



# **El Mercado de Permisos de Emisiones como camino al Desarrollo Sostenible en Uruguay**

Juan Ignacio Briozzo & Nicolás Stanko

**Premio Academia Nacional de Economía 2023**

Montevideo, Uruguay

Octubre 2023

## **Agradecimientos:**

Queremos agradecer especialmente a Marcelo Caffera por su apoyo constante e invaluable contribución para la elaboración de este documento. Sus aportes nos permitieron no solo enriquecer el contenido de este trabajo, sino que fueron clave para lograr un mayor entendimiento de la problemática ambiental que va más allá de las páginas de este documento.

## **Contenidos:**

Introducción:.....	4
1. Motivación: Un llamado a la acción. ....	4
2. ¿Como han acordado los países hacer frente al cambio climático?.....	5
3. Uruguay y su compromiso frente al cambio climático.....	7
4. Instrumentos de política ambiental para combatir el cambio climático .....	9
4.1. Marco teórico para comprender la importancia de la política ambiental .....	9
4.2. Clasificación de los diferentes instrumentos .....	11
4.3. Algunos ejemplos de instrumentos .....	12
4.3.1. Estándares de emisión .....	12
4.3.2. Un impuesto a las emisiones.....	13
4.3.3. Un mercado de permisos transferibles .....	14
5. ¿Por qué elegir la implementación de un mercado de permisos de emisiones en Uruguay?.....	15
5.1. Argumentos respecto a la reducción en el nivel de emisiones.....	16
5.1.1. Reducción de emisiones a un costo efectivo y mayor flexibilidad. ....	16
5.1.2. El precio del carbono como incentivo económico.....	17
5.1.3. Menores exigencias de información y ajuste.....	18
5.1.4. Creación de un “camino claro” para la reducción de emisiones. ....	18
5.2. Argumentos referidos al contexto actual del país.....	19
5.2.1. Hay una tendencia en el mundo a desarrollar mercados de carbono... 19	
5.2.2. Una oportunidad para los ganaderos de exportar carne “carbono-neutral” 21	
5.2.3. Resolver un problema de coordinación entre forestales y ganaderos .. 23	
6. Diseño de un mercado de permisos transferibles para Uruguay .....	25

6.1. Elección de sectores participantes.....	25
6.2. Definición del nivel de emisiones objetivo.....	28
6.3. Estrategia y procedimiento para la distribución de los permisos.....	36
6.4. Abordar la dimensión temporal del mercado.....	38
6.5. Definir la figura del regulador y otros aspectos normativos.....	42
6.6. Garantizar el cumplimiento de las normas por parte de las empresas.....	44
6.7. Inclusión de créditos mediante el sector forestal.....	47
6.8. Definir etapas de evaluación y proponer mejoras.....	49
7. Principales riesgos asociados al mercado de emisiones.....	51
8. Conclusión:.....	53
Anexo:.....	55
Modelo teórico de un mercado de permisos (Caffera; 2023).....	55
Referencias:.....	56

## **Introducción:**

En el marco de la lucha contra el cambio climático y el desafío de adaptarse al calentamiento global, este trabajo explora la factibilidad y establece los fundamentos para la implementación de un mercado de permisos de emisiones como mecanismo estratégico para que Uruguay afronte de manera efectiva esta problemática y encuentre oportunidades en el camino.

### **1. Motivación: Un llamado a la acción.**

El descenso de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se vuelve cada vez más urgente en la medida en que el mundo sufre los impactos del cambio climático. En la última década, la temperatura de la superficie global se situó 1.1°C por encima de los niveles preindustriales (1850 – 1900), mientras que las emisiones de GEI han ido aumentando con contribuciones históricas y desiguales derivadas del uso insostenible de la energía y la tierra, junto con los patrones de consumo y producción entre regiones, países e individuos. De hecho, la temperatura de la superficie global ha aumentado más rápido desde 1970 que en cualquier otro período de 50 años durante al menos los últimos 2.000 años.

Por mucho tiempo, la humanidad ha sido testigo de los graves impactos del cambio climático en la atmósfera, el océano y en la intensidad de los fenómenos meteorológicos que han dado lugar a pérdidas y daños causados a millones de personas en todo el mundo, incluso perjudicando desproporcionadamente a comunidades que históricamente han contribuido menos al cambio climático. En efecto, cada vez son mayores los eventos asociados a esta problemática, por ejemplo, hemos visto un aumento en el nivel del mar, en la intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos en todas las regiones del mundo (olas de calor, fuertes precipitaciones, ciclones, entre otros), pérdidas completas de ecosistemas y convivimos con un mayor riesgo de inseguridad alimentaria e hídrica. Asimismo y como si no fuera suficiente, el calentamiento global también ha causado efectos adversos en la salud de las personas y su impacto es mayor en las comunidades más vulnerables (Cambio climático 2023, IPCC). Así, a medida que el calentamiento global avanza también aumentan los riesgos e impactos adversos proyectados, haciendo

que estos sean cada vez más difíciles de gestionar y acercándonos a un peligroso punto de no retorno.

Si bien muchos países han puesto esfuerzos en adoptar medidas de mitigación y alinearse a los objetivos internacionales, lo cierto es que no se ha hecho lo suficiente. Aún persisten brechas entre los objetivos globales y la suma de contribuciones nacionales debido a problemas relacionados con la incorrecta adaptación de las políticas, falta de conocimiento y financiación en varias regiones del mundo. En efecto, el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) advierte que las emisiones globales de GEI en 2030 implícitas en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) anunciadas en 2021 harían probable que el calentamiento global supere los 1.5°C durante el siglo XXI y harían más difícil aún limitarlo por debajo de los 2°C.

En este punto, debemos saber que nos enfrentamos a una de las mayores amenazas de todos los tiempos y es probable que el mundo que conocemos cambie de forma radical si no se toman las medidas adecuadas cuando corresponda. El mensaje es claro, el tiempo se acaba y es necesario actuar ahora.

## **2. ¿Como han acordado los países hacer frente al cambio climático?**

En las últimas décadas se han intensificado a nivel global los esfuerzos para abordar el desafío del cambio climático. Estos esfuerzos han sido respaldados por acuerdos climáticos internacionales, el mayor compromiso de las naciones y una creciente conciencia pública sobre la urgente necesidad de actuar.

De esta manera, uno de los hitos más destacados en esta lucha ha sido la implementación de políticas de mitigación tanto a nivel nacional como internacional por parte de varios países que han decidido asumir un papel protagonista en la contienda frente al cambio climático. Estos países han iniciado una transición hacia economías con emisiones reducidas, logrando disminuir significativamente la intensidad de emisiones de carbono a nivel mundial. Además, los avances en la planificación e implementación de estrategias de adaptación al cambio climático han generado múltiples beneficios.

En particular, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París han desempeñado un papel fundamental en el fomento del desarrollo e implementación de políticas climáticas efectivas. El Protocolo de Kioto, por ejemplo, condujo a una reducción de emisiones en varios países y desempeñó un papel esencial en la creación de capacidades tanto a nivel nacional como internacional para el seguimiento, la contabilidad y los mercados de emisiones.

El Acuerdo de París, adoptado en el contexto de la CMNUCC y con la participación de casi todos los países, ha impulsado el desarrollo de políticas y el establecimiento de objetivos tanto a nivel internacional como nacional. Estos objetivos se centran en la mitigación, pero también en la adaptación al cambio climático, además de promover una mayor transparencia en las acciones climáticas. Las CDN, requeridas en virtud del Acuerdo de París, han obligado a los países a articular sus prioridades y ambiciones en relación con la acción climática.

Cabe destacar que los países que son parte del Acuerdo de París se han comprometido a lograr cero emisiones netas para 2050, limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C e, idealmente, mantenerlo en 1.5°C. Sin embargo, surge una pregunta crucial: ¿Están los países en la senda correcta para cumplir con los objetivos establecidos en el acuerdo? Para abordar esta cuestión, se ha establecido un mecanismo internacional de seguimiento del progreso colectivo hacia los objetivos del acuerdo, con revisiones programadas cada 5 años, la primera de las cuales está programada para 2023.

A pesar de estos logros y avances, William Nordhaus (Premio Nobel 2018) señala que aunque el Acuerdo de París representa un esfuerzo ambicioso al establecer un límite de 2°C para el calentamiento global y alentar a los países a establecer políticas nacionales, existe una desconexión crítica entre estos dos aspectos que genera interrogantes sobre si las políticas nacionales serán suficientes para alcanzar los objetivos globales necesarios para evitar los peores impactos del cambio climático (United Nations Treaty Collection; 2015).

### 3. Uruguay y su compromiso frente al cambio climático

En un marco de búsqueda por alcanzar una coordinación y estrategias a nivel global para abordar esta problemática, Uruguay ha implementado una serie de medidas que demuestran su preocupación y grado de compromiso en el tema, las cuales se profundizaron especialmente luego de ser uno de los 195 países que suscribió el Acuerdo de París en el año 2015.

En 2016 se elaboró la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), que consta de una serie de 27 párrafos que establecen el marco estratégico para conducir las transformaciones necesarias para enfrentar los desafíos ligados al cambio climático. Esta fue aprobada en el año 2017 y, según se deja establecido en el primer párrafo: *“La Política Nacional de Cambio Climático (en adelante; Política) tiene como objetivo general promover la adaptación y mitigación en la República Oriental del Uruguay (en adelante: Uruguay) ante el desafío del cambio climático [...] La Política tiene como horizonte temporal el año 2050 y prevé su desarrollo e implementación en el corto, mediano y largo plazo, con la participación de los distintos actores de la sociedad uruguaya.”*<sup>1</sup> Este documento es de gran importancia pues, como vemos, establece los lineamientos generales para la respuesta al cambio climático, entonces todos los documentos que se han generado posteriormente sobre esta temática se han enmarcado en lo aquí presente.

Uno de los requerimientos más importantes que se exige en el marco del Acuerdo de París, como mencionamos anteriormente, es que los países que lo integran presenten cada 5 años lo que se conoce como Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), que básicamente son documentos en los cuales se deja registro de los objetivos que cada país se fija para un determinado período respecto a la reducción del nivel de emisiones (objetivos de mitigación), así como también respecto a las estrategias de innovación, desarrollo y financiamiento para mitigar el cambio climático (medidas de adaptación). En este contexto, se elaboró la primera CDN en el año 2017, la cual fijaba una serie de objetivos y acciones a seguir que debían ser alcanzadas para el año 2025.

---

<sup>1</sup> SNRCC, *Política Nacional de Cambio Climático (PNCC)*, 2017.

Ya en el año 2021, Uruguay elaboró su Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) que, según establece la misma, *“pretende reflejar la visión y aspiración de largo plazo de Uruguay en materia de cambio climático, tanto en adaptación y resiliencia como en emisiones y remociones de GEI, considerando escenarios tecnológicamente factibles, que permita mostrar como el país contribuye al cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París”*.<sup>2</sup> A grandes rasgos, este documento establece la evolución y escenario actual de cada uno de los GEI por sector que lo genera (esto es, como ha evolucionado hasta ahora el nivel de emisiones de cada tipo de gas para cada sector) y posteriormente elabora una serie de escenarios y proyecciones para estos hacia el año 2050 realizando diferentes supuestos sobre medidas y acciones que se cree serán implementadas en el proceso.

Finalmente, en el año 2022 se elaboró la segunda CDN, donde ahora los objetivos y planes de acción se fijaron con un objetivo temporal que apunta al año 2030. Este es el último documento que el país ha presentado respecto a la problemática del cambio climático y será aquel que tomaremos como referencia a la hora de proponer nuestro diseño de política ambiental para lograr los objetivos referidos a la reducción en el nivel agregado de emisiones.

Abordar esta temática es de suma importancia pues, si bien los objetivos pueden estar muy claros y establecidos, es necesario contar con una estrategia o política clara que pueda seguirse para efectivamente lograr reducir la contaminación y que se alcancen las metas fijadas, y eso es justamente lo que haremos en las posteriores secciones.

---

<sup>2</sup> SNRCC, *Estrategia Climática de Largo Plazo*, 2021.

## **4. Instrumentos de política ambiental para combatir el cambio climático**

### **4.1. Marco teórico para comprender la importancia de la política ambiental**

Siguiendo las ideas planteadas por C.Russell en su libro “Applying economics to the environment” del año 2001, pueden existir numerosas causas que expliquen por qué en la sociedad observamos problemas ligados a elevados niveles de emisión, contaminación y daño al medio ambiente, que van desde lo estrictamente moral que hay en el interior de las personas (actuar mal por egoísmo) hasta simplemente no tener noción acerca de las consecuencias que nuestros actos pueden tener sobre el planeta y las demás personas.

Sin embargo, la respuesta que encuentra la economía para estos problemas radica en que los agentes económicos de la sociedad (sean empresas o individuos) son típicamente maximizadores de beneficios racionales, de forma tal que cuando estos toman sus decisiones lo hacen de manera individualista sin considerar los efectos que estas tienen sobre el bienestar de los demás, es decir, que no interiorizan los daños y costos que generan sobre otros cada vez que actúan.

De cierta manera, lo que ocurre es que antes de tomar una decisión los agentes hacen una comparación entre los costos y beneficios de realizar acciones que puedan disminuir su nivel de contaminación, y el problema es que ya sea porque no toman en cuenta el daño sobre los demás o ,si lo hacen, los costos en los que deberían incurrir para compensar a los afectados son muy altos, simplemente optan por la opción que más les conviene que acaba siendo aquella que produce un mayor daño al planeta, transformando el problema del cambio climático en un problema de coordinación donde, si se logran implementar medidas que consigan modificar esa relación costo-beneficio en favor de la reducción de emisiones coordinada por parte de estos, entonces la sociedad experimentaría un bienestar mayor (Caffera; 2023).

Para enmarcar mejor estas ideas y centrar conceptos claves para el resto del documento, vamos a presentar un modelo bastante sencillo que ilustra todo lo comentado previamente:

Supongamos que tenemos  $n$  firmas. Cada una de estas se dedica a la producción de distintos bienes que no son idénticos, pero para elaborarse cada uno de ellos es necesario emitir una cantidad determinada de un contaminante,  $e$ , que en nuestro caso de estudio será el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para la economía y sociedad en general, el nivel de emisiones agregado del contaminante no será otra cosa que la suma de todos los niveles de emisiones individuales escogidos por cada firma, esto es:  $\sum_{i=1}^n e_i = E$ .

Las firmas por su parte tendrán una función de beneficios que a modo de simplificación solo escribiremos en función de su nivel de contaminación, que será  $B_i(e_i)$ . Por otro lado, debido a la producción y emisión por parte de estas habrá otras empresas o miembros de la sociedad que sufrirán un perjuicio, y dichos daños a su bienestar estarán representados por una función  $D(E)$ , que solo depende del nivel agregado de emisiones. Definiremos también la función de beneficios marginales agregados de la economía como la suma de los beneficios individuales producto de la contaminación de cada empresa, por lo que:  $B(E) = \sum_{i=1}^n B_i(e_i)$ .

Aquí la clave es entender que, en ausencia de regulación y asumiendo que las firmas no interiorizan los daños que generan en forma de externalidad a los demás, estas maximizan sus beneficios de manera individual y la condición es tal que  $B_i'(e_i) = 0$ , mientras que, si estas sí interiorizan los daños, resolverían el siguiente problema:  $\text{Max} \sum_{i=1}^n B_i(e_i) - D(E)$ , y la condición de primer orden asociada a este problema que arroja el nivel de emisiones individuales para cada empresa es:  $B_i'(e_i^{OS}) = D'(E^{OS})$ .

Y como asumimos que  $D'(E^{OS}) > 0$  pues a mayor nivel de emisiones mayores daños se generan, es muy sencillo apreciar como en el nivel de emisiones óptimo que maximiza el bienestar social cada firma acabará emitiendo menos que en el caso donde no existe regulación:  $e_i^{SR} > e_i^{OS} \rightarrow E^{SR} > E^{OS}$ .

Dada esta situación, ahora incorporaremos la presencia de un planificador social desinteresado o regulador, cuyo objetivo será introducir políticas ambientales que busquen incentivar económicamente a las empresas a alcanzar el nivel de emisiones que maximicen el bienestar social. Sin embargo, e intentando emular lo más posible el mundo real, vamos a suponer que este no cuenta con información perfecta por lo que no conoce a ciencia cierta cuales son las funciones de beneficios individuales de las empresas ni tampoco puede estimar con mucha precisión el valor económico de los daños que la contaminación provoca a terceros, por lo que el objetivo de nuestro regulador va a ser alcanzar un nivel agregado de emisiones  $E < E^{SR}$  (esto es, no será el óptimo social pero al menos intentará que se reduzca la contaminación) de una manera costo-efectiva, es decir, minimizando los costos de abatimiento que supone para las firmas disminuir sus emisiones individuales (estos costos son básicamente la pérdida de beneficios que la firma sufre al reducir su nivel de emisiones óptimo que anteriormente maximizaban sus beneficios).

#### **4.2. Clasificación de los diferentes instrumentos**

Una primera forma de clasificar estos instrumentos de manera más general es diferenciarlos entre aquellos que buscan alterar los incentivos económicos de las firmas en pos de hacerlas reducir sus niveles de emisión, y aquellos que son más bien “orden y control”. Del mismo modo, estos 2 tipos de instrumentos pueden volverse a clasificar en otras 2 categorías, dependiendo si los mismos buscan reducir el nivel de emisiones de manera directa (un impuesto al carbono, por ejemplo) o más bien de manera indirecta (un impuesto a un bien que utiliza el carbono como insumo o limitar la producción de un determinado bien que genera emisiones de carbono u otro contaminante).

Una clasificación un poco más amplia y completa, es aquella que introduce dentro de las categorías de clasificación de los instrumentos tanto su flexibilidad a la hora de ser aplicados, así como también si los mismos son más orientados hacia el mercado dependiendo mayoritariamente de la iniciativa privada y de los tomadores de

decisiones, o más orientados hacia el control requiriendo una mayor participación de las entidades públicas y el gobierno (Caffera; 2023.)

-----Flexibilidad Mínima----- -----Máximo Involucramiento del Gobierno----- -----Orientados al Control-----		---Flexibilidad Moderada--- -----Orientados al Mercado-----		-----Flexibilidad Máxima--- -----Mayor Iniciativa Privada----- -----Orientados al Litigio-----
Regulaciones y Sanciones	Cargos, Impuestos y Derechos	Creación de Mercado	Intervención en la Demanda Final	Legislación por Responsabilidad
Ejemplos generales				
<b>Normas (límites máximos, estándares):</b> El Gobierno restringe la naturaleza y el monto de la contaminación o del uso del recurso a los contaminadores individuales o usuarios individuales del recurso. El cumplimiento es monitoreado y sanciones efectuadas (multas, clausuras, encarcelamiento) por el incumplimiento.	<b>Cargos, impuestos, cánones por Efluentes o al Usuario:</b> El Gobierno cobra un derecho a los contaminadores individuales o usuarios del recurso y de la naturaleza del ambiente receptor. El derecho es suficientemente alto como para crear un incentivo para reducir el impacto.	<b>Permisos de emisión transables:</b> El Gobierno reparte (subasta y/o distribuye) permisos de emisión o uso de recurso que las fuentes pueden comerciar entre ellas, y monitorea el cumplimiento. Los contaminadores o usuarios de recursos intercambian permisos a precios de mercado no regulados.	<b>Clasificación del Desempeño:</b> El Gobierno exige <i>etiquetado ambiental</i> de producto de uso final. <b>Publicación de información sobre cumplimiento:</b> el gobierno pone a disposición del público la información sobre el nivel y <i>status</i> de cumplimiento de las normativas ambientales.	<b>Legislación por Responsabilidad:</b> El contaminador o usuario del recurso es requerido por ley a pagar cualquier daño a los afectados.

(Fuente: Caffera; 2023)

Se puede apreciar como aquellos instrumentos que tienden a ser menos flexibles también implican que el gobierno o el estado tenga un involucramiento bastante mayor en su implementación, mantenimiento y control, mientras que por otro lado aquellos que son de naturaleza más flexible están más orientados al mercado y tienen un menor control o regulación, dejando que sean las empresas o agentes quienes en definitiva se encargan de que dichos sistemas funcionen correctamente.

### 4.3. Algunos ejemplos de instrumentos

#### 4.3.1. Estándares de emisión

Entra dentro de la categoría de instrumentos de “orden y control”, pues aquí el regulador le determina específicamente a cada firma cuál es el nivel de emisiones máximo que puede generar, o también puede en lugar de fijarle cuanto contaminar obligarla a adoptar ciertas tecnologías innovadoras para reducir las emisiones que genera.

Si suponemos que el regulador puede hacer cumplir a la perfección esta regla (esto es, fija el estándar y ninguna empresa lo viola), entonces cada una de las firmas va a generar un nivel de emisiones que es igual a dicho estándar fijado (emitir menos le

reduce beneficios). En este caso, el regulador debe fijar el estándar que le exige a cada empresa de forma tal que al imponerlo se igualen los beneficios marginales de todas entre sí:  $B'_i = B'_j \forall i \neq j$ .

Este instrumento tiene la ventaja de que es una regla muy sencilla y fácil de aplicar, además de que bajo nuestros supuestos da lo mismo imponer un estándar a las emisiones o al nivel de tecnología en términos de lograr un nivel agregado de contaminación menor (generalmente esto es útil, pues monitorear las emisiones resulta ser más costoso que monitorear la presencia de alguna tecnología exigida). Sin embargo, para su aplicación de manera efectiva el regulador debe conocer con exactitud cuales son las funciones y curvas de beneficios producto de las emisiones para cada una de las empresas reguladas, información que generalmente es privada y está en mano de estas últimas, llevando a que pueda ser costosa de conseguir y, si se intenta estimar, puede conducir a errores que no permitan llegar al resultado deseado.

#### **4.3.2. Un impuesto a las emisiones**

Consiste en, como su nombre lo indica, colocar un impuesto de tal forma que los productores deban pagar una cierta suma de dinero, que llamaremos  $t$ , por cada unidad de contaminante o emisión que estén generando. Por ejemplo, se les puede cobrar a las empresas  $t$ \$ por cada kg de CO<sub>2</sub> que estén emitiendo en un período determinado.

En este caso, para alcanzar un determinado nivel de emisiones agregado objetivo, el regulador debe fijar el monto del impuesto tal que este sea igual a los daños marginales agregados en dicho nivel de emisión,  $t = D'(E)$ . Como todas las firmas se enfrentan al mismo impuesto, se llegará a que con el mismo se igualan los beneficios marginales de cada una y así se minimizan también los costos de abatimiento.

Una de las ventajas que tiene la implementación de esta política es que generaría recaudación fiscal para el gobierno, que posteriormente podría destinarse para financiar otros proyectos ambientales, políticas sociales, inversión en infraestructura,

etc. También, como se están gravando las emisiones que se generan en la elaboración de ciertos bienes, el gobierno podría reducir o hasta quitar los impuestos existentes sobre otros bienes finales, internalizando las externalidades y disminuyendo la distorsión que estos generan en términos de la eficiencia económica. No obstante, y similar a lo que ocurría para el caso de los estándares, el regulador deberá conocer o colocar muchos esfuerzos temporales y financieros en estimar la función de daños, que no es nada sencillo pues existen muchas formas con las cuales uno puede intentar medir la valoración en términos económicos y monetarios de la contaminación sobre las personas, donde ninguna es perfecta y están sujetas a errores que pueden afectar la efectividad de la medida.

#### **4.3.3. Un mercado de permisos transferibles**

Para este mecanismo, ahora lo que el regulador hace es fijar el objetivo de emisiones agregadas, al cual se le conoce como “cap”, para posteriormente distribuir permisos o licencias de emisión para las empresas por un total igual a dicho nivel, y luego de entregar dichos permisos deja que las empresas negocien e intercambien los mismos en un mercado.

En este caso, lo que ocurre es que se crean documentos o licencias que le dan a las firmas el derecho a emitir un determinado contaminante. Por ejemplo, se pueden emitir permisos tales que cada uno otorgue a la empresa la posibilidad de emitir 1 kg de CO<sub>2</sub>, 1 tonelada, u otra unidad de medida que se desee fijar, además que también se podría aplicar para otro tipo de contaminante llegado al caso. Por lo general, estas licencias tienen una duración máxima de 1 año, por lo que de manera anual el regulador deberá emitir y entregar permisos de contaminación según cuál sea el objetivo que desea alcanzar a nivel agregado.

Como asumimos que hay cumplimiento perfecto de la norma, el problema de las firmas ahora pasa de elegir el nivel de emisiones a elegir la cantidad de permisos que tendrá en su poder al final de un período determinado, donde inicialmente el regulador le entregará una determinada cantidad y posteriormente esta comprará o venderá permisos en un mercado que también suponemos funciona de manera perfectamente

competitiva. Producto de la compra y venta, se generará un precio único de equilibrio para los permisos (ver en el anexo el modelo y su resolución).

Aquí, y a diferencia de lo que ocurría en el impuesto, el regulador únicamente debe definir cuál será el objetivo de emisiones y entregar los permisos a las empresas garantizando que exista competencia perfecta en el mercado de intercambio para estos, de forma tal que se llegará a un precio del contaminante regulado (en nuestro caso, el carbono) que satisface ser igual a los beneficios marginales de cada una de las empresas participantes. De esta forma, no solo tenemos que un mercado de permisos transferibles logra los objetivos de reducir emisiones minimizando los costos de abatimiento como los demás, sino que se da una particularidad y es que el precio de equilibrio bajo las condiciones analizadas también será igual a los daños marginales en el nivel de emisiones agregadas objetivo, por lo que se terminará cumpliendo que  $t = p^l$ , siendo  $l$  los permisos (esto es, con ambos instrumentos es posible llegar al mismo precio del carbono en el mercado).

Las ventajas de este mecanismo son diversas y algunas muy interesantes, por lo que las abordaremos con mayor detenimiento en la siguiente sección.

## **5. ¿Por qué elegir la implementación de un mercado de permisos de emisiones en Uruguay?**

A continuación, presentaremos diferentes argumentos por los cuales entendemos que un mercado de permisos transferibles es una gran opción de estrategia o política que puede seguir nuestro país para disminuir el nivel agregado de emisiones de CO<sub>2</sub> y cumplir con las metas fijadas en la segunda CDN. Vamos a clasificar estos argumentos en 2 tipos diferentes, unos referidos específicamente a las ventajas de estos para reducir el nivel de emisiones (argumentos más bien de carácter “general”) y otros que refieren específicamente al contexto que vive actualmente nuestro país y muestran como esta es una gran alternativa para resolver diversos problemas.

## **5.1. Argumentos respecto a la reducción en el nivel de emisiones**

### **5.1.1. Reducción de emisiones a un costo efectivo y mayor flexibilidad**

A diferencia de otros instrumentos de política ambiental, los mercados de permisos de emisiones se caracterizan por ser costo-efectivos porque permiten que los países alcancen sus metas ambientales al menor costo posible. En otras palabras, las empresas participantes de dichos mercados son libres de elegir cuándo, cómo y dónde reducir las emisiones que generan su actividad productiva y hacerlo mediante la inversión en abatimiento. De esta forma, una empresa podría destinar mayor parte de sus recursos en inversiones de abatimiento si espera que los costos de hacerlo serán mayores en el futuro. Esto deja en evidencia la gran flexibilidad que presentan los mercados de permisos de emisiones.

En esta misma línea, destaca la capacidad de los sistemas para adaptarse a diferentes realidades de países (con características muy diversas) donde han demostrado ser igual de efectivos en su funcionamiento. A modo de ejemplo, la Unión Europea maneja un único sistema que está activo en más de 30 países, al tiempo que China lo ha implementado tanto en ciudades urbanas como rurales.

Otro aspecto por considerar es la coordinación internacional de los esfuerzos y la necesidad de encontrar un mecanismo que haga equivalente las diferentes unidades con las que se miden las emisiones en diferentes mercados de permisos. En este sentido, el concepto de “linking” implica reconocer unidades de emisión de mercados de permisos establecidos en otros países, adhiriendo nuestro mecanismo al mercado internacional de permisos de emisiones. Esta iniciativa implicaría para Uruguay la búsqueda de nuevos acuerdos bilaterales, multilaterales y regionales que permitieran avanzar en el desarrollo de la comercialización de unidades negociables con otros países. Esto requiere considerar la cantidad y el tipo de emisiones que pueden intercambiarse, así como los sectores que pueden participar de los intercambios.

De esta manera, un mercado de permisos de emisiones internacional significa que varios sistemas pueden ser integrados mediante el reconocimiento de unidades de emisión entre países y trae consigo algunos beneficios que deben ser considerados.

En primer lugar, la integración de diferentes mercados de permisos de emisiones da lugar a un mercado de gran dimensión que tiene la capacidad de reducir los costos de cumplimiento, incrementar la liquidez de permisos y contribuir a la estabilidad del mercado.

A su vez, el anexo de los países a un único sistema ayuda a vencer uno de los problemas más populares al momento de implementar instrumentos de política ambiental que se conoce como “carbon-leakage” y que ocurre cuando empresas en países que ya están bajo un marco regulatorio que controla el nivel de emisiones y establece un precio para el carbono, desplazan sus unidades productivas hacia aquellos países con menor regulación para obtener mayores beneficios y mantener su nivel actual de contaminación, o también cuando los consumidores optan por consumir productos provenientes de países con una regulación menos estricta ya que al tener un precio del carbono más bajo, los precios finales de dichos bienes son menores.

### **5.1.2. El precio del carbono como incentivo económico**

Al igual que cualquier mercado en competencia perfecta, la intersección de oferta y demanda de permisos por parte de las empresas participantes da lugar a un precio de equilibrio que se convierte en un incentivo de importante peso en la toma de decisiones relacionadas a la producción e inversión. De esta forma, las empresas con acceso a un abatimiento de menor costo pueden vender sus permisos en el mercado a empresas cuyos costos de abatimiento sean mayores y quieran comprar dichos permisos. Esto permite que la asignación de los permisos sea eficiente, donde el precio de mercado es el costo marginal de abatimiento para cada empresa e igualado para todas las empresas participantes. En este punto, es clave notar que no se requiere que el regulador defina las acciones de reducción de emisiones específicas para cada sector ni fijar un determinado precio, para lo cual necesitaría contar con un considerable banco de información, sino que, por lo contrario, es el mercado el que se ocupa de que en equilibrio los recursos se asignen de forma eficiente y el precio al que se transan los permisos sea el óptimo para alcanzar los objetivos propuestos.

### **5.1.3. Menores exigencias de información y ajuste**

Si vamos a la comparación directa entre un impuesto y un mercado de permisos transferibles, podremos ver como comentamos en la sección 4 que las exigencias para la implementación y funcionamiento que tiene el regulador son bastante diferentes.

En particular, y bajo un escenario de incertidumbre donde no es posible contar con información exacta de todas las empresas reguladas, para poner un impuesto a las emisiones de CO<sub>2</sub> que sea costo-efectivo para alcanzar el objetivo fijado se deben conocer las funciones de beneficios marginales producto de la emisión del contaminante para cada una de estas empresas, una tarea que resultaría casi imposible por la pérdida de tiempo y dinero que implicaría estimar esto.

Además, otro problema acarreado con el impuesto es que va a ser necesario que el regulador ajuste el monto de este cada vez que alguna empresa entre o se vaya del mercado, o se desarrolle e implemente alguna tecnología que modifique la función de beneficios de emisión de alguna de las empresas (pues afectará a la función a nivel agregado), una tarea que puede resultar tanto costosa como bastante ineficiente. Con un mercado de permisos transferibles es posible ahorrarse todos estos “dolores de cabeza”, pues para su implementación no se necesita conocer los beneficios de ninguna de las empresas reguladas, ni tampoco realizar ningún ajuste pues el precio de equilibrio de los permisos se irá ajustando por la propia oferta y demanda en el mercado (uno únicamente debería ajustar, si así lo desea, el “cap” para cada período) (Caffera; 2023).

### **5.1.4. Creación de un “camino claro” para la reducción de emisiones**

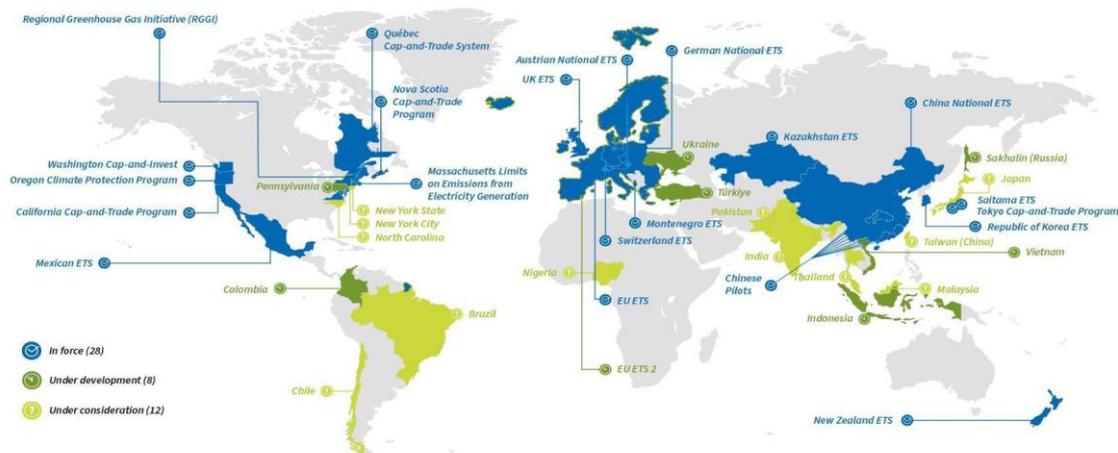
Si gradualmente se va reduciendo el “cap” o límite máximo de emisiones agregadas para diferentes años o períodos de tiempo, es posible crear un “sendero” para la reducción de emisiones que sea mucho más claro y creíble que si uno por ejemplo

decide poner un impuesto a las emisiones fijando el precio del carbono o directamente exige estándares máximos a cada empresa (ICAP; 2018). Además, uno puede definir dicho sendero de tal forma que esté alineado con los objetivos que el país se trace en términos de reducir la contaminación a nivel nacional, los cuales estarán estipulados en la CDN (en cierta forma, los mercados de permisos transferibles nos permiten acoplar las medidas a los objetivos de mitigación nacionales de un modo más sencillo, pues solamente basta con definir el “cap” para cada período).

## **5.2. Argumentos referidos al contexto actual del país**

### **5.2.1. Hay una tendencia en el mundo a desarrollar mercados de carbono**

En los últimos años se ha observado una tendencia de los países por implementar mercados de permisos de emisiones como estrategia para reducir los niveles de contaminación provenientes del carbono, con el objetivo de lograr cumplir con las metas definidas a nivel nacional e internacional en materia del cambio climático. De hecho, según información aportada por el Banco Mundial en 2022, 2/3 de los países tienen intención de implementar este instrumento de política ambiental para cumplir con sus CDN estipuladas en el Acuerdo de París.



(Fuente: ICAP, 2022)

De cierto modo, uno podría decir que las preferencias en el mundo se están moviendo hacia la implementación de estos esquemas no solo para reducir el nivel agregado de emisiones en cada país, sino para que estos puedan alinearse dentro de un mismo objetivo que permita alcanzar un precio del carbono único a nivel mundial y hacer realidad el mercado de carbono internacional.

Tal es así que la UE ha puesto numerosos esfuerzos en desarrollar incentivos para lograr cambiar las preferencias o tendencias de países que aún no han tomado iniciativas para la implementación de este tipo de mecanismos, de forma tal que se evite el “carbon-leakage”.

Particularmente, a partir de octubre de este mismo año se pondrá en funcionamiento una nueva herramienta conocida como Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), la cual tiene como objetivo principal lograr ponerle un precio justo al carbono emitido por productos intensivos en este contaminante que ingresan como importaciones a la UE (European Commission; 2023). Bajo esta herramienta, la UE comenzará a gravar un arancel a las importaciones de bienes como el acero, aluminio,

hierro, fertilizantes, electricidad e hidrógeno, el cual básicamente acabará siendo la diferencia entre el precio del carbono que rige en los países de la UE y el que hay en el país que exporta el bien, asegurándose así que el precio de este contaminante para las importaciones se iguale con el de la producción doméstica.

¿De qué manera puede afectar esto a nuestro país? Si bien ahora se está en una etapa muy temprana y se pondrá en vigor su fase transicional, lo cierto es que la UE tiene la intención de ya para el año 2030 terminar de incluir todos los sectores que se encuentran bajo regulación de un sistema de permisos comercializables. Un informe de Septiembre de 2022 realizado por Uruguay XXI muestra como la UE ha estado entre los 3 primeros destinos de exportaciones uruguayas en las últimas 2 décadas, y concretamente para el año 2022 se estima que un 15% del total de exportaciones tuvo a esta como destino, por lo que no cabe ninguna duda de que esta es una estrategia de política ambiental que puede implicar consecuencias y cambios bastante relevantes para productores y empresas del país, pues únicamente países que se muestren comprometidos y alineados con los objetivos climáticos de la UE van a poder ahorrarse este “costo” extra a la hora de exportar.

### **5.2.2. Una oportunidad para los ganaderos de exportar carne “carbono-neutral”**

Uno de los “puntos débiles” que presenta el argumento anterior para justificar la implementación de un mercado de permisos en el país, es que si bien es cierto que habrán algunas empresas pertenecientes al sector industrial que podrán verse afectadas por dicho problema y su inclusión a un sistema de permisos no tendría mayores inconvenientes, la realidad es que la vasta mayoría de emisiones que se generan anualmente provienen de las actividades agrícolas y fundamentalmente las ganaderas, y el problema radica en que estos tipos de productos no están dentro de aquellos bajo regulación de la UE, es decir, que no se verán afectados por este arancel al exportarlos.

Esto nos conduce a un problema complejo pues necesitamos imperiosamente que el sector ganadero participe de manera obligatoria en un mercado de permisos si realmente queremos generar un efecto significativo en el nivel agregado de

emisiones, pero por otro lado debemos encontrar argumentos suficientes que justifiquen que los mismos puedan verse beneficiados o, al menos, no perjudicados al participar y evitar un costo político muy grande al implementarlo, pues es un sector muy importante para la economía del país y entrar en conflicto con este puede tener diversas consecuencias de gran impacto.

Un buen argumento que también sigue un poco la línea del anterior es que vivimos en un mundo que cada vez se encuentra más preocupado y concientizado sobre los impactos ambientales que tienen diferentes prácticas productivas, entre ellas por supuesto la ganadería, que representa un porcentaje considerable del total de emisiones en todo el planeta siendo de alrededor de un 15% (Shi, et Al.; 2021). A tal punto ha llegado dicha preocupación, que un informe de la OECD para el año 2022 señala que la demanda de carne se ha debilitado y enlentecido en los países con altos ingresos y uno de los motivos que explican esto (aunque actualmente no es el más importante) es debido a la preocupación que muchos consumidores han desarrollado por el medio ambiente, que se ha visto en aumento sobre todo en los jóvenes europeos.

De cierta forma, estamos experimentando un contexto en el cual los jóvenes y muy posiblemente las generaciones futuras cada vez se muestren más conscientes sobre los perjuicios que las técnicas de producción de carne tienen sobre el medio ambiente, pudiendo derivar en que los productores y exportadores nacionales lleguen a tener problemas en un futuro no tan lejano para colocar sus productos en el exterior sin perder una demanda significativa. Ante este escenario, una solución que podría ser muy positiva sería que algunos ganaderos comenzasen a producir carne que tuviese alguna indicación de que es “carbono-neutral”.

¿Cómo funcionaría esto? La forma más sencilla sería que un ganadero se asociase con uno o más individuos pertenecientes al sector forestal. De aquí, la idea sería que llegasen a un acuerdo mediante el cual se pueda constatar que todas las emisiones de GEI que dicho productor ganadero generó durante el proceso productivo para elaborar la carne que vende, fueron absorbidos por él o los árboles que eran propiedad del forestal, para que así se pueda colocar algún sello o identificación de que en términos de emisiones sobre el medio ambiente, ese producto no tuvo ningún

efecto nocivo al planeta y de esa forma quienes buscan reducir su consumo de carne debido a la contaminación que genera, no tengan problemas en adquirir esta.

Para poder lograr que se de esta interacción y negociación entre ambas partes, implementar un mercado de permisos por parte del gobierno puede llegar a ser una buena idea (aunque no sería la única). En este escenario, las empresas dedicadas a la producción ganadera estarían obligadas a comprar permisos de emisión para elaborar sus productos pero a la vez podrían recurrir al sector forestal que está por fuera de dicho mercado pero producto a las remociones de CO<sub>2</sub> que generan con su actividad reciben créditos que posteriormente le pueden vender a los ganadores para constatar la neutralidad en CO<sub>2</sub> de la producción (el mercado de permisos nos puede ayudar a generar una instancia más clara y regulada para la negociación entre las partes, además de que estaríamos incluyendo al sector responsable de la mayor cantidad de emisiones en el país por lo que lograríamos un impacto significativo en la reducción de estas).

### **5.2.3. Resolver un problema de coordinación entre forestales y ganaderos**

Este argumento profundiza y refuerza un poco más al anterior. En el Uruguay contamos con un sector forestal que tiene gran importancia en términos del nivel de emisiones y los efectos ambientales, pues para el año 2019 las actividades ligadas a este lograron capturar (o como se conoce técnicamente en este rubro, “remover”) un total de 11.466 gigagramos (Gg) de CO<sub>2</sub> (1 Gg equivale a 1.000 toneladas), lo cual representó nada más ni nada menos que más del 50% del total de emisiones brutas generadas por el sector de agricultura y ganadería (INGEI, 2019). De esta forma, nos encontramos con que existen un conjunto de individuos los cuales son propietarios de “bienes” o actividades que generan en términos económicos una externalidad positiva para el país y el mundo, pues ayudan a reducir los niveles de contaminación.

Como ya comentamos en la sección 4, así como uno puede medir en términos económicos los costos que tienen sobre los demás agentes de una economía las emisiones de contaminantes producidas por ciertas actividades, también sería posible darle una medida o valor a los beneficios que trae el hecho de capturar diferentes niveles de CO<sub>2</sub> y mitigar los impactos ambientales (podríamos pensarlo en términos

de “beneficios sociales” en lugar de daños, es decir, cuánto se valora reducir determinado nivel de emisiones). Es así como los forestales son conscientes de que gracias a su trabajo están generando beneficios a terceros, por los cuales les gustaría recibir algún tipo de compensación económica.

El problema que surge con esta cuestión es que perfectamente estos podrían (gracias al Acuerdo de París) venderle créditos por la remoción de CO<sub>2</sub> a empresas que generen emisiones en otros países, obteniendo así un rédito económico en función de la externalidad que generan, pero provocando que dichas capturas o disminuciones de CO<sub>2</sub> ya no contabilicen para Uruguay, sino que estas vayan a las cuentas del país de donde son originarias las empresas que están adquiriendo los créditos. Lo que ello generaría es que el nivel de emisiones netas del país que se refleja en los informes se dispare considerablemente, llevando así a que no sea posible cumplir con las diversas metas establecidas en términos de la reducción de la contaminación.

Ante esta eventualidad, el gobierno uruguayo tiene el derecho a “no reconocer” esta venta de créditos hacia otros países para garantizar que las remociones de CO<sub>2</sub> no contabilizarán fuera, pero si opta por este camino tendrá aún que resolver el problema de que está perjudicando al sector forestal pues no le está permitiendo obtener los beneficios producto del bien público que genera con sus actividades. Frente a esto, y en línea con el argumento anterior, la solución óptima sería que los ganaderos fuesen quienes les compren a los forestales dichos créditos pues de esa forma estos se asegurarían de tener el certificado o constancia de carbono-neutralidad en la producción, los segundos obtendrían el rédito económico que buscaban y finalmente el gobierno podría contabilizar las remociones de carbono dentro del país.

Sin embargo, el problema de coordinación justamente surge del hecho que, a pesar de que firmas de ambos sectores estarían mejor si negociaran e interactuaran entre ellas, esto en la actualidad no sucede y seguramente sea porque cada una está resolviendo sus problemas de maximización de beneficios de manera individual y descoordinada. Frente a esta situación es que el mercado de permisos puede llegar a ser una muy buena alternativa ya que generaría incentivos y un marco regulatorio que favorezca la interacción entre ambos sectores. Así, pues, se constataría que

únicamente las firmas del sector ganadero que estuviesen participando de manera obligatoria en este sistema son las que luego pueden negociar por fuera con los forestales para adquirir los créditos de emisión logrando que ambas partes y además el país en su conjunto salgan beneficiados de dicho intercambio que hasta el momento no está sucediendo.

## **6. Diseño de un mercado de permisos transferibles para Uruguay**

En esta sección describiremos el diseño, caracterización e implementación de un mercado de permisos de emisiones para Uruguay, donde seguiremos algunas de las ideas planteadas por la OECD en el año 2001 para el desarrollo de este tipo de sistemas a nivel doméstico y además vamos a tomar en cuenta diversos aspectos presentes en el mercado de permisos existente en Nueva Zelanda.

La razón detrás de este último punto es que dicho país presenta una composición de sus GEI que en líneas generales es similar a la presente en Uruguay, pues para el año 2016 las emisiones provenientes del sector AFOLU (Agricultura, silvicultura y uso de la tierra) representaban un 49% del total bruto, mientras que el sector de energía representaba un 40% (Leining y Kerr, 2017), y para el año 2019 estos porcentajes fueron de 48% y 32% respectivamente (Leining, 2022). De cierta forma, se trata de un país que al igual que el nuestro se vio ante el desafío de regular principalmente al sector de la agricultura y la ganadería para lograr reducir de manera significativa el nivel agregado de emisiones. Para ello implementó a partir del año 2008 un mercado de permisos transferibles que desde entonces ha presentado diferentes transformaciones y revisiones que han afectado su funcionamiento, por lo que esto nos sirve como un muy buen “benchmark” del cual apoyarnos y aprender a la hora de elaborar nuestro diseño.

### **6.1. Elección de sectores participantes**

Definir el enfoque y la cobertura de este mecanismo es el primer y más importante paso a la hora de implementarlo, pues ello afectará cuestiones como la estructura de

mercado, los niveles de contaminación objetivo, entre otras (Jiang, et Al.; 2016). Recordemos que el objetivo central detrás de implementar un sistema de permisos de emisiones radica en lograr reducir el nivel agregado de la contaminación, en este caso de CO<sub>2</sub> equivalente, con el menor costo posible para las empresas participantes. Por ello, es sumamente importante elegir de manera inteligente y eficiente los diferentes sectores cuyas empresas se verán reguladas por este nuevo mecanismo, pues se buscará que en líneas generales uno incluya aquellas firmas que verdaderamente son capaces de generar un cambio a nivel nacional si logran reducir su nivel de contaminación agregado al fijado por el regulador.

En base a este argumento, procederemos a seleccionar aquellos sectores que actualmente son los que están generando una mayor cantidad de GEI y en definitiva son a los que debemos prestarles mayor atención si deseamos generar un cambio significativo. No obstante, si bien el principal argumento a la hora de incluir a los distintos sectores dentro del sistema será que tanto “pesan” sus emisiones dentro del total a nivel país, lo cierto es que, como vimos anteriormente, una de las cuestiones fundamentales que se necesitan para que los mercados de permisos generen beneficios y sean eficientes en la reducción de la contaminación es que funcionen de manera competitiva entre las empresas que lo integran. En este análisis particular, tendremos en cuenta el grado de competitividad de un mercado de permisos en función de 2 cuestiones, los costos de transacción que tienen los agentes para comercializar las licencias, y la presencia de poder de mercado por parte de alguno de ellos (Caffera; 2023.).

Considerando estos argumentos y según la clasificación de sectores del IPCC, vamos a identificar cuáles son aquellos que deberían ser parte del mercado de permisos. En particular, vamos a estudiar los siguientes sectores: AFOLU, Energía, Desechos e IPPU (Procesos industriales y usos de productos).

En primer lugar, se observa que el sector con mayor peso en el total de emisiones para el año 2019, como ya mencionamos anteriormente, es AFOLU, al totalizar 11.101 Gg de emisiones netas de CO<sub>2</sub> (un 57% del total) y manteniendo un ritmo de crecimiento considerable en el período de análisis. En particular, gran parte de estas emisiones se atribuyen a la fermentación entérica y manejo del estiércol de la

producción animal (64%), y en segundo lugar a la deposición de orina y heces en suelos bajo pastoreo (29%), mientras que el uso de fertilizantes y los residuos de cultivo representan una porción menor del total de emisiones de este sector.

Por su parte, el sector de Energía alcanzó unos 6.505 Gg de emisiones netas de CO<sub>2</sub> (un 33% del total). A nivel de subsectores, el componente transporte representó el 58% de las emisiones del sector, al tiempo que las emisiones correspondientes al componente comercial, agrícola y silvicultura representaron el 17% del total de emisiones del sector. Por último, las emisiones provenientes de las industrias manufactureras y de la construcción representaron 15% del total, mientras que las industrias de la energía representaron el 10%.

En esta misma línea, el sector de desechos totalizó 1.154 Gg de emisiones netas de CO<sub>2</sub> (un 6% del total). Concretamente, la disposición de residuos sólidos constituye casi el 80% de las emisiones de este sector, mientras que el tratamiento y descarga de aguas residuales concentra el 20%. Finalmente, el tratamiento biológico de residuos sólidos y la incineración y quema abierta de residuos representan una pequeña proporción del total.

Por último, el sector IPPU generó 702 Gg de emisiones netas (un 4% del total). Con respecto a la composición de las emisiones del sector, un 62% corresponde a la industria mineral, mientras que un 36% al uso de sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono. En tanto, otros subsectores como la industria química, industria de los metales y utilización de otros productos representan una porción menor.

En función de lo que hemos analizado, y guiándonos también por la experiencia de Nueva Zelanda, hemos decidido que todos los sectores participen de manera obligatoria en el mercado, aunque haremos algunas excepciones dentro de cada uno que detallaremos a continuación explicando sus motivos.

Dentro del sector AFOLU vamos a excluir de la participación obligatoria al sector forestal, gran responsable como vimos de generar un nivel de remociones de CO<sub>2</sub> bastante considerable todos los años, y la manera en la cual permitiremos su

participación dentro del sistema será mejor especificada un par de secciones más adelante.

Por otro lado, dentro del sector de energía debemos hacer una aclaración no menor y es que, como mencionamos, si bien un 58% de las emisiones provenientes de este son producto del transporte (esto es, emisiones ligadas a los combustibles fósiles), la mayor parte de las mismas corresponden a vehículos particulares, que no tendría mucho sentido incluirlos pues para lograr que efectivamente se reduzca el nivel de emisiones con un mecanismo de permisos, uno necesitaría que personas y hogares participen de la compra y venta de permisos además de brindar información contable a los organismos de control, algo que sería muy poco eficiente y no terminaría funcionando pues seguramente elevaría enormemente todos los costos de transacción. Del mismo modo, no debemos olvidar que cuando incluimos a las empresas de energía estamos metiendo dentro de estas tanto a UTE como OSE, dos empresas estatales que son muy grandes a comparación de otras y podrían llegar a generar fuertes distorsiones dentro del mercado debido a su poder, pero inicialmente las incluiremos bajo los supuestos de que estas utilizan un gran número de fuentes renovables generando que sus niveles de contaminación no sean tan elevados, entonces no habría demasiados problemas.

En resumen, los sectores que participarán de manera obligatoria del mercado de permisos en nuestro país serán:

- Ganadería y agricultura
- Transporte
- Empresas de energía
- Desechos
- Industrias

## **6.2. Definición del nivel de emisiones objetivo**

Como ya hemos comentado en reiteradas oportunidades, la única variable que el regulador debe definir para el funcionamiento e implementación de estos sistemas es

el límite máximo de emisiones agregadas o “cap” que se busca alcanzar para un determinado período. Si bien la fijación de este puede surgir según diferentes análisis, estudios o estimaciones, vamos a aprovechar una de las grandes ventajas que mencionamos sobre los mercados de permisos de emisiones para que nuestro objetivo a alcanzar con este se encuentre alineado a los objetivos que se trazó el país en la última CDN.

La intención entonces será que nuestro “cap” sea tal que permita al país acercarse lo más posible a los objetivos de emisión agregados estipulados en este documento, haciendo algunos ajustes al mismo en diferentes períodos para construir un sendero de disminución de la contaminación por CO2 que sea creíble y alcanzable.

Analizando la CDN, podemos ver que los objetivos trazados en términos de la reducción de GEI son los siguientes:

GEI	Objetivos de mitigación a 2030	Sectores del INGEI
	Reducción de emisiones de GEI (Gg de gas)	(sin incluir la categoría 3.B. Tierras)
CO <sub>2</sub>	960	Energía, IPPU, AFOLU y Desechos 19,1% de las emisiones de GEI INGEI 2019 en GWP <sub>100</sub> AR5
CH <sub>4</sub>	61	Energía, AFOLU y Desechos 60,5% de las emisiones de GEI INGEI 2019 en GWP <sub>100</sub> AR5
N <sub>2</sub> O	2	Energía, IPPU, AFOLU (excepto subcategoría 3.C.4. fuente F <sub>SOM</sub> ), Desechos 18,9% de las emisiones de GEI INGEI 2019 en GWP <sub>100</sub> AR5

Fuente: “Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional al Acuerdo de París”, 2022

Es posible notar como, para el año 2030, Uruguay se propone conseguir una reducción de 960 Gg de CO<sub>2</sub>, 61 Gg de CH<sub>4</sub> (metano) y 2 Gg de N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) con respecto al año 1990. Como lo que a nosotros nos interesa desarrollar es un mercado de permisos para la contaminación de CO<sub>2</sub> específicamente, será conveniente utilizar una métrica que nos permita calcular cuánto sería esta reducción en cantidades de CO<sub>2</sub> equivalente, que es la manera en la cual se miden los efectos de la contaminación y el cambio climático en el inventario de GEI (INGEI). Cabe aclarar que al estarse excluyendo la categoría 3.B dentro de los objetivos, estos se están fijando en términos de emisiones brutas y no netas (no se toma en cuenta las remociones de CO<sub>2</sub> producto de la actividad forestal y el uso de tierras).

Según la estrategia climática de largo plazo (ECLP) elaborada por Uruguay en el 2021, se estima que el metano tiene un potencial de calentamiento global que es 28 veces mayor que el del CO<sub>2</sub>, mientras que el del óxido nitroso es de aproximadamente 265 veces más. Tomando esto en cuenta, podemos rápidamente hacer los cálculos para convertir el objetivo del país para la reducción de GEI en términos únicamente de CO<sub>2</sub>, arrojando esto que el objetivo estará fijado en conseguir reducir 3.198 Gg de carbono para el 2030 con respecto a los niveles de 1990. Sin embargo, debemos ajustar levemente este cálculo respecto a nuestro problema y diseño para que sea correcto, pues como mencionamos anteriormente no vamos a incluir dentro del mercado de permisos a los dueños de automóviles particulares, que generan una muy buena parte de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> provenientes del sector transporte.

Para poder realizar este ajuste, lo que haremos será apoyarnos en datos presentes en el balance energético nacional (BEN) del año 2021, en el cual se nos muestra que casi un 60% de las emisiones provenientes del sector son producto de los vehículos particulares, birrodados, taxis y remises, que justamente son los que no queremos incluir dentro del sistema. Por ello, y para poder realizar el ajuste correspondiente al objetivo de emisiones que vamos a fijar, haremos lo siguiente:

Según el INGEI para el año 2019, el sector de energía representó un 10,7% de las emisiones brutas totales del país y como ya mencionamos en reiteradas ocasiones, un 58% fueron provenientes del transporte. Si realizamos los supuestos de que para el año 2030 estos porcentajes se mantendrán incambiados o, al menos, no diferirán demasiado, podríamos decir entonces que del nivel total de reducciones de CO<sub>2</sub> (no consideramos los otros 2 gases pues los vehículos no los emiten) que esperamos, un 10,7% debería venir por el lado del sector energético, es decir, que para este año se esperaría que dicho sector reduzca  $960 * 0,107 = 102,72$  Gg de CO<sub>2</sub> respecto al nivel de 1990.

Ahora bien, estas reducciones aún estarían incluyendo a los propietarios de vehículos particulares dentro del sector transporte por lo que, si dicho sector como suponemos seguirá generando un 58% de las emisiones totales de la energía y casi un 60% serán provenientes de los individuos antes mencionados, entonces el nivel de emisiones

que no será contabilizado para lograr los objetivos ambientales será  $(102,72 * 0,58 * 0,6) = 35,75 Gg$  de CO<sub>2</sub>. Finalmente, tendremos que las reducciones que se esperan alcanzar para el año 2030 serán las reducciones totales anteriormente calculadas menos estas últimas que no serán tenidas en cuenta, es decir, que el nivel objetivo de reducción de CO<sub>2</sub> terminará siendo  $3.198 - 35,75 = 3.162,25 Gg$ .

Para poder tener una noción concreta sobre cuál debería ser entonces el límite máximo agregado de emisiones para el año 2030, vamos a tener que calcular cuáles fueron los niveles de CO<sub>2</sub> equivalentes que se registraron en 1990, pues de esa forma va a ser bastante sencillo saber para el regulador cuál es el nivel que debería fijar (será dicho nivel menos la reducción que buscamos alcanzar previamente calculada).

Utilizando los datos presentados en el informe de emisiones de gases de efecto invernadero para el bono indexado a indicadores de cambio climático realizado por el MEF en 2022, tenemos que para cada uno de los sectores que participarán del mercado, los niveles de emisión de GEI en 1990 fueron los siguientes:

- Sector industrias (IPPU):

Tabla 11. Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg), sector IPPU años 1990, 2020 y 2021

Emisiones CO <sub>2</sub> (Gg)	1990	2020	2021
<b>2 - Procesos Industriales</b>	<b>209.0</b>	<b>430.1</b>	<b>565.1</b>
2A Industria mineral	209.0	429.8	565.0
2.A.1 Producción de cemento	178.5	358.4	463.9
2.A.2 Producción de cal	30.5	70.3	99.7
2.A.4. Otros usos en procesos de carbonatos	NE	1.0	1.3
2.A.4.b Otros usos de carbonato de sodio	NE	1.0	1.3
2.C Industria de los metales	NO	0.24	0.14
2.C.1 Producción de hierro y acero	NO	0.24	0.14

(Fuente: MEF, 2022)

Es decir, este sector estaba emitiendo 209 Gg de CO<sub>2</sub> en el año 1990.

- Sector agricultura y ganadería (AFOLU sin forestales):

Tabla 16. Evolución de emisiones de CH<sub>4</sub> (Gg), sector AFOLU, años 1990, 2020 y 2021

<b>Emisiones de CH<sub>4</sub> (Gg)</b>	<b>1990</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>3 - Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra</b>	<b>656.9</b>	<b>704.3</b>	<b>716.6</b>
<b>3.A - Ganadería</b>	<b>642.0</b>	<b>690.4</b>	<b>702.8</b>
3.A.1 – Fermentación entérica	627.6	676.2	688.4
3.A.1.a – Ganado vacuno	497.5	636.1	649.4
3.A.1.a.i – Ganado vacuno lechero	21.8	34.7	34.4
3.A.1.a.ii – Otro ganado vacuno	475.7	601.4	615.0
3.A.1.c - Ovinos	121.9	32.3	31.4
3.A.1.f - Equinos	7.9	7.7	7.5
3.A.1.h - Suinos	0.27	0.12	0.13
3.A.2 – Manejo del Estiércol	14.4	14.2	14.4
3.A.2.a – Ganado vacuno	9.7	12.3	12.5
3.A.2.a.i – Ganado vacuno lechero	0.37	0.58	0.57
3.A.2.a.ii – Otro Ganado vacuno	9.4	11.7	11.9
3.A.2.c - Ovinos	3.7	1.0	0.94
3.A.2.f - Equinos	0.72	0.70	0.68
3.A.2.h - Suinos	0.27	0.12	0.13
3.A.2.i – Aves de corral	0.04	0.16	0.16
<b>3.C – Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en tierras</b>	<b>14.9</b>	<b>13.9</b>	<b>13.8</b>
3.C.1 – Emisiones por quema de biomasa	0.29	0.21	0.21
3.C.1.b – Quema de biomasa en Tierras de Cultivo	0.18	0.10	0.10
3.C.1.c – Quema de biomasa en Pastizales	0.11	0.11	0.11
3.C.4 – Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados			
3.C.5 – Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados			
3.C.7 - Arroz	14.6	13.6	13.5
3.C.8 - Otro (especificar)			

(Fuente: MEF, 2022)

Emisiones de N <sub>2</sub> O (Gg)	1990	2020	2021
<b>3 - Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra</b>	<b>23,2</b>	<b>26,9</b>	<b>29,9</b>
<b>3.A - Ganadería</b>	<b>5,0E-02</b>	<b>2,6E-02</b>	<b>2,7E-02</b>
3.A.1 – Fermentación entérica			
3.A.1.a – Ganado vacuno			
3.A.1.a.i – Ganado vacuno lechero			
3.A.1.a.ii – Otro ganado vacuno			
3.A.1.c - Ovinos			
3.A.1.f - Equinos			
3.A.1.h - Suinos			
3.A.2 – Manejo del Estiércol	5,0E-02	2,6E-02	2,7E-02
3.A.2.a – Ganado vacuno	1,2E-02	7,0E-03	6,9E-03
3.A.2.a.i – Ganado vacuno lechero	1,2E-02	7,0E-03	6,9E-03
3.A.2.a.ii – Otro Ganado vacuno			
3.A.2.c - Ovinos			
3.A.2.f - Equinos			
3.A.2.h - Suinos	3,7E-02	1,6E-02	1,6E-02
3.A.2.i – Aves de corral	9,2E-04	3,3E-03	3,4E-03
<b>3.C – Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en tierras</b>	<b>23,1</b>	<b>26,9</b>	<b>29,8</b>
3.C.1 – Emisiones por quema de biomasa	1,5E-02	1,3E-02	1,3E-02
3.C.1.b – Quema de biomasa en Tierras de Cultivo	4,7E-03	2,7E-03	2,7E-03
3.C.1.c – Quema de biomasa en Pastizales	9,9E-03	9,9E-03	9,9E-03
3.C.4 – Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	18,3	21,8	24,1
3.C.5 – Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	4,9	5,1	5,7
3.C.7 - Arroz			
3.C.8 - Otro (especificar)			

(Fuente: MEF, 2022)

Podemos ver como en el año 1990, el sector ganadería y agricultura emitió 656,9 Gg de CH<sub>4</sub> y 23,2 Gg de N<sub>2</sub>O, y si calculamos este nivel de emisiones en CO<sub>2</sub> equivalente utilizando las relaciones presentadas anteriormente, acabamos obteniendo que para el año 1990 las emisiones de este sector fueron de  $(656,9 * 28) + (23,2 * 265) = 24.541,2 Gg$  brutos de CO<sub>2</sub>.

- Sector energía:

<b>Emisiones CO<sub>2</sub> (Gg)</b>	<b>1990</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Energía</b>	<b>3630.1</b>	<b>6200.1</b>	<b>7576.3</b>
1A Quema de combustibles	3630.1	6200.1	7576.3
1A1 Industrias de la energía	507.8	925.7	1835.7
1A2 Ind. Manufacturera y de la construcción	565.9	834.2	928.4
1A3 Transporte	1538.8	3574.0	3929.6
1A4 Otros sectores	1002.8	866.2	882.6
1A4a Comercial/ institucional	139.7	70.6	87.2
1A4b Residencial	444.6	418.6	416.1
1A4c Agricultura/ silvicultura/ pesca	418.5	377.0	379.3
1A5 Otros	14.8	NO	NO
1B Emisiones fugitivas	6.9E-04	4.8E-03	5.4E-03

<b>Emisiones CH<sub>4</sub> (Gg)</b>	<b>1990</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Energía</b>	<b>4.3</b>	<b>5.1</b>	<b>5.2</b>
<b>1A Quema de combustibles</b>	<b>4.29</b>	<b>4.94</b>	<b>5.02</b>
1A1 Industrias de la energía	1.0E-02	6.8E-02	1.1E-01
1A2 Ind. Manufacturera y de la construcción	0.13	0.40	0.41
1A3 Transporte	0.24	0.28	0.31
1A4 Otros sectores	3.91	4.19	4.19
1A4a Comercial/ institucional	5.4E-02	0.28	0.28
1A4b Residencial	3.83	3.69	3.69
1A4c Agricultura/ silvicultura/ pesca	2.9E-02	0.22	0.22
<b>1B Emisiones Fugitivas</b>	<b>3.9E-02</b>	<b>0.14</b>	<b>0.16</b>

<b>Emisiones N<sub>2</sub>O (Gg)</b>	<b>1990</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>1- Energía</b>	<b>0.35</b>	<b>0.70</b>	<b>0.74</b>
<b>1A Quema de combustibles</b>	<b>0.35</b>	<b>0.70</b>	<b>0.74</b>
1A1 Industrias de la energía	2.1E-03	2.9E-02	3.9E-02
1A2 Ind. Manufacturera y de la construcción	6.9E-02	0.25	0.26
1A3 Transporte	0.10	0.24	0.26
1A4 Otros sectores	0.18	0.17	0.18
1A4a Comercial/ institucional	1.5E-03	4.0E-03	4.0E-03
1A4b Residencial	5.3E-02	5.1E-02	5.1E-02
1A4c Agricultura/ silvicultura/ pesca	0.13	0.12	0.12

(Fuente: MEF, 2022)

En el caso de este sector debemos seguir una lógica parecida a la que utilizamos anteriormente para ajustar el nivel de reducciones objetivo a nivel agregado. Así, como no vamos a incluir a todos los generadores de emisiones dentro del transporte, simplemente lo que haremos será mantener el supuesto (un tanto fuerte, pero es para simplificar) de que hace 31 años la proporción de CO2 generada por vehículos particulares y taxis era del 60% y de esa forma restarles dicho porcentaje a las emisiones de este contaminante generadas por dicho sector en 1990 (nuevamente, solo restamos al CO2 y no al resto de contaminantes). De esta forma, tenemos que las emisiones de CO2 equivalente generadas por el sector de energía para el año 1990 fueron:  $(3.630,1 - (1.538,8 * 0,6)) + (4,3 * 28) + (0,35 * 265) = 2.920 Gg$ .

- Sector desechos:

Emisiones de CH <sub>4</sub> (Gg)	1990	2020	2021
4. Desechos	20.4	54.2	54.8
4.A - Disposición de Residuos Sólidos	16.3	47.6	47.7
4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4.2	6.6	7.1
4.D .1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	1.4	1.1	1.2
4.D .2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	2.7	5.5	6.0

Emisiones de N <sub>2</sub> O (Gg)	1990	2020	2021
4. Desechos	0.20	0.24	0.24
4.A - Disposición de Residuos Sólidos	-	-	-
4.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0.20	0.24	0.24
4.D .1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	0.20	0.24	0.24
4.D .2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	-	-	-

(Fuente: MEF, 2022)

En este caso, vemos que dicho sector para el año 1990 emitió en términos de CO2 equivalente  $(20,4 * 28) + (0,20 * 265) = 624,2 Gg$ .

Entonces, si sumamos los niveles de emisión que fuimos calculando para el año 1990, tendremos que el país acabó generando un nivel de CO<sub>2</sub> equivalente bruto de  $209 + 24.541,2 + 2.920 + 624,2 = 28.294,4 Gg$ . Por lo tanto, notamos que el nivel de emisiones agregado que buscaremos alcanzar para el año 2030 y que en definitiva será nuestro “cap” para dicho año es  $28.294,4 - 3.162,25 \cong 25.132 Gg$ . Dentro de algunas secciones, volveremos a evaluar este aspecto del “cap” pero principalmente para determinar cómo irá evolucionando desde que ponemos en funcionamiento el sistema hasta llegar a dicho nivel de emisiones para el año 2030.

### **6.3. Estrategia y procedimiento para la distribución de los permisos**

Ahora que ya hemos definido cuantos permisos serán emitidos por parte del regulador, debemos abordar la cuestión de como vamos a distribuirlos entre las distintas empresas participantes.

Si bien la teoría económica nos enseña que bajo ciertos supuestos como lo son la competencia perfecta en el mercado de permisos o que bajo este esquema ninguna de las empresas decidirá no emitir nada (todas demandan y tienen posesión de al menos un permiso) en realidad como asignemos inicialmente las licitaciones no será tan importante en términos de lograr los objetivos pues para cualquier asignación que se elija será posible alcanzar el “cap” a un costo mínimo (Caffera; 2023). Sin embargo, no deja de ser un aspecto interesante para ser abordado, pues este puede utilizarse con otros fines que también son relevantes para lograr la implementación y aceptación del sistema.

En líneas generales, podemos optar entre dos grandes estrategias para hacer la distribución de los permisos hacia las empresas. En primer lugar, el regulador puede optar por subastar los mismos, de forma tal que cada empresa pujará por cada permiso (en nuestro diseño, un permiso será equivalente a tener la licencia para emitir una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente, por lo que estaremos contemplando casi todos los GEI que afectan al país) y aquella que realice una oferta más alta se los quedará, aunque posteriormente a esto cada empresa podrá comercializar con otras los permisos que tenga en su poder en el mercado.

En segundo lugar, y la cual será nuestra estrategia a seguir, es entregar los permisos a las empresas sin ningún costo ya que entendemos que es la mejor alternativa para el caso de Uruguay pues las empresas que entren bajo la regulación no deberán afrontar ningún costo financiero “extra” una vez que esta se ponga en marcha, algo que puede ser utilizado de manera política para evitar molestias y conflictos con las partes afectadas, además que esos costos que las firmas se evitan a la hora de obtener los permisos pueden destinarse como fondos a ser invertidos en nuevas tecnologías que les permitan reducir su nivel de emisiones en caso de que no deseen comprar permisos en el mercado (además que subastar permisos implicaría incurrir en costos temporales y logísticos que pueden ser difíciles de abordar si queremos que se implemente el mercado lo antes posible).

Una vez definida la estrategia para la distribución inicial de los permisos, lo único que queda por definir es qué criterio será utilizado por el regulador para llevar adelante este reparto. Lo cierto es que, para simplificar bastante, vamos a presentar únicamente dos posibilidades que entendemos son las más viables para aplicar en Uruguay.

La primera y más sencilla de aplicar, sería simplemente seguir una regla equitativa en la cual dividimos el número total de permisos emitidos entre todas las empresas de forma tal que todas comiencen en el mercado con la misma cantidad cada una. Esta opción tiene la ventaja de que el regulador no debe tener ningún tipo de información o conocimiento previo sobre la actividad, tecnología o nivel de emisión previo de las empresas para asignar las licencias, ya que todas recibirán lo mismo independientemente de sus características.

Sin embargo, y recordando lo muy importante que es tomar en cuenta la parte política de la economía a la hora de hacer funcionar tanto un mercado de permisos como cualquier otro instrumento de política ambiental, puede suceder que algunas empresas se muestren disconformes y protesten ante esta medida al considerarla “injusta”. Una posible y muy buena solución bastante aplicada en la práctica, consiste en entregar los permisos basándonos en información histórica, en particular, los niveles de emisiones registrados por cada empresa participante en los últimos 3 o 5 años.

Con este criterio, el regulador podrá identificar con mayor claridad cuales son aquellas firmas que por su nivel de actividad u otras cuestiones emiten una mayor cantidad de CO2 y así utilizar esto como criterio para distribuir las licencias (aquellas empresas que más emitieron, se les otorgarán más permisos y viceversa). De alguna manera, esto daría una mayor sensación de “justicia” a los agentes en términos de la distribución de estos activos, y también funciona como un “incentivo” para aquellas empresas que aún no han comenzado su camino hacia reducir su nivel de emisiones. A esta “técnica” para asignar recursos se le conoce popularmente como “derechos adquiridos” o “grandfathering”, y particularmente entendemos que será la mejor opción a la hora de asignar los permisos entre las firmas participantes del sistema.

#### **6.4. Abordar la dimensión temporal del mercado**

En esta sección, discutiremos aspectos ligados a la temporalidad para dos grandes dimensiones: la primera respecto a la durabilidad o “vigencia” que tendrá cada uno de los permisos una vez que son entregados a las empresas, y la segunda en lo que respecta al momento en que se implementará el mecanismo en nuestro país y como este irá evolucionando con el pasar del tiempo mientras se encuentre en vigencia (que, provisionalmente y siguiendo un análisis de mediano plazo, será hasta el año 2030).

Comenzamos con la discusión sobre la duración de los permisos. En líneas generales, a estos se les define un determinado período de validez una vez que son entregados (pueden ser 3 meses, 6 meses, 1 año o varios años), y luego de cumplido dicho plazo es necesario que el regulador vuelva a emitir permisos para que puedan ser utilizados. Para nuestro diseño, y en parte justificándose con la discusión que haremos a continuación, entendemos que la mejor idea es que los permisos tengan una duración de 1 año desde el momento en que son entregados, es decir, que cada año que pase a partir de que este sistema se implemente, será necesario que el regulador deje sin efecto las licencias que estaban siendo comercializadas y otorgue nuevas.

Si bien hay literatura que aboga que añadir la posibilidad de que los permisos en posesión de las empresas no utilizados dentro de un período puedan ser “conservados” y utilizados en el siguiente permite añadir una mayor flexibilidad temporal al sistema (pues las empresas podrían invertir más en tecnología en el período actual emitiendo menos y guardándose sus permisos para emitir más en el futuro, si esperan que el precio de estos aumente), lo cierto es que no tendremos en cuenta esta cuestión conocida como “banking” ya que la idea es ir ajustando a la baja el “cap” cada año y esta tarea se volvería algo bastante complicada para el regulador pues tendría que saber con certeza qué empresas tienen permisos no usados en su poder y en función de ello emitir un nuevo número de permisos donde la suma de las licencias no usadas más las nuevas sea igual al límite máximo objetivo, y cualquier error en la obtención de la información llevará a que no pueda cumplirse con la meta ambiental (OECD, 2001).

Ahora intentaremos definir con mayor certeza cuáles serán los plazos para la implementación de este sistema y como irá evolucionando en los años que esté funcionando. Particularmente, entendemos que el momento ideal para poner en marcha este mercado de permisos sería a partir del año 2025, pues estamos dejando un año de margen para poder sentar todas las bases legales y administrativas, además de realizar comunicados y reuniones con los agentes, empresas y tomadores de decisiones que se verán afectados por el mismo, con la intención de explicar no sólo su funcionamiento, sino también por qué el mismo es una opción viable y más eficiente que otras soluciones para lograr el objetivo climático por parte del gobierno.

Del mismo modo, entendemos que la mejor estrategia para la implementación implica en parte que no se incluya todos los sectores de manera obligatoria inicialmente, sino que este proceso se haga más bien de manera gradual, siguiendo ciertos criterios. Guiándonos por el ejemplo de Nueva Zelanda, puede ser una buena idea comenzar el mercado de permisos únicamente con algunos sectores que no tengan tanta incidencia o impacto sobre el nivel agregado de emisiones, para posteriormente, luego de un par de años, incluir a aquellos que realmente necesitamos que disminuyan su contaminación para lograr un cambio relevante, que en ambos casos se trata de la agricultura y principalmente la ganadería. Esto tendrá la ventaja de que será más fácil que el sistema funcione adecuadamente según lo que se espera y que,

si llegase a surgir cualquier inconveniente, pueda corregirse sin que existan demasiadas consecuencias pues aún no ingresaron los sectores de mayor peso, dándonos la oportunidad de asegurarnos que cuando estos entren no existirán mayores inconvenientes o incertidumbres.

Una primera idea podría ser comenzar incluyendo únicamente al sector de industrias o, aún de manera más específica, a aquellas empresas dentro del sector que exportan productos a la Unión Europea, pues siguiendo con el argumento presentado anteriormente sobre el CBAM que comenzarán a aplicar a partir de octubre de este año, dichas empresas serán las primeras (y únicas) en ser afectadas, entonces les será indiferente si pagan ese precio al carbono o en su lugar deben pagar un precio por los permisos de emisión aquí, llevando a que sea mucho más sencillo comunicar los motivos de su inclusión y que estas accedan sin mayores inconvenientes.

El problema que existe con esta alternativa es que durante el tiempo que el mercado funcione únicamente así, podría suceder que el “cap” se vaya ajustando para que el precio de los permisos se iguale con el precio de estos en la UE (prácticamente imposible, pues este último puede variar con frecuencia y ajustar el límite de emisiones permanentemente no tiene sentido) o bien que el gobierno cobrara al individuo la diferencia entre el precio de los permisos aquí y en la UE. Si bien se entiende que para estas empresas será indiferente donde deban pagar dicho precio por emitir, lo cierto es que en un diseño con estas características estamos “matando” los incentivos que tienen las firmas a reducir su nivel de emisiones, pues estas saben que independientemente de lo que sucedan, siempre terminarán pagando el mismo precio por las emisiones que generan, sacándole un poco de “sentido” al mercado (además de que el impacto sobre el nivel agregado de emisiones sería muy pequeño).

La solución que encontramos y proponemos frente a esto, es comenzar el mercado de permisos con todos los sectores en el año 2025 salvo agricultura y ganadería, los cuales se incorporarían de manera obligatoria recién para el año 2027, y así nos garantizamos que existan muchas más empresas intercambiando permisos en el mercado a las cuales no les interesa en lo absoluto lo que haga la UE respecto a los aranceles de importaciones y no se perderán los incentivos a reducir emisiones período a período.

Una vez establecido esto, será también una buena idea intentar generar un “sendero” o camino mediante el cual se pueda llegar a la reducción objetivo en el nivel de emisiones para 2030, esto es, que el regulador determine y comunique a las partes interesadas como el “cap” irá evolucionando para cada año desde que se ponga en vigencia este sistema, a modo de generar mayor credibilidad y que las empresas afectadas puedan ir ajustando con tiempo sus decisiones de inversión y producción para cada año. Para ello, lo que vamos a hacer es calcular cual creemos que será el nivel de emisiones agregado y por sector para el año de comienzo en 2025, y luego elaboraremos una evolución para el “cap” durante 5 años, al igual que hace Nueva Zelanda, y que así queden definidos cuantos permisos deberán emitirse y entregarse cada año.

Considerando nuevamente las tablas presentadas en la sección 6.2, tenemos que el nivel de emisiones de CO2 equivalente para cada uno de los sectores en el año 2021 fue:

- Ganadería y agricultura: 27.988 Gg
- Energía (sin considerar vehículos particulares y taxis): 5.560,6 Gg
- Industria: 565,1 Gg
- Desechos: 1.598 Gg

Esto nos da un nivel agregado de emisiones brutas para el año 2021 de 35.711,7 Gg de CO2. Si hacemos un par de supuestos para intentar simplificar el problema, los cuales son que para el año 2025 cuando empezará el mercado, el nivel agregado de emisiones permanecerá casi incambiado y que, además, la participación de cada sector en el nivel agregado tampoco cambiará significativamente (esto es, AFOLU constituye un 86% del total de emisiones brutas del país, y el resto se reparte entre los diferentes sectores), entonces sería bastante sencillo encontrar cuál debería ser la tasa con la que podríamos ir ajustando anualmente el “cap” para llegar a nuestro objetivo deseado en 2030 utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de emisiones actual} * (1 - \text{tasa})^5 = \text{Nivel de emisiones objetivo}$$

$$35.711,7 * (1 - tasa)^5 = 25.132$$

Y de aquí podemos obtener que  $tasa \cong 0,0678$ . Esto nos muestra que reduciendo el límite máximo de emisiones (o cantidad de permisos que el regulador va a emitir) a razón de aproximadamente un 6,8% todos los años, se podría llegar al objetivo fijado en la segunda CDN para el año 2030. Cabe mencionar, igualmente, que, si bien el “cap” se ajustará a esta tasa todos los años, inicialmente durante los años en que el sector de la ganadería y la agricultura no estén participando, el nivel máximo de emisiones será considerablemente más bajo al que habrá cuando estas entren (particularmente, comenzaremos el año 2025 con una cantidad de permisos equivalente a  $35.711,7 * 0,14 = 4.999,6$  Gg de CO<sub>2</sub>).

Ahora, presentamos un breve cuadro que resume año a año el “cap” y la tasa de ajuste para cada período de validez del mecanismo:

Año	Tasa de ajuste del CAP (E)	CAP (E) en gigagramos de CO <sub>2</sub>
2025	-	4.999,6
2026	6,78%	4.660,6
2027 (ingresa AFOLU)	6,78%	31.033,3
2028	6,78%	28.929,2
2029	6,78%	26.967,8
2030	6,78%	25.132

*Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones*

### **6.5. Definir la figura del regulador y otros aspectos normativos**

Hasta ahora, nos hemos referido a la figura del regulador de manera bastante general sin bajar tanto a tierra que organismo será el encargado de llevar adelante toda la

normativa y control que tendrá el sistema. Para este caso particularmente, entendemos que quien deberá tomar las riendas en todas las tareas que sean necesarias para que el mercado funcione adecuadamente (entre las que se incluyen algunas que mencionamos anteriormente y otras que se abordarán en sesiones siguientes) será el ministerio de ambiente.

Dentro de lo que implica la normativa a seguir por parte de las empresas obligadas a participar en este sistema, se encuentra fundamentalmente el hecho de que cada año estas deberán presentar ante el ministerio de ambiente un informe detallado y con firma de algún ingeniero que trabaje dentro de estas empresas o sea contratado como un “tercero” en el cual se incluyan datos específicos sobre el nivel de emisiones para dicho año, la producción, el consumo energético y otros puntos que son de vital importancia para que el organismo pueda tener un control sobre las actividades y cumplimiento de la normativa por parte de las firmas reguladas.

Para determinar qué información y variables son importantes u obligatorias de contemplar en los informes realizados por las empresas, podríamos guiarnos ya sea por la legislación que existe actualmente en la UE o inclusive también, si es posible conseguirla, la que hay vigente hoy por hoy en Nueva Zelanda, además de que las propias empresas podrían consultar estos documentos si tuviesen alguna duda o inconveniente sobre como medir algunas cuestiones o como presentar la información al ministerio.

Además de lo mencionado anteriormente, las firmas reguladas van a tener también que entregar al ministerio la cantidad de permisos que tenían en su poder (independientemente de que hayan utilizado todos o no, es decir, no podrán quedarse con permisos en su poder para el siguiente año a pesar de que no tuviesen ninguna validez) asegurándose de que tengan una cantidad de permisos al menos igual a la cantidad total de emisiones que ellos aseguran haber generado y detallan en el informe. Una vez que el regulador cuenta con toda la información, este deberá escoger de manera aleatoria un conjunto de empresas para cada uno de los sectores participantes a las cuales realizar una auditoria o inspección para asegurarse de que efectivamente no haya ninguna irregularidad en los documentos presentados y hayan cumplido con la regulación, estableciendo penas o castigos en forma de multas para

quienes no lo hayan hecho (ahondaremos más sobre este detalle en la siguiente sección).

Finalmente, también va a ser muy importante que de un año a otro el ministerio presente algún informe o documento destacando como está funcionando el mercado de permisos, con cuestiones tales como cuántos permisos fueron utilizados, cuál será el “cap” que fijará para próximos períodos, cuanto se produjo en cada sector, cuánta energía se consumió, entre otras, pues toda esta es información que posteriormente las empresas podrán utilizar para realizar predicciones o análisis futuros sobre como podrá variar el precio de los permisos en el mercado, y en función de ellos definirse diferentes estrategias de producción, inversión y reducción de emisiones para el corto y mediano plazo.

#### **6.6. Garantizar el cumplimiento de las normas por parte de las empresas**

Tanto para un mercado de permisos transferibles como cualquier otra estrategia de política ambiental basada en incentivos económicos que se implemente, es fundamental abordar la cuestión del cumplimiento de las normas establecidas. Si bien en el escenario ideal podríamos suponer que alcanza con implementar nuestro sistema en 2025 y que a partir de ahí todas las empresas reguladas se comportarán de acuerdo a lo estipulado (esto es, no generar un nivel de emisiones mayor al número de permisos en su poder), lo cierto es que al tratarse de agentes maximizadores de beneficios, va a existir la posibilidad de que alguno de estos busque desviarse e incumplir con las normas esperando obtener ganancias mayores, llevando a que sea de vital importancia discutir acerca de los esfuerzos que deberá poner el regulador para garantizar que se respete lo estipulado, una cuestión que se conoce como políticas de fiscalización.

Particularmente, los sistemas de permisos transferibles como el que estamos proponiendo presentan una ventaja muy grande para el regulador en términos de lograr el cumplimiento por parte de las firmas si lo comparamos con otros instrumentos como los estándares de emisión o los impuestos. Para poder demostrar esta cuestión y además ya sentar las bases sobre como creemos que deberá actuar el regulador

para encarar este aspecto, vamos a retomar el marco teórico planteado en la sección 4, pero incorporando un modelo planteado por Marcelo Caffera que ilustra toda esta cuestión.

Supongamos que tenemos un conjunto de  $n$  firmas que están sujetas bajo un sistema de permisos transferibles, donde cada una de estas es neutral al riesgo. Si existe cumplimiento imperfecto de las normas establecidas, entonces las mismas deberán elegir su nivel de emisión para un período determinado,  $e$ , y la cantidad de permisos transferibles que demandarán o querrán tener en su poder,  $l$ .

Ante la posibilidad de que las empresas incumplan, el regulador define una probabilidad con la cual inspeccionará a alguna de las firmas,  $\pi$ , que es la misma para todas (esto es, cada una de las firmas tiene para un período la misma probabilidad de ser inspeccionada). Incumplir con la norma en este escenario, implicaría emitir para el período más que el número de permisos que tiene en su poder, esto es,  $e - l > 0$ . Si el regulador atrapa a alguna firma incumpliendo, entonces le cobrará una multa que depende de que tanto esté violando la norma, y vendrá dada por una función  $f$  tal que  $multa = f(e - l)$  (Con  $f(0) = 0$ ;  $f'(0) > 0$  y  $f''(e - l) \geq 0$ ).

Frente a esto, tenemos entonces que si la firma  $i$  decide incumplir con la regulación en un determinado período, tendrá un beneficio esperado:

$$Prob. \text{ inspección} * (\text{beneficios de incumplir}) + (1 - prob. \text{ inspección}) * (\text{beneficios de incumplir})$$

O, más específicamente:

$$\begin{aligned} \pi * (B_i(e_i) - p(l_i - l_{i_0})) + (1 - \pi) * (B_i(e_i) - p(l_i - l_{i_0}) - f(e_i - l_i)) \\ = B_i(e_i) - p(l_i - l_{i_0}) - \pi f(e_i - l_i) \end{aligned}$$

Por lo tanto, el problema al que se enfrenta cada una de las empresas reguladas que tienen intenciones de incumplir es el de elegir su nivel de emisiones y el nivel de permisos que demanda tal que maximice su beneficio esperado de desviarse de la norma:  $B(e) - p(l - l_0) - \pi f(e - l)$ ; sujeto a  $e - l \geq 0$ .

Resolviendo dicho problema, es posible llegar a que la condición necesaria para que una firma se comporte de acuerdo con lo estipulado ( $e = l$ ) es:  $p \leq \pi * f'(0)$ .

Y si además recordamos que las empresas van a elegir su nivel de emisiones (independientemente de si deciden violar las reglas o no) de tal forma que todas estén minimizando sus costos de abatimiento marginales (o maximizando su beneficio marginal), cuya condición implicaba  $B'(e) = p$ , entonces llegaremos a que la condición que garantiza el cumplimiento por parte de las empresas es:  $p = \pi * f'(e(p) - l)$ .

¿Cómo interpretamos esta condición? Como una condición típica en un problema de maximización. Las empresas elegirán demandar permisos hasta el punto en el cual su beneficio marginal de violar (esto es, en lugar de comprar un permiso para emitir una unidad adicional de CO<sub>2</sub>, deciden emitirla sin pagarla, por lo cual se “ahorran” el precio del permiso, y es lo que aparece en la parte izquierda de la ecuación) se iguala con el costo marginal esperado de no cumplir con la norma (que será, por supuesto, la multa marginal que le cobra el regulador por la probabilidad de que sea inspeccionada).

Las implicancias que tiene este resultado en el marco de la fiscalización son sumamente importantes. En primer lugar, porque el hecho de que una firma decida incumplir no depende de sus costos, sino únicamente del precio de los permisos, la multa y la probabilidad de ser inspeccionada, llevando así a que llegado el caso todas las empresas van a violar lo mismo y no habría por qué tratarlas de manera distinta como ocurriría si queremos garantizar el cumplimiento con otras políticas.

En segundo lugar, la tarea del regulador se simplifica de sobremanera pues puede garantizar el cumplimiento de la norma para todas las empresas simplemente fijando una probabilidad única de inspección para todas ellas tal que  $\pi = \frac{p}{f'(0)}$ . Más aún, basta simplemente con que el regulador deje que el mercado de permisos funcione y establezca un precio de equilibrio único para estos y a partir de ahí fije una multa que esté “atada” al precio (es decir, dependa de este), y definir entonces una probabilidad de inspección fija que lleve a que ninguna firma decida violar.

De aquí es que se desprende la enorme importancia que discutimos anteriormente sobre que los mercados de permisos funcionen de manera competitiva. Si conseguimos que no existan problemas relevantes respecto a los costos de transacción o fallas en el mercado (ninguna empresa puede manipular el precio), entonces vamos a llegar a un único precio de equilibrio para el mercado de permisos de contaminación de CO<sub>2</sub>, que le va a permitir al ministerio de ambiente ya poder fijar a partir del primer año una multa que garantice que ninguna empresa se va a desviar de lo establecido y nos dará muchas más posibilidades de llegar al año 2030 cumpliendo con el nivel de emisiones establecido en la CDN (obviamente, como el precio de equilibrio irá cambiando año a año producto de que iremos reduciendo el “cap” y las empresas irán modificando su “modus operandi”, la multa cobrada por incumplir también deberá ser ajustada en cada período).

### **6.7. Inclusión de créditos mediante el sector forestal**

Incorporar créditos a nuestro mercado de permisos puede ser una buena idea si queremos darle una mayor flexibilidad. En líneas generales, estos funcionan con un razonamiento un poco “inverso” al caso de los permisos, en los cuales a empresas reguladas que logran disminuir sus niveles de emisión por debajo de ciertos estándares para un determinado período, se les entregan créditos por dichas reducciones que posteriormente también pueden comercializar con otras empresas que presentan mayores dificultades para reducir su contaminación en dicho período, “comprando” de alguna forma tiempo para incorporar o desarrollar tecnologías que les ayuden a reducir sus emisiones posteriormente (Shrestha et. Al; 2021).

En nuestro diseño particularmente, no incluimos los créditos otorgándoles directamente a las empresas que se encuentran reguladas bajo el mercado de permisos, sino a través del sector forestal que jugará un rol “secundario” en el sentido de que no estará obligado a participar dentro del mercado de permisos (pueden hacerlo voluntariamente, si lo desean) pero si acabarán jugando un papel clave al ser los únicos que tendrán en su poder créditos de emisión para posteriormente comercializar con las empresas que sí están obligadas a participar del sistema.

La razón principal por la cual creemos que es la mejor forma de introducir los créditos a nuestro diseño para el mercado de permisos radica en que, como mencionamos en la sección 5, esto permitirá que los forestales cuenten con un “activo” que refleja el beneficio que genera al país las actividades que realizan al capturar CO<sub>2</sub>, los cuales posteriormente podrán vender y negociar con las demás empresas reguladas que generan emisiones y pueden estar buscando o bien tener menos restricciones para reducir las mismas en términos temporales, o bien como describimos antes también para el caso de los ganaderos tener algún tipo de certificación de que buena parte de la contaminación que genera en definitiva no está afectando al planeta pues es neutralizada gracias a los árboles. Sin embargo, esta no es la única razón por la cual es muy interesante su inclusión, ya que diversos expertos coinciden en que la actividad forestal es aquella que tiene un mayor potencial para lograr una captura o remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera de manera costo-efectiva aún por encima de otras tecnologías más sofisticadas, lo cual nos permitiría incluir a nuestro sistema todas las opciones disponibles para reducir las emisiones (Shrestha et. Al; 2021).

La forma en la cual estos créditos serán otorgados es diferente a como se entregarán los permisos. En este caso, lo que las empresas forestales deben hacer es medir, ya sea por cuenta propia o mediante la contratación de una empresa, la cantidad de CO<sub>2</sub> que lograron remover o capturar para un determinado período y luego si el ministerio reconoce como válida dicha medición presentada en un informe, entregará una cantidad de créditos que será igual al nivel de CO<sub>2</sub> que cada forestal consiguió absorber del ambiente (al igual que con los permisos, cada crédito valdrá por una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente). Posteriormente a ser entregados, estos podrán comercializarlos únicamente con empresas que se encuentren participando del mercado de permisos dentro del país (esto es, no pueden negociarlos con empresas del exterior o alguna que no esté bajo regulación) y ello llevará a que también exista un mercado “secundario” de créditos que también terminarán teniendo un precio determinado.

Para poder simplificar un poco más esta última tarea para el ministerio, una buena idea podría ser definir y comunicar a los participantes de este sector una serie de empresas las cuales se encargarían de medir y estimar las capturas de CO<sub>2</sub> que cada forestal ha realizado en cierto período y que cuentan con el aval o reconocimiento de

la entidad reguladora, por lo que si contratan a esta para la presentación del informe entonces no será necesario hacer ningún tipo de inspección o análisis detenido del documento para poder entregar los créditos.

Si bien la inclusión de este sector es fundamental para la justificación y óptimo funcionamiento del mercado de permisos diseñado, es cierto que existen ciertas dificultades o problemas que implican su inclusión las cuales deben ser consideradas a pesar de que no entraremos en muchos detalles sobre ellas en este trabajo.

Una, y quizá la más “grave” es que el ministerio deberá encontrar la forma de asegurarse que esas remociones de CO<sub>2</sub> conseguidas en ciertos períodos y para las cuales se concedieron créditos, puedan mantenerse durante un período de tiempo considerable ya que actividades como la tala o quema de los árboles llevaría a que el CO<sub>2</sub> absorbido volviese a liberarse al medio ambiente y disparase así de manera notoria el nivel agregado de emisiones, haciendo que el “cap” fijado no se respete y quitándole efectividad al sistema. Otra que también es importante, es que no suele ser nada sencillo contabilizar con precisión cuantas toneladas de CO<sub>2</sub> logró absorber cada árbol en propiedad de un forestal, lo cual incrementaría considerablemente los costos de monitoreo, medición y verificación de la información para la entrega de créditos.

#### **6.8. Definir etapas de evaluación y proponer mejoras**

Un aspecto muy importante que debe tenerse en cuenta para garantizar que el mercado de permisos logrará funcionar adecuadamente a lo largo de todos los años es establecer etapas o momentos en donde las autoridades competentes se reúnan para realizar una revisión y análisis sobre como ha sido el desempeño de estos en términos de los objetivos deseados, y posteriormente proponer cambios y sugerencias que puedan ayudar a solventar posibles problemas que se hayan experimentado en determinados períodos.

Debido a que en nuestro diseño únicamente estamos fijando metas u objetivos a ser alcanzados en un período de 5 años, sugerimos que se presenten dos etapas de evaluación y discusión sobre como han funcionado las cosas, donde una sea a finales

del año 2027 una vez que se haya incluido al sector AFOLU, pues es aquel que como dijimos en reiteradas ocasiones es el más determinante que debe modificar su nivel de contaminación para lograr un cambio significativo entonces debemos asegurarnos de que todo esté funcionando de manera adecuada, y otro una vez finalizado el año 2030 para hacer ya un balance más general de lo que fue toda la experiencia y qué aspectos podrían ajustarse o mejorarse de cara a los nuevos objetivos que se trazará el país en años venideros u otros problemas que puedan estar sucediendo en ese momento (como los que describimos en la sección 5.2, que eran más bien problemas para este contexto determinado, llevando a que puedan cambiar y surgir otros nuevos que impliquen transformaciones).

Si bien es evidente que los puntos a tratar con mayor urgencia variarán según como se hayan ido desarrollando las cosas durante estos años, pasaremos a proponer algunos temas que quizá puedan ser abordados si se entiende que con estos se podría mejorar el diseño establecido anteriormente:

- Considerar la subasta de algunos de los permisos: Siguiendo un poco la línea de lo que actualmente se hace en Nueva Zelanda, se podría aprovechar alguno de los años en los cuales el mercado de permisos funcione únicamente con asignación sin costo para resolver todos los requisitos necesarios para comenzar a subastar parte de esos permisos (aspectos legales y normativos, designación de tareas, espacio físico o virtual donde se realizaría, entre otras), de forma tal que el gobierno comience a percibir ingresos por la distribución de los permisos que luego pueda destinar a otro tipo de proyectos ya sean sociales, ambientales, etc. La idea aquí sería seguir distribuyendo sin costo la mayoría de los permisos, pero que una parte de estos si se subasten.
- Introducir estrategias de manejo de precios para prevenir la volatilidad: Fue una estrategia que siguió Nueva Zelanda para intentar controlar un poco la volatilidad que experimentó el precio de los permisos durante algunos años. Para ello, incluyeron un precio fijo máximo y también un precio mínimo para los permisos, por lo que es una estrategia que (si bien idealmente y como fuimos comentando en base a la teoría, no es la más recomendable)

podríamos tener en cuenta si notamos que en los primeros años el precio ha mostrado comportamientos “irregulares” según lo esperado.

- No incluir obligatoriamente a todos los ganaderos: Siguiendo un poco el argumento que presentamos respecto al problema de coordinación entre estos y los forestales, hay que tener en cuenta de que la cantidad de árboles que hay actualmente en el país no son suficientes para capturar toda la contaminación que los primeros generan en su proceso productivo, sino que en líneas generales y como ya comentamos logran absorber aproximadamente un 50% de ellas. Esto implicaría que incluir a todos los productores ganaderos haría que exista un número quizás considerable de estos que no vea “rentable” o “útil” el hecho de participar en un mercado de permisos pues en definitiva no podrá obtener el beneficio que busca de ellos que es el de obtener un sello de producción carbono-neutral (y puede llegar a causarnos inconvenientes por malestares y protestas).

Ante esto, se podrían definir algunos criterios o formas con las cuales decidir qué ganaderos van a participar de manera obligada del sistema y que otros no, aunque no sugerimos considerar la idea de dejar voluntaria su participación pues justamente es necesario que este sector sea el que logre reducir su nivel de emisiones para lograr alcanzar los objetivos ambientales del país, entonces necesitamos asegurarnos de que si o si al menos una parte considerable de los mismos esté participando.

## **7. Principales riesgos asociados al mercado de emisiones**

Este trabajo se ha enfocado en describir los principales lineamientos para la implementación de un mercado de emisiones en Uruguay. Sin embargo, somos conscientes de que dicha propuesta no está libre de riesgos, por lo que creemos adecuado hacer algunos comentarios sobre los principales desafíos a los que nos enfrentamos y establecer algunas iniciativas para abordar las principales inquietudes en torno a la propuesta.

En primer lugar, cuando hablamos de mercados de emisiones, se vuelve inevitable pensar en el ya tan mencionado costo político que conlleva este mecanismo para los gobiernos que deciden implementarlo. En pocas palabras, los jugadores pertenecientes a los diferentes sectores de producción luchan por sus intereses y presionan al regulador para que las reglas de juego establecidas les permitan sacar el mayor provecho de su actividad. En el marco de las políticas ambientales y considerando que los grupos políticos enfocan gran parte de sus esfuerzos en la obtención de votos, es un claro desafío para el gobierno de turno enfrentar las presiones generadas por los lobbies sin desviarse del objetivo de reducción de emisiones.

En tanto, otro aspecto a considerar como riesgo gira en torno al precio de los productos intensivos en carbono. En efecto, pensamos que la implementación de un mercado de emisiones para un determinado precio podría empujar al alza los precios de los productos intensivos en carbono de forma considerable, lo cual tendría un fuerte impacto en las comunidades más vulnerables y de menores ingresos. Por esta razón, proponemos que el proceso de implementación debe ser acompañado de políticas sociales que preserven el bienestar de dichas comunidades y permitan una sana transición hacia dicho mercado.

Por su parte, otras inquietudes apuntan al problema de la “doble contabilidad” que puede ser de varios tipos y presentarse en diferentes magnitudes. En efecto, algunos casos de doble contabilidad ocurren con la doble emisión (cuando más de una unidad es emitida por la misma reducción), doble venta (cuando una misma unidad es vendida más de una vez), o doble reclamación (cuando la misma unidad es reclamada por dos o más entidades). En concreto, la doble contabilidad es un problema porque representa una amenaza directa contra la integridad del sistema y podría llevar eventualmente a sobrestimar el impacto de los proyectos y reducción de emisiones.

Por esto, identificamos una clara necesidad de implementar metodologías actualizadas que nos permitan hacer correctamente los cálculos de las emisiones y además, contar con una marcada alineación contable (las emisiones podrían eventualmente medirse bajo diferentes mecanismos) que permita a los actores mirar

de la misma manera la contabilidad, hacer cálculos más rigurosos y a nivel agregado. De esta forma, el regulador debe cuestionarse qué se quiere reportar en términos de emisiones y como se aplicarán los mecanismos para hacerlo, es decir, el reporte de las emisiones debe ser estandarizado porque hace que sea más fácil hacer un buen seguimiento y monitoreo de las emisiones. Sin embargo, debemos entender que lo anterior representa un gran desafío ya que actualizar metodologías puede resultar costoso al requerir tiempo y la coordinación entre gobierno, expertos y el uso de datos nacionales más actualizados. Aun así, consideramos que garantizar que las metodologías que se están aplicando tengan la integridad y confianza necesaria es un paso clave si buscamos una reducción de emisiones real y que efectivamente se esté haciendo un aporte positivo en la lucha contra el cambio climático.

## **8. Conclusión:**

Este trabajo se enfocó en explorar la factibilidad y proponer los lineamientos base para la correcta implementación de un mercado de permisos de emisiones en Uruguay, en el marco de la lucha contra el cambio climático y de las CDN que el país se propuso cumplir. A continuación, se enmarcan los principales mensajes.

Los impactos negativos del calentamiento global son cada vez más intensos y no pasan desapercibidos, por lo contrario, afectan la vida de millones de personas alrededor del mundo. Por esta razón, es necesario tomar acción sobre las políticas ambientales para combatir esta amenaza y hacerlo antes de llegar a un punto de no retorno.

En un país como el Uruguay, donde la gran mayoría de emisiones de GEI provienen de un mismo sector, los objetivos deben estar puestos principalmente en lograr un cambio significativo para este. Los mercados de permisos de emisiones permiten movilizar recursos y reducir los costos de abatimiento, generando el espacio para que las empresas puedan realizar la transición hacia una producción asociada a menores niveles de emisiones, además de facilitar la negociación y coordinación entre los sectores más relevantes en términos del nivel de emisiones, que son la ganadería y

el forestal, lo cual ayudaría enormemente a que no solo ambos sectores puedan salir beneficiados sino también permitir que se logre avanzar de gran manera en términos de la reducción de CO2 en el país.

Sin embargo, para que los mercados de permisos de emisiones tengan éxito en nuestro país debemos preocuparnos por que las reducciones de emisiones sean reales y estén siempre alineadas a nuestras CDN, además de que exista transparencia en el soporte institucional y financiero para las transacciones. Asimismo, vimos que es importante que el proceso de implementación no puede dejar de lado las garantías sociales para mitigar cualquier impacto adverso que tenga un determinado proyecto, respetando siempre los derechos de las comunidades involucradas. Por último, debemos considerar que bajo la implementación del mercado de permisos de emisiones, el precio de los productos intensivos en carbono aumentaría considerablemente, lo cual tendría un fuerte impacto social en los grupos más vulnerables. En este sentido, pensamos que es clave acompañar el proceso de implementación con políticas sociales que mitiguen este efecto.

Este sistema no es la única ni mejor solución que existe para que el país logre alcanzar sus metas de mitigación fijadas en la CDN, pero sin dudas que se trata de un instrumento con gran potencial para ser explotado y desarrollado, con un marco metodológico bastante claro y que busca atacar los problemas específicos que actualmente presenta el país para lograr alcanzar estos objetivos en los plazos deseados.

## Anexo:

### Modelo teórico de un mercado de permisos (Caffera; 2023)

Sea  $L^S$  la cantidad de permisos emitidos por el regulador,  $l_i^0$  la cantidad permisos que le son otorgados por el regulador a la empresa  $i$  al inicio del período y  $l_i$  la cantidad de permisos en poder de la empresa  $i$  al final del período.

La demanda neta de permisos por parte de la firma  $i$  será la cantidad de permisos que tenga al final del período menos la que tenía inicialmente, es decir,  $l_i - l_i^0$ . Imaginemos que el precio al cual se puede comprar y vender un permiso en el mercado es  $p_l$ . Si además incorporamos el supuesto de cumplimiento perfecto, es decir, que las empresas al final del período habrán generado un nivel de emisiones que será igual a la cantidad de permisos que tengan en su poder ( $e_i = l_i$ ), entonces el problema que resuelve cada una de las firmas que están dentro del sistema es el siguiente:

$$\max_{l_i} B_i(l_i) - p_l(l_i - l_i^0)$$

Y la condición necesaria y suficiente para que exista una demanda positiva de permisos por parte de la firma es  $B_i'(l_i) = p_l$ , y a partir de esta condición es sencillo notar que uno puede obtener la función de demanda de permisos por parte de la firma,  $l_i(p_l) = e_i(p_l)$ , que solo dependerá del precio de estos.

Para alcanzar el nivel óptimo de emisiones  $E^o$ , el regulador debe simplemente emitir una cantidad  $L^S = E^o$  de permisos. Esto producirá un precio de equilibrio que llamaremos  $p_l^*$ , el cual cumple que  $\sum_{i=1}^n l_i(p_l^*) = \sum_{i=1}^n l_i(e_i) = E^o$ .

## Referencias:

M. Caffera, "Notas de clase de Economía Ambiental", 2023.

Russell, C.S., "Applying economics to the environment", 2001, Oxford University Press.

C. Leining, S. Kerr, "Lessons Learned from the New Zealand Emissions Trading Scheme", 2016. Link: Microsoft Word - 16-06 Lessons Learned from the NZ ETS - final.doc (motu.org.nz).

C. Leining, J. Ormsby, S. Kerr, "Evolution of the New Zealand Emissions Trading Scheme: Linking", 2017. Link: [https://motu-www.motu.org.nz/wpapers/17\\_06.pdf](https://motu-www.motu.org.nz/wpapers/17_06.pdf).

T. Carver, P. Dawson, S. Kerr, "Including Forestry in an Emissions Trading Scheme: Lessons from New Zealand", 2017. Link: Including Forestry in an Emissions Trading Scheme: Lessons from New Zealand (motu.org.nz).

C. Leining, S. Kerr, "Managing Scarcity and Ambition in the NZ ETS", 2019. Link: [https://motu-www.motu.org.nz/wpapers/19\\_07.pdf](https://motu-www.motu.org.nz/wpapers/19_07.pdf).

C. Leining, "A Guide to the New Zealand Emissions Trading Scheme: 2022 Update", 2022. Link: <https://www.motu.nz/assets/Documents/our-research/environment/climate-change-mitigation/emissions-trading/A-Guide-to-the-New-Zealand-Emissions-Trading-System-2022-Update-Motu-Research.pdf>.

A. Shrestha, S. Eshpeter, N. Li, J. Li, J. O. Nile, G. Wang, "Inclusion of forestry offsets in emission trading schemes: insights from global experts", 2021, J. For. Res.

Banco Mundial, "Países en la cima de los mercados de carbono", 2022. Link: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/05/24/countries-on-the-cusp-of-carbon-markets>.

European Commission, "Carbon Border Adjustment Mechanism", 2023. Link: [https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en).

KPMG, “EU Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)”, 2023. Link: <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2021/06/carbon-border-adjustment-mechanism-cbam.html>.

Uruguay XXI, “Informe Anual Comercio Exterior 2022”, 2022. Link: <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/60c2bf22c0742f8f2913b4f1c068b01c9fafa046.pdf>.

Villoria-Sáez P, Tam VWY, Río Merino Md, Viñas Arrebola C, Wang X, “Effectiveness of Greenhouse-Gas Emission Trading Schemes Implementation: A Review on Legislations”, 2016, Journal of Cleaner Production. Link: <https://sci-hub.se/10.1016/j.jclepro.2016.03.148>.

International Carbon Action Partnership (ICAP), “Benefits of Emissions Trading”, 2018. Link: [https://icapcarbonaction.com/system/files/document/benefits-of-ets\\_updated-august-2018.pdf](https://icapcarbonaction.com/system/files/document/benefits-of-ets_updated-august-2018.pdf).

European Commission, “EU Emissions Trading System (EU ETS)”, 2023. Link: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en).

OECD, “Domestic Transferable Permits for Environmental Management”, 2001. Link: Domestic Transferable Permits for Environmental Management: Design and Implementation | READ online (oecd-ilibrary.org).

J.Jiang, D. Xie, B. Ye, B. Shen, Z. Chen, “Research on China’s cap-and-trade carbon emission trading scheme: Overview and outlook”, 2016, Elsevier Ltd. Link: <https://sci-hub.se/10.1016/j.apenergy.2016.06.100>.

SNRCC, “Estrategia Climática de largo plazo de Uruguay”, 2021. Link: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/URY\\_LTS\\_Dec2021.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/URY_LTS_Dec2021.pdf).

SNRCC, Visualizador de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero, 2023. Link: [https://visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/visualizador/api/repos/%3Apublic%3Aorganismos%3Aambiente%3Avisualizador\\_inventario.wcdf/generatedContent](https://visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/visualizador/api/repos/%3Apublic%3Aorganismos%3Aambiente%3Avisualizador_inventario.wcdf/generatedContent).

SNRCC, “Segunda Contribución Determinada a nivel Nacional al Acuerdo de Paris”, 2022. Link: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-12/Uruguay%20Segunda%20CDN.pdf>.

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), “Informe de emisiones de gases de efecto invernadero para el Bono indexado a indicadores de cambio climático (IEM-BIICC)”, 2022. Link: [http://sslburuguay.mef.gub.uy/innovaportal/file/30705/13/iem\\_2020\\_2021.pdf](http://sslburuguay.mef.gub.uy/innovaportal/file/30705/13/iem_2020_2021.pdf).

SNRCC, “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2019”, 2021. Link: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/20220105%20URUGUAY%20NIR%201990\\_2019%20ESP.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/20220105%20URUGUAY%20NIR%201990_2019%20ESP.pdf).

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), Calculador de equivalencias de gases de efecto invernadero. Link: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculador-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero#results>.

Ministerio de Ambiente (MA), “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero”, 2022. Link: [https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2022-09/Folleto\\_INGEI\\_Serie\\_1990-2019.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2022-09/Folleto_INGEI_Serie_1990-2019.pdf).

OECD/FAO, “OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031”, 2022, OECD Publishing. Link: [f1b0b29c-en.pdf \(oecd-ilibrary.org\)](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-rural-development/1b0b29c-en).

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)/Dirección Nacional de Energía (DNE), Balance Energético 2021, 2021. Link: <https://ben.miem.gub.uy/descargas/1balance/1-1-Libro-BEN2021.pdf>

SNRCC, Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), 2017. Link: [https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Politica\\_CC\\_1.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Politica_CC_1.pdf).

IPCC, "Climate Change 2023: Synthesis Report", 2023. Link:  
[https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf).

United Nations Treaty Collection, "Paris Agreement", Link:  
[https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=\\_en](https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en).