



## **Hojas de ruta de Transición Energética en Argentina**

Un modelo energético sostenible  
para Argentina en 2050

Marzo 2019

Financial Advisory





# Contenido

Objetivos y agradecimientos	4
Foreword por el Country Manager del Grupo Enel en Argentina	6
Resumen Ejecutivo	7
1. La lucha contra el cambio climático	13
1.1. La reducción de emisiones es un reto global	13
1.2. Emisiones de GEI en Argentina en 2014	17
1.3. Contribuciones nacionales en la lucha contra el cambio climático	20
2. El modelo energético argentino al 2050	23
2.1. Visión actual de Argentina para el 2050	23
2.2. Transformaciones necesarias en el modelo energético	24
2.3. Beneficios de la descarbonización	31
3. Transición energética	34
3.1. Nuevas políticas energéticas en Argentina	34
3.2. Planificación para una transición exitosa a 2050	35
3.3. Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde	35
3.4. Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales	39
3.4.1. Electrificación de los sectores residencial, comercial y público	40
3.4.2. Electrificación del sector agricultura	48
3.4.3. Sustitución de combustibles en el sector industrial	49
3.4.4. Sustitución de combustibles en el sector transporte	51
3.5. La promoción de infraestructuras digitales y redes inteligentes	56
3.6. Incentivo a modelos de producción sustentables – sector no energético	58
3.7. Análisis de inversiones y costos en el sistema	63
4. Recomendaciones de política energética para una descarbonización sostenible	66
4.1. Recomendaciones para la generación eléctrica a partir de una matriz verde	67
4.2. Recomendaciones sobre eficiencia energética y descarbonización de usos finales a través de la electrificación	68
4.3. Recomendaciones sobre cambios estructurales a realizar en términos de infraestructura de redes y digitalización.	70
4.4. Recomendaciones sobre instrumentos económicos y políticas de carbón pricing	71
4.5. Recomendaciones sobre sectores no energéticos	72
Anexo I	73
Contactos	75

# Objetivos y agradecimientos

El presente informe ha sido elaborado por Deloitte como una reflexión analítica y participativa sobre la necesaria transición hacia la descarbonización sostenible del modelo energético argentino. Esta transformación se enmarca en el cumplimiento del objetivo nacional de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y en la consideración de otros aspectos clave de la política energética: la seguridad de suministro, la competitividad del sistema energético y económico, y la compatibilidad con criterios de crecimiento y sostenibilidad ambiental y social.

Somos conscientes de que el debate sobre la transición hacia una economía sostenible basada en tecnologías con bajas emisiones en carbono es un tema de especial relevancia para nuestra sociedad, por su innegable impacto en su sostenibilidad medioambiental y económica, pero también por su especial complejidad. En este contexto, los objetivos del estudio han sido los siguientes:

- Dar una visión de largo plazo de qué supone el cumplimiento de los compromisos internacionales de reducción de emisiones de Argentina en el horizonte 2050 que sirva de referencia para definir la transición.
- Desarrollar análisis de medio plazo que guíen la necesaria transición energética, con vista en el hito intermedio de 2030, con el fin de brindar una serie de recomendaciones de política energética para una descarbonización eficiente.

Este estudio ha contado con la participación voluntaria de un Panel de Expertos de reconocido prestigio y diferente perfil, con el objetivo de compartir y enriquecer los puntos de partida del mismo, recoger su visión sobre las cuestiones más relevantes e identificar potenciales vías de avance.

Deloitte quiere agradecer de manera especial la colaboración prestada a los siguientes participantes:

- Juan Carlos Villalonga. Diputado de la Nación Argentina por la Ciudad de Buenos Aires. Vicepresidente de la Comisión de Recursos Naturales y Conservación del Ambiente Humano – Cámara de Diputados de la Nación Argentina. Ex-Presidente de la Agencia de Protección Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires.
- Alejandro Primbas. Director de Eficiencia Energética en Sectores Productivos y Transporte en Ministerio de Energía de la Nación.
- Andrea Heins. Ex-Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética en Ministerio de Energía de la Nación.
- María Eugenia Bartolomei. Asesor en Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética.
- Fabián Gaioli. Dirección Nacional de Cambio Climático - Secretaría de Ambiente de la Nación.
- Carlos Gentile. Secretario de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Daniel Redondo. Ex Secretario de Planeamiento Energético en el Ministerio de Energía y Minería de la Nación.
- Manuel Marcelo Jaramillo. Director General – Fundación Vida Silvestre.
- Enrique Maurtua Konstantinidis. Director de Cambio Climático - Fundación Ambiente y Recursos Naturales.
- Jennifer Doherty-Bigara. Especialista de Cambio Climático – BID.
- Melisa Ciurciolo. Abogada. Especialista en ambiente y energía - PNUD Argentina.
- Elena Morettini. YPF Officer Energy, Resource Efficiency & Sustainability- Geoscience Advisor en YPF

Buenos Aires, 13 de Marzo de 2019

Asunto: *Agradecimiento al Grupo Enel y equipo*

*El presente informe y los estudios que lo facilitaron han sido promovidos en gran medida por Grupo Enel y equipo de trabajo. Su colaboración y participación activa ha sido fundamental para la confección del informe respecto de la transición hacia la descarbonización sostenible del modelo energético argentino.*

*Deloitte quiere agradecer de manera especial al Grupo por haber promovido y sustentado materialmente la iniciativa; además de contribuir con expertise y Know How de iniciativas similares desarrolladas en otros países. También nos acompañó en la presentación de la misma a los stakeholders argentinos, favoreciendo la difusión dentro del sector, y generando una fuerte toma de conciencia.*

*Atentamente,*



**Marcos Bazán**  
Partner – Financial Advisory

# Foreword por el Country Manager del Grupo Enel en Argentina

La transición energética es un cambio de paradigma de máxima relevancia para un país como Argentina.

Se trata de un proceso que nos toca a todos: las empresas, las instituciones y los ciudadanos en general.

El cambio no es algo nuevo ni algo reciente: ya se hablaba del cambio como una constante de la vida en el tiempo de los filósofos griegos. Lo que es nuevo es la rapidez y profundidad de la transición que estamos viviendo.

En cada país, toma una forma un poco distinta, pero en todos está tomando fuerza y acelerando.

No es una cuestión opcional, es algo concreto que está ocurriendo gracias a algunas tendencias y fuerzas de transformación que nos afectan.

La primera fuerza de transformación es la evolución tecnológica, que nos ofrece cada día mejores soluciones a menor costo, sobre todo gracias a los avances en la ciencia de materiales. Paneles solares, baterías, turbinas eólicas, vehículos híbridos, buses eléctricos.... Cada día aparecen nuevas y mejores tecnologías que crean oportunidades y cambian las dinámicas del mundo energético.

Otra fuerza de transformación es la digitalización, que nos permite por primera vez entender en profundidad lo que está pasando y resolver ineficiencias en tiempo real. Hoy podemos, por ejemplo, ofrecer tarifas eléctricas diferenciadas y mover el consumo a las horas más convenientes, o usar baterías de vehículos eléctricos para compensar exceso o ausencia del viento en los parques eólicos. Esto nos permite integrar sistemas y gestionarlos de una manera más eficiente y robusta.

Y por fin tenemos una retroalimentación en tiempo real que nos ofrece la sociedad civil y el medioambiente. Cada día ambos nos recuerdan el costo humano de no actuar, que vivimos todos los días en la contaminación excesiva de algunas ciudades, o en los desastres naturales que derivan del cambio climático. Esta retroalimentación se vuelve cada día más fuerte con el proceso de urbanización, que concentra siempre más la demanda energética en las grandes ciudades.

Así que la pregunta no es "si" vamos a tener una transición energética, sino "como" la podemos acompañar de manera responsable, y cuál es nuestro rol en este cambio de paradigma. Tenemos que comprender a fondo e implementar bien lo que viene, en tecnologías, modelos de negocio, mercados y políticas públicas, y al mismo tiempo gestionar lo que se vuelve obsoleto, para que la transición energética se convierta en un motor de desarrollo social y económico, además de un motor de modernización de infraestructura.

El estudio "Hojas de Rutas de Transición Energética en Argentina" nos permite reflexionar sobre estos temas, tomando conciencia del esfuerzo requerido y del corto plazo que tenemos para actuar. Es un camino largo y fascinante, que empezamos todos tomando un primer paso fuera de los esquemas tradicionales del mundo energético.

**Nicola Melchiotti**

*Country Manager del Grupo Enel en Argentina*

# Resumen Ejecutivo

Los contenidos, análisis, conclusiones y recomendaciones descritos en este informe no tienen por qué reflejar la opinión de cada uno de los expertos participantes. Se han manifestado visiones y opiniones diversas y, en algunas ocasiones, contrapuestas, que han servido para enriquecer y contrastar los aspectos fundamentales cubiertos en el estudio.

## La lucha contra el cambio climático

**El Acuerdo de París, alcanzado en la XXI Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, incluyó como objetivo el compromiso de contener el incremento de la temperatura de la tierra "muy por debajo de los 2°C" con respecto al nivel preindustrial, y esforzarse para limitarlo en 1,5°C, así como alcanzar la neutralidad de emisiones entre 2050 y 2100.**

Las partes alcanzaron un acuerdo para preparar, comunicar y mantener contribuciones nacionales en el futuro, poniendo en marcha medidas para la consecución del objetivo global planteado.

## El modelo energético argentino al 2050

**El cambio en las formas de producción y consumo de energía entre hoy y 2050 es imprescindible para la reducción de emisiones.**

Argentina emitió 368 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub>) equivalentes en el año 2014, de las cuales 193 millones provinieron de usos energéticos y los 175 millones restantes correspondieron a otros usos no energéticos.

El proceso de construcción de escenarios para la evaluación del modelo energético sostenible para Argentina en 2050 requirió, necesariamente, de la elaboración de la línea de base para contrastar los resultados y los impactos de las acciones y medidas de mitigación de cambio climático para el sistema en su conjunto. A partir de esta premisa, se simuló el escenario tendencial o "Business As Usual" (BAU) manteniendo el statu quo del año 2014 para todo el período de análisis (en lo referente a la matriz productiva, energética y las emisiones), bajo la suposición de que el crecimiento de la economía se mantiene constante en un 3% hasta el año 2050. Como resultado de la proyección se obtuvo que las emisiones de GEI totales alcanzarían un valor cercano a los 560 MtCO<sub>2</sub>eq a 2030 y a 992 MtCO<sub>2</sub>eq a 2050.

**Por su parte, los escenarios Increased Effort y Green Disruptive, representan horizontes alternativos que permiten una reducción en términos de emisiones de gases de efecto invernadero del 62% y del 82% respectivamente, con respecto a la proyección realizada bajo el escenario BAU a 2050.**

En el escenario Increased Effort se aplican medidas de mitigación y cambios en la matriz energética maximizando el potencial en todos los sectores en base a lo propuesto por las contribuciones nacionales no condicionadas del gobierno, mientras que en el Green Disruptive, se introducen políticas de mitigación y cambios en la matriz energética orientados a maximizar los beneficios de la descarbonización en un contexto de apoyo internacional. En este sentido, dada la multiplicidad de opciones de mitigación disponibles, y no menos importante, la interrelación entre las mismas, estas se dividieron en cuatro vectores de descarbonización que resultan necesarios para alcanzar metas más ambiciosas al año 2050. Estos son:

- **Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde:** Para que la sustitución de fuentes primarias tenga un efecto duradero, es necesario que la electricidad se produzca a través de fuentes renovables.
- **Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales:** Existe un gran potencial de reducir emisiones desacoplando el crecimiento económico del consumo de energía. Las oportunidades

para reducir la intensidad energética en la producción de bienes, el potencial de ahorro de energía en el consumo residencial y sector servicios, así como la eficientización de procesos de transformación que incrementen la energía utilizada y minimicen los desperdicios. A su vez, se espera un cambio a fuentes primarias de energía con menores emisiones a través del reemplazo del carbón y del petróleo con altos niveles de emisión por combustibles bajos en emisión, como la electricidad, los biocombustibles, y en menor medida el gas natural.

- **Desarrollo de infraestructura y digitalización:** La actualización de la infraestructura y la digitalización son la piedra angular para sostener la transición hacia un modelo de energía sostenible con bajas emisiones de carbono. El incremento de la demanda de electricidad debería llevar a un cambio de paradigma que permita pasar de un sistema tradicional a un sistema completamente flexible que se adapte al aumento de las energías renovables y la generación descentralizada.
- **Incentivar modos de producción sustentable:** En la industria y especialmente en la ganadería y agricultura se requiere adoptar modos de producción sustentables, que permitan reducir el nivel de emisiones.

## Transición energética

**El camino a recorrer en la transición deberá contar con una cuidada planificación que garantice el logro de ambiciosos objetivos ambientales, de modo que el esfuerzo conjunto que haga toda la sociedad, así como el importante volumen de inversiones, se plasmen de forma eficaz.** En este sentido, el diseño y momento de las transformaciones deberán realizarse sin poner en riesgo la actividad económica ni la seguridad del suministro energético y al mismo tiempo optimizar los costos e inversiones.

Esta transición deberá avanzar sobre las cuatro grandes palancas mencionadas en el título anterior:

- ✓ *Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde*

**El Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica debe ser el piso inicial para establecer el diseño de la matriz eléctrica libre de emisiones a futuro. De cara a 2050 se espera que haya una fuerte penetración de generación de fuentes renovables, considerando la reducción de costos de las tecnologías y más aún si se incluyera el costo social de la emisión de carbono.**

**La capacidad instalada libre de emisiones proyectada para los escenarios Increased Effort y Green Disruptive alcanza el 74% y el 83%, respectivamente, logrando llevar el porcentaje de la generación en base a fuentes limpias al 82% y 91% en 2050.** Para llegar a esos valores, en primer lugar, se incorporó a la matriz eléctrica el inventario hidroeléctrico nacional relevado por el Estado Nacional<sup>1</sup>, que asciende a 11 GW de potencia, considerando aquellos proyectos que en la actualidad se consideran viables ambiental y económicamente.

**A su vez, la complementariedad que permite la generación hidroeléctrica y eólica, más la expectativa de incorporar la energía solar con el agregado de baterías posibilitó apuntar a una penetración agresiva de fuentes renovables intermitentes.** En el escenario Increased Effort se instalan 19 GW y 27 GW de potencia eólica y solar, que se incrementa hasta llegar a 30 GW y 44 GW en el escenario Green Disruptive, respectivamente. La capacidad total solar está compuesta, en promedio entre los dos escenarios, en un 45% por paneles fotovoltaicos complementados con baterías, un 10% con paneles solares distribuidos (fuera de la red), 3% CSP o energía termosolar concentrada y el 42% restante de centrales de mayor escala ubicadas principalmente en la región de Cuyo y el Noroeste del país. En relación a las centrales eólicas, se distribuyeron conforme al potencial de recurso eólico: un 48% en la región Patagónica, un 39% al sur de la provincia de Buenos Aires y el 12% restante en la región el Noroeste.

**La mayor penetración de energía renovable intermitente requiere administrar la gestión de los picos de demanda, a través de la gestión activa de la demanda,** utilizando como respaldo la flexibilidad del gas

---

<sup>1</sup> <http://datos.minem.gob.ar/dataset/inventario-de-presas>



y aumentando la participación de tecnologías de almacenamiento. En particular las baterías y generación hidroeléctrica.

- ✓ *Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales*

**La evolución hacia una matriz energética más limpia en términos de emisiones involucra también la reducción de intensidad energética, que se logra a través de la mejora en eficiencia energética y la utilización de vectores energéticos descarbonizados y eficientes.** Todos los sectores de actividad a nivel nacional deberían estar alineados para disminuir el consumo energético del país, y, por ende, las medidas correspondientes han de afectar a cada uno de estos. Una creciente electrificación apoyada en el desarrollo de energías renovables facilita la descarbonización de los usos finales en sectores hoy fuertemente emisivos y dependientes de los combustibles fósiles, a la vez que permite reducir el consumo energético y mejorar la balanza comercial del país.

**La regulación legislativa es una excelente herramienta para lograr impactos fuertes en materia de consumo energético.** La posibilidad de contar con una Ley de Eficiencia Energética, que logre abarcar un gran abanico de temáticas que respalden la necesidad y faciliten la promoción de la eficiencia energética y la adopción de tecnologías más eficientes como política de estado, permitiría reestructurar y potenciar el decreto 140/2007 sancionado el 21 de diciembre de 2007 y que declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía a través de la adecuación de los sistemas de producción, transporte, distribución, almacenamiento y consumo de la energía.

**En lo que respecta a electrificación, para el año 2050 sería necesario alcanzar un nivel del 33% sobre el consumo total de energía final en el escenario Increased Effort, y del 51% en el Green Disruptive,** lo que equivale a un crecimiento anual del 0,4% y 1,1% respectivamente, respecto al nivel de electrificación actual (19%). De la misma manera, el consumo de gas natural debería representar el 28% en el escenario Increased Effort y el 21% en el Green Disruptive, del total del consumo de energía final, frente a un nivel actual de gasificación del 33%. Esto representa una reducción del 0,1% y 0,3% anual, como resultado del traspaso de tecnologías convencionales a tecnologías eléctricas incrementalmente descarbonizadas gracias a la creciente senda de penetración de renovables.

- Electrificación de los sectores residencial, comercial y público

En el año 2014 (año base), el sector residencial, comercial y público, era responsable de la emisión de 31,3 MtCO<sub>2</sub> equivalentes (un 8,6% de las emisiones totales de Argentina), explicado principalmente como consecuencia del consumo de energía para usos térmicos.

**Para reducir sus emisiones, el consumo eléctrico en este sector necesitaría aumentar** hasta situarse en el 47% (escenario Increased Effort) y en el 76% (para el caso del escenario Green Disruptive) del consumo energético total, y el consumo de gas tendría que reducirse en términos de participación porcentual hasta el 50% bajo los supuestos del escenario Increased Effort y al 20% en el escenario Green Disruptive, como consecuencia de las políticas más agresivas en términos de electrificación y eficientización.

Para alcanzar esta penetración desde los valores actuales, el consumidor residencial y comercial, así como el Estado para sus edificios e instalaciones públicas, necesitarán invertir en nuevos equipos para usos térmicos (ejemplo: reemplazo de calefactores tradicionales por bombas de calor), en cocinas eléctricas y en artefactos con un mayor nivel de eficiencia que pudieran aparecer en el mercado en años venideros. La adopción de una fuente de energía u otra vendrá derivada de la competitividad en costos de las distintas soluciones tecnológicas disponibles y de la reglamentación aplicable, incluida la que incentive menores niveles de consumo y que proporcione adecuadas señales de precio que reflejen correctamente la estructura de costes de los sistemas.

- Electrificación del sector agricultura

**En los próximos 10 años se espera que se produzca una revolución tecnológica en la maquinaria agrícola a nivel global que provoque cambios de paradigmas productivos, comparables a los que produjo la irrupción del tractor diésel en las décadas del 50/60 del siglo pasado.** Por ello, si bien en nuestro país el desarrollo de "robots" y/o maquinarias que utilizan baterías de recarga eléctrica o solar (ya disponibles en algunos países de Europa) aún se encuentra en etapa de diseño de prototipos, la construcción de los escenarios Increased Effort y Green Disruptive, contempla la irrupción de este tipo de tecnologías de forma paulatina para el período 2014-2050.

- Sustitución de combustibles en el sector industrial

**La implementación de medidas que tiendan a mejorar la eficiencia energética en la industria permitiría reducir costos sustanciales a las empresas, logrando una optimización del uso de la energía y al mismo tiempo contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.** Los sistemas de gestión de la energía y auditorías energéticas en el sector industrial muestran un gran potencial de ahorro a través de inversiones bajas en montos y rápidos repagos. El recambio tecnológico a equipos más eficientes también permitiría lograr avances significativos en materia de intensidad energética y emisiones. Específicamente en el caso argentino, el recambio de equipamiento altamente difundido en las plantas fabriles como motores eléctricos y calderas (antiguos, de uso intensivo y de baja eficiencia media), contribuirían ampliamente en este sentido.

**La implementación de dichas medidas permitiría lograr una reducción de las emisiones totales – por consumo energético y procesos - del 43% y 66% para los escenarios Increased Effort y Green Disruptive, a 2050 respectivamente. Al mismo tiempo se avanzaría en una industrialización sustentable y achicaría la brecha existente en la intensidad energética de nuestro país con relación a la de los países industrializados.**

- Sector transporte

**Las emisiones de GEI del sector transporte crecen, a nivel internacional, a la mayor tasa desde 1970. Entre las razones, se destaca el incremento de la motorización, a medida que crece el PBI per cápita.** Para mitigar las potenciales mayores emisiones del sector, cuatro líneas de acción son identificadas. En primer lugar, políticas tendientes a reducir la intensidad energética de los vehículos, y en conjunto con estas, medidas que tiendan a restringir la intensidad de carbón por combustible. **Pero una mayor eficiencia será insuficiente, por lo que se requiere avanzar a modos de movilización libres de emisiones, como son los vehículos eléctricos y el cambio modal al tren, especialmente para el transporte de carga.** En el escenario Increased Effort se proyecta una penetración de la movilidad eléctrica del 16% para 2030 y 32% para 2050 del total del parque de vehículos privados. Por su parte, el escenario Green Disruptive contempla un 27% de participación de mercado al 2030, alcanzado una participación del 52% al 2050 (en línea con las expectativas internacionales). Por último, existen oportunidades importantes para incrementar el uso del transporte público, o modificar conductas que promuevan el uso de la bicicleta, compartir el uso del vehículo o disminuir la necesidad de movilizarse, como puede ser el trabajo remoto.

✓ *Desarrollo de la infraestructura y la digitalización*

**La red de transmisión de Argentina está muy desarrollada en las zonas costeras del Gran Buenos Aires y el Litoral, mientras que otras regiones menos pobladas no están interconectadas y solo están conectadas por una sola línea al sistema.**

**La red de distribución está fragmentada.** La red de distribución en Argentina es operada por una combinación de compañías privadas y controladas por el Estado, con 23 DSO (Operadores de Sistemas de Distribución) y más de 400 cooperativas locales.

**El despliegue de medidores inteligentes se encuentra en sus pasos iniciales, es poco extendido y está altamente desregulado, pero algunas empresas minoristas han comenzado a instalarlos en sus clientes.** Las compañías locales de distribución pública ya cuentan con varias referencias que implementan medidores inteligentes en ciudades, sin ningún marco específico.

**La nueva regulación (eficiencia energética de tarifa plana, medidores inteligentes y generación distribuida) se ha lanzado recientemente o está en discusión.** La reglamentación local ya se ha emitido a nivel regional en algunos casos, mientras que a finales de 2017 una nueva Ley n. 27.424 Se ha publicado "Régimen de fomento a la Generación de energía renovable integrada a la red eléctrica pública" sobre generación distribuida.

**La actualización de la infraestructura y la digitalización son la piedra angular para sostener la transición hacia un modelo de energía sostenible con bajas emisiones de carbono.** El incremento de la demanda de electricidad debería llevar a un cambio de paradigma que permita pasar de un sistema tradicional a un sistema completamente flexible que se adapte al aumento de las energías renovables y la generación descentralizada.

**Las nuevas infraestructuras de red en transporte y distribución son claves para impulsar el crecimiento de las energías renovables.** En el horizonte 2030, se requerirán nuevas inversiones en las redes eléctricas tanto para permitir el acceso a sitios de alto potencial renovable (tales como los extensos recursos eólicos de la Patagonia y las regiones del noroeste con un alto potencial solar), y para perseguir una red más interconectada que permita aumentar la confiabilidad del sistema.

✓ *Incentivar modos de producción sustentable (sector no energético)*

**El sector no energético tiene una participación del 47,5% (175 MtCO<sub>2</sub>eq.) sobre el total de emisiones en el año base. Explicado principalmente por los sectores ganadería y uso de los suelos.**

Dentro del sector ganadería las medidas de mitigación tienen que ver con la optimización en el manejo de ganado a partir de mejoras en la calidad de los alimentos y suplementos dietarios, y campañas de vacunación para el ganado con el objetivo de la reducción de emisiones de gas metano.

Por su parte, para el sector uso de los suelos, las medidas están asociadas con la reducción de la tasa de forestación conforme pasan los años, el proceso de aforestación, la mejora en los pastizales e implementación de mejores prácticas en los usos de las tierras para el cultivo.

En su conjunto, las medidas contempladas para la elaboración de los escenarios Increased Effort y Green Disruptive, permiten proyectar una reducción del 56% y 81% respectivamente en términos de emisiones de gases de efecto invernadero con respecto al escenario BAU a 2050.

## Recomendaciones

**Tanto en la administración pública, como en el sector privado argentino, se necesitan emprender acciones decididas para liderar el cambio de modelo energético.** La lucha contra el cambio climático requiere cambiar patrones y modos de consumo, utilizar masivamente energías renovables y hacer enormes esfuerzos en eficiencia energética. Todo ello requiere movilizar a los distintos actores para facilitar las necesarias inversiones en generación, en infraestructuras, en I+D+i, en nuevas formas de edificación, y en los usos finales de la energía. Este cambio requerirá la implicación y concientización de la sociedad en su conjunto.

**Para ello, se vuelve necesario que se instrumenten una serie de políticas que incentiven los cambios estructurales y establezcan nuevos marcos legales y regulatorios.** Una intensa coordinación de la planificación y ejecución de acciones entre las diferentes instituciones públicas será esencial para la toma racional y eficiente de decisiones por parte de las empresas y los consumidores finales.

Para poder realizar una transición paulatina y competitiva, pero que debe ser decidida y con un compromiso de cambiar las estructuras de nuestro modelo energético, se propone un conjunto de recomendaciones para el desarrollo de una política de descarbonización que dé la necesaria importancia a la seguridad y competitividad del modelo energético.

“La lucha contra el cambio climático requiere cambiar patrones y modos de consumo”

- **Recomendaciones para la generación eléctrica a partir de una matriz verde**

*Recomendación 1: Acelerar la Transición Energética a una matriz de generación eléctrica libre de emisiones.*

*Recomendación 2: Implementar el almacenamiento de energía para potenciar los beneficios y el uso de las energías renovables a nivel del sistema.*

*Recomendación 3: Propender a la integración energética con los países limítrofes a través de interconexiones en la red eléctrica.*

*Recomendación 4: Desarrollar una regulación que incentive las inversiones necesarias en las redes para permitir la incorporación de energías renovables y nuevas tecnologías necesarias para la transición energética.*

- **Recomendaciones sobre eficiencia energética y descarbonización de usos finales a través de la electrificación**

*Recomendación 5: Establecer a la Eficiencia Energética como política de Estado, para lo cual se promueve la sanción de una Ley de Eficiencia Energética integral.*

*Recomendación 6: Promover la reducción de emisiones de los sectores residencial y comercial.*

*Recomendación 7: Promover la reducción de emisiones del sector público.*

*Recomendación 8: Fomentar la movilidad sostenible en el transporte ligero a través de la incorporación de vehículos cero emisiones, entre los cuales el vehículo eléctrico destaca como la solución más factible a presente y futuro.*

*Recomendación 9: Fomentar el cambio modal a ferrocarril del transporte pesado.*

- **Recomendaciones sobre cambios estructurales a realizar en términos de infraestructura de redes y digitalización.**

*Recomendación 10: Acelerar la implementación de medidores Smart.*

*Recomendación 11: Digitalizar la matriz de potencia eléctrica y las redes.*

*Recomendación 12: Diseñar una estructura tarifaria que represente precios adecuados para impulsar una respuesta activa lado demanda.*

*Recomendación 13: Buscar la integración entre distribuidores y transportadores de energía para optimizar el manejo de la matriz.*

- **Recomendaciones sobre instrumentos económicos y políticas de Carbon Pricing**

*Recomendación 14: Introducir una regulación específica para desarrollar una señal de precio efectiva del coste de las emisiones.*

- **Recomendaciones sobre sectores no energéticos**

*Recomendación 15: Promover la reducción de emisiones del sector agricultura.*

*Recomendación 16: Promover la reducción de emisiones de los sectores ganadería, silvicultura, y en lo que respecta a otros usos de los suelos.*

# 1. La lucha contra el cambio climático

## 1.1. La reducción de emisiones es un reto global

### Análisis del contexto

En el 2015 y en anticipación a las negociaciones multilaterales que se iban a desarrollar, el Panel Intergubernamental en Cambio Climático afirmaba que la influencia humana en el sistema climático es clara, y las emisiones antropogénicas recientes de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son las más altas de la historia.<sup>2</sup> Las concentraciones en la atmósfera de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) no tienen precedente, siendo la causa dominante del aceleramiento del calentamiento global desde 1950.

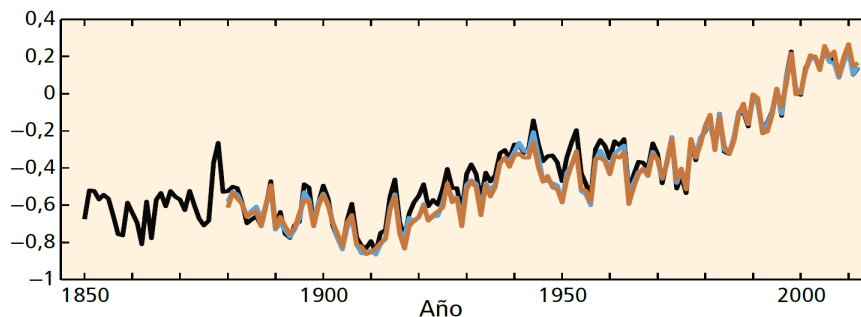
“Por encima del calentamiento de 2° C, existe un alto riesgo de cambios climáticos irreversibles”

Las consecuencias de esta conclusión son variadas: además del calentamiento de la atmósfera y el océano, disminuyeron los volúmenes de nieve y hielo, se elevó el nivel del mar, y se incrementaron y generalizaron las olas de calor extremo y el número de precipitaciones intensas, aumentando el número de sequías, inundaciones, ciclones, e incendios forestales. La sucesión de fenómenos climáticos extremos demuestra la vulnerabilidad humana a las consecuencias del cambio climático. En ausencia de una acción global y urgente, los efectos futuros tendrán impactos graves, generalizados e irreversibles para las personas y los

ecosistemas a nivel global, siendo necesario reducir de forma sustancial las emisiones de GEI para limitar el daño del cambio climático.

**Reducir las emisiones solo es posible si existe un cambio de los patrones de consumo de energía, así como de las técnicas de producción en general, y específicamente, de forma sustentable cuando involucre el uso del suelo.** Esto implica reducir la utilización de combustibles fósiles como el carbón, los derivados del petróleo y el gas natural - las principales fuentes de energía actuales- al resultar ser el primer causante de las emisiones de GEI. Cambiar los modos de producción y consumo de energía es el primer paso. También se debe trabajar sobre las emisiones de ciertos procesos industriales como la producción de cemento o la emisión de metano en la cadena de valor del gas natural, y procesos naturales asociados a la silvicultura y los otros usos del suelo.

Figura 1: Anomalía del promedio global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas (°C)

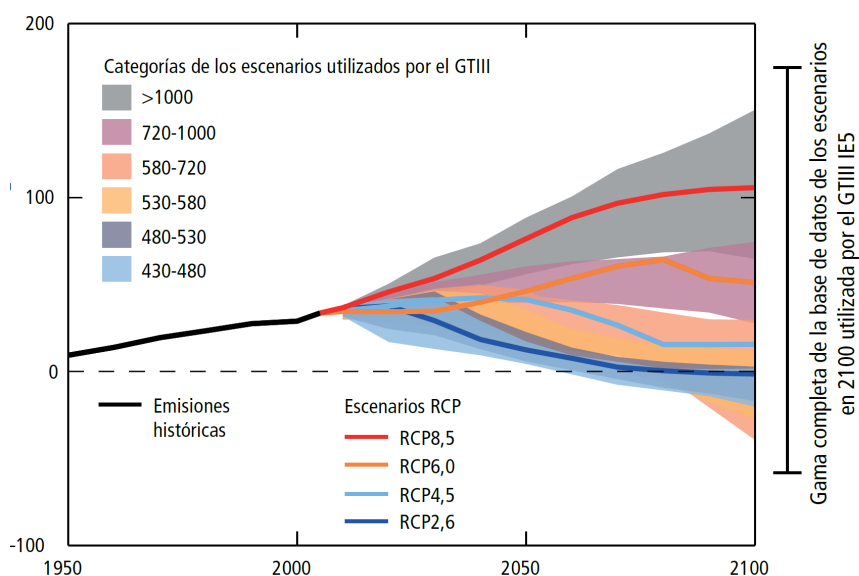


Fuente: IPCC, 2014: *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

<sup>2</sup> Ver Figura 2

**Los efectos del cambio climático dependen de las emisiones acumuladas de GEI.** La comunidad científica estima que el límite de emisiones acumuladas en la atmósfera a partir del cual existe un elevado riesgo de cambios climáticos irreversible es de 3 GtCO<sub>2</sub><sup>3</sup> equivalente, habiéndose emitido aproximadamente dos terceras partes de este límite. Este valor es compatible con un calentamiento global por debajo de los 2 °C sobre las temperaturas preindustriales. Solo si se recortan drásticamente las emisiones de GEI durante los próximos decenios, a valores inferiores a 530 GtCO<sub>2</sub><sup>4</sup> equivalentes anuales, se pueden reducir notablemente los riesgos que entraña el cambio climático al limitarse el calentamiento en la segunda mitad del siglo XXI.

**Figura 2: Emisiones antropógenas de CO2 anuales (GtCO2/año)**



Fuente: IPCC, 2014: *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

## En busca de un objetivo más ambicioso

**Para informar a los gobiernos, la reunión de París invitó al IPCC a proporcionar un Informe Especial sobre 1.5 °C en 2018 para evaluar las implicaciones de la meta y cómo podría lograrse.**

El Informe Especial sobre 1.5 °C evalúa tres temas principales:

- Lo que se requeriría para limitar el calentamiento a 1.5 °C (vías de mitigación).
- Los impactos de 1.5 °C de calentamiento, comparado con 2°C y más.
- Fortalecimiento de la respuesta global al cambio climático; Opciones de mitigación y adaptación.

Tal como se mencionó anteriormente, a través de sus "contribuciones determinadas a nivel nacional" (NDC, por sus siglas en inglés), cada país presenta sus esfuerzos para reducir las emisiones y mitigar los impactos del cambio climático. Los científicos a menudo usan el término "promesas actuales" cuando se refieren a la reducción de emisiones en los primeros NDC.

En relación con el punto anterior, **el informe del IPCC evaluará las vías de desarrollo y las vías de emisión de gases de efecto invernadero consistentes con 1.5°C en comparación con 2°C, lo que ayudará a los formuladores de políticas a determinar si las promesas actuales son consistentes con el objetivo de**

<sup>3</sup> IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis

<sup>4</sup> Ver Figura 2

## **temperatura y se espera que proporcionen conocimiento científico relevante para la preparación de sucesivos NDC.**

Para lograr este objetivo, el Acuerdo de París proporciona un marco internacional sin precedentes para la acción climática al vincular esferas políticas, económicas, financieras y sociales. De esta manera, se define una nueva dinámica basada en:

- *Gobernanza multilateral*, que evalúa el progreso y monitorea el logro de la meta a largo plazo a través de un sistema sólido de transparencia y responsabilidad de los Estados.
- *Contribuciones nacionales determinadas* (NDC, por sus siglas en inglés) de los estados que especifican sus objetivos climáticos
- *La acción climática* de actores públicos y privados no estatales.

Finalmente, el Acuerdo proporciona un mecanismo clave: evaluaciones del progreso (a la acumulación global) cada cinco años para garantizar que los países que han ratificado el Acuerdo conviertan su compromiso en acción.

Para que el Acuerdo de París entre en funcionamiento en 2020, la COP24 debe concluir dos procesos en 2018:

- La definición de sus **reglas de funcionamiento**.
- El ejercicio de balance global inicial en 2018, denominado **diálogo facilitador**. Este diálogo facilitador brindará una oportunidad para que los países evalúen el progreso colectivo realizado y brinden oportunidades para tomar nuevas medidas antes de presentar NDC nuevas o mejoradas antes de 2020.

## El papel central del financiamiento en el Acuerdo de París

**El financiamiento ha sido esencial con miras a lograr el consenso necesario para poder adoptar el Acuerdo de París, pues los países en desarrollo han entendido que es preciso asegurar la provisión de recursos financieros que estén en línea con sus necesidades, lo que constituye la contraparte imprescindible de los esfuerzos –en particular de mitigación– que deban realizar.** Además, la inclusión de una meta referida al financiamiento echa luz sobre la significación que el financiamiento climático adquiere en cuanto a la viabilidad política del Acuerdo, y la importancia crucial que habrá de tener en su efectiva implementación. **Más aún, el Acuerdo reconoce formalmente la importancia del financiamiento en la implementación de las acciones de mitigación y adaptación.**

En materia de financiamiento climático el Acuerdo, pues, encuadra explícitamente las obligaciones de los países en materia climática e incluye para eso tres elementos clave:

- Aspecto institucional: el Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), entidades encargadas del funcionamiento del Mecanismo Financiero de la Convención, servirán también como mecanismo financiero del Acuerdo. Estas instituciones tendrán entonces la responsabilidad de asignar los recursos financieros incrementales que se canalicen para el financiamiento climático a partir de la entrada en vigor del Acuerdo.
- Financiamiento público: el financiamiento público tiene un rol crítico, en especial en las acciones destinadas a la mejora de la resiliencia y la adaptación, y también en tanto permite apalancar y movilizar recursos de otras fuentes, en particular fondos del sector privado. Por tanto, es importante que el Acuerdo haya dejado establecido que en el suministro de un mayor nivel de recursos financieros se debería buscar un equilibrio entre la adaptación y la mitigación, y que las Partes que son países desarrollados deberán comunicar bienalmente los niveles proyectados de recursos financieros públicos que se suministrarán a las Partes que son países en desarrollo, cuando se conozcan, asegurando, de esta manera, una mayor predictibilidad de los recursos financieros que se hagan disponibles.
- Metas colectivas de financiamiento: en las decisiones se emite una señal muy fuerte en esta materia, pues allí se indica la necesidad de expandir el apoyo financiero para asegurar la transición hacia economías bajas en carbono y resilientes al clima. Además, la Conferencia de las Partes podrá establecer

en el futuro metas de contribuciones financieras para las Partes, en particular para los países desarrollados, una atribución a la que estos en general se habían opuesto.

### Acuerdo de París: compromiso asumido por los países

**Las conclusiones de la comunidad científica fueron el fundamento principal para que, en 2015, 174 países firmaran el Acuerdo de París<sup>5</sup> en la Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.** Estos asumieron el compromiso de coordinar los esfuerzos para traducir en acción las recomendaciones científicas de limitar las emisiones, conteniendo el incremento de la temperatura de la tierra "muy por debajo de los 2°C" con respecto al nivel preindustrial, y esforzarse para limitarlo en 1,5°C, así como alcanzar la neutralidad de emisiones entre 2050 y 2100.

Pese a que no es jurídicamente vinculante, las partes alcanzaron un acuerdo para preparar, comunicar y mantener contribuciones nacionales en el futuro, poniendo en marcha medidas para la consecución del objetivo global planteado. Estas contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional deben ser revisadas con objetivos más ambiciosos cada cinco años, siendo la fecha prevista el año 2020. A su vez, de acuerdo con el artículo 4, párrafo 19, se invita a los países parte a formular y comunicar para ese año una estrategia de desarrollo a largo plazo con bajos niveles de emisiones de GEI. Esta invitación responde

a que las comunicaciones previstas y determinadas a nivel nacional son insuficientes para cumplir el objetivo del acuerdo, como lo muestra el último informe de brecha de emisiones a 2018<sup>6</sup> emitido por las Naciones Unidas.

Existe una brecha entre las contribuciones previstas y determinadas y el objetivo de 2 °C de 13 GtCO<sub>2</sub>eq. La brecha se incrementa a 19 GtCO<sub>2</sub>eq. para alcanzar el objetivo de 1,5 °C de calentamiento global con respecto al nivel preindustrial. Aun si existiese apoyo internacional desde los países desarrollados, la brecha se reduce tan solo a 11 GtCO<sub>2</sub>eq. y 16 GtCO<sub>2</sub>eq. respectivamente. La conclusión es que para cerrar la brecha a 2030 y alcanzar los objetivos a largo plazo de los países a ser discutido en el 2020, se requiere acelerar las acciones de corto plazo y ser más ambiciosos en los objetivos a largo plazo de los países.<sup>7</sup>

**Uno de los principales beneficios de adoptar una economía verde es su potencial para aliviar el impacto ambiental causado por la contaminación; un beneficio de alcance global y local.** A escala mundial, puede contribuir a la lucha contra el calentamiento global, la desertificación y la pérdida de biodiversidad. A nivel local y regional, la transición a una economía verde puede conducir a mejoras significativas en la calidad del aire, el agua y el suelo.

**Además de los aspectos ambientales ya mencionados, una economía verde también tiene un gran potencial para conducir al crecimiento económico.** En dicha transición, se crean nuevos mercados en áreas como la de los biocombustibles y las fuentes de energía renovables. Y los nuevos mercados traen ventajas internacionales con el potencial de ser financiadas completamente a través de las exportaciones, o un aumento en la actividad comercial nacional alimentada por regulaciones ambientales cada vez más estrictas.

Los países emergentes en particular pueden beneficiarse de un cambio hacia una economía verde, ya que puede brindar la oportunidad de crear más ventajas económicas y sociales. Por ejemplo, al invertir en fuentes de energía alternativas, se puede mejorar el acceso a los servicios de energía y la infraestructura puede ser más eficiente. Esto también puede conducir a la disminución de la importación de energía y potencialmente a ahorrar dinero. También puede mejorar la eficiencia de los recursos ya que la producción agrícola se hará más limpia y, como consecuencia de nuevas técnicas agrícolas sostenibles, se mejorará la seguridad alimentaria. Además, las nuevas

**"Compromiso para contener el incremento de la temperatura de la tierra "muy por debajo" de los 2°C con respecto al nivel preindustrial"**

<sup>5</sup> [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)

<sup>6</sup> <https://www.unenvironment.org/es/resources/informe-sobre-la-brecha-de-emisiones-2018>

<sup>7</sup> [http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26895/EGR2018\\_FullReport\\_EN.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26895/EGR2018_FullReport_EN.pdf?isAllowed=y&sequence=1)



tecnologías que surgen como resultado de una economía verde ayudarán a proteger y mejorar la producción agrícola.

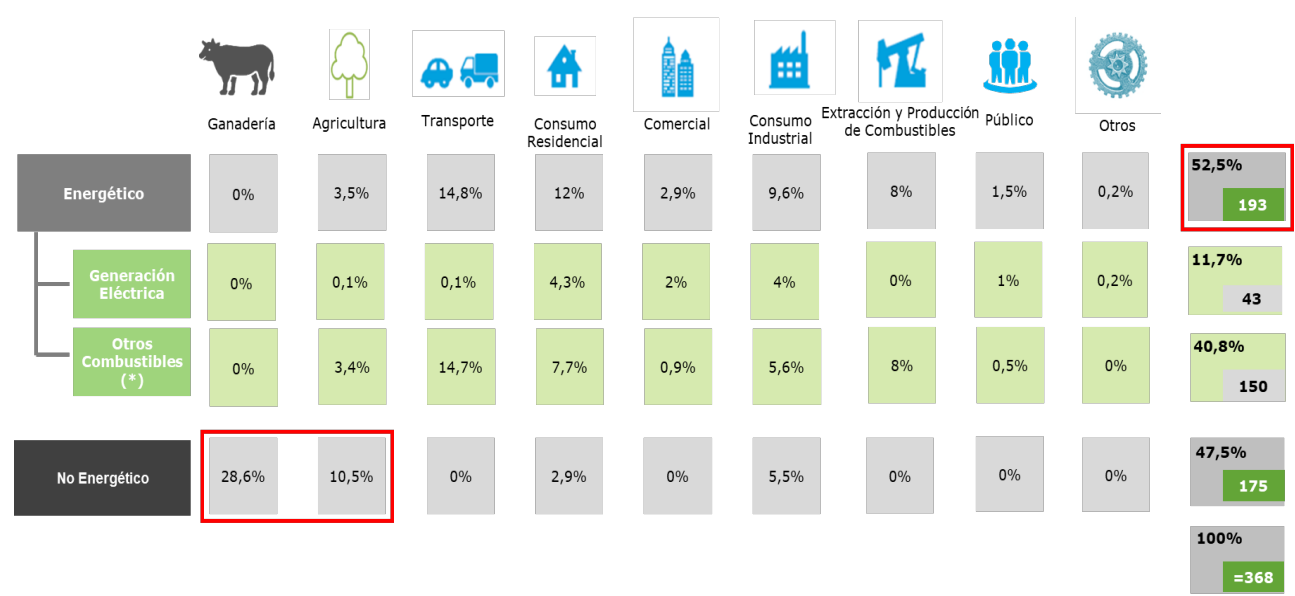
**Invertir en una economía verde y en fuentes de energía renovables no solo conducirá a la creación de nuevos empleos<sup>8</sup> sino también a beneficios en materia de población y salud ambiental, al tiempo que mejorará la seguridad energética a largo plazo.**

### 1.2. Emisiones de GEI en Argentina en 2014

**El último inventario de emisiones de GEI realizado en Argentina se estimó de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006 para el año 2014 y arrojó un resultado total de 368 MtCO<sub>2</sub>eq.<sup>9</sup>**, las cuales están compuestas en un 67,0% por emisiones de CO<sub>2</sub>, 21,2% de CH<sub>4</sub>, 11,6% de N<sub>2</sub>O, y el resto emisiones de HFC, PFC y SF<sub>6</sub>.

**Al analizar las emisiones según el sector, se observa que los sectores energía, agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de los suelos constituyen casi el 92% de las emisiones de GEI totales.** Las emisiones derivadas de los usos energéticos aportaron el 52,5% del total, concentrándose principalmente en la combustión de combustibles utilizados en el transporte, en los hogares y las industrias, en ese orden. La agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de los suelos (AFOLU por sus siglas en inglés) alcanzaron el 39,2% de las emisiones totales, siendo las emisiones derivadas de la fermentación entérica del ganado la principal causa de las emisiones de esta categoría, seguida de las emisiones indirectas generadas por la gestión de los distintos usos del suelo, los pastizales y las tierras cultivadas. Por último, el 8,3% restante se compone de las emisiones que surgen de los propios procesos productivos de la industria y los materiales que ésta utiliza, más la gestión de los residuos.

Figura 3: Inventario de emisiones GEI distribuidas por sector - año 2014 (% , MtCO<sub>2</sub> eq.)



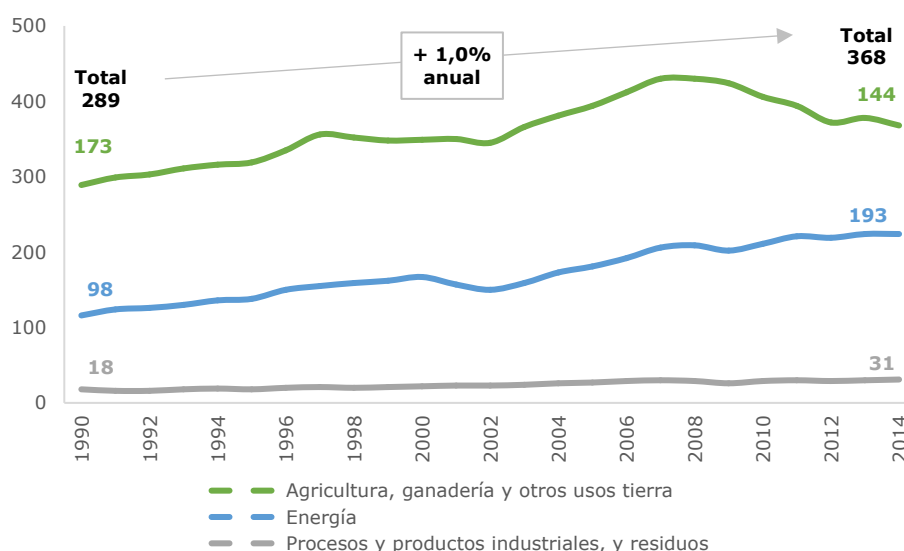
(\*) El rubro "Otros Combustibles" incluye "Producción de combustibles", "Combustibles industriales", "Combustibles otros sectores", "Fuentes móviles" y "Emisiones fugitivas".  
Fuente: análisis Deloitte en base a INGEI 2014 Argentina

**El comportamiento histórico de las emisiones desde el año 1990 muestra una tendencia creciente en el tiempo, con un aumento de 79 MtCO<sub>2</sub>eq entre puntas<sup>10</sup>, sustentado en un incremento sostenido de las emisiones provenientes del sector energético, procesos industriales y residuos, y un marcado ascenso del sector AFOLU hasta 2007 que luego se retrotrae y cae hacia 2014.** En total, las emisiones

<sup>8</sup> Fuente: International Labour Organization (ILO) – "World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs"  
<sup>9</sup> Ver Figura 3  
<sup>10</sup> Ver Figura 4

crecieron a una tasa anual del 1,0%, pero las que más contribuyeron a este aumento fueron las correspondientes al sector energía, que lo hicieron a una tasa anual del 2,9%, seguido de Residuos (+2,4%) y Procesos Industriales y Uso de Productos (+2,2%). El comportamiento de los distintos componentes de AFOLU fue decreciente entre puntas, como consecuencia de la caída del stock bovino, la disminución de la cantidad de carbono en el suelo debido a la gestión de los suelos para las tierras de cultivos, y la menor intensidad de emisiones en la producción de granos. Sin embargo, la principal causa de la caída de las emisiones en el segmento AFOLU desde 2010 en adelante fue la sanción de la Ley de Bosques que permitió un freno al exacerbado crecimiento de la deforestación de bosques nativos del período previo.

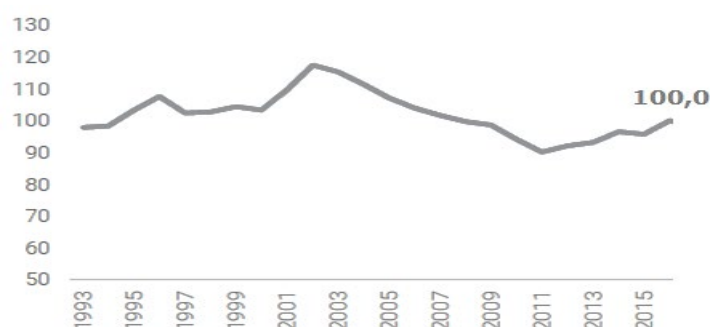
**Figura 4: Evolución de emisiones GEI por sector - años 1990-2014 (% , MtCO2 eq.)**



Fuente: análisis Deloitte

**Detrás del crecimiento de las emisiones en los últimos años, se advierte que la intensidad energética se mantuvo relativamente constante, a diferencia de lo que ocurrió en países desarrollados y otros de la región donde la intensidad energética cae.<sup>11</sup> Considerando que el 89% de las necesidades energéticas de Argentina se cubren con combustibles fósiles y que la intensidad energética no disminuyó, las emisiones de GEI del sector energético crecieron casi a la par de la actividad económica.** Esta tendencia se ve reflejada tanto en el benchmark de la intensidad energética de Argentina con relación a otros países de la región y el mundo, como en el benchmark de la intensidad de las emisiones de CO2 derivadas de la combustión de combustibles.<sup>12</sup>

**Figura 5: Intensidad energética global <sup>(1)</sup> (Base 100 = 2016)**



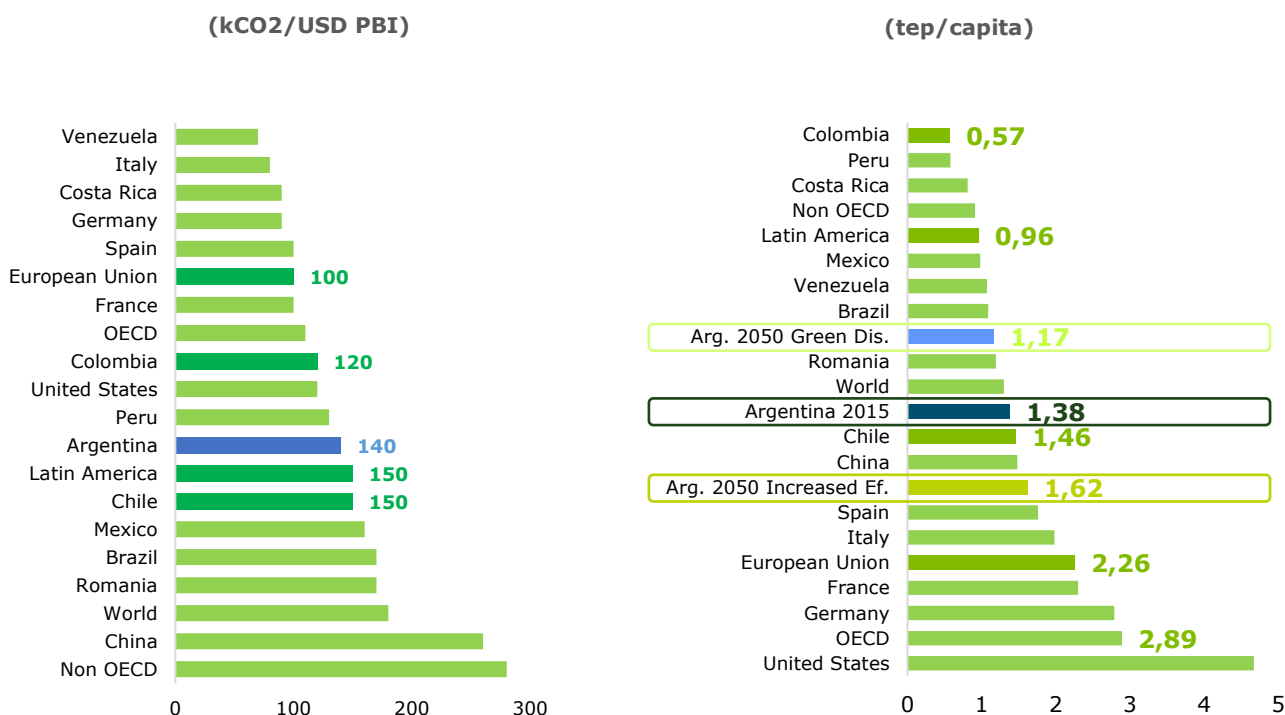
Nota (1): resultado del cociente entre la cantidad de energía demandada y el Producto Interno Bruto a precios constantes del año 2004.  
Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la Nación, Escenarios Energéticos a 2030 (2017).

<sup>11</sup> Ver Figura 5

<sup>12</sup> Ver Figura 6

Se observa que la intensidad energética de Argentina es un 40% más alta que la del conjunto de los países de la Unión Europea, y hasta un 17% más alta en relación a Colombia, un país de la región que además es miembro de la OCDE. Ello se ve reflejado en el indicador “tep por millón de dólares del PBI” para el año 2015, que alcanza los 140 tep por millón de dólares del PBI de Argentina, sin embargo, el ratio es inferior a los indicadores equivalentes para países como Chile, Brasil y México. Se observa, además, que la misma relación no se verifica con el indicador de consumo energético en tep per cápita, donde Argentina tiene un consumo energético por habitante 44% superior al promedio de Latinoamérica y en la región sólo es superado por Chile.

Figura 6: Indicadores de intensidad energética - año 2015

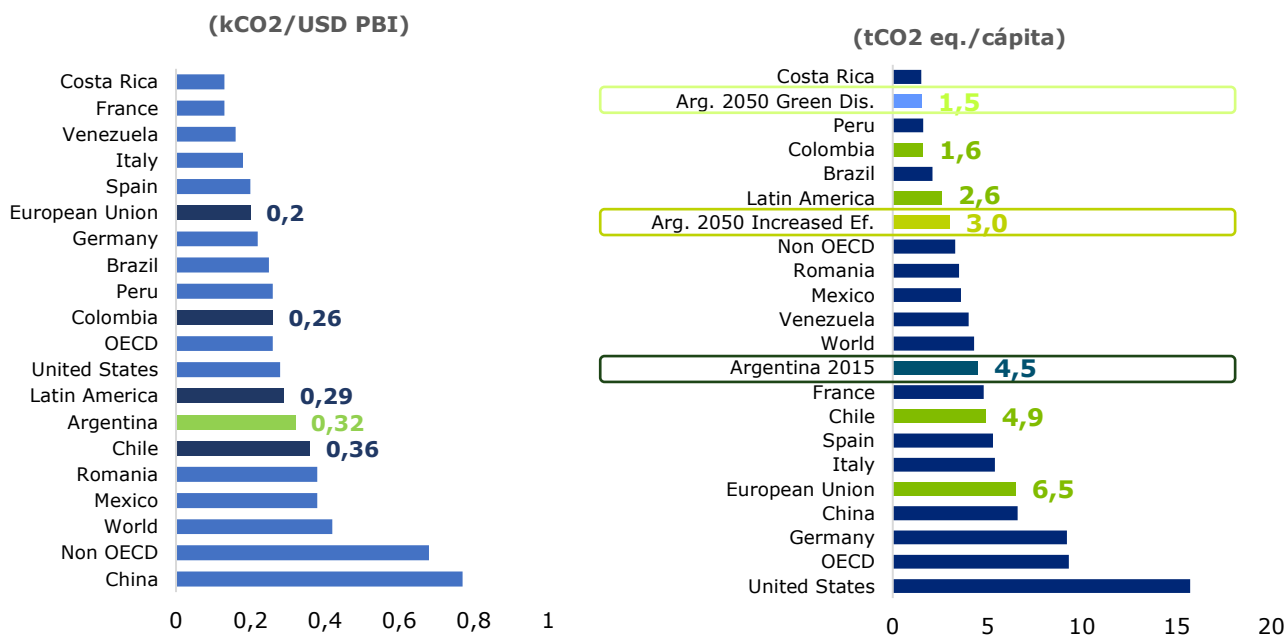


Fuente: análisis Deloitte en base a ENERDATA 2016

De forma análoga, la intensidad de las emisiones de CO2 en Argentina - comparadas con el tamaño de su economía - es un 50% superior respecto al promedio de países de la Unión Europea y también es más elevada en relación al promedio de países de Latinoamérica.<sup>13</sup> Cuando se analizan las mismas emisiones en relación a la cantidad de habitantes, surgen las mismas consideraciones en relación a los países de Latinoamérica, pero no así con relación a los países desarrollados, que en su gran mayoría presentan emisiones per cápita superiores a las de Argentina. Vale aclarar que estas afirmaciones sólo califican para las emisiones derivadas de la combustión de combustibles, es decir, las que corresponden al sector energético y no sobre el total de las emisiones, que no se contrastan por falta de datos homogéneos para la comparación.

<sup>13</sup> Ver Figura 7

Figura 7: Indicadores de intensidad de las emisiones de CO2 - año 2015



Fuente: análisis Deloitte en base a ENERDATA 2016

### 1.3. Contribuciones nacionales en la lucha contra el cambio climático

#### Contribuciones asumidas por Argentina – NDC

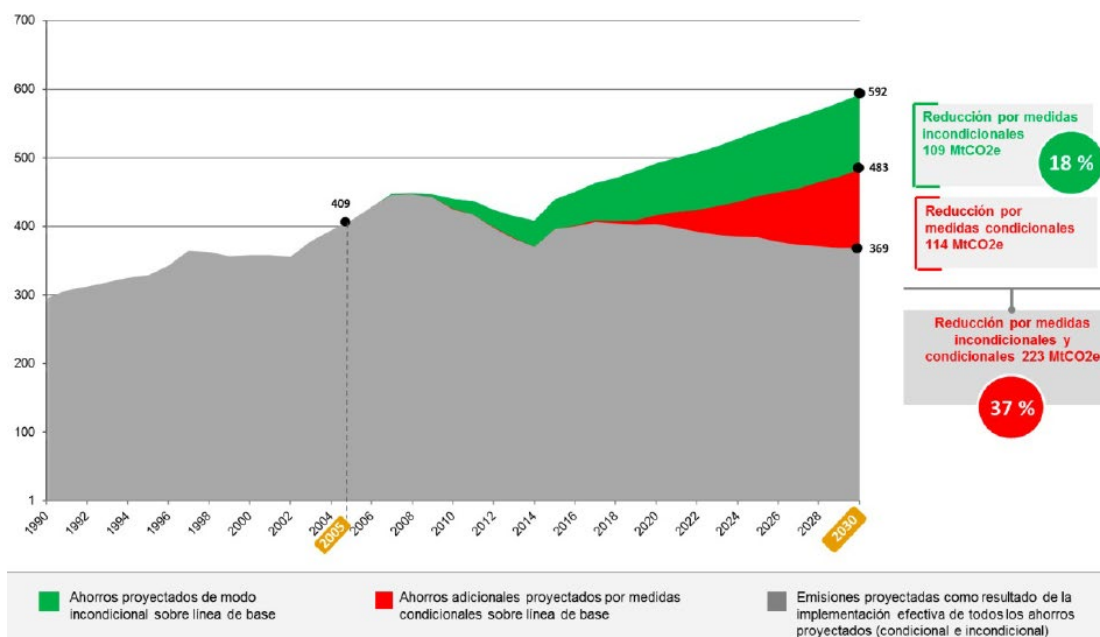
**El 1 de octubre de 2015, Argentina lanzó su NDC, frente al COP 21. Luego de la ratificación del Acuerdo de París, Argentina presentó un NDC revisado y ligeramente más ambicioso y transparente en la COP22, en noviembre de 2016.**

El escenario “incondicional” planteado por el gobierno nacional para 2030 en la versión revisada de la NDC de Argentina propone disminuciones de la emisión de GEI en un 18%<sup>14</sup> en comparación con el escenario BAU. Dicho objetivo se plantea con mayor agresividad en el escenario “condicional”, el cual propone reducciones del 37% condicionadas al apoyo internacional externo. Los objetivos previos de NDC se habían planteado en el 15% y el 30%, respectivamente.

Si bien el objetivo planteado por la Argentina implica un aumento de las emisiones a 2030 en comparación con 2005 (año base del informe presentado por el gobierno nacional), la NDC establece un objetivo de emisiones de Argentina de 483 MtCO2 equivalentes en 2030 bajo el nuevo objetivo del 18%, en comparación con 592 MtCO2 equivalentes en un escenario de BAU. Con el apoyo externo adecuado, el objetivo absoluto sería 369 MtCO2 equivalentes para 2030. Es importante que Argentina comunique el nivel de emisiones previsto para 2030 en términos absolutos, aumentando la transparencia y la responsabilidad del compromiso.

<sup>14</sup> Ver Figura 8

Figura 8: Objetivo de GEI de Argentina para el 2030 (MtCO<sub>2</sub> eq.)



Fuente: NDC Argentina

## Estrategias nacionales para la lucha contra el cambio climático

**La Argentina está realizando esfuerzos para cumplir con los compromisos internacionales asumidos a nivel de país y algunos de ellos han sido ratificados e internalizados a través de actos legislativos.**

Después de haber sido electo Mauricio Macri como Presidente de la Nación, Argentina ha mostrado una reacción positiva para aumentar su ambición de apoyar el objetivo global, incluida la adopción de políticas como la Ley 26.093 Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, alcanzar el 20% de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables para el 2025 establecido en la Ley 26.190 Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica, todos pasos esenciales para cumplir los objetivos de reducción de emisiones de la NDC revisada.

**La estrategia nacional sobre el cambio climático se está reforzando a través de compromisos actualizados y una estructura interministerial específica.** Más recientemente, el gobierno abordó en mayo de 2016 la creación de un Gabinete Nacional sobre Cambio Climático (a través del decreto presidencial 891/16), asistido por una Mesa Nacional sobre Cambio Climático y con informes al Consejo de Ministros, con el objetivo de integrar acciones de mitigación y adaptación y planificación para los diversos sectores.

El Gabinete Nacional se reúne periódicamente para afrontar el diseño de políticas públicas coherentes, consensuadas y con una mirada estratégica para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y generar respuestas coordinadas para hacer frente a los impactos adversos del cambio climático.

**El trabajo del Gabinete Nacional se organiza sobre la base de reuniones periódicas de los ministros, que representan la instancia política.** Luego en las mesas técnicas temáticas y en la mesa nacional de puntos focales ministeriales se desarrolla el trabajo técnico. La participación de las provincias se articula a través del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y las mesas ampliadas son la instancia de articulación con la sociedad civil, académicos, sector privado y trabajadores. La metodología de trabajo se basa en los conceptos de transparencia y participación interministerial e intersectorial.

En este marco se desarrolla el proceso de elaboración y validación de los Planes de Acción Sectoriales de Cambio Climático respecto a energía, bosques, transporte, industria, agricultura y ganadería e infraestructura y territorio, que sentarán las bases para el desarrollo del Plan Nacional de Mitigación y el Plan Nacional de Adaptación y, que estos serán insumos para el desarrollo del Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático.

**Son varios los sectores productivos y de consumo sobre los cuales se han llevado y se continuarán llevando a cabo planes, programas y acciones relacionados de manera directa e indirecta con la mitigación de GEI.**<sup>15</sup> Sobre el sector energético, la diversificación de la matriz energética y la promoción del uso racional y eficiente de la energía son los dos ejes fundamentales de acciones de implementación. El sector transporte, por otro lado, muestra potencialidad en torno a la optimización del sistema de transporte ferroviario y las oportunidades que significa el desarrollo del vehículo eléctrico. Tanto la plantación y el manejo sustentable de los bosques implantados, cómo también el armado de los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos, en referencia al sector silvicultura y otros usos de los suelos, se logró fomentar mediante el desarrollo de un marco normativo e institucional. El sector agricultura, por otro lado, ha experimentado un hecho relevante, que es la adopción acelerada de la siembra directa como sistema predominante en cultivos extensivos, que contribuye al cuidado de los suelos, que a su vez reduce emisiones energéticas.

## Proceso de construcción del Escenario BAU

El proceso de construcción de escenarios para la evaluación del modelo energético sostenible para Argentina en 2050 requirió, necesariamente, de la elaboración de la línea de base para contrastar los resultados y los impactos de las acciones y medidas de mitigación de cambio climático para el sistema en su conjunto. **A partir de esta premisa, se simuló el escenario tendencial o “Business As Usual” manteniendo el statu quo del año 2014 para todo el período de análisis (en lo referente a la matriz productiva, energética y las emisiones), bajo la suposición de que el crecimiento de la economía se mantiene constante en un 3% hasta el año 2050.** Como resultado de la proyección se obtuvo que las emisiones de GEI totales alcanzarían un valor cercano a los 560 MtCO<sub>2</sub>eq a 2030 y a 992 MtCO<sub>2</sub>eq a 2050.

**Es importante realizar una apreciación adicional que brinda un marco de referencia en el que se enmarcan este escenario.** La actualización de la actividad económica argentina a una tasa del 3% anual, a priori puede resultar optimista en un análisis macroeconómico de largo plazo considerando que la tasa histórica se encuentra apenas unos escalones por debajo (cerca al 2,5%). Sin embargo, el tamaño de la economía resultante de esta proyección a 2050 permitiría lograr un ingreso per cápita para Argentina todavía inferior al que actualmente perciben países desarrollados como España e Italia.<sup>16</sup>

**Figura 9: PBI per cápita - años 1990-2050 (millones de USD)**



Fuente: análisis Deloitte en base a World Bank (datos a 2014 e históricos)

<sup>15</sup> Ver “Segundo Informe Bienal De Actualización De La República Argentina A La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático” (<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/2doBUR%20-%20Argentina.pdf>)

<sup>16</sup> Ver Figura 9

## 2. El modelo energético argentino al 2050

### 2.1. Visión actual de Argentina para el 2050

**El presente estudio tiene como objetivo desarrollar dos escenarios posibles de transición a 2050 para una economía baja en emisiones,** teniendo en consideración las condiciones iniciales de la Argentina, los planes de mitigación desarrollados por las autoridades, las tecnologías disponibles o que se espera estén disponibles durante el periodo de estudio y las medidas regulatorias necesarias para que se realicen los escenarios.

“Son cuatro los vectores de descarbonización que resultan necesarios para alcanzar metas más ambiciosas al año 2050”

En función de la multiplicidad de opciones de mitigación disponibles, y no menos importante, la interrelación entre las mismas, estas se dividieron en cuatro vectores de descarbonización que resultan necesarios para alcanzar metas más ambiciosas al año 2050. Sin embargo, solo se consideraron medidas de mitigación a partir de tecnologías que, con la información actual, es razonable suponer que alcancen su madurez y sean viables comercialmente, utilizando como criterio para esto último que su aplicación tiene un costo menor a USD 100 por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente evitada. Los cuatro vectores anteriormente mencionados son:

- **Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde:** Para que la sustitución de fuentes primarias tenga un efecto duradero, es necesario que a su vez la electricidad se produzca a través de fuentes renovables. Ligado a ello, el desarrollo de infraestructuras digitales y las redes inteligentes es clave como agentes habilitadores capaces de acomodar la introducción de renovables, las tecnologías distribuidas y la participación de los prosumidores en el sistema energético.
- **Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales:** Existe un gran potencial de reducir emisiones desacoplando el crecimiento económico del consumo de energía. Las oportunidades para reducir la intensidad energética en la producción de bienes, el potencial de ahorro de energía en el consumo residencial y sector servicios, así como la eficientización de procesos de transformación que incrementen la energía utilizada y minimicen los desperdicios. A su vez, se espera un cambio a fuentes primarias de energía con menores emisiones a través del reemplazo del carbón y del petróleo con altos niveles de emisión por combustibles bajos en emisión, como la electricidad, los biocombustibles, y en menor medida el gas natural.
- **Desarrollo de infraestructura y digitalización:** La actualización de la infraestructura y la digitalización son la piedra angular para sostener la transición hacia un modelo de energía sostenible con bajas emisiones de carbono. El incremento de la demanda de electricidad debería llevar a un cambio de paradigma que permita pasar de un sistema tradicional a un sistema completamente flexible que se adapte al aumento de las energías renovables y la generación descentralizada.
- **Incentivo a modelos de producción sustentables:** En la industria y especialmente en la ganadería y agricultura se requiere adoptar modos de producción bajos en emisiones.

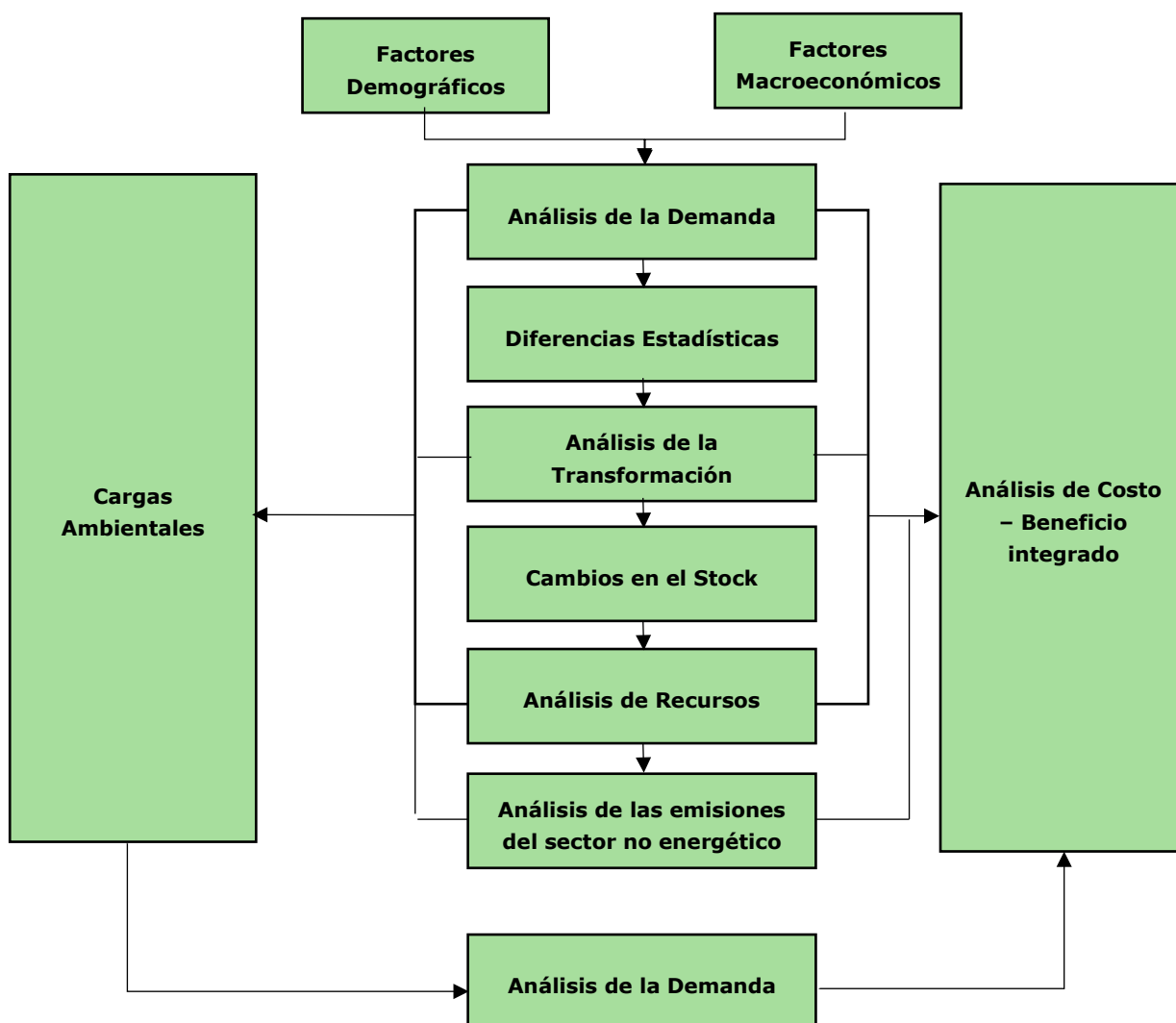
## 2.2 Transformaciones necesarias en el modelo energético

### Construcción de escenarios ambiciosos de reducción de emisiones

**Los escenarios que se desarrollan en el presente estudio son los que denominamos Increased Effort y Green Disruptive.** En el Increased Effort se aplican medidas de mitigación y cambios en la matriz energética maximizando el potencial en todos los sectores en base a lo propuesto por las contribuciones nacionales no condicionadas del gobierno. En el Green Disruptive, por otro lado, se introducen políticas de mitigación y cambios en la matriz energética orientados a maximizar los beneficios de la descarbonización en un contexto de apoyo internacional.

**Para integrar en estos dos escenarios la relación entre actividad económica, conductas, políticas públicas y avances tecnológicos, se utilizó el Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP) para realizar una modelización cuantitativa.** El LEAP es un software utilizado mundialmente para el análisis de políticas energéticas y la evaluación de mitigaciones del cambio climático, desarrollado en el Stockholm Environment Institute. Es una herramienta integrada, basada en escenarios, que puede ser utilizada para llevar registro del consumo y producción energética, en todos los sectores de la economía. Sirve tanto para las fuentes y sumideros de emisiones de GEI energéticas y no energéticas, y ha sido utilizada ya en Argentina en otros estudios como herramienta de referencia y de fiabilidad contrastada.

Figura 10: Diagrama de funcionamiento del modelo LEAP



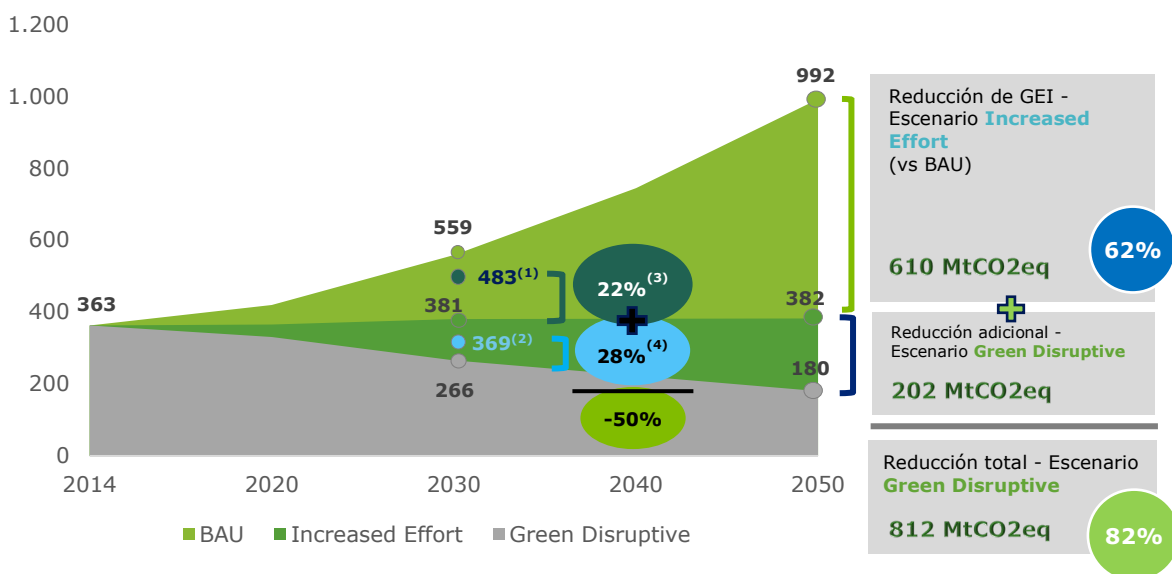
Fuente: adaptado de [www.energycommunity.org](http://www.energycommunity.org)



Los resultados obtenidos bajo los escenarios desarrollados muestran que las soluciones propuestas para la transición energética Argentina permiten alcanzar un elevado nivel de descarbonización en el medio y largo plazo para una economía que continúa su desarrollo.

Realizando un esfuerzo incremental para descarbonizar la economía, en el 2050, las emisiones de gases de efecto invernadero se estabilizan en 382 MtCO<sub>2</sub> eq. Solo en un escenario Green Disruptive, en el cual se transforman todos los vectores actuales de la economía, se reducen las emisiones a 180 MtCO<sub>2</sub> eq., un 50% menor a las emisiones del año base y 82% respecto al escenario de referencia (BAU 2050).

Figura 11: Sendero de emisiones de GEI (MtCO<sub>2</sub> eq.)



(1) Target Incondicional 2030 NDC

(2) Target Condicional 2030 NDC

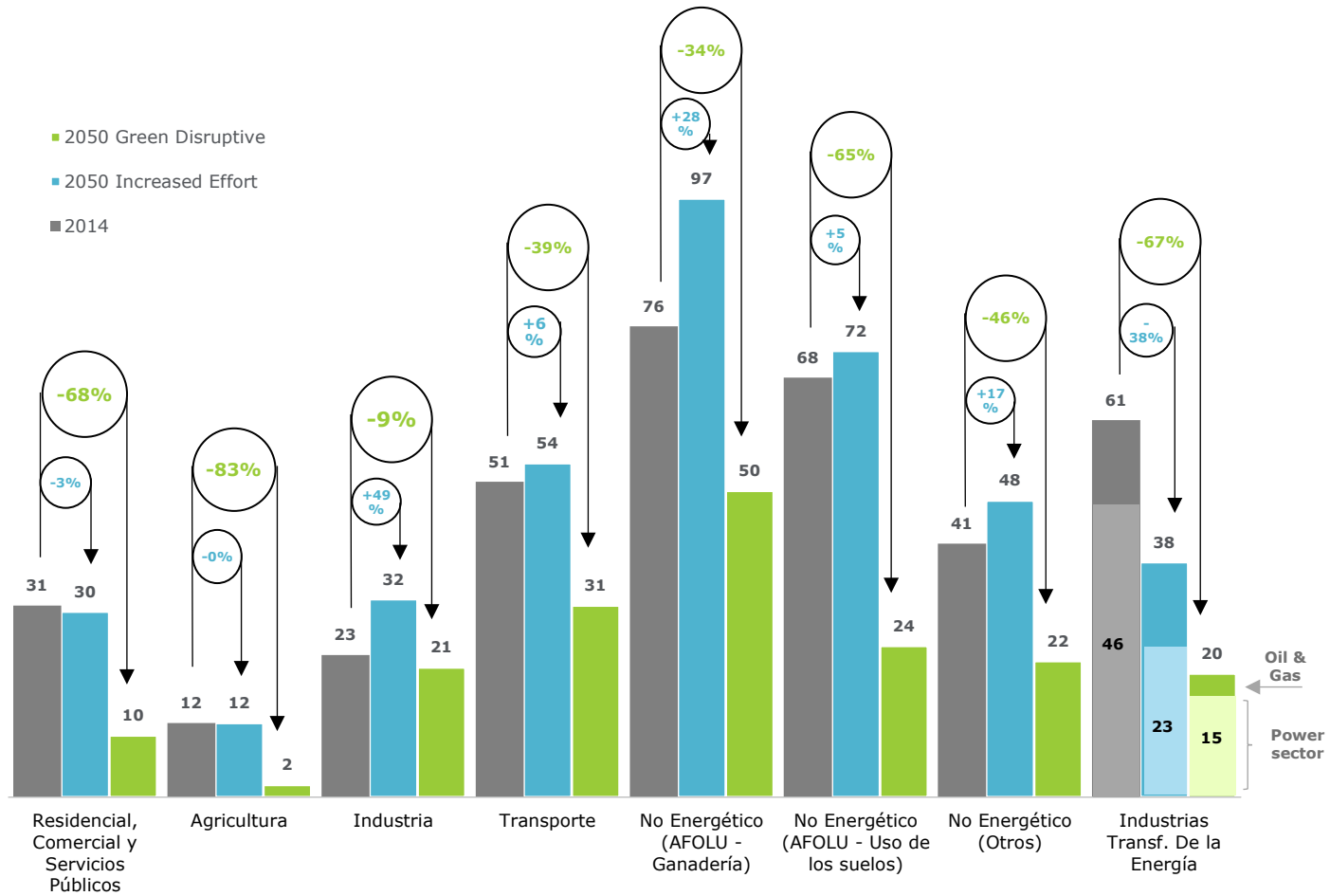
(3) Comparación nivel 2030 del escenario Increased Effort con objetivo Incondicional del NDC

(4) Comparación nivel 2030 del escenario Green Disruptive con objetivo Condicional del NDC

Fuente: análisis Deloitte

En el escenario **Increased Effort** se logra ralentizar el aumento de emisiones en todos los sectores compensando, de esta manera, el aumento relacionado al crecimiento de la población y un mayor **PBI per cápita**. En términos absolutos, se observa una reducción en el sector residencial, producto de la mayor eficiencia energética y la sustitución de combustible, y en los procesos de transformación de energía. Principalmente, de la mano de una transformación en la matriz eléctrica que dará lugar a una mayor ponderación de generación libre de emisiones. **En el escenario Green Disruptive todos los sectores contribuyen a disminuir las emisiones en términos absolutos.** Esto se debe principalmente a que la mayor agresividad de las medidas de mitigación (este escenario propone un **mayor nivel de electrificación** y **mayores niveles de eficientización**) genera que más allá del incremento en la población y en el nivel de actividad, las emisiones per cápita se reduzcan en tal proporción que las emisiones totales, en términos absolutos, disminuya.

Figura 12: Emisiones de gases de efecto invernadero por sector (2014 - 2050) (MtCO2 eq.)



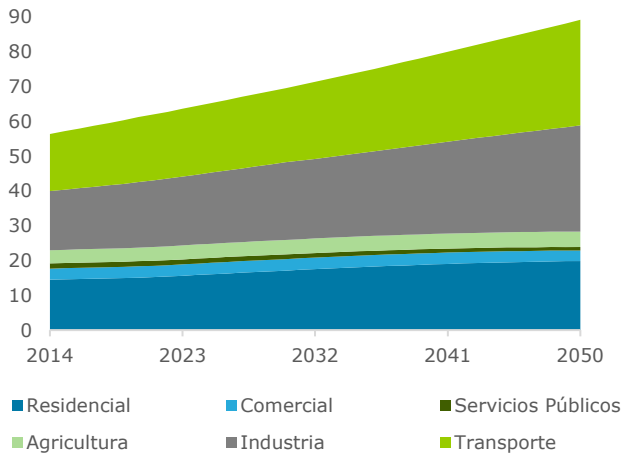
Fuente: análisis Deloitte.

**Para mantener o reducir las emisiones resulta clave que se produzca un desacople del crecimiento económico del uso de la energía, reduciendo la intensidad energética del desarrollo.** En el escenario Increased Effort el consumo total de energía se incrementa de 56 Mtep a 89 Mtep, un 59% aun cuando la intensidad energética se reduce en 45%. En el escenario Green Disruptive los esfuerzos para reducir la intensidad energética es generalizada pero además existe una serie de medidas destinadas específicamente a disminuir la intensidad de los sectores industriales y transporte, logrando una reducción de la intensidad de 60%, lo que permite que prácticamente el consumo de energía crezca levemente.<sup>17</sup>

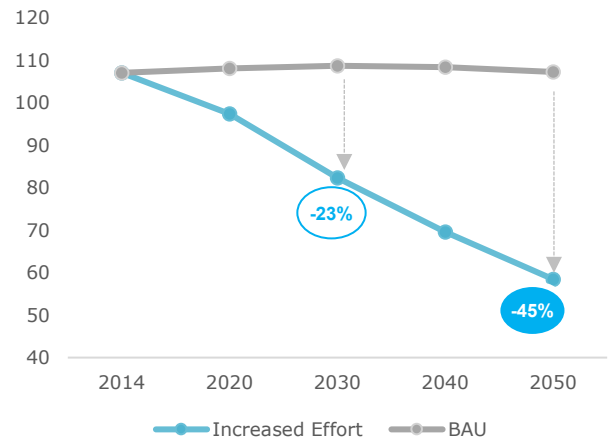
<sup>17</sup> Ver Figuras 13, 14, 15 y 16

## Increased Effort

**Figura 13: Consumo energético final total – por sector (Mtep)**



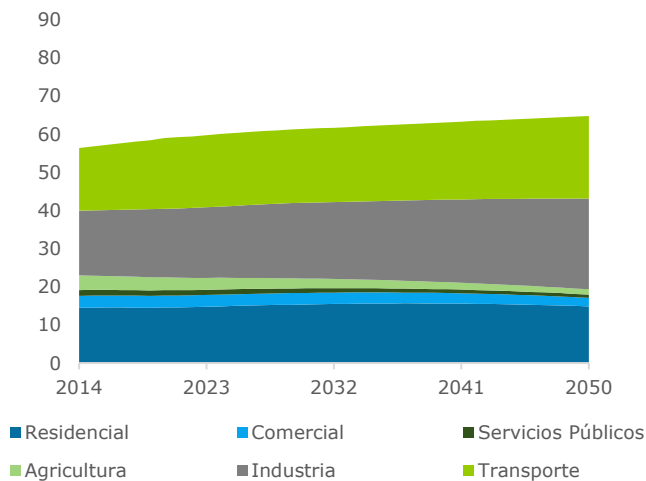
**Figura 14: Intensidad energética total (tep/Mill. USD del PIB)**



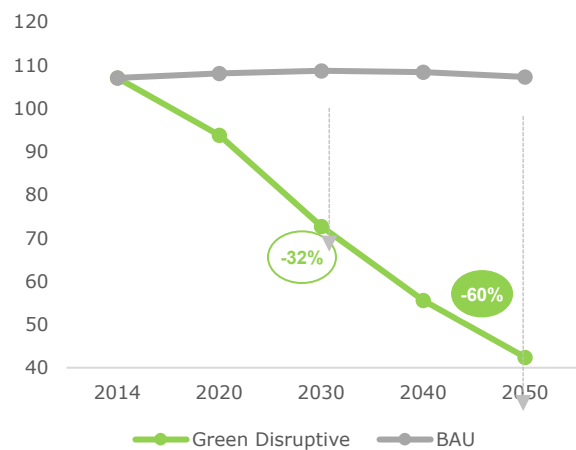
Fuente: análisis Deloitte.

## Green Disruptive

**Figura 15: Consumo energético final total – por sector (Mtep)**



**Figura 16: Intensidad energética total (tep/Mill. USD del PIB)**



Fuente: análisis Deloitte.

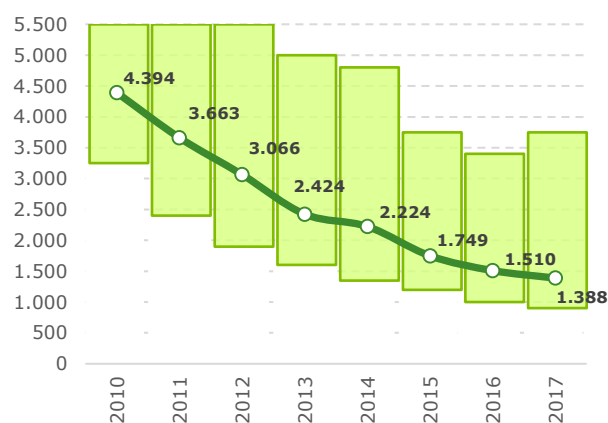
**Para que los esfuerzos de descarbonización sean efectivos, resulta necesario la sustitución del consumo de combustibles fósiles, de manera que su consumo no crezca o inclusive se reduzca.** La opción más eficiente es promover la electrificación de la matriz energética. Si bien los biocombustibles pueden realizar un aporte adicional a la descarbonización, existen opiniones encontradas sobre el efecto neto a lo largo de su ciclo de vida, pudiendo ser el caso que no reduzcan las emisiones netas. En cambio, la mayor penetración de energías renovables en la matriz eléctrica es una estrategia probada para la reducción de emisiones y a la vez competitiva en términos económicos frente a otras alternativas.

### CUADRO 1. Reducción de costo de las Energías Renovables

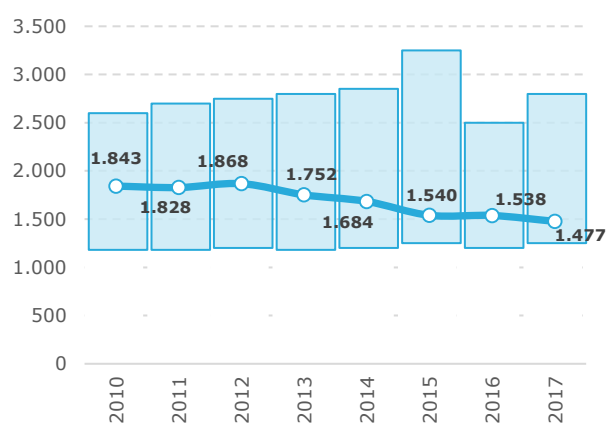
**Las tecnologías energéticas con baja emisión de carbono tienen un rol clave en la transición energética, en particular en power sector, donde las tecnologías solar y eólica se presentan como opciones cada vez más competitivas a la luz de la continua disminución de sus costos.**

En base al relevamiento de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) realizado en 2018<sup>18</sup>, la reducción de costos medios de instalación para la tecnología solar fotovoltaica a escala industrial fue de un 68% sólo entre 2010 y 2017, alcanzando un precio promedio de 1.388 USD/kW en 2017, con un percentil 5 y 95 de 898 USD/kW y 3.754 USD/kW respectivamente. En el caso eólico, la disminución de los costos de instalación alcanzó el 20% entre puntas, destacándose la menor dispersión de precios existentes, con un rango en 2017 que va desde los 1.250 a 2.800 USD/kW.

**Figura 17: Costo de instalación promedio mundial de la tecnología solar PV (USD 2016/kW)**



**Figura 18: Costo de instalación promedio mundial de la tecnología eólica on-shore (USD)**



**Si además se mira el Costo Nivelado de la Energía (LCOE por sus siglas en inglés), un indicador que recrea el costo esperado de firmar un contrato de suministro a largo plazo (PPA por sus siglas en inglés) la caída es aún más pronunciada.** Una de las causas se debe a las mejoras técnicas que permitieron un mayor rendimiento de los equipos, como así también la mayor participación que han ido adquiriendo regiones como Asia y Sur América con factores de capacidad notablemente más elevados respecto a zonas de mayor penetración. En el caso de los paneles fotovoltaicos el LCOE medio descendió 73% entre 2010 y los nuevos proyectos encargados en 2017, mientras que en las centrales eólicas el indicador cayó un 25% en el mismo período.

**Los resultados de las recientes licitaciones para los proyectos que se encargarán en los próximos años, confirman que las reducciones de costos continuarán al menos hasta 2020 y la expectativa es que lo sigan haciendo hacia más adelante.** El año pasado se han adjudicado precios récord para los paneles fotovoltaicos en países como Dubai, México, Perú, Chile, Abu Dhabi y Arabia Saudita; para el 2019 los mejores proyectos entregarán electricidad por un LCOE equivalente a 30 USD/MWh o menos. La energía eólica también se licitó a precios muy competitivos en Brasil, Canadá, Alemania, India, México y Marruecos, dando lugar a LCOE por debajo de los 30 USD/MWh. En suma, hoy las renovables ya compiten en condiciones de mercado con el resto de las tecnologías en numerosos lugares del mundo.

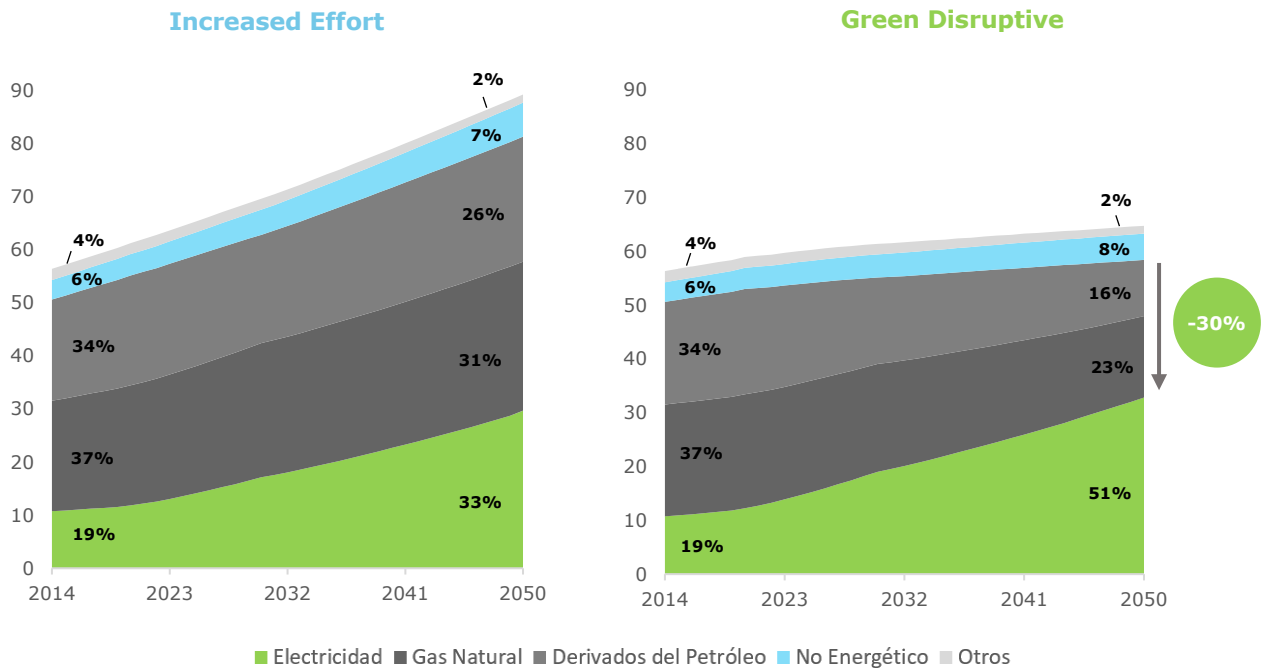
**Hacia adelante IRENA (2018) ha identificado al menos tres grandes factores que permiten proyectar una nueva reducción de costos:** **1) las mejoras tecnológicas**, que continúan siendo una constante en el mercado de generación de energía renovable y que irán reduciendo cada vez más los costos de instalación y aumentando el rendimiento de los equipos; **2) la adquisición en forma competitiva**, que permite beneficiarse de mejores precios a medida que aumente la escala; y **3) una gran base de desarrolladores de proyectos**, con experiencia internacional que busca activamente nuevos mercados.

**La capacidad de sustitución de combustibles dependerá, en consecuencia, del avance en la electrificación de la demanda, y la incorporación de nueva generación renovable.** En el escenario Increased Effort el mayor consumo eléctrico permite restringir el aumento del consumo de combustibles fósiles desde los 45,6 millones de Tep de 2014 hasta 59,5 millones de Tep esperados en 2050 Tep con una penetración del vector electricidad de 33%, mientras que en el escenario Green Disruptive, la electricidad aumenta a 51%

<sup>18</sup>Fuente: IRENA Renewable Power Generation Costs in 2017. ([https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\\_2017\\_Power\\_Costs\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf))

del consumo total, logrando que los combustibles fósiles se reduzcan 30% y su participación en la matriz pase de 79% a 49% de la matriz hasta los 31,9 millones de Tep.

**Figura 19: Consumo energético final total – por combustible (Mtep)**

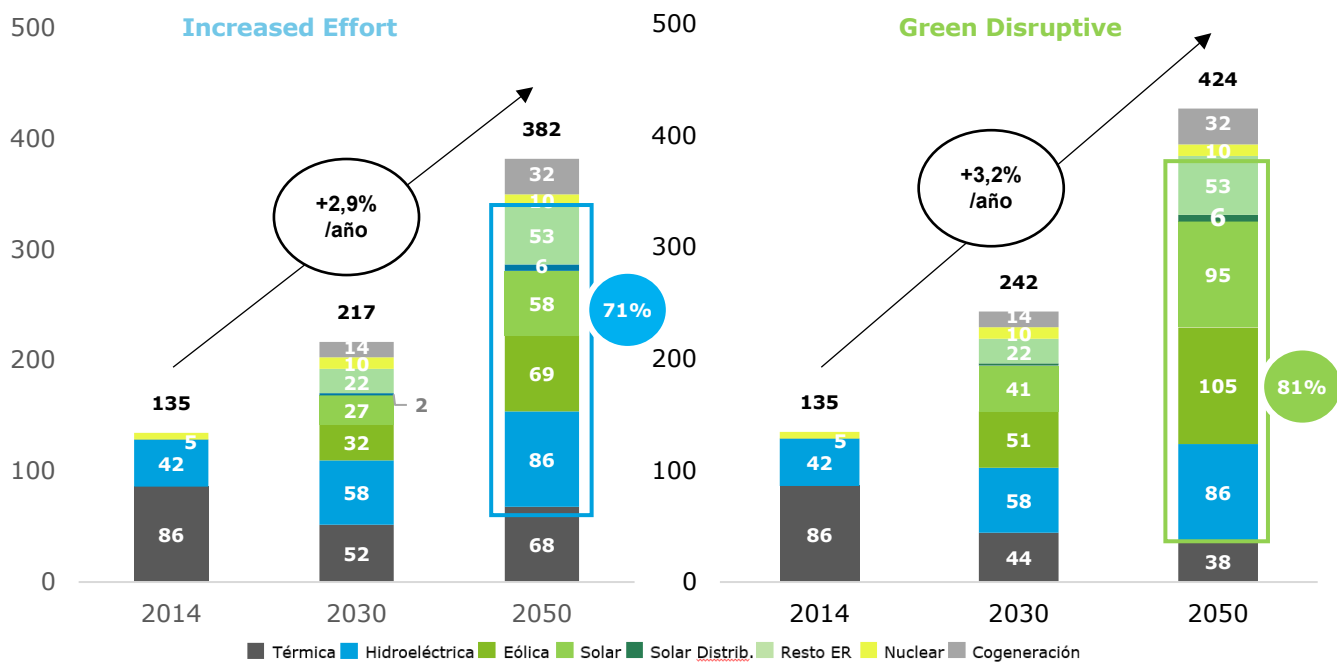


Fuente: análisis Deloitte.

**La electrificación requiere acompañarse de un cambio en la matriz de generación hacia energías renovables o limpias de emisiones.** En primer lugar, el consumo de energía eléctrica crecerá a una tasa anual del 2,9% en el escenario Increased Effort y del 3,2% anual en el Green Disruptive derivado de la mayor electrificación de la demanda, y en línea con el crecimiento del país. En el segundo escenario la tasa de variación es inclusive mayor a la tasa de crecimiento del PBI.

En el escenario Increased Effort la generación de fuentes contaminantes representa el 18% de la energía a 2050 (26% cuando se suma la cogeneración), mientras que el 49% proviene de fuentes renovables intermitentes, como la solar y eólica, y el resto depende de generación hidroeléctrica y nuclear. En el escenario Green Disruptive la generación térmica es sólo 9%, prácticamente eliminándose su participación, al utilizarse mayoritariamente como respaldo para cubrir los picos de consumo, aprovechando la flexibilidad que otorga la generación a gas natural. La generación de fuentes renovables intermitentes se incrementa a un 61%.

**Figura 20: Generación Eléctrica y penetración de renovables (TWh)**



Fuente: análisis Deloitte.

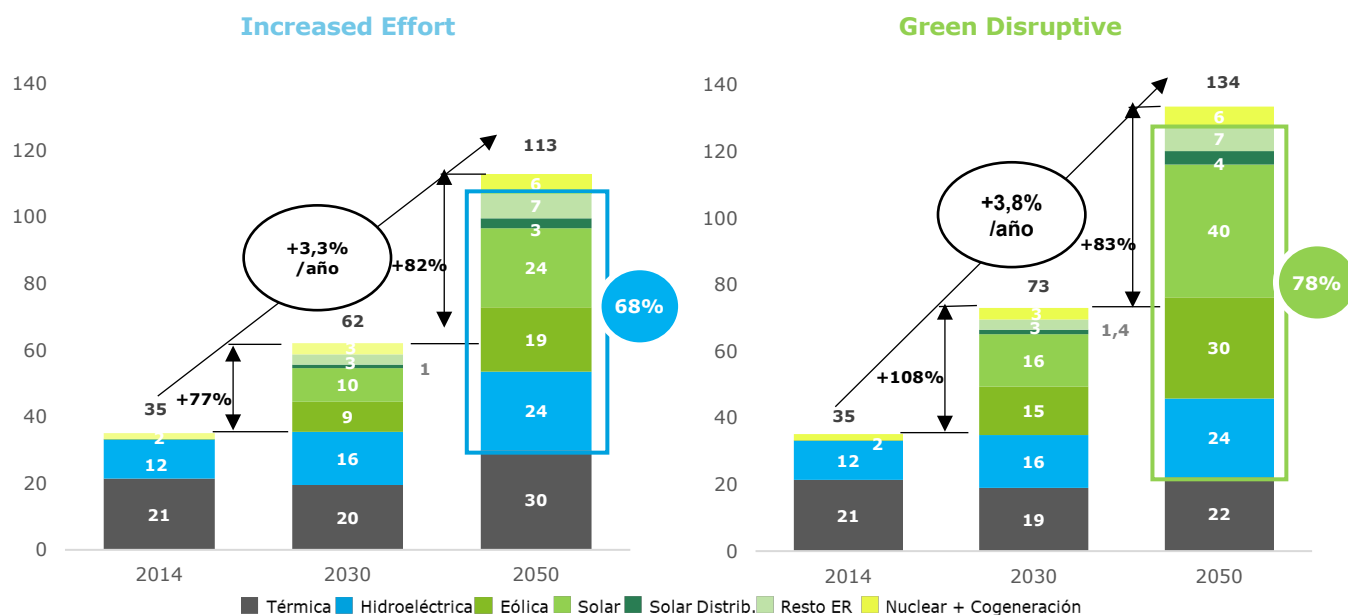
**La Argentina tiene recursos naturales que permiten desarrollar un parque de generación eléctrica libre de emisiones y alcanzar los objetivos ambiciosos antes descritos.** En este sentido, la capacidad instalada libre de emisiones establecida en el escenario Increased Effort alcanza el 68%, y el 78% en el escenario Green Disruptive.

En primer lugar, se desarrolla de manera racional el inventario hidroeléctrico relevado por el Estado Nacional, que asciende a 11 GW de potencia, considerando aquellos proyectos que en la actualidad se consideran viables ambiental y económicamente (el listado se muestra en la sección 3.3). A su vez, la complementación que se da entre la generación hidroeléctrica y eólica, más la expectativa de complementar la energía solar con la incorporación de baterías permite apuntar a una penetración agresiva de fuentes renovables intermitentes. En el escenario Increased Effort se instalan 19 GW y 27 GW de potencia eólica y solar, que se incrementa hasta llegar a 30 GW y 44 GW en el escenario Green Disruptive, respectivamente. Estas metas son factibles de ser alcanzadas desde el punto de vista técnico, en particular cuando se las compara con los recursos potenciales estimados desde distintas instituciones. Por citar sólo un ejemplo, el denominado "Grupo de Energías Renovables" conformado por distintas organizaciones del sector público, privado y sociedad civil referentes del tema en nuestro país, estimó en 2.231 GW la capacidad eólica teórica total y en 145 GW el potencial con factor de capacidad superior al 50%<sup>19</sup>.

La generación eléctrica libre de emisiones proyectada para los escenarios Increased Effort y Green Disruptive alcanza el 82% y el 91%, respectivamente.

<sup>19</sup> Fuente: Grupo de Energías Renovables, Energías Renovables ¿Por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8% al 2016?, 2013. ([http://awsassets.wfar.panda.org/downloads/energias\\_renovables\\_14\\_vf.pdf](http://awsassets.wfar.panda.org/downloads/energias_renovables_14_vf.pdf))

Figura 21: Capacidad Instalada (GW)



Fuente: análisis Deloitte.

**Cuando se incorpora la dimensión regional al análisis de una matriz de generación eléctrica cada vez más limpia, se observa que existen ventajas sustanciales de una mayor integración regional.**

En particular permitiría disminuir el respaldo térmico necesario, aumentar la penetración renovable y optimizar la expansión de transporte, obteniendo ahorros económicos y beneficios medioambientales al sistema. Algunos de los beneficios de la integración regional son:

- Aumentar la participación renovable en al menos 2,5 GW de potencia renovable intermitente sin necesidad de respaldo, por la mejor diversificación geográfica.
- Disminuir la necesidad de respaldo térmico, en al menos 3 GW de potencia para 2030, lo que permitiría un ahorro económico de USD 12.000 millones y evitar emisiones por 100,3 MtCOeq. hasta 2050.
- Otros beneficios no cuantificados son una mejor planificación de transporte, menor necesidad de potencia a nivel países, lo que se traduce en un ahorro para la región en su conjunto.
- Compartir los costos de los servicios auxiliares entre los sistemas.

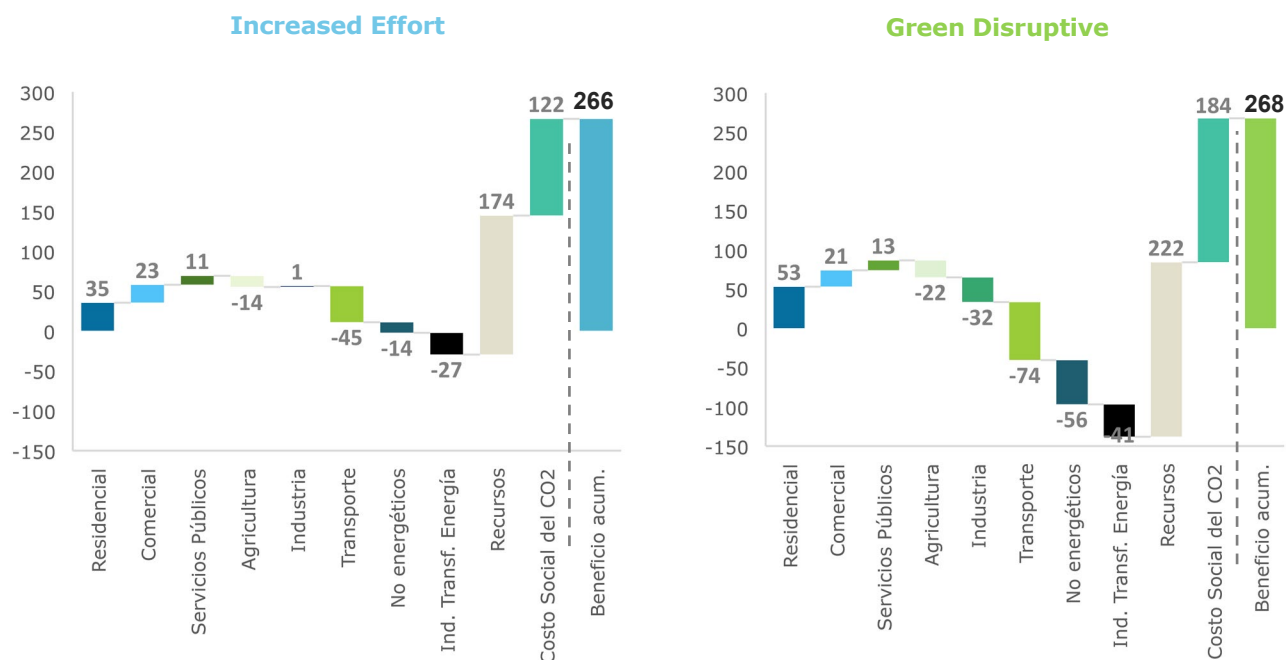
### 2.3 Beneficios de la descarbonización

**Las inversiones incrementales necesarias para alcanzar estos escenarios son más que compensadas por los ahorros logrados por la descarbonización.**

En el escenario Increased Effort, el beneficio neto social para la economía en el período 2014 - 2050 es de USD 266.493 millones de dólares de 2014. En primer lugar, existe una marcada reducción del costo del consumo de las fuentes primarias de energía. Esto es, el ahorro por el menor consumo de combustibles fósiles es mayor que las inversiones en generación eléctrica, transporte y el costo de suministro necesario para su reemplazo. En segundo lugar, siguen los ahorros por la mayor eficiencia energética de los sectores residenciales, comercial y servicios. En cambio, en los sectores productivos, salvo en la industria, existe un costo neto, aunque como se muestra, inferior a los beneficios esperados de implementar los vectores de descarbonización.

En el escenario Green Disruptive el beneficio neto para la economía sigue siendo positivo y levemente superior al escenario anterior, al alcanzar los USD 267.917 millones en el período 2014 - 2050. Aun cuando los beneficios derivados son mayores, incluyendo los obtenidos por la mejora de eficiencia energética en el sector residencial, comercial y servicios públicos y también el beneficio al reducir una mayor cantidad de consumo de recursos primarios, las inversiones para evitar las emisiones en el margen son mayores, especialmente en los sectores industria y transporte.

Figura 22: Valor presente neto (miles de millones de USD)



Los valores positivos indican beneficios netos y los negativos costos netos resultantes de las medidas por sector, a valor presente neto descontado a una tasa del 5%.

Fuente: análisis Deloitte

Figura 23: tCO2eq. evitadas

	Increased Effort	Green
Residencial	1.011	1.151
Comercial	371	406
Servicios Públicos	160	173
Agricultura	159	3.239
Industria	1.262	223
Transporte	2.914	1.987
No energéticos (AFOLU)	3.255	5.710
Ind. Transf. Energía	1.780	1.947

Fuente: análisis Deloitte

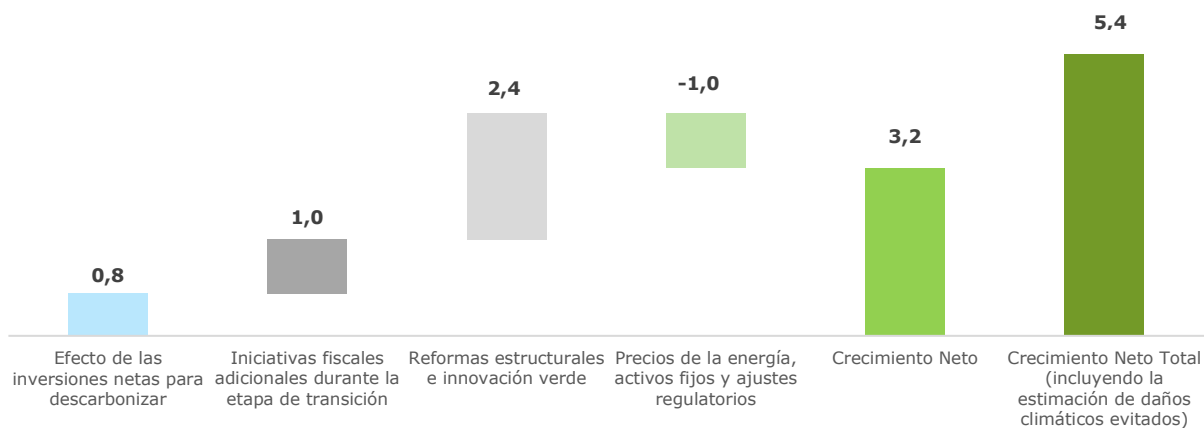
### Impacto en el PBI de las medidas de mitigación

La combinación de reformas económicas con políticas ambiciosas sobre el clima puede estimular el crecimiento económico al tiempo que moviliza la inversión necesaria para lograr objetivos climáticos a largo plazo. **Los resultados sugieren que una "transición decisiva" colectiva puede aumentar la producción a largo plazo en un 3,2% y 3% en promedio para los escenarios Increased Effort y Green Disruptive respectivamente.**

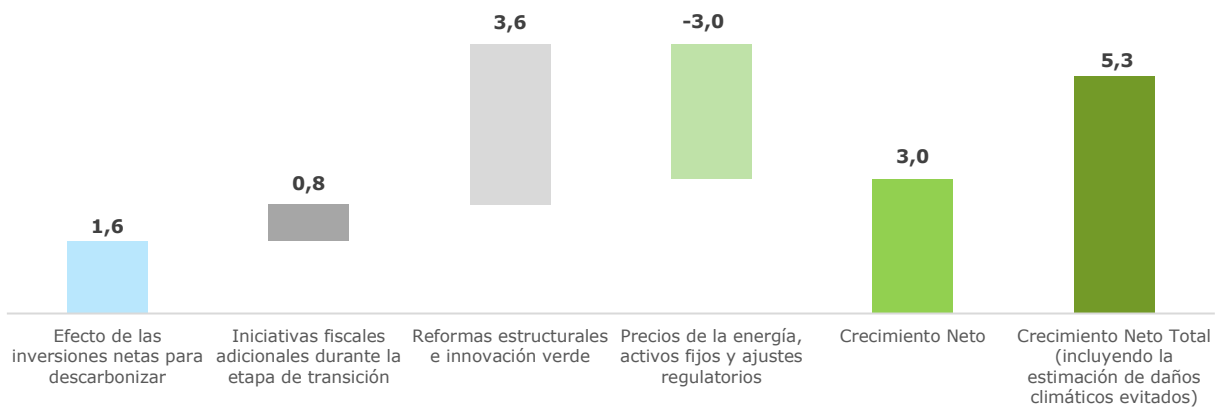
Figura 24: Efectos positivos sobre el GDP en Argentina a 2050 (diferencia vs. BAU)



### Increased Effort



### Green Disruptive



Fuente: análisis Deloitte elaborado en base a reporte de OECD "Investing in Climate, Investing in Growth"

# 3. Transición energética

## 3.1. Nuevas políticas energéticas en Argentina

### Proceso de implementación de medidas de mitigación en Argentina: planes sectoriales existentes y nuevos

**En los últimos años la República Argentina ha llevado a cabo planes, programas y acciones relacionados de manera directa e indirecta con la mitigación de GEI en varios sectores productivos y de consumo.**

Entre las acciones en implementación, se pueden destacar en el sector energía dos ejes fundamentales: la transición de la matriz energética y la promoción del uso racional y eficiente de la energía. En este sentido, se han desarrollado marcos normativos (Ley 27.191 de Régimen de Fomento Nacional de las Energías Renovables y Ley 27.424 de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública) y programas orientados a fomentar una mayor participación de fuentes renovables no convencionales, la energía hidroeléctrica, la energía nuclear, la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles y la reducción de la intensidad energética del consumo (entre los cuales se destaca el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales –PERMER- de electrificación y energización rural destinado a la promoción del uso de energías limpias).

En el sector transporte los esfuerzos se han concentrado principalmente en la optimización del sistema de transporte ferroviario, a partir de la electrificación de los trenes de cercanías y la mejora de la infraestructura de los trenes de carga.

En el sector de cambio de uso de los suelos y silvicultura (CUSS) se ha desarrollado el marco normativo e institucional para fomentar la plantación y el manejo sustentable de los bosques implantados y para establecer los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos, así como de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Este marco institucional permitió a las provincias llevar adelante un proceso de ordenamiento territorial de los bosques nativos existentes, estableciendo diferentes categorías de conservación. En este marco se creó el Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos, con el fin de compensar a los tenedores privados de tierras que albergan bosques nativos por su conservación y manejo sustentable.

Dentro del marco normativo para el sector de cambio de uso de los suelos y silviculturas, se destacan:

- **Ley 25.080:** Ley promulgada en enero de 1999 para promover el desarrollo de proyectos de forestación a partir de incentivos económicos tales como fondos no reembolsables y beneficios fiscales a los productores que realizaran actividades de plantación, poda, raleo, manejo de rebrotes y enriquecimiento de bosques nativos en todo el país.
- **Ley 26.432:** Ley sancionada en 2008 y que extendió la vigencia de la anterior por diez años más.
- **Ley 26.331:** Ley promulgada en diciembre de 2007 y reglamentada por el Decreto 91/2009. Establece los presupuestos mínimos para la protección ambiental de los bosques nativos, incluyendo un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que éstos brindan.

En el sector agricultura un hecho relevante ha sido la adopción acelerada de la “siembra directa” como sistema predominante en cultivos extensivos. En 2017, aproximadamente el 91% del área agrícola del país se encontraba bajo siembra directa, superando las 33 millones de hectáreas.<sup>20</sup> La siembra directa contribuye al cuidado de los suelos mediante la reducción de labranzas y controles mecánicos de malezas, lo que reduce las emisiones energéticas.

<sup>20</sup> Fuente: “Evolución de Siembra Directa en Argentina Campaña 2016-2017” - Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid)

A su vez, para la construcción de los escenarios Increased Effort y Green Disruptive, se han considerado medidas adicionales (sobre las que se brindará mayor detalle a lo largo del presente capítulo), especialmente en los sectores residencial, comercial y público e industrial, donde se prevé una mayor electrificación de las tecnologías actuales y una tasa de eficientización de las nuevas tecnologías acorde a estándares internacionales.

### Leyes y regulaciones que ya están motivando la transición energética en Argentina

En los últimos años, Argentina ha mostrado una reacción positiva para aumentar su ambición de apoyar el objetivo global, incluida la adopción de políticas como la Ley 26.093 Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, y la Ley 26.190 Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica.

Al mismo tiempo vale la pena destacar que recientemente se han reforzado otras iniciativas sectoriales de mitigación tales como el Proyecto PROBIOMASA<sup>21</sup>, el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE)<sup>22</sup>, el Plan Nacional de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada<sup>23</sup> y la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos<sup>24</sup>, entre otros.

### 3.2. Planificación para una transición exitosa a 2050

**El camino a recorrer en la transición deberá contar con una cuidada planificación que garantice el logro de los ambiciosos objetivos ambientales, de modo que el esfuerzo conjunto que haga toda la sociedad, así como el importante volumen de inversiones, se plasmen de forma eficaz.** En este sentido, las transformaciones deberán realizarse sin poner en riesgo la actividad económica ni la seguridad del suministro energético y al mismo tiempo optimizar los costos e inversiones.

Además, y en términos generales, la concreción de las acciones específicas a llevarse a cabo en cada caso deberá contar al menos con las siguientes consideraciones:

- La secuencia de implementación de las medidas deberá priorizarse según el volumen de emisiones que éstas eviten, o sobre los combustibles que más contaminen.
- Se deberá tener en cuenta la dimensión económica, eligiendo primero aquellas medidas más eficientes económicamente, en el caso de plantearse varias alternativas.
- El uso de tecnologías de transición que permitan la progresiva adopción por el mercado de otras más limpias, a medida que se reduzcan sus costos.
- El establecimiento de metas de mediano plazo sectoriales, que permitan un monitoreo de las variables críticas y la detección de posibles desvíos.

En las siguientes secciones del informe se profundiza acerca de estos aspectos, agrupándolos por cada uno de los vectores y detallando el conjunto de medidas elegidas para la transición hacia el modelo energético a 2050.

### 3.3. Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones, apuntando a una matriz eléctrica verde

**Hasta ahora la matriz energética de Argentina ha hecho uso extensivo del gas y el petróleo producido localmente, sin embargo, el país cuenta con condiciones favorables para convertirse en**

<sup>21</sup> <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/>

<sup>22</sup> <http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/PRONUREE-Principal?OpenPage>

<sup>23</sup> <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/bosques-suelos/manejo-sustentable-bosques/ganaderia-integrada>

<sup>24</sup> <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/preservacion-control/gestionresiduos/estrategianacional>

**uno de los mercados de energías renovables más atractivos de América Latina.** La amplia variedad y disponibilidad de recursos naturales y la amplitud del territorio proporcionan una diversidad de características geográficas y microclimas que pueden favorecer el desarrollo de distintos tipos de tecnologías. En este sentido, Argentina se ubicó en el puesto N°13 del ranking mundial dentro de los principales 40 países por sus atractivos para invertir en Energías Renovables, según el “Índice de Atractivo del País en Energías Renovables” (RECAI, por sus siglas en inglés) realizado por Ernst & Young del año 2018<sup>25</sup>, siendo el tercero en Latinoamérica después de Chile y México.

**La amplia disponibilidad de combustibles fósiles permitió un alto nivel de generación de centrales térmicas con una participación superior al 65% en el total de electricidad producida, lo que se traduce en una alta intensidad de emisiones en su matriz eléctrica.** Tal es así que en 2015 el indicador gCO<sub>2</sub>/kWh ascendió a 386, muy por encima de los 277 promedio de América Latina y de los 289 registrados para el promedio de países de la Unión Europea, según datos estadísticos de Enerdata.

**La Ley 26.190 Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica debe ser el piso inicial para establecer el diseño de la matriz eléctrica libre de emisiones a futuro. De cara a 2050 se espera que haya una fuerte penetración de generación de fuentes renovables, considerando la reducción de costos de las tecnologías y más aún si se incluyera el costo social de la emisión de carbono.**

**La capacidad instalada libre de emisiones establecida en los escenarios Increased Effort y Green Disruptive alcanza el 74% y el 83%, respectivamente.**<sup>26</sup> Para llegar a esos valores, en primer lugar, se incorporó a la matriz eléctrica el inventario hidroeléctrico priorizado por el Estado Nacional en el Programa Nacional de Obras Hidroeléctricas (Resolución Secretaría de Energía 762/2009), más el inventario realizado en el tramo binacional del río Uruguay por Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobrás y Emprendimientos Binacionales S.A. (EBISA), el nuevo brazo que se planea construir de la Central Yacretá (Aña Cuá) y el proyecto sobre el río Paraná, entre la Argentina y el Paraguay (Corpus Christi), ascendiendo a un total de 11 GW de potencia.

**Figura 25: Proyectos hidroeléctricos incorporada en los escenarios.**

Nombre del Proyecto	Potencia (MW)	Nombre del Proyecto	Potencia (MW)
Chihuidos I	640	La Estrechura	50
Gobernador Cepernic	360	La Rinconada	200
Presidente Kirchner	950	Los Blancos I	324
Aña Cuá	270	Los Blancos II	119
Portezuelo Del Viento	216	Michihuao	807
Collón Cura	489	Panambí	524
Cordón del Plata	1.100	Potrero del Clavillo	300
Corpus Christi	1.440	Puesto Bustos	115
El Baqueano	190	Rincón de la Medialu	270
El Chañar	69	Rincón de los Godos	30
El Chihuido II	296	Río de Llanura	600
El Seguro	55	Río Hielo	50
Frontera II	80	Risco Negro	50
Garabí	576	Talhelum	240
La Caridad	64	Zanja del Tigre	450
La Elena	102	<b>Total</b>	<b>11.026</b>

Fuente: análisis Deloitte

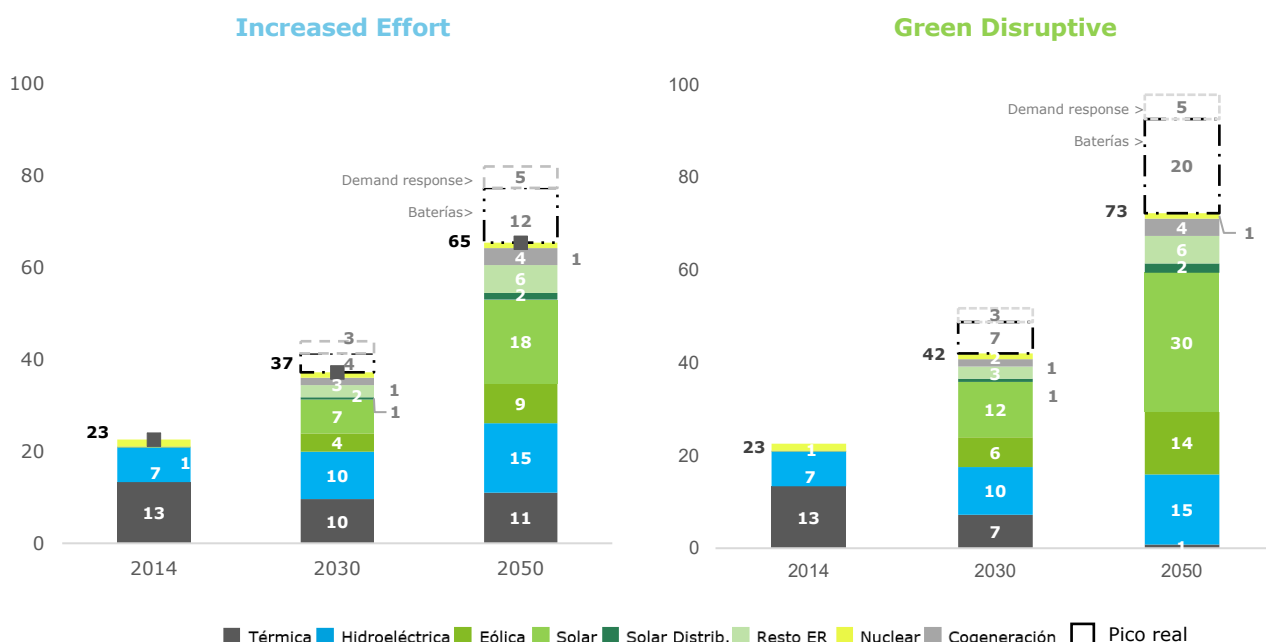
<sup>25</sup> Fuente: Ernst & Young Global Limited, 2018. (<https://www.qualenergia.it/wp-content/uploads/2018/05/recai-51-may-2018.pdf>)

<sup>26</sup> Además de las energías renovables, incluye el porcentaje correspondiente a la potencia nuclear y de la cogeneración.

**A su vez, la complementación que permite la generación hidroeléctrica y eólica, más la expectativa de complementar la energía solar con la incorporación de baterías, posibilitó apuntar a una penetración agresiva de fuentes renovables intermitentes.** En el escenario Increased Effort se instalan 19 GW y 27 GW de potencia eólica y solar - en sus diversas variantes -, que se incrementa hasta llegar a 30 GW y 44 GW en el escenario Green Disruptive, respectivamente. La capacidad total solar está compuesta, en promedio entre los dos escenarios, en un 45% por paneles fotovoltaicos complementados con baterías, un 10% con paneles solares distribuidos (fuera de la red), 3% CSP o energía termosolar concentrada y el 42% restante de centrales de mayor escala ubicadas principalmente en la región de Cuyo y el Noroeste del país. En relación a las centrales eólicas, se distribuyeron conforme al potencial de vientos<sup>27</sup> y en similar proporción respecto a la distribución regional de los proyectos eólicos adjudicados en las Rondas 1 y 2 del Programa "Renovar": un 48% en la región Patagónica y Comahue, un 39% al sur de la provincia de Buenos Aires y el 12% restante en la región el Noroeste.

**La mayor penetración de energía renovable intermitente requiere administrar la gestión de los picos de demanda,** a través de respuesta de la demanda, utilizando como respaldo la flexibilidad del gas y aumentando la participación de tecnologías de almacenamiento. En particular las baterías y generación hidroeléctrica.

Figura 26: Potencia para cubrir el pico de demanda (GW)



Fuente: análisis Deloitte.

**CUADRO 2. Proyecciones para la reducción de costo del almacenamiento mediante baterías**

**Los sistemas de almacenamiento o electricity storage system (ESS por sus siglas en inglés) brindan importantes ventajas para los sistemas eléctricos en donde las tecnologías intermitentes como la energía solar y eólica ganan participación.** Las aplicaciones estacionarias de las baterías permiten profundizar la inserción de las energías renovables, en la medida que permiten acumular energía no consumida en el momento de la generación y estar disponible para cuando se requiera, suavizando así las fluctuaciones de las condiciones climáticas que aparecen durante el día, semanas o incluso meses. Además, brindan un mayor grado de flexibilidad a los operadores de la red, garantizando un funcionamiento suave y confiable y/o reacción a los cambios inesperados en la demanda, evitando así daños a los aparatos eléctricos y cortes de suministro. Otra ventaja del storage electricity es que puede reducir las congestiones en la red de transmisión en horas de generación pico y puede aplazar la necesidad de grandes inversiones en infraestructura en este segmento.

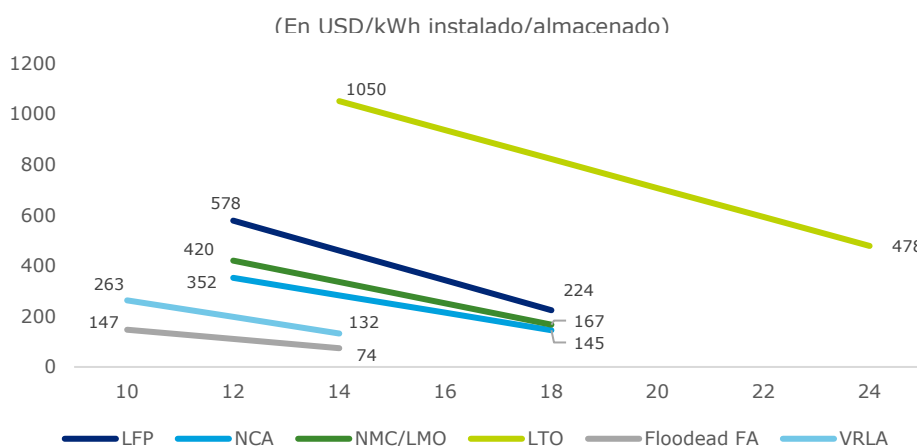
<sup>27</sup> Mapa del potencial eólico argentino realizado por el Centro Regional de Energía Eólica para el entonces Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, en el marco del Plan Estratégico Nacional de Energía Eólica lanzado en 2006.

**Las baterías además juegan un rol importante en la descarbonización de segmentos clave de uso de energía, como en el transporte con la e-movilidad y en el caso de baterías para sistemas domésticos y mini-redes que operan fuera de la red.** Estas últimas están emergiendo como parte de la solución para aumentar el acceso a la electricidad, así como proporcionar servicios de estabilidad a mini-redes, mejorando la calidad de la energía y reemplazando sistemas que dependen en gran medida del combustible Diésel.

**El desarrollo de baterías más eficientes, el aumento de su vida útil y la tendencia hacia una rápida caída en su costo, ubican a esta tecnología en el corazón de la transición energética como una alternativa competitiva, al proporcionar servicios de valor en toda la cadena del sector eléctrico y en los consumidores finales.** La Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA por sus siglas en inglés) en su trabajo "Almacenamiento de electricidad y renovables: costos y mercados hasta 2030" (2017) señala que el costo de las baterías de ion-litio ha caído hasta un 73% entre 2010 y 2016 para aplicaciones de transporte, pudiendo trasladar estos beneficios de mayor escala de fabricación a las baterías para aplicaciones estacionarias, que hoy tienen un costo de instalación más alto debido a ciclos de carga / descarga más sofisticados que requieren sistemas y hardware de administración más costosos.

**Se estima que el costo de instalación de baterías de ión de litio para aplicaciones estacionarias podrían disminuir entre 54% y 61% hasta 2030.**<sup>28</sup> Esto reflejaría una caída en el costo total de instalación de entre USD 207/kWh y USD 572/kWh, dependiendo de la composición química de las baterías. Como se muestra en el gráfico, las opciones de plomo ácido serán todavía más económicas, pero encuentran un límite a la expansión de su vida útil que las hace menos competitivas.

**Figura 27: Proyección de costo y vida útil de baterías seleccionadas por tecnología - Años 2016 y 2030.<sup>(1)</sup>**



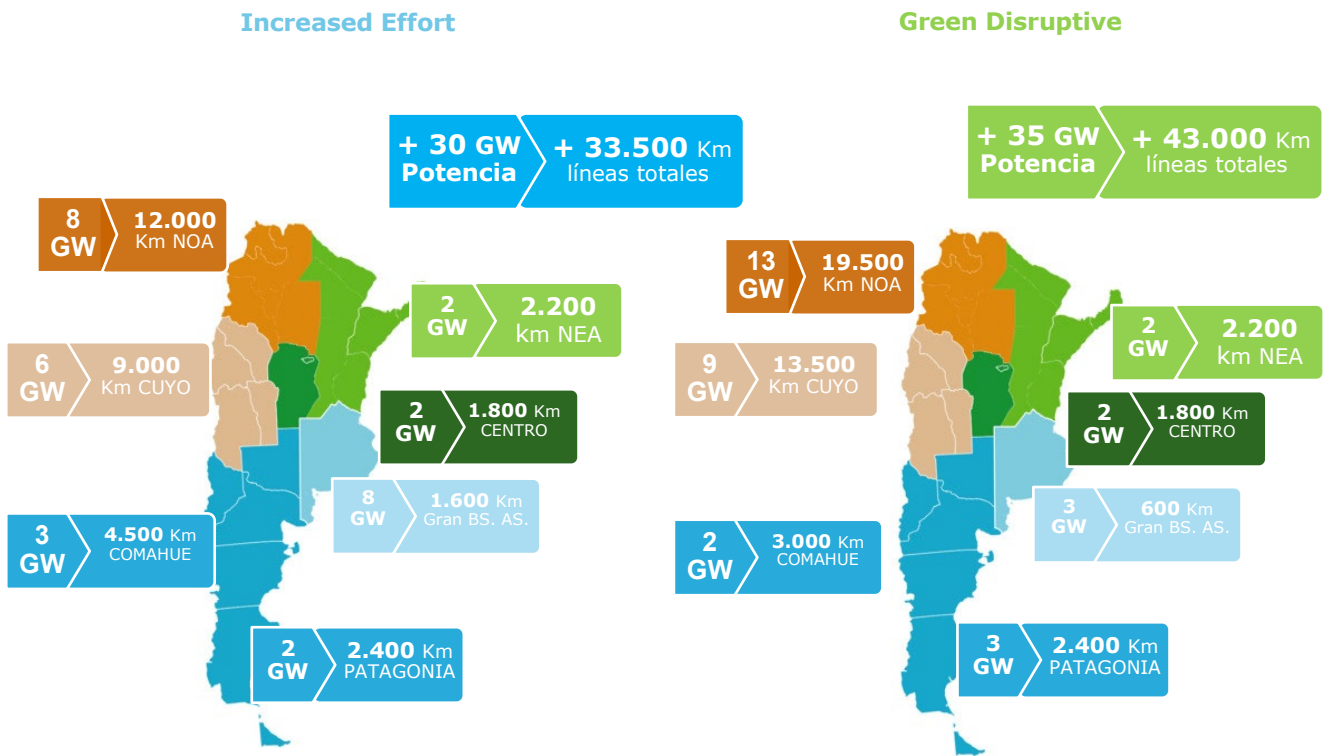
Nota (1): Baterías de Iones de Litio (LFP, LTO, NCA y NMC/LMO) y de plomo ácido (Floodead FA y VRLA).  
Fuente: análisis Deloitte en base a IRENA.

**Un sistema eléctrico más limpio y amplio requerirá inversiones en líneas de transmisión y en capacidad de respaldo firme, que podrían verse reducidas gracias a la interconexión regional.** El aumento de la demanda requerirá ampliar la capacidad de transporte eléctrico a lo largo del territorio nacional pero especialmente desde las regiones donde los recursos renovables son más abundantes. Esta inversión reemplaza - en parte - la mayor necesidad de gasoductos en el escenario de referencia. A su vez, la integración regional permite reducir la necesidad de una mayor capacidad de generación destinada únicamente a cubrir los picos de demanda, gracias al aporte de capacidad firme proveniente de países vecinos. Según un estudio del Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI)<sup>29</sup> el avance hacia una mayor integración permitiría aumentar la participación renovable en al menos 2,5 GW de potencia renovable intermitente sin necesidad de respaldo, por la mejor diversificación geográfica, y disminuir la necesidad de respaldo térmico en al menos 3 GW de potencia para 2030.

<sup>28</sup> Ver Figura 27

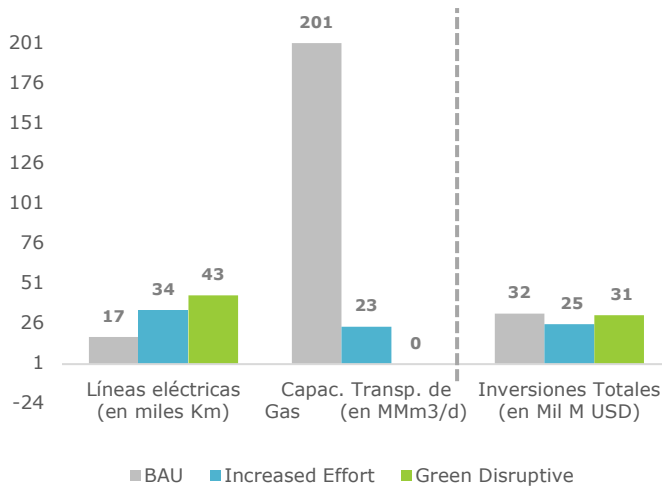
<sup>29</sup> <https://www.cesi.it>

Figura 28: Inversiones en capacidad de transporte eléctrico



Fuente: análisis Deloitte.

Figura 29: Inversiones totales en capacidad de transporte



Fuente: análisis Deloitte.

Figura 30: Demanda de gas en BAU y necesidades de ampliación de gasoductos (MMm3/d)



### 3.4. Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales

#### Fomento de la eficiencia energética

La evolución hacia una matriz energética más limpia en términos de emisiones involucra también la reducción de intensidad energética, que se logra a través de la mejora en eficiencia energética. Todos los sectores de actividad a nivel nacional deberían estar alineados para disminuir el consumo energético del país, y, por ende, las medidas correspondientes han de afectar a cada uno de estos.

**La regulación legislativa es una excelente herramienta para lograr impactos fuertes en materia de consumo energético.** Hoy el principal instrumento normativo es el Decreto 140 del año 2007, el que creó el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). La iniciativa permitió dar importantes pasos en materia de difusión de los beneficios de la Eficiencia Energética en la sociedad civil, a las PYMES a través de diagnósticos energéticos y posterior financiamiento de los planes de inversión, a los Municipios por medio del recambio de luminarias, entre otros avances. Sin embargo, el diseño y alcance original del Programa no logra plasmar las transformaciones con la profundidad y transversalidad que el contexto socioeconómico y ambiental exige. En este sentido, sería conveniente poder contar con una Ley de Eficiencia Energética de alcance federal, que posicione las cuestiones de eficiencia en términos de Política de Estado, estableciendo condiciones objetivas para su implementación como, por ejemplo, la posibilidad de fijar objetivos vinculantes, trazar objetivos de corto y mediano plazo, direccionar incentivos y un mayor financiamiento en sectores claves, etc.

Introducir conceptos de Eficiencia Energética en la currícula de la educación formal, tanto en los niveles primarios y secundarios, así como en ambientes técnicos y universitarios afines, incorporar sistemas de gestión de la energía en empresas, generar regulación específica en construcciones y difundir nuevos procesos industriales, son solo algunas de las cuestiones que debería tratar la ley, en pos de alentar un cambio de paradigma en la conducta de la población y las empresas. El desarrollo de actuaciones dirigidas a realizar procesos de forma más eficiente, o simplemente no desperdiciar energía en consumos innecesarios, son maneras mediante las cuales, tanto el usuario con capacidad de gestión como el pequeño usuario, pueden colaborar en el aumento de eficiencia.

### Rumbo a una mayor electrificación en los usos finales

**En 2050 sería necesario alcanzar un nivel de electrificación del 33% sobre el consumo total de energía final en el escenario Increased Effort, y del 51% en el Green Disruptive,** lo que equivale a un crecimiento anual del 0,4% y 1,1% respectivamente, respecto al nivel de electrificación actual (19%). De la misma manera, el consumo de gas natural debería representar el 28% en el escenario Increased Effort y reducir su participación hasta el 21% en el Green Disruptive, del total del consumo de energía final, frente a un nivel actual de gasificación del 33%. Esto representa una reducción del 0,1% y 0,3% anual, como resultado del traspaso de tecnologías convencionales a tecnologías eléctricas.

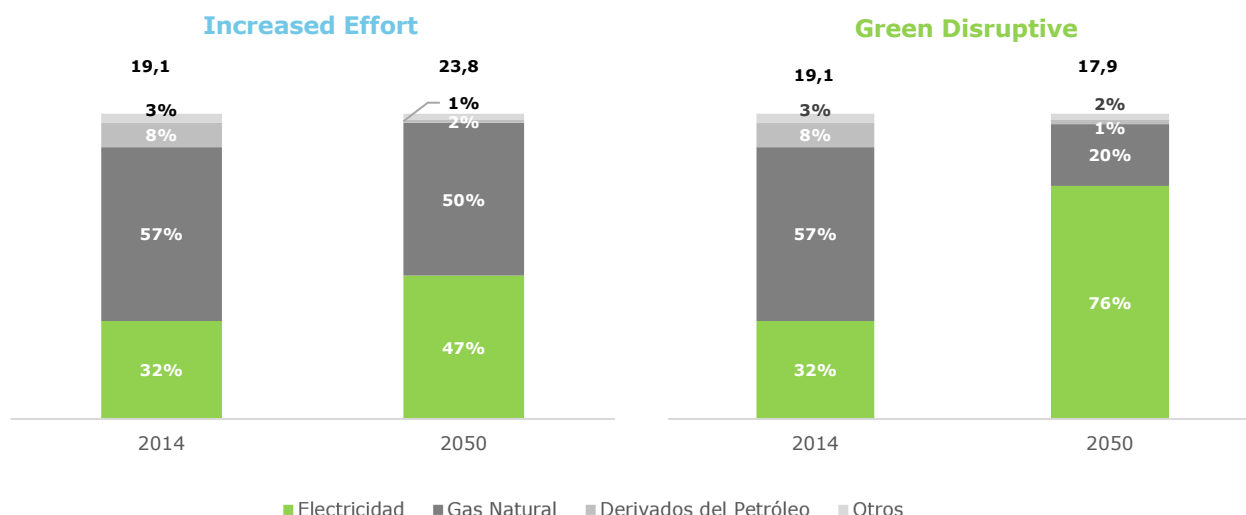
#### 3.4.1. Electrificación de los sectores residencial, comercial y público

**En el año 2014 (año base), el sector residencial, comercial y público, era responsable de la emisión de 31,3 MtCO<sub>2</sub> equivalentes (un 8,6% de las emisiones totales de Argentina en aquel entonces), explicado principalmente por el consumo de energía para usos térmicos.**<sup>30</sup> El consumo eléctrico en el sector residencial, comercial y de servicios públicos necesitaría aumentar hasta situarse en el 47% (escenario Increased Effort) y en el 76% (para el caso del escenario Green Disruptive) del consumo energético total en dichos sectores, y el consumo de gas tendría que reducirse en términos de participación porcentual hasta el 50% bajo los supuestos del escenario Increased Effort y reducirse hasta el 20% en el escenario Green Disruptive, como consecuencia de las políticas más agresivas en términos de electrificación y eficientización.

<sup>30</sup> Fuente: Elaboración Propia. El modelo para el año base se alimenta de datos del Balance Energético Nacional (BEN).



Figura 31: Consumo energético final – sectores residencial, comercial y público (Mtep)



Fuente: análisis Deloitte.

**Para alcanzar esta penetración desde los valores actuales, el consumidor residencial, así como el Estado para sus edificios e instalaciones públicas, necesitarán invertir en nuevos equipos para usos térmicos (ejemplo: reemplazo de calefactores tradicionales por bombas de calor), en cocinas eléctricas y en artefactos con un mayor nivel de eficiencia que pudieran aparecer en el mercado en años venideros.** La adopción de una energía u otra vendrá derivada de la competitividad en costos de las distintas soluciones tecnológicas disponibles y de la reglamentación aplicable, incluida la que incentive unas menores emisiones en estos consumos.

### CUADRO 3. Refrigeradores

Los aparatos de refrigeración y frío son tecnologías maduras cuyo mercado ha alcanzado el nivel de saturación en los países más desarrollados, con tasas de penetración de casi el 100%.<sup>31</sup>

El mercado de hoy se caracteriza por una disminución significativa en el tamaño del congelador, con un aumento de refrigeradores combinados. Los dispositivos de refrigeración comercial (gabinetes de servicio y de explosión, cámaras frigoríficas, unidades de condensación empaquetadas, enfriadores de procesos) se utilizan en restaurantes, hoteles, pubs, cafés, supermercados y en procesos industriales. En algunos tipos de edificios comerciales (por ejemplo, supermercados), la refrigeración representa hasta el 50% del consumo de energía del edificio<sup>32,33</sup>. Todos estos dispositivos incluyen compresores, válvulas de expansión, condensadores y evaporadores, ventiladores de evaporador y fluidos de proceso apropiados. En lo que respecta al fluido del proceso, en las últimas décadas del siglo XX, los gases a base de freón, CFC y HCFC se han utilizado ampliamente porque son eficientes, estables y seguros. Sin embargo, las regulaciones para proteger la capa de ozono atmosférica han llevado a la eliminación gradual de la mayoría de estos gases, y se han desarrollado gases de hidrofluorocarbono (HFC) alternativos y se utilizan actualmente. Los fluidos con un potencial de calentamiento global más pequeño están actualmente en desarrollo. La demanda de energía para los aparatos de frío puede reducirse mediante mejoras de eficiencia, como el aislamiento térmico por vacío y las espumas de poliuretano, los descongeladores adaptativos, los intercambiadores de calor, compresores y ventiladores más eficientes y el control electrónico.

En términos de eficiencia, nuestro modelo proyecta una tasa de eficientización del 5-27% para 2030 y del 15-61% para 2050.

<sup>31</sup> IEA, Key World Energy Statistics

<sup>32</sup> IEA, Cool Appliances: Policy Strategies for Energy Efficient Homes

<sup>33</sup> Cold appliances data, ODYSSEE

#### **CUADRO 4. Iluminación**

La iluminación representa aproximadamente el 19% de toda la electricidad generada en todo el mundo. Las ventas globales de lámparas se estima que alcanzará los 4.661 millones de unidades para 2020.<sup>34</sup> El consumo de energía de iluminación puede reducirse mediante mejoras en la eficiencia energética de los sistemas de iluminación, que se componen de lámparas, luminarias y balastos. (Este último para lámparas de descarga). Las mejoras clave de eficiencia están asociadas con la elección de la lámpara. Los principales tipos de lámparas utilizadas en el sector doméstico incluyen las tradicionales (ineficientes) lámparas incandescentes de filamento de tungsteno (servicio de iluminación general, GLS), lámparas halógenas (HL), las lámparas fluorescentes compactas más eficientes (CFL) y luminarias con tecnología LED.

Dado que en nuestro modelo se proyecta un reemplazo total de las luminarias por tecnologías LED a partir del año 2020, y que estas tecnologías aún tienen potencial de mejora podemos establecer una tasa de eficientización del 20-22% para el año 2030 y del 45-50% a 2050.

#### **CUADRO 5. Cocinas**

En los países desarrollados, los aparatos de cocción son tecnologías maduras con una penetración de mercado muy alta.

Por su parte, en las economías en desarrollo, la energía para cocinar es un uso final más importante en comparación con las economías desarrolladas: en la India, la cocción representa el 90% del consumo doméstico de energía.<sup>35</sup>

El equipamiento doméstico puede clasificarse ampliamente en hornos, parrillas, fogones y microondas. Al 2014, la tecnología más utilizada en Argentina es la cocina a gas natural, con una participación de mercado del 56,15%, mientras que la participación de las cocinas eléctricas es de tan solo el 0,27% (tendencia que se espera que se revierta en el mediano plazo).<sup>36</sup>

#### **CUADRO 6. Calefacción y refrigeración mediante bombas de calor**

Las bombas de calor no son una tecnología nueva y se han utilizado en todo el mundo durante décadas. De hecho, ejemplos de este tipo de tecnología son los aires acondicionados frío-calor. Las bombas de calor proporcionan calefacción y refrigeración de espacios en edificios que utilizan principalmente electricidad como fuente de alimentación principal. El costo de capital de las bombas de calor para la calefacción de espacios podría ser mayor que el costo del equipo de combustión tradicional en algunos casos, sin embargo, el costo de la tecnología está disminuyendo. Si bien las bombas de calor son una tecnología madura, se espera que su eficiencia aumente en 2030 en un 16-17% para la calefacción y refrigeración, y en 2050 en un 38-40%. Se esperan reducciones de costos como consecuencia de las mejoras tecnológicas, la penetración en el mercado y la sinergia con los sistemas de almacenamiento térmico. Los costos de funcionamiento de las bombas de calor son más bajos que el calentamiento del aceite y son comparables al calentamiento por gas, y con la conveniente ventaja de proporcionar también enfriamiento durante las estaciones más cálidas.

Entre las principales ventajas de las bombas de calor está el hecho de que su principio de funcionamiento les permite usar menos cantidad de energía que el calor que proporcionan, lo que les permite alcanzar fácilmente rendimientos estacionales del 200% al 300%, en comparación con un máximo del 100% alcanzable por un Caldera de gas o aceite de primera clase. Las bombas de calor modernas son adecuadas para cualquier condición climática, y esto se ve corroborado por la amplia penetración que tienen las bombas de calor en los mercados del norte y nórdicos. La energía extra recuperada por el proceso sobre la base del 100% cuenta como energía renovable, ya que no se necesita energía primaria adicional para producirla. Con la mezcla eléctrica promedio en América Latina, las bombas de calor emiten menos CO<sub>2</sub> que cualquier otro dispositivo de calefacción. Si las bombas de calor se adoptaran ampliamente para aplicaciones de

<sup>34</sup> IEA ETSAP - Technology Brief R04

<sup>35</sup> D. K. a. M. R. S.D. Pohekar, Dissemination of cooking energy alternatives in India - a review

<sup>36</sup> Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHo) - Indec

calefacción de agua y espacios en edificios, podrían reducir las emisiones globales de CO2 en 1.250 millones de toneladas en 2050, según la Agencia Internacional de Energía.<sup>37 38</sup>

### CUADRO 7. Sistemas para calentar el agua

En los países desarrollados, se han producido modestas mejoras de eficiencia en el calentamiento del agua en los últimos años. El calentamiento de agua suele ser el tercer uso final de energía doméstica más grande después de la calefacción / refrigeración de espacios y la iluminación. Esta demanda puede ser atendida por sistemas de calentamiento de agua dedicados o por sistemas combinados que también desempeñan un papel de calefacción de espacio primario.<sup>39</sup>

Los sistemas dedicados pueden caracterizarse ampliamente como sistemas de almacenamiento, dispositivos instantáneos o sistemas alternativos, incluidas bombas de calor y sistemas solares. Las divisiones de combustible varían sustancialmente; la mayoría de los países dependen principalmente del gas y la electricidad, aunque el uso de petróleo y biomasa puede ser significativo.

En el sector comercial, el consumo de calefacción de agua contribuye a una menor proporción del consumo total y se concentra en tipos de edificios limitados. El equipo de calentamiento de agua comercial generalmente se amplía en comparación con el equipo doméstico, en términos de potencia y capacidad de almacenamiento o tasa de flujo, con una importante superposición entre los equipos pequeños.

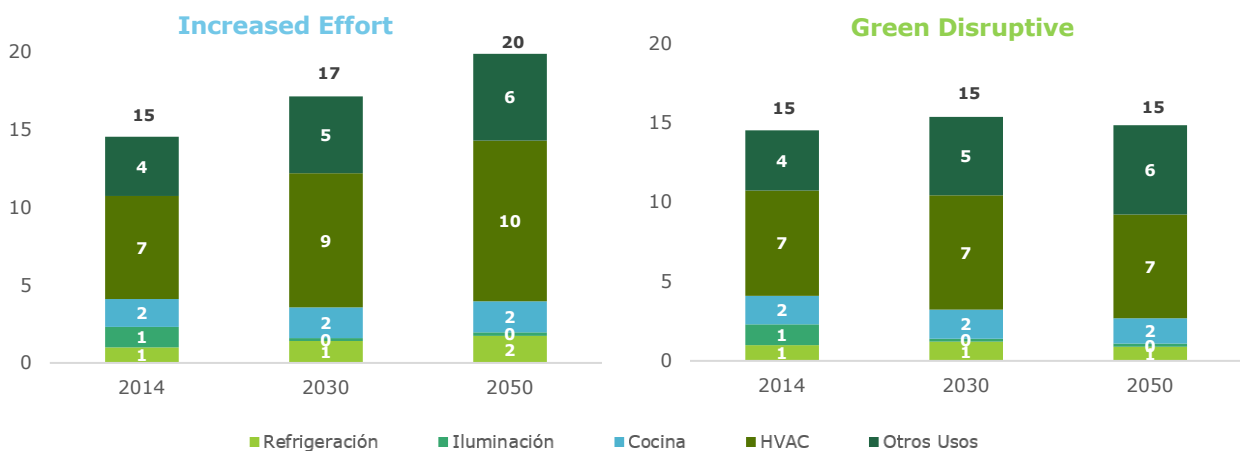
## Sector residencial

**Según el censo publicado por INDEC, en el año 2014 había 11,5 millones de hogares habitados en Argentina, y la proyección de población realizada por el mismo organismo espera unos 14,8 millones para 2050.**

**En el año base, el combustible más utilizado por los hogares era el Gas Natural (86% del consumo total de combustibles). Y a su vez, vale la pena destacar que un 26% del consumo total del país de Gas Natural está destinado al sector residencial.<sup>40</sup>**

Para la construcción de los escenarios se ha considerado el traspaso de tecnologías convencionales a tecnologías eléctricas en los principales rubros de demanda energética del hogar: calefacción, ventilación y aires acondicionados (HVAC por sus siglas en inglés), cocina y otros usos (principalmente, calentamiento del agua). A su vez, se espera que la mayor eficiencia de las nuevas tecnologías lleve a un menor consumo energético por dispositivo (mayor en términos absolutos respecto del año base).

Figura 32: Consumo energético final – sector residencial (Mtep)



Fuente: análisis Deloitte.

<sup>37</sup> Buildings roadmap - International Energy Agency

<sup>38</sup> Energy Technology Perspectives - International Energy Agency

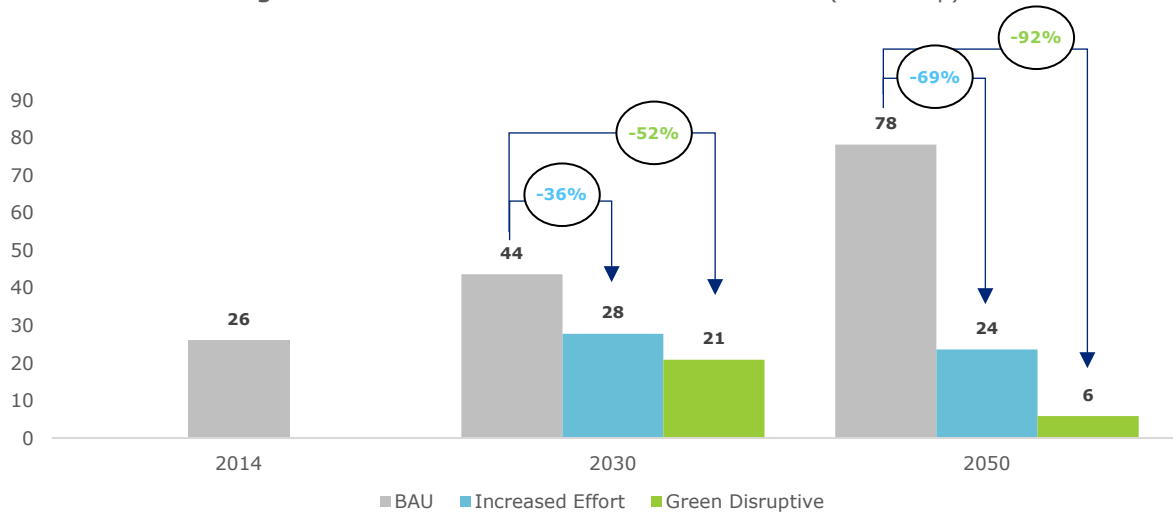
<sup>39</sup> IEA ETSAP - Technology Brief R03

<sup>40</sup> Fuente: elaboración propia. Modelo energético. Datos del año base (2014)

### *Tasa de traspaso de tecnologías convencionales a tecnologías eléctricas*

- **Refrigeración:** La tasa anual de traspaso de tecnologías existentes a tecnologías con mayor nivel de eficiencia proyectada para el escenario Increased Effort es del 0,4% y del 1,7% en el Green Disruptive. A su vez, en ambos escenarios hay una penetración adicional del 1,1% de las tecnologías eficientes, dado que se parte de la premisa de que los nuevos hogares que se construyen implementan este tipo de tecnologías. Como resultado de dicho traspaso, la demanda energética en el escenario Increased Effort presenta una reducción del 42,5% respecto del escenario "Business as Usual" (BAU) para el año 2050, mientras que en el escenario Green Disruptive, la reducción es del 70,7% respecto del BAU. Por último, en términos de emisiones, cabe destacar que el ahorro de consumo eléctrico permite una reducción indirecta en las emisiones de 9,9 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Increased Effort y de 10,9 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Green Disruptive con respecto al escenario BAU (2050).
- **Iluminación:** La construcción de los escenarios Increased Effort y Green Disruptive implica el supuesto del traspaso de luminarias tradicionales a luminarias LED. En ambos escenarios, la tasa de penetración de las luminarias LED es del 14% hasta el año 2022, y del 0,6% anual en el período 2022-2030. A partir de 2030, se supone que todos los hogares contarán con tecnología LED para la iluminación. Esto, permitirá un menor consumo energético (-94% respecto del BAU en el escenario Increased Effort a 2050 y -95% en el Green Disruptive) y menores emisiones indirectas (una reducción de 14,6 MtCO<sub>2</sub>eq. a 2050 con respecto al BAU en el escenario Increased Effort y de 14,7 MtCO<sub>2</sub>eq. en el Green Disruptive) como consecuencia de la baja en el consumo de electricidad.
- **Cocinas:** Las medidas de mitigación contempladas para la construcción de los escenarios tienen que ver con el traspaso de cocinas tradicionales a cocinas eléctricas. En este sentido, se proyecta un incremento anual de la participación de cocinas eléctricas del 1,8% en el escenario Increased Effort y del 2,6% en el Green Disruptive. Como resultado de dicho traspaso, la demanda energética en el escenario Increased Effort presenta una reducción del 63% respecto del escenario BAU para el año 2050, mientras que en el escenario Green Disruptive, la reducción es del 70% respecto del BAU. Por último, en términos de emisiones, cabe destacar que el ahorro de consumo eléctrico permite una reducción en las emisiones directas de 10,6 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Increased Effort y de 11,9 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Green Disruptive con respecto al escenario BAU (2050).
- **HVAC:** Las medidas en este rubro tienen que ver con el traspaso de sistemas de calefacción actuales (en gran proporción, calefactores a gas) a tecnologías eléctricas (dominando las bombas de calor). En este sentido, se espera una tasa anual de traspaso del 0,5% en el escenario Increased Effort y del 1,2% en el Green Disruptive. Como resultado de estas medidas, se espera una reducción en la demanda energética respecto del escenario BAU del 48% en el escenario Increased Effort y del 67% en el Green Disruptive para el año 2050. A su vez, se espera una disminución en las emisiones directas de 26,4 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Increased Effort y de 37,3 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Green Disruptive con respecto al escenario BAU (2050).
- **Otros usos:** Este rubro se refiere principalmente a aquellos dispositivos utilizados para calentar el agua en los hogares, por lo que las medidas a considerar para la construcción de escenarios tienen que ver con el traspaso de calefones a gas por termo tanques de encendido eléctrico. Con respecto a la participación en el total de hogares, se espera que las tecnologías eléctricas tengan una tasa de incremento del 1,1% en el escenario Increased Effort y del 2,1% en el Green Disruptive. Esto dará como resultado una reducción tanto en la demanda energética (del 51% en ambos escenarios – Increased Effort y Green Disruptive- con respecto a la demanda energética del escenario BAU en el año 2050), como en el total de emisiones directas (-69% en el escenario Increased Effort comparado con la proyección para el año 2050 del escenario BAU, y -92% en el Green Disruptive).

Figura 33: Emisiones directas – sector residencial (MtCO2 eq.)



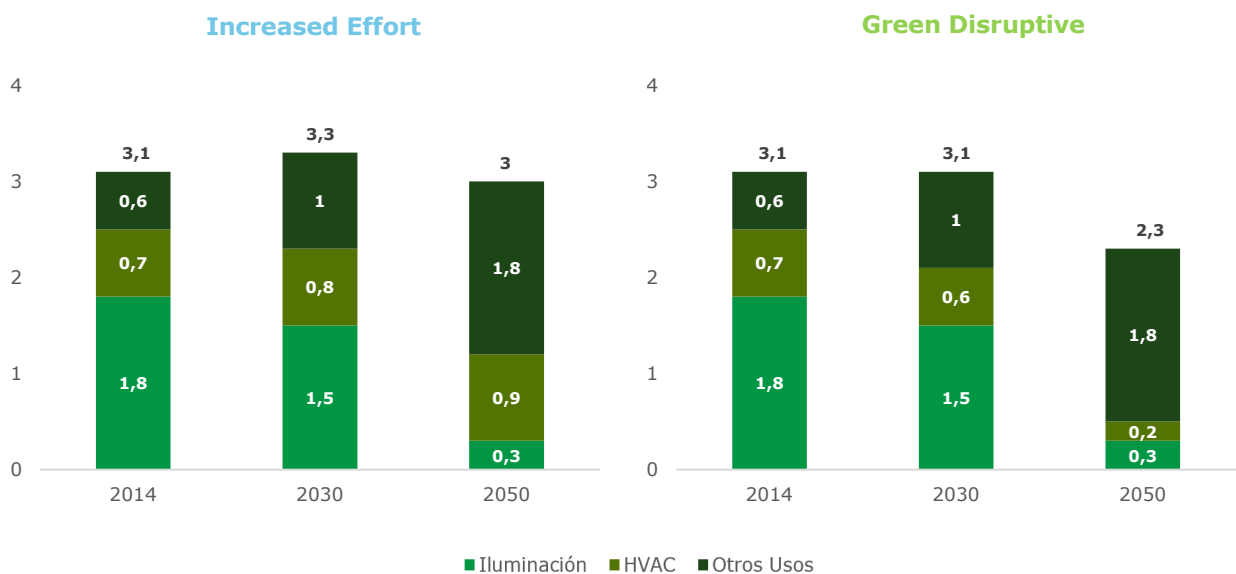
Fuente: análisis Deloitte.

### Sector comercial

En línea con últimos censos e informes publicados<sup>41,42</sup>, en 2014 se registraban 698.653 comercios en Argentina. Si tomamos para la proyección la tasa de crecimiento del PBI implícita en el informe presentado por el gobierno nacional<sup>43</sup>, en 2050 la cantidad de comercios debería ascender a aproximadamente 2 millones.

De la misma manera que en el sector residencial, se espera que los nuevos locales construidos estén adaptados para la utilización de artefactos eléctricos. A su vez, se estima un traspaso gradual de tecnologías convencionales a tecnologías eléctricas a medida que estas últimas consigan mayores niveles de eficiencia.

Figura 34: Consumo energético final – sector comercial (Mtep)



Fuente: análisis Deloitte.

<sup>41</sup> Censo Económico – INDEC

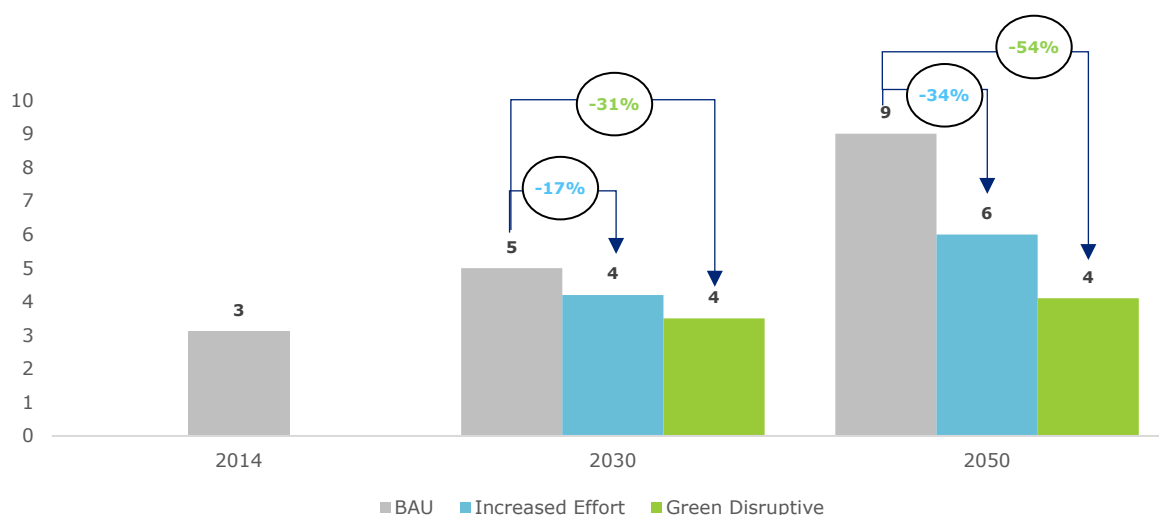
<sup>42</sup> "Informe 2015|2016 Evolución reciente, situación actual y desafíos para 2017" – Observatorio PyME

<sup>43</sup> NDC Argentina

### Tasa de traspaso de tecnologías convencionales a tecnologías eléctricas

- **Iluminación:** La construcción de los escenarios Increased Effort y Green Disruptive implica el supuesto del traspaso de luminarias tradicionales a luminarias LED. En ambos escenarios, la tasa de penetración de las luminarias LED es del 14% hasta el año 2022, y del 0,6% en el período 2022-2030. A partir de 2030, se supone que todos los comercios contarán con tecnología LED para la iluminación. Esto, permitirá un menor consumo energético (-94% respecto del BAU en el escenario Increased Effort a 2050 y -95% en el Green Disruptive) y menores emisiones indirectas (una reducción de 19,2 MtCO<sub>2</sub>eq. a 2050 con respecto al BAU en el escenario Increased Effort y de 19,3 MtCO<sub>2</sub>eq. en el Green Disruptive) como consecuencia de la baja en el consumo de electricidad.
- **HVAC:** Las medidas en este rubro tienen que ver con el traspaso de sistemas de calefacción actuales a tecnologías eléctricas (al igual que en el sector residencial). En este sentido, se espera una tasa anual de penetración del 1,6% en el escenario Increased Effort y del 2,7% en el Green Disruptive. Como resultado de estas medidas, se espera una reducción en la demanda energética respecto del escenario BAU del 56% en el escenario Increased Effort y del 92% en el Green Disruptive para el año 2050. A su vez, se espera una disminución en las emisiones directas de 3 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Increased Effort y de 4,9 MtCO<sub>2</sub>eq. en el escenario Green Disruptive con respecto al escenario BAU (2050).

Figura 35: Emisiones directas – sector comercial (MtCO<sub>2</sub> eq.)



Fuente: análisis Deloitte.

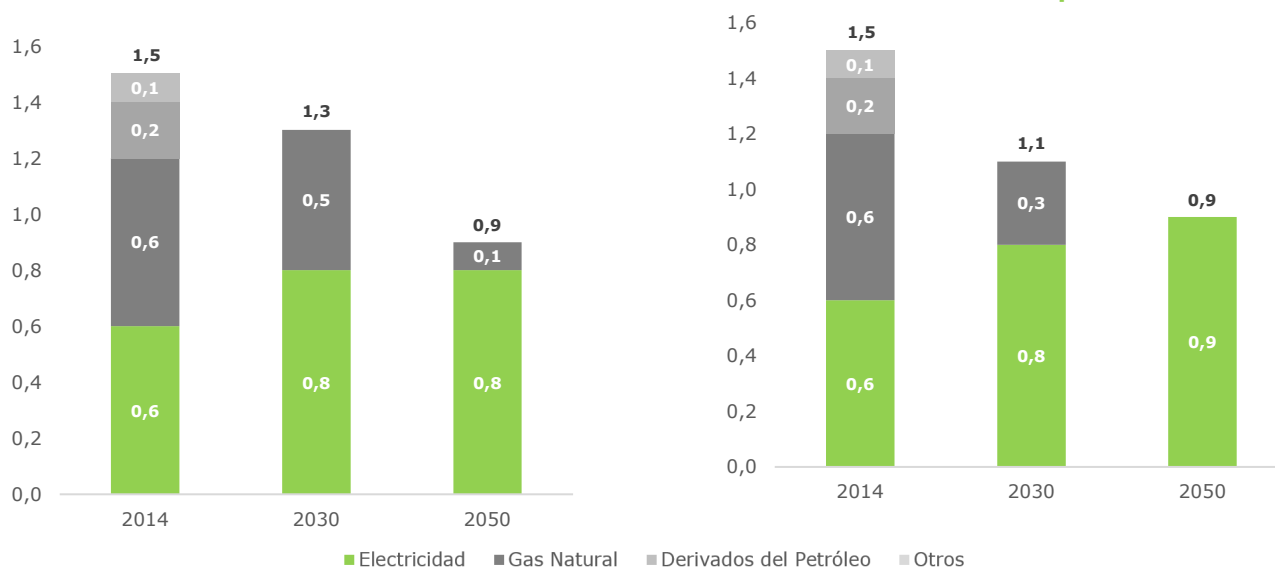
### Sector público

**Se espera que, con el transcurso de los años, los edificios (tales como colegios y hospitales) de carácter público que se inauguren se encuentren adaptados para la utilización de artefactos eléctricos. A su vez, los establecimientos públicos existentes reemplazarán paulatinamente los artefactos no eléctricos por eléctricos conforme estos últimos se vuelvan más eficientes.**

A modo resumen podemos enumerar las siguientes medidas para el rubro de servicios públicos:

- En lo que respecta a luminarias, el traspaso del 100% de luminarias convencionales a luminarias LED para 2050.
- Traspaso de calefactores de tiro balanceado por bombas de calor, a medida que las tecnologías eléctricas sigan ganando terreno en términos de eficiencia.
- Electrificación de artefactos para el calentamiento del agua.
- Electrificación de cocinas en comedores públicos.

**Figura 36: Consumo energético final – sector público (Mtep)**  
**Increased Effort** **Green Disruptive**

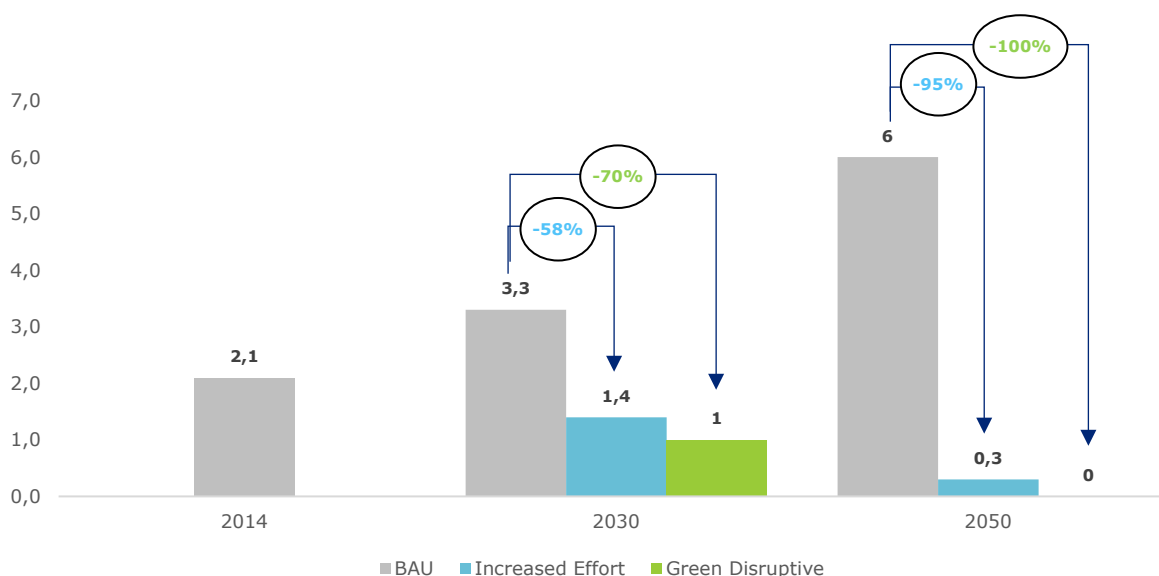


Fuente: análisis Deloitte.

#### Impacto de las medidas por tipo de consumo energético

- Alumbrado Público:** Partiendo del BAU, con un stock de luminarias LED del 10% para el sector público, el escenario Increased Effort contempla que las luminarias tradicionales restantes se traspasen a LED a una tasa anual del 9% en el período 2014-2030, quedando un remanente a reemplazarse en los años siguientes. Dicho remanente es principalmente explicado por aquellos municipios apartados de los grandes centros urbanos. Por otro lado, en términos de eficiencia, se espera una tasa de mejora del 0,8% anual para las luminarias tradicionales y del 1,9% anual para las luminarias LED. El supuesto de recambio de luminarias se mantiene a un 9% en el escenario Green Disruptive, pero la tasa de mejora de la eficiencia energética para las diferentes tecnologías es más agresiva que en el escenario Increased Effort, un 1,2% anual para luminarias tradicionales y un 2,4% anual para luminarias LED.
- Usos del gas natural:** Observamos que la mayor parte del consumo de gas natural se explica por la calefacción de ambientes, a partir de este supuesto, se proyecta una tasa de traspaso a tecnologías eléctricas del 100% al 2050 para el escenario Green Disruptive y del 65% para el Increased Effort. A su vez, se considera que el traspaso a tecnologías eléctricas también es explicado por la mayor eficiencia de las bombas de calor respecto a los artefactos a gas, casi cuatro veces más eficientes que las tecnologías que consumen gas natural, y, por último, una tasa de mejora en eficiencia tanto para tecnologías eléctricas como tecnologías convencionales acorde a fichas técnicas y estándares internacionales.
- Usos del GLP:** Para el uso del GLP, al igual que en "Usos del gas natural", el punto de partida es el supuesto de que la mayor parte del consumo de GLP se explica por la calefacción de ambientes. A partir de este supuesto, se proyecta una tasa de traspaso a tecnologías eléctricas del 100% para ambos escenarios, ya que, al ser de las tecnologías más ineficientes, se supone que son las primeras que deberían desaparecer del mercado. A su vez, se considera un factor de traspaso de tecnologías a GLP a tecnologías eléctricas explicado por la mayor eficiencia de estas últimas. Por último, una tasa de mejora de eficiencia tanto para tecnologías eléctricas como para tecnologías convencionales acorde a fichas técnicas y estándares internacionales.
- Otros combustibles:** Dada la poca relevancia en términos de intensidad energética, el único supuesto que se aplica es la total electrificación de estos artefactos para ambos escenarios.

**Figura 37: Emisiones directas – sector público (MtCO2 eq.)**



Fuente: análisis Deloitte.

### 3.4.2. Electrificación del sector agricultura

**En los próximos 10 años se espera que se produzca una migración tecnológica en la maquinaria agrícola global que provoque cambios de paradigmas productivos, comparables a lo que produjo la irrupción del tractor diésel en las décadas del 50/60 del siglo pasado.**<sup>44</sup> Por ello, si bien en nuestro país el desarrollo de “robots” y/o maquinarias que utilizan baterías de recarga eléctrica o solar (ya disponibles en algunos países de Europa) aún se encuentra en etapa de desarrollo y diseño de prototipos, la construcción de los escenarios Increased Effort y Green Disruptive contempla la irrupción de este tipo de tecnologías de forma paulatina para el período 2014-2050.

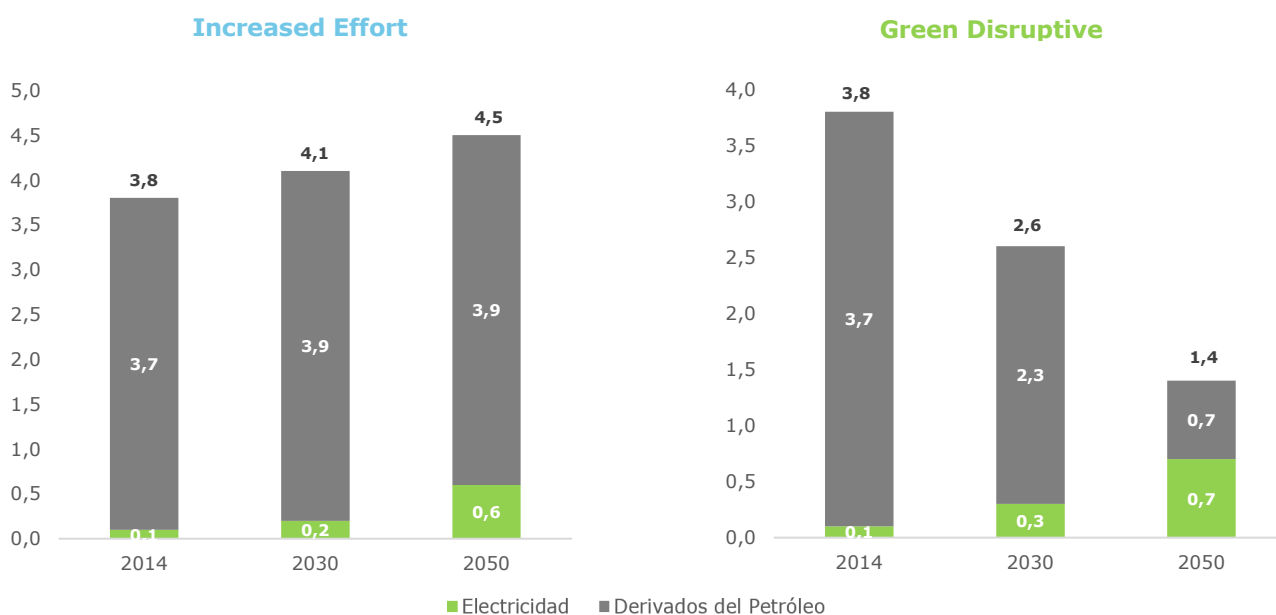
Hoy existen aproximadamente en el sector unas 890 PyMES productoras de máquinas y agro partes, 290 de agro componentes metalúrgicos y electrónicos de baja y alta complejidad que generan aproximadamente (de manera directa e indirecta) 80.000 puestos de trabajo. No obstante, pese a ser un sector relativamente chico en la industria argentina, se espera que el mismo siga desarrollándose en línea con el crecimiento de la producción de granos.

En términos de eficiencia energética, se espera que la electrificación de maquinarias agrícolas genere una reducción del -43% (escenario Increased Effort) / -82% (escenario Green Disruptive) en el consumo energético respecto del escenario BAU a 2050.

<sup>44</sup> Fuente: “La maquinaria agrícola, innovaciones y tendencias al 2030” - INTA



**Figura 38: Consumo energético final – sector agricultura (Mtep)**



Fuente: análisis Deloitte.

Con respecto a emisiones de gases, se espera una reducción directa de 11,5 MtCO<sub>2</sub>eq en el escenario Increased Effort y de 21,2 MtCO<sub>2</sub>eq. en el Green Disruptive con respecto a los valores proyectados en el escenario BAU a 2050.

**Figura 39: Emisiones directas – sector agricultura (MtCO<sub>2</sub> eq.)**



Fuente: análisis Deloitte.

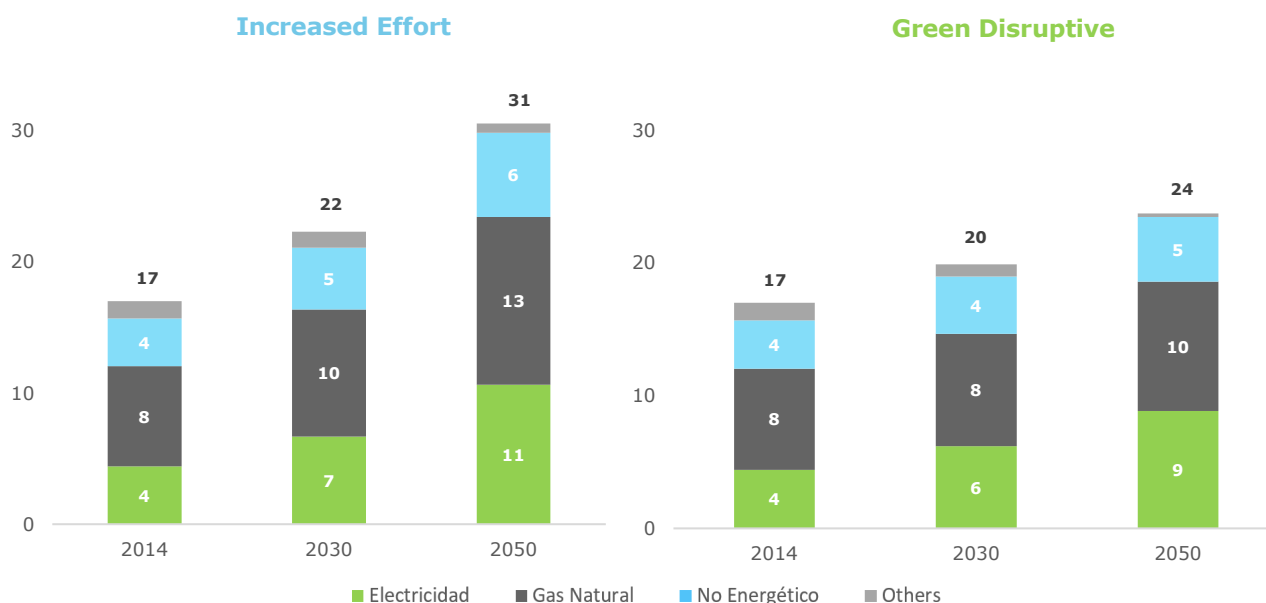
### 3.4.3. Sustitución de combustibles en el sector industrial

**La alta penetración de los combustibles fósiles en el sector industrial permite importantes posibilidades de reducción de emisiones GEI para los horizontes 2030 / 2050 a partir de la sustitución de combustibles.** Hoy el 59% de las emisiones de la industria derivan de su consumo energético,

y cerca del 70% de éste depende de combustibles fósiles intensivos en carbono, fundamentalmente de gas natural<sup>45</sup>. El aprovechamiento de procesos térmicos para la cogeneración eléctrica, la sustitución de combustibles propios de la industria siderúrgica (gas de altos hornos, gas de coquería, etc) por chatarra, una mayor utilización de desechos industriales para generación eléctrica a partir de biomasa, o una mayor electrificación de los procesos a base de generación libre de emisiones, son todas alternativas de fuentes limpias de energía que la industria puede explotar y así disminuir la intensidad de las emisiones generada por su consumo energético. Cabe mencionar, no obstante, que este potencial es menor en relación a otros sectores, donde el gas natural se mantiene como el combustible relevante por su papel en ciertos procesos térmicos donde no es posible otro vector energético con menores emisiones.

**La implementación de medidas que tiendan a mejorar la eficiencia energética en la industria permitiría reducir costos sustanciales a las empresas, logrando una optimización del uso de la energía y al mismo tiempo contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.** Los sistemas de gestión de la energía en el sector industrial muestran un gran potencial de ahorro a través de inversiones bajas en montos y rápidos repagos<sup>46</sup>. El recambio tecnológico a equipos más eficientes también permitiría lograr avances significativos en materia de intensidad energética y emisiones. Específicamente en el caso argentino, el recambio de equipamiento altamente difundido en las plantas fabriles como motores eléctricos y calderas (antiguos, de uso intensivo y de baja eficiencia media), contribuirían ampliamente en este sentido.

**Figura 40: Consumo energético final – sector industrial (Mtep)**



Fuente: análisis Deloitte.

**Un exitoso proceso de descarbonización del sector industrial que logre estabilizar las emisiones a medida que la industrialización avanza requeriría la adaptación gradual de los procesos industriales locales a la vanguardia tecnológica a nivel mundial, sobre todo en sectores intensivos en emisiones de GEI.** El 41% de las emisiones de la industria<sup>47</sup> surge de los propios procesos productivos que no dependen del uso de combustibles, por lo tanto, la reconversión tecnológica (incluye sustitución de materia prima) a los nuevos estándares internacionales que incorporan una visión ambiental, permitiría no sólo reducir la intensidad de las emisiones sino estabilizarlas en términos absolutos. Para citar sólo algunos ejemplos, se destaca el caso del Horno de Arco Eléctrico en la industria del hierro y acero; distintas mejoras en el proceso de obtención de aluminio (procesos Hall-Héroult y Bayer); la introducción de materia prima no carbonatada para la obtención de cemento; innovaciones y optimizaciones probadas en los catalizadores de la industria química; la introducción de las tecnologías de Carbon Capture, entre otras innovaciones ya disponibles comercialmente. La tendencia esperada es que los costos de adopción de las distintas tecnologías vayan decreciendo durante la transición.

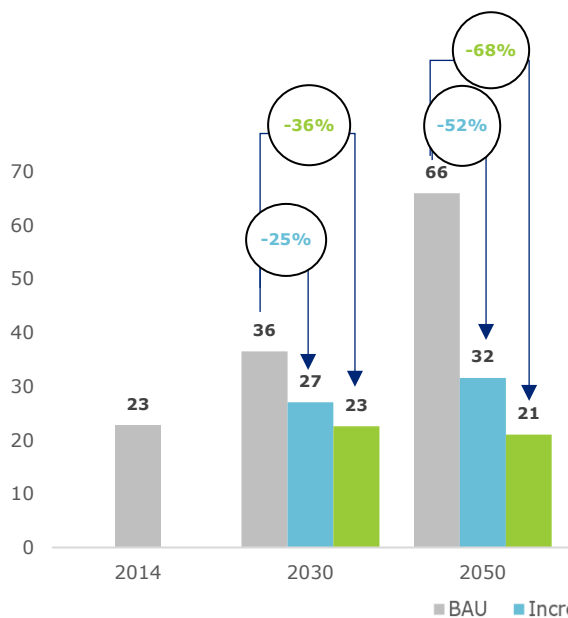
<sup>45</sup> Ver Figura 41.

<sup>46</sup> Fuente: Estudio de potencial de mitigación – Sector Industrial y Uso de Productos, Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Año 2015.

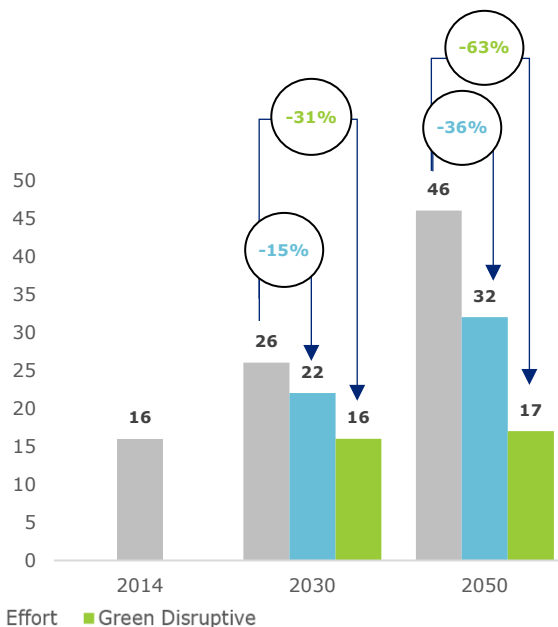
<sup>47</sup> Ver Figura 42.

**La implementación de las medidas identificadas para la industria permitiría lograr una reducción de las emisiones totales – por consumo energético y procesos - del 43% y 66% para los escenarios Increased Effort y Green Disruptive a 2050 respectivamente. Al mismo tiempo se avanzaría en una industrialización sustentable y achicaría la brecha existente en la intensidad energética de nuestro país con relación a la de los países industrializados.**

**Figura 41: Emisiones - por consumo energético de la industria (MtCO2 eq.)**



**Figura 42: Emisiones - por procesos industriales (MtCO2 eq.)**



Fuente: análisis Deloitte.

#### 3.4.4. Sustitución de combustibles en el sector transporte

**Las emisiones de GEI del sector transporte crecen, a nivel internacional, a la mayor tasa desde 1970.<sup>48</sup> Entre las razones se destaca el incremento de la motorización a medida que crece el PBI per cápita.** Para mitigar las emisiones potenciales del sector, cuatro líneas de acción son identificadas. En primer lugar, políticas tendientes a reducir la intensidad energética de los vehículos, y en conjunto con estas, medidas que tiendan a restringir la intensidad de carbón por combustible. Una mayor eficiencia, de todas maneras, será insuficiente, por lo que se requiere avanzar a modos de movilización libres de emisiones, como son los vehículos eléctricos y el cambio modal al tren, especialmente para el transporte de carga. Por último, existen oportunidades importantes para incrementar el uso del transporte público, o modificar conductas que promuevan el uso de la bicicleta, compartir el uso del vehículo o disminuir la necesidad de movilizarse, como puede ser el trabajo remoto.

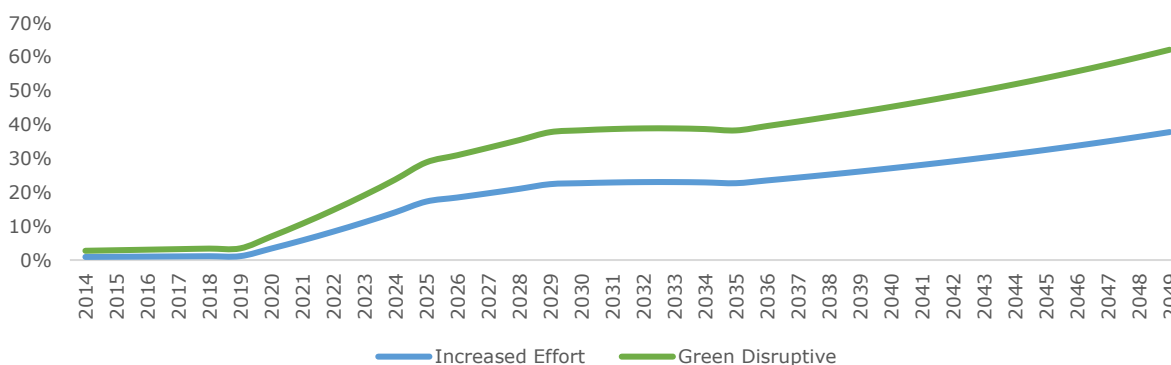
**El desarrollo del Vehículo Eléctrico a Batería (VEB) es la apuesta más importante para descarbonizar el sector transporte.** Habiendo alcanzado ventas a nivel global de 3 millones de unidades, como IEA señala en su informe "Global EV Outlook 2018", el objetivo propuesto por varios países es alcanzar una penetración del 30% para 2030, y de 50% para 2050. El despliegue de una estrategia de alta penetración del VEB requerirá cambios sustanciales en la infraestructura necesaria para su uso.

**En un escenario sin incentivos monetarios por parte del Estado, ni restricciones a la circulación de autos con motores de combustión interna, significaría una penetración muy baja del EV en los primeros años.** En el escenario **Increased Effort**, donde la adopción del VEB se lograría a partir de su abaratamiento relativo, se espera una penetración del VEB del 16% para 2030 y 32% para 2050 del total del parque de vehículos privados.

<sup>48</sup> Fuente: IPCC - [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter8.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf)

**Para lograr una curva acelerada de adopción del VEB debería seguirse una política de promoción del vehículo eléctrico, con incentivos para adoptar la tecnología y restringir la circulación de autos a combustión interna, y en particular promocionar los buses de carril exclusivo.<sup>49</sup>** Como consecuencia, en el escenario **Green Disruptive** se logra una curva acelerada de penetración de mercado en línea con los objetivos de cumplir la campaña internacional EV 30@30. Es decir, 27% de participación de mercado al 2030, alcanzado una participación del 52% al 2050. Un mecanismo de súper-créditos que vincule a los productores de automóviles a una determinada cuota de créditos de vehículos cero-emisiones, como los adoptados en China, California y Canadá podría resultar muy efectivo para el incremento de la movilidad sostenible. Otras posibilidades incluyen la introducción de requisitos de instalación de puntos de recarga en edificios nuevos y existentes. Las tasas de penetración en las nuevas ventas del EV privado en los dos escenarios se muestran a continuación.

**Figura 43: Tasa de penetración de EV**



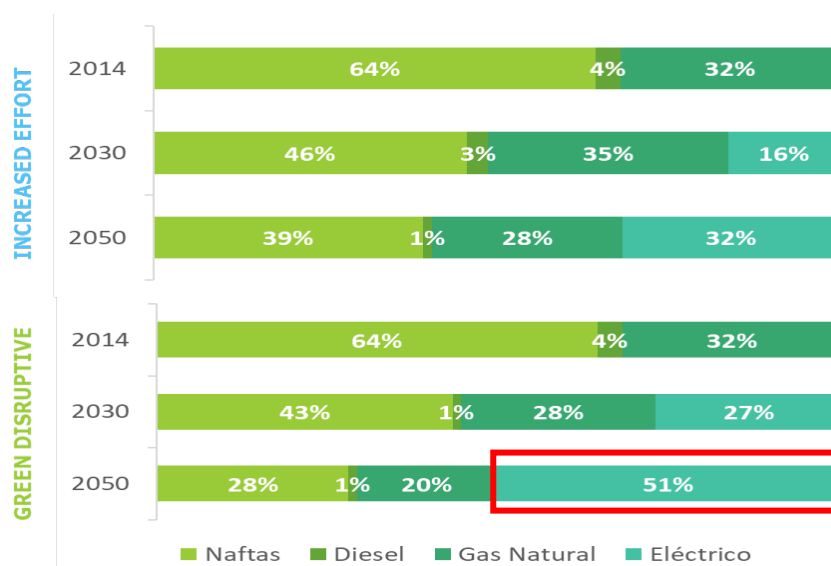
Fuente: análisis Deloitte.

**La posibilidad de introducir una nueva tecnología como el VEB en el parque automotor de la Argentina cuenta con el antecedente de la adopción de los vehículos a GNC, mostrando la capacidad de reconversión de los consumidores frente a tecnologías más competitivas.** En el 2014 los vehículos privados motorizados a GNC alcanzaban el 32% del mercado.<sup>50</sup> La conversión a GNC se logró al modificar el vehículo convencional a nafta para que pueda consumir ambos combustibles. El mayor costo de esta modificación es compensado por el menor costo del combustible, teniendo como efecto también una menor autonomía, dada la capacidad de almacenaje del gas comprimido. Estas características son similares al desafío que plantea el VEB. A medida que exista mayor disponibilidad de VEB, como se dijo, se espera que la penetración de éste crezca con el mismo dinamismo que en el pasado lo hizo la reconversión a GNC, para mantener una posición competitiva hacia 2050 que lleve al VEB al 32% de los pasajeros-kilómetros en el escenario Increased Effort y 51% en el Green Disruptive.

<sup>49</sup> En el "Global EV Outlook 2018 Towards cross-modal electrification", la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) sostiene la necesidad de implementar una amplia gama de medidas y acciones de apoyo para una transición exitosa y sostenible hacia la movilidad eléctrica, a medida que disminuyan los costos de los autos eléctricos y los mercados evolucionan hacia su adopción masiva. Similares consideraciones se desprenden de los estudios "Emerging best practices for electric vehicle " (2017) y "Power play: how governments are spurring the electric vehicle industry" (2018) del Consejo Internacional sobre Transporte Limpio (ICCT por sus siglas en inglés).

<sup>50</sup> Ver Figura 44

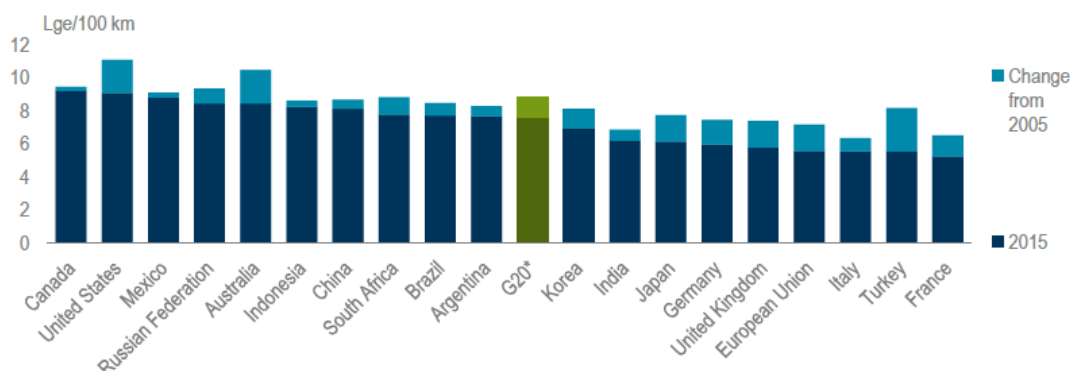
Figura 44: Vehículos privados (% pasajeros – km.)



Fuente: análisis Deloitte

**Para una transición eficiente, resulta necesario mejorar la eficiencia del parque automotor, así como limitar las emisiones en línea con las tendencias internacionales.** El consumo de combustibles del parque argentino se encuentra levemente por encima del promedio de países del G20, pero alejado de los países que han introducido estándares más restrictivos.

Figura 45: Consumo de combustibles



(\*) Cálculos basados en 19 de los 20 miembros del G20, de acuerdo a la disponibilidad de datos.

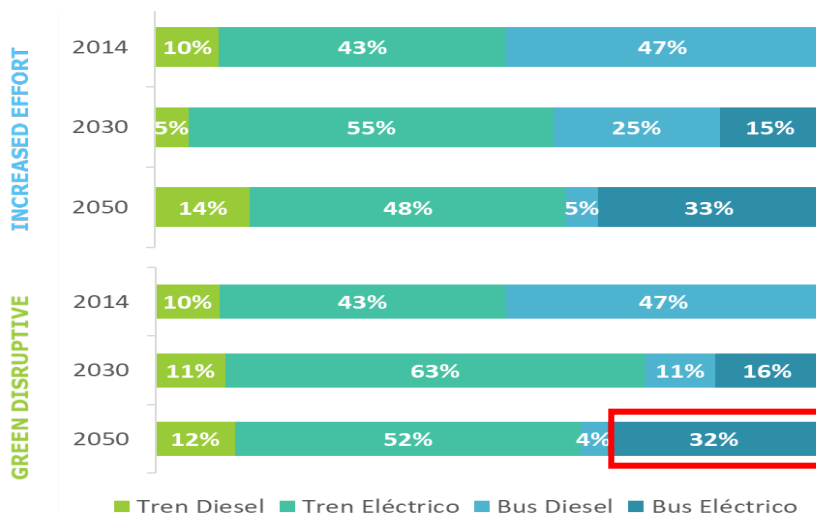
Fuente: IEA (2017r). "International comparison of light-duty vehicle fuel economy: Ten years of fuel economy benchmarking".

**Para alcanzar el escenario Increased Effort, Argentina debe adoptar las normas existentes con los mayores estándares de emisiones de CO2 para vehículos, que tengan un efecto sustancial en la mejora del consumo de combustible, procurando reducir el consumo actual en la flota a nafta que supera los 8 L/100km a 5,6 L/100Km en el 2030. Igual reducción se espera en las flotas a Diésel y a GNC.** Las normas sobre emisiones promedio de la flota resulta en un incentivo adicional a incorporar a la oferta local una mayor disponibilidad de VEB. Para alcanzar el objetivo de penetración de VEB, así como reducción de emisiones en el segmento de transporte ligero, en el escenario Green Disruptive se debe seguir agresivamente una política de restricción de emisiones para la flota de autos con motores de combustión interna, que permita reducir en promedio 50% su intensidad energética y 83% las emisiones de GEI.

**Por último, a través de la definición de la política de transporte público, el Estado puede aportar a la reducción de las emisiones estableciendo como objetivo la mayor electrificación del sector.** En la actualidad el tren eléctrico – incluyendo el subterráneo en la ciudad de Buenos Aires- tiene un alto nivel de

electrificación, representando el 43% del transporte de pasajeros.<sup>51</sup> No obstante, el colectivo o bus a Diésel representa el 47% del total.<sup>52</sup> El objetivo es lograr al menos la electrificación del 81% del total del transporte público, electrificando los trenes de cercanías que restan e introduciendo el bus eléctrico -donde se ha realizado las primeras licitaciones. En el escenario **Increased Effort** no se espera un mayor uso del transporte público como modalidad adoptada por las personas, mientras que en el escenario **Green Disruptive** una política más ambiciosa de cambio de conducta, generalización de los colectivos con carril exclusivo, y restricción de ingreso de vehículos a zonas concluidas, permitiría aumentar el uso del transporte público.

Figura 46: Transporte público (% pasajeros - km.)



Fuente: análisis Deloitte.

**Por su parte, el transporte de carga en la Argentina se realiza en un 95% a camión, alcanzando el transporte ferroviario solo el 5% de la carga transportada.**<sup>53</sup> A diferencia de otros países de la región, como Brasil y México, el tren hoy tiene un rol marginal en el transporte de carga. Una de las razones es que la competencia con el camión no se da en condiciones de equidad, como lo demuestra la literatura.<sup>54</sup> En particular, y sin considerar las externalidades positivas del transporte ferroviario, como menores emisiones, accidentes, congestión y daño sonoro- el camión paga en general una tarifa por el uso de las rutas que no compensa el costo necesario para su mantenimiento.

**A su vez, la calidad del servicio ferroviario de carga es deficiente.** El principal indicador es la baja densidad de tráfico, donde circula menos de una tonelada-kilometro por kilómetro de línea de operación, en comparación con 12,6 toneladas en Colombia, 10,9 en Brasil o 4,1 toneladas en México.<sup>55</sup> Quiere decir que, por los ramales de carga, circula menos de un tren por día. Por otro lado, **la infraestructura del sector, sin una armonización de las trochas de los distintos ramales, dificulta cambiar la modalidad de concesiones exclusivas hacia un modelo de acceso abierto donde exista una mayor competencia que incluya el cobro del uso de la infraestructura a operadores privados para movilizar su propia carga.**

**Por último, la deficiente calidad de la infraestructura, así como la menor velocidad relativa del transporte de carga dificulta desarrollar sobre la misma infraestructura servicios de transporte ferroviario de pasajeros que puedan competir con el ómnibus de larga-media a larga distancia o inclusive el avión.** Algunas iniciativas han comenzado a revertir las trabas antes mencionadas, incluyendo un aumento en la inversión de la infraestructura y posibilidad de transportar mercadería utilizando servicios propios. En el escenario Increased Effort, en el transporte de carga, además de establecer objetivos de eficiencia energética en línea con los estándares internacionales, reduciendo las emisiones por vehículo con

<sup>51</sup> Ver Figura 46

<sup>52</sup> Ver Figura 46

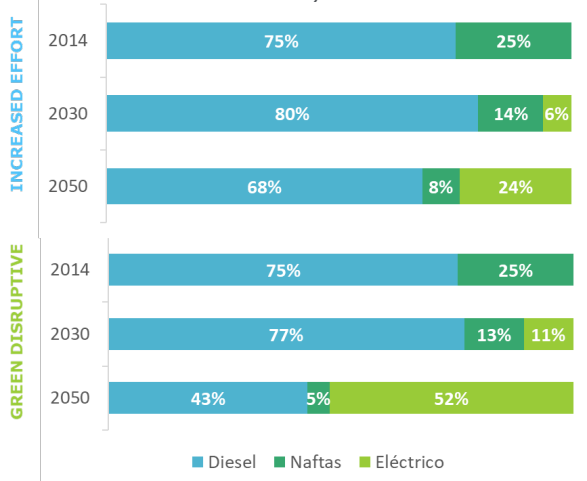
<sup>53</sup> Ver Figura 48

<sup>54</sup> Al respecto ver "Más y mejores trenes Cambiando la matriz de transporte en América Latina y el Caribe", Jorge Kohn, 2011, Banco Interamericano de Desarrollo. Washington DC.

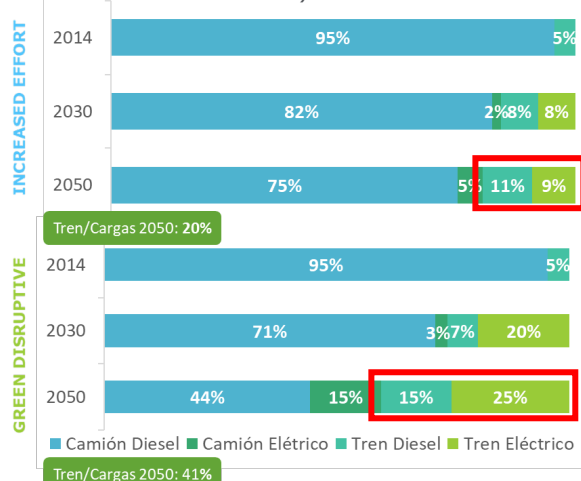
<sup>55</sup> Fuente: Propuestas Para Una Política Nacional De Transporte Ferroviario De Cargas - <https://www.unsam.edu.ar/institutos/transporte/publicaciones/Propuesta%20para%20una%20Politica%20Nacional%20de%20Transporte%20Ferroviario%20de%20Cargas.pdf>

motor a combustión interna entre un 30% y 35%, se busca reemplazar el transporte de mercadería pesada, alcanzando el tren una penetración del 16% en 2030 y 20% en 2050, partiendo del actual 4,6%.

**Figura 47: Vehículos comerciales livianos (% ton - km.)**



**Figura 48: Vehículos para cargas pesadas (% ton - km.)**

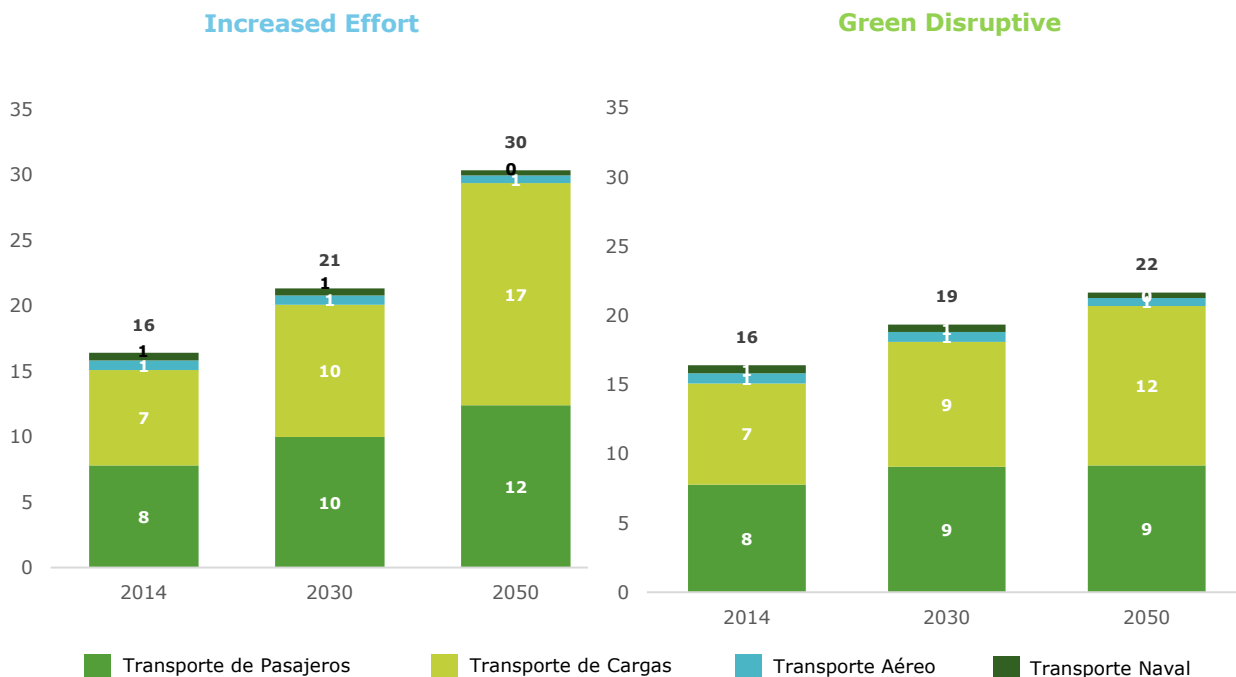


Fuente: análisis Deloitte.

En el escenario Green Disruptive, el aumento del transporte de carga pesada en tren se intensifica, logrando una penetración de 26% en el 2030 y 41% en el 2050, en línea con el nivel de penetración de países como Brasil. De esta participación, 75% de los ramales en 2030 son electrificados y 63% en el 2050. A su vez, el vehículo ligero eléctrico de carga es incentivado, alcanzando una penetración de mercado de 11% en 2030 para, a partir de ahí, restringir la circulación de vehículo ligeros de carga con motores de combustión interna. Esta medida incrementa la participación del EV ligero de carga hasta alcanzar el 52% de la penetración de mercado en el 2050.

**En términos de demanda energética, se espera que las medidas anteriormente mencionadas generen un incremento del 85% punta a punta en el escenario Increased Effort y del 32% en el Green Disruptive, mientras que, en términos de intensidad energética, se espera una disminución del 39% en el escenario Increased Effort y del 56% en el Green Disruptive con respecto al escenario BAU a 2050.**

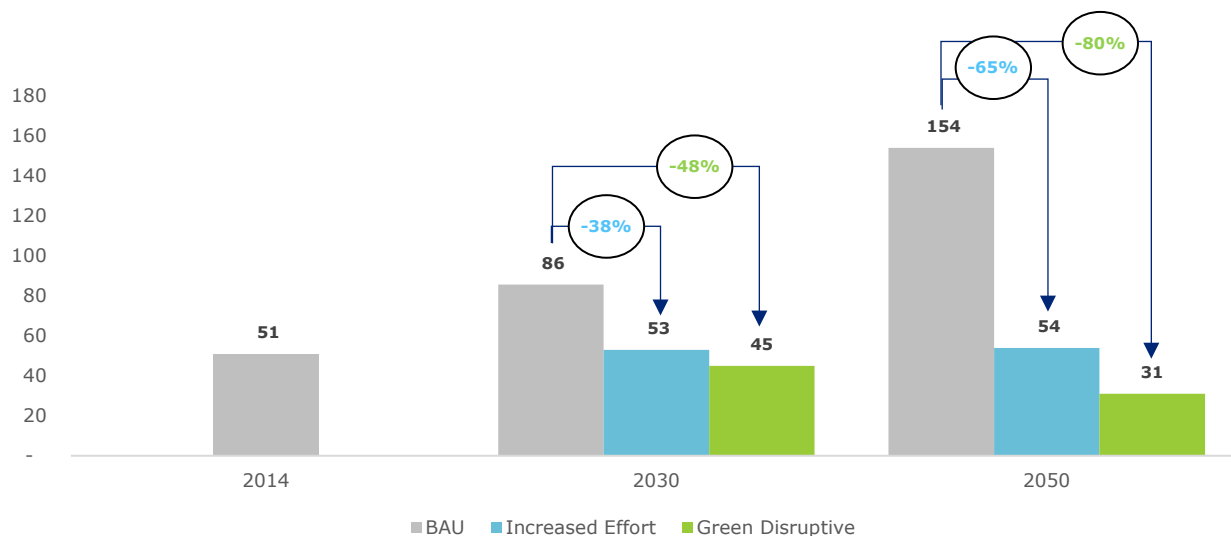
**Figura 49: Consumo Energético Final (Mtep)**



Fuente: análisis Deloitte.

Por su parte, en cuanto a reducción de emisiones directas de CO<sub>2</sub>eq., se espera que la misma sea de un 65% en el escenario Increased Effort y del 80% en el Green Disruptive en comparación con el BAU a 2050.

**Figura 50: Emisiones directas** (MtCO<sub>2</sub> eq.)



Fuente: análisis Deloitte.

### 3.5 La promoción de infraestructuras digitales y redes inteligentes

#### Análisis del contexto

**La red de transmisión de Argentina está muy desarrollada en las zonas costeras del Gran Buenos Aires y el Litoral, mientras que otras regiones menos pobladas no están interconectadas y solo están conectadas por una sola línea al sistema.** La Red de Transporte de Argentina (SADI, Sistema de Interconexión Argentino) consta de aproximadamente 30.000 km de líneas de transporte (14.000 km de 500 kV, 16.000 de 132 kV y casi 3.000 km en 220 kV-330 kV). La topología está unida al norte y particularmente al noreste (Buenos Aires y Litoral) donde vive el 70% de la población, mientras que las regiones del sur y noroeste están colgando de árboles. Particularmente, el área de la Patagonia en el sur está conectada por una sola línea de transmisión al sistema de malla debido a la distancia masiva y el perfil de baja demanda.

**Las interconexiones son abundantes, especialmente con Uruguay, Paraguay y Brasil. Por otro lado, solo hay una línea que cruza a Chile y ninguna a Bolivia.** Las interconexiones están asociadas con el uso de recursos hidroeléctricos en las fronteras con Uruguay, Paraguay y Brasil, como las represas de Yacretá y Salto Grande, con capacidades relevantes. Argentina y Chile están reuniendo esfuerzos para aumentar las interconexiones futuras, vinculadas al futuro túnel de Agua Negra con respaldo internacional.



Figura 51: Mapa de redes de transmisión eléctrica en Argentina



Fuente: Sistema de Información Geográfica – Secretaría de Energía de la Nación.

**La red de distribución está fragmentada.** La red de distribución en Argentina es operada por una combinación de compañías privadas y controladas por el Estado, con 23 DSO (Operadores de Sistemas de Distribución) y más de 400 cooperativas locales.

**El despliegue de medidores inteligentes se encuentra en sus pasos iniciales,** es poco extendido y está altamente desregulado, pero algunas empresas minoristas han comenzado a instalarlos en sus clientes. Las compañías locales de distribución pública ya cuentan con varias referencias que implementan medidores inteligentes en ciudades, sin ningún marco específico. Edesur fue la distribuidora pionera, con la instalación de 5.000 medidores en toda su área de concesión desde noviembre de 2017, manifestando además la intención y plan de llevar un medidor inteligente a cada usuario de la compañía. Edenor también comenzó la instalación de 1.200 medidores con la tecnología IMA (Infraestructura de Medición Avanzada), en la primera fase piloto desarrollada en cuatro partidos del Conurbano Bonaerense.

**La nueva regulación (eficiencia energética de tarifa plana, medidores inteligentes y generación distribuida) se ha lanzado recientemente o está en discusión.** La reglamentación local ya se ha emitido a nivel regional en algunos casos, mientras que a finales de 2017 una nueva Ley n. 27.424 Se ha publicado "Régimen de fomento a la Generación de energía renovable integrada a la red eléctrica pública" sobre generación distribuida. Esta nueva ley define, entre otras cosas: 1) el rol de "usuario-productor", para los consumidores conectados a la red que producen electricidad a través de RES y cumplen los requisitos técnicos necesarios para inyectar excedentes de autoproducción; 2) un balance neto de medición, compensando los costos de electricidad consumidos de la red y el precio de la electricidad generada entregada a la red, que se detallará en la futura regulación.

## Perspectivas

**La actualización de la infraestructura y la digitalización son la piedra angular para sostener la transición hacia un modelo de energía sostenible con bajas emisiones de carbono.**<sup>56</sup> El incremento

<sup>56</sup> El análisis de esta sección se sustentó mayormente en un informe de Deloitte realizado previamente: "Hacia la descarbonización de la economía: la contribución de las redes a la transición energética", 2018. (<https://perspectivas.deloitte.com/contribucion-redes-electricas>)

de la demanda de electricidad debería llevar a un cambio de paradigma que permita pasar de un sistema tradicional a un sistema completamente flexible que se adapte al aumento de las energías renovables y la generación descentralizada.

**Las nuevas infraestructuras de red en transporte y distribución son claves para impulsar el crecimiento de las energías renovables.** En el horizonte 2030, se requerirán nuevas inversiones en las redes eléctricas tanto para permitir el acceso a sitios de alto potencial renovable (tales como los extensos recursos eólicos de la Patagonia y las regiones del noroeste con un alto potencial solar), y para perseguir una red más interconectada que permita aumentar la confiabilidad del sistema. Para ello, se necesita un número mayor de puntos de conexión disponibles para futuras subastas en programas de desarrollo de energías renovables (tales como los programas RenovAr). Por su parte, en el horizonte de 2050, se espera que la terminación de las redes de las principales áreas urbanas y los nuevos refuerzos en la red aumenten enormemente los sitios potenciales de generación distribuida para energía eólica y solar.

**Las nuevas infraestructuras de red en transporte son fundamentales para desarrollar nuevos recursos autóctonos de gas natural.** Con la adecuada planificación a largo plazo requerida para estructurar el futuro del sistema energético integral de Argentina, y cuando se combine con la generación en el sitio, Argentina puede beneficiarse de sus recursos de gas natural y de electricidad (generada a partir de fuentes renovables) simultáneamente. Una adecuada red de transmisión funcionaría como la mejor carretera posible para conducir nueva energía valiosa a los principales centros de consumo. Este modelo de desarrollo para la red proporcionaría beneficios económicos sustanciales debido a las sinergias con las fuentes de energía renovables, y también evitará redundancias y superposiciones financieras en infraestructuras muy demandadas de recursos. Un buen ejemplo son las sinergias logradas en la explotación del sitio Vaca Muerta y los recursos eólicos de Patagonia al mismo tiempo.

**La digitalización de la red es el habilitador clave de la transición requerida, que trae beneficios significativos en términos de ahorro en el gasto de energía, eliminación de emisiones de GEI y mejora de la calidad del aire.** La transición a 2050 requerirá, entre otras cosas, una inversión en la red eléctrica, tanto en el sector de la transmisión como en el sector de la distribución. Las inversiones requeridas en las redes de distribución permitirán integrar completamente la nueva capacidad renovable, la mayoría de las cuales se conectará a las redes de baja y media tensión, gestionará el desarrollo de la movilidad eléctrica y apoyará la electrificación del consumo en los sectores residencial y de servicios.

**Una red eléctrica moderna traerá diversos beneficios para la población y la economía del país.** La digitalización de red permitirá a los clientes de servicios públicos administrar y reducir mejor los costos de electricidad, cortes de energía más cortos y menos frecuentes, mejoras en las condiciones de trabajo y seguridad pública. Al mismo tiempo, reforzará el sistema eléctrico, aumentando así la confiabilidad y la capacidad de recuperación del servicio incluso en el caso de condiciones climáticas severas.

**El despliegue masivo de medidores inteligentes proporcionará un retorno positivo tanto para el sistema como para los clientes.** Los beneficios incluyen la eficiencia energética y la oportunidad para que los usuarios gestionen su demanda de manera activa y cambien los hábitos y renueven la tecnología, lo que brinda una mejor eficiencia.

**Los medidores inteligentes pueden ayudar a crear patrones de demanda activos y un sistema más confiable y predecible.** Las tarifas hora por hora deben desarrollarse, si no es en tiempo real, para permitir un efecto de aplanamiento de la demanda. Una curva de carga más aplanada requerirá una demanda menor y una demanda menos firme, lo que permitirá una mejor planificación y optimización de la generación.

### 3.6 Incentivo a modelos de producción sustentables – sector no energético

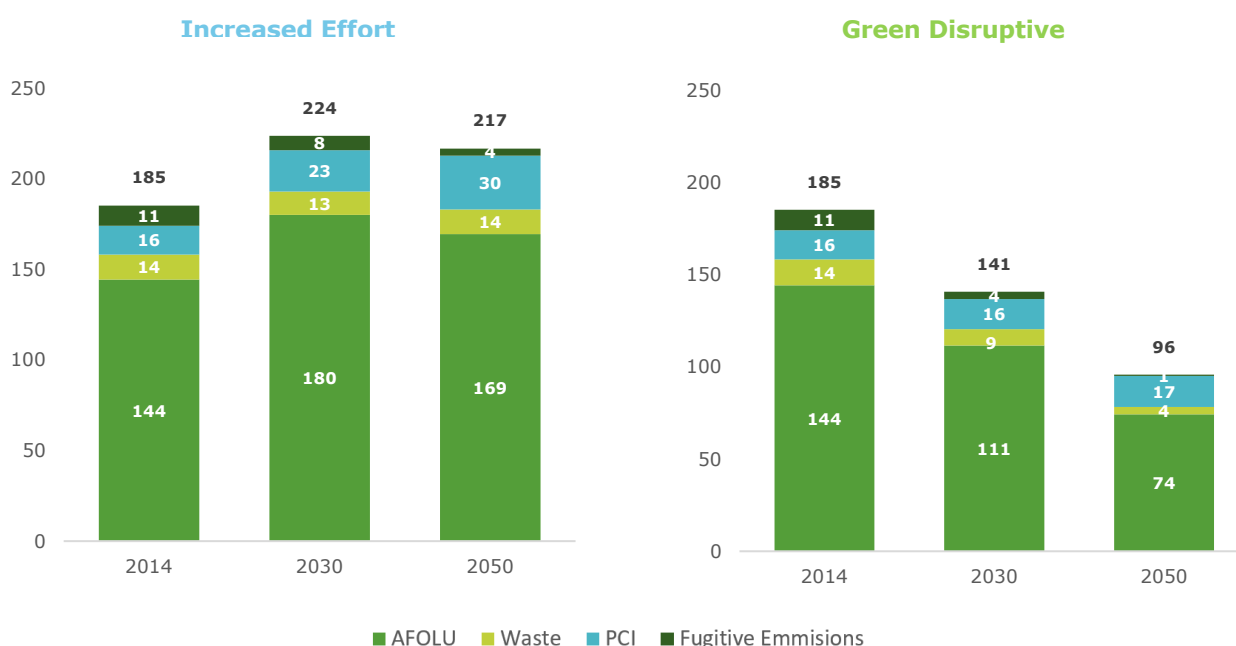
El sector “no energético” comprende las siguientes ramas:

- Procesos industriales
- Ganadería, silvicultura y otros usos de los suelos
- Tratamiento de residuos

- Emisiones fugitivas

Dado que representa uno de los sectores con mayor volumen de emisiones de gases de efecto invernadero, los escenarios proponen fuertes medidas de mitigación. Mientras que en el escenario BAU, el aumento del nivel de emisiones hacia 2050 es de 167%, el escenario Increased Effort propone disminuciones para que dicho nivel se reduzca a tan solo 17%<sup>57</sup>. Distinto es en el escenario Green Disruptive, cuyas medidas disruptivas llegan incluso a lograr reducciones respecto a los niveles del año base. Esta reducción de emisiones se proyecta en un 48%.

Figura 52: Emisiones – sector no energético (MtCO2 eq.)



Fuente: análisis Deloitte.

## Sector AFOLU

### Ganadería

**La ganadería en Argentina es un sector con gran actividad y clave para la economía del país (representa el 3,2% del PBI y casi el 6% de las exportaciones)<sup>58</sup>, pero a su vez contribuye notablemente al aumento del nivel de emisiones.** En el año 2014, el sector ganadero fue responsable de la emisión de 56 MtCO2 equivalentes<sup>59</sup> (un 15,4% de las emisiones totales de Argentina en aquel entonces). Si estos niveles continuaran con la misma tendencia creciente, proyectando hacia 2030 y 2050, los niveles de emisiones se hallarían en torno a los 82,1 y 131,9 MtCO2 equivalentes respectivamente.

**Los escenarios proponen mejoras en esta tendencia de aumento del nivel de emisiones, de distinto grado, pero con esfuerzos en distintas palancas a través de diversas medidas en lo que respecta al manejo de la ganadería, que ayudan a lograr resultados más favorables.** El escenario Increased Effort muestra reducciones por el 7% y el 39% en 2030 y 2050 respectivamente, con respecto a niveles BAU, mientras que en el escenario Green Disruptive, estos niveles pasan a ser de 41% y 70%, mostrando disminuciones aún más agresivas.

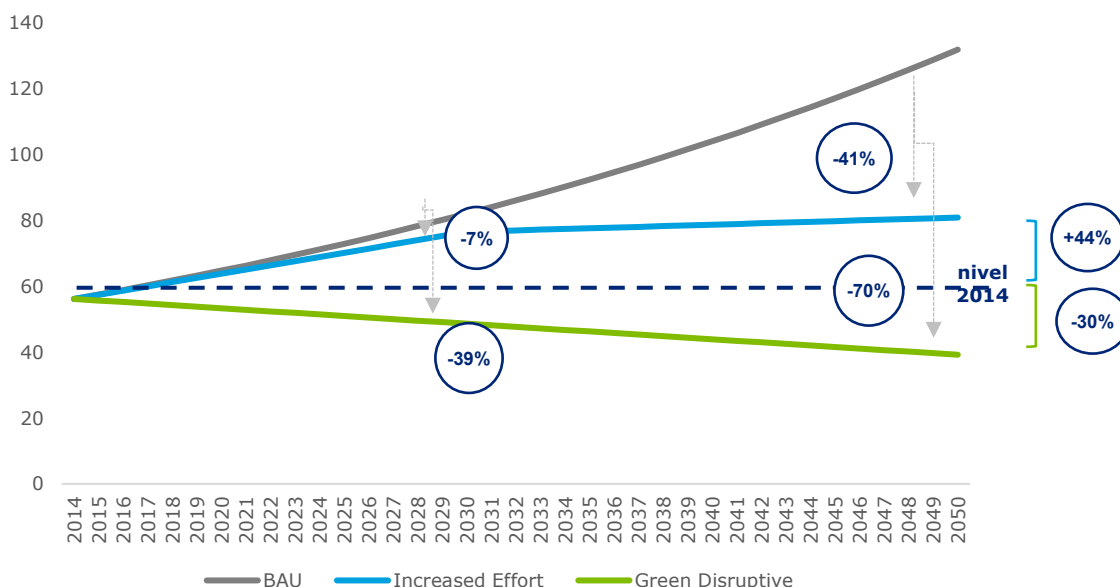
<sup>57</sup> Fuente: Elaboración Propia – proyección de emisiones de GEI según modelo. Ver figura 11

<sup>58</sup> Fuente: Indec

<sup>59</sup> Fuente: Segundo Informe Bienal De Actualización De La República Argentina A La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático Anexos 1 Y 2 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina

Estas reducciones se logran, como se remarcó anteriormente, mediante la implementación de medidas de mitigación de carácter sistémico, ambiciosas y estratégicas, que abarcan al subsector entero. La promoción de buenas prácticas y la mejora de procesos mediante el desarrollo de planes y programas públicos de extensionismo rural es fundamental para lograr estas metas.

**Figura 53: Emisiones - sub-sector ganadería (MtCO2 eq.)**



Fuente: análisis Deloitte.

## Usos de los suelos

**El uso de la tierra, más que nada aquel que tiene que ver con la forestación, fue responsable de la emisión de 45,7 MtCO2 equivalentes en 2014<sup>60</sup> (un 12,6% de las emisiones totales de Argentina en aquel entonces)<sup>61</sup>.**

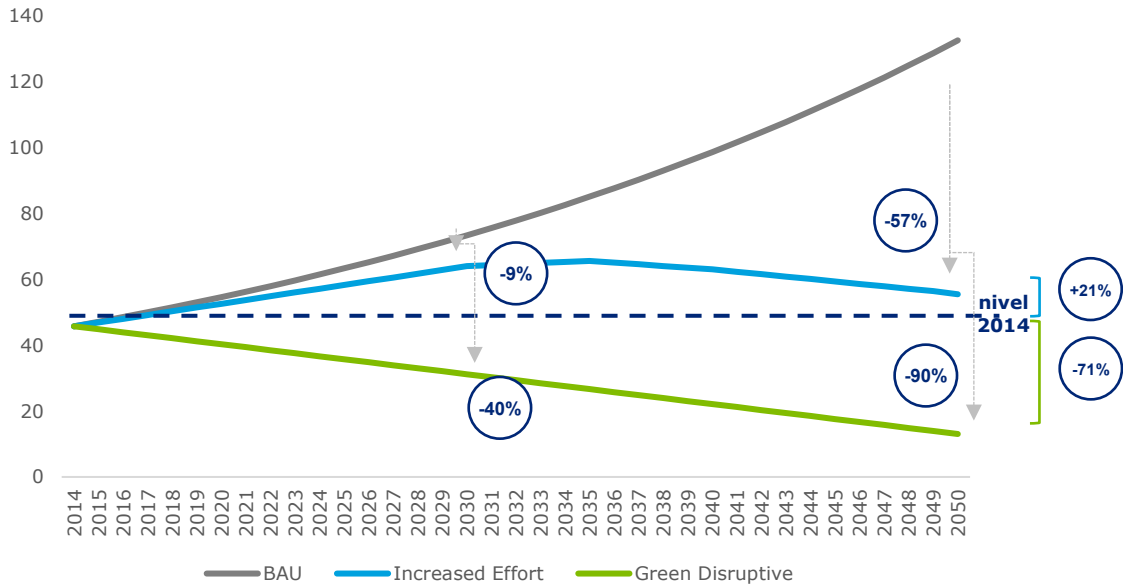
En caso de no aplicarse medidas que logren mitigar el nivel de emisiones, el sub-sector registraría niveles de 73,4 MtCO2 equivalente en 2030 y 132,6 2050 MtCO2 equivalente en 2050. El escenario Increased Effort propone medidas en torno a la forestación que buscan reducir estos niveles un 9% en 2030 y un 40% en 2050, mientras que el Green Disruptive, en línea con estas medidas y también mediante la mejora en pastizales y el mejor uso de tierra para cultivo, propone reducciones de 57% y 90% en 2030 y 2050 respectivamente, en relación a los niveles BAU.

**La reducción de la deforestación y la promoción del aumento de la superficie de las plantaciones forestales es fundamental para que lograr las metas.**

<sup>60</sup> Fuente: Segundo Informe Bienal De Actualización De La República Argentina A La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático Anexos 1 Y 2 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina

<sup>61</sup> Ver Figura 53

**Figura 54: Emisiones - sub-sector otros usos de los suelos (MtCO2 eq.)**



Fuente: análisis Deloitte.

La ganadería y el uso de suelos, en conjunto con otras actividades relacionada a la agricultura, componen la totalidad del sector que denominamos AFOLU, que alcanzó niveles de emisiones por 144 MtCO2 equivalentes en 2014. El escenario Increased Effort propone reducciones con respecto al niveles BAU de 18% y 50% para 2030 y 2050 respectivamente, mientras que Green Disruptive lleva estos niveles a 39% y 62%.

**Figura 55: Emisiones - AFOLU (MtCO2 eq.)**



Fuente: análisis Deloitte.

## Residuos Sólidos

Las emisiones de GEI del sector residuos ascendieron en 2014 a 13,89 MtCO2eq., compuesto casi en su totalidad de emisiones de metano. El 50,8% corresponde a emisiones por aguas residuales, 49% a eliminación

de residuos sólidos y 0,2% a incineración de residuos<sup>62</sup>. La práctica usual es la disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) en rellenos sanitarios o en Sitios de Disposición Final (SDF), existiendo una proporción menor todavía que se dispone en basurales a cielo abierto (BCA). En cuanto al manejo de aguas residuales, las plantas de tratamiento urbanas pueden recibir aguas domésticas y comerciales. En general los efluentes industriales no se vierten en la red pública domiciliar, sino que son tratados in situ en las plantas o son descargados a cursos de agua superficiales. En el 2014 se estimaba que poco más de 52% de la población era atendida por una red pública como sistema de descarga, el resto con pozo ciego con o sin cámara séptica. La evolución de las emisiones está asociado al crecimiento poblacional. En cuanto a las emisiones de aguas residuales industriales, tres industrias concentran el 85% de las emisiones.<sup>63</sup>

Dado el carácter federal del tratamiento de residuos, donde los municipios son en la mayoría de los casos responsables de la gestión, un objetivo prioritario es delinear sistemas de gestión que no solo procuren reducir emisiones de GEI a partir de residuos, como es la generación de energía eléctrica o térmica, sino también alcanzar el mayor porcentaje posible de reciclaje considerando la jerarquía del tratamiento de residuos. Es decir, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos per cápita.

**Las medidas de mitigación consideradas en el escenario Increased Effort podrían reducir las emisiones para los distintos subsectores entre 34% y 77% para el 2030 respecto a la línea base (BAU).** Estos guarismos se alcanzarían a partir de la captura de metano en los principales SDF y el tratamiento anaeróbico -mediante lagunas cubiertas o biodigestores para la formación y captura de biogás- de aguas residuales. Igualmente, para el tratamiento de residuos cloacales, existe la posibilidad no solo de aumentar el alcance de las plantas de tratamiento cloacales, del actual 50% a poco más de 67%, como considera el escenario realizado por el Gobierno. Estableciendo una meta de al menos 75% y más importante, aumentar la cantidad de plantas modelo que permiten disminuir al mínimo la emisión de metano. Actualmente solo el 2% del total de la población es atendida por este tipo de plantas, lo que permitiría una reducción más ambiciosa en el tiempo, hasta alcanzar el 66% al 2050 en comparación al escenario BAU. Este escenario de esfuerzo incremental permitiría mantener constante las emisiones provenientes de residuos.

**En el escenario Green Disruptive, las medidas incrementales con relación al escenario anterior es establecer una política de reciclado que permita disminuir la cantidad de residuos anuales por habitante a través de una economía circular,** aumentando el esfuerzo de reciclaje a lo largo de toda la cadena económica. Esto permitiría llevar las emisiones a un mínimo, y alcanzar una reducción del 90% en el 2050 versus el BAU. En este escenario las emisiones acumuladas ascienden a 594 MtCO<sub>2</sub>e.

## Emisiones Fugitivas

**El sector de producción y transporte de gas es el principal emisor de emisiones de metano. Las mismas se producen como consecuencia de las pérdidas de gas especialmente en transporte, y la quema o venteo de gas en boca de pozo. Los beneficios de disminuir las emisiones no son solo ambientales, pues el costo económico del gas perdido es sustancial.**

Las medidas de mitigación suelen clasificarse en tres categorías, que son actualización o modificación de los equipos existentes, cambios en prácticas operativas, incluyendo inspección directa y mantenimiento; y la instalación de nuevo equipamiento. A partir de restricciones aplicadas en ciertos países al venteo, quema de gas en producción y estándares más estrictos de inspección y mantenimiento, se han desarrollado las tecnologías que permite una reducción sustancial en las emisiones de metano. En particular, las técnicas de terminación de pozo no convencional permiten capturar hasta el 90% del gas que de otra manera sería venteado o quemado en antorcha.<sup>64</sup>

Estos avances tecnológicos, más la adopción de mejores prácticas, permitieron a las empresas del sector a nivel global lanzar la Iniciativa Climática del Petróleo & Gas<sup>65</sup> con el objetivo de reducir a prácticamente cero las emisiones de metano de la cadena de valor del gas natural. Participan de la iniciativa 13 de las principales

<sup>62</sup> Fuente: Segundo Informe Bienal de Actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Anexos 1 Y 2 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la República Argentina.

<sup>63</sup> Fuente: INDEC

<sup>64</sup> Fuente: Manual Sobre El Sector De La Energía - Emisiones Fugitivas. Capítulo 4 <https://unfccc.int/sites/default/files/8-bis-handbook-fugitive-emissions.pdf>

<sup>65</sup> <https://oilandgasclimateinitiative.com/>

empresas del sector a nivel global. Esta trayectoria significaría reducir como mínimo el 30% de las emisiones al 2030.

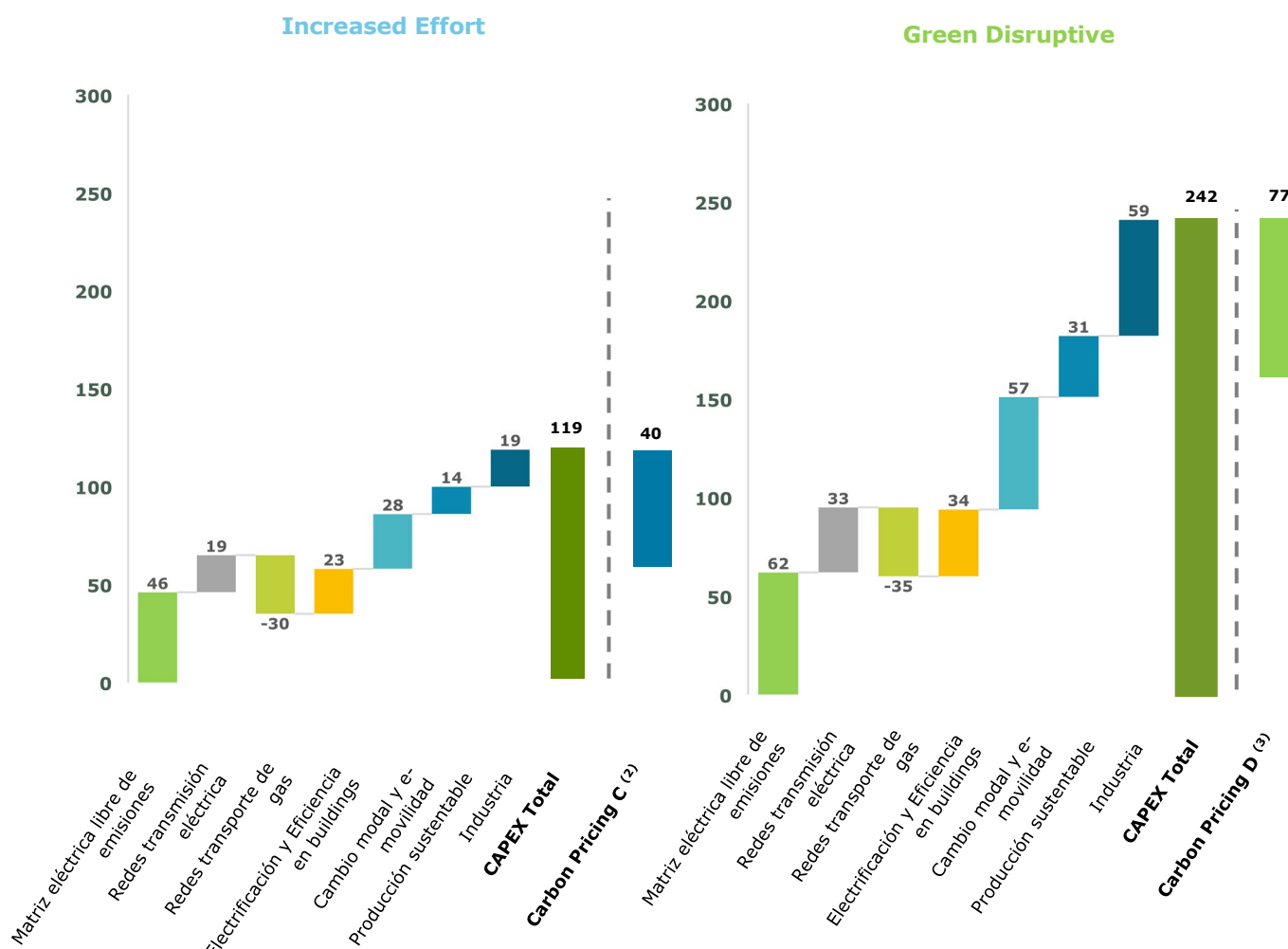
En el escenario Increased Effort las emisiones alcanzan su máximo en el 2019 y mediante la implementación de las medidas antes descriptas se reducen a razón del 3,5% anual, siendo un 65,1% menor al 2014. En el escenario Green Disruptive se establecen límites más estrictos y se incorporan norma de terminación de posos que permitiría reducir prácticamente la totalidad de emisiones al 2050.

### 3.7. Análisis de inversiones y costos en el sistema

#### Inversiones necesarias durante el periodo 2016-2050

**Los cambios planteados en los escenarios requerirán de inversiones incrementales con relación al escenario de referencia, que a valor presente alcanzan USD 119.000 millones y USD 242.000 millones de 2014<sup>66</sup>.** Las inversiones abarcan todos los sectores económicos, especialmente la transformación de la matriz eléctrica y los cambios del sector transporte, incluyendo los cambios modales que desarrollen una mayor penetración del tren. Este último junto con la industria muestra que la inversión adicional entre el escenario Increased Effort y Green Disruptive es significativo, si se quiere lograr la reducción de emisiones en términos absolutos.

Figura 56: CAPEX totales - en comparación al BAU (miles de millones de USD)<sup>(1)</sup>



(1) Inversiones de capital a valor presente neto, descontado a una tasa del 5%.

(2) La trayectoria de CP Conservadora comienza en 5 USD/tCO2 y finaliza en 40 USD/tCO2 a 2050.

(3) CP Disruptivo comienza en 10 USD/tCO2 y finaliza en 77 USD/tCO2 a 2050.

Fuente: análisis Deloitte.

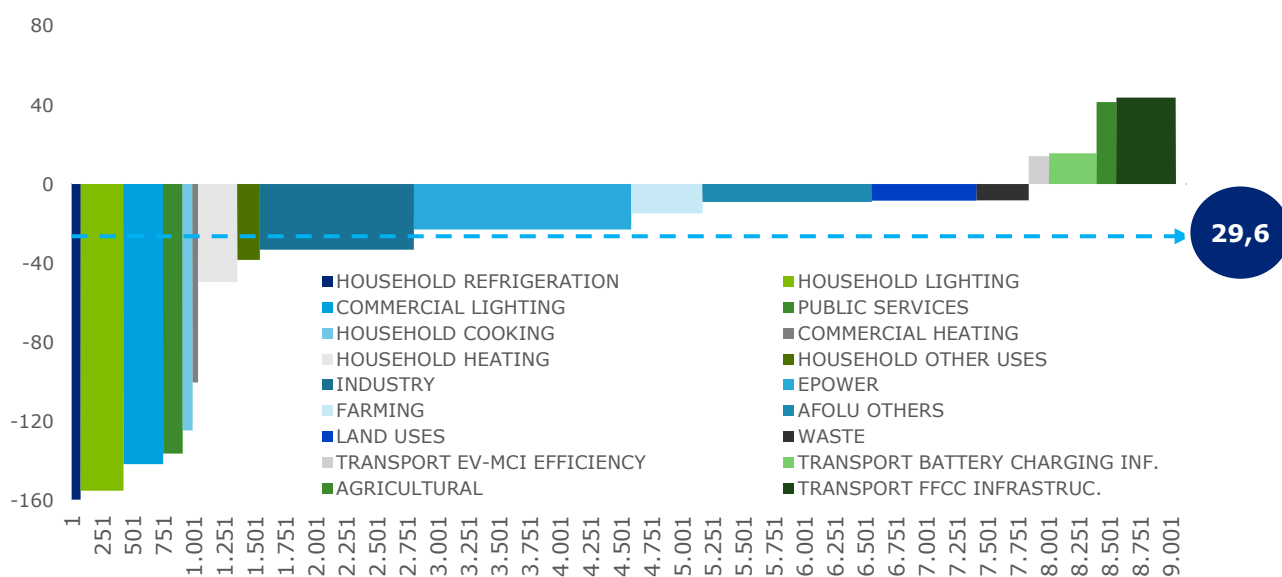
<sup>66</sup> Todos los valores se encuentran descontados a 2014, a la tasa utilizada por los organismos internacionales para países emergentes del 5%.

La literatura reciente producida desde distintas organizaciones para la lucha contra el cambio climático, observa en la fijación de precios del carbono, o en los llamados esquemas *Carbon Pricing* que penalizan las emisiones, una poderosa palanca política para apoyar la descarbonización y financiar las inversiones necesarias en la transición, al tiempo que estimulan la competitividad, la creación de empleos y la innovación.<sup>67</sup> En la actualidad, alrededor de 40 gobiernos nacionales y 23 Gobiernos subnacionales han implementado mecanismos de fijación del precio del carbono, con lo que se cubre el 12 % de las emisiones mundiales<sup>68</sup>.

En ese sentido, la valorización de las inversiones incrementales promedio del escenario Increased Effort sin Carbon Pricing asciende a un beneficio neto de USD 29,6 por tCO<sub>2</sub>eq. evitada. Considerando una trayectoria de Carbon Pricing (CP) conservadora y creciente en el tiempo que permita financiar parte de esas inversiones, cambian la ecuación a medidas que antes tenían costos finales positivos y ahora pasan a ser viables económicamente, permitiendo que el beneficio promedio del escenario aumente a a USD 34,0 por tCO<sub>2</sub>eq.

### Increased Effort

**Figura 57: Curva de costo/beneficio medio – por medida/sector (miles de millones de USD)<sup>(1)</sup>**



(1) Valor presente neto resultante de la/las medidas (descontado a una tasa del 5%) dividido las toneladas acumuladas evitadas. Incluye los costos sociales del carbono a USD 44 la tCO<sub>2</sub>eq.  
Fuente: análisis Deloitte.

En el caso del escenario Green Disruptive, las inversiones incrementales, en promedio, arrojan un beneficio neto de USD 20,4 por tCO<sub>2</sub>eq evitada. Considerando una trayectoria de Carbon Pricing (CP) disruptiva y creciente en el tiempo<sup>69</sup>, medidas que antes tenían costos finales positivos pasan a ser viables económicamente, permitiendo que el beneficio promedio crezca a USD 26,2 por tonelada de CO<sub>2</sub>.

<sup>67</sup> Fuente: Coalición de Liderazgo para la Fijación del Precio del Carbono (CPLC, por sus siglas en inglés), una alianza mundial puesta en marcha durante las negociaciones sobre el clima en París, con el objetivo de reunir el apoyo público y privado para la fijación del precio del carbono en todo el mundo.

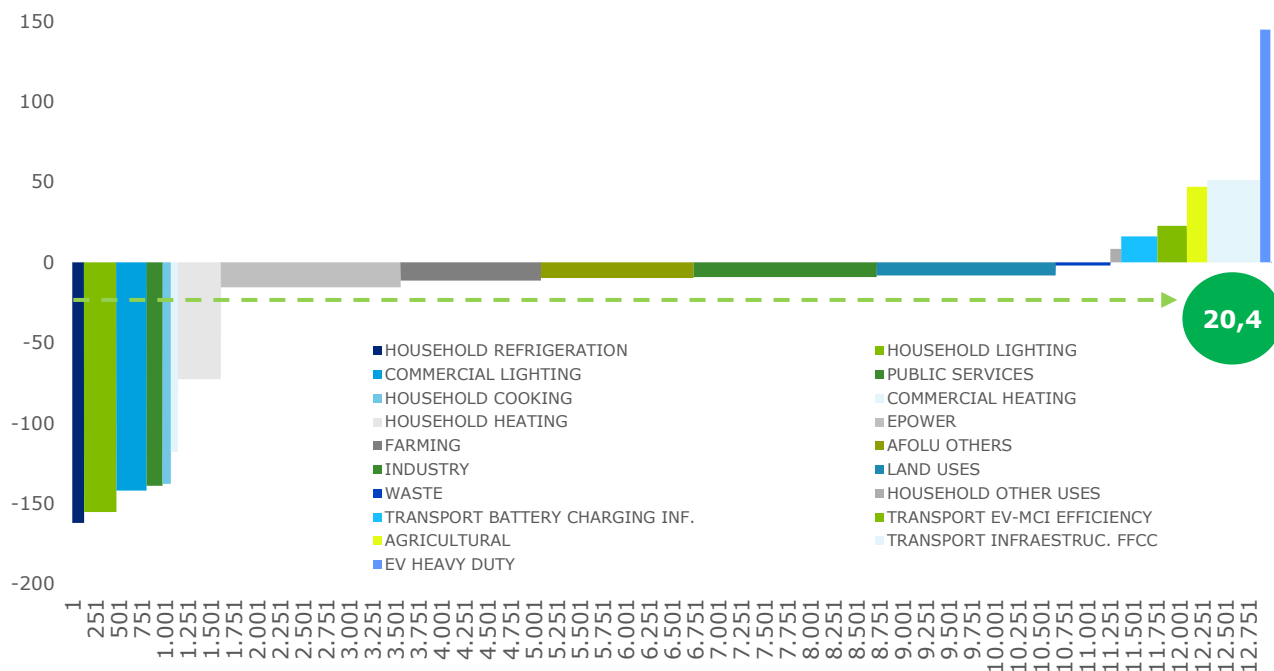
<sup>68</sup> Fuente: CPLC, Año 2016 (<https://www.cdp.net/CDPResults/carbon-pricing-in-the-corporate-world.pdf>)

<sup>69</sup> La trayectoria de Carbon Pricing Conservadora comienza en 5 USD/tCO<sub>2</sub> y finaliza en 40 USD/tCO<sub>2</sub> a 2050. La trayectoria Disruptiva comienza en 10 USD/tCO<sub>2</sub> y finaliza en 77 USD/tCO<sub>2</sub> a 2050.



## Green Disruptive

**Figura 58: Curva de costo/beneficio medio – por medida/sector (miles de millones de USD)<sup>(1)</sup>**



(1) Valor presente neto resultante de la/las medidas (descontado a una tasa del 5%) dividido las toneladas acumuladas evitadas. Incluye los costos sociales del carbono a USD 44 la tCO<sub>2</sub>eq.  
Fuente: análisis Deloitte

# 4. Recomendaciones de política energética para una descarbonización sostenible

**A partir del análisis de la visión a largo plazo del modelo energético argentino a 2050 y del período de transición, se plantean un conjunto de políticas a considerarse para direccionar a nuestro país hacia una descarbonización eficiente.**

En primer lugar, se propone determinar objetivos vinculantes de descarbonización de cara a 2030 y a 2050 en todas las áreas que impacten en los niveles de demanda energética, las industrias relacionadas con la generación y transformación de energía, y sobre lo que respecta al sector no energético. Dentro de cada categoría, se debería apuntar a nivel de cada sub-sector con políticas concretas que modifiquen y alteren las condiciones, funcionamiento y niveles de eficiencia, entre otras cuestiones, para lograr los objetivos planteados en el marco de reducción de gases de efecto invernadero (GEI).

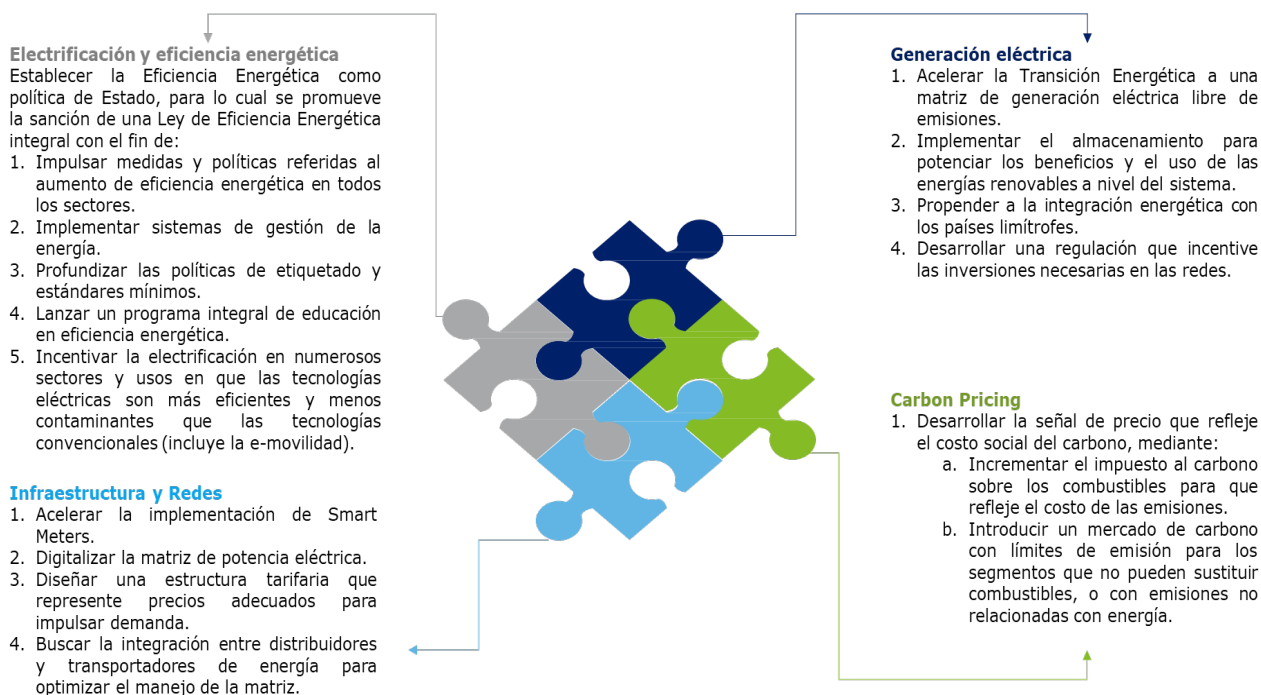
“Se propone determinar objetivos vinculantes de descarbonización de cara a 2030 y a 2050”

Se espera que estos objetivos y las políticas relacionadas sirvan de guía para entidades reguladoras con el fin de incentivar la descarbonización a nivel nacional, contando con el aporte de los distintos agentes económicos y los consumidores de energía.

Históricamente el país ha tenido un aumento sostenido en los niveles de emisión de GEI, siendo la Energía, Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra los sectores que mayor participación en las emisiones totales poseen. Por lo tanto, estas recomendaciones encuentran su origen y fundamento en la necesidad y en la potencialidad de Argentina para imponer metas y definir medidas en materia de eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

A continuación, se puede observar un resumen de las recomendaciones incluidas en la presente sección.

**Figura 59: Recomendaciones de política energética para direccionar nuestro modelo energético hacia la descarbonización**



Fuente: análisis Deloitte

#### 4.1. Recomendaciones para la generación eléctrica a partir de una matriz verde

En el marco del Acuerdo de París, se propone una mayor utilización de la energía eléctrica como fuente de energía, dado el potencial que la Argentina tiene para el desarrollo de dicho recurso. De hecho, nuestro país cuenta con las condiciones necesarias para convertirse en uno de los mercados de energías renovables más atractivos de América Latina. La amplia variedad y disponibilidad de recursos naturales y la amplitud del territorio proporciona una diversidad de características geográficas y microclimas que pueden favorecer el desarrollo de distintos tipos de tecnologías. El potencial del noroeste para desarrollar tecnologías solares fotovoltaicas, el aprovechamiento de cauces mediante pequeñas hidroeléctricas en la región cuyana, las tecnologías eólicas con enorme potencialidad de crecimiento en el sur y sudeste del país, y el biogás en la región pampeana, entre otras tecnologías, permiten proponer una electrificación de la matriz a nivel nacional.

##### **Recomendación 1: Acelerar la Transición Energética a una matriz de generación eléctrica libre de emisiones.**

La Ley 27.191 es el puntapié inicial para establecer el diseño de la matriz eléctrica del futuro. A partir de los escenarios de planificación, se deben establecer las políticas e incentivos para satisfacer la nueva demanda de cara a 2050, cuáles proyectos y en qué fecha se espera incorporar el potencial hídrico relevado, cuál es la penetración de la generación renovable intermitente considerando la introducción de almacenamiento, el respaldo térmico compatible con el escenario planteado y el retiro de activos de generación térmica de baja eficiencia.

Esta planificación deberá considerar el mínimo costo para el usuario, tomando en cuenta además el costo social de la emisión de carbono. Para esto resultará necesario monitorear y actualizar periódicamente el plan elaborado en base a la evolución de los costos de las tecnologías.

La configuración esperada de la matriz debe dar lugar a una reforma del mercado eléctrico mayorista para que remunere de forma competitiva la generación de energía como el respaldo de potencia, diseñando un mercado de capacidad compatible con la alta penetración esperada de energía renovable intermitente. Entre

las reformas se debe analizar si el costo marginal de corto plazo sigue siendo una señal de precio eficiente no solo para el despacho de la generación a mínimo costo, sino para expandir la oferta, e introducir nuevos mercados de negociación o licitación de energía acorde a los cambios en el funcionamiento del mercado mayorista.

### **Recomendación 2: Implementar el almacenamiento para potenciar los beneficios y el uso de las energías renovables a nivel del sistema.**

Los avances en la reducción del costo de almacenamiento con baterías han sido importantes en los últimos años y se espera que a partir de 2030 sean competitivos, o antes dependiendo el precio de los combustibles fósiles. Se debe considerar su utilización junto con la generación solar como capacidad firme para la satisfacción del pico de demanda anual. Igualmente, se deben explorar otras alternativas como las centrales hidroeléctricas de bombeo, que hagan compatible esta recomendación con el objetivo de minimizar el costo para el usuario.

### **Recomendación 3: Propender a la integración energética con los países limítrofes.**

La mayor variabilidad de la generación renovable intermitente requiere de una mayor integración regional para gestionar los excedentes o déficits de generación local. Se requiere coordinar los sistemas de transmisión a nivel país con el objetivo de minimizar la reducción forzada de generación (curtailment) a nivel regional, permitiendo mayores intercambios. No obstante, es importante comprender que no solo alcanza con coordinar los sistemas de transmisión (parte técnica), dado que ya existen interconexiones pero con bajo factor de uso como consecuencia de cuestiones políticas o criterios de auto seguridad del país. Un ejemplo de ello es el Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central (SIEPAC), cuya red incluye una línea de transmisión a lo largo de 1.790 kilómetros con una tensión de 230 mil voltios y una capacidad de transmisión de 300 megavatios entre Guatemala y Panamá, un total de 15 estaciones de transmisión.<sup>70</sup>

### **Recomendación 4: Desarrollar una regulación que incentive las inversiones necesarias en las redes.**

La expansión del sistema de transmisión debe planificarse de modo tal que permita atender el pico de demanda del sistema y la integración regional. Esta inversión debe analizarse considerando los beneficios incrementales de todo el transporte energético. Es decir, considerando el reemplazo de la necesidad de transportar gas natural para la generación térmica.

## **4.2 Recomendaciones sobre eficiencia energética y descarbonización de usos finales a través de la electrificación**

### **Recomendación 5: Establecer a la Eficiencia Energética como política de Estado, para lo cual se promueve la sanción de una Ley de Eficiencia Energética integral con el fin de:**

- Impulsar medidas y políticas ambiciosas referidas al aumento de eficiencia energética en todos los sectores, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente y asegurando el suministro de energía para un país en crecimiento.
- Implementar sistemas de gestión de la energía.
- Crear la figura del usuario con capacidad de gestión: la gestión energética debería ser llevada a cabo por el propio usuario, en el caso de que se tratase de grandes usuarios, o por el distribuidor, para el caso de usuarios chicos como residencias, por ejemplo.
- Implementar y promover el etiquetado y los estándares mínimos (para establecer niveles máximos de consumo energético y mínimos de eficiencia energética de todo equipo consumidor).
- Desarrollar una regulación específica para construcciones, aplicada tanto a nuevas como existentes, que establezca estándares de cumplimiento mínimo y obligatorio en eficiencia energética, referidos particularmente a la construcción (aislamiento térmico y climatización mediante aberturas y cerramientos, iluminación natural, etc.).

<sup>70</sup> <http://crie.org.gt/wp/siepac/>

- Lanzar un programa de educación en eficiencia energética, dirigido a los niveles escolar y superior, y que involucre cursos, seminarios, capacitaciones, y autodiagnósticos.

#### **Recomendación 6: Promover la reducción de emisiones de los sectores residencial y comercial.**

- Lanzar campañas de información que remarquen las ventajas de la electrificación en materia de reducción de emisiones y que propongan medidas para lograrla, y promover la adhesión a este programa de cambio con incentivos económicos y financiamiento. Se busca de esta manera:
  - Incrementar la participación de artefactos eléctricos en el hogar, llevando a cabo el traspaso a dicho tipo de tecnologías en los rubros calefacción, calentamiento del agua y cocina, a medida que se eficientiza el consumo energético de acuerdo a estándares internacionales.
  - Reemplazar tecnologías existentes por eficientes en el rubro "refrigeración".
  - Reemplazar luminarias tradicionales por luminarias LED, siguiendo las tendencias del mercado que apuntan a que se dejen de comercializar las lámparas halógenas hacia fines de 2019.
- Asegurar que la tarifa eléctrica sea una señal de precio que recoja los costes reales del suministro, eliminando aquellos sobrecostes derivados de políticas que distorsionen la señal de precio.
- Desarrollar también campañas de concientización sobre emisiones en edificios y equipamiento.
- En lo que respecta al sector comercial, se deberían establecer obligaciones, sujetas a revisión e inspección, de realizar inversiones en eficiencia energética, al mismo tiempo en que se crean incentivos (beneficios fiscales, por ejemplo) y se facilita el acceso al financiamiento para que se desarrollen proyectos atractivos.

#### **Recomendación 7: Promover la reducción de emisiones del sector público.**

- Definir un plan de adaptación de los edificios públicos que se vayan inaugurando a futuro (tales como colegios y hospitales), para que se encuentren aptos para la utilización de artefactos eléctricos.
- Reemplazar paulatinamente los artefactos no eléctricos por eléctricos en los establecimientos públicos existentes.
- Incorporar un plan de traspaso de luminarias tradicionales a tecnología LED a través de programas de licitación pública para efectuar dichos reemplazos.

#### **Recomendación 8: Fomentar la movilidad sostenible en el transporte ligero**

- Acelerar el cronograma de introducción de normativas que limiten la contaminación ambiental y de consumo de combustible proveniente de automotores con motores de combustión interna. La Argentina debe avanzar rápidamente a la convergencia de las normas internacionales más exigentes, estableciendo plazos claros y perentorios para su cumplimiento.
- Introducir en el marco de las normas antes mencionadas, un objetivo de emisión de dióxido de carbono a nivel flota por fabricante o importador, con límites crecientes a la emisión de GEI y/o mecanismos tipo súper-créditos. Incluir una meta mínima a 2030 y 2050 de participación en las ventas al mercado interno de vehículos híbridos o eléctricos a batería, estableciendo suficientes incentivos, como puede ser impuestos crecientes a la comercialización de vehículos con motores de combustión interna, que refleje la externalidad de emisiones.
- Las metas e instrumentos deben ser planificadas con suficiente tiempo de antelación y discusión para que sea la futura base de la configuración de la industria automotriz a nivel Mercosur.
- El desincentivo a la adquisición del auto a combustión interna deberá lograrse a través de mayores impuestos tanto a su adquisición como en el uso del mismo, incluyendo los impuestos en el combustible.
- Complementar los objetivos de penetración de vehículo eléctrico con incentivos a su adquisición o reemplazo de vehículos a combustión con alta antigüedad, incluyendo exención a impuestos internos y montos mayores en la desgravación en el impuesto al IVA y ganancias.

- Establecer medidas que reduzcan el tráfico de vehículos convencionales, restringiendo su circulación, especialmente en los centros urbanos, promocionando el auto eléctrico otorgando beneficios en el estacionamiento en la vía pública, o fomentando los esquemas de movilidad alternativa al vehículo, como bicicleta y transporte público.
- Incentivar la electrificación del total del transporte público urbano. La primera medida es completar la electrificación de los trenes urbanos que todavía circulan a Diésel.
- En segundo lugar, promover la electrificación del parque de colectivos, flotas públicas de transporte y servicios, y ómnibus, estableciendo metas mínimas de adquisición de nuevos transportes urbanos eléctricos. En línea con el decreto 51 de 2018 de radicación de plantas de fabricación de ómnibus eléctrico, planificar a través del mínimo de penetración, incentivos a la radicación industrial, el desarrollo de una oferta local suficiente para atender el cambio del transporte público a la modalidad sustentable.
- Desarrollar la infraestructura de recarga en las zonas urbanas de forma coordinada entre las provincias y el sector privado para cubrir progresivamente de manera eficiente y completa la disponibilidad suficiente de puntos de recarga, por ejemplo incluyendo requisitos de puntos de recarga en nueva construcción. Esta planificación deberá considerar también la infraestructura mínima necesaria en las rutas nacionales y provinciales.
- Para esto resulta necesario establecer un marco normativo específico a esta nueva realidad, estableciendo claramente los roles entre las distribuidoras de electricidad, agentes de recarga, y usuarios que incentive la inversión privada en la infraestructura de recarga.

#### **Recomendación 9: Fomentar el cambio modal a ferrocarril del transporte pesado.**

- Desarrollar una estrategia de infraestructuras logísticas que permita la descarbonización del sector del transporte de pesado.
- Revisión del estado de la infraestructura actual y capacidad de la red ferroviaria para maximizar su capacidad de transporte de mercancías.
- Impulsar la electrificación de la red actual y planificar su expansión en base a la electrificación de los ramales, considerando un costo de emisión evitada para realizar las licitaciones.

### 4.3. Recomendaciones sobre cambios estructurales a realizar en términos de infraestructura de redes y digitalización.

#### **Recomendación 10: Acelerar la implementación de medidores Smart**

La implementación inmediata de medidores Smart debe acelerarse para minimizar las pérdidas de la red y la reducción del costo operativo de los servicios públicos (costo de lectura del medidor). Modernizar la red para hacerla más "inteligente" y más resistente mediante el uso de tecnologías, equipos y controles de vanguardia que se comuniquen y trabajen en conjunto para suministrar electricidad de manera más confiable y eficiente puede reducir en gran medida la frecuencia y duración de los cortes de energía, y restaurar el servicio más rápido cuando ocurren interrupciones. Los consumidores pueden administrar mejor sus propios costos y consumo de energía porque tienen un acceso más fácil a sus propios datos. Las empresas de servicios también se benefician de una red modernizada, que incluye seguridad mejorada, cargas máximas reducidas, mayor integración de las energías renovables y menores costos operacionales.

#### **Recomendación 11: Digitalizar la matriz de potencia eléctrica**

La digitalización de la matriz eléctrica debe comenzar lo antes posible y es necesaria para mantenerse al día con las nuevas tecnologías, satisfacer los nuevos recursos de suministro y aumentar las demandas. Las actualizaciones de la matriz también permitirán un uso mayor y más eficiente de los recursos, reducirán la pérdida de electricidad debido a la transmisión a largas distancias y aumentarán el uso localizado de nuevos

tipos de generación y almacenamiento de electricidad. En general, la creación de una matriz eléctrica más inteligente dará como resultado un mejor sistema eléctrico.

### **Recomendación 12: Diseñar una estructura tarifaria que represente precios adecuados para impulsar una respuesta activa por parte de la demanda**

- Deben establecerse medidas específicas que garanticen la disponibilidad de redes de telecomunicaciones de alto rendimiento a un precio adecuado para permitir plenamente redes eléctricas inteligentes. Un requisito previo es tener una amplia disponibilidad en el territorio, a costos adecuados, de redes de telecomunicaciones con características de baja latencia y omnipresencia. Deben promoverse los servicios de conexión ad hoc a precios 'atractivos' por parte de las empresas de telecomunicaciones.
- Deberían considerarse procedimientos basados en incentivos y simplificados para la adopción de tecnologías inteligentes por parte de los consumidores a fin de involucrarlos activamente en el sector de la energía. A través de tales tecnologías, los consumidores deberían poder leer fácilmente datos e información sobre el consumo y tomar sus decisiones de consumo en consecuencia. La adopción tecnológica debe incentivarse al menos en las primeras etapas de despliegue de Smart Grids. El procedimiento para vincular dispositivos inteligentes y dispositivos con medidores inteligentes debe ser simple y no discriminatorio para los consumidores. Una toma más rápida de electrodomésticos inteligentes por parte de los consumidores debería ser impulsada por medidas destinadas a superar barreras no económicas. Las iniciativas de financiación (por ejemplo, distribución de riesgos y líneas de crédito dedicadas), respaldadas efectivamente por campañas de información, podrían permitir a los operadores promover tecnologías inteligentes y que los consumidores las utilicen para responder a la demanda.
- La estructura tarifaria debe diseñarse de modo que envíe señales de precios adecuadas que puedan impulsar Demand response y los comportamientos energéticos eficientes. Deben promoverse tarifas dinámicas y tarifas de tiempo de uso para dar la señal de precio correcta a los consumidores, pasando el costo real de la energía del mercado mayorista al minorista. Con respecto a las tarifas de red, considerando que los costos subyacentes asumidos por los operadores de red están relacionados con la capacidad, debería existir una mayor proporción de componentes relacionados con la capacidad. Además, los costos que no están directamente relacionados con el costo industrial de servir, como los costos de la política energética, impuestos y gravámenes, deben eliminarse de las facturas de electricidad para evitar la introducción de sesgos tecnológicos.

### **Recomendación 13: Buscar la integración entre distribuidores y transportadores de energía para optimizar el manejo de la matriz**

Una regulación que aproveche el rol de distribuidores y promueva una interacción bien diseñada entre éstos y las nuevas partes interesadas es fundamental para optimizar la asignación de recursos en las comunidades locales. Los municipios, otras empresas de servicios públicos y distribuidores pueden cooperar para optimizar el desarrollo de la infraestructura mientras se aprovechan las posibles sinergias y se evitan las duplicaciones. Esto incluye, por ejemplo, sinergias entre los sectores energéticos, como la medición múltiple, el transporte o las sinergias entre la electricidad y las infraestructuras de Telco (por ejemplo, alojamiento / alquiler). Con el objetivo de reducir los costos generales para los clientes finales, las intervenciones de los Distribuidores deben permitirse e incentivarse económicamente.

## **4.4. Recomendaciones sobre instrumentos económicos y políticas de carbon pricing**

### **Recomendación 14: Introducir una regulación específica para desarrollar una señal de precio efectiva del coste de las emisiones.**

- Podría realizarse mediante un impuesto aplicado sobre la emisión de CO<sub>2</sub> (impuesto al carbono).
- Promover el mercado de carbono y establecer un suelo al precio de CO<sub>2</sub>, para dar una señal económica clara hacia la reducción de emisiones.
- Realizar cambios favorables en el modelo sustentable.

## 4.5. Recomendaciones sobre sectores no energéticos

### **Recomendación 15: Promover la reducción de emisiones del sector agricultura.**

- Crear un programa de incentivos económicos para el desarrollo, promoción e implementación de maquinarias agrícolas eléctricas, de forma tal que se reemplace la utilización de GLP, Diésel y Fuel Oil como combustibles:
  - Programas de financiamiento a través de líneas de crédito que el gobierno otorgue específicamente para estos fines.
  - Otorgamiento de garantías que permitan a las compañías del rubro obtener financiamiento a un costo más bajo.

### **Recomendación 16: Promover la reducción de emisiones de los sectores ganadería, silvicultura, y en lo que respecta a otros usos de los suelos.**

- Desarrollar buenas prácticas en el desarrollo y manejo del ganado.
  - Promoción de campañas de vacunación para el ganado contra bacterias metanogénicas a fin de reducir las emisiones de gas metano.
  - Campañas para la promoción de buenas prácticas en el manejo de ganado en lo que respecta a alimentos y suplementos dietarios para ganado.
- Reducir las emisiones causadas por el uso indebido e irresponsable de la tierra.
  - Impulsar medidas que prevengan la deforestación, tales como:
    - ✓ Ofrecer incentivos a los propietarios de tierras forestales para facilitar la conservación de los bosques y la adopción de actividades de bajo impacto.
    - ✓ Fomentar el uso responsable de la pulpa de madera.
  - Incentivar la aforestación de pastizales, incorporando de esta manera sumideros de carbono forestal que sirvan para la captación de dióxido de carbono. Determinar con antelación la existencia y disponibilidad de los terrenos a aforestar, que dependerá de la necesidad de suministrar alimentos para la población creciente.
  - Desarrollar un plan de reforestación de tierras degradadas.
- Definir un plan para incentivar y desarrollar el manejo eficiente y consiente de pastizales, cultivos y ganado, e impulsar la restauración de la tierra.
  - Aumentar la productividad de pastizales, implementando sistemas de riego eficientes y aumentando intensidad de pastoreo.
  - Promoción de mejores prácticas agronómicas, rotando cultivos, aplicando sistemas de cultivo menos intensivos y mejorando el manejo de nutrientes.
  - Desarrollo de planes de revegetación y la conserva de agua con el fin de lograr la restauración de tierras.



# Anexo I

## Proceso de construcción de escenarios

En el presente apartado se detallan los principales supuestos implícitos en la construcción de escenarios y las comparaciones contra los escenarios publicados por el gobierno nacional.

### Comparación escenario BAU vs. NDC y MINEM Tendencial

El cuadro siguiente muestra las principales variables de la matriz energética y emisiones de gases de efecto invernadero, comparando el escenario BAU (elaborado por Deloitte) vs. los escenarios BAU de: (1) las NDC presentadas a la CMNUCC ("BAU NDC"), y (2) los Escenarios Energéticos 2030 realizados en el 2017 por MINEM ("MINEM Tendencial").

**Figura 60: Variables de la matriz energética y emisiones de GEI**

Variable	Unidad	NDC BAU 2016		MINEM Tendencial		BAU		Dif. BAU vs. MINEM Tendencial		Dif. BAU vs. NDC BAU	
		2030	%p-p	2030	%p-p	2030	%p-p	2030	% desvío	2030	% desvío
PBI	% a.a.			2,95%	50%	3%	51%		2%		
Población	Millones	n.a		49	13%	50	14%	1	2%		
Oferta Total Energética	MM tep	n.a		117	39%	126	54%	11	9%		
Consumo Eléctrico	TWh	n.a		211	59%	204	63%	-7	-3%		
Emisiones Totales	MtCO2eq.	592	47%			559	54%			-33	-6%
Emisiones Energéticas	MtCO2eq.	313	48%	227	20%	273	53%	46	17%	-40	-15%

Fuente: análisis Deloitte

- El escenario BAU está en línea con el escenario BAU NDC presentado ante la CMNUCC, con una diferencia de 6% en las emisiones totales y 15% en las emisiones energéticas.
- En comparación con el escenario MINEM tendencial, los supuestos de PBI y población son similares, mientras que el escenario BAU tiene 9% más de oferta energética, aunque 3% menos de generación eléctrica. En cuanto a las emisiones, MINEM tendencial solo proyecta las vinculadas a la energía, estando el escenario BAU 17% por arriba, aunque es importante entender que el escenario tendencial incluye medidas de mitigación, principalmente la ley 27.191 de fomento a las energías renovables y una reducción en la intensidad energética sobre el PBI de alrededor de 9%, que explica la diferencia con el BAU presentado ante CMNUCC.

### Comparación de los escenarios alternativos con los planteados por el gobierno

La comparación que entendemos relevante es entre el Escenario NDC 2016 con metas incondicionadas ("NDC Incondicional"); MINEM Eficiente - que incluye además de la menor intensidad energética antes mencionada, las medidas de la NDC 2016 -, y el Escenario Increased Effort elaborado por Deloitte.

**Figura 61: Variables de la matriz energética y emisiones de GEI**

Variable	Unidad	NDC Incondicional		MINEM Eficiente		Increased Effort		Dif. Increased Effort vs. MINEM Eficiente		Dif. Increased Effort vs. NDC Incondicional	
		2030	%p-p	2030	%p-p	2030	%p-p	2030	% desvío	2030	% desvío
Oferta Total Energética	MM tep			105	25%	94	3%	-11	-12%		
Consumo Eléctrico	TWh			176	32%	199	59%	23	12%		
Emisiones Totales	MtCO2eq.	483	20%			381				-102	-27%
Emisiones Energéticas	MtCO2eq.	229	9%	204	8%	209	17%	5	2%	-20	-10%

Fuente: análisis Deloitte

- En cuanto a la comparación del escenario Increased Effort con el escenario MINEM Eficiente, el primero tiene un 12% menos de oferta energética total, aunque 12% más de consumo eléctrico. En cuanto a las emisiones, el escenario Increased Effort incluye emisiones energéticas 2% superiores a las del Escenario MINEM eficiente, pero 10% inferiores a las presentadas ante CMNUCC por medidas incondicionales, mientras que ese valor se ubica en -27% si se compara con el total de emisiones.

Las diferencias entre los escenarios MINEM y el escenario Increased Effort se explican, principalmente, por:

- Relación entre el PBI y el consumo energético. MINEM para sus escenarios tendencial y eficiente estima que el consumo energético crece a razón de 0,6 a 0,9 veces el crecimiento del PBI, siendo la relación histórica igual a 1 (1993-2016). Es decir, que el consumo creció a la misma tasa que el PBI. El escenario BAU toma la elasticidad histórica (sin eficiencia implícita en el tendencial), mientras que en el Increased Effort la elasticidad es 0,62, lo que explica su similitud con el escenario MINEM eficiente al año 2030.
- Penetración de Gas Natural. MINEM aumenta la penetración de hogares con acceso a Gas Natural; mientras que en los escenarios de elaboración propia se mantiene la participación actual (NEA y Patagonia atendida por red eléctrica/red de GLP), al proponer que la demanda incremental se atienda con una mayor electrificación. Como consecuencia crece más rápido el gas natural y disminuye relativamente el consumo de petróleo (líquidos derivados)
- Eficiencia Energética. MINEM plantea las medidas del NDC. Los escenarios Increased Effort y Green Disruptive consideran metas más ambiciosas que además de incluir dichas medidas se complementan con otras como una mayor penetración de generación renovable, restricciones a emisiones en los sectores productivos y mayor sustitución de hidrocarburos por electricidad, a modo de ejemplo.
- Market Share Parque Automotor. MINEM plantea una muy baja penetración del auto eléctrico y aumento del corte de biocombustibles al 20%, incluyendo flota de transporte público; e incorporación de Autos con motores Flex (denominados E85-E100 en el sentido que pueden circular con combustión enteramente a biocombustibles), mientras que los escenarios Increased Effort y Green Disruptive se incorpora la electrificación de ómnibus, trenes (MINEM considera escenario de las INDC a diesel) y mayor penetración de auto eléctrico, pero sin una penetración significativa del motor flex para Argentina.
- Excedentes exportables. El escenario MINEM plantea excedentes exportables de gas y petróleo. Si bien solo afectan el consumo de transformación (no demanda final) y de una manera marginal, por lo que en los escenarios Increased Effort y Green Disruptive las emisiones derivadas de la exportación no fueron incluidas.

# Contactos

[Marcelo Bastante](#) Partner, Financial Advisory Leader

Mail: [mbastante@deloitte.com](mailto:mbastante@deloitte.com)

[Marcos Bazán](#) Partner, Financial Advisory

Mail: [mgbazan@deloitte.com](mailto:mgbazan@deloitte.com)

[Cristian Serricchio](#) Senior Manager, Financial Advisory

Mail: [cserricchio@deloitte.com](mailto:cserricchio@deloitte.com)

[Damián Grignaffini](#) Senior, Financial Advisory

Mail: [dgrignaffini@deloitte.com](mailto:dgrignaffini@deloitte.com)

[Ramiro Riádigos](#) Associate, Financial Advisory

Mail: [rriadigos@deloitte.com](mailto:rriadigos@deloitte.com)



# Deloitte.

Deloitte se refiere a una o más de las firmas miembro de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, una compañía privada del Reino Unido limitada por garantía ("DTTL"), su red de firmas miembro, y sus entidades relacionadas. DTTL y cada una de sus firmas miembro son entidades únicas e independientes y legalmente separadas. DTTL (también conocida como "Deloitte Global") no brinda servicios a los clientes. Por favor acceda a [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) para conocer más sobre nuestra red global de firmas miembro.

Deloitte brinda servicios de audit & assurance, consultoría, asesoría financiera, risk advisory, impuestos y servicios relacionados a empresas públicas y privadas que abarcan múltiples industrias. Deloitte presta servicios a cuatro de cinco compañías del Fortune Global 500® a través de una red global de firmas miembro en más de 150 países y territorios brindando sus capacidades de clase mundial y servicio de alta calidad a sus clientes, aportando la experiencia necesaria para hacer frente a los retos más complejos del negocio. Para conocer más sobre cómo los aproximadamente 264.000 profesionales de Deloitte "generan impactos que trascienden" por favor contáctese con nosotros en [Facebook](#) [LinkedIn](#) [Twitter](#).

Deloitte en Argentina, es miembro de Deloitte LATCO. Deloitte LATCO es la firma miembro de Deloitte Touche Tohmatsu Limited y los servicios son prestados por Deloitte & Co. S.A. y sus subsidiarias, las que se cuentan entre las firmas de servicios profesionales líderes en el país, prestando servicios de auditoría, impuestos, consultoría y asesoramiento financiero y servicios relacionados, con aproximadamente 2.000 profesionales y oficinas en Buenos Aires, Córdoba, Mendoza y Rosario. Reconocida como un "empleador de elección" por sus innovadores programas de recursos humanos, está dedicada a generar impactos que trascienden en los clientes, las personas y la sociedad.

Esta comunicación solamente contiene información general, y ni Deloitte Touche Tohmatsu Limited, ni sus firmas miembro, o sus entidades relacionadas (colectivamente, la "Red Deloitte"), mediante esta comunicación, prestan asesoramiento o servicios profesionales. Antes de tomar una decisión o tomar cualquier acción que pueda afectar sus finanzas o su negocio, usted debe consultar a un asesor profesional calificado. Ninguna entidad de la Red de Deloitte se hace responsable de cualquier pérdida que pueda sufrir cualquier persona que confíe en esta comunicación.