



Universidad de Jaén

Facultad de Ciencias Sociales
y Jurídicas

Trabajo Fin de Grado

CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO AL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS

Alumno: Álvarez Dorado, Jorge

Mayo, 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	7
2.1. ¿Qué son los ODS? Consideraciones generales.	7
2.2. Los ODS en España. PGE e implementación.	12
2.3. Los ODS con dimensión medioambiental en España.	16
3. EL SECTOR ENERGÉTICO	20
3.1. Introducción al sector energético. Consideraciones generales.	20
3.2. El sector energético en España.	25
4. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO A LOS ODS	29
4.1. Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible (IEDS)	29
4.2. Cuantificación de la sostenibilidad del sector energético. Descripción metodológica.	33
5. RESULTADOS.....	37
5.1. Resultados <i>ECO 13</i>	37
5.2. Resultados <i>ECO 15</i>	39
5.3. Resultados <i>ENV 3</i>	40
6. CONCLUSIONES.....	41
7. BIBLIOGRAFÍA.....	44

RESUMEN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son la herramienta de la ONU para llevar a cabo las políticas contenidas en la Agenda 2030 y se encuentran en España en plena promoción, expansión y ejecución. La finalidad que se pretende mediante los ODS, es la de alcanzar la paz, el fin de la pobreza y la protección del medio ambiente.

El objetivo del presente documento será el de intentar explicar, en primer lugar, la importancia de los ODS, en segundo lugar, la composición del sector energético español y papel decisivo en la economía, y por último, la síntesis de ambos, sirviéndonos de la herramienta de los Indicadores Energéticos de desarrollo Sostenible (IEDS) propuestos por la IAEA. Los IEDS son métodos fiables para medir y evaluar los efectos actuales y futuros del uso de la energía, ayudando así a identificar si se están consiguiendo los objetivos de forma eficaz y facilitar de esta manera la toma de decisiones a los encargados de desarrollar las políticas energéticas.

Palabras clave: Objetivos de desarrollo sostenible, sector energético, medio ambiente, indicadores energéticos, IEDS.

ABSTRACT

Sustainable Development Goals (SDG) are the UN's tool for implement the 2030 Agenda politics. Now in Spain, the SDG are full promoted and trying to make it real. The purpose of SDG is to achieve the peace, end poverty and protect the environment.

The objective of this project, first of all, to try to explain the SDG's magnitude, secondly, the composition of the energy lobby and its weight in the economy. Finally, we explain both of them, using the ISUD tool. ISUD are reliable methods to quantify and test the energy effects, helping us to identify if the SDG are working properly and make decision-making easier.

Keywords: Sustainable Development Goals, energy sector, environment, energy index.

1. INTRODUCCIÓN

La energía es el ingrediente indispensable para que la humanidad pueda realizar su actividad diaria, desarrollarse en sociedad y conseguir crecimiento económico. Desde empresas manufactureras hasta la más cotidiana actividad demandan energía, ya sea en forma de combustibles para hacer funcionar un alto horno o un pequeño utilitario, ya sea a través de la red eléctrica para poder desempeñar casi cualquier actividad común realizada hoy en día. El número de actividades vitales exentas de utilización energética que un ciudadano promedio realiza al día, es sin duda mínimo. Incluso la acción propia de alimentarse se torna compleja (ni siquiera se podría cocer una barra de pan). En definitiva, un hipotético apagón energético sería una verdadera catástrofe que desestabilizaría cualquier gobierno y comenzaría a descomponer casi cualquier sociedad actual.

En la sociedad de hoy en día, la demanda energética aumenta exponencialmente debido a la cada vez mayor industrialización a nivel global. Países que hace 10 o 20 años poseían un tejido industrial prácticamente nulo, ahora se encuentran en plena etapa de crecimiento con un auge de la industria antes nunca visto (Bangladesh, India, o sin ir más lejos el actual gigante China).

La indispensable energía que la sociedad necesita puede generarse de múltiples formas y a través de numerosos y, a veces, complejos procesos tecnológicos, algunos extremadamente contaminantes como la combustión de combustibles fósiles pesados tales como el carbón o el petróleo, también el gas natural (aunque en menor medida). En los países europeos más desarrollados, se está cambiando poco a poco la forma de producir energía eléctrica, incrementando gradualmente el uso de energías renovables como la solar térmica o fotovoltaica, hidráulica, eólica o biomasa.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) pertenecientes a la Agenda 2030, más en concreto los llamados objetivos medioambientales, entre ellos, el número 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna”, 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” y 13 “Acción por el clima”, juegan un papel esencial en la sustitución de las tradicionales fuentes de energía obtenidas en base a combustibles fósiles, por las energías renovables con un impacto mucho menor en el medio ambiente

debido, entre otras cosas a la visible reducción de CO₂ que conlleva su actividad. Estos objetivos contienen la intención de reducir los gases de efecto invernadero tan dañinos para el clima, debido a su papel fundamental en el aumento de la temperatura global, y por ende, en el cambio climático.

El objetivo de reducción del cambio climático, no es algo exclusivo de la Agenda 2030, ya en el Protocolo de Kioto, que data del año 1997 pero que no entró en vigor hasta el año 2005, se estableció un objetivo para la reducción de gases de efecto invernadero que debía hacerse efectiva entre los años 2008 y 2012. En el caso de España, debía limitar el incremento de sus emisiones de gases de efecto invernadero de manera que la media de emisiones netas no superase el 15% del nivel de emisiones del año base (1990/1995).

Después, llegaría el llamado “Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático”, que estableció objetivos concretos a alcanzar en el año 2020 en materia de energía renovable, eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En concreto, las emisiones del conjunto de la Unión Europea debían reducirse en un 20% respecto a los niveles del año 1990. Las emisiones de CO₂ de los sectores más intensivos en el uso de la energía (generación, refino, siderurgia, fabricación de cemento, papel y cartón, vidrio, productos cerámicos, etc.) que se encuentran bajo el comercio europeo de derechos de emisión que crea la Directiva 2003/87/CE. El objetivo para estos sectores era lograr en 2020 una reducción de sus emisiones del 21% respecto a sus niveles del año 2005. Este objetivo era global a nivel europeo, sin que existiese un reparto de esfuerzo entre los estados miembros.¹

En la actualidad, el cambio de paradigma energético es cada vez más necesario y está empezando a dejar de ser una opción. La total dependencia energética que los países europeos tienen de otros estados gobernados por sátrapas y regímenes que atentan constantemente contra los derechos humanos, complican en muchas ocasiones la imposición de sanciones a este tipo de países y sus gobiernos, que refugiados en sus recursos naturales imprescindibles para occidente, pueden perpetrarse en el poder indefinidamente. El debate sobre el cambio en el paradigma energético, ha sido puesto forzosamente sobre la mesa tras declararse la guerra en Ucrania, entre Rusia y la propia

¹ MITECO (2020) “*Objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero*”. Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/objetivos.aspx>

Ucrania, que está suponiendo la amenaza de desabastecimiento energético en Europa en el caso de que se dejase de comprar gas a Rusia en las nuevas condiciones que impone (como su compra en rublos), hecho que supondría un paro del sector industrial en varios países europeos, entre ellos Alemania, el motor económico de la Unión Europea, dependiente del gas ruso en un 85%. La guerra también, ha agravado el problema creciente de inflación que el mundo occidental ya venía sufriendo debido a la expansión monetaria y el aumento del gasto durante la pandemia del COVID-19, aumentando los precios del Gas Licuado del Petróleo (GLP) y del propio barril de petróleo, en este último caso ya se ha estabilizado por encima de los 100\$, aumentando a su vez el precio de la energía eléctrica.

En este trabajo se observará como poder cuantificar si las políticas orientadas al desarrollo sostenible están surtiendo efecto y se debe seguir por ese camino o acometer las reformas necesarias dentro de las propias políticas para corregir de forma eficaz el cauce dentro del que se desarrolla el sector energético. Para ello, será preciso servirse de los Indicadores de Desarrollo Sostenible (IEDS), propuestos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), o más conocido por sus siglas en inglés IAEA.

2. LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

2.1. ¿Qué son los ODS? Consideraciones generales.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son el núcleo de la Agenda 2030 mediante la cual, y según reza el propio texto la resolución, se pretende alcanzar la paz, el fin de la pobreza y la protección del medio ambiente, siendo definida como un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad.

Imagen 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: ONU

El comienzo: precedentes

Es en el año 1983, cuando a instancias de la Asamblea General de las Naciones Unidas, se crea a la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, con la doctora Gro Harlem Brundtland a la cabeza. La doctora Brundtland, había tenido ya previamente puestos de responsabilidad al más alto nivel, ejerciendo entre otros como Primera Ministra de Noruega hasta en tres ocasiones, Ministra de Medio Ambiente en el año 1974, e incluso Directora General de la globalmente conocida, debido a la situación de pandemia que el mundo está viviendo, Organización Mundial de la Salud (OMS). En su informe Brundtland, la mandataria noruega definía así el desarrollo sostenible: *"El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas."*²

La Asamblea de la ONU, encarga este estudio para conocer el estado del aprovechamiento de los recursos naturales en relación con la población mundial y el deterioro ambiental, y en base a los datos obtenidos y expuestas las conclusiones, se formularon las propuestas adecuadas y pertinentes destinadas a solucionar los problemas de degradación ambiental. Esta merma de salud ambiental fue vista por primera vez como un problema principalmente de las naciones más ricas, un efecto secundario del desarrollo industrial y

² Informe Brundtland (1987)

sobre todo, en un problema de supervivencia para los países en vías de desarrollo. Por ello, a raíz de este informe Brundtland, se pretendía abrir una nueva era de crecimiento económico que fuese: contundente, social y ambientalmente sostenible.³

Siguiendo el camino del Informe Brundtland hacia un desarrollo sostenible a nivel mundial, los líderes de 189 países se reunían en el año 2000 para firmar la bautizada como Declaración del Milenio (aprovechando que se comenzaba uno nuevo), con la intención de seguir el camino que ya se había comenzado a tomar en los años previos. La hoja de ruta, el vehículo que serviría como medio para poner en marcha la declaración global común que enfrentaría los grandes retos de la humanidad, fueron los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), ocho objetivos realistas, fáciles de comunicar y muy claros debido a su fácil cuantificación mediante indicadores. Se transitaba así de lo abstracto a lo concreto, estableciendo como meta para la consecución de los objetivos el año 2015. Los ODM irían acompañados de 8 metas y 48 indicadores para medir en 15 años y por primera vez, los progresos que la humanidad haría en asuntos como igualdad, educación, salud o medioambiente.

Imagen 2: Los 8 Objetivos de Desarrollo del Milenio



Fuente: ONU

Llegado el 2015, en lo respectivo a la consecución de los objetivos, en general se puede hablar de que el balance fue positivo, en unos objetivos más que en otros, y también dependiendo del área geográfica. Por aportar algunos datos, se estimó que 700 millones

³ MOZAS MORAL, A. (2021) "Aprender a conocer los ODS".

de personas salieron de la pobreza, se salvó la vida de 48 millones de niños menores de 5 años, se redujo su mortalidad en un 50% (por diversos motivos como la desnutrición o enfermedades), y en 2012 había en el mundo 184 millones de niños y niñas matriculados en educación preescolar, casi dos tercios más desde el 99 y el VIH ha pasado de ser un virus causante de una enfermedad mortal, a poder ser enfermo de SIDA y llevar una vida catalogable como normal.⁴ Aún así, el 20% de la población de los países en vías de desarrollo sobrevive con menos de 1,25 dólares al día, 781 millones de adultos y 126 millones de jóvenes de todo el mundo carecen de alfabetización básica, en 2013 murieron casi 300.000 mujeres por causas relacionadas o agravadas por el embarazo o el parto, en 2012 murieron diariamente casi 600 niños por causas relacionadas con el SIDA. Y por último, en lo más relacionado con el sector energético, las emisiones de gases de efecto invernadero no solo no se redujeron, sino que aumentaron en más de un 50% de 1990 a 2015.⁵

Actualidad: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Es en el año 2015 cuando la Asamblea de la ONU aprueba la llamada Agenda 2030, vehiculada por 17 propósitos llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que pretendían ser no tanto una continuación sino más bien una mejora y ampliación de los anteriores ODM, que están contenidos dentro de los nuevos objetivos (imagen 2). Los ODS están llenos de contenido, con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental que los conforman. Se elaboraron en más de dos años de consultas públicas, interacción con la sociedad civil y negociaciones entre los países. Tal y como se decía en la propia resolución de la Asamblea del día 25 de septiembre de 2015: *“Estamos resueltos a poner fin a la pobreza y el hambre en todo el mundo de aquí a 2030, a combatir las desigualdades dentro de los países y entre ellos, a construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas, a proteger los derechos humanos y*

⁴ Sustainable Development Goals Fund (2018) *“De los ODM a los ODS”*.

⁵ ZAFRA, M. (2019) *“De aquellos ODM, estos ODS”*, Madrid, Periódico El País.

*promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas, y a garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales”.*⁶

Imagen 3: La integración de los ODM en los ODS.



Fuente: MOZAS MORAL, A. (2021), “Aprender a conocer los ODS”.

Los 17 ODS versan sobre los siguientes temas:

ODS 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.

ODS 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

ODS 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.

ODS 4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

ODS 5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.

ODS 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

⁶ Resolución Asamblea ONU A/RES/70/1 – “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en las Naciones Unidas del 25 al 27 de septiembre de 2015, p. 3

ODS 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.

ODS 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

ODS 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

ODS 10. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos.

ODS 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

ODS 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

ODS 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

ODS 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

ODS 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

ODS 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.

ODS 17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

La ONU ha dado prioridad máxima al cumplimiento de estos objetivos, no de forma abstracta ni testimonial, sino dotando verdaderamente de los medios y fondos necesarios para la consecución de los ODS y su asimilación en la sociedad actual, implementando un plan de inversión en coordinación con otras instituciones internacionales como son el Fondo Monetario Internacional (FMI), Banco Central Europeo (BCE) o la propia Unión Europea (UE).

2.2. Los ODS en España. PGE e implementación.

En diciembre de 2020, comenzó un proyecto de asistencia técnica desarrollado por el FMI en el marco del programa de la Comisión Europea, llamado DG Reform, que contenía el

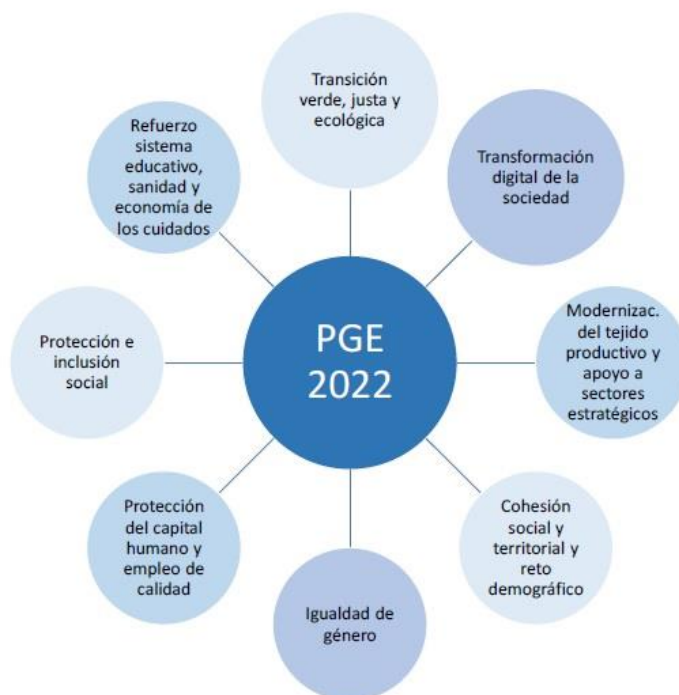
programa de respuesta estructural, más conocido como: Structural Report Support Programme (SRSP).

Debe mencionarse el acuerdo al que llegaron los líderes de la Unión Europea en julio de 2020, con la aprobación de un plan de recuperación encauzado a través del programa denominado “*Next Generation EU*”. Este instrumento europeo de financiación cuenta con una dotación de 750.000 millones de euros, de los que España recibirá 140.000 millones. En el marco de este programa europeo, el Gobierno español, durante la pandemia del COVID-19, presentó a finales de abril de 2021 el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y con los Retos País (PRTR), con la misión de reparar los daños, tanto económicos como sociales, que España había sufrido durante la pandemia. Dentro de este plan, se incluye la adaptación de los ODS y sus metas al contexto y retos específicos de la sociedad española, siguiendo las recomendaciones del FMI, se definía un marco estratégico en cada una de las dimensiones, mediante la vinculación de los ODS de la Agenda 2030 con las políticas palanca de la estrategia del PRTR.

La relación entre los nuevos Presupuestos Generales del Estado (PGE) de este año 2022 y los ODS es total, es más, están plenamente alineados con estos y se pretende que contribuyan tanto a la recuperación económica y social, como a la transformación medioambiental y digital del sistema productivo, así como al desarrollo sostenible, aumentando el crecimiento potencial de la economía española y asegurando la sostenibilidad de las finanzas públicas. En resumen, que los PGE sean el vehículo para la plena implementación de los ODS en España.

Imagen 4. Prioridades de los PGE.

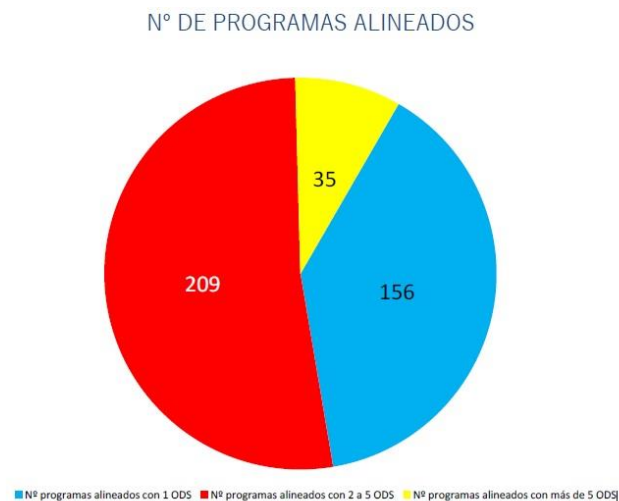
PRIORIDADES DE LOS PGE 2022



Fuente: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los Presupuestos Generales del Estado para 2022. Ministerio de Hacienda (2022).

Como se puede observar en la *Imagen 4*, los ODS están muy presentes en las denominadas prioridades de los PGE. Concretamente, el 61% de los programas que recogen los PGE están en sintonía con dos o más de los objetivos. Son 156 las medidas recogidas en el texto que tienen en cuenta al menos un ODS; 209 están alineadas con entre dos y cinco objetivos; y 35 con más de cinco, tal y como muestra la *Imagen 5*.

Imagen 5. Programas alineados con los ODS.



Fuente: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los Presupuestos Generales del Estado para 2022. Ministerio de Hacienda (2022).

Como previamente se señalaba, las instituciones tanto internacionales como nacionales han dotado con una amplia financiación todos los planes asociados al cumplimiento de los ODS, para conseguir una implantación real y efectiva en los plazos previstos. En el caso de España, el gasto total destinado a la consecución de los ODS mediante diversas políticas “palanca” en los PGE, asciende a la cantidad de 603.388 millones de euros, que para que el lector de este documento pueda hacerse una idea de la entidad de la cifra, son 603.388.000.000 €, doce dígitos. Esta cifra se obtiene realizando la suma de los importes destinados individualmente a cada ODS, que han sido previamente calculados, según indica el propio Ministerio de Hacienda del Gobierno de España en su informe, por agregación en cada ODS de las dotaciones alineadas de las correspondientes políticas de gasto.

No todos los planes tienen destinadas partidas presupuestarias similares, porque no se da la misma prioridad a cada uno de los 17 objetivos, por ejemplo, las partidas destinadas a políticas destinadas con el ODS 1 (fin de la pobreza) son muy superiores a las destinadas a los demás objetivos, llegando a la cantidad de 211.845 millones de euros, seguido del ODS 8 (trabajo y crecimiento económico) y el 5 (igualdad de género), con partidas destinadas por valor de 85.269 y 73.862 millones de euros respectivamente. Por contraparte, en las antípodas del alto gasto público, se encuentran los austeros ODS 14 y 2 (vida submarina y hambre cero), que cuentan solamente con partidas de gasto destinadas por valor de 1.966 y 2.584 millones de euros respectivamente.

Imagen 6. Alineamiento de los PGE con los ODS.

ALINEAMIENTO DE LOS PGE 2022 CON LOS ODS

(Millones de euros)

1 	Fin de la pobreza	211.845
2 	Hambre cero	2.584
3 	Salud y bienestar	23.295
4 	Educación de calidad	14.083
5 	Igualdad de género	73.862
6 	Agua limpia y saneamiento	4.205
7 	Energía asequible y no contaminante	14.106
8 	Trabajo decente y crecimiento económico	85.269
9 	Industria, innovación e infraestructura	55.237
10 	Reducción de las desigualdades	31.276
11 	Ciudades y comunidades sostenibles	12.254
12 	Producción y consumo responsables	6.802
13 	Acción por el clima	7.641
14 	Vida submarina	1.966
15 	Vida de ecosistemas terrestres	6.876
16 	Paz, justicia e instituciones sólidas	24.880
17 	Alianzas para lograr los objetivos	27.207

Fuente: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los Presupuestos Generales del Estado para 2022. Ministerio de Hacienda (2022).

2.3. Los ODS con dimensión medioambiental en España.

El presente trabajo, como su título bien indica, analizará los ODS y su aplicación en el sector energético español. Evidentemente, los ODS más implicados con el sector energético son los relacionados con el medio ambiente, y por ende, serán estos los más profundamente estudiados a continuación, haciendo un análisis más exhaustivo del ODS 7, cuyas metas implican de lleno al sector energético mundial, aunque la intención es ceñirse al estudio del ámbito territorial nacional. También es 7 el número de ODS que tienen un marcado carácter medioambiental. Estos son:

- ODS 6. Agua limpia y saneamiento.
- ODS 7. Energía asequible y no contaminante.

- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.
- ODS 12. Producción y consumo responsables.
- ODS 13. Acción por el clima.
- ODS 14. Vida submarina.
- ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.

En España, como previamente he indicado, el cumplimiento de los ODS se ha abordado financieramente a través de la dotación económica dentro de los PGE, y con el PRTR como vehículo adaptado al medio social y empresarial español. Los ODS medioambientales se engloban o corresponden dentro de las denominadas políticas palanca, que a su vez, contienen los “*retos de país*” cuya asociación conforma la Estrategia de Desarrollo Sostenible ideada por el gobierno para todo el territorio español.

Imagen 7. Áreas prioritarias de la agenda medioambiental (España).



La *Imagen 7* nos muestra las que para el gobierno español son las áreas prioritarias en lo que a la agenda medioambiental respecta. No es necesario observar con detenimiento estas áreas para percatarnos de la estrecha relación que guardan con los ODS, en este caso medioambientales. Movilidad sostenible y energías renovables, así como la estrategia de transición justa están absolutamente ligadas a ODS como el 7 y el 13. Por lo que se refiere a la preservación del litoral y la conservación de ecosistemas, se corresponden con los ODS 14 y 15.

A continuación, realizaré una breve descripción de los ODS medioambientales más significativos y relacionados con la energía, centrándome en los principales puntos de

cada uno, y haciendo un análisis algo más profundo del ODS 7, sin embargo, no entraré aún en la utilización de indicadores, que serán utilizados más adelante, una vez expuesto el marco teórico y la introducción al sector energético español.

ODS 6. Agua limpia y saneamiento.

En el mundo, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre tal y como la conocemos en los países europeos y dos de cada cinco personas no disponen de una instalación básica destinada a la higiene diaria básica como podría ser el simple hecho de lavarse las manos. En España, este problema es cercano a ni siquiera existir, salvo en casos muy concretos relacionados con la instalación básica para la higiene, y se estima que son 0 las personas que no tienen en España a agua potable. Pero no son sólo estos problemas los que aborda este objetivo, también engloba los siguientes:

- Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar.
- Aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento.

España es uno de los más afectados por el llamado estrés hídrico, que indica que países y regiones podrán llegar a tener complicaciones con el uso del agua potable en un futuro, si el cambio climático continúa su actual progresión.

ODS 7. Energía asequible y no contaminante.

El séptimo es de los 18 con diferencia, el ODS más relacionado con el sector energético y toda la industria encargada de la generación de energía de toda índole. Es el objetivo que más adelante se desglosará, analizará con indicadores y se relacionará con las empresas energéticas españolas. Las principales metas de este objetivo son:

- Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

- Aumentar la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
- Promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias.
- Mejorar la tasa de eficiencia energética.

Valga la redundancia, en este ODS, la política que más contribuye y por tanto a la que más partidas han ido destinadas es a Industria y Energía, que ha articulado una serie de planes para estimular y adoptar mecanismos que desemboquen en un notorio avance hacia la sostenibilidad. Entre ellos se encuentran medidas como:

- Incentivar la instalación de puntos de recarga, a la adquisición de vehículos eléctricos y de pila de combustible.
- Desarrollo de energías renovables innovadoras, integradas en la edificación y en los procesos productivos.
- Desarrollo del hidrógeno renovable, también llamado hidrógeno verde y organizar en torno a él un proyecto de país.
- Renovación y modernización de sistemas de almacenamiento energético.

España tiene una oportunidad de oro para encabezar la revolución de las energías renovables a nivel europeo, e incluso mundial. La inversión en renovables dadas sus características, podrían aportar a España miles de puestos de trabajo, reduciendo el nivel de paro estructural del que adolece.

ODS 13. Acción por el clima.

Puede que debido al amplio espectro que cubre este ODS, sea otro de los principales objetivos medioambientales en queda íntimamente ligados con el sector energético, cuyas acciones y mecanismos de obtención de energía o bien de extracción de materias primas para lo propio, en la mayoría de ocasiones tienen un impacto ambiental muy alto. Es necesario reducir este impacto y buscar nuevas fórmulas energéticas sostenibles a lo largo del tiempo.

- Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales.

- Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.
- Mejorar la educación y la sensibilización de toda la sociedad y, en particular, de los poderes públicos, respecto a la emergencia climática.

3. EL SECTOR ENERGÉTICO

3.1. Introducción al sector energético. Consideraciones generales.

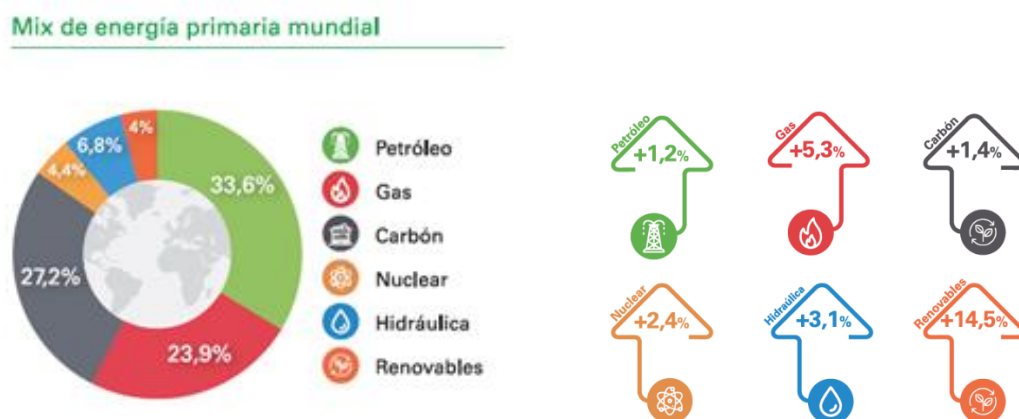
La historia de la humanidad y el progreso de la civilización, es la historia de la búsqueda de controlar la energía que se encuentra presente en cualquier parte de la naturaleza, de nuestro mundo. Los seres humanos, aunque pueda sonar poético, somos energía, tanto en cuánto la materia que nos compone tiene la capacidad de absorber energía y contenerla para tener así capacidad de cambio. Cada vez que corremos, andamos, respiramos, dormimos, etc. consumimos energía, incluso cada vez que un servidor teclea para escribir estas líneas, consumo una energía precisa y perfectamente cuantificable. El ser humano ha podido sobrevivir, evolucionar y avanzar cada vez que ha tenido un mayor control sobre la energía, primero llegó el fuego con el que pudo cocinar alimentos y calentarse, más tarde observó que podía obtenerla del agua, el viento o los animales para realizar tareas agrícolas, pasando por la máquina de vapor, la revolución industrial gracias a los combustibles fósiles y su elevado contenido energético y más fácil transporte, y finalmente llegando a la fácilmente almacenable y transportable energía eléctrica, que se puede obtener de muchas maneras gracias al alternador. Allá donde quiera que se mire es posible encontrar energía, al fin y al cabo, el universo está compuesto de materia y energía, y la primera se cree que fue resultado del enfriamiento de la segunda.

El sector energético mundial, ha sido históricamente el que más dólares facturaba, hasta hace muy poco, antes de la irrupción de las empresas tecnológicas Google, Apple o Microsoft, los gigantes empresariales mundiales eran empresas como British Petroleum (BP), Exxon Mobile, RDSA (Shell), Chevron o ARAMCO (en su caso, a fecha de 2021,

sigue siendo la 2ª empresa mundial en capitalización bursátil)⁷, todas ellas petroleras por el evidente dominio del crudo en el sector.

El consumo de energía primaria a nivel mundial en el año 2019⁸ alcanzó los 581 exajulios (EJ). La mayoría de la energía consumida se obtuvo del petróleo, seguida por el carbón y el gas, que hacen un total del 84,7% de energía obtenida de los combustibles fósiles a nivel mundial, dato muy revelador que pone de manifiesto el enorme camino que queda por recorrer para conseguir un sector energético sostenible. Esto deja poco más de un 15% de uso de otras energías, y teniendo en cuenta que la energía nuclear, a pesar de sus mínimas emisiones, no está catalogada como energía limpia debido a la peligrosidad de sus residuos, se prueba que el uso de renovables es de apenas un 10% a nivel mundial.

Imagen 8: Mix energético a nivel mundial en el año 2019.



Fuente: Statistical Review of World Energy 2020. BP (2020).

Como se puede observar, el mix energético del año 2019 no fue ni mucho menos encaminado en la línea de reducción de emisiones y reducción del consumo energético que se quiere mantener. El consumo de energía aumentó en un 1,3%, dato que si es puesto en contexto histórico no es ni cercano a los peores, pero desde luego si se quieren cumplir los ODS en materia de medio ambiente relacionados con la energía, no es posible aceptar

⁷ <https://economipedia.com/ranking/empresas-mas-grandes-del-mundo-2021.html>

⁸ Adoptaré como referencia el año 2019 y no el 2020, debido a que la pandemia hizo caer el consumo energético en un 6'3% y son datos que no se ajustan a la realidad en términos de comparación con años anteriores. No puedo adoptar el año 2021 en los datos mundiales porque aún no hay informes concluyentes sobre el mix energético.

como adecuado ningún crecimiento del consumo energético, por moderado que sea. La consecuencia inmediata de un aumento del consumo energético, si dicho consumo está principalmente basado en los combustibles fósiles, es el aumento en las emisiones de CO₂, en cuyo caso fue más leve pero alcanzó un 0,5%. Como datos esperanzadores, es preciso destacar:

- El claro aumento de la utilización de las energías renovables (14,5%), casi en su totalidad vinculadas a la producción de energía eléctrica.
- La reducción, aunque mínima, de la utilización de la materia prima comburente más contaminante, el carbón (-0,6%), que poco a poco se reduce, en favor de principalmente el gas natural.
- El aumento de la utilización de energía hidráulica y nuclear, por encima de la que sigue siendo la principal fuente de energía, el petróleo, obviamente liderando el mix debido a su monopolio si a combustibles para transporte se refiere.⁹

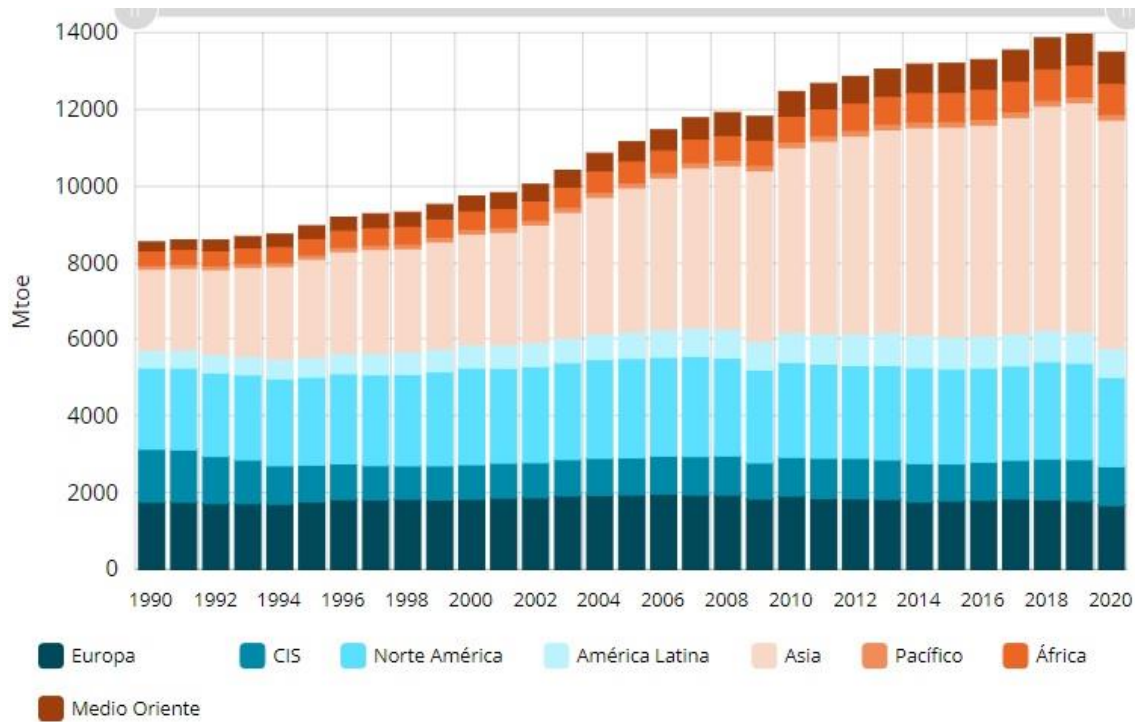
Consumo energético mundial por regiones

Es necesario recordar que el consumo de energía no es igual en todas las regiones del mundo. Históricamente, las regiones de América del norte y Europa, por ser las más desarrolladas social y económicamente, han tenido un consumo energético total mayor que el de otras regiones del mundo. El gráfico contenido en la *Imagen 9*, muestra el consumo energético total mundial, dividido en las principales regiones del planeta. En los últimos 20 años, principalmente debido al aumento de la población mundial y el cambio de modelo productivo, el consumo de energía ha aumentado de las 8000 mega toneladas equivalentes de petróleo (Mtoe) que se consumían en 1990, al pico de las algo más de 14000 Mtoe que se consumieron en el más reciente año 2019, es decir, se consume mundialmente casi el doble de energía que hace 20 años. Tanto Europa como Norteamérica, han tenido un crecimiento sostenido en su consumo energético. Por el contrario, la región mundial que ha liderado el crecimiento del consumo ha sido sin dudarla Asia, que ha triplicado su gasto energético en tan apenas dos décadas, fundamentalmente este crecimiento está indexado a su exponencial aumento de producción industrial y manufacturera. Oriente Medio, en términos relativos crece incluso

⁹ Son datos del *Statistical Review of World Energy 2020. BP (2020)*.

más que Asia, pero si se extrapola el consumo al total mundial, no tiene ni de lejos un impacto tan fuerte.

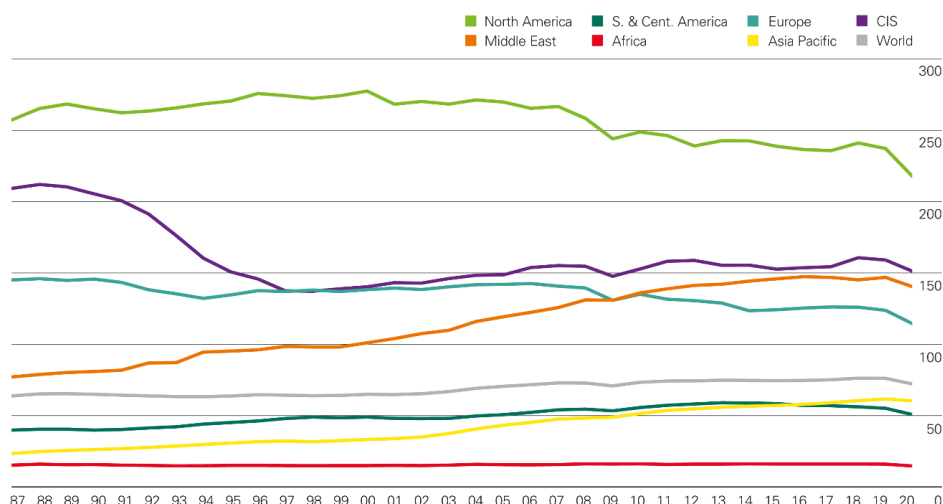
Imagen 9. Consumo energético total mundial por regiones.



Fuente: Enerdata Intelligence and Consulting (2021)

América del norte, debido a sus niveles de vida, desarrollo y economía, por ejemplo, tiene un consumo per cápita muy superior al resto de regiones del mundo, muy por encima de la segunda región, los denominados países CIS (Comunidad de Estados Independientes) entre los que se encuentra Rusia, como principal potencia. Regiones como la de Asia y Pacífico, a pesar de su alto consumo energético, liderado por el gigante manufacturero China, no destaca en este gráfico que refleja la energía per cápita, debido a su enorme población, principalmente concentrada en el sudeste asiático. Es interesante observar como el consumo per cápita generalmente experimenta un leve crecimiento, en las regiones que en comparación menos Gigajulios consumen per cápita, y el fuerte descenso a lo largo de los años que arrojan las regiones de mayor consumo, pudiendo llegar a la conclusión de que el consumo acompaña sin ninguna duda al crecimiento poblacional, incluso siendo superado por este. Mencionar, que África muestra unos datos constantes, a lo largo de las últimas décadas.

Imagen 10. Consumo energético mundial per cápita por regiones.



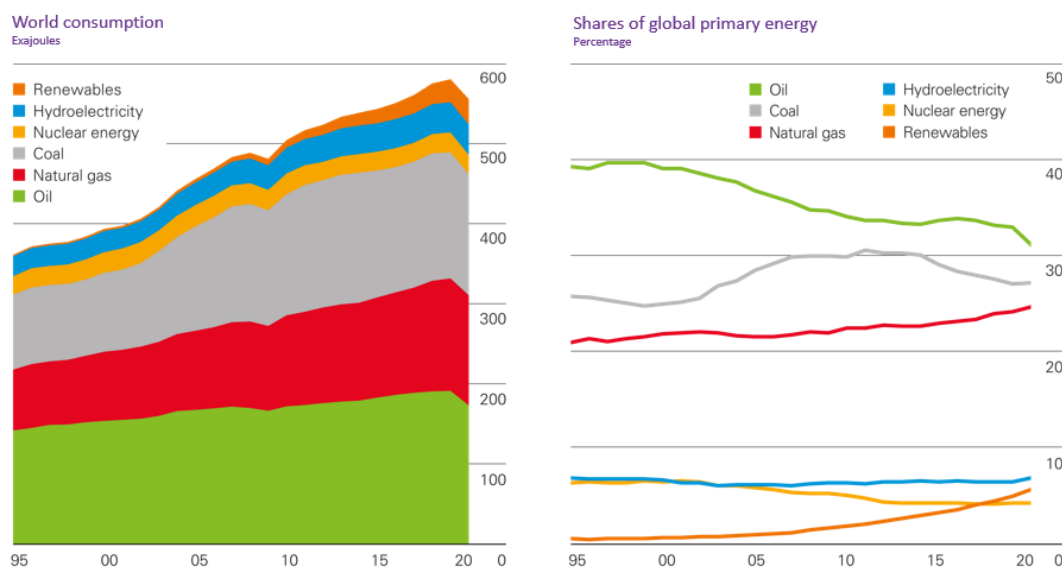
Fuente: *British Petroleum*

Por último, para terminar de poner en relieve el panorama energético mundial, considero necesario plasmar el comportamiento del consumo energético mundial históricamente, desde que los componentes del mix energético actual tienen suficiente entidad como para poder ser contabilizados sin tener unos datos marginales.

El consumo histórico mundial creció constantemente hasta alcanzar su pico máximo en el año 2019, cabe destacar que durante este año se produjo una palpable ralentización en el crecimiento, como se ha podido comprobar previamente, sobre todo si se compara con el crecimiento en años previos, destacando el año 2018, nefasto en lo que a emisiones y consumo se refiere. Todas y cada una de las diferentes fuentes de energía crecieron, más o menos de forma constante en relación al consumo total en términos absolutos, es decir, si se realiza la medición del consumo en exajulios, estos incrementan su presencia en cada uno de los tipos de energía, máxime en el carbón (aunque reduciéndose en los últimos años), el gas natural (en su apogeo) y las energías renovables.

Atendiendo al porcentaje que cada fuente de energía aporta al total mundial, se han registrado unas fluctuaciones mayores conforme se sucedían los años. Es verificable al observar el gráfico de la *Imagen 10*, que muestra el consumo energético mundial total, dividido en fuentes de energía, y por otra parte, el porcentaje de energía total que satisface cada fuente energética.

Imagen 11. Consumo energético en EJ y fuentes de energía utilizadas.



Fuente: BP

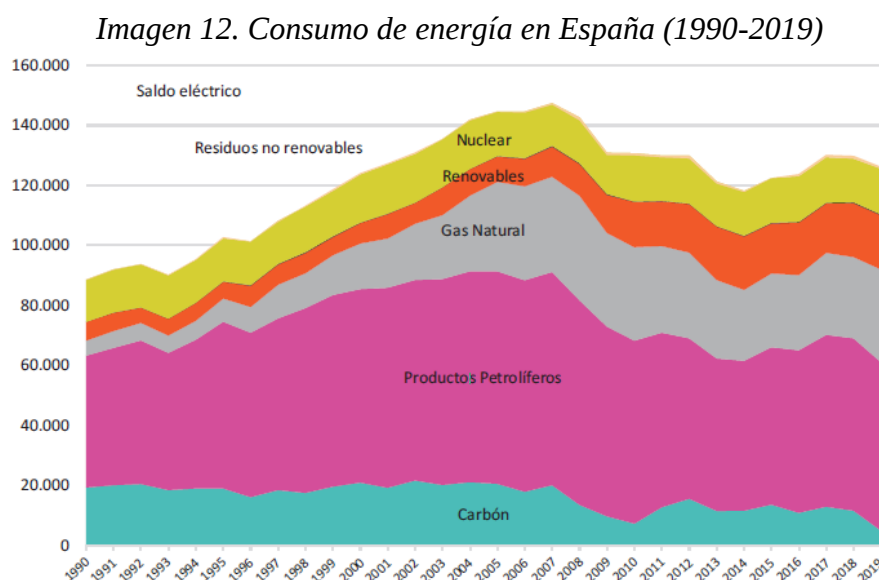
Es constatable, el descenso en la utilización del petróleo (oil) como fuente energética, que de suponer un 40% a finales de los años 90, en el año 2019 suponía algo más del 30%, probablemente suplido en su mayoría por el fuerte crecimiento de la utilización de gas natural y la irrupción del GLP. El carbón muestra un fuerte crecimiento en la década de comienzo del s. XXI, pero a partir de 2015 suma años de constante descenso. La siempre polémica energía nuclear, experimenta una ligera pero constante caída, aunque en los últimos años para quedar constante, llegando a aumentar desde el año 2018. La energía hidroeléctrica es la menos cambiante, apenas fluctúa en las últimas 3 décadas. Por último, las energías renovables, sin duda las más interesantes para reducir las emisiones y conseguir cierta sostenibilidad en el sector energético, han pasado de tener una presencia prácticamente circunstancial, a ser la fuente de energía que más está creciendo en los últimos 15 años, incluso por encima del gas natural. Este crecimiento esté probablemente inducido por la gran cantidad de fondos que la ONU está destinando al desarrollo de la energía sostenible y limpia, como se señala en el punto 2.

3.2. El sector energético en España.

Es de suma importancia desarrollar la composición del sector energético en España, cuyas particularidades se están aprendiendo actualmente a raíz de las condiciones que España y Portugal han estado demandando a la Unión Europea durante los meses de marzo y abril

de este año, en relación a la condición de “isla energética” que aseguraban tiene la Península Ibérica. Los gobiernos español y luso, reclamaban a la Comisión Europea un precio tope al gas natural cuyo precio está acoplado al de la energía eléctrica y es decisivo a la hora de la determinación del precio. Otra posibilidad que se barajaba era la de desacoplar completamente el precio del gas a la hora de determinar precios de la energía, lo que produciría una caída del precio de la misma casi inmediatamente. El acuerdo logrado incluye la capacidad de que los gobiernos establezcan un precio de referencia para el gas, haciendo que los productores oferten a dicho precio, aunque se les compensará por la diferencia del precio de mercado.

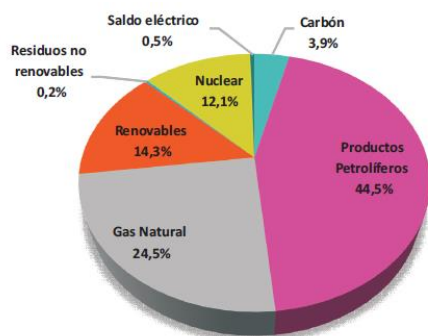
El consumo de energía primaria en España durante el año 2019 alcanzó los 126.107 ktep, un número sensiblemente inferior al registrado el año anterior, que se traduce en una disminución del 2,9%. Esta reducción tiene su explicación en el cierre de instalaciones numerosas instalaciones de carbón, debido al objetivo reducción de esta materia prima en el mix energético. La reducción del carbón se compensó con un aumento de producción principalmente de las centrales de ciclo combinado, alimentadas con gas natural, producto de su abaratamiento en el mercado. Además, la tecnología de lo que se denomina ciclo combinado, produjo una mayor eficiencia en la producción, lo que incrementó la disminución de la demanda.



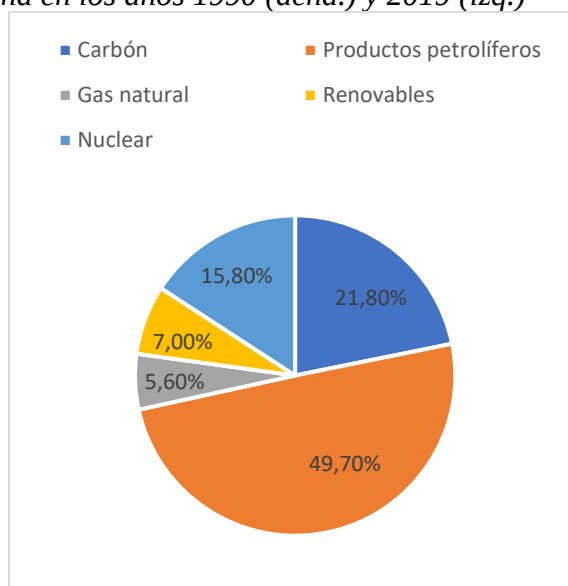
Fuente: MITECO (2020)

Si se analiza el gráfico de la *Imagen 12*, el consumo energético en España tuvo un ritmo creciente en la década de los noventa, disparándose a mediados de década y creciendo a gran velocidad en la siguiente, hasta que toca techo en el año 2007, año cuyo consumo alcanzó los 146.891 ktep, lo que supuso un aumento del consumo del 66,06% con respecto al 1990, año de partida. El año siguiente al que marcó el pico, el 2008, trajo consigo una de las peores crisis financieras y económicas de las últimas décadas, desencadenando un cierre masivo de empresas por quiebra (muchas de ellas de materiales de construcción), el aumento del paro y como no, una disminución del consumo energético hasta que comenzaron los años de recuperación económica, en torno a 2014-2015. En los dos últimos años analizados (2018 y 2019), se ha vuelto a experimentar una reducción del consumo, esta vez no producido por una crisis, sino planificado en pos de la eficiencia y la sostenibilidad. En el año 2019, se consumieron en España 126.107 ktep, frente a los 88.455 ktep que se consumieron en el año 1990, lo que supone un crecimiento del 42,57%.

Imagen 13. Mix energético en España en los años 1990 (dcha.) y 2019 (izq.)



Fuente: MITECO



Fuente: Elaboración propia

Si se desglosan los datos por fuentes de energía, se puede observar con mayor precisión los cambios en el mix energético, herramienta cuyo uso nos permite analizar si se ha realizado la transformación del sector y su sistema. La *Imagen 13*, recoge el mix energético de los años 1990 y 2019, dos gráficos ideales para comparar estos dos años y comprobar la progresión de España en lo que a fuentes de energía se refiere.

Sin duda alguna, lo más visible al comparar ambos gráficos, es la absoluta pérdida de protagonismo que ha experimentado el carbón. Ha pasado de ser la segunda fuente en producción energética en el año 1990, con un 21,8% de energía proveniente de la quema de carbón, a tener un papel casi testimonial en el mix del año 2019, quedando tan solo en un 3,9%. Se puede hablar de una clara *descarbonización* del sector energético español, en sintonía con las directrices marcadas en los ODS. El carbón es el combustible fósil que más CO₂ emite. Este mineral negro proveniente de la descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas y esporas genera casi el doble de CO₂ por unidad de energía que el gas natural. Además, la quema de carbón libera grandes cantidades de otros elementos contaminantes como los óxidos de nitrógeno, de azufre y otras partículas pesadas, nocivas para la salud humana y el medio ambiente.

Precisamente, el carbón se ha sustituido por el gas natural. Los gráficos demuestran que prácticamente el gas crece lo que el carbón se disminuye, más o menos. El gas natural es el combustible fósil que menos emisiones de CO₂ desecha a la atmósfera, sus emisiones son entre un 40% y 50% menores que las del carbón y entre un 25% y 30% menores de las del gasóleo para el transporte y el fuelóleo utilizado para calefacciones y centrales térmicas, además de no emitir apenas óxidos de azufre, mercurio u partículas pesadas, a causa de su proporción de cadenas de hidrógeno y carbono. Se puede catalogar el aumento en la utilización de gas natural como un avance hacia la sostenibilidad por sus menos emisiones con respecto al petróleo y carbón, pero sin olvidar que el verdadero objetivo es la energía renovable.

En cuanto a los productos derivados del petróleo, también se ha disminuido su utilización en los últimos 20 años, pero no de forma tan considerable como el carbón, en relación a 1990 su consumo se ha reducido en algo más de un 5% (49,7% a 44,5%).¹⁰ La razón de que no se pueda reducir más la dependencia del crudo, es la imposibilidad de prescindir de este en el transporte por carretera, donde los vehículos que funcionan con hidrocarburos del petróleo representan algo más del 95% del total y que hasta hace pocos años representaban el 100%. Hoy en día, los vehículos de propulsión eléctrica están en pleno crecimiento, gracias a la disminución de costes de producción, la mejora de la duración y capacidad de las baterías y su autonomía y las subvenciones concedidas por el

¹⁰ Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, *La Energía en España*, Madrid, 2022, p. 39

Estado provenientes de los fondos europeos destinados a la transición ecológica (de los que se ha hablado en este trabajo).

La energía nuclear, siempre cuestionada por su elevado número de “pros” y sus menores contras, pero de gran importancia por las catastróficas repercusiones que puede llegar a tener, se ha visto reducida de un 15,8% en 1990 al 12,1% que representaba en 2019, llegando al 21% si de producción eléctrica se habla. El gran problema de este recurso, son las consecuencias que acarrearía un accidente en una central nuclear, que van desde la contaminación por radioactividad del medio próximo a las instalaciones en casos de fuga de material contaminado, o en el peor de los casos a una explosión por un accidente en el reactor, que equivaldría a (justo lo que es) una explosión nuclear. Desde el punto de vista de emisiones de gases de efecto invernadero, una central nuclear emite de media 12,5g CO₂/kWh producido, es decir, un promedio coincidente con las emisiones que produce la energía eólica, y menos de las emitidas por la solar.¹¹

Por último, más adelante se realizará una comparación y un desglose de las energías renovables utilizadas en España, analizando su impacto en la sociedad en su dimensión social, económica y medioambiental.

4. CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO A LOS ODS

4.1. Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible (IEDS)

¿Cómo se podría saber si realmente se avanza hacia el desarrollo sostenible? Para responder a esta pregunta, los encargados de la adopción de políticas necesitan métodos para medir y evaluar los efectos actuales y futuros del uso de la energía. Han de determinar si la utilización actual de la energía es adecuada, y en caso de que no lo fuere, poder tomar las medidas pertinentes para corregir los fallos. Necesitan herramientas esenciales para dar a conocer a los mandatarios, y al público en general, las cuestiones energéticas relacionadas con el desarrollo sostenible.¹²

¹¹ *Climate Change and Nuclear Power 2018. Organismo Internacional de Energía Atómica.*

¹² Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). “*Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías*”. Viena. 2008.

Un indicador de eficiencia energética es una herramienta que tiene la labor de analizar todo tipo de interacciones entre la actividad económica y humana, las emisiones de gases de efecto invernadero, la acidificación del suelo, etc., siempre relacionadas con el consumo de energía. Los resultados se obtienen a través del análisis de diferentes datos, sirviéndose de fórmulas matemáticas y estadísticas previamente configuradas para dicho fin. En efecto, los indicadores son creados para fines concretos y es preceptivo destinar recursos humanos y financieros para obtener datos detallados y analizar la información. La creación de un indicador no es una tarea sencilla, se hace necesaria la implicación de profesionales y expertos en materia energética, estadística, matemáticas, e incluso de geólogos y biólogos en algunas ocasiones que dependerán del objeto de estudio del indicador. Los indicadores permiten entender como cada elemento influye en el consumo energético, algo esencial a efectos de determinar cuál es el que tiene mayor potencial para reducir el consumo de energía y poder identificar las áreas que deberían ser priorizadas para el desarrollo de políticas de eficiencia energética, lo consiguen mediante la descomposición de tendencias y la factorización¹³ (que se utiliza para cuantificar el impacto de distintos factores o fuerzas que inciden en el consumo de energía). Gracias a los resultados que arrojan los IEDS, se puede analizar de forma más precisa un problema como pueden ser las emisiones de CO₂, en un sector concreto como puede ser el industrial o el sector servicios. Estos indicadores permiten recopilar información desaprovechada contenida en bases de datos nacionales y regionales, y utilizarla para obtener resultados sobre la aplicación de las políticas de desarrollo sostenible y los ODS.

Los indicadores energéticos del desarrollo sostenible (IEDS), han sido diseñados con objeto de proporcionar información sobre las tendencias actuales en materia de energía, en un formato que simplifica la adopción de decisiones a nivel nacional. Cada conjunto de indicadores expresa aspectos o consecuencias de la producción y el uso de la energía. En este apartado cabe hacer mención a todos y cada uno de ellos, solamente enumerándolos, quedando pospuesto al siguiente apartado, el análisis de los más relacionados con el sector energético, las energías renovables y su incidencia en España.

¹³ International Energie Agency (2015): *“Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas”*. París.

Los IEDS, al igual que los ODS, se dividen en tres dimensiones: social, económica y medioambiental. Cada uno de los 30 indicadores cubre un área de medición.

Tabla 1: IEDS: dimensión y área de medición.

DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN
DIMENSIÓN SOCIAL	SOC 1	Porcentaje de hogares sin electricidad
	SOC 2	Porcentaje de ingresos de los hogares dedicado a combustibles y electricidad
	SOC 3	Uso de energía en los hogares por grupo de ingresos y combinación de combustibles utilizados
	SOC 4	Víctimas mortales de accidentes por la energía producida por la cadena de combustibles
DIMENSIÓN ECONÓMICA	ECO1	Uso de energía <i>per cápita</i>
	ECO2	Uso de energía por unidad de PIB
	ECO3	Eficiencia de la conversión y distribución de energía
	ECO4	Relación reservas/producción
	ECO5	Relación recursos/producción
	ECO6	Intensidades energéticas de la industria
	ECO7	Intensidades energéticas del sector agrícola
	ECO8	Intensidades energéticas del sector comercial o de los servicios
	ECO9	Intensidad energética de los hogares
	ECO10	Intensidades energéticas del transporte
	ECO11	Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad
	ECO12	Porcentaje de energía no basada en el carbono en la energía y electricidad
	ECO13	Porcentaje de energías renovables en la energía y electricidad
	ECO14	Precios de la energía de uso final por combustible y sector
	ECO15	Dependencia de las importaciones netas de energía

	ECO16	Reservas de combustibles críticos por consumo del combustible correspondiente
DIMENSIÓN MEDIOAMBIENTAL	ENV1	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por la producción y uso de energía, <i>per cápita</i> y por unidad de PIB
	ENV2	Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos en zonas urbanas
	ENV3	Emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los sistemas energéticos
	ENV4	Descargas de contaminantes en efluentes líquidos procedentes de los sistemas energéticos incluidas las descargas de petróleo
	ENV5	Zonas del suelo en las que la acidificación supera la carga crítica
	ENV6	Tasa de deforestación atribuida al uso de energía
	ENV7	Relación entre la generación de desechos sólidos y las unidades de energía producida
	ENV8	Relación entre los desechos sólidos adecuadamente evacuados y el total de desechos sólidos generados
	ENV9	Relación entre los desechos sólidos radiactivos y las unidades de energía producida
	ENV10	Relación entre los desechos sólidos radiactivos en espera de evacuación y el total de desechos sólidos radiactivos generados

Fuente: Elaboración propia a partir de OIEA (2008).

Dimensión Social

Los IEDS necesitaban recoger indicadores sociales tanto en cuanto la energía tiene una repercusión directa sobre la pobreza, las oportunidades de empleo, la educación, la transición demográfica y el desarrollo vital de cualquier persona. Por ello, el ODS 7 busca una energía accesible para todos y que no ponga en peligro la salud de la población, la necesidad de energía segura a un precio justo es de suma importancia para el desarrollo de sociedades enteras. Los dos temas que se recogen dentro de esta dimensión son la equidad, que se divide a su vez en los subtemas accesibilidad y asequibilidad, y la salud que hace mención a la seguridad.

Dimensión Económica

Directamente, sin energía no existe economía alguna. Los países desarrollados y con economías sólidas necesitan un suministro energético fiable y seguro para poder continuar sus labores industriales, y en el caso de los países en vías de desarrollo, necesitan precisamente de un suministro de garantías del que en muchas ocasiones no disponen para poder industrializarse y caminar hacia el crecimiento económico. Una de las grandes oportunidades que ofrecen los ODS en España es la cantidad de puestos de trabajo que pueden crear las energías limpias.

Dimensión Medioambiental

Ha sido la dimensión sobre la que más se ha puesto el foco a lo largo del presente trabajo. Todas las maneras de producir energía tienen repercusión en el medio ambiente, desde luego unas más que otras y hay diferentes categorías de efectos negativos. Los impactos ambientales dependen en gran medida de la forma en que se produce y se utiliza la energía, de la combinación de combustibles, la estructura de los sistemas energéticos y las medidas de reglamentación conexas en materia de energía y de estructura de los precios. Las emisiones de gases procedentes de la quema de combustibles fósiles contaminan la atmósfera. Las grandes presas hidroeléctricas causan el encenagamiento de las aguas, además de graves consecuencias en el curso de los ríos. La energía nuclear, infunde entre la población miedo a accidentes catastróficos como el de *Chernóbil* y genera desechos altamente radiactivos. Las turbinas eólicas pueden desfigurar el paisaje natural y causar alteraciones en la fauna, cuyo funcionamiento causa cientos de muertes anuales, sobre todo de aves.

4.2. Cuantificación de la sostenibilidad del sector energético. Descripción metodológica.

Como previamente ha quedado reflejado en la *Tabla 1*, los IEDS son múltiples, en concreto son 30 y están recogidos en tres bloques. Gracias a estos indicadores, es más sencillo cuantificar de alguna manera si los ODS se están cumpliendo, o dicho de una manera más correcta, se está aplicando eficazmente y consiguiéndose los objetivos.

Los IEDS que analizaré son, los económicos ECO 13 y ECO 15, y los medioambientales ENV 1 y en ENV 3, por ese orden. He elegido estos indicadores porque tras leer detenidamente los datos medidos en todos, creo que son los que mejor se adaptan al tema de este trabajo, y como es entendible, es imposible desglosar por separado cada uno de los 30 IEDS en un trabajo de estas características.

INDICADOR ECO 13

El IEDS “ECO 13”, mide el porcentaje de las energías renovables en el suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y generación de electricidad y capacidad de generación (con exclusión de la energía no comercial).

La pertinencia del indicador en relación con el presente trabajo, se justifica por su relación con el desarrollo sostenible, debido a la promoción de la energía y, en particular, de electricidad a partir de fuentes renovables.

Este indicador se obtiene calculando la ratio del consumo y producción de energías renovables respecto del suministro final total y la producción de energía primaria total y final total. El porcentaje de las fuentes renovables en el sector eléctrico, es la electricidad generada a partir de energías renovables dividida por la utilización total de electricidad.¹⁴

El ECO 13 permite analizar el porcentaje de energías renovables presentes en el sector energético. Para ello, queda subdividido en tres indicadores: Porcentaje de renovables en el consumo de energía primaria I_{RENEW_TPC} ; porcentaje de renovables en el consumo de energía final I_{RENEW_TFC} ; y porcentaje de renovables en la generación de electricidad I_{RENEW_ELEC} .¹⁵ Las fórmulas que expone la OIEA (más conocida por sus siglas en inglés IAEA), son las siguientes:

¹⁴ Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). “Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías”. Viena. 2008.

¹⁵ IAEA (2017a), Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050, Reference Data Series No. 1, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

1ª. Porcentaje de energía renovable en el consumo de energía primaria total (será del que se obtengan los resultados que aparecerán reflejados más adelante):

$$I_{RENEW\ TPC} = \frac{\text{Consumo de energía primaria renovable}}{\text{Consumo de energía primaria total}}$$

2ª. Porcentaje de energía renovable sobre el consumo de energía final total:

$$I_{RENEW\ TFC} = \frac{\text{Consumo de energía final renovable}}{\text{Consumo de energía final total}}$$

3ª. Porcentaje de energía renovable del total de producción eléctrica:

$$I_{RENEW\ ELEC} = \frac{\text{Producción eléctrica a partir de energía renovable}}{\text{Producción eléctrica total}}$$

INDICADOR ECO 15

El IEDS “ECO 15” es un indicador más simple y sencillo de obtener que el ECO 13, sin embargo, es muy ilustrativo a la hora de conocer la dependencia energética que tiene un país para poder continuar produciendo y funcionando económicamente dentro de la normalidad. Muestra el ratio de las importaciones netas respecto del suministro total de energía primaria (STEP) en un año dado en total y por tipo de combustible, como el petróleo y sus derivados, el gas, el carbón y la electricidad.

Es un indicador de dependencia energética, en concreto muestra el porcentaje de importaciones netas de energía en el total de energía bruta disponible. Todo país sueña con ser energéticamente independiente, pues de esta manera, no depende de ningún tercer estado para abastecer su suministro energético y queda más apartado de las consecuencias de crisis energéticas, humanitarias, políticas, etc. que sucedan en otras partes del mundo y que conllevan riesgos de suministro en cantidad, y desde luego también en precio (la actual guerra de Ucrania es un ejemplo claro de ello). La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$I_{ENER_DEP} = \frac{\text{Importaciones netas de energía}}{\text{Energía bruta disponible}}$$

Las importaciones netas de energía, se obtienen por la diferencia entre las importaciones y las exportaciones totales de energía, pudiendo quedar un saldo positivo o negativo. En cuanto a la energía bruta disponible, se tiene que sumar a las importaciones netas: el stock disponible, la productividad y el reciclado energético.

INDICADOR ENV 3

El IEDS “ENV 3” es el único indicador medioambiental que se pasará a analizar, y es sin duda el más sencillo de todos en su fórmula de cálculo. Este indicador muestra las emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de todas las actividades relacionadas con la energía, incluidos la producción de electricidad y el transporte. Los principales motivos de la preocupación creciente son las emisiones de sustancias acidificantes, como óxidos de azufre (SO_x) y de nitrógeno (NO_x); gases formadores de ozono (precursores del ozono), como los compuestos orgánicos volátiles (COV), NO_x y monóxido de carbono (CO), así como las partículas finas.¹⁶

Cada vez son mayores las preocupaciones que suscitan las concentraciones de diversos contaminantes atmosféricos, fruto principalmente del uso de la energía. En la concentración de contaminantes tienen una gran influencia los patrones de producción y consumo de energía, en los que repercuten, a su vez, la intensidad y la eficiencia energéticas. Las emisiones de estos contaminantes también se ven afectadas por las normas nacionales de control y de lucha contra la contaminación, y el uso de tecnologías energéticas limpias. El nivel de las emisiones proporciona una indicación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente.

Cabe destacar que no existe una fórmula general para todos los contaminantes, sino que se deberá realizar individualizadamente para cada uno de ellos. La fórmula de este IEDS es:

¹⁶ Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). “Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías”. Viena, 2008.

$I_{CA} = \text{Emisiones de cada contaminante atmosférico (CA) de un año (n)}$

n = 1990 ... 2019

CA = Contaminante atmosférico (NO_x) o cualquiera de los mencionados

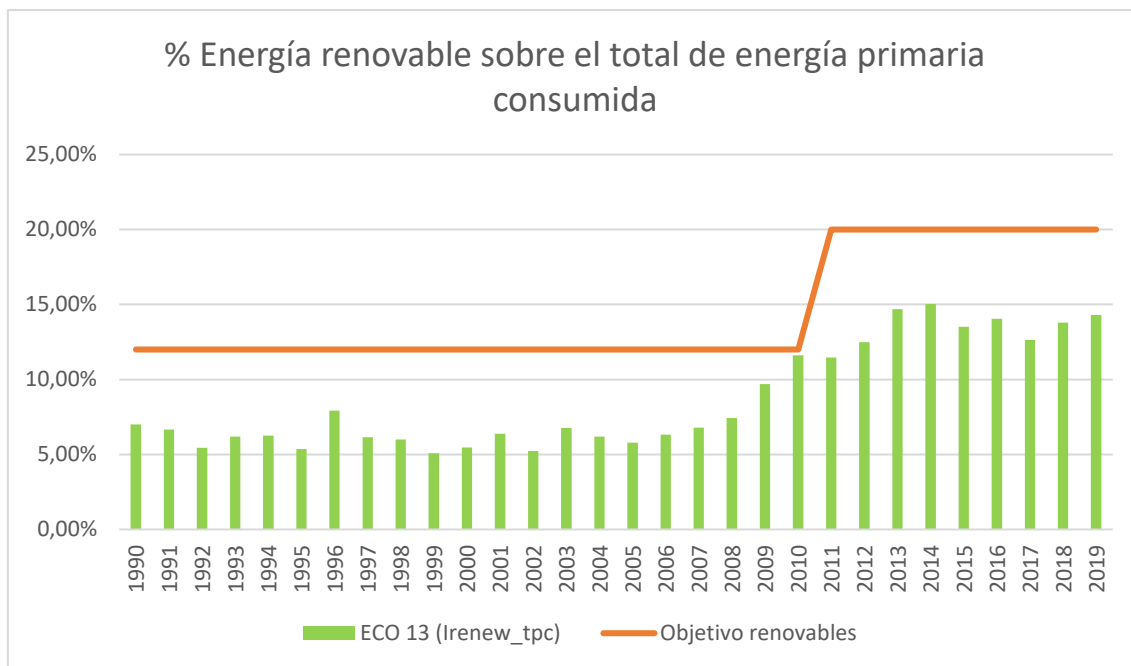
5. **RESULTADOS**

Se exponen a continuación los resultados que arrojan los indicadores analizados en el anterior punto, y después se valorará su repercusión en España.

5.1. Resultados ECO 13

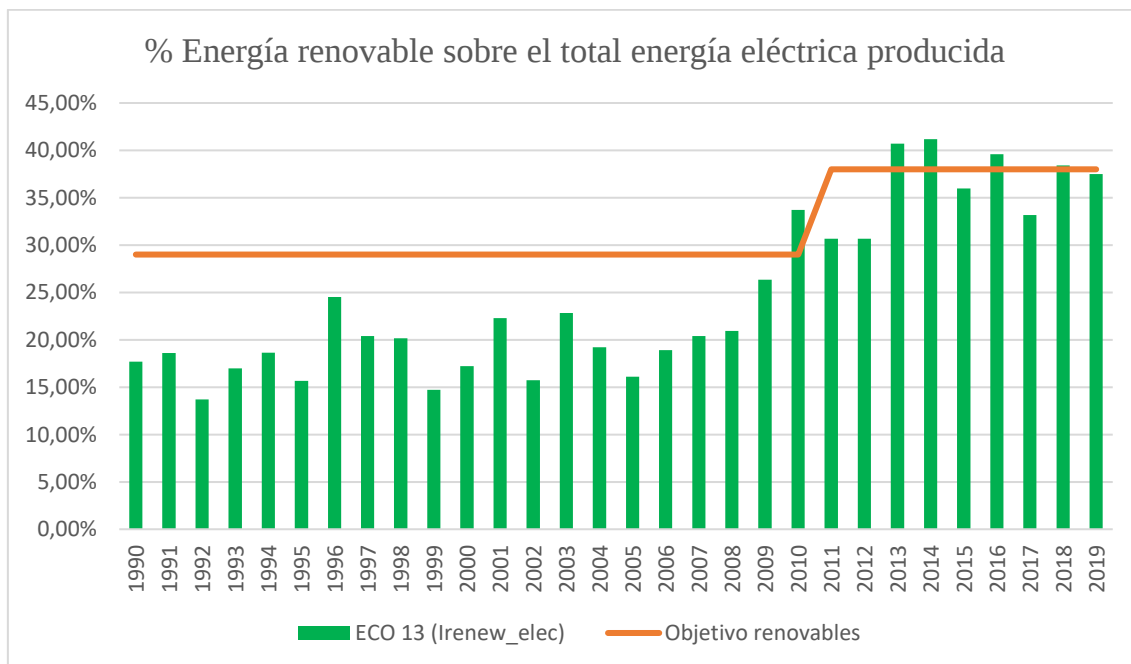
De los tres posibles sub-indicadores que conforman el IEDS, he escogido el que desde mi punto de vista es el que nos aporta una visión más global del estado de las energías renovables en España, aunque adjuntaré también los datos del sub-indicador I_{RENEW_ELEC}. Todos los datos han sido extraídos del informe anual del año 2019 del MITECO.

El porcentaje de energía renovable sobre el total consumida, no ha llegado nunca al objetivo marcado por las directrices políticas marcadas en la Agenda 2030 y contenidas dentro del ODS 7. Estuvo muy cerca de conseguirse en el año 2010, cuyo objetivo era del 12% y de la energía primaria consumida, un 11,68% era renovable. El porcentaje ha seguido creciendo en los años siguientes, al igual que el objetivo que se ha establecido ya en un 20%. El año con mayor consumo de energías renovables fue el 2014, con un 15,04% sobre la primaria total.



Fuente: *Elaboración propia* ¹⁷

Si se estudia el porcentaje de energía renovable sobre el total de la energía eléctrica que España produce, los datos son algo diferentes, como es obvio el porcentaje producido es sensiblemente mayor, debido a que las renovables no tienen aplicación directa en el



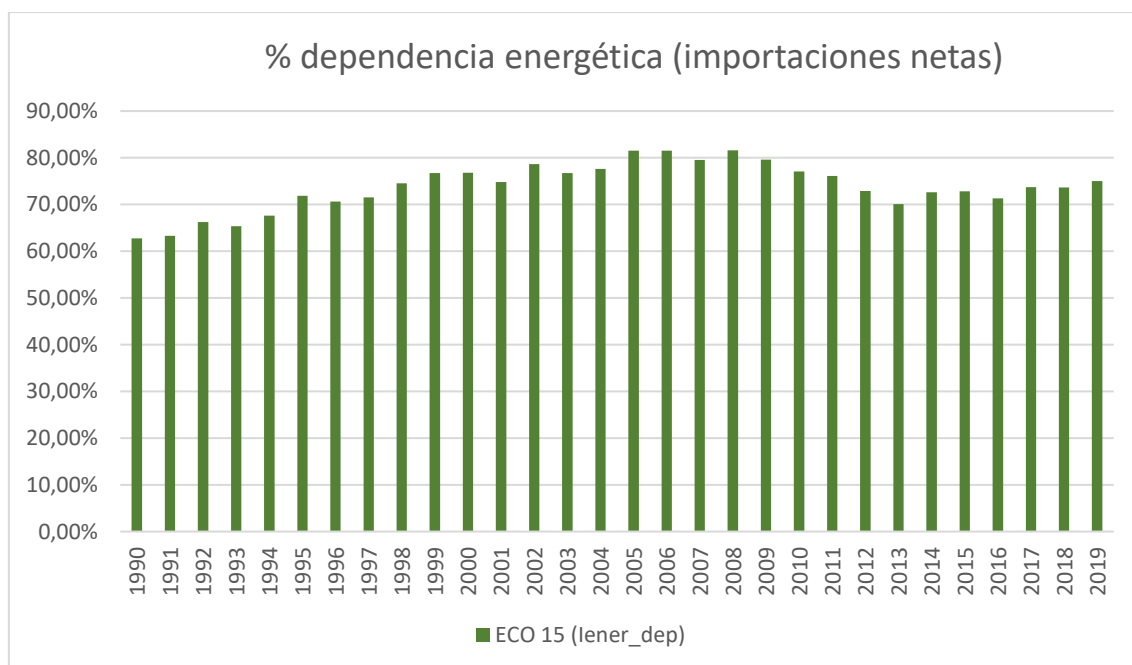
Fuente: *Elaboración propia* ¹⁶

¹⁷ Datos extraídos de Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, *La Energía en España*, Madrid, 2022, p. 38

transporte, que representa cerca del 41% del consumo total de energía. En los últimos años, en torno al 40% de la energía eléctrica producida en España proviene de fuentes renovables, tocando techo en el año 2014 con un 41,17%, cifras que son superiores al objetivo marcado por la ONU, que se encuentra en el 38% desde el año 2010.

5.2. Resultados ECO 15

Como previamente fue comentado, este indicador señala el porcentaje de dependencia energética que tiene España con otros estados, es decir, que cantidad de energía de la que consume proviene del exterior de las fronteras del país. Por desgracia para nosotros, España es uno de los países que más depende de la energía externa, llegando a haber importado más del 75% de la energía consumida en un año. Esto se debe a la escasez de recursos energéticos disponibles en el España, especialmente de combustibles fósiles, cuyas reservas son escasas. Ahora se abre una nueva era y grandes oportunidades para reducir esta grave dependencia, gracias a las energías renovables y tecnologías como el hidrógeno verde.



Fuente: EUROSTAT¹⁸

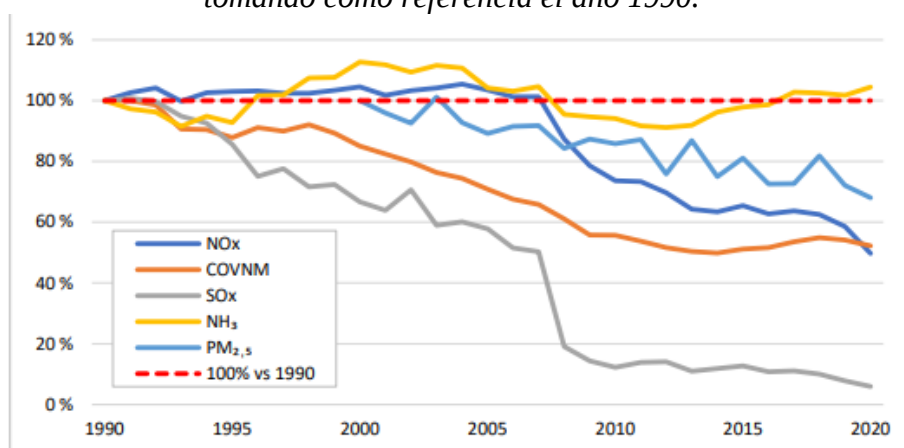
¹⁸ EUROSTAT (2019): "Energy balances April 2019"

Es realmente preocupante el nivel de dependencia del sistema energético con terceros, llegando incluso a representar más del 80% entre los años 2005 y 2009. Actualmente, el escenario no es mucho mejor, la barrera del 70% no se reduce, lo que nos hace quedar desprotegidos cuando se producen crisis energéticas.

5.3. Resultados ENV 3

El ENV 3 recoge individualmente las emisiones de contaminantes atmosféricos diferentes de los demás gases de efecto invernadero, estos son: óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre (sulfuros), amoniacos, partículas finas y compuestos orgánicos volátiles. Como dije en el apartado donde se explicaba la metodología de este IEDS, los resultados se obtienen individualmente por cada contaminante, pero he creído más acertado concentrar todos los contaminantes atmosféricos en una misma gráfica, contenida en la *Imagen 14*.

Imagen 14. Evolución relativa de las emisiones de NOx, COVNM, SOx, NH₃ y PM_{2,5} tomando como referencia el año 1990.



Fuente: MITECO¹⁹

En cuanto a la reducción de contaminantes atmosféricos, es muy satisfactoria en la mayoría de los resultados del indicador. Cabe destacar el profundo descenso de los óxidos de azufre (SO_x), que han quedado reducidos a fecha de 2019 a un 5% de lo que representaban en el año 1990, esto se ha debido a la descarbonización del sector energético español, ya que el carbón era culpable de casi el total de las emisiones de este contaminante. También se han visto notablemente reducidas las emisiones de óxidos de

¹⁹ Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico: “Inventario nacional de emisiones a la atmósfera: Emisiones de contaminantes atmosféricos”. Madrid, 2020. p. 3

nitrógeno (NO_x), que se han visto reducidas en un 50% respecto a 1990. Estos datos son debidos a las fuertes restricciones que se impusieron sobre todo a partir del año 2007, donde se produce un fuerte descenso de todos los contaminantes. Restricciones a los tamaños de motores en los vehículos diésel, así como la mejora de los filtros de partículas o la adición de la tecnología Ad Blue (un líquido compuesto en su mayor parte de urea que atrapa los SO_x y NO_x), redujeron mucho las emisiones de estos óxidos. La reducción de las COVNM también se debe a la modernización del parque móvil de vehículos y a su eliminación de estas partículas en pinturas y recubrimientos. En cuanto a las emisiones de PM_{2.5} presentan un continuado descenso debido a las mejoras tecnológicas, a la sustitución de combustibles sólidos y líquidos por gas natural, y a la implantación de técnicas de abatimiento en centrales de generación eléctrica e instalaciones industriales.

Se adjunta también una tabla con los valores totales de las emisiones de contaminantes atmosféricos, para ver su reducción desde otra perspectiva más amplia.

Imagen 15. Emisiones totales (en kilotoneladas) para los principales contaminantes

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
NO_x	1.393	1.435	1.455	1.441	1.025	912	887	871	816
COVNM	1.078	947	917	763	601	551	578	592	584
SO_x	2.128	1.823	1.420	1.230	261	271	236	214	167
NH₃	463	429	521	482	435	453	475	474	471
PM_{2,5}			181	161	155	146	131	148	130

El único de los contaminantes que se ha mantenido estable en su progreso, ha sido el amoniaco. Este podría ser un dato negativo, pero no termina de serlo, pues el límite marcado por las políticas de desarrollo sostenible se encuentra aún por encima de las emisiones de este contaminante en España, y por tanto, este nivel de emisiones se considera no nocivo para la salud y el medio ambiente.

6. CONCLUSIONES

En opinión del que escribe, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, brindan a España una oportunidad inmejorable de inversión en infraestructuras para el desarrollo de energía limpia y sostenible, tan necesaria en un siglo XXI marcado por la emergencia climática,

que no parece tener un final cercano. España no solo puede progresar en el largo camino que le queda por andar hasta la independencia económica, sino que gracias a las energías renovables y las políticas de gasto emitidas por la Comisión, la UE y la ONU, dirigidas al cumplimiento de los ODS, podría comenzar a atacar el problema de paro estructural que nos concierne. España, dadas sus condiciones geográficas y climáticas, puede convertirse en el generador de energía sostenible de todo el continente europeo, con los beneficios económicos que ello conllevaría. Se están tomando decisiones en este sentido, como por ejemplo, la reciente planta generadora de hidrógeno verde inaugurada por Iberdrola, integrada por una planta solar fotovoltaica de 100 MW, un sistema de baterías de ion-litio con una capacidad de almacenamiento de 20 MWh y uno de los mayores sistemas de producción de hidrógeno mediante electrólisis del mundo (20 MW). Todo a partir de fuentes 100 % renovables.²⁰ Este proyecto ha creado 1000 nuevos puestos de trabajo directos en torno a él.

Las empresas del sector renovable dieron empleo a 58.724 trabajadores de forma directa y mantuvieron 34.206 puestos de trabajo en otros sectores. En total, el sector renovable empleó a 92.930 trabajadores. La tecnología que más puestos de trabajo nuevos creó en el año analizado fue la fotovoltaica, influenciada tanto por las instalaciones que se conectaron a red como por la importante evolución de los proyectos de autoconsumo. Se realizaron exportaciones por valor de 4.104 millones de euros, aumentando su saldo neto exportador respecto al año precedente hasta los 1.977 millones de euros. La descarbonización de la economía y la actividad industrial o el cuidado de la salud humana y el medioambiente son solo algunos de los beneficios de estas energías. Existen muchas razones objetivas como la creación de empleo, disponer de un suministro energético con costes controlados, la reducción de la dependencia energética o la fijación de población en entornos rurales. Numerosas tecnologías aplicadas a energías renovables son ya de por sí rentables.²¹

²⁰<https://www.iberdrola.com/conocenos/lineas-negocio/proyectos-emblematicos/puertollano-planta-hidrogeno-verde>

²¹ APPA renovables: “*Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España*” Madrid. 2020. pp. 15-16

Los IEDS nos permiten evaluar de un modo numérico y con el máximo rigor la sostenibilidad del sector energético español, en el caso que estudia el presente documento. Son el mecanismo más adecuado para poder cuantificar la disparidad entre el comportamiento del sector y los objetivos establecidos por los mandatarios que tienen que tomar las decisiones.

En cuanto a las conclusiones que saco a raíz de los resultados obtenidos en el análisis de los IEDS, pueden quedar estructuradas de la siguiente manera:

- El porcentaje de energía renovable sobre el total de energía primaria consumida, si bien es cierto no ha llegado a cumplir el objetivo marcado en ningún momento, progresa adecuadamente en relación con dicho objetivo. Se ha experimentado un crecimiento de casi el triple en este indicador, sin olvidar que los inicios eran bajo mínimos, pero con el optimismo de que España está avanzando en la buena dirección. No se debe dejar de lado tampoco, el hecho de que España aún no tiene la infraestructura, aunque ya sí la tecnología, de trasladar la energía renovable al sector del transporte, tan importante y tan presente en esta nación. Esto producirá de seguro, un aumento en el porcentaje que marca el I_{RENEW_TPC} .
- Si bien es cierto, el porcentaje de renovables sobre el total de energía primaria consumida no ha cumplido los objetivos, el porcentaje de energía renovable sobre el total de energía eléctrica producida, los ha cumplido con creces en los últimos años, razón de más por la que ser optimistas. El indicador I_{RENEW_ELEC} elimina el factor transporte de la ecuación y analiza solamente lo referente al sector eléctrico, cuyo objetivo se cumplió en el año 2010 y aumentó a medida que se marcaba un nuevo objetivo a partir de dicho año, volviendo a cumplir el nuevo en los años siguientes. Actualmente, España produce en torno a un 40% de su energía eléctrica a partir de energías 100% renovables.
- Sin ningún atisbo de duda, la asignatura pendiente de entre todos los IEDS analizados y cuantificados, es el que refleja el *ECO 15* referente a la dependencia energética de España. Es profundamente negativo que un país dependa actualmente en torno a un 70%, de la energía que importa de terceros países,

incluso superando el 80% en algunos años. No es menos cierto que históricamente los países europeos dependen en porcentajes altísimos de la energía que importan de Estados de Oriente Medio y de Rusia, entre otros, lo que produce situaciones paradójicas y completamente antinatura como la que se está viviendo desde febrero de 2022, donde la Unión Europea impone duras sanciones económicas a Rusia en represalia por la invasión de Ucrania, al mismo tiempo que le compra diariamente millones de euros en gas, en otras palabras, le financia. Como he dicho antes, España tiene ahora la ocasión de reducir su dependencia energética con el exterior a través de las oportunidades que brindan los ODS y las energías renovables.

- Por último, en lo que a indicadores medioambientales se refiere, tan sólo se ha analizado uno porque la extensión de un trabajo de fin de grado no permite mucho más. En lo que a emisiones de contaminantes atmosféricos se refiere, España aprueba con nota, pues ha conseguido reducir en más de la mitad sus emisiones de este tipo de gases y partículas. La conclusión es muy satisfactoria, poniendo de manifiesto que las medidas tomadas en este sentido funcionan y se está avanzando acorde a lo que marcan los ODS.

7. BIBLIOGRAFÍA

APPA renovables: *“Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España”* Madrid. 2020. pp. 15-16.

Organismo Internacional de Energía Atómica (2019): *“Climate Change and Nuclear Power 2018”*.

Enerdata Intelligence and Consulting (2021).

EUROSTAT (2019): *“Energy balances April 2019”*

Recuperado de: <https://economipedia.com/ranking/empresas-mas-grandes-del-mundo-2021.html>

Recuperado de: <https://www.iberdrola.com/conocenos/lineas-negocio/proyectos-emblematicos/puertollano-planta-hidrogeno-verde>

IAEA (2017a), *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050*, Reference Data Series No. 1, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Informe Brundtland (1987).

International Energie Agency (2015): *“Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas”*. París.

Ministerio de Hacienda del Gobierno de España (2022): *“Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los Presupuestos Generales del Estado para 2022”*.

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, *La Energía en España*, Madrid, 2022, p. 39

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, *La Energía en España*, Madrid, 2022, p. 38

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico: *“Inventario nacional de emisiones a la atmósfera: Emisiones de contaminantes atmosféricos”*. Madrid, 2020. p.3

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico: *“Inventario nacional de emisiones a la atmósfera: Emisiones de contaminantes atmosféricos”*. Madrid, 2020. p.4

MITECO (2020) *“Objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero”*.

Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/objetivos.aspx>

MOZAS MORAL, A. (2021) *“Aprender a conocer los ODS”*.

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). *“Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías”*. Viena. 2008.

Resolución Asamblea ONU A/RES/70/1 – *“Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”*, Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en las Naciones Unidas del 25 al 27 de septiembre de 2015, p. 3

BP (2020) *Statistical Review of World Energy 2020*.

Sustainable Development Goals Fund (2018) *“De los ODM a los ODS”*.

ZAFRA, M. (2019) *“De aquellos ODM, estos ODS”*, Madrid, Periódico El País.