

A large circular graphic composed of various green icons arranged in a ring. The icons represent different aspects of a sustainable city: a sun, solar panels, a building, a car, a tree, a recycling symbol, a power line tower, a wind turbine, a house, a factory, a recycling bin, a leaf, a water drop, and a recycling symbol. The icons are arranged in a circular pattern, with some overlapping.

Ciudades del mañana

Ciudades circulares

Ciudades del mañana

Ciudades circulares

OCTUBRE DE 2018





Síntesis

8

Resumen ejecutivo

La ciudad cambia con las nuevas tecnologías

Objetivos comunes, desarrollo sostenible

La economía circular como impulso estratégico

En la senda abierta del cambio

16

La ciudad circular

Los principales retos para las ciudades del futuro

Los ámbitos urbanos de mayor relevancia

Las nuevas tecnologías

Gobernanza y partes interesadas

La visión de Enel respecto a las ciudades circulares

Conclusiones

34

Economía circular e indicadores

42

Actividades de Enel para ciudades circulares

Servicios energéticos Residencial

Industria

Movilidad

Infraestructuras públicas

Redes inteligentes

Regeneración urbana

Cadena de suministro

64

Ejemplos de proyectos circulares de Enel

Microrred renovable, Nueva York (Estados Unidos)

Alumbrado público inteligente, Mérida (España)

Movilidad eléctrica, Orbetello (Italia)

Respuesta a la demanda DR en Italia
DR en Irlanda

Future-e, Bari (Italia)

Fin de vida - Open Meter (Italia)



Resumen ejecutivo

La **economía circular** se ha impuesto como modelo para conseguir un desarrollo que combine competitividad, innovación y sostenibilidad. Se trata de una nueva visión del sistema económico que está adquiriendo un papel cada vez más predominante en las agendas de gobiernos, instituciones locales, asociaciones y empresas.

En las ciudades, donde cada vez se concentra un mayor porcentaje de la población mundial, donde se consume la mayoría de los recursos producidos y donde las situaciones críticas medioambientales son de especial importancia, la economía circular desempeña un papel decisivo. Imaginar un nuevo modelo de desarrollo para las ciudades significa imaginarlo para todo el planeta.

La definición de ciudad circular responde a una visión holística que integra en una única unidad la innovación tecnológica y los aspectos directamente relacionados con ella, los flujos de recursos y de energía y los modelos de producción y de consumo, considerando su impacto no solo en términos económicos y de prestaciones sino también medioambientales y sociales.

Imaginar un nuevo modelo de desarrollo para las ciudades significa imaginarlo para todo el planeta.



La innovación tecnológica ha puesto en marcha una transformación total del entorno urbano. La movilidad, la energía, la construcción, los residuos e incluso la alimentación y la sanidad están evolucionando.

La ciudad cambia con las nuevas tecnologías

La ciudad se está convirtiendo en un entorno en el que cada vez más podemos ver el paso de las ideas a los hechos, ya que las nuevas tecnologías aparecidas en la última década están permitiendo **pasar de la teoría a la práctica** de manera sistemática y a gran escala.

La innovación tecnológica ha puesto en marcha una transformación total del entorno urbano. La movilidad, la energía, la construcción, los residuos e incluso la alimentación y la sanidad están evolucionando.

Hasta hace unos pocos años, las soluciones que van tomando forma en la actualidad gracias a las nuevas tecnologías eran inimaginables. La lista es cada vez más larga y va de la gestión de la información mediante sensores, el cloud computing, las redes fijas y móviles de banda ultraancha, los APIs marketplaces, pasando por el Internet of Things, el Big Data, la inteligencia artificial y llegando a las aplicaciones finales como los sistemas de transporte inteligentes, el alumbrado público inteligente con servicios integrados con valor añadido, las smart grid, los coches eléctricos, las instalaciones de energías renovables o las baterías de acumulación.

Objetivos comunes, desarrollo sostenible

La conciencia de que las respuestas a las exigencias de una convivencia civilizadas y del negocio deben aportar no solo beneficios económicos, sino también medioambientales y sociales, ha hecho aflorar el **papel esencial de todos los grupos de interés**, así como la crucial importancia de su implicación en una óptica de creación de valor compartido.

La economía circular se ha convertido en el modelo de referencia gracias, entre otras cosas, a la consolidación del desarrollo sostenible como paradigma y objetivo compartido de empresas, instituciones y sociedad civil.

Incluso las principales iniciativas a nivel internacional para el desarrollo sostenible del planeta están estrechamente relacionadas con la economía circular.

La **lucha contra el cambio climático**, que llegó a su momento álgido en la Conferencia de las Partes de París, en 2015, exige un rápido proceso de descarbonización. Se trata de objetivos que únicamente se pueden cumplir a través de un modelo circular basado en fuentes de energía renovable y en la electrificación de la demanda.

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) promovidos por las Naciones Unidas de cara al horizonte 2030 indican 17 objetivos específicos para configurar un nuevo paradigma de economía y desarrollo: el modelo circular es un factor capacitador y las ciudades constituyen el lugar perfecto para conseguirlo, hasta tal punto que varios de los objetivos conciernen directamente a las áreas urbanas y uno en concreto (ODS 11) se refiere expresamente a las ciudades.

La economía circular como impulso estratégico

La innovación y la sostenibilidad se encuentran en el centro de la estrategia de Enel desde hace varios años. Es una decisión que ponemos en práctica de muchas maneras: desde el enfoque abierto e inclusivo para la creación de valor compartido, pasando por el desarrollo de infraestructuras con una tecnología avanzada o por el crecimiento constante de las energías renovables y de soluciones innovadoras basadas en el sector eléctrico.

La economía circular supone un impulso estratégico para Enel, ya que es uno de los pilares de nuestro enfoque, visible de manera sistemática en todos los aspectos de nuestra actividad.

Desde hace tiempo hemos iniciado una transición hacia un modelo económico fundado en fuentes y tecnologías renovables, caracterizado por un uso óptimo y cada vez más eficiente de nuestros activos con el objetivo de revalorizar nuestros productos, instalaciones y propiedades que ya no son competitivos con iniciativas capaces de aportar un beneficio medioambiental y oportunidades de negocio.

El recorrido que hemos emprendido plantea un desafío que fomenta la innovación, impulsando la identificación de soluciones con un impacto cada vez menor, facilitando la creación de sinergias, instando a fuertes colaboraciones transversales basadas en la innovación en toda la cadena de valor y permitiendo reducir los riesgos y los costes para encontrar nuevas soluciones.

En la senda abierta del cambio

Las ciudades ven cómo Enel opera en numerosos ámbitos, son entornos de vida a los que estamos aportando fuentes de generación renovable, soluciones para la movilidad eléctrica, infraestructuras innovadoras (smart grid, fibra óptica, alumbrado eléctrico inteligente), aplicaciones para consumidores y empresas, así como eficiencia energética. Nuestra contribución a las ciudades circulares incluye asimismo proyectos como el **Circular procurement**, para medir la circularidad de los proveedores, o **Futur-e**, para la reconversión de centrales termoeléctricas que ya no son competitivas, dándoles un nuevo uso.

Nuestras actividades abarcan un horizonte amplio y diversificado cuyo punto en común es la visión y el planteamiento de Enel, inspirados en la economía circular.

Hemos segmentado nuestra visión en términos de **enfoques, KPI y objetivos del Grupo**. Son referencias claras y medibles que colocamos en la base de la relación y del diálogo continuo con las instituciones, los clientes, los socios, las asociaciones, las start up, las comunidades y las instituciones científicas en todos los países en los que estamos presentes.

Gracias a este enfoque podemos plantearnos objetivos cada vez más ambiciosos e implicar, como protagonistas activos en la transición, a todos los sujetos que componen el ecosistema en el que operamos.

Aunque ya se ha avanzado mucho, **la transición de las ciudades hacia una economía circular** todavía está dando sus primeros pasos. Este documento describe, con un marco general, la visión y las actividades de Enel para poder entablar nuevas colaboraciones y diálogos, algo que constituye un rasgo característico de nuestra manera de interpretar y recorrer la senda del cambio.





La ciudad circular



Estamos asistiendo a una transformación sin precedentes de las ciudades. El crecimiento exponencial de la población y de los recursos utilizados, la evolución tecnológica de las infraestructuras y de los servicios y la importancia de los condicionantes medioambientales en los entornos urbanos son algunas de las señales de este cambio de época.

Esta profunda transformación tiene unos orígenes ya remotos y cada vez es más rápida y radical, sobre todo en la última década, asignándoles a las ciudades un nuevo papel fundamental, puesto que los centros urbanos pueden representar el punto de partida de una transición hacia un nuevo paradigma de desarrollo sostenible para todo el planeta.

Algunos datos pueden expresar mejor el impacto de los cambios actuales:

- Entre los años 1900 y 2015, el **porcentaje de población residente en ciudades creció del 14% al 54%** y las proyecciones prevén que alcance el 66 % en 2050¹;
- Las ciudades generaron unos **1.300 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos** en 2012¹;
- El consumo de materiales en las ciudades pasará de los 40.000 millones de toneladas en 2010 a los 90.000 millones en 2050².



¹ Banco Mundial: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html>

² PNUMA, IRP 2018: https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Publications/ISWA_Reports/GWMO_summary_web.pdf

Los principales retos para las ciudades del futuro

Los cambios actuales afectan directamente a la calidad de vida de los ciudadanos.

Algunos de los principales retos son:

Consumo de recursos

Asistimos a un derroche estructural de recursos y de capacidades. Pensemos por ejemplo en que los automóviles suelen estar aparcados, de media, el 92% del tiempo (y cuando se utilizan nunca se llega al máximo de su capacidad), que el 31% de los alimentos se desperdicia a lo largo de la cadena de valor y que el factor de ocupación de las oficinas, de media, está entre un 35% y un 50% de su capacidad, incluso durante el horario laboral.

Impacto medioambiental

- *Contaminación del aire:* aproximadamente el 80% de las ciudades del planeta presenta niveles de contaminación por encima de los límites fijados por la Organización Mundial de la Salud². Esta situación afecta a la mayoría de los países. En 23 de los 28 Estados miembros de la Unión Europea, con un total de más de 130 ciudades, no se respetan los estándares de calidad del aire. Aquí debemos considerar que:
 - el transporte se basa prácticamente en su totalidad en diésel o gasolina;
 - la calefacción sigue dependiendo en gran medida de los combustibles fósiles y la biomasa;
 - se estima que por lo menos el 75% de los edificios no son eficientes desde el punto de vista energético.

- *Emisiones de gases de efecto invernadero:* más de dos tercios de la energía del planeta se consume en las ciudades, que son la causa de aproximadamente el 70% de las emisiones mundiales³.
- *Residuos:* la reducción y la gestión de los residuos es uno de los aspectos con mayor impacto, sobre todo en temas como sanidad y medio ambiente;
- *Contaminación de las aguas:* ríos, mares y acuíferos presentan niveles de contaminación que afectan a los ecosistemas y las personas;
- *Biodiversidad y servicios ecosistémicos:* la contaminación y el uso del suelo afectan de varias maneras a la biodiversidad, entre otras, con la interrupción de las rutas migratorias o la destrucción de hábitats naturales por completo.

Resiliencia

En las ciudades, el cambio climático ya constituye en la actualidad la causa de eventos extremos con efecto en la seguridad de los ciudadanos, el funcionamiento de las infraestructuras, las actividades económicas, etc.

Oportunidades económicas e inclusión social

Muchas actividades económicas tradicionales han desaparecido y cuesta que aparezcan otras nuevas, lo que acarrea grandes problemas laborales y sociales. El desarrollo de un nuevo modelo económico basado en la economía circular puede crear nuevas oportunidades y nuevos puestos de trabajo. Centrarse en la gestión de los activos existentes y en los servicios relacionados puede generar puestos de trabajo no eliminables con la automatización o con la deslocalización, a diferencia de lo que ocurre actualmente con algunas de las actividades manufactureras. Por otra parte,

³ Ellen MacArthur Foundation, 2017 https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Cities-in-the-CE_An-Initial-Exploration.pdf



las nuevas tecnologías presentan nuevas oportunidades en el ámbito del conocido como e-government: la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, que se puedan analizar según las exigencias, permite tomar decisiones rápidas, interactuar de manera rápida y proactiva con los ciudadanos y transformar toda esa cantidad de información disponible en una mejora de la calidad de vida y de la competitividad.

Los ámbitos urbanos de mayor relevancia

Para analizar los retos y las oportunidades de las ciudades del mañana, cabe destacar por su utilidad la clasificación propuesta por la **Ellen MacArthur Foundation**, en la que se subrayan algunos ámbitos importantes:

Áreas edificadas de uso residencial e industrial;

Sistemas energéticos: calefacción / refrigeración, transporte, suministro energético;

Movilidad, que incluye el transporte público y privado;

Bioeconomía, que incluye ámbitos como la alimentación y los residuos;

A estos ámbitos se puede añadir otro más, fundamental por su papel de facilitador de los anteriores:

Infraestructuras y redes, como la red eléctrica, el alumbrado público, la fibra óptica, las telecomunicaciones, el agua, el gas y los puertos.

Las nuevas tecnologías

Las infraestructuras y las tecnologías disponibles en la actualidad han evolucionado de manera rápida y completa recientemente. Las redes de comunicación como la banda ultraancha, el Internet de las cosas, el *Big Data* o la inteligencia artificial permiten introducir estructuras de control y algoritmos de optimización que aportan magníficas oportunidades tanto para el uso de los activos existentes como para el desarrollo de nuevos modelos de negocios.

Las nuevas tecnologías⁴ se pueden imaginar como niveles virtuales que se superponen al mundo físico tradicional, multiplicando su potencial. A título de ejemplo podemos citar:

Físico: se trata del mundo «tangible», compuesto, por ejemplo, por infraestructuras y productos tanto tradicionales como innovadores;

Data driven - digital: las nuevas tecnologías para la medición, la transmisión y la gestión de datos como, por ejemplo:

- *Data collection:* sensores inteligentes y *smart technology* para los consumidores finales;
- *Internet de las cosas y conectividad:* soluciones para que productos, activos, smartphone y dispositivos puedan comunicarse entre ellos con un nivel de control centralizado, a gran velocidad y latencia reducida. Es el caso, por ejemplo, de los *Energy Intelligence Software* (EIS) para edificios y fábricas, que permiten tanto supervisar constantemente el consumo energético de todas las empresas de servicios implicadas en el ciclo de producción / vida como comprobar si existen anomalías en el consumo para poder corregirlas.

⁴ McKinsey Global Institute, June 2018: SMART CITIES: DIGITAL SOLUTIONS FOR A MORE LIVABLE FUTURE



- *Big Data*: la disponibilidad en tiempo real de grandes volúmenes de datos y la posibilidad de analizarlos y elaborarlos con capacidades computacionales y algorítmicas cada vez más evolucionadas para permitir el desarrollo de nuevos servicios y mejorar el rendimiento de los ya existentes (por ejemplo, conocer el estado de un vehículo, su localización o su disponibilidad son requisitos imprescindibles para cualquier aplicación de car sharing).

Adopción y uso: es el tercer nivel, relacionado con los dos anteriores, que tiene que ver con las nuevas aplicaciones y los nuevos modelos de negocios posibles gracias a la inteligencia artificial y a los sistemas de respaldo a las decisiones, como es el caso del mantenimiento predictivo, de la optimización del reciclaje o de los flujos, de las soluciones de sharing o de los sistemas de respuesta a la demanda asociados a los activos distribuidos.

Gobernanza y partes interesadas

Todas las ciudades se caracterizan por particularidades como la localización, la historia o ciertos rasgos distintivos que las hacen únicas. Por este motivo, la visión de las ciudades inteligentes debe particularizarse e imaginarse de manera específica y puntual cada vez, consiguiendo el consenso y sobre todo fomentando la colaboración entre todas las partes interesadas para que puedan emerger tanto las exigencias como las propuestas de cada uno. Para que se construya un ecosistema circular eficaz es importante que coexistan tanto un enfoque «desde arriba» como uno «desde abajo».

Las instituciones desempeñan un papel crucial, ya que deben proporcionar una visión de largo plazo y un marco estratégico dentro del que operar, además de estar instadas a fomentar un desarrollo en las infraestructuras que lo respalde.

Ese marco ofrece una visión a largo plazo que indica los objetivos intermedios junto con los ámbitos principales y las herramientas de intervención, analizando las barreras existentes e identificando los estímulos sobre los que intervenir para desarrollar la expansión progresiva de las soluciones de transición dentro de todo el entorno urbano.

En esta fase, la implicación de todas las otras partes, de los ciudadanos a las empresas, pasando por las ONG y las start up, desempeña un papel fundamental.

Las continuas transformaciones ligadas a la innovación hacen que el proceso de gestión de la circularidad sea dinámico y requieren un enfoque flexible y abierto, en línea de lo que ocurre, por ejemplo, en el mundo empresarial con el modelo open innovation, donde la innovación ya no ocurre de manera planificada y «cerrada» sino que se desarrolla con la creación de un ecosistema donde las start up, la colaboración tecnológica y con los centros de investigación interactúan y hacen que surjan nuevas soluciones.

Las iniciativas espontáneas de ciudadanos, asociaciones o empresas también desempeñan un importante papel. El potencial que suponen las propuestas de particulares o las mixtas de carácter público-privado adquieren una gran importancia. Con el fin de evitar que estas contribuciones resulten esporádicas y aisladas es fundamental crear un enfoque integrado que permita que estas iniciativas desarrollen sinergias y colaboraciones de manera sistemática. La circularidad debe convertirse en una forma mentis que cada uno pueda adaptar a sus propias actividades y decisiones, tanto en la vida privada como en la esfera profesional y pública.

El desarrollo contextual de estas dos directrices, «desde arriba» y «desde abajo», impulsa el nacimiento de un ecosistema circular, donde todos cuentan con las condiciones necesarias para contribuir en ideas y acciones a una transición hacia la economía circular.

Algunas de las partes interesadas que deben considerarse, son, por ejemplo:

- **Instituciones locales:** fundamentales para ofrecer una visión a largo plazo, con objetivos intermedios, prioridades, medidas legislativas y supervisión de la evolución en el proceso y, por lo tanto, también para promover la innovación. Son precisamente las instituciones las que ponen en marcha el proceso que empieza con la definición de las prioridades, la publicación de licitaciones y la gestión de éstas, para después transformarlo en un círculo virtuoso capaz de fomentar un ecosistema innovador que encuentre soluciones tecnológicas y modelos de negocios vanguardistas;
- **Ciudadanos:** desempeñan un papel fundamental, tanto por su participación activa para definir la visión y las prioridades como para contribuir al cambio con sus ideas, proyectos y acciones diarias;
- **Empresas:** pueden contribuir a acelerar la transición gracias tanto a sus recursos financieros como a las competencias de gestión y técnicas;
- **Start up:** son creadoras y proveedoras de nuevas tecnologías y de nuevas soluciones y pueden colaborar con las grandes empresas y las instituciones locales para acelerar su implementación;
- **Universidades, ONG y centros de investigación:** son realidades que pueden divulgar el conocimiento de la economía circular, crear el contexto teórico y

cultural necesario y apoyar la transición, contribuyendo en la supervisión y abogando por conseguir los resultados;

- **Inversores:** representan una parte fundamental para fomentar la transición. La economía circular puede suponer para ellos tanto un indicador de menor riesgo como de innovación. El desarrollo de nuevas formas de financiación, como el crowdfunding, está ampliando aún más las oportunidades de inversión.

El perímetro de las partes implicadas no se limita a los habitantes de las ciudades, sino que se extiende a todo el mundo. La economía circular se desarrolla gracias a sinergias a nivel local, pero también internacional, que a menudo representan un patrimonio único para profundizar en experiencias desarrolladas en otros entornos, adquirir competencias o desarrollar otras sinergias más fructíferas.

La visión de Enel respecto a las ciudades circulares

El modelo económico se ha desarrollado hasta hoy siguiendo **un paradigma sobre todo lineal**, por lo que existe un gran capital de bienes e infraestructuras realizado según un modelo que ya no es adecuado y que expone a las ciudades a grandes problemas en lo que se refiere a los efectos medioambientales, de resiliencia, de desarrollo económico y de inclusión social. El cambio no puede ser repentino, pero ya hoy podemos identificar algunos estímulos sobre los que actuar.

Si imaginamos de una nueva manera su relación con los flujos de materias y de energía, así como la manera en la que usa sus activos y sus infraestructuras, una ciudad circular puede **mejorar la calidad de vida de los ciudadanos** en muchos ámbitos como la salud, el medio ambiente, el desarrollo y la inclusión social.



La visión de Enel de la economía circular, fundamentada sobre los cinco pilares detallados en el capítulo C es muy completa. Se pueden resaltar algunos de los ejemplos de lo que ya estamos haciendo en esta óptica:

- 1 Inputs sostenibles:** apostar por un nuevo paradigma basado en las fuentes renovables, el almacenamiento y las tecnologías eléctricas permite desviar el consumo hacia un mayor uso del sector eléctrico alimentado por energías renovables. Con esta integración se pueden usar tecnologías como la solar fotovoltaica o la térmica para producir energía sin emisiones y 100 % sostenible, que a su vez posibilitan las tecnologías eléctricas de gran eficiencia y sin emisiones, como las bombas de calor o los coches eléctricos. Se trata de una muestra de la eficacia del concepto de circularidad, que permite desplazar los inputs usados hacia las fuentes renovables, generando una gran cantidad de beneficios: las fuentes renovables ya son competitivas, las tecnologías eléctricas tienen valores de eficiencia mucho mayores respecto a las alternativas térmicas y un sistema eléctrico alimentado por energía renovable no tiene emisiones ni locales ni globales.
- 2 Ampliación de la vida útil:** Enel consigue la máxima vida de sus activos y garantiza las prestaciones previstas gracias a soluciones como el diseño en módulos, la supervisión con drones o el mantenimiento predictivo. El proyecto Future representa un claro ejemplo de este enfoque: los componentes de 23 centrales termoeléctricas por desmantelar se revalorizan como una oportunidad para el territorio, como punto de partida para la creación de nuevos negocios y como ocasión para una gran implicación de las comunidades locales y de las partes implicadas. De este modo, unos activos que con un enfoque lineal se habrían

gestionado como costes que minimizar, se revalorizan convirtiéndose en oportunidades de crecimiento y de empleo para el territorio.

- 3 Producto como servicio:** vender al cliente un servicio y no un producto significa proporcionarle únicamente lo que le sirve y le interesa, sin ofrecerle la propiedad del bien. De esta manera, varios clientes pueden utilizar el mismo activo, dejando que el operador asuma los gastos de gestión y mantenimiento. Un ejemplo en este sentido es la red de electrolineras para coches que Enel está instalando en toda Italia, una infraestructura al servicio de todos los usuarios de vehículos eléctricos que sigue la lógica del Product as a service (PAAS). El beneficio de este enfoque es que el cliente solo paga por lo que necesita (el servicio de recarga) sin tener que comprar el producto (la electrolinera), que seguirá siendo propiedad de la empresa que se encarga de su gestión y mantenimiento. Sin abandonar esta dinámica, otro ejemplo más que todavía se encuentra en fase piloto es el de los coches eléctricos aparcados, que pueden contribuir a regular la red eléctrica gracias a sus baterías. En este caso, la perspectiva sufre un giro de 180° y es el cliente el que se convierte en proveedor de un servicio al sistema.
- 4 Sharing platforms:** crear microrredes inteligentes compartidas por varios usuarios que puedan emitir energía autoproducida con renovables y obtener energía de ellas para su consumo es un reflejo casi material del concepto de circularidad. El sharing aporta el beneficio de la optimización del uso de los bienes y productos gracias a que los iguales pueden compartir de una manera que supera la dimensión de la relación entre el cliente y la empresa.



5 Fin de vida: recuperar el valor de los bienes en desmantelamiento representa el último paso en un modelo de economía circular. Entre los numerosos ejemplos posibles, el del proceso de instalación de los contadores inteligentes de segunda generación en las casas de 31 millones de italianos es especialmente relevante en número y dinámica: el retiro de los contadores inteligentes de primera generación que deben sustituirse se está realizando con una gestión digitalizada y prevé la recuperación de los materiales de los contadores retirados.

Merecen un comentario especial las infraestructuras, que posibilitan de manera fundamental el modelo de economía circular, y que pueden ser objeto ellas mismas de aplicaciones de principios de economía circular en su construcción y en su gestión.

- **Red eléctrica inteligente:** para materializar la posibilidad de un sistema basado en fuentes renovables y tecnologías eléctricas es necesario gestionar la presencia de muchísimos nuevos puntos de emisión y / o de extracción (vehículos eléctricos, bombas de calor, paneles fotovoltaicos residenciales, etc.). Los clientes, que se convierten en prosumers (productores y consumidores), requieren una actualización continua de la red eléctrica que permita plenamente el uso de todas las nuevas tecnologías, garantizando a la vez la estabilidad de la red.
- **Alumbrado público inteligente:** la red de alumbrado público, además de ser cada vez más eficiente gracias a las nuevas tecnologías LED y a los sistemas avanzados de telecontrol, se convierte en una infraestructura que puede ofrecer nuevos servicios relacionados con la seguridad, la supervisión medioambiental / territorial y la conectividad.
- **Redes de transmisión de datos (fibra óptica y wireless):** la innovación tecnológica que ha permitido el desarrollo de muchas aplicaciones de economía circular

requiere la transmisión de volúmenes de datos mucho mayores respecto al pasado, con una latencia cada vez menor. Una conectividad adecuada a los nuevos flujos es un requisito necesario para conseguir el objetivo europeo de la llamada «Gigabyte Society» antes de 2025, permitiendo la aparición de nuevos servicios no solo para los ciudadanos y las empresas, sino también para la Administración Pública. Los sistemas de telecomunicaciones actuales en Europa, que a menudo se basan en redes de cobre, no permiten el salto cualitativo necesario que permita el desarrollo de los nuevos modelos de negocios para el futuro de las ciudades, como, por ejemplo, el e-government, el e-health, el e-learning, etc. ni para permitir el desarrollo de los servicios necesarios para las ciudades del futuro, como el Fiber-To-The-Home (FTTH).

Puertos circulares: Otra infraestructura importante es la de los puertos. Suelen estar integrados en las ciudades y representan una parte fundamental tanto desde el punto de vista urbanístico como desde el económico, y pueden ser un campo de aplicación de la circularidad de varias maneras:

- *Movilidad eléctrica* para todos los transportes en los puertos;
- *Energía renovable* para todo el consumo energético, tanto eléctrico como térmico;
- *Cold ironing:* para alimentar a los barcos amarrados con electricidad desde el muelle y no con los motores de a bordo.



Conclusiones

Los retos a los que se enfrentarán las ciudades en los próximos años y en las próximas décadas son enormes y requieren una visión sistémica en la que se definan las políticas y las intervenciones. La economía circular puede representar esta visión, pero para conseguirlo hay que traducirla en prioridades concretas y en acciones consecuentes. Este es el reto que deben plantearse todas las partes y que tienen que ayudar a aplicar.

Enel ha colocado en el centro de su estrategia los temas de la innovación y de la sostenibilidad, que la economía circular sintetiza perfectamente.

El enfoque de Enel respecto a la economía circular se ha convertido en una referencia a nivel internacional, gracias a su aplicación de manera concreta en todos los ámbitos de la actividad, de las energías renovables a la electrificación, pasando por las infraestructuras.

Las directrices para esta transición hacia un nuevo modelo circular son evidentes. La mayor competitividad que se obtiene con la innovación y la sostenibilidad medioambiental convierte a la circularidad en beneficio.

El uso de fuentes renovables, la ampliación de la duración de vida de los activos hasta la revalorización de la llamada fase de fin de vida son acciones que aportan beneficios en términos de nuevas soluciones, innovación y reducción de los costes y de los riesgos. Incluso en los casos en los que no ocurre eso, debido al sistema previo que fomenta un enfoque lineal, las aplicaciones ya son competitivas y lo serán cada vez más gracias a la innovación y a la importancia cada vez mayor de los temas medioambientales.

Un modelo económico circular abre nuevas posibilidades de inclusión social y de creación de oportunidades laborales, aspectos fundamentales para las ciudades del futuro.

Enel ha colocado en el centro de su estrategia los temas de la innovación y de la sostenibilidad, que la economía circular sintetiza perfectamente.



Para una aplicación eficaz de un modelo circular, además de las soluciones de negocios, Enel cree que es fundamental el **enfoque Open Power** en el que la apertura y la inclusión generan el diálogo entre todas las partes implicadas, así como la revalorización de las competencias y propuestas de todo el ecosistema.

La transición hacia la ciudad circular todavía está en una fase inicial, pero los resultados que ya se han obtenido y, sobre todo, el consenso y el compromiso con esta visión, que se están manifestando a nivel internacional y transversalmente a todas las partes implicadas, representan un fuerte indicador del potencial que representa.

A decorative graphic on the left side of the slide. It features a white rounded rectangle at the top left, with a white curved line extending from its bottom right corner downwards and to the right, ending near a vertical pink bar.

Economía circular e indicadores

La economía circular es lo que se define como «concepto paraguas»: reúne distintos enfoques relacionados por el hecho de promover un modelo económico basado en soluciones sostenibles (renovables, reutilización y reciclaje) y en el uso circular de los activos, que plantea el máximo aprovechamiento de uso y su revalorización en la fase de fin de vida.

Se suele articular en cinco pilares:

Inputs sostenibles / *sustainable inputs*: uso de inputs procedentes de fuentes renovables (tanto de materia como de energía) o de reutilización y reciclaje.

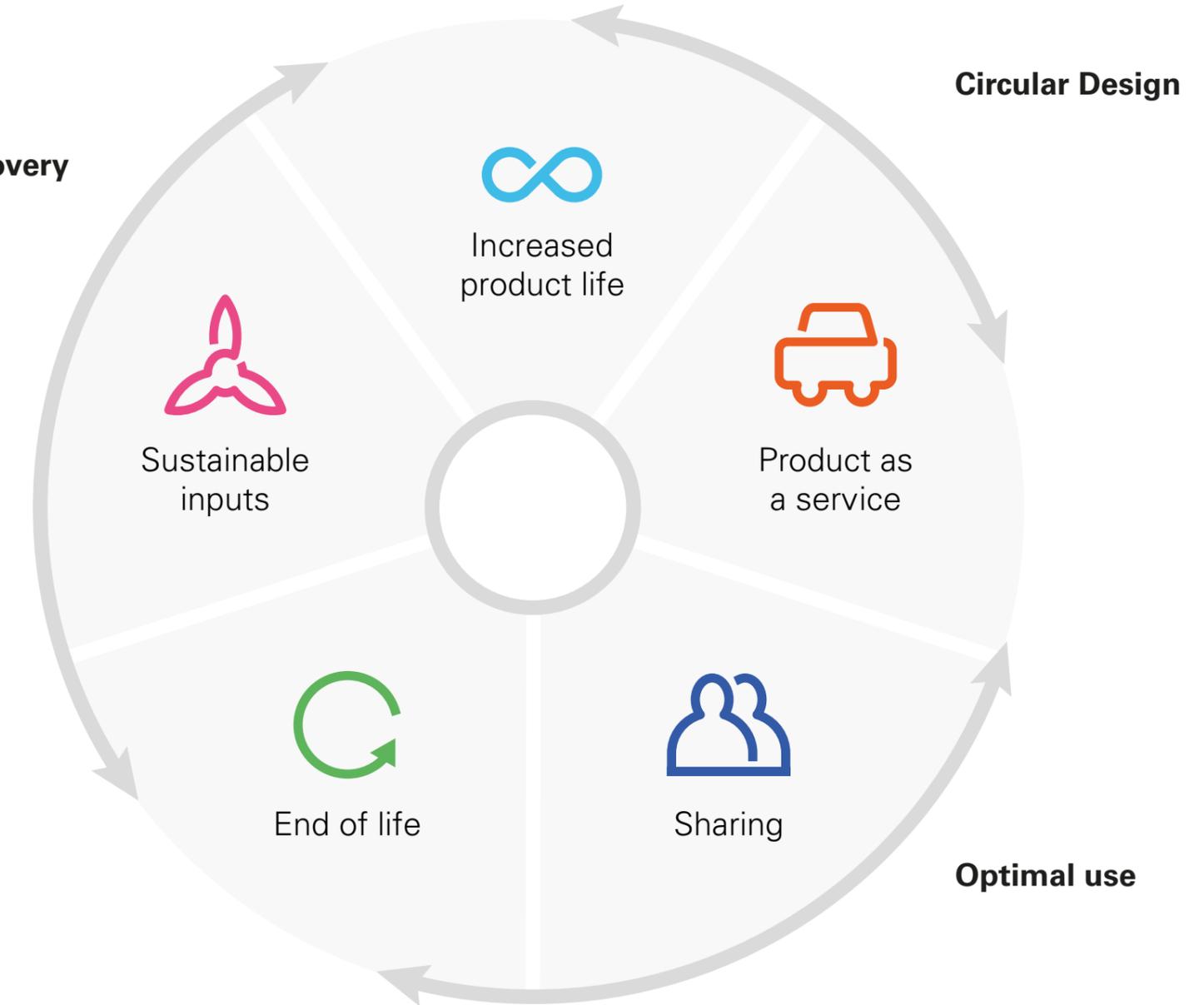
Ampliación de la vida útil / *increased product life*: cada acción específica tiene como objetivo la ampliación de la vida útil de un activo y de un producto, gracias al diseño a través de módulos, al mantenimiento predictivo, etc.

Producto como servicio - *servitización* / *product as a service*: un modelo de negocio en el que el cliente adquiere a la empresa un producto en forma de servicio como, por ejemplo, el car sharing.

Plataformas para compartir / *sharing platforms*: plataformas en las que los particulares pueden compartir sus activos.

Fase de final de vida / *end of life*: todas las soluciones tienen como objetivo conservar el valor de final de vida de un activo y reutilizarlo en un nuevo ciclo gracias a la reutilización, la regeneración, el reciclaje, etc.

Value recovery



Las primeras teorías sobre la economía circular surgieron durante la segunda mitad del s. XX, pero la aceleración real del paradigma se ha producido en la última década gracias principalmente a dos factores:

Innovación tecnológica: nuevas tecnologías⁵ como el seguimiento de activos, la información geoespacial, la gestión del Big Data y la conectividad, han abierto nuevas oportunidades para la gestión de activos y productos. La penetración de los smartphones y la posibilidad de conocer en el instante la posición de un activo, su disponibilidad y su estado han permitido la creación de nuevos modelos de negocios. La innovación tecnológica ha permitido además que numerosas tecnologías, como por ejemplo las necesarias para el uso de fuentes de energía renovable y del coche eléctrico, sean competitivas;

Conciencia medioambiental y compromiso institucional: el aumento en la concienciación sobre los riesgos relacionados con la contaminación medioambiental, tanto local como mundial, ha presionado a la Unión Europea y a los Estados miembros a desarrollar sus propias estrategias sobre estos temas y ponerse en marcha a nivel legislativo.

La economía circular representa además una gran oportunidad para obtener una mayor competitividad gracias a la innovación, imaginando nuevas soluciones y, a la vez, reduciendo los costes y los riesgos. Se trata de una oportunidad que no se limita al sector de los negocios, sino que es válida para cualquier ámbito de aplicación, también para las ciudades, porque la economía circular representa una oportunidad extraordinaria para aumentar su competitividad.

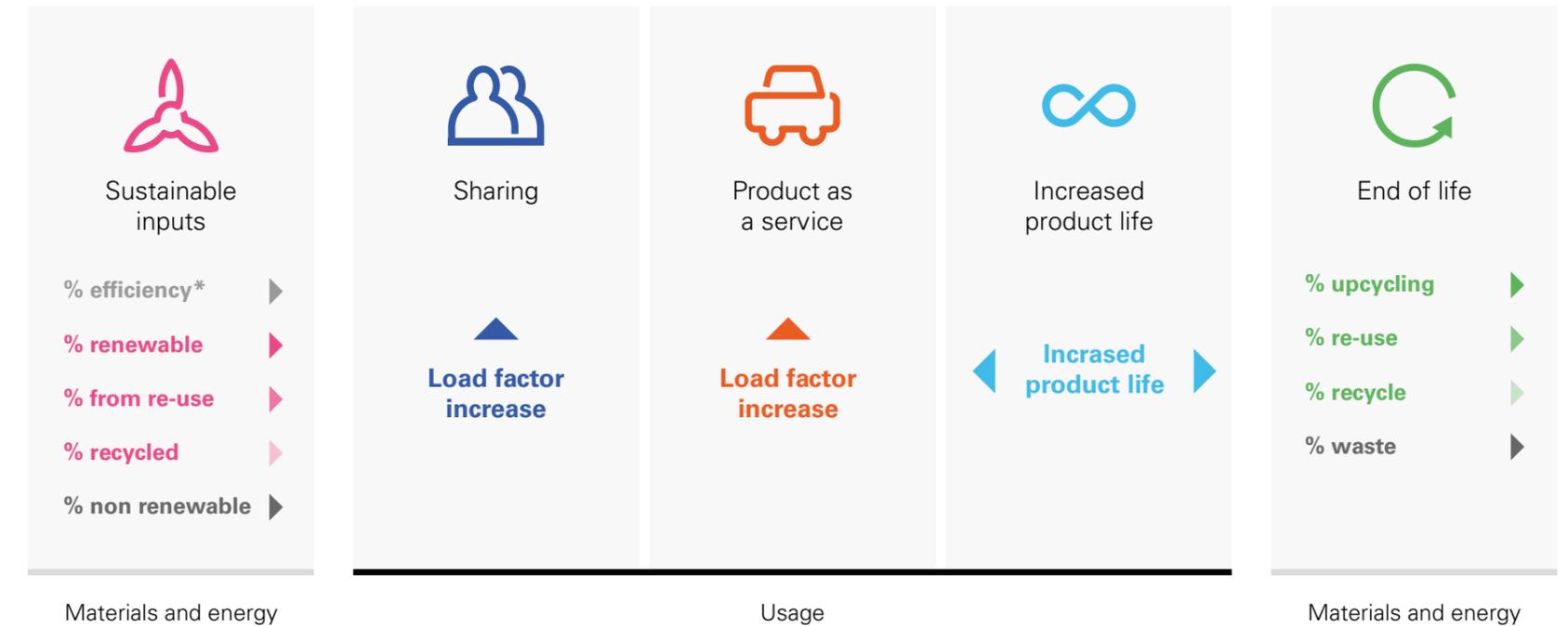
Uno de los principales retos relacionados con la economía circular es la definición de indicadores de circularidad que permitan pasar de consideraciones cualitativas y generales a consideraciones más concretas y cuantitativas. La dificultad para eva-

⁵ CITIES IN THE CIRCULAR ECONOMY: THE ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGY, 2017



luar la circularidad nace por el hecho de que, aunque algunos aspectos, como por ejemplo el porcentaje de input renovable o el porcentaje de output reutilizado, se puedan medir fácilmente, otros beneficios son más difícilmente medibles como, por ejemplo, la extensión de la vida útil o el sharing de un activo. Además, la interacción entre los indicadores relativos a los materiales y los indicadores relativos al uso no se puede definir fácilmente.

Enel ha desarrollado su propio modelo de evaluación de la circularidad (Circularity model@) que tiene en cuenta los cinco pilares de la economía circular, que se plasman en algunos indicadores:



*Applicable only to selected cases

Nuestro CirculAbility Model define un único índice de circularidad calculado a partir de dos componentes:

Circularidad de flujo, que tiene en cuenta todos los componentes de materiales y de energía en las fases de:

- ▶ *input* (si son renovables, de reciclaje, de reutilización, etc)
- ▶ *output* (para reciclaje, reutilización o vertedero).

Circularidad de uso, que tiene en cuenta el factor de uso de los materiales mediante :

- ▶ la ampliación de la vida útil
- ▶ el aumento del factor de carga, a través del sharing y el Service as a product (SAAP)

Los índices de circularidad de los dos componentes se calculan siguiendo numerosos indicadores específicos.





Actividades de
Enel para ciudades
circulares

Actividades de Enel para ciudades circulares

La visión de Enel se expresa en una serie de actividades, que representan la contribución de una empresa de servicios públicos a la transición a una ciudad circular, y cubren todas las áreas de actividad del Grupo:

1. Servicios energéticos

- a) Residencial
- b) Industrial
- c) Movilidad
- d) Infraestructuras públicas

2. Redes inteligentes

3. Regeneración urbana - Proyecto Future-e

4. Contratación circular



1. Servicios energéticos

En 2017 se creó la división Enel X con el objetivo de integrar todas las actividades de Enel no relacionadas con la venta de commodity y desarrollar soluciones innovadoras con un enfoque principal en la economía circular. Enel X se divide en cuatro áreas: e-Home, e-Industries, e-Mobility, e-City.

La estrategia de Enel X se divide en varias líneas de acción, por ejemplo:

- Entender las necesidades de los clientes y satisfacerlas con nuevas tecnologías y nuevos modelos de negocio, superando las barreras (por ejemplo, económicas) que pueden impedir su adopción;
- Desarrollar sinergias y colaboraciones con otras partes interesadas y empresas en línea con el enfoque *Open Power* del Grupo;
- Comunicar y difundir a todos los niveles las oportunidades y beneficios relacionados con la transición hacia modelos circulares basados en energías renovables, tecnologías eléctricas inteligentes y plataformas;
- Apoyar a los ciudadanos y a las partes interesadas para que contribuyan a la transición de los modelos lineales actuales a los modelos circulares, con el fin de mejorar la calidad de vida y el entorno urbano.



1.a Residencial

En el sector residencial, el deber y el objetivo consisten en ofrecer una variedad de productos y servicios que giran en torno al mundo de la energía, en el que Enel es protagonista y, al mismo tiempo, ayudar a difundir a todos los niveles una cultura estrechamente ligada al uso/consumo eficiente de la energía y al paradigma de la economía circular conjugado en este ámbito, donde todo gira en torno a la transición de un sistema de residuos a uno de reutilización continua. Esto implica el desarrollo de un modelo regenerativo que contribuya a abordar con éxito las prioridades medioambientales, mejorando nuestro impacto en el ecosistema que nos rodea y, al mismo tiempo, el rendimiento y la competitividad de nuestros productos, estimulando el desarrollo y el crecimiento económico a través de la innovación.

En este contexto, el desarrollo tecnológico desempeña un papel clave en la transformación hacia nuevos modelos basados en el enfoque PAAS y la innovación hace lo propio en la cadena de valor de los productos y servicios vinculados a los inputs sostenibles.

Basándose en estos hechos, la cartera de e-Home incluye múltiples soluciones englobadas en las siguientes tipologías:

- **Sistemas fotovoltaicos y de almacenamiento:** para captar la radiación solar, convertirla en energía útil para alimentar una casa, satisfaciendo sus necesidades diarias y, a la vez, para acumular la energía producida en exceso y poder utilizarla posteriormente.
- **Sistemas de energía solar térmica:** para convertir directamente la energía solar en energía térmica para la producción de agua caliente sanitaria, sin producir sustancias contaminantes.

- **Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC):** deben considerarse como una parte necesaria de la estrategia de «aumento de la eficiencia» destinada a mejorar a largo plazo la eficiencia energética a nivel nacional y basada en la promoción y difusión de sistemas altamente eficientes, como las bombas de calor inteligentes, para garantizar que los sistemas de climatización en verano y en invierno sean lo más eficientes posible y no generen emisiones contaminantes, con unos beneficios obtenidos —tanto en términos medioambientales como económicos— que sean perceptibles, cuantificables y evaluables incluso por el cliente-consumidor.
- **Smart Home:** la disponibilidad de hogares inteligentes y de sistemas inteligentes de calefacción/refrigeración en el hogar requiere la presencia de un «director de orquesta» que permita un uso óptimo, ayudando al cliente a ser consciente de su consumo y a mejorar sus hábitos sin perjudicar la comodidad. La smart home de Enel X parte de este objetivo, con el objetivo de convertirse en el futuro en ese director de orquesta que dirige unos servicios capaces de potenciar cada vez más los activos inteligentes de la casa (incluyendo paneles fotovoltaicos y sistemas de almacenamiento).

Estas soluciones encajan perfectamente en la visión de un nuevo modelo energético basado en energías renovables, el sector eléctrico y las aplicaciones tecnológicas que pueden contribuir a una rápida transición hacia un modelo circular. Este es el primer paso de una hoja de ruta en la que un enfoque sostenible, un modelo de negocio PAAS y la mejora de la fase final de vida del producto son los puntos clave.



1.b Industria

El desarrollo industrial actual, vinculado al llamado modelo *Industria 4.0* e implementado con una visión de economía circular, puede contribuir de manera significativa a la innovación, la competitividad y la sostenibilidad empresarial.

Un número cada vez mayor de empresas y compañías están optando por modelos de negocio circulares para aumentar las oportunidades, reducir los costes, innovar y ser más sostenibles desde el punto de vista medioambiental. Los efectos de los cambios en los patrones de consumo, con un enfoque diferente respecto a la propiedad de los productos, están desempeñando un papel importante en la transformación en curso.

El papel de e-Industries es apoyar a todo el sector industrial y comercial en la consecución de sus objetivos de circularidad. Nuestra aportación incluye ofertas como PAAS y *Energy as a service* con un amplio abanico de soluciones de plataforma, instalación de tecnologías renovables o distribuidas de alta eficiencia acopladas a sistemas de almacenamiento, instalación de baterías *behind the meter*, etc.

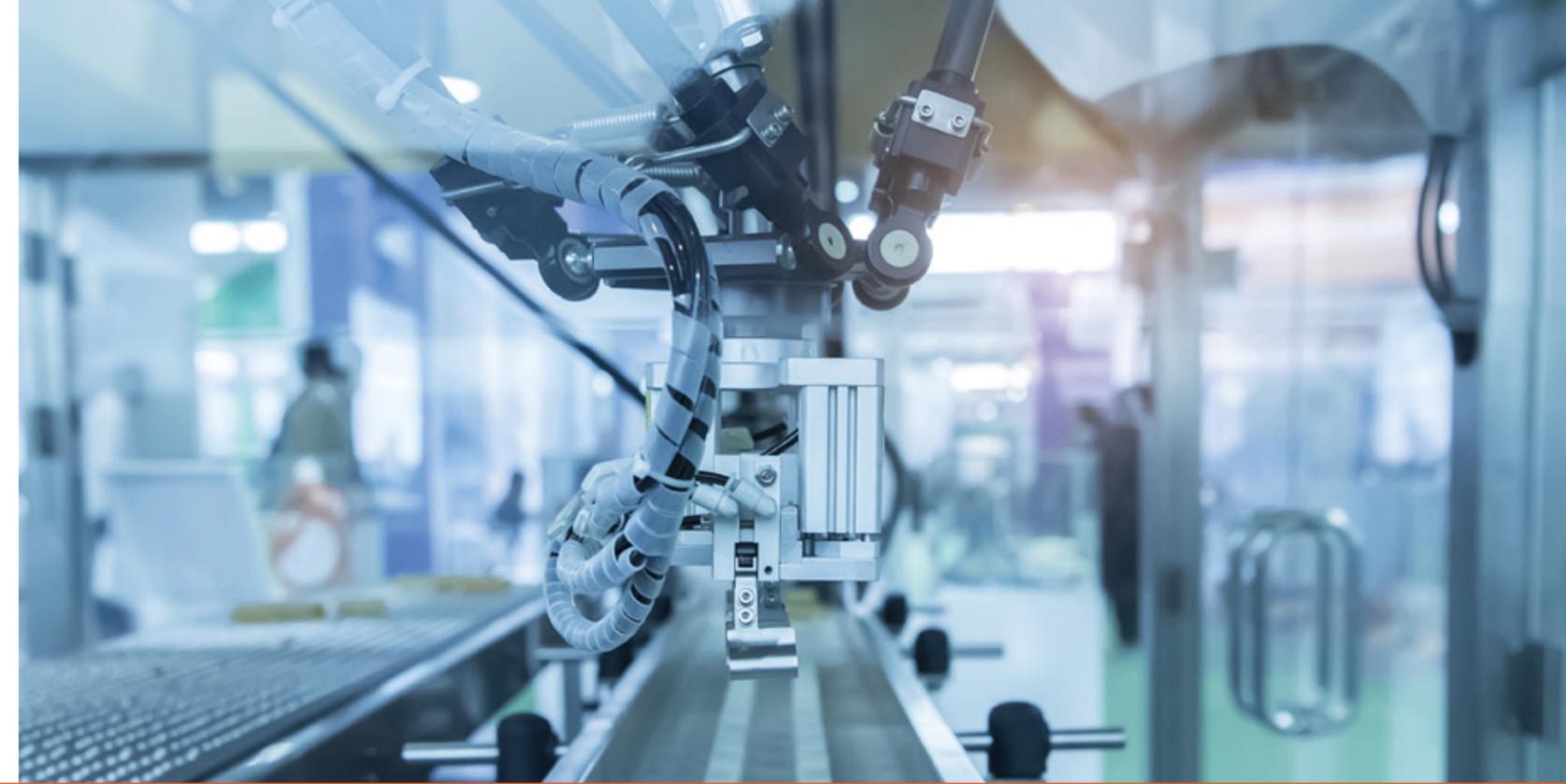
Gracias a las nuevas tecnologías, como el aprendizaje automatizado, el *Big Data* o la *Blockchain*, estamos asistiendo a una transición de modelos basados en activos a modelos basados en servicios, en los que el modelo PAAS cobra cada vez más importancia.

En este contexto, la cartera de e-Industries cubre las principales etapas de la cadena de valor:

- **Asesoramiento:** auditorías energéticas y servicios de asesoramiento para analizar el rendimiento energético y los gastos históricos, definir objetivos de contratación o estrategias de gestión de riesgos, etc. Productos específicos para la

facturación multiusuario y multisitio, con sistemas como el Utility Bill Management (UBM) y el Sistema de Gestión Preferente (SGP), y plataformas de contratación para identificar al proveedor más conveniente en función del consumo.

- **Suministro:** diseño de soluciones e instalación «llave en mano» de equipos, sistemas de control y generación distribuida. En este ámbito, las soluciones van desde los sistemas de cogeneración CHP, los sistemas fotovoltaicos y de almacenamiento hasta los sistemas de iluminación, los equipos industriales y los sistemas de optimización como las soluciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).
- **Optimización:** supervisión avanzada, comprobación y optimización de las instalaciones y cargas de los clientes para orientar el comportamiento y conseguir un ahorro de energía y de costes. El Energy Intelligence Software (EIS) y la eficiencia energética se encuentran entre los principales servicios de este tipo.
- **Flexibilidad:** gracias a la innovación tecnológica, hoy en día existen soluciones para minimizar el consumo de energía y compartir el potencial de los activos gestionados, que ya no son meros puntos de consumo, sino que están en condiciones de proporcionar servicios de equilibrio a la red y de crear beneficios económicos y energéticos para todo el ecosistema. En particular, estos servicios de flexibilidad pasan a través de una plataforma de agregación de clientes que aprovecha la flexibilidad que ofrecen la demanda (carga), la capacidad (baterías) y la producción (por ejemplo, fotovoltaica en tejados) asociadas a los activos distribuidos y agregados. Esta plataforma de agregación representa el verdadero contenido tecnológico de dicho proceso innovador y, de hecho, constituye la interfaz con el operador de la red eléctrica, por una parte, y con el cliente, por otra.



A los beneficios económicos y de equilibrio asociados a los servicios anteriores, a través de los sistemas de control in situ — *Energy Management Systems* — que interactúan con la plataforma de flexibilidad descrita anteriormente, se pueden añadir los de los activos para el cliente por funciones (behind the meter), tales como la *Demand side management*, que implica, por ejemplo, la reducción de picos y el desplazamiento de cargas gracias a las baterías y las soluciones de respuesta a la demanda, con el fin de consumir energía cuando su coste es mínimo.

1.c Movilidad

El papel de Enel es apoyar la transición hacia la movilidad eléctrica, mediante la implicación directa del cliente, el liderazgo tecnológico, la gestión eficiente y un enfoque abierto tanto en términos de negocio como de innovación.

Teniendo en cuenta que la movilidad representa actualmente alrededor de un tercio del consumo de energía, la transición a un sistema eléctrico local altamente eficiente y sin emisiones integrado con la producción de energía renovable es uno de los principales retos para la transición hacia un modelo circular.

El compromiso de e-Mobility es hacer de la movilidad eléctrica la mejor opción desde todos los puntos de vista, combinando innovación y sostenibilidad. Además, la e-Mobility ofrece al cliente un sistema de recarga eficaz e interoperable, con una plataforma de sharing que utiliza estaciones de recarga diseñadas con vistas a prolongar la vida útil. El modelo de negocio está abierto a otros operadores, proporcionando productos y servicios al cliente final y a los proveedores de servicios de movilidad basados en el ecosistema de puntos de recarga de Enel.

La cartera de e-Mobility abarca muchos países y tipos de clientes, incluyendo soluciones que se pueden agrupar en las siguientes categorías principales:

- **Infraestructuras públicas de recarga** para permitir un modelo abierto de negocio de la movilidad eléctrica, fomentando la consolidación de la electricidad como vector del transporte, reduciendo de este modo la conocida como range anxiety y promoviendo directamente el uso de energía renovable. Enel X está invirtiendo en la construcción de infraestructuras de recarga pública en Italia, con el objetivo de instalar 14.000 estaciones de recarga de aquí a 2022;

- **Infraestructura de recarga privada** diseñada para el cliente, fácil de usar y compatible con todo tipo de vehículos y entornos, incluida la recarga rápida y la recarga Vehicle to grid (V2G);
- **Plataformas tecnológicas integradas** donde todas las soluciones de cobro están interconectadas e integradas por plataformas flexibles que gestionan el proceso end to end. Esto permite un servicio fiable, un mantenimiento eficaz, la integración entre las actividades y la posibilidad de proporcionar flexibilidad a la red.

1.d Infraestructuras públicas

Enel X trabaja en el ámbito urbano en estrecho contacto con los ayuntamientos para ofrecer productos y servicios a la Administración Pública con el objetivo de mejorar la eficiencia en las ciudades y desarrollar y apoyar soluciones sostenibles para la vida en el contexto urbano. Es el caso de las soluciones de alumbrado público, que utilizan tecnologías innovadoras y modelos de gestión y explotación fiables para aportar a las ciudades soluciones que mejoran la calidad de vida y la seguridad urbana: e-City presta el servicio de *lighting as a service*, lo que constituye un paso fundamental hacia las ciudades circulares.

Además, las farolas se pueden utilizar como hubs urbanos, permitiendo la implementación de servicios de valor añadido, tales como servicios de análisis mediante vídeo con fines de seguridad y planificación, optimización de los flujos de movilidad, supervisión medioambiental, conectividad, aparcamiento inteligente, etc.

En el futuro se prestarán nuevos servicios a las partes interesadas en las ciudades, utilizando plataformas alimentadas por grandes volúmenes de datos urbanos, lo que permitirá un uso más eficiente de las infraestructuras.



La promoción de soluciones eléctricas en las ciudades es otro de los pilares de la estrategia e-City: fomentar la electrificación de las ciudades es la estrategia más prometedora en términos de sostenibilidad urbana, ya que permite a corto plazo la reducción de las emisiones contaminantes locales y, a medio plazo, contribuir de forma significativa a la reducción de las emisiones globales. Como resultado, los edificios y el transporte son sectores clave para impulsar la electrificación de las ciudades de acuerdo con la transición a las energías renovables.

Hoy en día, las ciudades tienen que enfrentarse y adaptarse diariamente a un proceso de transformación a un ritmo vertiginoso, identificando soluciones que abordan áreas y problemas muy diferentes como la movilidad, la gestión de datos o la seguridad. En este contexto, e-City propone soluciones basadas en la experiencia de Enel en el campo de la energía y las infraestructuras. Las nuevas soluciones incluyen, por ejemplo:

■ **Smart public lighting**

Enel X ofrece soluciones tremendamente innovadoras respecto al sistema de alumbrado público tradicional. Más específicamente, Enel X adopta sistemas de iluminación LED, con un fuerte ahorro de energía. Se integra con otros sistemas avanzados, de acuerdo con los requerimientos del cliente, tales como:

- *Sistemas de control remoto*, para la supervisión precisa de cada punto de luz;
- *Tecnologías para permitir la iluminación adaptativa*, para ajustar la intensidad luminosa en función de los flujos de tráfico y de las condiciones meteorológicas y de luminancia con el objetivo de aumentar la seguridad vial y conseguir un consumo eficiente del sistema.



Mientras que las soluciones mencionadas anteriormente afectan principalmente a la red vial y al universo de servicios para la seguridad y supervisión del territorio, existe otro ámbito de intervención más relacionado con el patrimonio artístico de la ciudad en el que Enel ha adquirido una experiencia considerable: la iluminación artística de monumentos y lugares históricos, como centros urbanos, pórticos, iglesias, monumentos separados, jardines históricos, edificios y fuentes. En estos proyectos, la eficiencia garantizada por los LED y los estándares tecnológicos avanzados se combina con el aspecto estético de la intervención artística, optando por opciones de luz más natural que realzan las características del patrimonio artístico.

■ **Ciudades inteligentes y servicios de valor añadido**

El alumbrado público es también la infraestructura básica sobre la que desarrollar nuevos servicios para los ciudadanos. e-City está desarrollando nuevas soluciones en los ámbitos de la seguridad, la movilidad y el transporte, la supervisión medioambiental, la conectividad, la señalización digital y muchos otros.

A continuación, se presentan algunos ejemplos:

- *Soluciones integradas de videoanálisis y/o sensores*: para la prestación de servicios destinados a aumentar la eficacia de las prácticas de seguridad vial/urbana (detección y alertas cuando ocurren casos predefinidos como sucesos peligrosos, accidentes, infracciones de tráfico...) y a apoyar la supervisión del territorio (análisis del tráfico de vehículos, análisis del flujo de peatones, vigilancia del medio ambiente...).
- *Soluciones de conectividad*: para proporcionar conectividad WiFi a los

ciudadanos y/o aumentar la cobertura de las redes de telecomunicaciones fijas o móviles de banda ultraancha.

- *Sistemas de comunicación digital:* para que las Administraciones y empresas privadas puedan comunicar información y contenidos publicitarios a los ciudadanos (paneles LCD/LED, proyectores integrados, etc.).

Existe asimismo otro nivel, aún más general: el gran número de sensores dispersos por las ciudades genera un flujo preciso y continuo de información que puede representar una gran oportunidad para las ciudades si se archiva, procesa y analiza adecuadamente. Este papel puede ser desempeñado por las denominadas plataformas de gestión urbana, que pueden integrar datos de numerosas fuentes para generar análisis e indicaciones, fundamentales para apoyar las decisiones de las partes implicadas en el ámbito urbano, como las instituciones, los ciudadanos y el sector económico.

■ **Servicios de eficiencia energética**

La experiencia de Enel X en tecnologías y servicios de eficiencia energética también se aplica a los edificios de la Administración Pública. En este contexto, e-City ofrece a las instituciones locales y nacionales soluciones innovadoras completamente basadas en el sector eléctrico, lo que permite un importante ahorro de energía y una reducción de emisiones, pudiendo así alcanzar los objetivos a la vez que se aumenta la flexibilidad con soluciones como la respuesta a la demanda y muchas otras.



2. Redes inteligentes

Las ciudades del futuro deben combinar el crecimiento económico, la protección del medio ambiente, la inclusión social, la eficiencia energética, la digitalización y las nuevas tecnologías. En el último siglo, las infraestructuras de distribución de energía han sido la estructura tecnológica más importante para las ciudades, lo que les ha permitido ampliar cada vez más los servicios urbanos, desde la cocina a la iluminación, pasando por la calefacción y la movilidad.

Hoy en día, las redes inteligentes son las principales impulsoras de la modernización de los sistemas eléctricos a través del diseño con autorreparación, la automatización de las redes, la supervisión y el control a distancia. También informan a los consumidores sobre el uso que hacen de la energía, los costes y las opciones alternativas para que puedan tomar sus propias decisiones sobre cómo y cuándo utilizar la electricidad y los combustibles. Asimismo, proporcionan una integración segura y fiable de las fuentes de energía renovables y distribuidas.

Las redes inteligentes integran el uso de tecnologías tradicionales con soluciones digitales innovadoras que flexibilizan la gestión de las redes de distribución existentes mediante un intercambio de información más eficaz: las redes eléctricas se renuevan para gestionar mejor los flujos de electricidad de todas las fuentes, optimizar los flujos, permitir las tecnologías más modernas (como el coche eléctrico) y abrirse a la participación activa de la demanda de electricidad.

Hoy en día, las redes inteligentes son las principales impulsoras de la modernización de los sistemas eléctricos a través del diseño con autorreparación, la automatización de las redes, la supervisión y el control a distancia.

Del *Internet de las cosas* al *Internet de la energía*, donde la digitalización y la convergencia mejoran significativamente la calidad del servicio en el suministro de electricidad: redes basadas en el análisis de grandes volúmenes de datos y en el aumento de la innovación, la conectividad y la resistencia.

La gestión de las redes inteligentes, integración eficiente de la generación distribuida, clientes activos: el operador de red de distribución (Distribución System Operator - DSO) puede actuar como facilitador del mercado y optimizador de la red gracias al potencial de eficiencia de sus procesos y actividades. Este es el principal reto para los DSO vinculado a la transición energética: convertirse en un hub de información y en el protagonista del cambio para la innovación de las redes tecnológicas.

Para los clientes, esta es una experiencia completamente nueva: gracias a los contadores inteligentes y a la comunicación digital, pueden experimentar la energía de forma diferente a como lo hacían antes, utilizando nuevos productos y servicios impulsados por el sector eléctrico y desempeñando un papel clave en un estilo de vida más cómodo y sostenible. Las redes inteligentes son la clave del éxito de una nueva visión de ciudad, evolucionada, compartida, sostenible y en la que los clientes pueden ser los protagonistas en los mercados energéticos.



3. Regeneración urbana

En los últimos tiempos, el sector industrial ha sufrido numerosas transformaciones y muchos centros de producción se han desmantelado porque ya no son competitivos. Esta situación representa un desafío crucial por las implicaciones económicas, ambientales y sociales que conlleva. Se trata de un tema que concierne directamente al contexto urbano, ya que, sobre todo en las últimas décadas, muchos lugares de producción han sido construidos dentro del perímetro urbano o han sido incorporados por éste.

Naturalmente, esta transformación también afecta al sector energético. En los últimos años, Enel ha comenzado a desmantelar 23 centrales termoeléctricas con una capacidad instalada de unos 13 GW.

Enel ha decidido gestionar esta transición teniendo en mente la economía circular mediante la puesta en marcha del proyecto Futur-e para gestionar de forma integrada el desmantelamiento de esta cartera de 23 centrales.

El objetivo es identificar nuevos usos para estos emplazamientos, fuera de la producción de electricidad, que creen valor para las comunidades locales, de acuerdo con el potencial y las prioridades del territorio al que pertenecen.

El proyecto Futur-e se ha gestionado de forma abierta y transparente desde el principio, mediante una amplia consulta a todos los interesados locales y con el lanzamiento de concursos de ideas y proyectos abiertos a todos, con la participación de los actores locales y expertos en la fase de evaluación. Solo los proyectos circulares que cumplan con los requisitos económicos, medioambientales y sociales llegarán a la fase final de selección.



Este enfoque circular de la gestión de activos generalmente considerados como residuos permite, por un lado, generar beneficios económicos al conseguir un mejor uso de las infraestructuras, edificios y objetos, prolongando su vida útil y generando miles de nuevos puestos de trabajo gracias a los nuevos fines. La reutilización de los activos industriales también evita el consumo de nuevos terrenos y reduce el uso de nuevos recursos en la medida en que se reutilizan los activos existentes, como edificios, conexiones eléctricas y de gas, etc.

4. Cadena de suministro

Dentro del *Global Procurement*, la evolución hacia un enfoque circular requiere un conocimiento profundo de los flujos de materiales en términos de componentes, impacto medioambiental y reciclabilidad de los productos. Este es el contexto del proyecto de Declaración de Producto Ambiental (*Environmental Product Declaration - EPD*). El objetivo de estas declaraciones, elaboradas de forma voluntaria, es cuantificar y objetivar los datos relativos a todo el ciclo de vida de nuestros suministros en relación con el análisis del ciclo de vida del producto.

La EPD es una herramienta eficaz para poner de relieve el compromiso de una empresa para reducir el impacto medioambiental derivado de su ciclo de producción en relación con un bien o la prestación de un servicio.

Los sectores considerados como objeto de la EPD incluirán obras con impacto en el entorno urbano, como obras para la instalación de estaciones de carga de coches eléctricos y fibra óptica u obras en líneas de media y baja tensión. Solo con una sinergia estructurada y correcta entre la administración pública local y Enel será posible prever acuerdos y protocolos «circulares» sobre el uso correcto de los recursos, la gestión de residuos y la reutilización de los componentes derivados de estas actividades.

Será necesario implicar a todas las partes interesadas (ciudadanos, administraciones, proveedores) para la promoción de procesos virtuosos y compartidos de economía circular a nivel local.





Ejemplos de proyectos circulares de Enel

Microrred renovable

New York (Estados Unidos)

Un ejemplo particularmente significativo de aportación renovable es el proyecto Marcus Gravey, desarrollado en Nueva York: un sistema basado exclusivamente en el uso de energía renovable y optimizado para aprovechar al máximo el uso de la energía disponible. Se trata de un proyecto de vanguardia porque es **el primer sistema energético autosuficiente de Nueva York**, obtenido mediante la creación de una microrred inteligente, que demuestra cómo incluso en la metrópolis se puede construir una red controlada de forma inteligente, digital y distribuida que aumenta la resiliencia del sistema y transforma la cadena de suministro energético.

Un sistema integrado de paneles fotovoltaicos y baterías garantizará el **suministro de energía para los 625 apartamentos del Village**. Gracias a un software de optimización de la microrred, se estima que es posible reducir el consumo hasta en un 15 % y así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El sistema también está diseñado para tener una fuente de alimentación de emergencia, con el fin de aumentar su resistencia. El proyecto Marcus Garvey Village Apartments Microgrid también ganó el prestigioso ESNA Innovation Award por el almacenamiento distribuido.



Alumbrado público inteligente

Mérida (España)

Este proyecto representa un caso en el que las nuevas tecnologías y el mantenimiento predictivo pueden alargar la vida útil de los activos.

Enel gestiona **17 proyectos de alumbrado** público en España, equipados con sistemas de telecontrol que gestionan alrededor de **70.000 farolas** con este sistema. En particular, en la localidad de Mérida se puso en marcha un proyecto de alumbrado público con tecnología LED y control a distancia de casi 14.000 farolas.

Los sistemas de iluminación están conectados al sistema de gestión por comunicación inalámbrica RF (Radio Frecuencia), con protocolo de comunicación abierto. Enel, que también posee los derechos de propiedad intelectual, ha desarrollado el software que se ejecuta en el sistema de gestión, llamado *WeLight*. Por sus características técnicas, el sistema es una herramienta fundamental para optimizar la gestión preventiva y correctiva de las redes de alumbrado público.

Principales ventajas

- Visualización de dispositivos georeferenciados;
- Gestión del ahorro energético;
- Programación de farolas;
- Planificación del control y el mantenimiento;
- Detección de averías;
- Informes del sistema (informes periódicos);
- Copia de seguridad del historial de información.



Movilidad eléctrica

Orbetello (Italia)

Este proyecto es un ejemplo de un producto transformado en un servicio, porque los clientes en lugar de tener que comprar un producto (coche, bicicleta) pueden simplemente pagar por su uso para recorrer la distancia que tienen que recorrer.

Se trata de un sistema de movilidad sostenible que se implementará en la isla de Giglio, Monte Argentario y Orbetello. Los tres municipios, por primera vez junto con los ciudadanos y operadores de la zona, adoptarán un plan innovador que pretende crear un sistema de movilidad alternativo y respetuoso con el medio ambiente.

De hecho, la Comisión Europea ha dado luz verde a la financiación de la ejecución del **proyecto piloto Life for Silver Coast** en el marco de la convocatoria de 2016 de LIFE, el programa de la Comisión Europea para el medio ambiente y la acción climática. El plan, con un coste estimado de más de 5 millones de euros, se basa en la utilización de vehículos exclusivamente eléctricos que facilitarán el acceso, especialmente a los turistas, a las zonas a las que no llega el transporte público.

El proyecto en su conjunto prevé:

- Sistema integrado de *car/bike sharing*: coches, bicicletas y scooters eléctricos, infraestructura de recarga eléctrica, plataforma informática de apoyo al servicio;
- Servicio de transporte eléctrico para conectar la estación de Orbetello con el centro de la ciudad;

- Comunidad virtual para viajeros que desean compartir su experiencia de movilidad inteligente en la laguna;
- Barcos eléctricos para conectar Orbetello con las dos playas de Giannella y Feniglia y la costa de la isla de Giglio y Monte Argentario;
- *Hubs* innovadores para guardar y recargar bicicletas eléctricas.

Enel participa en este proyecto proporcionando vehículos, bicicletas y scooters (todos eléctricos y en modalidad sharing), minivans eléctricos para el transporte público, infraestructura de recarga y la plataforma de movilidad integrada.

Life for Silver Coast ha recibido financiación del programa LIFE en virtud del acuerdo de subvención n.º ENV-IT-000337. El proyecto tendrá un fuerte impacto medioambiental: gracias al nuevo sistema de movilidad, se espera una **reducción de unas 1.200 toneladas de CO₂**. También se esperan resultados significativos en cuanto a la utilización del servicio: el plan prevé la **participación de más de 285.000 usuarios** durante su puesta en marcha y de más de 350.000 tras el periodo de experimentación.



Respuesta a la demanda

Un ejemplo significativo de sharing son las soluciones de respuesta a la demanda (DR), donde Enel, a través de la creación de una plataforma, permite la agregación de recursos de consumo y/o generación de múltiples clientes para proporcionarles capacidad de reserva o servicios de equilibrio al sistema eléctrico que pueden generar valor para aquellos que poseen los activos y aumentar la eficiencia de todo el sistema.

Un evento de modulación suele caracterizarse por las siguientes fases:

- 1** El operador de red predice un problema de estabilidad de la red y envía la notificación de equilibrio a Enel, que actúa como agregador;
- 2** Enel recibe la solicitud de equilibrio y la distribuye (utilizando los algoritmos de optimización aplicados) entre los clientes de su cartera con el fin de reducir o aumentar el consumo de energía;
- 3** El cliente designado por Enel modula su consumo y/o generación en modo automático o manual;
- 4** La modulación de carga se pone a disposición del operador de red;
- 5** Una vez comprobada la correcta prestación del servicio, los clientes de Enel reciben la remuneración acordada durante la fase contractual.



DR en Italia

En Italia, Enel se ha adjudicado **119 MW de flexibilidad** provenientes de sus propios clientes industriales y comerciales, consolidándose como uno de los principales actores en el desarrollo y la difusión de nuevos servicios energéticos.

Aprovechando la experiencia de Enel X North America y en la línea de lo que ya estamos haciendo en otros países, hemos comenzado en Italia la creación de la primera cartera de capacidad para aplicar mecanismos de respuesta a la demanda con el objetivo de contribuir a la estabilidad de la red mediante la modulación del consumo. Con esta nueva fase de experimentación se ha podido probar la fiabilidad de los nuevos servicios de respuesta a la demanda por parte de Terna. Gracias a la intermediación de sujetos como Enel X, los distintos clientes comerciales e industriales recibieron solicitudes de equilibrio para estabilizar la red, dependiendo de la disponibilidad mostrada para efectuar el servicio.

DR en Irlanda

La energía también viaja de manera segura en el aeropuerto de Dublín. La Autoridad Aeroportuaria de Dublín (DAA) ha confiado en la experiencia de Enel X para garantizar una gestión **energética flexible, sostenible y resistente** del aeropuerto irlandés.

Irlanda presta mucha atención a las fuentes de energía renovables y sigue avanzando hacia el objetivo de **producir el 40 % de la energía del país a partir de fuentes renovables** en 2020. El pasado mes de abril, el sistema eléctrico irlandés estableció un récord mundial, registrando en cualquier momento del día el 65 % de la energía procedente de fuentes renovables no síncronas e intermitentes.

Para equilibrar la oferta y la demanda de energía, los operadores de la red utilizan otras fuentes de flexibilidad, como los programas de respuesta a la demanda, en los que se remunera a los clientes con niveles significativos de energía si reducen su consumo durante las horas punta o los períodos de inestabilidad de la frecuencia del sistema eléctrico.

En perfecta armonía con las buenas prácticas medioambientales, el aeropuerto de Dublín participa, a través de Enel X, en el programa DS3 lanzado por el operador público EirGrid desde el 15 de mayo de este año.

El DS3 es un nuevo programa de servicios auxiliares para grandes clientes que proporcionan rápidamente la flexibilidad de sus activos de generación distribuidos en caso de inestabilidad de frecuencias en la red eléctrica. La DAA contribuirá a proporcionar un total de más de 11 MW de capacidad flexible, tanto al unirse al recientemente lanzado programa de servicios auxiliares EirGrid como al futuro mercado de capacidad para Irlanda e Irlanda del Norte (I-SEM), previsto para octubre de este año.



Future-e

Bari (Italia)

Un ejemplo de revalorización de un activo al final de su vida útil es el proyecto Future-e y una de sus aplicaciones más representativas en el entorno urbano es el caso de la antigua central eléctrica de Enel en Bari.

La central de la capital de Apulia, construida en la década de 1950 en el barrio conocido como Stanic, está situada en la parte suroccidental de la ciudad, una zona que une la parte central con la zona industrial. Ocupa una superficie de unas 7 hectáreas y está compuesta por tres grupos de producción de gas. La central dejó de funcionar en 2013 y fue incluida en el proyecto Future-e. El área de la central está situada en un entorno urbano y, por lo tanto, representa un caso en el que el uso de un activo puede suponer una oportunidad para la regeneración urbana.

En 2016, se llevó a cabo **una fase de consulta a los actores locales** para definir las prioridades y las necesidades, junto con un estudio de contexto realizado por el Politécnico de Milán.

En abril de 2017 se lanzó **un concurso de proyectos abierto** a todos aquellos que tuvieran proyectos que proponer para la zona, un concurso que concluyó en junio de 2018. Tres propuestas han sido seleccionadas y ahora serán evaluadas por un comité que incluye, además de Enel, a varias partes interesadas. Las propuestas abarcan usos que van de la investigación al turismo, pasando por la vivienda y el comercio gastronómico. Además de la calidad, la sostenibilidad y la innovación, los criterios de evaluación también incluyen criterios específicos de «circularidad».

De este modo, un activo industrial que ya no es competitivo se transformará en un ejemplo de regeneración urbana para rehabilitar la zona y crear nuevas oportunidades de empleo y calidad de vida para el territorio.



Fin de vida - Open Meter

(Italia)

Un ejemplo significativo de revalorización al final de la vida útil es la **gestión de la sustitución y el reciclaje de los contadores inteligentes** de primera generación, también conocidos como smart meter o contadores electrónicos.

E-Distribution ha lanzado una campaña a gran escala para reemplazar los contadores electrónicos de primera generación que se sustituyen por los de segunda generación, llamados Open Meter.

Iniciada en 2017, la campaña implicó a **1,8 millones de contadores inteligentes** en el primer año y se espera que alcance los **31 millones en los próximos 7 años**.

El contador está compuesto por aproximadamente un 65 % de material plástico y el resto principalmente es hierro (12 %), cobre (7 %) y placas electrónicas (7 %). Estos materiales, debidamente recuperados en centrales autorizadas, se convierten en recursos reutilizables en otros ciclos productivos.

El plástico se reutiliza en diversos sectores, como la producción de accesorios para la industria del automóvil, antenas parabólicas para faros, electrodomésticos, interruptores y equipos electrónicos especiales. De los componentes metálicos, el hierro se funde y se reutiliza en la construcción y el cobre se reutiliza en la refinería para producir sobre todo barras de latón. Por último, se recuperan el oro y el cobre de las placas electrónicas: el primero se reutiliza en joyería y el segundo se destina a la refinería para la producción de latón.

Estos comportamientos de gran valor permiten **extraer el valor residual de los contadores en desuso** y reutilizar los componentes en nuevos ciclos de producción, evitando su envío a vertederos y el derroche de recursos valiosos.

Mas información
circulareconomy@enel.com

Ciudades del mañana

Ciudades circulares

