 2023)
- **Soluciones basadas en la naturaleza (NBS):** emplean procesos naturales para secuestrar el carbono, generando además co-beneficios ecosistémicos. Como contracara, enfrentan desafíos en términos de permanencia, medición y posibles conflictos de uso del suelo. Entre las principales categorías están:
 - Reforestación y aforestación
 - REDD+ (Reducción de la deforestación y degradación forestal)
 - Restauración de humedales y manglares
 - Agricultura regenerativa y manejo de suelos

El IPCC estima que la reforestación podría aportar entre 0,5 y 10,1 GtCO₂/año, mientras que la mejora del carbono en suelos agrícolas y pastizales puede aportar otros 0,4–8,6 GtCO₂/año en el periodo 2030–2050. (IPCC, 2022)

Ambas estrategias requieren marcos de certificación robustos y monitoreo independiente para garantizar la integridad ambiental de los créditos generados.

A la vez los proyectos pueden ser categorizados en:

1. Proyectos de reducción o evitación de emisiones:

- Energías renovables (solar, eólica, hidroeléctrica)
- Captura de metano en rellenos sanitarios o en operaciones de oil & gas
- Cambio de combustible o eficiencia energética
- Sustitución de cocinas de biomasa por tecnologías limpias

2. Proyectos de remoción de carbono:

- Reforestación y forestación
- Manejo forestal mejorado
- Agricultura regenerativa y conservación de suelos
- Captura directa del aire (DAC)
- Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS)

3. Proyectos híbridos y basados en la naturaleza:

- Restauración de humedales y manglares
- Conservación de bosques con alto valor de carbono (REDD+)
- Secuestro de carbono en pastizales o agroecosistemas

Para el sector del petróleo y gas, los más relevantes son:

- Captura de metano en instalaciones (ej. en compresores, venteo, pozos abandonados)
- Proyectos de CCUS integrados a la operación
- Inversiones en soluciones basadas en la naturaleza (NBS) con co-beneficios reputacionales

La implementación de estrategias climáticas en sectores emisores intensivos, como el petróleo y gas, requiere una combinación de acciones de mitigación directa y mecanismos de compensación para abordar las emisiones residuales. En este contexto, los mecanismos de compensación de carbono se posicionan como herramientas complementarias, tanto para alcanzar metas corporativas de neutralidad como para responder a exigencias regulatorias o del mercado.

1.6 Estándares de certificación y criterios de integridad. Caso Verra

El funcionamiento de los mercados voluntarios depende de organismos que verifican la calidad ambiental de los proyectos y la trazabilidad de los créditos. Entre los principales estándares se encuentran:

- Verra (Verified Carbon Standard - VCS): el más utilizado a nivel global. Certifica una amplia gama de proyectos, desde forestales hasta energéticos.
- Gold Standard: enfocado en proyectos con co-beneficios sociales y ambientales, respaldado por WWF.
- American Carbon Registry (ACR) y Climate Action Reserve (CAR): con fuerte presencia en Estados Unidos.

- Plan Vivo: especializado en proyectos comunitarios y forestales.

Estos estándares aplican criterios como:

- Adicionalidad: el proyecto no habría ocurrido sin el financiamiento por créditos de carbono.
- Medición, reporte y verificación (MRV): procedimientos rigurosos de seguimiento.
- Permanencia: aseguramiento de que el carbono no será liberado nuevamente.
- Evitar doble contabilidad: los créditos deben estar claramente asignados a una única entidad.

Recientemente, la Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM, s.f.) y la Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative (VCMI, s.f.) han desarrollado principios orientados a fortalecer la credibilidad del mercado voluntario y alinear las estrategias de compensación con metas climáticas legítimas.

Funcionamiento de una certificación internacional: el caso de Verra

El estándar *Verified Carbon Standard (VCS)*, gestionado por la organización Verra, es actualmente el esquema de certificación de créditos de carbono más utilizado en los mercados voluntarios, con más del 70% del volumen global de créditos emitidos (Verra, 2024). Su objetivo es asegurar que los proyectos generen reducciones o remociones reales, medibles y adicionales de gases de efecto invernadero.

El proceso de certificación se estructura en las siguientes etapas:

1. **Diseño del proyecto:** el desarrollador elige una metodología aprobada por Verra, elabora el Documento de Diseño del Proyecto (PDD) y define los límites del proyecto, las líneas base de emisiones, y los mecanismos de monitoreo y verificación.
2. **Validación independiente:** una tercera parte acreditada (Entidad de Validación y Verificación - VVB) audita el diseño del proyecto y su conformidad con la metodología y los principios del estándar.
3. **Registro y verificación:** el proyecto es inscrito en el registro oficial de Verra. Las reducciones de emisiones deben ser verificadas periódicamente por un VVB y luego auditadas nuevamente antes de ser convertidas en créditos (VCUs - Verified Carbon Units).
4. **Emisión de créditos:** una vez aprobadas las reducciones, se emiten créditos equivalentes a toneladas de CO₂e y se asignan al desarrollador en el registro digital. Cada crédito cuenta con un número de serie único y puede ser transferido, comercializado o retirado (offset).
5. **Retiro o cancelación:** cuando un actor (por ejemplo, una empresa del sector petrolero) decide utilizar los créditos para compensar sus emisiones, los mismos son retirados del registro, lo cual garantiza la trazabilidad y evita la doble contabilidad.

Además del VCS, Verra cuenta con estándares complementarios para medir beneficios sociales y ambientales (ej. CCB – Climate, Community & Biodiversity Standards) que pueden ser aplicados en forma conjunta para mejorar la calidad y el valor de mercado del crédito.

El caso de Verra refleja cómo una certificación internacional funciona como garantía de integridad y reputación tanto para los desarrolladores de proyectos como para las empresas compradoras de créditos, lo cual es especialmente relevante en industrias bajo escrutinio público como el petróleo y gas. (Verra, s.f.)

1.7 Criterios de selección para una estrategia empresarial

Al diseñar una estrategia de compensación, las empresas deben considerar:

- Tipo de emisiones a compensar (alcance 1, 2 o 3)
- Objetivos corporativos (neutralidad, producto carbono neutro, alineamiento con estándares ESG)
- Perfil de riesgo y percepción pública
- Costo-efectividad del crédito
- Viabilidad técnica de implementación propia o tercerización

En el caso de operadoras en Vaca Muerta, estas decisiones deberán alinearse con los compromisos asumidos en reportes de sostenibilidad, la presión de los inversores internacionales, y la posibilidad de desarrollar proyectos de captura local (Por ejemplo, forestación en áreas degradadas o CCUS con reinyección en formaciones geológicas).

1.8 Limitaciones, riesgos y debates actuales

Si bien las compensaciones pueden ser un componente útil dentro de una estrategia climática integral, enfrentan críticas sobre su uso indebido como sustituto de la mitigación directa. Organismos como la Science Based Targets Initiative (SBTi) y la Alianza para la Integridad del Mercado Voluntario de Carbono (IC-VCM) han señalado que los créditos deben utilizarse exclusivamente para compensar emisiones residuales y no para justificar la inacción en la reducción de la huella operativa.

Además, existen riesgos reputacionales, especialmente cuando los proyectos compensados no son adicionales o generan impactos sociales negativos, como el desplazamiento de comunidades locales. Por ello, el diseño de una estrategia de compensación debe considerar no solo criterios de costo y volumen, sino también de gobernanza, equidad y transparencia.

Capítulo 2. Casos Internacionales: Estrategias Climáticas y Mecanismos de Compensación en la Industria del Petróleo y Gas

2.1 Normativa y lineamientos internacionales relevantes

El desarrollo de mecanismos de compensación de carbono está enmarcado en una serie de acuerdos y normativas internacionales, entre los cuales se destacan:

- **Acuerdo de París (2015):** establece la meta global de limitar el calentamiento a menos de 2 °C, y promueve mecanismos de cooperación internacional, como el Artículo 6, que regula los intercambios de reducciones de emisiones entre países. Este artículo habilita tanto mecanismos bilaterales (Art. 6.2) como un mercado centralizado de créditos (Art. 6.4), aunque su implementación plena aún está en discusión.
- **Normas ISO:** la serie ISO 14.064 y la ISO 14.067 establecen directrices para la cuantificación, reporte y verificación de emisiones de GEI, así como para el análisis del ciclo de vida del carbono en productos y servicios. Estas normas son adoptadas tanto en contextos voluntarios como regulatorios.
- **Guías de SBTi y GHG Protocol:** si bien no son normativas legales, las guías del Science Based Targets initiative y del Greenhouse Gas Protocol establecen buenas prácticas internacionalmente aceptadas sobre cómo integrar compensaciones de manera responsable en estrategias Net Zero.

En la Cumbre de la Tierra organizada por las Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992, los 179 países presentes adoptaron un texto fundacional de 27 principios, titulado "Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo", que define el concepto de desarrollo sostenible y establece que, para lograrlo, "la protección del medio ambiente debe ser parte integral del proceso de desarrollo y no puede ser considerada en aislamiento" (Principio 4). También cabe señalar que entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas se encuentran la energía limpia y asequible (Objetivo 7) y la lucha contra el cambio climático (Objetivo 13).

En 2015, la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21), celebrada en París, adoptó el Acuerdo de París, en virtud del cual los Estados Parte se fijaron como objetivo limitar el aumento de la temperatura del planeta a menos de 2 °C en comparación con los niveles preindustriales, con la ambición adicional de limitar el calentamiento a 1,5 °C y de lograr la neutralidad de carbono durante la segunda mitad del siglo XXI. Esto implica una limitación de las emisiones de GEI y su compensación a escala global.

Desafortunadamente, desde 2015 (excepto 2020), el consumo global de energía y las emisiones de GEI han seguido aumentando, particularmente impulsado por los países en desarrollo.

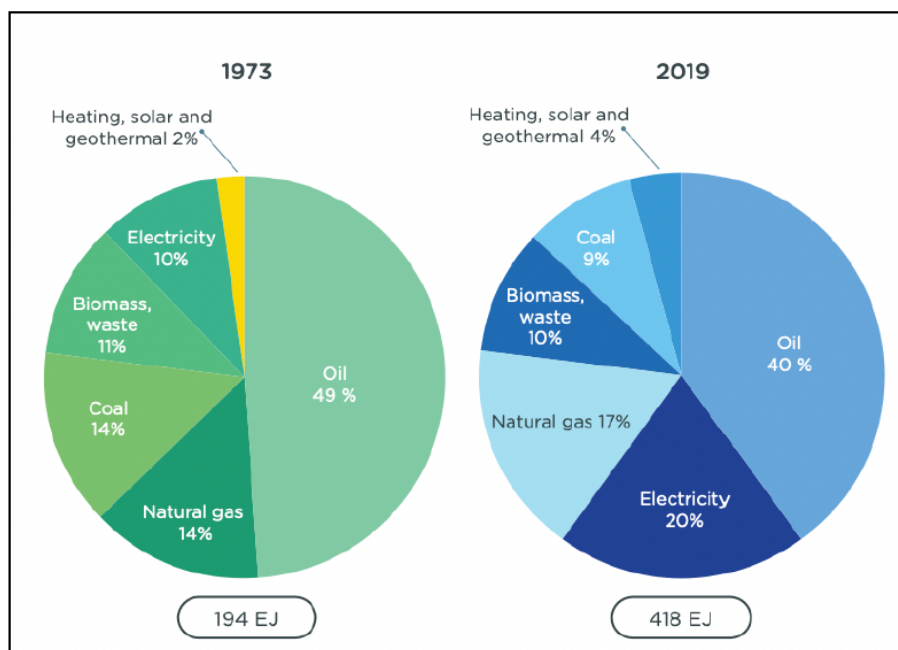


Ilustración 4 - Evolución de los consumos energéticos mundiales

(Fuente: IEA Key World Energy Statistics 2021)

Según el informe del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) publicado en 2019 relacionado con el escenario de 1,5°, el nivel de ambición internacional (resultante en ese momento de las Contribuciones determinadas a nivel nacional) es insuficiente para limitar el calentamiento a 1,5°C. Por lo tanto, sin una ambición más drástica y urgente de limitación de la temperatura en los próximos años, que suponga una disminución importante de las emisiones de GEI para 2030, el calentamiento global superará los 1,5 °C en las próximas décadas, lo que provocará una pérdida irreversible de los ecosistemas más frágiles, y a repetidos eventos climáticos que serán muy perjudiciales para las personas y sociedades más vulnerables. (IPCC, Calentamiento global de 1,5°C, 2019)

La industria del petróleo y gas, históricamente asociada a altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), enfrenta una presión creciente por parte de gobiernos, inversores, reguladores y la sociedad civil para alinear sus modelos de negocio con los objetivos del Acuerdo de París. En este contexto, diversas empresas del sector han avanzado en el diseño e implementación de estrategias de transición energética, que incluyen metas de reducción de emisiones, descarbonización de operaciones, inversiones en energías renovables, y, en muchos casos, mecanismos de compensación de carbono.

Este capítulo analiza los compromisos y planes climáticos de algunas de las principales compañías petroleras a nivel global, y posteriormente examina cómo incorporan mecanismos de compensación como parte de su camino hacia la neutralidad de carbono. Se presentan los casos de Shell, TotalEnergies, BP, Equinor y Repsol, todas con presencia significativa en mercados internacionales y altos estándares de reporte.

2.2 Compromisos climáticos en el sector petrolero internacional

La industria del petróleo y el gas enfrenta demandas cada vez mayores de diferentes grupos de interés que les exigen explicar cómo van a contribuir para reducir las emisiones GEI y alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. Las crecientes presiones sociales y ambientales sobre muchas empresas de petróleo y gas plantean preguntas complejas sobre el papel de estos combustibles en una economía energética cambiante y la posición de estas empresas en las sociedades en las que operan. No hace más de una década atrás, el mundo estaba preocupado por el “pico de petróleo”, es decir porque se agote toda la disponibilidad de este recurso. El foco cambió a “pico de demanda”: por cuánto tiempo seguirá creciendo la demanda de petróleo y cuándo empezará a caer. (Yergin, 2021)

Los principales inversores y accionistas de las empresas de petróleo y gas también buscan cambios en las carteras de inversión de las empresas, lo que refleja el creciente interés, la presión social, el entorno de políticas públicas y la creciente competitividad de las tecnologías renovables. Para muchas empresas (como Shell y BP), los objetivos para reducir las emisiones de carbono han sido en parte el resultado de la presión de los administradores de activos que exigen a las empresas que reconozcan los impactos financieros del cambio climático en sus operaciones, y como un medio para estimar con precisión el largo plazo de una empresa. -valor a término (Mooney, 2020). Las expectativas de los accionistas e inversores han cambiado en el debate sobre el cambio climático, con crecientes llamados a la reducción de las emisiones de carbono, así como compromisos de inversión en energías renovables.

Las compañías petroleras deberían permitirse esta presión de los accionistas e inversores por actividades comerciales más ecológicas y demostrar que estas actividades se están volviendo más sostenibles en la transición energética que se avecina. Las empresas tienen una cartera de opciones para elegir, lo que les permitiría reinventarse fundamentalmente fortaleciendo aún más sus compromisos y creando una visión a largo plazo más convincente para inversiones en tecnologías limpias y energías renovables. Esto crearía fuertes múltiplos de precio-beneficio, y atraería a los inversores y complacería a los accionistas, todos elementos importantes para una diferenciación competitiva y exitosa. (Fitz, 2020)

En general, la confianza de los accionistas es esencial para que la industria siga siendo una inversión atractiva y confiable a largo plazo, y estos cambios decisivos hacia la energía baja en carbono son vitales para ayudar a las compañías petroleras a encontrar su lugar como las compañías energéticas del futuro.

La pregunta central, en un contexto de aumento de las emisiones de GEI, es relativamente simple: ¿las actuales empresas de petróleo y gas deben verse solo como parte del problema, o también podrían ser cruciales para resolverlo?

La respuesta a esta pregunta fue analizada por la Agencia Internacional de Energía en su reporte “The Oil and Gas Industry in Energy Transition”. (IEA, 2020). En el mismo aclara que cada Compañía puede adoptar diferentes estrategias y que no hay un solo camino concreto para cumplirlas, pero sí analiza los diferentes riesgos que existen y la amplitud de opciones y respuestas que hay para afrontarlos. El análisis en este reporte se basó en las tres premisas que abordamos anteriormente:

1. Creciente demanda de servicios energéticos por un incremento de la población demográfica.
2. El petróleo y el gas juegan un rol crítico en la matriz energética y en la economía.

3. El imperativo de que es necesario reducir las emisiones provenientes del sector energético en línea con las metas ambientales internacionales.

Sobre la base de estas tres premisas, que a primera vista parecen contradictorias entre sí, las Compañías tienen que adaptar y desarrollar nuevas estrategias para afrontarlo. Deben balancear el retorno a corto plazo con la licencia social que necesitan para operar a largo plazo.

Existen diversas opiniones sobre el rol que deben cumplir las empresas de petróleo y gas para poder hacer frente a estas nuevas demandas. Algunas posiciones ambientalmente más extremas sostienen que las empresas de petróleo y gas directamente deberían dejar de operar y los países deberían prohibir sus operaciones. Otros consideran que deberían migrar rápidamente el negocio del petróleo y el gas a energías renovables y transformarse en empresas de energía. Hay un tercer grupo que cree que las empresas de petróleo y gas son las únicas que tienen la posibilidad de generar y financiar un cambio y proveer las soluciones ambientales y climáticas necesarias. Consideran que por muchos años el petróleo y el gas van a ser una parte esencial de la matriz energética del mundo y que por lo tanto tienen que seguir produciendo petróleo y gas, pero transformar ambientalmente la manera en que lo hicieron hasta ahora.

En el documento de IRENA (Agencia Internacional de Energía Renovable) titulado “Empresas Internacionales de Energía y la Transición Energética”, sintetizan diferentes líneas de acción que actualmente adoptan las compañías petroleras (IRENA). Algunas empresas de Oil & Gas han continuado con sus negocios habituales y están fortaleciendo sus estrategias actuales de extracción de petróleo para maximizar las ganancias. En segundo lugar, otras compañías petroleras se han pasado a fuentes bajas en carbono, como el gas natural, el hidrógeno azul y los biocombustibles. Cambiar de petróleo a gas daría como resultado menos emisiones de gases de efecto invernadero y una mayor eficiencia, mientras que los biocombustibles ya se están utilizando en gran medida (mezclados con gasolina y diésel), pero plantean preocupaciones sobre los efectos en la biodiversidad y el uso competitivo de la tierra.

Algunas compañías petroleras ya están utilizando la captura y el almacenamiento de carbono (CCS) para mejorar la recuperación de petróleo, y están convirtiendo el gas natural en hidrógeno y capturando el CO₂ liberado para producir un combustible valioso que podría usarse en calefacción doméstica, industria y, finalmente, barcos y aviones (Molinos, 2019). Finalmente, otras compañías petroleras están, con diferentes grados de intensidad y compromiso, haciendo la transición a las energías renovables y tecnologías relacionadas, como la solar, la eólica, los vehículos eléctricos y el hidrógeno verde.

También es interesante analizar el enfoque hacia la transición que adoptaron las empresas NOCs². Las compañías petroleras nacionales son los principales productores de petróleo de propiedad estatal que son administrados directamente por los gobiernos; representan más del 85% de la producción mundial de petróleo e incluyen empresas como Saudi Aramco, Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC), Petrobras de Brasil, Sinopec de China, Petronas de Malasia y el caso de YPF en Argentina.

² NOCs: Una compañía petrolera nacional (NOC) es una compañía de petróleo y gas de propiedad total o mayoritaria de un gobierno nacional. Los NOCs incluyen a las empresas más grandes tanto en términos de producción como en términos de tamaño de reserva. Tienen un mandato de su gobierno de origen para desarrollar los recursos nacionales con un papel legalmente definido en el desarrollo aguas arriba. Algunas NOC están activas en el downstream e incluso pueden operar fuera de su país de origen, pero el upstream del país de origen representa la gran mayoría de su base de activos.

La actitud de las empresas petroleras nacionales hacia la transición energética depende y está sujeta a diversos factores, como el tamaño de sus mercados, las estructuras de gobernanza, el financiamiento de los subsidios a los combustibles, así como las características institucionales de sus países de origen (estabilidad política, calidad regulatoria, etc.). Sin embargo, al igual que las compañías petroleras internacionales, las compañías petroleras nacionales también están trabajando la transición energética mediante la adopción de estrategias como la reducción del consumo de energía y/o las emisiones en los procesos e instalaciones de producción de petróleo, la inversión en vehículos de combustibles alternativos y la inversión en nuevas tecnologías, como CCS e hidrógeno.

Algunas empresas petroleras nacionales han comenzado a utilizar energías renovables en sus instalaciones o a suministrarlas a otros sectores. Esta última, sin embargo, no es su actividad clave y, en algunos casos, están dejando la producción y propiedad de energías renovables a sus homólogos del sector eléctrico en sus países de origen. Por ejemplo, ADNOC no ha establecido activos de energía renovable por sí solo, sino que coopera con Abu Dhabi Future Energy Company (Masdar), que lidera el desarrollo de energías renovables en los Emiratos Árabes Unidos (EAU) y a través de inversiones en el extranjero.

Esta última, sin embargo, no es su actividad clave y, en algunos casos, están dejando la producción y propiedad de energías renovables a sus homólogos del sector eléctrico en sus países de origen. Por ejemplo, ADNOC no ha establecido activos de energía renovable por sí solo, sino que coopera con Abu Dhabi Future Energy Company (Masdar), que lidera el desarrollo de energías renovables en los Emiratos Árabes Unidos (EAU) y a través de inversiones en el extranjero.

En sus estrategias para reducir las emisiones, casi todas las empresas petroleras nacionales persiguen mejoras en la eficiencia energética y estrategias de reducción de emisiones, incluidas las reducciones de la quema de gas (Shojaeddini, 2019). Saudi Aramco se destaca como pionera en la quema como resultado del Master Gas System de Arabia Saudita en la década de 1970, implementando una hoja de ruta de minimización de la quema en toda la empresa y mediante la búsqueda de tecnologías de economía de carbono circular en la actualidad.

Algunas compañías petroleras nacionales también se dedican a actividades de energía renovable. China National Offshore Oil Corporation (CNOOC) reactivó sus actividades en energía eólica marina en 2019, después de cerrar su unidad renovable en 2014 (que operaba proyectos eólicos, solares y de biomasa). El sector eólico marino se alinea con el negocio general de la compañía, que puede aplicar sus recursos en ingeniería marina y su experiencia en operaciones marinas en el sector. (Xin, 2020)

De manera similar, Saudi Aramco se ha interesado durante mucho tiempo en las energías renovables y recientemente reveló planes para lanzar un nuevo fondo de USD 500 millones para promover la eficiencia energética y las tecnologías renovables (Murray, 2020)

Petrobras participa activamente en la generación de energía con biocombustibles con varias plantas de biodiesel. Sin embargo, con respecto a las energías renovables en general, Petrobras anunció su intención de centrarse solo en investigación y dejar de invertir en activos operativos, ya que esto “requiere competencias diferentes al negocio de petróleo y gas” (Spatuzza, 2019)

Además, las compañías petroleras nacionales están explorando activamente el uso de CCS, así como la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS), lo que representa un cambio de juego que les

permitiría seguir produciendo petróleo, pero con menos emisiones. La primera instalación CCUS en Medio Oriente, Reyadhah, fue desarrollada por ADNOC junto con Masdar y tiene la capacidad de capturar 800 000 toneladas de CO₂ al año, con planes de expandir esto a 5 millones de toneladas para 2030 (Hydrocarbon processing, 2020). Petronas también anunció a fines de 2020 su estrategia para lograr emisiones netas de carbono cero para 2050. Gracias a su mejor acceso al capital, la experiencia en la gestión de grandes proyectos y el fácil acceso a profesionales calificados, las compañías petroleras nacionales podrían desempeñar un papel clave para impulsar la transición energética e impulsar la expansión de las energías renovables.

Sin embargo, las compañías petroleras nacionales pueden ser reacias a abandonar el negocio de los combustibles fósiles de miles de millones de dólares por las ganancias menos atractivas y los márgenes más ajustados de los proyectos de energía renovable. Además, las empresas petroleras nacionales son administradas principalmente directamente por los gobiernos, en contextos donde las sociedades dependen en gran medida de los ingresos del petróleo. Como tales, enfrentan desafíos específicos relacionados con su mandato de administración de los recursos nacionales de hidrocarburos y, por lo tanto, su proceso de toma de decisiones está fuertemente impulsado por políticas.

Independientemente del rol que adopte cada Compañía, ninguna se encuentra exenta de tener que adaptarse a este nuevo contexto. El panorama es diverso y no hay una sola estrategia que sirva y haga sentido a todas las empresas por igual.

Para poder entender el impacto de estas estrategias en el desarrollo de una formación como Vaca Muerta, es necesario analizar los caminos que está eligiendo cada Major³ y las metas que se ha fijado para poder disminuir sus emisiones. Acorde al análisis de la consultora Rystad, en el reporte “Supermajor Transformation Report” (Rystad Energy, s.f.) estas empresas tienen el potencial de liderar al resto de la industria a lo largo de los diversos caminos que se abren a través de la transformación energética.

³ Major: son empresas integradas que cotizan en los mercados bursátiles de Estados Unidos y Europa. Su división upstream representa la mayor parte del valor financiero, pero en términos físicos, la mayoría de estas empresas son compradores netos de petróleo para sus operaciones de refinación, donde los rendimientos generalmente superan la producción de crudo de la empresa. La desvinculación de la comercialización de su producción upstream y el suministro a sus refinerías las convierte en actores activos del mercado petrolero internacional.

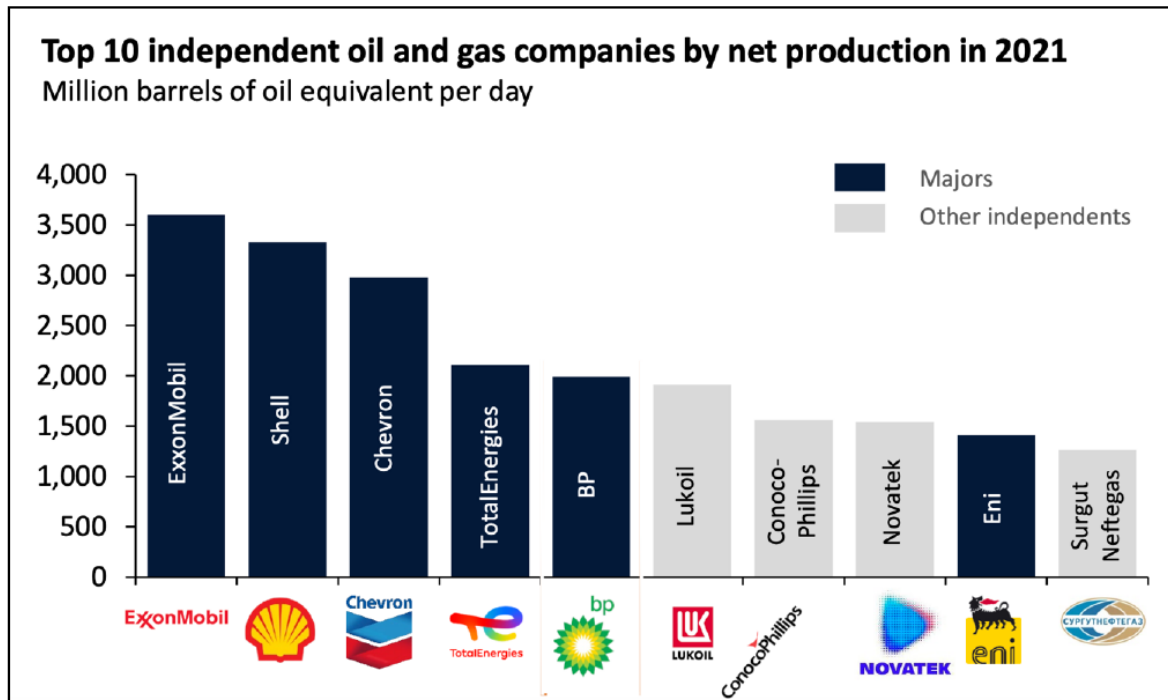


Ilustración 5 - Las 10 principales Majors y su producción neta

(Fuente: Rystad)

Acorde al reporte de Rystad, la estrategia de transición energética de las empresas podría clasificarse en dos categorías:

- **Diversificación:** estrategia principalmente elegida por las empresas europeas donde buscan diversificar su porfolio de proyectos para convertirse en empresas de energía.
- **Descarbonización:** estrategia elegida principalmente por las empresas norteamericanas donde el core business sigue siendo el petróleo y el gas y buscan descarbonizarlo para reducir sus emisiones.

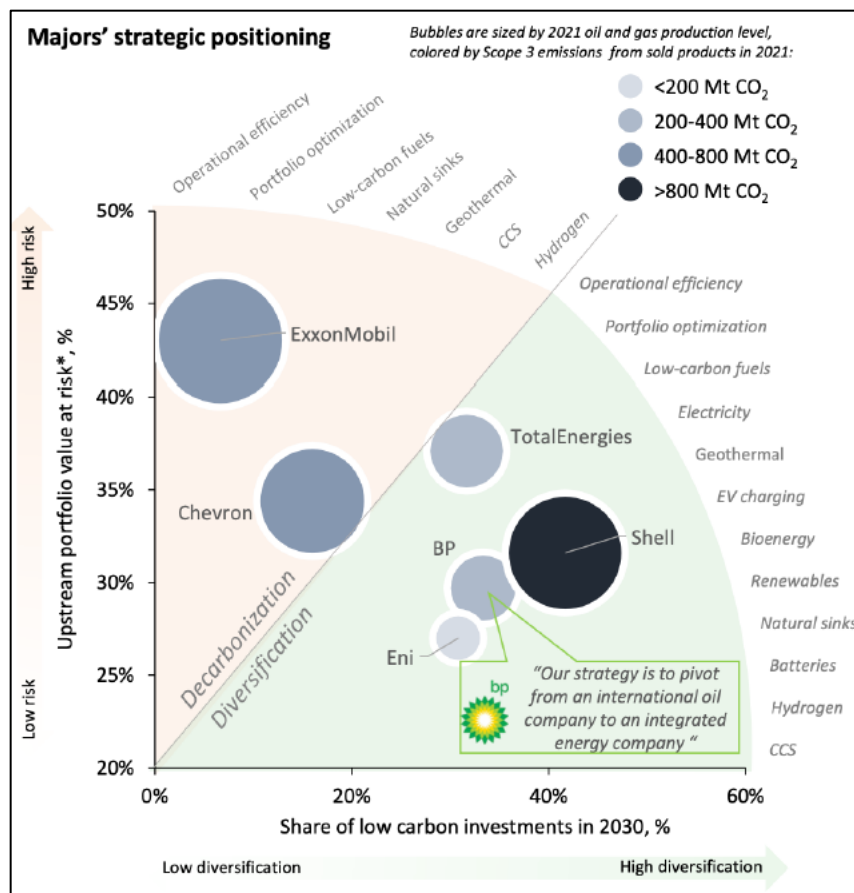


Ilustración 6 - Posicionamiento estratégico de las Majors

(Fuente: Rystad)

Cada empresa selecciona su estrategia de transición energética y establece metas específicas que son en definitiva el grado de compromiso público que asumen con la causa. Las metas suelen estar establecidas como un porcentaje de reducción sobre toneladas de CO₂ equivalente o directamente con el indicador de intensidad de emisión.

Además, fijan metas específicas sobre cuándo alcanzarán la cero quema de rutina y la carbono neutralidad. En general, el ZRF (cero quema de rutina) está fijando para 2030 y el NZ (net zero) para 2050. Otro compromiso generalmente asumido por todas las compañías que se fijaron metas o aspiraciones tiene que ver con la reducción del metano.

A continuación, se resumen los principales compromisos asumidos por las empresas internacionales que se seleccionaron para este trabajo. Está armado en base a los reportes de sustentabilidad y/o transición energética de cada empresa.

Tabla 2 - Resumen de los principales compromisos de descarbonización

(Fuente: elaboración propia)

| Empresa | Net Zero | Upstream target | Zero routine flaring | Target metano |
|---------|--|---|--|--|
| Chevron | 2050 (Sc 1 y 2) Analizando como incorporar sc. 3 | 2028 - 24kg CO2 eq/boe | 2030 – 3kg CO2eq/boe para el resto del flaring | 2028 – 2kg CO2eq/boe |
| Equinor | 2050 (Sc 1, 2 y 3) | 2025 – 8kg CO2 eq/boe (sc 1) 2030 – 6kg CO2 eq/boe (sc 1) 2030 (sc 1 y 2) - Carbono neutralidad con offsets | 2030 | 2030 – mantener cerca de cero |
| Exxon | 2030 (sc. 1 y 2) Permian Operation* 2050 (Sc 1 y 2) All Operation | Reducción de 40%-50% de la intensidad de emisión del Up. | 2030 60%-70% intensidad de emisión de flaring | Reducción del 70-80 % en la intensidad de metano en toda la empresa |
| Total | 2050 (sc. 1, 2 y 3) | 2025 - < 40 Mt CO2e (sc. 1 y 2) | 2025 - 0.1 Mm3 per day 2030 – ZRF | 2025 – reducción 50% 2030 – reducción 80% |
| BP | 2050 or sooner | 2025 – 20% reducción 2030 – 35 -40% reducción 2050 – net zero production | 2025 or sooner | 2023 - Instalar medición de metano en todas las instalaciones de procesamiento |
| Shell | 2050 | 2030 – 20% CI 2035 – 45% CI | 2030 | 2025 – debajo de 0,2% |

2.1.1 Shell

Shell ha adoptado el objetivo de alcanzar cero emisiones netas para 2050, incluyendo emisiones de alcance 1, 2 y una porción significativa del alcance 3 (uso de sus productos). Su estrategia se estructura en tres ejes: evitar, reducir y compensar emisiones. Entre sus acciones se destacan inversiones en movilidad eléctrica, producción de hidrógeno, biocombustibles sostenibles y energías renovables. (Shell, 2025)

Shell ha sido una de las primeras en integrar de manera pública la compensación de emisiones en su oferta comercial, lanzando combustibles “carbon neutral” en mercados como Reino Unido y Alemania.



Ilustración 7 - Estrategia de Transición Energética de Shell

(Fuente: Energy Transition Strategy 2024 – Shell)

2.1.2 TotalEnergies

TotalEnergies también se comprometió a alcanzar la neutralidad en carbono para 2050. Su enfoque combina una profunda transformación del portafolio energético con una descarbonización operacional. Ha reducido su exposición al petróleo crudo y ha ampliado su inversión en energías renovables y gas natural como combustible de transición.

En su estrategia climática, reconoce explícitamente el rol de las compensaciones para cubrir las emisiones residuales inevitables, tanto operativas como de productos comercializados. (TotalEnergies, 2025)

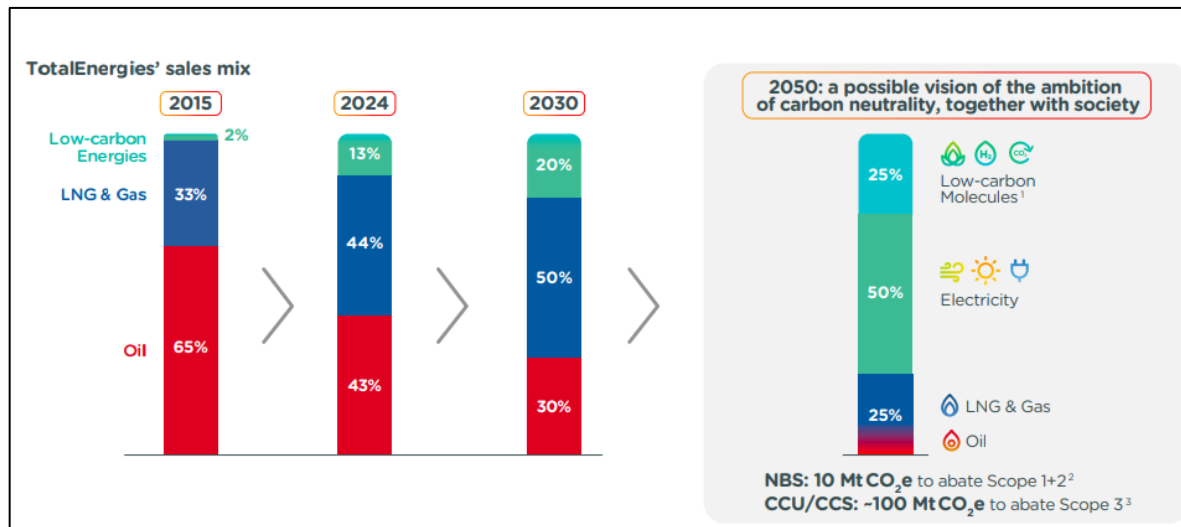


Ilustración 8 - TotalEnergies mix de ventas proyectado a 2050

(Fuente: More Energy, Less Emissions – TotalEnergies)

2.1.3 BP

BP fue una de las primeras grandes petroleras en anunciar un objetivo Net Zero, fijado para 2050 o antes. Su plan incluye la reducción de emisiones absolutas de alcance 1 y 2 en un 50% para 2030, y de intensidad de carbono en sus productos energéticos. También ha iniciado un proceso de diversificación hacia energías limpias y redes de carga eléctrica.

BP plantea el uso de compensaciones para emisiones residuales, priorizando soluciones naturales certificadas bajo estándares como Verra o Gold Standard. (BP, 2025)

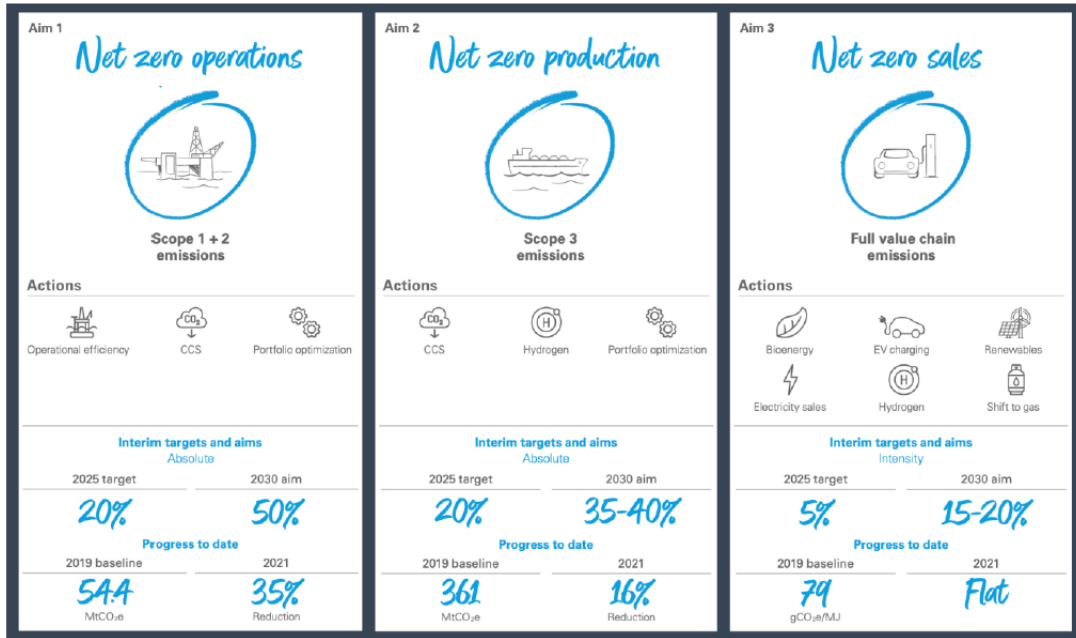


Ilustración 9 - Objetivos de BP para alcanzar la carbono neutralidad en sus distintos segmentos

(Fuente: Net Zero, from ambition to action – BP 2022)

2.1.4 Equinor

La empresa noruega Equinor ha fijado un objetivo Net Zero para 2050 e intermedios ambiciosos, como una reducción del 50% de emisiones de operaciones para 2030. Su fortaleza radica en proyectos de captura y almacenamiento de carbono (CCS), como el Northern Lights, desarrollado en colaboración con otras empresas y el gobierno noruego.

Equinor no prioriza la compensación voluntaria en gran escala, pero la incorpora de manera estratégica en productos o contextos específicos donde la eliminación de emisiones no es técnicamente viable. (Equinor, 2025)



Ilustración 10 - Pilares estratégicos de la transición energética de Equinor

(Fuente: Energy Transition Plan 2025 – Equinor)

2.1.5 Repsol

Repsol fue la primera gran petrolera en anunciar un compromiso de emisiones netas cero para 2050, integrando toda su cadena de valor. Su plan incluye inversiones en hidrógeno renovable, biocombustibles, y eficiencia operativa. Reconoce el uso de compensaciones en su estrategia, especialmente a través de créditos forestales en países donde tiene operaciones.

También ha desarrollado productos de movilidad “carbono neutral” para clientes corporativos, integrando la compensación como valor agregado comercial. (Repsol, 2025)



Ilustración 11 - Pilares de la descarbonización Repsol

(Fuente: sitio web Repsol)

2.2 Mecanismos de compensación aplicados por las compañías

Todas las Compañías alcanzan un límite técnico luego de mitigar sus emisiones de gases de efecto invernadero. Alcanzado ese valor residual, las empresas tienen que incorporar mecanismos de compensación para poder alcanzar el “net zero”

Cada una de las empresas anteriormente descritas han incorporado este tipo de mecanismos como parte de su estrategia Net Zero, aunque con enfoques distintos según su perfil, mercados y filosofía institucional. A continuación, se detallan algunas iniciativas concretas.

2.2.1 Shell

Shell ha sido pionera en el desarrollo de productos con emisiones compensadas. Desde 2019, ofrece a clientes minoristas y corporativos la posibilidad de adquirir combustibles cuyos GEI han sido compensados mediante créditos de carbono certificados.

Sus créditos provienen de proyectos forestales certificados por Verra y Gold Standard, ubicados en países como Indonesia, Perú y Brasil. También participa en iniciativas de NBS (Soluciones Basadas en la Naturaleza) con alto impacto comunitario.

Además, invierte en captura de carbono a gran escala, como el proyecto Quest en Canadá, que ha almacenado más de 6 millones de toneladas de CO₂ desde 2015.

2.2.2 TotalEnergies

TotalEnergies ha lanzado una plataforma propia de créditos de carbono voluntarios y ha desarrollado proyectos en colaboración con ONGs y gobiernos locales. Destacan iniciativas en África subsahariana de reforestación y manejo sostenible de tierras.

En 2022, anunció la creación de una unidad dedicada exclusivamente a proyectos de compensación, con una meta de generar hasta 5 millones de toneladas anuales de créditos certificados hacia 2030. Además, utiliza la compensación como parte de contratos de suministro “carbono neutro” a clientes industriales.

2.2.3 BP

BP participa activamente en mercados voluntarios de carbono y ha invertido en startups de tecnología climática, incluyendo plataformas digitales para trazabilidad de créditos y proyectos de agricultura regenerativa.

Ha promovido acuerdos de compra de largo plazo (ERPA) con proyectos forestales y de conservación en Asia y América Latina, y colabora con iniciativas globales como el Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets (TSVCM).

2.2.4 Equinor

Equinor mantiene una postura más técnica y conservadora respecto al uso de compensaciones. Su foco está puesto en tecnologías duras como el almacenamiento geológico, pero también ha explorado proyectos piloto de compensación, especialmente en productos para aviación o transporte marítimo.

Apuesta al uso de créditos de alta integridad y bajo metodologías científicas robustas, y mantiene vínculos con organismos como la SBTi para alinear sus acciones con estándares internacionales.

2.2.5 Repsol

Repsol ha incorporado compensaciones en su oferta de productos energéticos, incluyendo gas natural licuado (GNL) y combustibles de aviación con emisiones compensadas. En algunos mercados, la empresa ofrece productos con “emisiones netas cero” mediante la adquisición y cancelación de créditos.

Sus proyectos de referencia incluyen conservación forestal en América Latina y África, así como créditos generados por programas de eficiencia energética en comunidades vulnerables.

2.3 Análisis de los casos internacionales

Los casos analizados evidencian que los mecanismos de compensación no son ajenos a la industria del petróleo y gas, sino que han sido incorporados como una herramienta estratégica para alcanzar metas de descarbonización, especialmente cuando la mitigación directa no es suficiente o es demasiado costosa en el corto plazo. Si bien los enfoques varían, existe un consenso en torno a la necesidad de utilizar créditos de alta calidad, alineados con estándares reconocidos y dentro de un marco transparente de gobernanza.

La experiencia internacional ofrece aprendizajes valiosos para el caso argentino, tanto en términos técnicos como institucionales. En el siguiente capítulo se analizará el contexto nacional, con especial atención a las operadoras que desarrollan actividades en la cuenca de Vaca Muerta y sus posibilidades de integrar mecanismos de compensación en su estrategia climática.

Tabla 3 - Comparación de los enfoques de las Majors

(Fuente: elaboración propia)

| Empresa | Objetivo Net Zero | Enfoque principal | Mecanismos de compensación | Estándares utilizados |
|---------------|-------------------|---|---|--|
| Shell | 2050 | Mitigación + compensación (productos carbono neutro) | NBS (proyectos forestales certificados), captura de CO ₂ (Quest) | Verra, Gold Standard |
| TotalEnergies | 2050 | Transformación del portafolio + compensación voluntaria | Reforestación en África, generación propia de créditos | Verra |
| BP | 2050 | Reducción de intensidad + inversión en compensaciones | Proyectos forestales y agrícolas, inversión en trazabilidad | Verra, Gold Standard |
| Equinor | 2050 | Captura de carbono (CCS) + compensación limitada | Proyectos piloto en transporte, almacenamiento geológico | IC-VCM, metodologías científicas propias |

| | | | | |
|---------------|------|---|---|----------------------|
| Repsol | 2050 | Movilidad y productos con emisiones compensadas | Proyectos REDD+, créditos por eficiencia en comunidades | Verra, Gold Standard |
|---------------|------|---|---|----------------------|

Capítulo 3. El Caso Argentino: Oportunidades de Compensación en la industria del Petróleo y Gas

La industria hidrocarburífera argentina se encuentra en un momento de desarrollo masivo gracias a los recursos no convencionales de Vaca Muerta. Argentina pasó de tener un déficit energético y tener que importar energía, a poder tener superávit y exportar. Este desarrollo, apalancado además por las posibilidades de exportación que está se está desarrollando a través de los distintos proyectos de midstream como el Vaca Muerta Sur (terminal de exportación de petróleo) o los proyectos de LNG, proyectan un incremento de la producción en los próximos años. Este aumento de producción, además, estará acompañado por un aumento de las emisiones GEI en caso de no trabajar planes de reducción de emisiones y compensación.

Las operadoras locales comienzan a explorar estrategias que integran acciones de mitigación y, de manera incipiente, mecanismos de compensación de carbono.

Este capítulo analiza el contexto argentino, las estrategias adoptadas por las principales operadoras que operan en Vaca Muerta, y las oportunidades para desarrollar esquemas de compensación, con especial atención al caso de Vista y su vínculo con Aike, una empresa dedicada exclusivamente a soluciones basadas en la naturaleza (NBS).

3.1 Situación normativa en Argentina

En Argentina, el marco legal en materia de cambio climático se encuentra en desarrollo, con algunos avances relevantes, pero aún sin una regulación específica sobre compensaciones de carbono o mercados voluntarios. Los elementos más destacados incluyen:

-Ley N.º 27.520 – Ley de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global (2019): establece la obligación de formular planes nacionales y sectoriales de mitigación y adaptación. Crea el Gabinete Nacional de Cambio Climático y el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático, pero no regula mecanismos de compensación.

-Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs): la segunda NDC (2021) presentada por Argentina incluye compromisos de reducción de emisiones, pero no explicita el uso de mecanismos de mercado. Aun así, menciona la posibilidad de avanzar en instrumentos económicos y financieros que estimulen la acción climática.

-Proyectos legislativos y líneas incipientes: existen iniciativas en discusión relacionadas con mercados de carbono voluntarios, mecanismos de desarrollo limpio (post-Kyoto) y valorización de servicios ecosistémicos. Sin embargo, al momento no hay una autoridad de aplicación, marco fiscal, ni sistema nacional de certificación que habilite la creación de créditos de carbono válidos para mercados internacionales o internos.

En este sentido, el sector privado en Argentina (incluyendo operadoras de oil & gas) que desea incorporar estrategias de compensación debe hacerlo a través de estándares internacionales (como Verra o Gold Standard), y gestionar los créditos en registros externos. La ausencia de un marco nacional implica desafíos en términos de articulación con políticas públicas, pero también abre oportunidades para liderar experiencias piloto que puedan guiar futuros desarrollos normativos.

Las únicas normativas relacionadas con gases de efecto invernadero para la industria hidrocarburífera son provinciales. Entre ellas se destaca:

- La resolución 58/24 de **Chubut** a través de la cual la provincia establece el marco de control de las emisiones de metano en la Industria. La resolución obliga a las Operadoras a presentar anualmente el inventario de emisiones de metano, como así también, los planes de control y reducción de las mismas.
- En el caso de **Neuquén**, se publicó la resolución 258/25 creando el “Programa de Monitoreo y Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Hidrocarburífero”. Hasta el momento fueron solicitados los inventarios de emisiones como así también información acerca de los planes de las Operadoras y en los próximos meses esperan trabajar en mesas en conjunto con las empresas para desarrollar el marco regulatorio.
- La última provincia en Argentina también en solicitar inventario de emisiones fue **Mendoza** a través del Decreto 758/25 que crea el “Programa Provincial Integral de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero” y la resolución 1/25 donde se crea el “Registro Provincial de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero”.

En el caso de la compensación, todas estas provincias han hecho mención del tema, pero ninguna avanzó todavía sobre regulación o pedidos puntuales. Esto es porque todavía el tema está en un estado incipiente y necesitan entender la línea base de la industria en cada provincia y los planes de trabajo. Probablemente, sea el próximo tema de agenda para las empresas por el potencial de recursos para compensar que se extiende en todo el país.

3.2 Estrategias climáticas de las principales operadoras

Varias de las empresas que operan en Vaca Muerta han comenzado a adoptar compromisos ambientales y a reportar sus avances bajo estándares internacionales. Si bien los niveles de implementación varían, se observan señales positivas hacia una transición alineada con objetivos Net Zero.

YPF: La empresa estatal ha definido metas de reducción de intensidad de carbono por barril producido, con foco en eficiencia energética, reducción de venteo y monitoreo de metano. No ha adoptado aún mecanismos de compensación formales, aunque participa en mesas técnicas sobre cambio climático. YPF

trazó una estrategia energética alineada tanto con el cumplimiento de las metas del Acuerdo de París y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional para alcanzar la neutralidad en carbono en 2050, como con su rol de promotora de la economía argentina y regional.

Estas metas se desglosan en objetivos intermedios anuales que forman parte del plan de negocios. La estrategia de transición energética de YPF cuenta con tres pilares centrales que se combinan con distinta ponderación según los horizontes temporales proyectados y contribuyen de manera particular y conjunta a la transición de YPF en una empresa integral de energía, así como a la transición energética del país y de la región:

- Operaciones de petróleo y gas de alto valor y bajos en carbono
- Crecimiento rentable de energía eléctrica y renovables
- Liderazgo país en I+D para nuevas soluciones energéticas e iniciativas de compensación. (YPF, 2024)

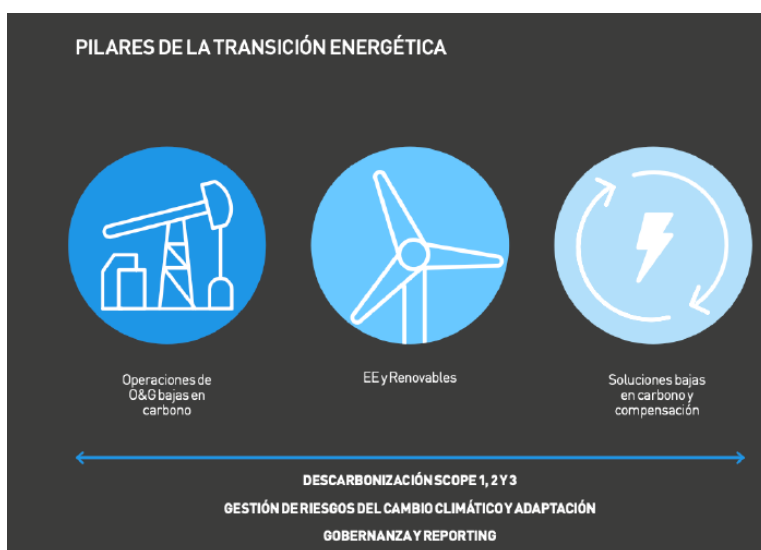


Ilustración 12 - Pilares de la T.E de YPF

(Fuente: sitio web YPF)

Pan American Energy (PAE): publica reportes de sostenibilidad y ha desarrollado programas de eficiencia energética y gasificación de pozos. Además, incorporó proyectos de energía renovable en su porfolio, pero no ha reportado acciones concretas de compensación.

Tecpetrol y Pluspetrol: Ambas operadoras tienen políticas ambientales y planes de acción locales, pero carecen de objetivos cuantificables de reducción o estrategias, al menos públicas, de compensación.

Vista: Es la empresa con la estrategia climática más ambiciosa de la región. Ha anunciado un objetivo de carbono neutralidad operativa (alcance 1 y 2) para 2026, lo que la posiciona incluso por delante de muchas compañías globales. Vista ha adoptado soluciones de mitigación directa, como la electrificación de

operaciones y la mejora en la eficiencia del uso del gas, pero además ha decidido integrar mecanismos de compensación como parte de su hoja de ruta Net Zero. (Energy, 2024)

3.3 El caso Vista y Aike: integración de NBS en la estrategia climática

En 2022, Vista anunció la creación de **Aike**, una empresa orientada exclusivamente al desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza (Nature-Based Solutions, NBS) que generen créditos de carbono certificados para compensar emisiones residuales.

Aike tiene como objetivo diseñar y ejecutar proyectos de restauración ecológica, reforestación y manejo sostenible de tierras, siguiendo los estándares más exigentes del mercado voluntario de carbono (como Verra o Gold Standard). Además de proveer créditos para las operaciones de Vista, su intención es también ofrecer soluciones a terceros, convirtiéndose en un actor estratégico en el incipiente mercado de carbono en Argentina.

Este modelo de integración vertical permite a Vista:

- Controlar la trazabilidad y calidad de los créditos.
- Asegurar la alineación entre compensaciones y estrategias corporativas.
- Invertir en proyectos con impacto ambiental y social positivo en regiones donde opera.

A través de Aike, Vista busca generar cerca de 2 millones de toneladas de créditos de carbono por año hacia 2026, lo que la posicionaría como una de las principales generadoras de NBS en América Latina. Los primeros proyectos están localizados en zonas semiáridas de la Patagonia y en tierras con potencial de restauración en el norte argentino.

Acorde a su sitio web, actualmente está ejecutando 13 proyectos para Vista en Argentina, cubriendo más de 43,000 hectáreas, en 7 provincias.

Los proyectos de AIKE se realizan en Sudamérica por su enorme potencial ya que esta región alberga el 50% de las especies de la Tierra, el 25% de los bosques y tierras cultivables del mundo y más del 30% de los recursos hídricos mundiales. (AIKE, s.f.)

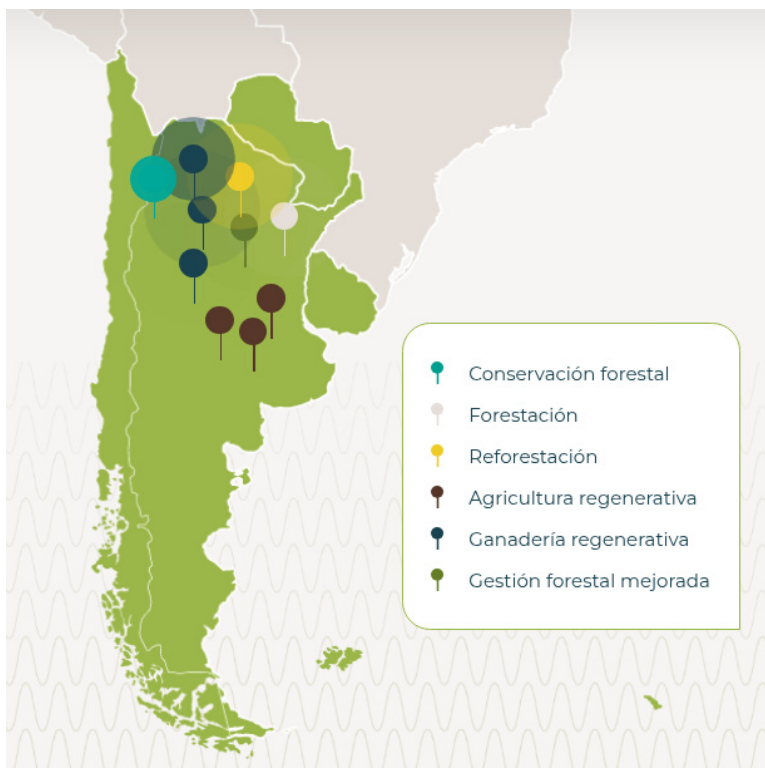


Ilustración 13 - Mapa de proyectos de AIKE Fuente

Entre los proyectos de AIKE se destacan:

- El **proyecto de forestación de Rolón Cué** en Virasoro, Corrientes. Con más de 6.500 hectáreas de extensión y más de 2.000.000 de árboles plantados. Mediante la restauración del suelo y la repoblación forestal, Rolón Cué contribuye a ampliar los sumideros de carbono y a mejorar el secuestro de carbono, al tiempo que mejora el bienestar de los miembros de la comunidad local. Se espera que este proyecto genere más de 1.100.000 de créditos de carbono durante toda la vida útil del proyecto, que se certificarán mediante las normas Verified Carbon (VCS) y Climate, Community and Biodiversity (CCB).
- El **proyecto de conservación forestal en Chaguaral**, Salta. Este bosque cuenta con una gran variedad de especies autóctonas como el quebracho, el algarrobo, el duraznillo, el guayacán y el guancar. El anterior propietario de los terrenos tenía un permiso de desmonte para convertir la tierra con fines agrícolas y ganaderos. De esta manera se evito la emisión de carbono a la atmósfera y se ayuda a preservar la biodiversidad. Se espera que Chaguaral genere más de 750.000 créditos de carbono durante toda la vida útil del proyecto que se certificarán mediante las normas VCS y CCB.
- Poseen además un **proyecto de ganadería regenerativa llamado La Alicia**. En este caso mediante la aplicación de prácticas regenerativas, se busca mejorar la salud y la productividad del suelo, al tiempo que se secuestra cantidades significativas de carbono a la atmósfera. El elemento central

de este enfoque es la división de grandes pastizales en parcelas más pequeñas mediante la aplicación de pastoreo rotativo, que permite periodos de descanso y recuperación para la tierra. Se espera que La Alicia genera más de 450.000 créditos durante su vida útil que se certificaran mediante las normas VCS.

- El **proyecto Fortín Farias es un proyecto de agricultura regenerativa** que consiste en la implementación de prácticas de agricultura como la rotación de cultivos, los cultivos de cobertura, la siembra directa, el compost y las enmiendas orgánicas y las técnicas de gestión de los recursos hídricos. Con la adopción de estas medidas, el proyecto busca aumentar la materia orgánica del suelo, reducir su erosión, promover el reciclaje de nutrientes y mantener su fertilidad a largo plazo. Además, estas prácticas contribuyen a un importante secuestro de carbono de la atmósfera. Se espera que este proyecto genere más de 300.000 créditos de carbono durante su vida útil que se certificaran mediante las normas VCS.

3.4 El caso Phoenix Global Resources junto con la provincia de Misiones

Antecedentes del proyecto y presentación pública

La provincia de Misiones, en el noreste de Argentina, se destaca por su alta biodiversidad y amplia cobertura de bosques nativos (parte de la ecorregión de la Mata Atlántica o Selva Misionera). Con solo el 2% del territorio nacional, Misiones alberga alrededor del 52% de la biodiversidad de Argentina, y aproximadamente la mitad de su superficie está bajo algún régimen de conservación.

Durante años, el gobierno misionero buscó mecanismos para financiar la preservación de estos bosques, dado el costo de oportunidad que implica no explotar económicamente la tierra. De hecho, se estimaba que renunciar a la deforestación agrícola (por ejemplo, no plantar soja) implicaba dejar de percibir unos US\$340 millones anuales, equivalentes a un 15% del presupuesto provincial. Misiones incluso se autodeclaró la primera provincia argentina “carbono-negativa”, argumentando que sus bosques secuestran más carbono del que la provincia emite, aunque hasta 2021 no había recibido compensación económica por este aporte ambiental.

En este contexto, surgió la iniciativa de ingresar al mercado de créditos de carbono. El 13 de octubre de 2021, el Gobierno de Misiones suscribió un *term sheet* con la empresa Phoenix Global Resources PLC, orientada a elaborar un acuerdo de cooperación y compra de créditos de carbono derivados de un programa REDD+ en la provincia. Phoenix Global Resources es una compañía petrolera con operaciones en Argentina, particularmente en la formación de Vaca Muerta, y cuyo accionista mayoritario es el grupo suizo Mercuria Energy Trading. Mercuria es un gigante global de los commodities energéticos que, a través de su filial Phoenix, explota hidrocarburos no convencionales en Vaca Muerta.

El acuerdo preliminar con Phoenix/Mercuria se anunció públicamente en noviembre de 2021 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP26) en Glasgow. Allí se presentó el “histórico compromiso” entre Misiones y Mercuria para desarrollar conjuntamente un programa jurisdiccional de **REDD+** enfocado en combatir la deforestación y degradación de los bosques. Este anuncio posicionó a Misiones como pionera: se destacó que era la primera vez a nivel mundial que un gobierno subnacional (provincia o estado) firmaba un convenio de este tipo con una empresa privada para

la venta de créditos de carbono. El convenio de colaboración fue formalizado poco después mediante el decreto provincial 2530/2021 (fechado el 21 de diciembre de 2021). Con este decreto, Misiones dio luz verde a su ingreso al mercado de carbono voluntario, noticia que fue presentada como un hito en la COP26 y en la prensa nacional e internacional.

La presentación pública del proyecto, por tanto, estuvo marcada por el discurso de Misiones como Capital Nacional de la Biodiversidad comprometida con el clima, y por la narrativa de la justicia climática: Misiones ofrecía sus servicios ambientales (bosques que absorben CO₂) a cambio de recursos financieros. El gobierno provincial incluso creó el primer Ministerio de Cambio Climático de América Latina para realzar su compromiso ambiental. En resumen, los antecedentes del proyecto combinan la necesidad de financiamiento para conservación, la oportunidad brindada por los mercados de carbono, y una alianza poco usual con una corporación petrolera internacional, todo ello presentado bajo los reflectores de un evento global (COP26) para ganar legitimidad y atención.

Objetivos declarados del proyecto

Los objetivos oficiales del proyecto de bonos de carbono en Misiones se enmarcan en la doble agenda de conservación ambiental y desarrollo sostenible. En primer lugar, se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la deforestación, evitando la pérdida de bosques nativos y, por tanto, disminuyendo las toneladas de dióxido de carbono (CO₂) liberadas a la atmósfera. El programa se adscribe a los objetivos de REDD+ (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*) de Naciones Unidas, orientados a mitigar el cambio climático protegiendo bosques tropicales. Con ello, Misiones aspira a contribuir al cumplimiento del Acuerdo de París, ya que los créditos de carbono generados representan reducciones efectivas de emisiones que pueden ser contabilizadas en los compromisos climáticos de actores públicos o privados. En esencia, el proyecto pretende combatir la deforestación de la Selva Misionera y preservar su invaluable biodiversidad, alineándose con las metas globales de frenar el calentamiento global.

Un segundo objetivo declarado –íntimamente ligado al primero– es generar recursos financieros para la provincia mediante la comercialización de créditos de carbono, a fin de sostener e intensificar los esfuerzos de conservación. Las autoridades provinciales subrayan que cuidar la selva conlleva costos significativos y un enorme costo de oportunidad en términos productivos. Por ello, uno de los fines explícitos del acuerdo con Phoenix/Mercuria es compensar económicamente a Misiones por su rol ambiental. Según las explicaciones oficiales, la provincia deja de percibir cientos de millones de dólares al año por no deforestar, y la venta de créditos de carbono es una forma de resarcir esa contribución ecológica.

Asimismo, el gobierno provincial enfatiza objetivos de desarrollo local y justicia socioambiental asociados al proyecto. Los ingresos obtenidos por la venta de bonos verdes se destinarán a programas que beneficien a la población misionera, de modo de lograr un desarrollo sostenible basado en la conservación. Entre las metas declaradas está financiar directamente iniciativas de protección de la selva, apoyar el sostenimiento de la agricultura familiar (para que los campesinos no dependan de prácticas destructivas), e impulsar la industria del conocimiento y el emprendedurismo verde en la provincia. Es decir, se pretende que los fondos de carbono nutran proyectos productivos compatibles con la conservación, fortaleciendo economías locales que no impliquen tala de bosques. Este componente busca

reflejar un enfoque integrador: la conservación ambiental irá de la mano con mejoras socioeconómicas, evitando el falso dilema entre medio ambiente y desarrollo.

En resumen, los objetivos declarados del proyecto de bonos de carbono de Misiones son: proteger los bosques y la biodiversidad locales, mitigar el cambio climático reduciendo emisiones por deforestación, obtener financiamiento externo por esos logros ambientales, y reinvertir esos recursos en la provincia para profundizar la conservación y mejorar el bienestar de las comunidades (agricultores familiares, emprendedores, pueblos originarios) de manera sustentable.

Mecanismo de implementación

El proyecto se implementa bajo el marco de un programa jurisdiccional REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación evitada) a escala de toda la provincia de Misiones. Esto significa que, en vez de proyectos aislados en fincas individuales, se aborda la reducción de emisiones a nivel territorio provincial completo (unos 1,5 millones de hectáreas de selva) con un enfoque integrado. El estándar internacional adoptado es el de **Verra** (Verified Carbon Standard), específicamente su marco de **REDD+ Jurisdiccional y Anidado** (JNR, por sus siglas en inglés), lo cual asegura que la metodología de cálculo y monitoreo de las reducciones de emisiones siga criterios rigurosos y sea compatible con otros niveles (nacional o proyectos locales). En términos prácticos, el mecanismo consiste en cuantificar cuántas emisiones de CO₂ se evitan gracias a la reducción de la deforestación en Misiones, y convertir esas reducciones en créditos de carbono transables en el mercado voluntario. Cada crédito de carbono representará una tonelada de CO₂ equivalente no emitida (o removida) gracias a la conservación de los bosques misioneros.

Para llevar a cabo lo anterior, **primero se estableció una línea de base de deforestación y carbono almacenado en la provincia**. Dicha línea base (baseline) refleja el escenario de emisiones que habría por deforestación sin el nuevo programa, tomando como referencia el histórico de pérdida de bosques. Misiones fijó como punto de partida el año 2017, buscando demostrar que a partir de entonces logró reducir la tasa de deforestación mediante políticas activas de conservación. Bajo REDD+, solo se pueden generar créditos si hay “adicionalidad”, es decir, si una acción de política o proyecto efectivamente evita emisiones que de otro modo habrían ocurrido. Así, Misiones debe probar que implementó medidas que “interrumpieron la tasa de deforestación desde 2017”, comparado con la tendencia previa, evitando la tala de bosques que se hubiera esperado sin dichas intervenciones. Entre las acciones concretas para lograrlo se cuentan el fortalecimiento de la vigilancia forestal, restricciones a desmontes ilegales, planes de ordenamiento territorial que designan áreas protegidas, programas de reforestación o enriquecimiento de la masa boscosa, manejo del fuego para prevenir incendios y otras políticas públicas ambientales. En suma, el mecanismo REDD+ implica implementar un “programa de deforestación controlada” donde se reduce la pérdida de bosques año a año respecto al escenario tendencial. La diferencia en hectáreas no deforestadas (y en carbono retenido en esas hectáreas) se traduce en una cantidad de emisiones evitadas que dan origen a los bonos verdes.

El rol de Phoenix/Mercuria en la implementación ha sido fundamentalmente proporcionar el respaldo técnico y financiero para poner en marcha el esquema. Según el acuerdo, Mercuria financia los estudios

de medición de carbono en los bosques de Misiones. A partir de 2022, equipos técnicos realizaron un inventario forestal y de carbono en las ~1,5 millones de hectáreas de selva misionera, utilizando imágenes satelitales, parcelas de muestreo y modelos alométricos para estimar la biomasa y el carbono almacenado. Este proceso científico-técnico, cuyo costo asumió Mercuria, permite establecer con precisión cuántas toneladas de CO₂ están secuestradas en los bosques de Misiones (punto de referencia). Con esa línea base establecida, corresponde a la organización independiente Verra validar y certificar los resultados. Verra aplicará las metodologías aprobadas de estándar de carbono verificado (VCS) para confirmar la cantidad de emisiones evitadas por la provincia en el período dado, asegurando la integridad y transparencia del cálculo. Solo después de obtener esta certificación internacional, Misiones queda habilitada para emitir los créditos de carbono (denominados unidades de carbono verificadas) y comercializarlos en el mercado. Este proceso de MRV (Medición, Reporte y Verificación) es esencial para dar credibilidad a los bonos de carbono misioneros en los mercados globales.

El Programa REDD+ jurisdiccional de Misiones fue formalmente aprobado mediante el Decreto 2179/2024 del Poder Ejecutivo provincial (Mesa de Diálogo ECO2, 2022). Dicho decreto institucionaliza el mecanismo descrito, detallando las medidas de implementación (regulación de desmontes, incentivos, control de incendios, etc.), los componentes de participación de actores interesados y la comercialización de los créditos en mercados voluntarios. Cabe destacar que el programa de Misiones sigue el enfoque anidado (nested): es decir, abre la posibilidad de que proyectos locales individuales dentro de la provincia (por ejemplo, iniciativas de una comunidad o empresa en particular) puedan integrarse al marco provincial REDD+ o coexistir bajo un marco común de contabilidad de carbono. Esto evita la doble contabilidad y alinea esfuerzos locales con la estrategia jurisdiccional. Para facilitar esto, se creó un Registro Provincial de Proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación donde deben inscribirse todos los proyectos vinculados, garantizando transparencia y que no se dupliquen créditos por la misma reducción.

En resumen, el mecanismo de implementación del proyecto se basa en reducir la deforestación real en Misiones (a través de políticas de conservación) y en traducir esas reducciones en créditos de carbono verificables bajo estándares internacionales. La empresa Phoenix/Mercuria actúa como socia financiera/técnica: aporta capital para el monitoreo y se compromete a comprar la mayor parte de los créditos generados. El esquema se apoya en la arquitectura REDD+ de la ONU y en el estándar Verra, lo que busca dotarlo de legitimidad y rigurosidad científica. Misiones, por su parte, implementa las acciones de manejo forestal y configura las instituciones (decreto, comité REDD+, registros) necesarias para operar este innovador mecanismo de pago por servicios ambientales a escala provincial.

No obstante, es necesario resaltar que muchos de estos impactos positivos son hasta ahora proyectados o intencionales. Dado que la primera emisión de créditos recién está por concretarse y los fondos aún no han fluído a gran escala. Será necesario observar la implementación para verificar si se cumplen las promesas. Un riesgo potencial señalado por analistas es que los recursos podrían no llegar equitativamente a todos los niveles locales o que queden concentrados en ciertos intermediarios. Para prevenir esto, Misiones ha diseñado (al menos sobre papel) el mecanismo de fideicomiso transparente y la asignación dirigida a comunidades, lo que de concretarse sería un hito en distribución de beneficios. También existen posibles impactos negativos que merecen atención. Algunas organizaciones temen que, bajo la presión de mantener los bosques como sumideros de carbono, se impongan restricciones excesivas a las comunidades locales en el uso tradicional de los bosques, limitando por ejemplo la recolección, caza de subsistencia o nuevas chacras agrícolas. Si no se gestionan cuidadosamente, los proyectos REDD+ podrían generar conflictos de uso de la tierra o disminuir la soberanía de las comunidades sobre sus

territorios. Este aspecto no ha sido reportado aún en Misiones, pero en otras experiencias internacionales de carbono forestal ha surgido como problema. Por ello, será clave implementar salvaguardas socioambientales (participación, consentimiento informado, mecanismos de queja) para asegurar que el impacto social neto sea beneficioso y no perjudique a quienes viven en la selva.

Críticas y cuestionamientos al proyecto

Desde su gestación, el proyecto de bonos de carbono en Misiones ha enfrentado diversas controversias y críticas provenientes de organizaciones ambientales, académicos, sectores de la sociedad civil e incluso algunos actores económicos. Una de las objeciones principales ha sido de índole procedimental y legal: varias ONGs y grupos locales denunciaron la falta de consulta y participación ciudadana en la negociación del acuerdo con Phoenix/Mercuria, vulnerando derechos consagrados en la Ley General de Medio Ambiente (Ley N° 25.675) que garantizan la participación ciudadana en decisiones de política ambiental. Los críticos señalaron que nunca se realizó una audiencia pública antes de firmar el acuerdo de carbono, a pesar de que este podría tener impactos significativos sobre el territorio y las comunidades (por ejemplo, cambios en el uso de la tierra, nuevas restricciones o inversiones en ciertas áreas). Asimismo, se recordó que Argentina ratificó el Acuerdo de Escazú (tratado regional sobre democracia ambiental) que obliga a garantizar instancias de participación temprana y acceso a la información ambiental. Desde la perspectiva de estas organizaciones, el gobierno misionero incumplió dichos estándares al negociar discretamente con una empresa extranjera un tema tan sensible como la gestión de los bosques nativos. La exigencia, por tanto, fue transparentar el acuerdo, realizar estudios de impacto ambiental integrales y someter el proyecto a discusión pública antes de su implementación definitiva.

Otra crítica de fondo proviene de sectores ambientalistas globales que cuestionan la eficacia y ética de los mercados de carbono y de los proyectos REDD+ en general. Para algunos activistas, los bonos de carbono representan “falsas soluciones” al cambio climático, pues no reducen las emisiones en la fuente, sino que solo las compensan de manera temporal. En el caso de Misiones, se objetó que una petrolera (Phoenix/Mercuria) vinculada a la explotación de combustibles fósiles estuviera detrás del proyecto. Esta situación fue calificada *greenwashing*⁴, en la medida en que Mercuria-Phoenix podría seguir promoviendo o participando de actividades altamente emisoras (extracción de petróleo en Vaca Muerta, comercialización de gas y carbón a nivel global) mientras adquiere bonos para limpiar su imagen o cuadrar balances de carbono.

Detrás de este último cuestionamiento es muy necesario aclarar que en un mundo donde la demanda de energía va en aumento y no se puede poner en juego ni la seguridad energética ni la accesibilidad a la misma, se necesitan de todas las fuentes energéticas posibles. El combustible fósil tiene el desafío de lograr reducir sus emisiones, pero al mismo tiempo tiene que lograr ser accesible y suficiente para toda la población. Por este motivo, y porque toda actividad tiene un impacto ambiental, los mecanismos de compensación son necesarios y complementarios.

⁴ Greenwashing: El "greenwashing" es una práctica engañosa en la que empresas o marcas aparentan ser más respetuosas con el medio ambiente de lo que realmente son, utilizando publicidad o marketing para crear una imagen ecológica que no se corresponde con sus acciones o productos. Es una forma de lavado de imagen verde, donde se busca obtener una ventaja competitiva a través de la percepción de sostenibilidad, a menudo sin una base real

3.4 Barreras estructurales y oportunidades emergentes

A pesar del dinamismo de algunos actores, el desarrollo de mecanismos de compensación en Argentina enfrenta múltiples desafíos:

- **Falta de marco regulatorio nacional:** No existe aún una ley o reglamento que defina criterios, autoridades de aplicación o incentivos fiscales para créditos de carbono locales.
- **Escasa oferta de proyectos certificados:** La mayoría de los proyectos forestales o agroecológicos existentes no están certificados bajo estándares internacionales, lo que dificulta su comercialización.
- **Costo y complejidad técnica:** Desarrollar proyectos bajo estándares como Verra implica altos costos iniciales, tiempos largos y conocimiento técnico específico, poco accesible para pequeños desarrolladores.
- **Debilidad institucional y articulación público-privada limitada:** No existen programas provinciales o nacionales que promuevan pilotos, bancos de tierras, o líneas de financiamiento específicas para proyectos de carbono.

Sin embargo, también se identifican oportunidades emergentes:

- ✓ Empresas como Vista-Aike pueden actuar como catalizadores del ecosistema.
- ✓ Provincias como Neuquén, Río Negro o Salta podrían impulsar marcos locales.
- ✓ Inversionistas internacionales buscan proyectos con alta integridad ambiental en países con potencial de escala y co-beneficios sociales.

3.5 Escenarios futuros para la compensación en Vaca Muerta

Se pueden identificar tres escenarios posibles para el desarrollo de mecanismos de compensación en el sector petrolero argentino:

1. **Importación de créditos internacionales:** las empresas adquieren créditos certificados en el extranjero para compensar sus emisiones, especialmente con fines reputacionales o de cumplimiento ESG.
2. **Generación propia de créditos:** empresas desarrollan, financian o se asocian con iniciativas locales (como Aike) para generar sus propios créditos certificados.
3. **Mercado local regulado o mixto:** en un escenario más avanzado, se establece un sistema nacional o provincial que reconozca y certifique créditos de carbono, generando un mercado interno dinámico.

La elección de cada escenario dependerá del nivel de ambición climática de las operadoras, el contexto normativo, y las presiones del mercado internacional.

INVESTIGACION EMPIRICA-DOCUMENTAL

Capítulo 4. Propuesta de Modelo Estratégico para la Implementación de Compensaciones de Carbono en la Industria del Petróleo y Gas en Argentina

4.1 Introducción metodológica

En el marco del presente trabajo, y con el fin de complementar el análisis documental y de casos internacionales y nacionales previamente desarrollado, se realizaron entrevistas en profundidad a ocho actores relevantes vinculados al sector hidrocarburífero argentino y al mercado de compensación de carbono. Las entrevistas se diseñaron bajo un enfoque cualitativo, buscando relevar percepciones, expectativas, barreras y oportunidades que se visualizan desde la propia industria y desde especialistas en los mercados de carbono.

El propósito de este relevamiento empírico fue:

- Obtener una visión actualizada y contextualizada sobre el estado de situación de las compensaciones de carbono en el sector Oil & Gas argentino.
- Identificar los principales factores que facilitan o dificultan su implementación en el país.
- Explorar la percepción de los actores sobre el potencial de los mecanismos voluntarios en un contexto aún carente de regulación específica.
- Recabar aportes respecto a la viabilidad técnica, económica y reputacional de integrar estos mecanismos en los modelos de negocio locales.

Las entrevistas fueron semiestructuradas, lo que permitió garantizar comparabilidad entre los casos, pero al mismo tiempo habilitar una mayor profundidad de análisis sobre los aspectos emergentes. Los perfiles entrevistados incluyeron:

- ✓ Directivos de empresas operadoras en Vaca Muerta.
- ✓ Consultores especializados en mercados voluntarios de carbono.
- ✓ Funcionarios técnicos de organismos regulatorios nacionales.
- ✓ Expertos en certificación de proyectos NBS.
- ✓ Académicos especializados en políticas climáticas.

4.2 Ejes temáticos y preguntas orientadoras

Las entrevistas se estructuraron en torno a los siguientes ejes:

Eje 1: Estado de situación de las estrategias de descarbonización en el sector

¿Qué lugar ocupan actualmente los mecanismos de compensación en la estrategia climática de su empresa / sector?

¿Cómo evalúa el grado de madurez de las estrategias de reducción directa de emisiones en el upstream argentino?

¿Cuáles son las principales dificultades técnicas o económicas que enfrenta hoy la industria para avanzar en reducción de emisiones de alcance 1 y 2?

Eje 2: Condiciones habilitantes para proyectos de compensación

¿Cuál es la percepción respecto a la factibilidad técnica y económica de desarrollar proyectos de compensación de carbono en Argentina?

¿Existen hoy capacidades técnicas locales para desarrollar y certificar proyectos bajo estándares internacionales (por ejemplo, Verra, Gold Standard)?

¿Qué factores limitan hoy el desarrollo de proyectos de NBS o CCUS aplicables al sector hidrocarburífero?

Eje 3: Marco normativo y aspectos regulatorios

¿Considera que la falta de regulación nacional específica para el mercado voluntario es una barrera significativa?

¿Qué rol debería asumir el Estado para promover el desarrollo de un mercado voluntario de carbono transparente y de alta integridad en el país?

¿Qué riesgos observa si no se establece un marco normativo robusto?

Eje 4: Aspectos reputacionales y de integridad

¿Cree que la sociedad y los inversores ven con buenos ojos las estrategias de compensación de emisiones en el sector Oil & Gas?

¿Qué condiciones deben cumplirse para que la compra de créditos de carbono no sea percibida como *greenwashing*?

¿Qué importancia le asigna a la trazabilidad, monitoreo y adicionalidad de los proyectos?

Eje 5: Perspectivas a futuro

¿Visualiza oportunidades concretas para integrar estos mecanismos como herramienta de competitividad y acceso a mercados?

¿Qué recomendaciones haría para fortalecer el ecosistema de compensación de carbono en la Argentina?

4.3 Resultados y análisis emergente

Del análisis cualitativo de las entrevistas realizadas emergen varios patrones y ejes comunes, que se sintetizan a continuación:

- 1) Aceptación de las compensaciones como herramienta complementaria:** todos los entrevistados coinciden en reconocer que las compensaciones de carbono son hoy una herramienta complementaria y no sustitutiva de las acciones de mitigación directa. Las empresas operadoras señalan que, si bien existe un margen todavía importante para reducir emisiones de alcance 1 vinculadas a venteo, quema y eficiencia operativa, hay un segmento de emisiones residuales que difícilmente será eliminado por completo en el corto plazo, donde los mecanismos de compensación cobran relevancia.
- 2) Condiciones técnicas y barreras locales:** existe consenso en que la Argentina cuenta con ventajas naturales significativas para el desarrollo de proyectos de compensación basados en la naturaleza, especialmente por su superficie forestal degradada, potencial de restauración de humedales y extensión de áreas agroganaderas donde podrían implementarse prácticas regenerativas. Sin embargo, los consultores y certificadores remarcan que las capacidades técnicas locales en materia de formulación, monitoreo y certificación de proyectos bajo estándares internacionales aún son incipientes. La falta de experiencia previa, sumada a la necesidad de formar recursos técnicos especializados y acreditar entidades verificadoras bajo los estándares internacionales, aparece como uno de los principales cuellos de botella.

Por otro lado, los proyectos tecnológicos como el CCUS son considerados aún de muy baja viabilidad local, por sus altos costos de inversión, la necesidad de infraestructura específica y la falta de esquemas de incentivo a largo plazo, como créditos fiscales o contratos de precio mínimo garantizado, similares a los modelos de incentivo de EE. UU. o Noruega.

- 3) Vacíos normativos y necesidad de gobernanza:** uno de los aspectos más reiterados en las entrevistas es la ausencia de un marco normativo claro y coordinado para los mercados de carbono en Argentina. Si bien existe la Ley 27.520 que establece la responsabilidad climática nacional, los entrevistados coinciden en que:
 - ✓ No hay aún un organismo nacional de certificación de créditos.
 - ✓ No se ha definido si los proyectos privados podrán ser utilizados para cumplimiento de las NDC futuras.

- ✓ La doble contabilidad es un riesgo potencial si no se definen reglas claras de atribución entre privados y el Estado.

Se advierte que la falta de gobernanza puede erosionar la credibilidad de los créditos generados en el país frente a compradores internacionales. Asimismo, la ausencia de incentivos fiscales o financieros frena el desarrollo inicial de proyectos, salvo en casos donde grandes empresas los financian como estrategia de responsabilidad reputacional.

4) Riesgos reputacionales y la integridad de los créditos: En relación con los aspectos reputacionales, los entrevistados expresan que el uso de compensaciones en el sector hidrocarburiífero es socialmente aceptable solo bajo ciertas condiciones estrictas:

- ✓ Solo para compensar emisiones residuales.
- ✓ Bajo estándares de alta integridad como Verra o Gold Standard.
- ✓ Con trazabilidad pública, monitoreo independiente y plena transparencia en los reportes.
- ✓ Evitando que la compensación sirva como argumento para expandir la producción sin un esfuerzo real de descarbonización.

Especialistas en certificación subrayan la importancia de integrar los principios promovidos por el Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (ICVCM) para evitar el riesgo de greenwashing que ya ha afectado negativamente la percepción pública de algunos programas internacionales de créditos de carbono de baja calidad.

5) Oportunidades competitivas a futuro: pese a los desafíos, los entrevistados coinciden en que la Argentina tiene una ventana de oportunidad competitiva si logra posicionar un ecosistema transparente de proyectos de compensación de alta calidad, que no sólo sirva a empresas locales sino también como exportador de créditos hacia mercados internacionales que demanden offsets confiables. En este sentido, se menciona que:

- ✓ Las empresas con exposición internacional requieren compensaciones certificadas válidas para sus compromisos ESG y disclosure financiero.
- ✓ La reciente tendencia de “due diligence” climática en las cadenas de valor de clientes europeos o norteamericanos podría tornar cada vez más relevante el contar con créditos confiables para exportadores de commodities.
- ✓ El desarrollo de un marco habilitante nacional permitiría atraer financiamiento privado, generación de empleo en zonas rurales, conservación de biodiversidad y co-beneficios sociales.

Las entrevistas realizadas aportan evidencia empírica complementaria al análisis documental, confirmando que las compensaciones son vistas como parte necesaria de una transición climática responsable en el sector Oil & Gas, siempre subordinadas a la mitigación directa. La alta integridad

ambiental y la trazabilidad pública son condiciones no negociables para evitar el riesgo reputacional del greenwashing. El país cuenta con un potencial competitivo significativo, especialmente en soluciones basadas en la naturaleza, pero su realización depende del marco de gobernanza que se construya en los próximos años.

Este análisis cualitativo permite robustecer el modelo estratégico propuesto en el capítulo siguiente, identificando los elementos críticos que deberán ser gestionados para lograr una integración creíble, eficiente y sostenible de los mecanismos de compensación en la industria hidrocarburífera argentina.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 5. Modelo propuesto, recomendaciones para políticas públicas y conclusiones

5.1 Modelo Estratégico Integral propuesto

A partir del análisis de experiencias internacionales, del diagnóstico del contexto argentino desarrollado en los capítulos anteriores, y del análisis de las entrevistas realizadas, **se propone un modelo estratégico integral que permita a las empresas del sector petrolero y gasífero implementar mecanismos de compensación de carbono de forma progresiva, eficiente y alineada con los compromisos de descarbonización globales.**

Este modelo busca ser aplicable tanto para operadoras con alta madurez climática, como Vista, como para aquellas que recién inician su transición hacia un enfoque “Net Zero”. El objetivo es proporcionar una hoja de ruta operativa que permita combinar mitigación directa con compensaciones de alta integridad, en un marco de gobernanza ambiental, social y económica sólido.

5.1.1 Principios rectores del modelo propuesto

El modelo se construye sobre cinco principios clave:

1. **Adicionalidad climática:** Las compensaciones deben complementar, y no reemplazar, acciones de mitigación directa.
2. **Integridad ambiental:** Los créditos utilizados deben provenir de estándares reconocidos y cumplir con criterios de permanencia, adicionalidad, trazabilidad y verificación independiente.
3. **Alcance corporativo integral:** La estrategia debe considerar emisiones de alcance 1 y 2, y progresivamente integrar el alcance 3. (Este último es el alcance más difícil para trabajar porque además suele ser el más grande).

4. **Enfoque territorial:** Se prioriza el desarrollo de proyectos en zonas cercanas a las operaciones o con vínculos sociales y ambientales relevantes para la empresa.
5. **Transparencia y reporte:** La gestión de créditos debe estar documentada en reportes de sostenibilidad o climáticos, en línea con estándares como TCFD o GRI.

5.1.2 Fases del modelo de implementación

Se proponen cuatro fases progresivas para adoptar mecanismos de compensación en una empresa del sector:

Fase 1 – Diagnóstico de emisiones y definición de metas:

- Medición exhaustiva de emisiones y armado de inventarios GEI (scopes 1 y 2).
- Evaluación de opciones de reducción directa y brecha residual.
- Definición de metas intermedias (2030) y de largo plazo (2050).
- Identificación de emisiones compensables y nivel de ambición.

Fase 2 – Diseño de estrategia de compensación:

- Elección del tipo de créditos (evitación vs. remoción).
- Decisión sobre modalidad: adquisición en mercado, desarrollo propio o alianzas.
- Estimación de presupuesto anual y horizonte temporal.
- Selección de estándares y criterios de calidad.

Fase 3 – Ejecución y adquisición de créditos

- Compra de créditos certificados en mercados internacionales (corto plazo).
- Participación en proyectos piloto o generación propia (mediano plazo).
- Evaluación de proyectos con co-beneficios sociales (comunidades locales, empleo verde).
- Articulación con ONGs, desarrolladores y gobiernos provinciales.

Fase 4 – Reporte, monitoreo y mejora continua

- Inclusión de resultados en reportes integrados o ESG.
- Publicación de créditos retirados (retirement) y tipo de proyectos apoyados.
- Evaluación de impacto reputacional, financiero y ambiental.
- Revisión periódica de metas y actualización del portafolio de compensaciones.

5.1.3 Estructura organizacional recomendada

Para implementar este modelo, se recomienda crear una unidad o célula climática transversal que articule las áreas de Medio Ambiente, Finanzas, Legales, Operaciones y Relaciones Institucionales. Esta célula debería tener:

- Un responsable técnico en cambio climático.
- Un equipo de análisis de proyectos (MRV, estándares, costos).
- Vínculo con el área de compras o finanzas para adquisición de créditos.
- Representación ante organismos regulatorios y alianzas sectoriales.

En empresas de menor escala, esta función puede integrarse inicialmente en el área de Medio Ambiente o Sostenibilidad, con apoyo externo especializado.

5.1.4 Herramientas complementarias

El modelo puede fortalecerse mediante el uso de herramientas y mecanismos complementarios:

- Simuladores de precios futuros de carbono: permiten anticipar escenarios financieros ante cambios regulatorios internacionales.
- Evaluación de riesgos climáticos físicos y de transición (alineado con TCFD).
- Dashboards de trazabilidad de créditos: plataformas como Cloverly, Sylvera o Pachama ofrecen soluciones tecnológicas para el seguimiento.
- Blockchain para trazabilidad: algunas plataformas emergentes permiten registrar la cancelación de créditos con seguridad e inmutabilidad.

5.1.5 Escalabilidad y replicabilidad del modelo

Este modelo puede adaptarse a diferentes niveles de madurez empresarial:

Empresas líderes (ej. Vista): pueden adoptar esquemas integrados, con generación propia de créditos y estrategias de comunicación climática avanzada.

Empresas intermedias (ej. PAE, YPF): pueden comenzar con adquisiciones externas y escalar hacia alianzas locales o desarrollo de proyectos.

Empresas emergentes (ej. Aconcagua): pueden adherir a esquemas sectoriales o consorcios de compensación, compartiendo costos y capacidades técnicas.

La replicabilidad del modelo también puede extenderse a otros sectores emisores de Argentina, como minería, agroindustria o transporte pesado, generando sinergias para el desarrollo de un mercado nacional de carbono.

El **modelo estratégico propuesto** permite a las empresas del sector petrolero y gasífero en Argentina incorporar mecanismos de compensación de carbono como una herramienta de gestión climática seria, transparente y alineada con las mejores prácticas internacionales. Si bien su adopción requiere visión de largo plazo y recursos técnicos y financieros, las oportunidades asociadas —reputacionales, regulatorias, comerciales— justifican su integración progresiva.

5.2 Recomendaciones para políticas públicas en Argentina

El análisis desarrollado a lo largo de esta tesis pone en evidencia que, si bien existen condiciones técnicas y empresariales para el desarrollo de mecanismos de compensación de carbono en la industria hidrocarburífera argentina, la ausencia de un marco normativo claro, incentivos adecuados y articulación público-privada limita su adopción a gran escala. A continuación, se presentan recomendaciones específicas de política pública, tomando como referencia experiencias exitosas de otros países productores de petróleo y gas.

1. Establecimiento de un marco regulatorio para mercados voluntarios y regulados

Creación de marcos híbridos que permiten el reconocimiento oficial de créditos de carbono generados localmente bajo estándares internacionales, a través de registros nacionales interoperables. Argentina podría:

- Crear un registro nacional de créditos de carbono voluntarios que articule con plataformas como Verra o Gold Standard.
- Definir criterios de integridad, monitoreo y reporte para proyectos locales.
- Establecer un sello oficial de calidad ambiental para créditos generados en el país.

2. Incentivos fiscales y financieros

A través de un programa de créditos fiscales se podría promover la inversión en tecnologías limpias y proyectos de compensación. Argentina podría:

- Otorgar deducciones fiscales o amortización acelerada a inversiones en generación de créditos de carbono.
- Crear líneas de financiamiento específicas desde bancos provinciales para proyectos de NBS.
- Incorporar los créditos de carbono como instrumento elegible en licitaciones públicas o contrataciones energéticas.

3. Articulación público-privada y plataformas sectoriales

El Oil and Gas Climate Initiative (OGCI), integrado por empresas como BP, Aramco y Repsol, ha promovido acuerdos entre gobiernos y empresas para el desarrollo de soluciones climáticas conjuntas. Argentina podría:

- Crear una mesa técnica de carbono en el sector hidrocarburífero, con participación de empresas, gobierno, universidades y ONGs.
- Promover alianzas para el desarrollo de proyectos multiparte de alto impacto ambiental y social.
- Fomentar la adopción de estándares comunes (GHG Protocol, SBTi) en todas las operadoras.

5.3 CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido analizar en profundidad las alternativas de compensación de carbono aplicables a la industria del petróleo y gas, con especial énfasis en el contexto argentino y el potencial de desarrollo asociado a la cuenca de Vaca Muerta. A partir de un abordaje integral que combinó el análisis internacional, normativo, técnico y estratégico, surgen conclusiones relevantes tanto para el ámbito corporativo como para el diseño de políticas públicas.

Los mecanismos de compensación de emisiones de carbono, lejos de ser soluciones marginales o accesorios simbólicos, constituyen hoy herramientas clave dentro de las estrategias climáticas empresariales. En un contexto global crecientemente exigente en términos de sostenibilidad, transparencia y competitividad, la compensación de emisiones emerge como un recurso legítimo para gestionar emisiones residuales, generar valor reputacional, facilitar el acceso a financiamiento sostenible y sostener la licencia social para operar.

Las experiencias internacionales estudiadas muestran que las grandes compañías del sector han adoptado estrategias cada vez más sofisticadas, integrando mitigación directa, transformación de sus portafolios energéticos y mecanismos de compensación que combinan soluciones tecnológicas avanzadas (como la captura y almacenamiento de carbono, la captura directa del aire o la bioenergía con captura) con soluciones basadas en la naturaleza (NBS), como la reforestación, la restauración de ecosistemas y prácticas de agricultura regenerativa.

El crecimiento sostenido de los mercados voluntarios de carbono, a pesar de los desafíos de estandarización y credibilidad, ha movilizado recursos hacia proyectos de reducción y remoción de carbono en múltiples regiones. En este contexto, los estándares internacionales de certificación —como Verra, Gold Standard, entre otros— se consolidan como referencia ineludible para garantizar la integridad ambiental y la trazabilidad de los créditos generados.

En el caso argentino, el análisis evidencia un ecosistema aún incipiente, pero con señales auspiciosas de dinamismo liderado desde el sector privado. El caso de Vista, a través de su subsidiaria Aike dedicada al desarrollo de proyectos NBS certificados, demuestra que es posible innovar localmente incluso ante la ausencia de un marco normativo robusto, generando sinergias entre los objetivos empresariales de carbono neutralidad y el desarrollo territorial sostenible.

Sin embargo, también resulta evidente que el avance aislado de empresas pioneras no resulta suficiente para generar un ecosistema funcional y escalable. La ausencia de un marco normativo específico, la falta de registros nacionales interoperables, los elevados costos de desarrollo de proyectos certificados y la escasa articulación público-privada constituyen limitaciones estructurales que dificultan la masificación de estas iniciativas. Por ello, las recomendaciones de política pública propuestas en este trabajo ofrecen lineamientos concretos que podrían adaptarse al contexto argentino para potenciar este mercado emergente.

Desde la perspectiva empresarial, el desafío central consiste en incorporar la compensación de carbono no como un mecanismo de último recurso, sino como un componente estratégico transversal, que complemente los esfuerzos de mitigación directa, se alinee con estándares internacionales, refuerce la legitimidad ambiental de las operaciones y habilite el acceso a nuevos instrumentos de financiamiento verde. Aquellas empresas que logren desarrollar portafolios de compensación de alta integridad, con fuerte anclaje territorial y beneficios sociales asociados, estarán mejor posicionadas para transitar una transición energética justa, rentable y alineada con las demandas regulatorias y de mercado de un mundo progresivamente descarbonizado.

En síntesis, la industria del petróleo y gas atraviesa una transformación estructural sin precedentes. Las compensaciones de carbono, abordadas con rigurosidad y visión de largo plazo, pueden constituir un puente efectivo hacia modelos de negocio más resilientes, responsables y compatibles con los desafíos climáticos globales de este siglo.

LISTA DE REFERENCIAS

Bibliografía

- AIKE. (s.f.). Obtenido de <https://www.aikenbs.com/es/proyectos/#tipos-de-proyectos>
- Ambiente, S. d. (2022). Obtenido de <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/resultados>
- BBVA. (s.f.). Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-y-que-funcion-tienen-los-mercados-voluntarios-de-carbono/>
- BP. (2025). Obtenido de <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/sustainability/group-reports/bp-sustainability-report-2024.pdf>
- Climeworks. (2024). Obtenido de <https://climeworks.com/press-release/climeworks-switches-on-worlds-largest-direct-air-capture-plant-mammoth>
- Energy, V. (2024). Obtenido de https://vistaenergy.com/contenidos/Vista_Reporte_Sostenibilidad_2023_esp.pdf
- Equinor. (2025). Obtenido de https://cdn.equinor.com/files/h61q9gi9/global/4fee7d3b6539d2a6498bbbe157e06d81a5e23391.pdf?Equinor_energy_transition_plan_2025_EN-1.pdf
- Fitz, A. T. (2020). Net zero company' emissions plans. *Financial Times*.
- Group, W. B. (s.f.). *State and Trends of Carbon Pricing 2025*. Obtenido de <https://www.worldbank.org/en/publication/state-and-trends-of-carbon-pricing>
- Iberdrola. (s.f.). Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/medio-ambiente/gestion-medioambiental/mercados-carbono-derechos-emision-co2>
- ICVCM. (s.f.). Obtenido de <https://icvcm.org/>
- IEA. (2020). Obtenido de <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>
- IEA. (2024). Obtenido de <https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage>
- IEA. (2024). Obtenido de <https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage/direct-air-capture>
- IEA. (2024). Obtenido de <https://www.iea.org/energy-system/carbon-capture-utilisation-and-storage/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage>
- IEA. (2024). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>
- Institute, W. R. (s.f.). Obtenido de <https://www.wri.org/initiatives/greenhouse-gas-protocol>
- IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5°C*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

IPCC. (2022). Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/chapter/chapter-7/>

IPCC. (2023). *Climate Change 2023*.

IRENA. (s.f.). Obtenido de <https://www.irena.org/Energy-Transition/Outlook>

LEY DE PRESUPUESTOS MÍNIMOS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL. (2019). Obtenido de <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/224006/20191220>

Mesa de Diálogo ECO2. (2022). Obtenido de <https://programajnr.misiones.gob.ar/salvaguadas/acuerdos-y-convenios-oficiales-esenciales-para-el-desarrollo-del-programa-redd-eco2/>

Mooney, A. (2020). How investor pressure prompted oil majors to wake. *Financial Times*.

Murray, J. (2020). How Saudi Aramco's new fund will back renewable energy projects. *NS Energy*.

Repsol. (2025). Obtenido de <https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/es/sostenibilidad/informes/2024/estado-informacion-no-financiera-informacion-sostenibilidad-2024.pdf>

Rystad Energy. (s.f.). Obtenido de <https://www.rystadenergy.com/>

Shell. (2025). Obtenido de https://www.shell.com/sustainability/climate/shell-energy-transition-strategy/_jcr_content/root/main/section_321304972/promo_copy_copy/links/item0.stream/1726832326846/2c3f9065f2886e789ac196789f137dbca49473e8/shell-energy-transition-strategy-2024.pdf

Shojaeddini, E. (2019). *IOP Science*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2516-1083/ab2503/pdf>

Spatuzza, A. (2019). Brazilian oil giant Petrobras exits renewables business. *Recharge*.

team, E. I. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecosystemmarketplace.com/articles/the-art-of-integrity-state-of-the-voluntary-carbon-markets-q3-2022/>

TotalEnergies. (2025). Obtenido de https://totalenergies.com/system/files?file=documents/totalenergies_sustainability-climate-2025-progress-report_2025_en.pdf

UNDP. (2022). Obtenido de <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-son-los-mercados-de-carbono-y-por-que-son-importantes>

VCMI. (s.f.). Obtenido de <https://vcmintegrity.org/>

Verra. (s.f.). Obtenido de <https://verra.org/program-methodology/vcs-program-standard/overview/>

Xin, Z. (2020). CNOOC looking to sharpen focus on offshore renewable energy ventures. *China Daily*.

Yergin, D. (2021). *The New Map - Energy, Climate and the Clash of Nations*. Penguin.

YPF. (2024). Obtenido de <https://sustentabilidad.ypf.com/>

Glosario

BECCS: Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono.

CCUS: Captura, uso y almacenamiento de carbono.

COP: Conferencia de las Partes

DAC: Captura directa del aire.

GEI: Gas de efecto invernadero

Greenwashing: práctica donde las empresas engañan respecto a sus responsabilidades/acciones ambientales.

ICVCM: Integrity Council for the Voluntary Carbon Market

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Major: empresa hidrocarburífera integrada que cotizan en los mercados bursátiles de Estados Unidos y/o Europa.

NBS: Solución basada en la naturaleza

NOC: Compañía Nacional de Petróleo

OGCI: Oil and Gas Climate Initiative

REDD+: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation

Retirement de crédito de carbono: cuando la empresa utiliza el crédito y ya no queda disponible para que otra lo adquiera o utilice.

VCMI: Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative