



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de León

Grado en Economía
Curso 2016 / 2017

LOS PAÍSES NÓRDICOS COMO PARADIGMA DE
LA POLÍTICA ENERGÉTICA SOSTENIBLE
(THE NORDIC COUNTRIES AS A PARADIGM OF
THE SUSTAINABLE ENERGY POLICY)

Realizado por el alumno D. Pablo García García

Tutelado por la Profesora Dña. Nuria González Rabanal

León, 12 de julio de 2017

Den som köper det han inte behöver stjälar från sig själv
(Aquel que adquiere lo que no necesita se está robando a sí mismo)
– Refrán sueco –

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS.....	10
3. METODOLOGÍA	12
4. LA JUSTIFICACIÓN DE LA EXISTENCIA DE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA 15	
4.1 FALLOS PRIVADOS	17
4.2 FALLOS PÚBLICOS.....	18
5 LA META DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA: LA NEUTRALIDAD EN CARBONO.....	20
6 LA COMPLEJIDAD DEL CASO NÓRDICO	22
6.1 LA INFLUENCIA DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEA EN LA POLÍTICA ENERGÉTICA NÓRDICA.....	22
6.2 LA COOPERACIÓN NÓRDICA EN MATERIA ENERGÉTICA	25
6.3 LA ESTRUCTURA ORGÁNICA NACIONAL.....	28
6.3.1 Dinamarca.....	29
6.3.2 Finlandia	31
6.3.3 Islandia.....	34
6.3.4 Noruega.....	36
6.3.5 Suecia.....	38
6.4 LA IMPORTANCIA ADMINISTRATIVA DEL NIVEL LOCAL	40
7 LOS PRINCIPALES INDICADORES ENERGÉTICOS PARA LA REGIÓN NÓRDICA.....	43
7.1 EVOLUCIÓN CONJUNTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y DEL PIB: EL PROCESO DE DESACOPLAMIENTO.....	43
7.2 EL ÍNDICE TRILEMMA	44
7.3 CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA E INDUSTRIAL DE LAS EMISIONES DE CO2 DERIVADAS DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....	45
7.4 LA COMPOSICIÓN GEOGRÁFICA DE LA OFERTA	47
7.5 EL CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA.....	48
7.6 EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE	48
8 CLAVES EN EL DISEÑO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA NÓRDICA	50
8.1 BASES PARA LA CREACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA NÓRDICA 50	
8.1.1 Creación de valor.....	50

8.1.2	Aplicabilidad de la investigación.....	51
8.1.3	Diferencias entre el entorno rural y el urbano	53
8.1.4	Flexibilidad de la demanda	54
8.1.5	Especificidad geográfica de la oferta.....	56
8.1.6	Cooperación transfronteriza.....	56
8.2	ESPECIFICIDAD SECTORIAL DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA.....	57
8.2.1	Sector del transporte	57
8.2.2	Sector industrial	60
8.2.3	Sector de la construcción: vivienda y diseño urbano.....	61
8.3	RETOS EN EL DISEÑO DE LAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS NÓRDICAS	63
9	MEDIDAS EMPLEADAS Y CASOS PRÁCTICOS APLICADOS	68
9.1	EL PUNTO DE PARTIDA: LOS ACUERDOS NACIONALES EN MATERIA ENERGÉTICA	69
9.2	DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN PROYECTO ENERGÉTICO	72
9.3	SECTOR DEL TRANSPORTE	74
9.3.1	Medidas aplicadas.....	74
9.3.2	Caso práctico: la ciudad de Oslo y los vehículos eléctricos	77
9.4	SECTOR INDUSTRIAL.....	79
9.4.1	Medidas aplicadas.....	79
9.4.2	Casos prácticos: el etiquetado energético social y la CCS	80
9.5	SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: VIVIENDA Y DISEÑO URBANO.....	82
9.5.1	Medidas aplicadas.....	82
9.5.2	Casos prácticos: la calefacción central en Islandia y el barrio de Hammarby Sjöstad en Estocolmo.	84
9.5.3	Medidas diferenciadas entre el ámbito urbano y el rural.....	86
9.5.3.1	Caso práctico: las políticas energéticas municipales de Leirvík.	87
10	ACTIVOS INTANGIBLES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE.....	89
11	RECOMENDACIONES	93
12	CONCLUSIONES.....	96
	REFERENCIAS	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Clasificación de los fallos que impiden alcanzar la eficiencia energética ...	16
Gráfico 6.1 Localización y principales datos de Dinamarca	29
Gráfico 6.2 Representación de la estructura orgánica danesa	29
Gráfico 6.3 Localización y principales datos de Finlandia	31
Gráfico 6.4 Representación de la estructura orgánica finlandesa.....	32
Gráfico 6.5 Localización y principales datos de Islandia.....	34
Gráfico 6.6 Representación de la estructura orgánica islandesa	35
Gráfico 6.7 Localización y principales datos de Noruega.....	36
Gráfico 6.8 Representación de la estructura orgánica noruega	36
Gráfico 6.9 Localización y principales datos de Suecia.....	38
Gráfico 6.10 Representación de la estructura orgánica sueca	38
Gráfico 6.11 Porcentaje del gasto público por niveles administrativos en la OCDE en 2007, 2013 y 2014	41
Gráfico 7.1 Evolución del PIB de los países nórdicos en relación al uso de energía y a las emisiones de efecto invernadero entre 1990 y 2010	43
Gráfico 7.2 Representación gráfica del Índice Trilemma.....	44
Gráfico 7.3 Concentración geográfica de CO2 relacionada con la producción de energía, los núcleos urbanos, la red de carreteras y la industria demandante en el año 2013.....	45
Gráfico 7.4 Mix energético por país en 2014	47
Gráfico 7.5 Consumo per cápita de energía en miles de kgoe de los países nórdicos y de la OCDE en 2015.....	48
Gráfico 7.6 Consumo de energía renovable como porcentaje del total de energía en los países nórdicos y la OCDE en 2014	49
Gráfico 8.1 Densidad de población en personas por Km2 en las regiones nórdicas en 2011	53
Gráfico 8.2 Sectores, objetivos y tecnologías abordados por las políticas energéticas nórdicas.....	57
Gráfico 8.3 Transformación del stock de vehículos y de la demanda de combustibles para transporte entre 2010 y el escenario de neutralidad	58
Gráfico 8.4 Adaptaciones en consumo, emisiones e intensidad energética de las edificaciones necesarias para lograr un escenario de neutralidad	61
Gráfico 8.5 Retos en la implantación de las políticas energéticas nórdicas	63

Gráfico 9.1 Resumen de las medidas políticas aplicadas por sectores	68
Gráfico 9.2 Disposición de puntos de carga públicos en Oslo en 2016	78
Gráfico 9.3 Emisiones de CO2 derivadas de generación eléctrica por países entre 2010 y 2050	81
Gráfico 9.4 Esquema de la red de distribución de energía calorífica en Reykjavík.....	85
Gráfico 9.5 Comparativa de alternativas para la generación de energía calorífica en Leirvík	88
Gráfico 10.1 Flujos energéticos en 2015 y en el escenario de neutralidad en carbono...	90

RESUMEN: Este trabajo analiza la política energética aplicada en Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia con el objetivo de delimitar los factores que han propiciado la exitosa transición de los países nórdicos hacia un modelo sostenible con la vista puesta en un escenario de neutralidad en carbono. A lo largo de estas páginas, se presentan los principios rectores de la política energética nórdica y los retos a los que ésta se enfrenta desde una perspectiva tanto sistémica como sectorial. Tras observar la estructura institucional que sirve como soporte a la misma, se revisan las medidas más frecuentemente aplicadas acompañando la exposición con casos prácticos reales. Además, se le presta especial atención a elementos más abstractos como son la investigación y la cooperación transfronteriza, pretexto que se utiliza para introducir el modelo de integración nórdico. Por último, se exponen las principales conclusiones.

PALABRAS CLAVE: Política energética, renovables, *Norden*, economía neutral, tecnología, investigación, cooperación.

ABSTRACT: This paper analyses the energy policy that is applied in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden with the aim of marking off the factors that have motivated the successful transition in the Nordic countries towards a sustainable model focused on a carbon neutral scenario. These pages present the deep principles behind the Nordic energy policy and the threats that it faces, both from a systemic and a sectorial perspective. After regarding the institutional structure that acts as a support, the most frequent applied measures are revised backing the exposition with some real and practical cases. Besides, this paper pays attention to some abstract elements such as the research and the cross-border cooperation, using this pretext to introduce the model of Nordic integration. Finally, the main conclusions are exposed.

KEYWORDS: Energy policy, renewables, *Norden*, neutral economy, technology, research, cooperation.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión energética es una llave maestra que permite el acceso al crecimiento económico de un país o de una región. Esto se debe a que está fuertemente relacionada con la eficiencia de los sectores económicos, la competitividad de las industrias, el bienestar de los consumidores, la atomización de los mercados y el cuidado del medio ambiente. La energía es un bien de primera necesidad para los ciudadanos, un input para muchas empresas, un factor que afecta a la disponibilidad de recursos naturales, una forma de asegurar la equidad intergeneracional e incluso un motivo de conflictos geopolíticos, diplomáticos y bélicos a nivel internacional. Es un campo estratégico para nuestras sociedades que ha atraído el interés de expertos en diversas disciplinas.

Una correcta gestión de los recursos energéticos procura la seguridad en el suministro y unos precios adecuados para los ciudadanos y para las empresas, así como la disponibilidad de recursos y de bienestar para las generaciones futuras. Este contraste entre la realidad observable y el escenario deseado motiva preguntas como las siguientes: ¿la gestión energética asegura dicho bienestar?, ¿qué ocurrirá con las fuentes de energía renovable?, ¿serán las generaciones futuras lo suficientemente resilientes como para afrontar las transformaciones que se producirán?, ¿de qué manera se puede mejorar el escenario futuro?

Inspirado por estas cuestiones, este trabajo se centra en el análisis de las políticas desarrolladas en materia de energía, fundamentalmente de energía renovable, en los países de la región nórdica, esto es: Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia¹. La elección de esta región responde a los siguientes hechos:

Los países nórdicos cuentan con las estrategias energético-políticas más ambiciosas en relación a otros países, las cuales implican un grado de compromiso mayor que el alcanzado en la Cumbre COP21². Dinamarca, Suecia y Noruega se han marcado como objetivo (Nordic Energy Research, 2013b) lograr una penetración de las energías renovables del 100%, mientras que Finlandia desea alcanzar un 80% e Islandia (donde las condiciones han favorecido un status quo óptimo) un 75% como máximo. Además, a día de hoy, el 87% de la electricidad producida en los países nórdicos deriva de fuentes

¹ La región formada por estos países se suele denominar “*Norden*” (literalmente, “*el Norte*”). Su uso en la literatura académica es cada vez más habitual.

² La XXI Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático celebrada en París en 2015 consiguió establecer como compromiso el incremento tanto de la eficiencia energética como del uso de fuentes renovables en un 40% para 2030 en relación a los niveles de 1990 (Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, 2016).

que emiten bajos niveles de carbono, siendo el 63% directamente proveniente de fuentes renovables. Los últimos informes de diversos organismos internacionales (ASEAN Studies Center, AEMI, Energy Studies Institute at the University of Singapore, & Norwegian Institute of International Affairs, 2016), avalan este esfuerzo y confirman que se ha completado una transición de modelo, cuya manifestación se mostrará más adelante.

El interés que suscita su exitoso modelo de gestión energética ha provocado que grupos de países como el G20 se hayan inspirado en el mismo – en sus principios rectores y en sus formas de financiación – por considerar que responde de forma satisfactoria a las cuestiones anteriormente planteadas en estas líneas.

Los países nórdicos han sido pioneros en la concienciación en el campo de las medidas contra el cambio climático y en el estudio de las fuentes de energía verde, quizá por encontrarse en una región – la cercana al polo – más propensa a sufrir las consecuencias negativas del calentamiento global (NASA, 2016) y con mayor disponibilidad de fuentes renovables (biomasa, fuerte viento y oleaje o actividad geológica) o quizá por una conexión cultural con el medio rural y la naturaleza mucho más fuerte que en otras sociedades o por su grado de cohesión social.

En suma, el presente trabajo pretende analizar las claves de la política energética nórdica, las medidas aplicadas en el pasado, sus consecuencias y el posible diseño de la política futura mirando hacia un Norte Verde marcado por la tecnología puntera, la cooperación y la integración de los territorios. A medida que se avance en el análisis se dará a conocer parte de la preocupación nórdica por el medio ambiente, el bienestar y la equidad, todo ello sin olvidar el marco europeo en el que se encuadran estos países objeto de estudio.

2. OBJETIVOS

En estas páginas se contextualizará la importancia de una política energética solvente recurriendo a la exposición de fallos privados y públicos. A continuación, se expondrán las metas generales de cualquier política energética en conexión con los requerimientos medioambientales y se explicará en qué consiste la transición hacia un modelo neutral en carbono. Avanzando hacia el núcleo del trabajo, se comentará brevemente cómo las directrices europeas se han traspuesto a la normativa nórdica para pasar inmediatamente a reflejar las claves de la política energética nórdica tanto a nivel sectorial (en transporte, industria y vivienda), como a nivel esencial a través de sus principios rectores. Dichos principios encuentran ciertos escollos que serán igualmente expuestos. Asimismo, las medidas políticas descansan sobre un andamiaje institucional que se expondrá antes de entrar a considerar las medidas aplicadas propiamente dichas. Junto al análisis de las medidas, se proporcionarán casos prácticos que ejemplifican desde la perspectiva práctica el modo de hacer nórdico. Para concluir el trabajo, se pondrá el foco en los activos intangibles que pueden ser de ayuda en el avance hacia un futuro sostenible.

En consonancia con lo antes expuesto, este trabajo persigue alcanzar diversas metas, otorgando mayor importancia a algunas de ellas. De forma jerarquizada, los objetivos son los siguientes:

El objetivo general es detectar las claves en el diseño de la política energética nórdica que han convertido el caso nórdico en un caso de éxito. Se trata de detectar cuáles han sido y cuáles serán los principales segmentos de actuación de las medidas políticas y sus efectos sobre el medio ambiente, sobre los sectores económicos y sobre el bienestar de los consumidores, así como las formas en las que se han ejecutado. Para ello, hay que aislar los elementos diferenciales que distinguen la política energética nórdica de otras políticas del mismo campo de actuación.

Para conseguir este objetivo general es necesario acometer unos objetivos intermedios:

El primer objetivo intermedio es justificar la intervención pública en el campo de la energía a través de organismos especializados, legislaciones específicas y actividades aplicadas. Este objetivo se deriva del interés por conocer los motivos por los que el Sector Público ha decidido intervenir en la gestión energética y cómo se legitima su actuación en detrimento de una parte de la iniciativa privada. Se analizarán las interrelaciones que

existen entre la energía y el medio ambiente, observando las dimensiones de los bienes naturales ligados a la producción y al consumo energéticos.

El segundo objetivo intermedio se centra en determinar la influencia de la política europea en la política energética de los países nórdicos, teniendo en cuenta que dos de los cinco países de la región no pertenecen a la Unión Europea y, por consiguiente, no tienen las mismas exigencias que los restantes países. Para ello, será necesario estudiar el proceso legislador supranacional y su trasposición a las legislaciones nacionales.

El tercer objetivo intermedio es mostrar un caso de integración aplicada a la energía al margen de la UE (pero con una estrecha relación con ésta) y los efectos de la cooperación en materia de investigación de nuevas fuentes energéticas. Con ello se pretende saber si el compromiso nórdico de integración ha generado o está en disposición de generar progreso y sinergias mutuamente beneficiosas.

El cuarto objetivo intermedio consiste en analizar los rasgos característicos de los mercados de energía en la región nórdica desde el punto de vista de la oferta, de la demanda y de los agentes reguladores. Se pretende describir la composición de la oferta en cada uno de los países objeto de estudio, así como sus posibles variaciones en respuesta a las políticas aplicadas. Asimismo, se quiere explicar la importancia de ciertas cualidades de la demanda en los mercados nórdicos y las características que ésta debería mostrar en una situación óptima. Igualmente, se considera relevante saber cuáles son las funciones de regulación e intervención de empresas públicas o semipúblicas y de la Administración en materia energética en estos países.

El quinto objetivo intermedio radica en localizar ejemplos prácticos de la aplicación de teorías y políticas en contextos urbanos reales. En esta línea, se quiere analizar el efecto de la política energética en el marco de la geografía nórdica, contrastando los efectos derivados de las medidas entre el contexto urbano y el rural. Este objetivo lleva al planteamiento de los diferentes efectos que surten las medidas en función del área de aplicación.

El sexto y último objetivo de carácter intermedio está ligado a la disponibilidad de información y a la creación de conocimiento especializado. Se considera que el presente trabajo aporta una novedosa revisión de la política energética nórdica al integrar en su enfoque los ámbitos legislativo, socioeconómico y político.

3. METODOLOGÍA

Una de las principales pretensiones de este trabajo es mostrar una visión lo más completa posible de la política energética nórdica primando la vertiente práctica sobre la teórica con el deseo de ofrecer un enfoque novedoso y accesible.

Así las cosas, la metodología empleada en este proyecto está fuertemente marcada por estas consideraciones. Se considera que el método empleado responde a la metodología económica institucionalista, eminentemente en su vertiente sociológico-cualitativa, relevante para la Ciencia Económica desde los años treinta del pasado siglo cuando destacaron autores como Sombart, Veblen, Hamilton, Atkins y Commons (Fernández Díaz, Parejo Gamir, & Rodríguez Saíz, 1993). El propio Veblen afirmó en *Teoría de la clase ociosa* que son las fuerzas económicas las encargadas de modificar los esquemas sociales mediante modificaciones de incentivos (Veblen, 1899). Este método institucionalista se refleja en diversas cualidades de este trabajo:

- En primer lugar, la preferencia de la concreción práctica sobre la abstracción teórica. El marco teórico es el imprescindible para abordar las cuestiones tratadas, mientras que cada grupo de medidas se acompaña con ejemplos prácticos de comprobada aplicabilidad y de real aplicación. La intención es promover la observación directa de la realidad.
- En segundo lugar, el reconocimiento de la existencia de fallos en la racionalidad de los agentes y en el funcionamiento de los mercados privados, así como del papel de los mecanismos públicos en el correcto funcionamiento social mediante el uso de métodos democráticos.
- En tercer lugar, la contextualización de la realidad en el marco de las instituciones existentes, bajo la consideración de que dichas instituciones pueden motivar cambios efectivos en el comportamiento de los agentes a través de cambios en los esquemas de incentivos.
- En cuarto lugar, el reconocimiento de una realidad dinámica, cambiante y en constante evolución marcada en parte por dinámicas sociales. Por este motivo se prima la visión actual frente a la revisión de acontecimientos históricos.
- En quinto lugar, la visión de la Economía como una herramienta que permite aportar soluciones a los problemas de provisión planteados comprendiendo las causas que motivaron dichos problemas.

Antes de abordar en profundidad la temática protagonista del presente trabajo, es preciso realizar una puntualización acerca de la manera en la que se abordará. Como se puede observar en esta metodología, la orientación es eminentemente voluntarista al tratarse de una panorámica de la política puesta en práctica. Es decir, se ofrece una panorámica de la situación actual y se analizan las medias aplicadas para llegar al *status quo* actual. Sin embargo, se puede considerar que la complejidad de los escenarios objeto de investigación es demasiado elevada como para ser explicada por la mera voluntad de los diseñadores de las políticas y de los legisladores. Subyace, pues, un componente a tener en cuenta en el análisis y que en nada depende de la voluntad: la política pretende influir en el comportamiento individual de millones de agentes económicos que toman sus decisiones en base a diversos criterios y cuyas motivaciones son difíciles de cambiar. Por ejemplo, no tienen por qué tener en cuenta criterios públicos en su actuación o pueden presentar ciertos sesgos en la valoración de costes y beneficios – presentes y futuros – relacionados con la puesta en marcha de las políticas. Esto es, puede que las políticas no sean lo suficientemente potentes como para conseguir los fines propuestos o que no lleguen a tiempo para contener el cambio climático o para asegurar un abastecimiento óptimo. Existe un componente conductual humano (tanto individual como colectivo) difícilmente modelable que se tratará de considerar en el desarrollo expositivo del trabajo.

Al inicio de la investigación que ha motivado estas páginas, se ha recurrido a un método que ha asegurado la visión sistémica y transversal, la actualidad de las referencias empleadas, así como la aplicabilidad y comprensibilidad de los resultados. Las etapas de la investigación realizada son las siguientes:

- Etapa inicial: consulta y evaluación de informes para detectar las áreas más sensibles y más relevantes de la política energética nórdica en el presente y de cara al futuro. La selección de información se realiza siguiendo los criterios de relevancia, fiabilidad y actualidad.
- Etapa de contraste de la información: se recurre a la literatura académica y a la teoría económica para contrastar la información obtenida de los informes seleccionados según los criterios mencionados. La finalidad es asegurar la objetividad y rigurosidad de las fuentes empleadas.
- Etapa de concatenación: ordenación de las ideas y de los datos obtenidos en masas coherentemente conectadas partiendo de una contextualización teórica que permita entender los fundamentos del análisis realizado y transitando hacia el enfoque práctico mayoritario a medida que avanzan las páginas.

En la etapa inicial se ha recurrido a fuentes directas como son los organismos internacionales más relevantes en el estudio de la región nórdica, a saber, la Agencia Internacional de la Energía (IEA/AIE), la división de Investigación Energética del Consejo de Ministros Nórdico (Nordic Energy Research – Norden) y la Comisión Europea. En el caso de la IEA se han seleccionado los informes de desagregación por países más recientes, los cuales datan de 2011 y de 2013. Nordic Energy Research, por su parte, ha proporcionado la información desagregada por tecnologías en los últimos años, que ha sido cruzada con la obtenida por países para obtener una visión más pormenorizada de la situación. Los documentos obtenidos de instancias europeas han servido para contextualizar el marco en el que se desenvuelven las principales medidas aplicadas.

En la etapa de contraste se ha recurrido a bases de datos como la del Consejo Mundial de la Energía, EUROSTAT y el Banco Mundial (como intermediario de IEA/Norden). En el plano académico, se ha recurrido a artículos indexados en bases de datos relevantes como ScienceDirect – Elsevier B.V, publicaciones físicas depositadas en la Universidad de León, publicaciones depositadas en Departamentos universitarios de la región nórdica y estudios de instituciones consultoras internacionales e independientes.

4. LA JUSTIFICACIÓN DE LA EXISTENCIA DE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA

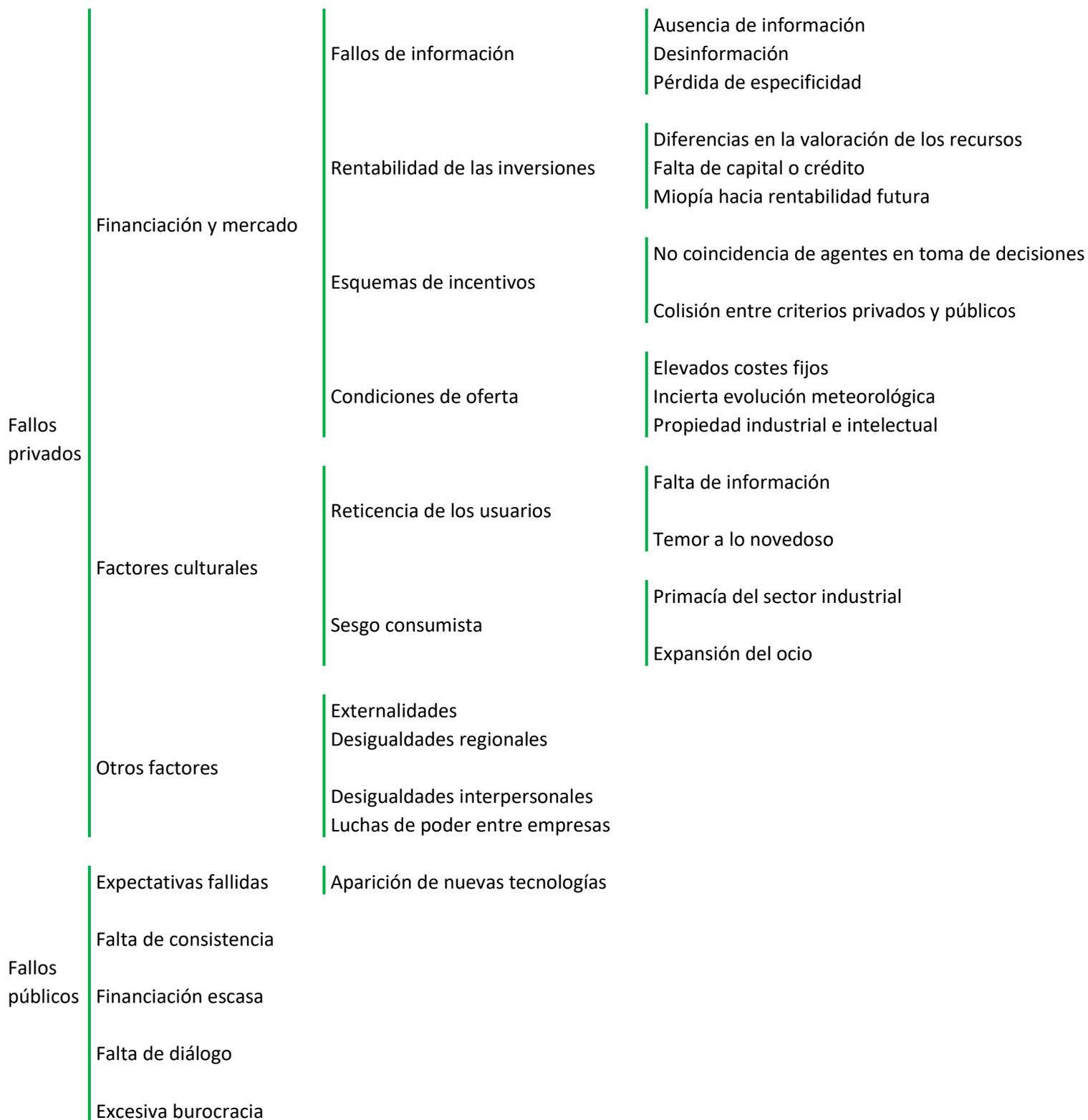
El campo de la energía está intrínsecamente relacionado con los recursos naturales disponibles dado que la energía que posteriormente se transforma en diversas manifestaciones se extrae de los medios proporcionados por la naturaleza. Por este motivo la influencia del consumo y del uso de la energía sobre el medio ambiente es fortísima.

Disfrutar de un medio ambiente en óptimas condiciones es un bien porque reporta satisfacción a los individuos en forma de belleza paisajística, un mejor estado de salud, etc. No obstante, los beneficios que se derivan del medio ambiente no pueden ser parcelados en modo alguno: todos los individuos tienen acceso a su disfrute. Asimismo, el medio ambiente se ve afectado por las acciones de todos los individuos que disfrutaron en el pasado, disfrutan en el presente y disfrutarán en el futuro del mismo, configurando una dimensión intergeneracional. En esta misma línea, cabe destacar que la naturaleza no adopta las fronteras dibujadas por el ser humano, de tal forma que los beneficios o perjuicios consecuencia de la gestión natural trascienden fronteras y configuran una dimensión internacional. Aquellos bienes que reúnen estas características (no exclusividad, no rivalidad, así como trascendencia personal, intergeneracional e internacional) se consideran bienes públicos globales (Daly & Farley, 2004). Por ello, el medio ambiente, sobre el que repercute la generación y consumo de energía, se considera un bien público global (Karlsson-Vinkhuyzen, Jollands, & Staudt, 2012) que no se recoge en los mercados privados convencionales, lo que origina un fallo privado. De acuerdo a la Economía Pública, un fallo privado de estas características justifica la intervención del sector público no sólo a escala local, regional o nacional, sino incluso a escala supranacional (Kaul, Grunberg, & Stern, 1999).

Si bien este hecho es condición suficiente para justificar la intervención pública desde el punto de vista teórico, existe una amplia casuística que sirve para justificar la intervención estatal en asuntos energéticos, así como para ilustrar fallos causados por esa misma intervención.

En los mercados de energía se dan frecuentemente numerosos fallos que impiden alcanzar un nivel deseado de eficiencia en la gestión y el consumo de los recursos (Sovacool, 2009). Esquemáticamente se resumen de la siguiente manera:

Gráfico 4.1 Clasificación de los fallos que impiden alcanzar la eficiencia energética



Fuente: Elaboración propia a partir de Sovacool (2009).

4.1 FALLOS PRIVADOS

En primer lugar, los obstáculos derivados de la financiación y del funcionamiento de los propios mercados. Dentro de esta categoría se pueden analizar los fallos de información, la rentabilidad de las inversiones, los esquemas de incentivos o el poder de mercado.

Los fallos de información hacen referencia en este caso a la distorsión de la información que llega a los consumidores a través del mercado (Jaffe & Stavins, 1994). Las fuentes más habituales de distorsión son la ausencia de información verídica y precisa sobre proyectos relacionados con el incremento de producción de energías renovables; la desinformación sobre la evolución de las tecnologías aplicadas a la producción de energía y la pérdida de especificidad de los datos derivados del consumo una vez agregados, reducidos a medias aritméticas o planteados como cuotas fijas de facturación.

La falta de rentabilidad de las inversiones abarca la problemática referida a la distinta valoración que hacen los usuarios y las sociedades del consumo de recursos energéticos, esto es, una contraposición entre los costes y los beneficios privados y los costes y beneficios públicos. Generalmente, este factor incluye la falta de capital disponible o de crédito por parte de las economías domésticas para invertir en tecnologías de producción focalizadas al autoabastecimiento (Heshmati, 2013), los errores que presentan los individuos al valorar los costes y beneficios futuros que se materializa en la desigualdad entre las tasas de descuento privadas y sociales, y la preocupación de empresas e individuos por la elevada cuantía del capital inicial necesario para acceder a energías sostenibles en vez de tener en cuenta los flujos futuros de rentabilidad.

Los esquemas de incentivos (Brown, 2001), por su parte, se ven condicionados por la no coincidencia entre el agente que toma las decisiones iniciales y el consumidor final. Por ejemplo, cuando se construye un edificio (hay que tener en cuenta que los inmuebles son ampliamente responsables del consumo agregado de energía) los arquitectos y diseñadores planifican unas condiciones de abastecimiento energético que pueden no coincidir con el estilo de vida o las necesidades del inquilino final, resultando esta situación en una manifiesta ineficiencia. Lo mismo puede ocurrir en empresas y otras instituciones. Además, a mayores de esta tipología, puede identificarse otra fuente de condicionamiento de los esquemas de incentivos: la colisión entre criterios privados y sociales en la maximización del beneficio de las empresas privadas.

Por último, las condiciones de oferta del mercado pueden conducir a una elevada concentración de poder de mercado, facilitando la aparición de problemáticas relacionadas con escenarios monopolísticos. Las causas más frecuentes de este fenómeno descansan en los elevados costes de acceso iniciales a la provisión de energía a través de la red (altos costes fijos), la propia naturaleza impredecible del suministro de energía a través de fuentes renovables (que queda a expensas de la evolución meteorológica y obliga a contar con amplios despliegues técnicos y humanos para controlar la continuidad del suministro) y la posesión por parte de otros agentes de patentes y otras formas de propiedad intelectual e industrial.

En segundo lugar, en línea con lo remarcado en la metodología de este trabajo, se encuentran los factores que escapan al enfoque voluntarista, tales como los culturales o los relacionados con el comportamiento del consumidor. Es aquí donde se encuentran las reticencias de los usuarios a utilizar fuentes de energía renovables en detrimento de fuentes de energía convencionales por falta de información o por temor a lo desconocido, o bien el sesgo que presentan la mayor parte de las sociedades a registrar consumos elevados de energía fruto de la primacía de la industria y la expansión del ocio.

En tercer lugar, un conjunto de factores de naturaleza más abstracta relacionados con los principios rectores de la política energética y con los desafíos medioambientales que suponen (Štreimikienė, 2017). Por ejemplo, la no repercusión de los costes ambientales en los precios de la energía para internalizar externalidades presentes en los costes sociales, los desperfectos paisajísticos y sobre el hábitat de numerosas especies ocasionados por la implantación de generadores de energía (tales como aerogeneradores), la desigualdad causada por descomparar la implantación de sistemas de generación renovables entre el medio rural y el urbano, las luchas de poder entre las empresas suministradoras que dificultan la coordinación, entre otras.

4.2 FALLOS PÚBLICOS

Todo lo mencionado en las anteriores líneas justifica la intervención pública en materia de energía y pone de relieve la importancia de la política energética. No obstante, es preciso tener en cuenta, especialmente en este trabajo que trata de reflejar las políticas más útiles en el plano nórdico, que pueden existir ineficiencias causadas por el propio funcionamiento de la política pública. Esto es, no sólo se producen fallos a nivel del mercado sino a nivel del sector público. Los impedimentos de carácter político y regulatorio para alcanzar la eficiencia son comúnmente los siguientes:

Las expectativas fallidas por parte de la Administración, especialmente ante la aparición de nuevas tecnologías. A menudo, la Administración muestra errores en sus predicciones sobre la evolución de nuevas tecnologías y en la planificación que hacen de los incentivos relacionados con ellas, causando desacoplamientos entre el estado real de la tecnología y la cuantía de las subvenciones.

La falta de consistencia de los incentivos, es decir, la implantación de los incentivos que se han acordado a nivel legislativo puede no completarse o bien puede realizarse en un período de tiempo inferior al deseable para experimentar los efectos plenos de las medidas.

La insuficiencia de la financiación destinada a investigación y desarrollo o la falta de diálogo y entendimiento entre financiadores privados y públicos.

Por último, un nivel excesivo de burocracia, que puede suponer barreras a la consecución de los objetivos marcados a nivel legislativo debido al coste materializado en esfuerzo que no todas las empresas (sobre todo las pequeñas) o las economías domésticas pueden permitirse.

5 LA META DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA: LA NEUTRALIDAD EN CARBONO

En el planteamiento de la política energética de la mayoría de los países – incluidos los nórdicos – se busca la consecución de numerosos objetivos que ya se han mencionado anteriormente: alcanzar la eficiencia en la producción y el consumo de energía, velar por la equidad intergeneracional, favorecer la competitividad de las empresas, lograr precios razonables para todos los consumidores, etc. Sin embargo, se puede decir que uno de los objetivos últimos de los gestores de política energética en la actualidad es tratar de diseñar las medidas adecuadas para acercar la situación actual a lo que se ha denominado un “*escenario carbono neutral*” o con “*huella neutra*”.

El término “*carbono neutral*” ha copado el interés de académicos y legisladores especialmente desde comienzos del nuevo siglo. Dicha neutralidad consiste en realizar un proceso de compensación de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, de tal manera que la cantidad de carbono emitida como resultado de las actividades de empresas e individuos sea nula (Murray & Dey, 2009). Los saldos positivos serían compensados con saldos de emisión negativos de la misma cuantía.

Poner en marcha un sistema de huella neutra es sumamente complejo (Dhanda & Hartman, 2011), ya sea una iniciativa dirigida por el ámbito público (como es el caso de los países nórdicos) o por los agentes privados (por concienciación, responsabilidad social corporativa, etc.). Este sistema supone ser capaz de determinar la huella de carbono de cada agente, tomar las medidas necesarias para compensar esa huella a través de inversiones y tecnologías, y, por último, gestionar un mecanismo que permita comunicar a agentes excedentarios con agentes deficitarios de emisiones para mantener el equilibrio. Es, por consiguiente, el resultado de un cúmulo de esfuerzos privados y públicos que puede llegar a sobrepasar las fronteras nacionales, combinando criterios empresariales, públicos y éticos.

Para lograr la neutralidad en la emisión de carbono la política energética es un pilar clave de cualquier estrategia, junto con la concienciación de los ciudadanos, el rediseño o adaptación de los procesos productivos, la disponibilidad de crédito para invertir y la facilidad de funcionamiento de los sistemas de compensación.

Esta importancia se puede ver reflejada en la temática que nos ocupa. Los organismos nórdicos con funciones consultivas, tales como la división de investigación del Consejo de Ministros Nórdicos, trabajan con modelos basados en predicción por escenarios. Dichos escenarios están en línea con los propósitos demandados por la

Agencia Internacional de la Energía y abarcan una gradación de escenarios. El primer escenario sobre el que trabajan es el más pesimista, el más cercano a la situación actual, mientras que el último escenario es el más optimista, aquel en el que se han logrado los objetivos marcados y se produce una situación de total neutralidad de carbono o CNS (*Carbon Neutral Scenario*). Los escenarios intermedios recogen las predicciones que se hallan entre ambos extremos y se denominan NDS (*Nordic Degree Scenario*).

Para alcanzar una adecuación de la realidad a estos escenarios de neutralidad, es preciso llevar a cabo la implantación de medidas de captura de carbono y de reeducación de los hábitos de consumo. Estos planes deben centrar sus esfuerzos en las áreas que registran mayores emisiones de carbono relacionado con la producción de energía (IEA & Nordic Energy Research, 2016) que se detallarán próximamente.

6 LA COMPLEJIDAD DEL CASO NÓRDICO

Cuando se aborda la política energética de la región nórdica, es preciso considerar cuatro dimensiones institucionales y organizacionales que hacen del caso nórdico un caso complejo. Cada una de estas dimensiones influye en los objetivos de las políticas energéticas o en el modo en que se ponen en práctica.

La primera dimensión es la supranacional. Tres de los cinco países de la región nórdica (Dinamarca, Finlandia y Suecia) pertenecen a la Unión Europea y deben cumplir con las exigencias que se fijan a nivel europeo. Los otros dos países restantes (Islandia y Noruega) no son miembros de la Unión, pero son países EFTA/AELC, lo que impone ciertas exigencias sobre ellos.

La segunda dimensión es la nórdica. Los cinco países nórdicos están en un proceso de integración y de cooperación transfronteriza. Esta integración nórdica cuenta con sus propios organismos consultivos y legisladores, así como con sus propios objetivos en el plano medioambiental, energético e investigador.

La tercera dimensión es la nacional. Cada país tiene sus propios ministerios, agencias, operadores de red y organismos relacionados con distintas competencias, estructura orgánica, evolución histórica, etc. En una región tan concreta como la nórdica se pueden encontrar diversos modos de organizar la Administración especializada en energía, pero con rasgos comunes.

La última dimensión es la local. La escasa magnitud de la Administración intermedia hace que el plano local destaque junto al nacional, siendo éste uno de los rasgos más característicos de los sectores públicos nórdicos. La planificación y la comunicación con los entes locales son fundamentales.

6.1 LA INFLUENCIA DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEA EN LA POLÍTICA ENERGÉTICA NÓRDICA

Los países nórdicos pertenecientes a la Unión Europea están sometidos a las exigencias comunitarias en todos los campos de las políticas públicas, incluida la política energética. Asimismo, los países de la región no pertenecientes a la Unión – Noruega e Islandia – deben cumplir ciertos requisitos como miembros de EFTA. Estos requerimientos hacen que las normativas nacionales de los países objeto de estudio deban atenerse a criterios fijados por el consenso europeo. Por ello, es preciso estudiar brevemente el marco comunitario de acción para comprender mejor el contexto en el que se desarrolla este tipo de política.

La política energética es un campo de vital importancia para todos los países europeos fundamentalmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, tal es así que los primeros Tratados Europeos versaban sobre materias como el carbón y el acero (CECA) (EUR-Lex, 2010c) o sobre la energía atómica (Euratom) (EUR-Lex, 2007). Esto indica una predisposición a buscar la eficiencia y la seguridad en el abastecimiento energético desde los comienzos del proyecto de integración.

No obstante, fue en la segunda mitad del siglo pasado, más concretamente en torno a los años sesenta, cuando los países europeos se dieron cuenta de que la gestión energética surtía efectos no sólo sobre sus economías nacionales sino también sobre los países vecinos. Por consiguiente, vieron la necesidad de elevar la planificación y la regulación hasta una perspectiva supranacional (Brunn, 2004) (Weidenfeld & Wessels, 2006). Fue en esta época cuando los países del viejo continente instauraron un principio de solidaridad en la manipulación de las reservas de materias primas energéticas y comenzaron a crear organismos institucionales para la supervisión y gestión de crisis energéticas.

Más recientemente, Europa se ha dado cuenta de que la política energética no sólo es una forma de asegurar el bienestar del consumidor o de paliar los efectos nocivos del cambio climático, sino que es una poderosa herramienta en la creación de nuevos puestos de trabajo y en la conquista de nuevos sectores tecnológicos que facilitan un incremento de las exportaciones europeas y un aumento del valor añadido (Kiss, 2015) (Comisión Europea, 2014b).

A lo largo de las últimas décadas, Europa ha aprendido a abrazar la diversidad que encierran sus países, también en el plano energético. La orografía, la posición de los países, la cercanía a fuentes renovables o los eventos del pasado configuran una diversidad en las formas de producción de energía tanto a nivel comunitario como a nivel nórdico. Esta diversidad ha sido contemplada por la Unión Europea como una oportunidad – más que como una amenaza – para asegurar el suministro requerido bajo la observancia del citado principio de solidaridad (Vignon, 2011). A pesar de este mandato, ciertas regulaciones nacionales pueden actuar como barrera en el desarrollo de políticas comunitarias.

Así, la Unión marca unas directrices generales de actuación para todos los países miembros pero deja libertad en la forma de ejecución de los objetivos acordados. La fijación de las metas a conseguir se realiza de forma peculiar: las fuentes de energía convencionales y las fuentes de energía renovables son competencia del Parlamento

Europeo y del Consejo de Ministros Europeo, mientras que la política nuclear y el tratamiento fiscal que se hace en lo referente a energía es únicamente competencia del Consejo de Ministros comunitario. En estas instituciones se recogen las propuestas enviadas por cada uno de los países miembros, que son asesorados por comités de expertos nacionales.

En la última década, la actividad legislativa en temas energéticos ha sido intensa (Comisión Europea, 2014a). Se ha aprobado la Directiva sobre eficiencia energética en el año 2012 que contempla la reducción del consumo de energía en un 20% en 2020 respecto a los niveles de 1990. Asimismo, esta norma se dirige de forma especializada a cada uno de los sectores de actividad teniendo en cuenta sus peculiaridades y trata la temática de las auditorías energéticas. Esta Directiva ha sido traspuesta al ordenamiento de los países, que han tenido que adherirse al plan de actuación europeo clarificando sus objetivos y sus estrategias para lograrlos. A medida que han pasado los años, los planes se han ido concretando en documentos que ponen el horizonte en 2030 (cuando al menos el 27% del consumo será abastecido con fuentes renovables) y en 2050 (cuando debería completarse la transición al modelo bajo en carbono).

En este sentido, es necesario precisar que existen parcelas de las políticas altamente sensibles que son reguladas de forma automática a escala supranacional, como es el caso de la seguridad en las centrales nucleares o la gestión de los residuos radiactivos derivados de la producción nuclear. Esto ha afectado especialmente a Suecia, como se concretará en posteriores epígrafes.

En el plano legislativo, uno de los esfuerzos más notables realizados por la Unión Europea es la implantación de las reglas antimonopolio a los mercados de energía (Comisión Europea, 2012). Si se pretende tener al consumidor como principal beneficiario de las políticas, es necesario que puedan cambiar de compañía, que el detalle de su consumo plasmado en la factura sea transparente y comprensible y que la información sea veraz. Un mercado atomizado, donde se favorecen la competencia y los flujos de información es considerado por las autoridades europeas como el escenario deseable porque una correcta formación de precios puede conducir a una acertada creación de expectativas de inversión en el sector de la energía, con la consiguiente repercusión positiva derivada de convertir las nuevas tecnologías en recursos asequibles.

Además, se han introducido normativas que regulan aspectos como el tratamiento de la privacidad de los consumidores que utilizan contadores horarios en sus domicilios o empresas, el etiquetado de electrodomésticos energéticamente eficientes así como

normativas específicas de fabricación y la certificación de los inmuebles como consta en las Directivas 2009/125/EC (EUR-Lex, 2009), 2010/30 (EUR-Lex, 2010a) y 2010/31 (EUR-Lex, 2010b).

La Unión Europea no sólo motiva la política nacional a través de movimientos de carácter legislativo sino que tiene la competencia de tomar la rienda de las inversiones en tecnología o en investigación cuando la aplicación de dicha tecnología o investigación sea crucial para el futuro europeo u ofrezca dudas relacionadas con la rentabilidad a las empresas privadas. Mediante el presupuesto comunitario y las instituciones financieras de la Unión se entrega financiación a los países miembros, materializada en la transferencia de Fondos Estructurales o en la creación de proyectos de investigación como el programa Horizonte 2020 (Comisión Europea, 2017).

Los esfuerzos inversores procedentes del ámbito público han cristalizado en la modernización de las redes de suministro para adaptarlas a los requisitos técnicos de las energías renovables y a los nuevos perfiles de los consumidores.

Finalmente, otra manera de influir sobre la política nacional es la competencia propia de la Unión para firmar acuerdos de cooperación con agencias internacionales y con países no miembros del entorno. Actualmente, la voz europea está muy presente en organismos como la Agencia Internacional de la Energía, el Foro Internacional de Energía o el Organismo Internacional de Energía Atómica y en el Tratado de la Comunidad de la Energía con Europa Oriental (Comisión Europea, 2014a).

Los estrictos requerimientos de la Unión Europea en materia de política energética condicionan intensamente la legislación de cada uno de los países objeto de estudio, pero dejan margen para la innovación y la creatividad de las autoridades nacionales. Es precisamente este hecho el que marca un desarrollo diferencial entre el tratamiento de las energías renovables en el área nórdica con respecto al resto de Europa, especialmente a partir de los años 70, momento en que los países nórdicos buscan esquivar crisis energéticas como la que se estaba produciendo.

6.2 LA COOPERACIÓN NÓRDICA EN MATERIA ENERGÉTICA

Los países objeto de estudio aportan un fascinante ejemplo de cooperación e integración que cuenta con escasa publicidad fuera del panorama nórdico y que sirve de ejemplo adicional a otros modelos de integración como la Unión Europea. Esta forma de organización tiene enormes implicaciones en la gestión energética – desde la investigación en fuentes de energía hasta el suministro –.

Respaldados por los lazos lingüísticos e históricos que los unen, los países nórdicos formalizaron su cooperación en 1952, año en el que se estableció el llamado Consejo Nórdico. Todos los países nórdicos fueron fundadores del organismo, a excepción de Finlandia, que se unió cuatro años después. Inicialmente, se trataba de un fenómeno de cooperación en asuntos económicos, sociales, culturales y legales más que de un proceso de integración propiamente dicho. Una década después, en 1963, se creó la primera asociación de cooperación en materia energética bajo el nombre “*Nordel*” (derivado de “*Nordic Electricity*”). Esta asociación sirvió de foro de diálogo hasta el año 2000, cuando incrementó sus competencias y pasó a ser el organismo coordinador de operaciones y de desarrollo de transmisiones en toda la región (Pineau, Hira, & Froschauer, 2004). Asimismo, en 1971 se fundó el Consejo Nórdico de Ministros, un organismo formado por miembros pertenecientes a los Gobiernos de cada uno de los estados miembros que se reúnen bajo diferentes comisiones temáticas (10 en la actualidad) especializadas en distintas áreas de las políticas públicas. Las tres comisiones más relevantes para la temática que se está analizando son: la Comisión para Negocios, Energía y Política Regional o “*MR-NER*”, la Comisión de Medio Ambiente o “*MR-M*” y la Comisión para Educación e Investigación o “*MR-U*”. Estas tres subdivisiones del Consejo marcan los objetivos energéticos y medioambientales, supervisan las interconexiones entre los mercados nórdicos y se encargan de patrocinar los programas de investigación y de sensibilización. Las decisiones se toman por unanimidad y su Presidencia rota anualmente entre los países miembros. Estas decisiones se discuten en reuniones con periodicidad mínima anual (aunque suelen ser frecuentes dado que se organizan reuniones previas a las grandes conferencias hospedadas en Bruselas con el objetivo de debatir desde la posición nórdica los temas europeos de relevancia) (Nordic Council, 2017).

Si bien entre la década de 1960 y el 2000 la cooperación nórdica se limitó a organizaciones con pocas atribuciones y sin capacidad de suscribir compromisos vinculantes, desde comienzos del nuevo siglo se han redoblado los esfuerzos para incrementar la cohesión entre los estados miembros. Este fortalecimiento de la cohesión y los importantes avances en el campo de la cooperación energética hacen de este nivel administrativo un nivel clave, tan importante como el europeo. Incluso, según expertos como Pineau *et al.* (2004) se trata de un paradigma de la cooperación energética y de la integración de los mercados. Precisamente en lo referente a la integración de los mercados

energéticos, destaca el caso del principal mercado integrado de la región, denominado “*Nord Pool*”.

El mercado Nord Pool es gestionado por Nord Pool Spot AS, sociedad participada por varios organismos ya mencionados. Los gestores de la red de transporte nórdica copan el 94% del accionariado, desglosándose como sigue por nivel de relevancia: 28,2% de Statnett SF (Noruega), 28,2% de Svenska Kraftnät (Suecia), 18,8% de Fingrid Oyj (Finlandia), 18,8% de Energinet.dk (Dinamarca). Además, se permite la participación de los gestores bálticos Elering (Estonia), AST (Letonia) y Litgrid (Lituania), cada uno con un 2% del accionariado (IEA, 2013a). Estos gestores de red son empresas públicas, propiedad de los gobiernos nacionales de sus correspondientes países.

Nord Pool ofrece fundamentalmente dos servicios:

- En primer lugar, el servicio más relevante desde la perspectiva que nos ocupa en este trabajo: gestionar el mercado transfronterizo de energía. Para ello cuenta con dos mercados: un mercado de futuros llamado *Elspot* y un mercado intradía denominado *Elbas* (IEA, 2013a). En total congrega a 380 compañías de 20 países (Nord Pool, 2017).
 - El mercado de futuros o spot (*Elspot*) funciona mediante la firma de contratos de energía materializada con periodicidad horaria y con entrega en un plazo de 24 horas. Está formado por Dinamarca, Estonia, Finlandia, Lituania, Noruega y Suecia. Los precios se determinan por el libre juego de la oferta y la demanda de las compañías participantes de las naciones mencionadas. Los precios, una vez formados, son tomados como referencia por los gestores de red de transporte para equilibrar los flujos energéticos transfronterizos y para adecuar la capacidad energética nacional.
 - El mercado intradía o *Elbas* comprende una lista diferente de países: además de los cuatro nórdicos antes mencionados, hay que sumarle Estonia y Lituania. Sin embargo, es cierto que se permite mayor flexibilidad de acceso al mercado para los países circundantes dado que si cuentan con capacidad de transmisión, pueden concurrir en el mercado. *Elbas* es el primer mercado energético intradía transfronterizo del mundo. Al igual que el mercado spot, funciona mediante contratos horarios, pero en esta ocasión, los tratos se cierran hasta media hora antes de la entrega

física del suministro. Dentro de *Elbas* existe un mercado de ajuste (al igual que ocurre con la bolsa de renta variable) destinado a grandes productores y grandes consumidores de energía como son las principales empresas energéticas o la industria intensiva en energía. La función de este mercado de ajuste es habilitar un tramo del mercado en el que realizar operaciones de gran envergadura sin desestabilizar la formación de precios en operaciones más modestas y sin ocasionar fraudes (precisamente este tramo específico está especialmente supervisado para evitar irregularidades por parte de los agentes más poderosos).

Ambos mercados están conectados con otros mercados como el alemán, el holandés, el británico (N2EX), el polaco o el ruso. Cada iniciativa llevada a cabo por Nord Pool Market sirve para acercar más estos países y los nórdicos, así como para lograr una energía asequible con unos adecuados estándares medioambientales. En algunas ocasiones, y de forma cada vez más habitual, Nord Pool opera bajo Nasdaq Nordic Commodities o Nasdaq OMX (NASDAQ, 2017). Nasdaq se ocupa de servir de intermediario en transacciones de derivados energéticos y de derechos de emisión, así como en la vertiente financiera del mercado.

- En segundo lugar, Nord Pool trabaja también a nivel mundial como consultora bajo la denominación Nord Pool Consulting. Esta rama se encarga de asesorar sobre el diseño del mercado energético, el diseño de la regulación del mismo o las infraestructuras de mercado. Su labor es crucial para difundir el conocimiento práctico cimentado a partir de la experiencia de Nord Pool en los países nórdico-bálticos (Nord Pool, 2017).

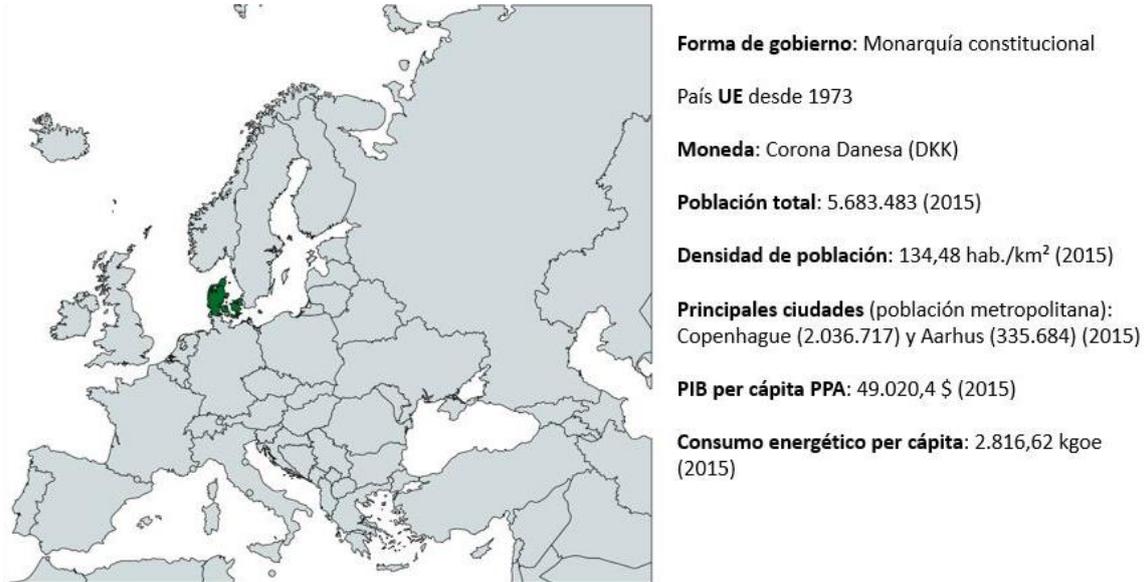
6.3 LA ESTRUCTURA ORGÁNICA NACIONAL

Entender el éxito de las políticas públicas implica entender cómo estos países encauzan institucionalmente su aplicación.

A continuación se presenta una radiografía de este esquema institucional con el deseo de ilustrar el funcionamiento práctico de las legislaciones y contrastar su estructura a escala nacional. Junto a ello, se proporcionan unos datos de carácter socioeconómico para contextualizar la situación del país referido.

6.3.1 Dinamarca

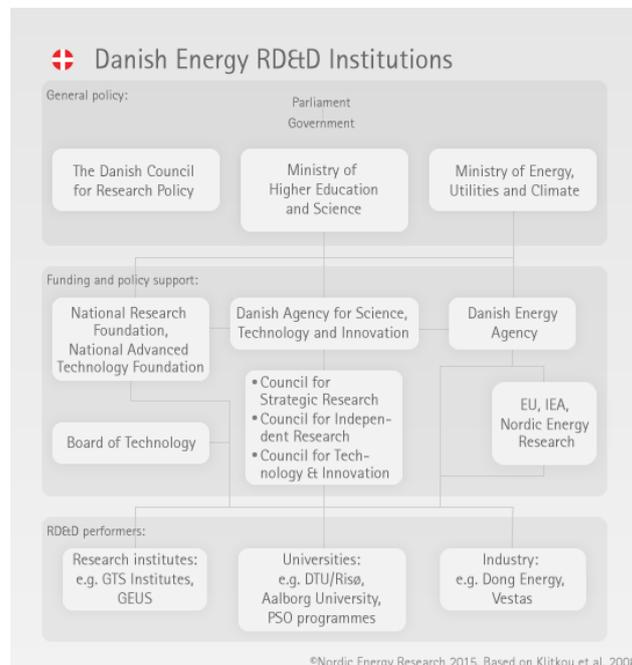
Gráfico 6.1 Localización y principales datos de Dinamarca



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Banco Mundial, IEA y Danmarks Statistik.

Dentro de la estructura institucional danesa, que se muestra en el gráfico, destacan los siguientes organismos descritos a continuación (IEA, 2011a):

Gráfico 6.2 Representación de la estructura orgánica danesa



Fuente: Nordic Energy Research, 2015.

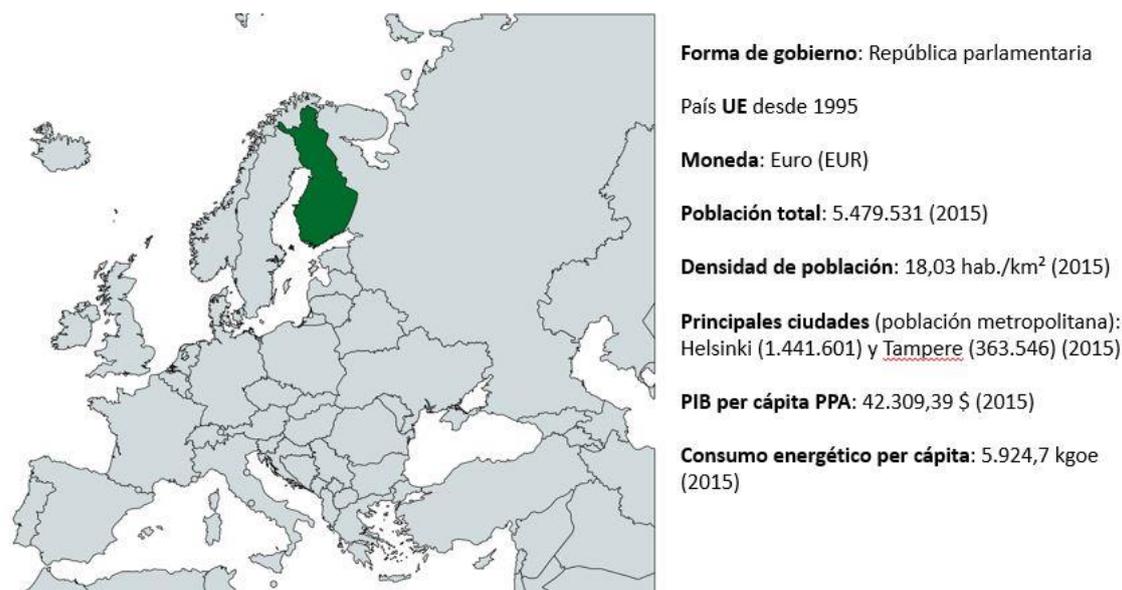
- El Ministerio de Energía, Servicios Públicos y Clima. Este Ministerio es el encargado de ejecutar las estrategias de lucha contra el cambio climático y de regular las acciones en materia energética tanto en Dinamarca como en Groenlandia. A lo largo de las últimas décadas, y desde que la gestión energética se convirtió en un asunto de primer nivel, las competencias regulatorias han pertenecido a diversos Ministerios. En 1979 se creó un Ministerio específico para el área de energía (fruto de la crisis energética), pero en 1994 sus competencias fueron asociadas junto con las de medio ambiente en el Ministerio de Medio Ambiente y Energía, poniendo de relieve la importancia de las interrelaciones entre los dos campos. En 2001 se englobó bajo el Ministerio de Economía y Negocios, mientras que en 2005 se incluyó en el Ministerio de Energía y Transporte, por la importancia que esta actividad tiene sobre las emisiones. Finalmente, en la anterior legislatura fue competencia del Ministerio de Clima, Energía y Vivienda, prestando esta vez atención al ya mencionado asunto del diseño urbano en el consumo de energía.
- Agencia Danesa de la Energía. Creada en 1979, está bajo el control del Ministerio antes mencionado. Su función es la de servir como nexo de unión entre la teoría legislativa y la puesta en práctica de las medidas, esto es, se encarga de supervisar la producción, transporte y utilización de la energía en todo el territorio prestando especial atención a las externalidades ambientales. Su objetivo es lograr un abastecimiento de energía limpio, fiable y asequible para todos los ciudadanos.
- Energinet.dk. Esta empresa pública, propiedad del Gobierno a través de su Ministerio encargado de asuntos energéticos, es la operadora nacional de red eléctrica. Es propietaria del sistema de gestión de gas y de los sistemas nacionales de transmisión de electricidad, así como copropietaria (junto con sendos organismos similares en otros países) de las interconexiones con Noruega, Suecia y Alemania. Su misión es mantener un suministro de electricidad y de gas que sea estable y adecuado a las necesidades de cada momento (seguridad de suministro). Vela por que no haya grandes oscilaciones en la oferta de electricidad o en sus precios.
- Asociación Danesa para el Ahorro de Energía. Es un organismo independiente que se localiza bajo el paraguas del Ministerio competente en materia energética. Fue creado en 2010 a partir de la Antigua Asociación para el Ahorro de Electricidad. Aquella asociación sólo se encargaba de promover ahorros de

electricidad, mientras que ésta abarca con sus actividades a todas las diversas formas de energía.

- Autoridad Reguladora Energética Danesa (DERA, por sus siglas en inglés, aunque este acrónimo no es usado en danés donde prefieren denominarla *Energitilsynet*). Es el organismo que supervisa los mercados de electricidad y gas, así como el funcionamiento de los sistemas de calefacción urbana. De esta labor de supervisión emanan decisiones vinculantes que pueden ser recurridas en caso de disconformidad ante el Consejo público competente.
- Comisión sobre Políticas para el Cambio Climático. Creada en 2007 por el Gobierno del momento para analizar las proyecciones a largo plazo referentes a clima y energía con el único objetivo de erradicar los combustibles fósiles del mix energético. Su trabajo de investigación y consejo concluyó en 2010.

6.3.2 Finlandia

Gráfico 6.3 Localización y principales datos de Finlandia



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Banco Mundial, IEA y Tilastokeskus.

En la Administración finlandesa, reflejada en el gráfico, los organismos más relevantes encargados de desarrollar la política energética son los siguientes (IEA, 2013a):

Gráfico 6.4 Representación de la estructura orgánica finlandesa



Fuente: Nordic Energy Research, 2012.

- Ministerio de Economía y Empleo. Cuenta con las competencias principales en materia de planificación y regulación energética. Sus funciones se concentran en un Departamento específico del Ministerio que agrupa a cinco equipos de trabajo: la subdivisión de mercados energéticos, la subdivisión de compraventa de derechos de emisión, el área de eficiencia energética y tecnología, el área de energía nuclear y el área de energías renovables. En el desempeño de sus funciones, tiene la misión de coordinar los esfuerzos en imposición de gravámenes y concesión de subvenciones junto con el Ministerio de Finanzas; de atender a los planes sectoriales junto con los Ministerios de Política Climática, Transporte y Vivienda; de supervisar el desarrollo de biocombustibles junto con el Ministerio de Agricultura y de contribuir en la dimensión internacional mediante el Ministerio de Asuntos Exteriores.
- Autoridad supervisora de los Mercados Energéticos. Es la agencia más relevante en este ámbito. Depende del anterior Ministerio y se ocupa de regular los mercados nacionales así como de organizar desde 2004 el sistema de derechos de emisión. Inició sus actividades en 1995 a través de la Ley de Mercados Energéticos, una ambiciosa fórmula legislativa para incrementar la competencia en los mercados energéticos fineses. Sus principales preocupaciones son la correcta formación de precios en los mercados así como el buen funcionamiento

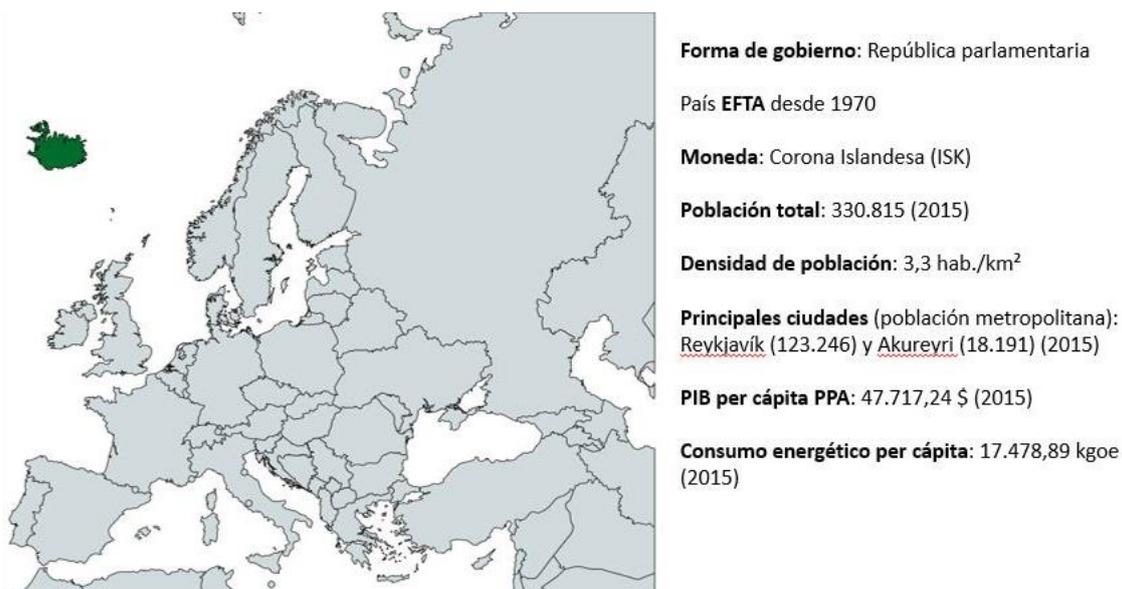
de los servicios que se organizan en torno al mercado principal (como son el transporte de energía, su distribución, etc.). Asimismo, procura asegurar la existencia de información relevante y transparente en los mercados, a través de la publicación puntual de datos y de la toma de decisiones vinculantes destinadas a desmontar posibles situaciones monopolísticas. También se encarga de gestionar el sistema de concesión de licencias públicas para operar a través de las redes públicas o para construir nuevas infraestructuras para el transporte energético.

- Autoridad Finlandesa de Competencia. Opera bajo el amparo del Ministerio de Economía y Empleo para procurar la existencia de una competencia justa y adecuada en los mercados finlandeses, así como para impulsar la eficiencia mediante el incremento de dicha competencia.
- Motiva OY. Es una empresa pública que cuenta con el apoyo financiero del Ministerio de Economía y que aplica las políticas energéticas del Gobierno en el plano práctico al tiempo que concientia a los usuarios sobre el uso de energías renovables. Sus principales actividades son la puesta en marcha de campañas publicitarias de concienciación, la realización de auditorías sobre el funcionamiento del sistema energético y la inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías.
- Agencia Nacional para Emergencias en el Suministro. Como se puede intuir por su denominación, esta agencia gubernamental tiene el deber de lograr la seguridad en el abastecimiento de energía. Esta meta se consigue mediante el seguimiento continuo de los datos proporcionados por el mercado y el diseño de planes de contingencia ante eventuales escenarios imprevistos que pongan en riesgo la disponibilidad de oferta energética. De esta forma, es la responsable de custodiar las reservas nacionales de petróleo, gas natural y carbón.
- Autoridad Nacional para la Seguridad Nuclear o STUK. Es un organismo dependiente del Ministerio de Sanidad y Asuntos Sociales que fija y supervisa la regulación en materia de radiación y producción de energía nuclear. Lleva a cabo labores de investigación sobre los efectos que tienen los procesos productivos de energía nuclear y monitoriza los niveles de radiación en suelo finés.
- Oficina Estadística Finlandesa. Es el instituto de estadística que recopila los datos más relevantes relacionados con la producción y consumo de energía. Sus resultados son armonizados y agregados al resto de datos proporcionados por organismos homólogos para hacer el seguimiento de las políticas implantadas.

- Agencia Finlandesa para la Financiación de la Tecnología y la Innovación o *Tekes*. Utiliza los fondos proporcionados por el Ministerio de Economía y Empleo para financiar la investigación en empresas privadas, institutos tecnológicos y universidades. También coordina los esfuerzos académicos e investigadores a nivel internacional.
- Agencia Finlandesa de Seguridad y Productos Químicos o *Tukes*. Supervisa el etiquetado de eficiencia energética y los esfuerzos ecologistas.
- Centro de Investigación Técnica de Finlandia o *VTT*. Se trata de un organismo público sin ánimo de lucro que constituye el centro de investigación aplicada más grande de la región nórdica. Sus principales líneas de investigación son: nuevas tecnologías, desarrollo de combustibles, procesos nucleares, desarrollo de motores y uso de la energía en el sector del transporte.

6.3.3 Islandia

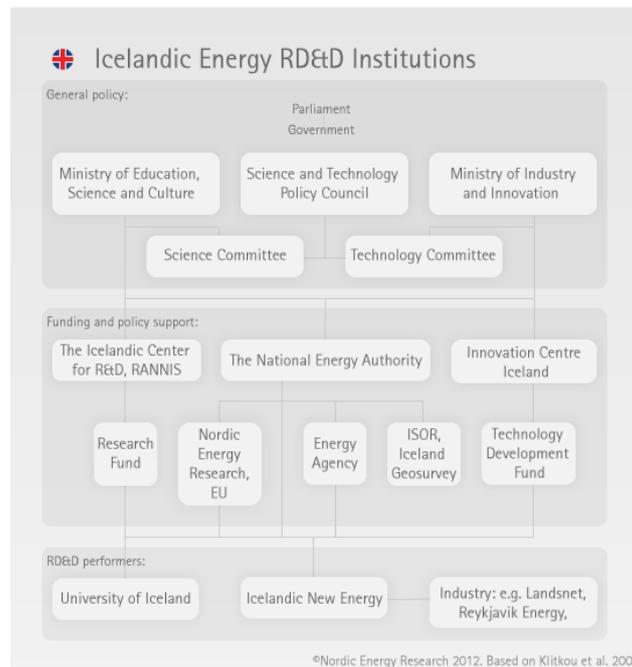
Gráfico 6.5 Localización y principales datos de Islandia



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Banco Mundial, IEA y Hagstofa Íslands.

En la Administración islandesa, plasmada en el gráfico, los principales organismos de política energética son (Nordic Energy Research, 2017):

Gráfico 6.6 Representación de la estructura orgánica islandesa



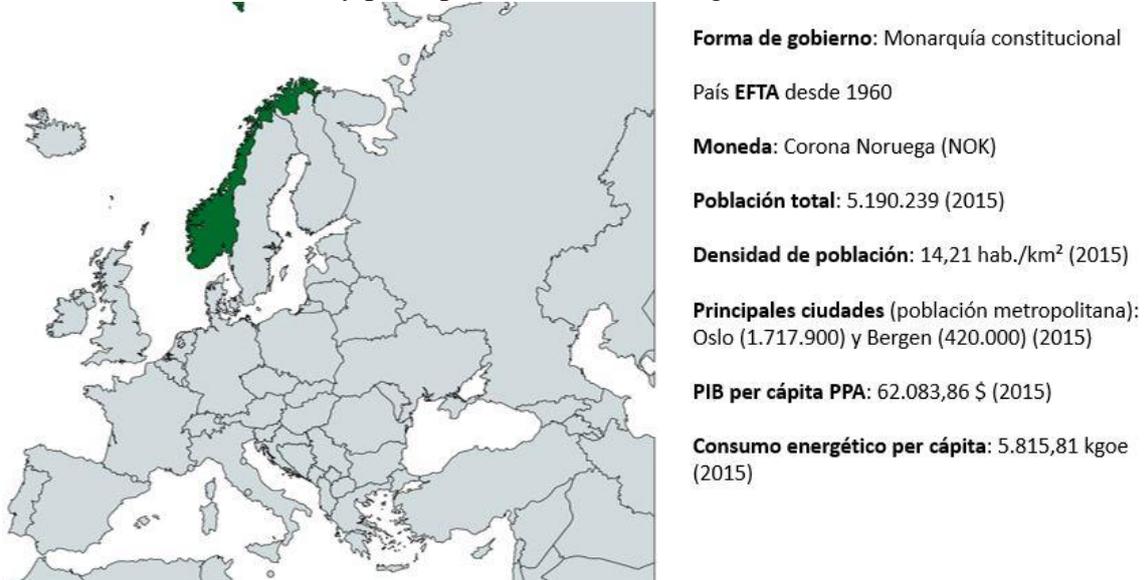
Fuente: Nordic Energy Research, 2012.

- Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Tiene las competencias planificadoras, reguladoras y supervisoras de los asuntos energéticos en la isla.
- *Orkustofnun*. Se trata de la Autoridad Nacional Islandesa en Energía. Esencialmente se dedica a controlar la producción y consumo de energía, así como a promover las labores de investigación. Es importante recalcar que la extraordinaria relevancia de las fuentes geotérmicas islandesas y su elevado grado de desarrollo han motivado que esta institución ocupe un lugar relevante en el escenario mundial; de hecho, desempeña el rol de coordinar (de forma más o menos formal) los esfuerzos académicos e investigadores en materia de energía geotérmica a nivel internacional.
- *Orkusetur*. Es la Agencia Nacional de Energía. Ejerce un papel de liderazgo en la aplicación de los objetivos energéticos sectoriales: busca fomentar la eficiencia en los hogares, mejorar los procesos productivos (generalmente en las explotaciones pesqueras y ganaderas debido a su relevancia en detrimento de la industria) y pautar las estrategias necesarias para un decremento en el uso de combustibles fósiles en el transporte.
- RANNIS o Centro Islandés de Investigación. Promueve las tareas investigadoras en campos energéticos y medioambientales.

- Empresas gestoras de la red de calefacciones urbanas, como *Orkuveita Reykjavíkur*, de la que se hablará próximamente.

6.3.4 Noruega

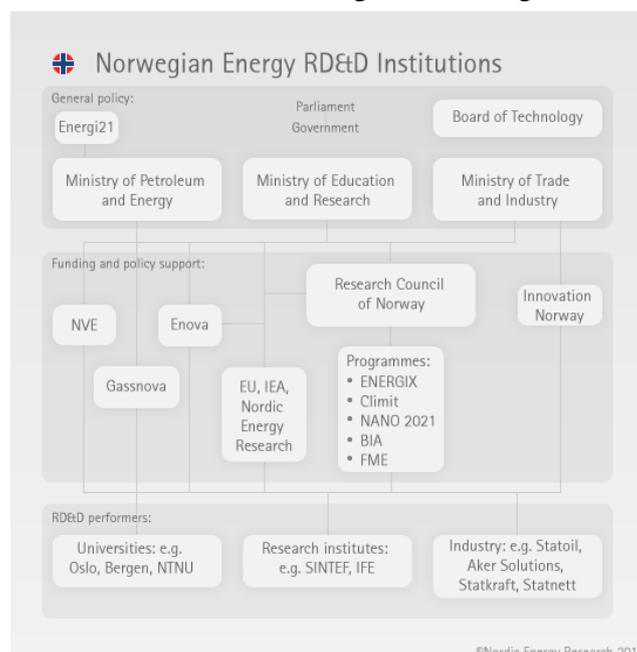
Gráfico 6.7 Localización y principales datos de Noruega



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Banco Mundial, IEA y Statistisk Sentralbyrå.

En Noruega, cuya estructura institucional se muestra en el gráfico, los principales organismos que diseñan y ejecutan la política energética son (IEA, 2011c):

Gráfico 6.8 Representación de la estructura orgánica noruega



Fuente: Nordic Energy Research, 2012.

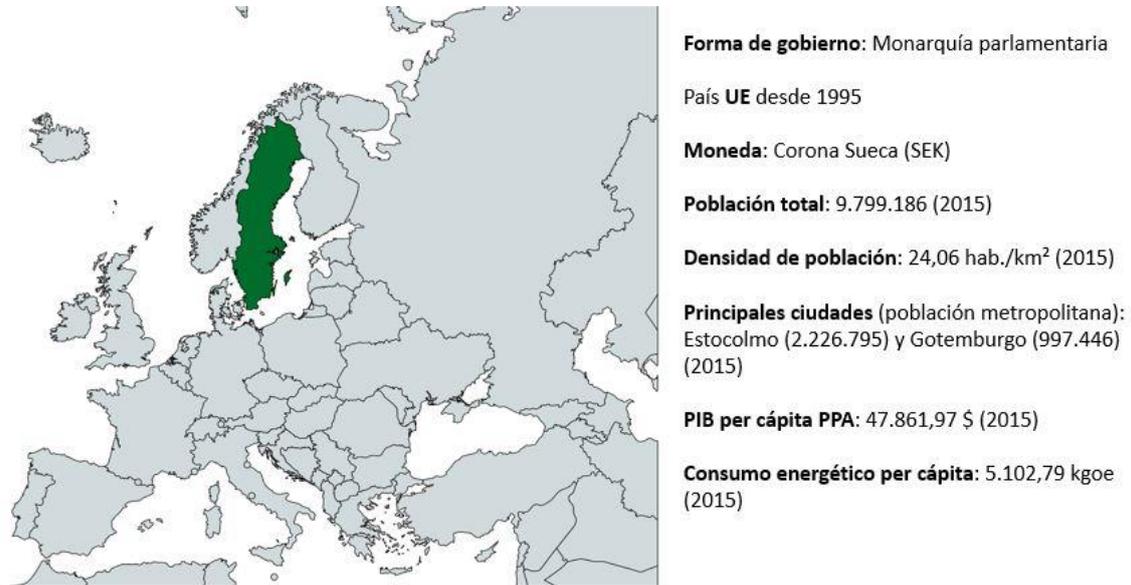
- Ministerio de Petróleo y Energía. Esta institución se encarga de adecuar los procedimientos de extracción del petróleo a los requerimientos establecidos, supervisa y audita las compañías públicas Petoro AS y Gassco AS así como la semipública Statoil AS, asegura la correcta gestión de los recursos hídricos destinados a la generación de energía, y mantiene a Statnett y Enova.

Dentro del Ministerio hay dos directorados de relevancia:

- El Directorado Noruego del Petróleo, que administra los recursos petrolíferos ejerciendo el control de los proyectos de prospección y asesora al Ministerio.
 - El Directorado Noruego para los Recursos Acuáticos y la Energía, que monitoriza la sostenibilidad de la explotación de los recursos acuáticos y la eficiencia de las fuentes hidráulicas. Además, hace las veces de institución hidrológica nacional y diseña planes para asegurar el suministro de energía.
- Ministerio de Trabajo y Administraciones Públicas. Este Ministerio se ocupa de asegurar las condiciones laborales de los trabajadores del petróleo y de fijar los requerimientos de seguridad exigidos a las plataformas extractoras. Es el organismo que gestionaría posibles incidentes como vertidos tóxicos o deflagraciones. Su brazo ejecutor en esta materia es la Autoridad Noruega para la Seguridad en el Petróleo.
 - Ministerio de Medio Ambiente, que impone las metas relacionadas con los objetivos climáticos, y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, quien se responsabiliza del control del uso energético en el sector del transporte.
 - Autoridad Noruega de Competencia o *Konkurransetilsynet*. Regula los tramos del mercado abiertos a libre competencia y competición entre empresas y vela por el cumplimiento de la Ley de Competencia.
 - Statnett SF y Enova SF. La primera de las empresas es la operadora de red nacional mientras que la segunda, busca promocionar el uso de fuentes de energía sostenibles mediante la concienciación y el apoyo de proyectos tecnológicos, sobre todo en lo referente a gas natural. Estas compañías de carácter eminentemente público son evaluadas concienzudamente por el Gobierno cada cuatro años, que posteriormente envía los resultados de dicha evaluación a la sede parlamentaria para conocimiento de todos los representantes políticos.

6.3.5 Suecia

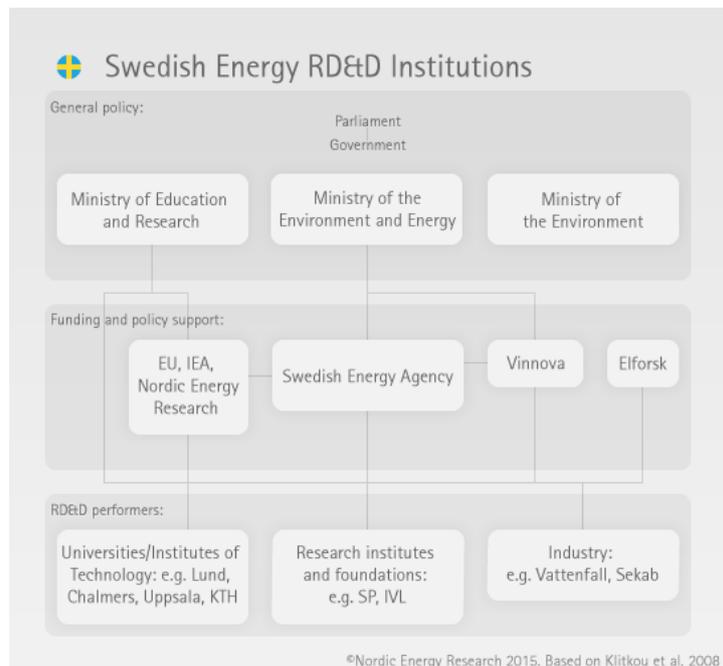
Gráfico 6.9 Localización y principales datos de Suecia



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Banco Mundial, IEA y Statistiska Centralbyrån.

Las instituciones suecas consagradas al diseño y puesta en marcha de la política energética son las siguientes (IEA/OCDE, 2013a):

Gráfico 6.10 Representación de la estructura orgánica sueca



Fuente: Nordic Energy Research, 2015.

- Ministerio de Empresa, Energía y Comunicaciones. Este Ministerio abarca a tres Ministros, siendo el titular de política energética el Ministro de Tecnologías de la Información y Energía. Sus labores son fundamentalmente la coordinación y planificación de las políticas.
- Ministerio de Medio Ambiente. Ejerce las competencias en materia de legislación contra el cambio climático, coordina las negociaciones con los estados miembros de la Unión Europea y sincroniza la cooperación nórdica de la que se ha hablado anteriormente. Dentro de este Ministerio, la subdivisión de productos químicos mide las externalidades y sus efectos sobre los ciudadanos y el medio ambiente, incluidos los perjuicios causados por la producción de energía nuclear. Por su parte, la subdivisión de Análisis Medioambiental se ocupa de que las políticas formuladas sean lo suficientemente potentes como para cumplir los compromisos fijados.
- Agencia Sueca de la Energía. Es el organismo principal a la hora de instrumentar las políticas. Depende del primero de los Ministerios antes mencionados y sus funciones son esencialmente la recogida y procesamiento de datos estadísticos, la gestión de la metodología de etiquetado en eficiencia energética, el establecimiento de los requerimientos de viabilidad de los biocombustibles, la promoción de las fuentes renovables y la implantación de los protocolos medioambientales internacionales. Asimismo, tiene la obligación de impulsar y supervisar los proyectos de investigación y de desarrollo en el ámbito energético.
- La Inspección Sueca de los Mercados Energéticos. Fue creada en 2008 por el Ministerio de Empresa, Energía y Comunicaciones para auditar el funcionamiento de los sistemas de obtención y suministro de electricidad y gas natural, así como para monitorizar la actividad de los sistemas de calefacción urbana. Esta institución también se preocupa por los problemas de los consumidores, trabajando conjuntamente con la Agencia Sueca del Consumidor.
- Red Nacional Sueca. Es la entidad propietaria de la red eléctrica y la encargada de realizar su mantenimiento y asegurar la fiabilidad del suministro en el uso diario de la misma en coordinación con el Panel Sueco de Seguridad Eléctrica. Desde el año 2005 también tiene facultades para seguir de cerca los asuntos relacionados con la obtención y suministro de gas natural.
- Agencia Sueca para la Protección del Medio Ambiente. Esta agencia dependiente del Ministerio de Medio Ambiente emplea técnicas de tratamiento de datos para

la predicción por escenarios que son útiles en la planificación energética y revisa el cumplimiento de los objetivos ambientales programados cada cuatro años. Además, tiene la potestad de reunir a comités de expertos y de representantes parlamentarios para evaluar los resultados de sus evaluaciones.

- Autoridad Sueca para la Seguridad Nuclear. Fue creada por el Ministerio de Medio Ambiente en 2008 para seguir de cerca todos los procesos relacionados con la energía nuclear, especialmente con el almacenamiento de residuos derivados.
- Panel Nacional de Vivienda, Edificación y Planificación Urbana. Es la máxima autoridad en gestión de los recursos hídricos y del terreno. Igualmente, se ocupa de promocionar el uso de sistemas más eficientes en los hogares.
- Consejo Sueco de Investigación. Apoya y revisa la investigación en las líneas de energía, medio ambiente y planificación urbana.
- VINNOVA. Es la mayor agencia sueca de investigación ligada a los programas europeos de I+D+i. Impulsa la investigación y administra la financiación de diversos proyectos relacionados con la temática que nos ocupa.

6.4 LA IMPORTANCIA ADMINISTRATIVA DEL NIVEL LOCAL

El último nivel administrativo encargado de poner en marcha las políticas, el nivel local, ostenta una posición de extraordinaria relevancia en los países nórdicos.

Este hecho diferencial respecto a la organización pública de otros territorios queda documentado desde el siglo XIX (Borge, 2010). En ese momento histórico, con unas instituciones estatales todavía incipientes, los municipios nórdicos ya desempeñaban un rol esencial en el servicio público. Se dice, por consiguiente, que se trataba de un modelo extremadamente descentralizado en el que el Estado daba total libertad gestora a los municipios. Sus competencias iban desde la provisión de infraestructuras hasta el mantenimiento del estado del bienestar y se financiaba fundamentalmente a partir de tributos de carácter local, sobre todo, impuestos sobre la propiedad.

Una vez superada esta fase inicial, con la llegada del siglo XX, los Estados fueron incrementando su poder, forzando la evolución hacia modelos más centralizados en detrimento del nivel local. Sin embargo, los organismos locales conservaron un elevado poder dentro de la estructura orgánica nacional que han perpetuado más allá de reformas

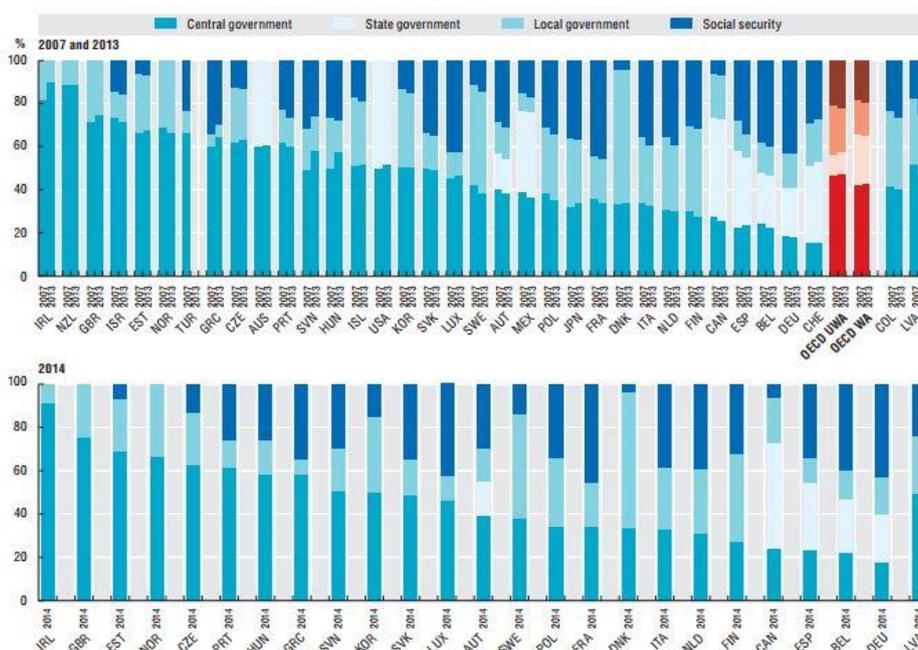
administrativas. Algunas de estas reformas, como las realizadas en las décadas de 1980 y 1990, han vuelto a primar el nivel local frente a las competencias centrales.

Las instituciones locales han mantenido su relevancia no sólo en el tiempo, sino también a lo largo de la región nórdica, mostrando pequeñas diferencias entre países. El nivel intermedio o regional ha recibido algunas competencias anteriormente locales en Noruega y en Suecia, mientras que en Finlandia el nivel regional es prácticamente inexistente. En su lugar, los municipios fineses han establecido redes de cooperación intermunicipales que hacen las veces de administración regional. Además, en términos de población, Finlandia y Noruega han organizado su territorio en municipios de tamaño más reducido a los que presentan Suecia y Dinamarca (Rajca, 2014).

En la actualidad, los países nórdicos han optado por mantener esta primacía local como una herramienta para dotar de flexibilidad y eficiencia al sector público. De hecho, los municipios cuentan con un grado de autonomía mayor al observado en otros países de su región socioeconómica. Dicha autonomía ha sido protegida constitucionalmente (Kommune Kredit, Kommuninvest, & MuniFin, 2012), reconociendo en las Cartas Magnas su derecho a la libre gestión y a la propia financiación local (Rattsø, 2004).

En el siguiente gráfico se puede observar este hecho frente a otros países y áreas económicas similares.

Gráfico 6.11 Porcentaje del gasto público por niveles administrativos en la OCDE en 2007, 2013 y 2014



Fuente: OCDE, 2015.

Los datos (OCDE, 2015) muestran que el nivel local es el mayor gestor de gasto público en Dinamarca, Suecia y Finlandia. En Noruega e Islandia, su contribución al gasto total sigue siendo relevante, pero se comprueba que ha perdido importancia frente al Estado central. A penas existen ejemplos de este tipo de estructuras administrativas en los países de la OCDE. El gasto local es ampliamente superior en los nórdicos, como ratifica su distanciamiento de la media.

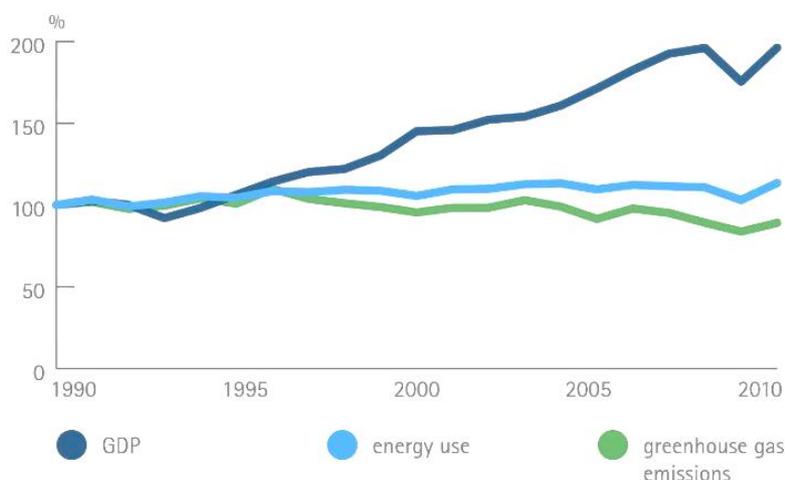
Las instituciones locales son importantes en todos los campos de las políticas públicas, incluida la política energética, haciendo las medidas aplicables a través de financiación o labores de comunicación social para fomentar la aceptación de las mismas (Haug & Stigson, 2016). En próximos epígrafes se ilustrará este acontecimiento a través de casos prácticos aplicados a pequeña escala, tanto a nivel urbano como a nivel rural.

7 LOS PRINCIPALES INDICADORES ENERGÉTICOS PARA LA REGIÓN NÓRDICA

Antes de analizar las medidas aplicadas, se procede a caracterizar el escenario energético nórdico a través de un conjunto de indicadores. Los indicadores escogidos por su interés y oportunidad para los objetivos del trabajo son: evolución conjunta del consumo de energía y del Producto Interior Bruto, Índice Trilemma, concentración geográfica e industrial de las emisiones de CO2 derivadas de la producción energética, la composición nacional de la oferta o mix energético, el consumo per cápita de energía y el consumo de energía renovable sobre el total de energía producida.

7.1 EVOLUCIÓN CONJUNTA DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y DEL PIB: EL PROCESO DE DESACOPLAMIENTO

El primer logro del modelo energético nórdico es la iniciación de una transición materializada en un desacoplamiento de la evolución del PIB y de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera desde hace más de dos décadas, en una menor dependencia de los combustibles fósiles, así como en una reducción de la intensidad energética empleada (IEA & Nordic Energy Research, 2016). En el gráfico se puede observar una divergencia entre los registros del PIB y del consumo de energía. Si bien el consumo de energía se ha mantenido relativamente constante desde 1990, el PIB ha mostrado una tendencia fuertemente creciente, lo que indica un incremento de eficiencia en el modelo energético nórdico. Con un consumo de energía estable, se ha generado una producción creciente y unas emisiones de CO2 menguantes, sobre todo a partir de 1995. Gráfico 7.1 Evolución del PIB de los países nórdicos en relación al uso de energía y a las emisiones de efecto invernadero entre 1990 y 2010

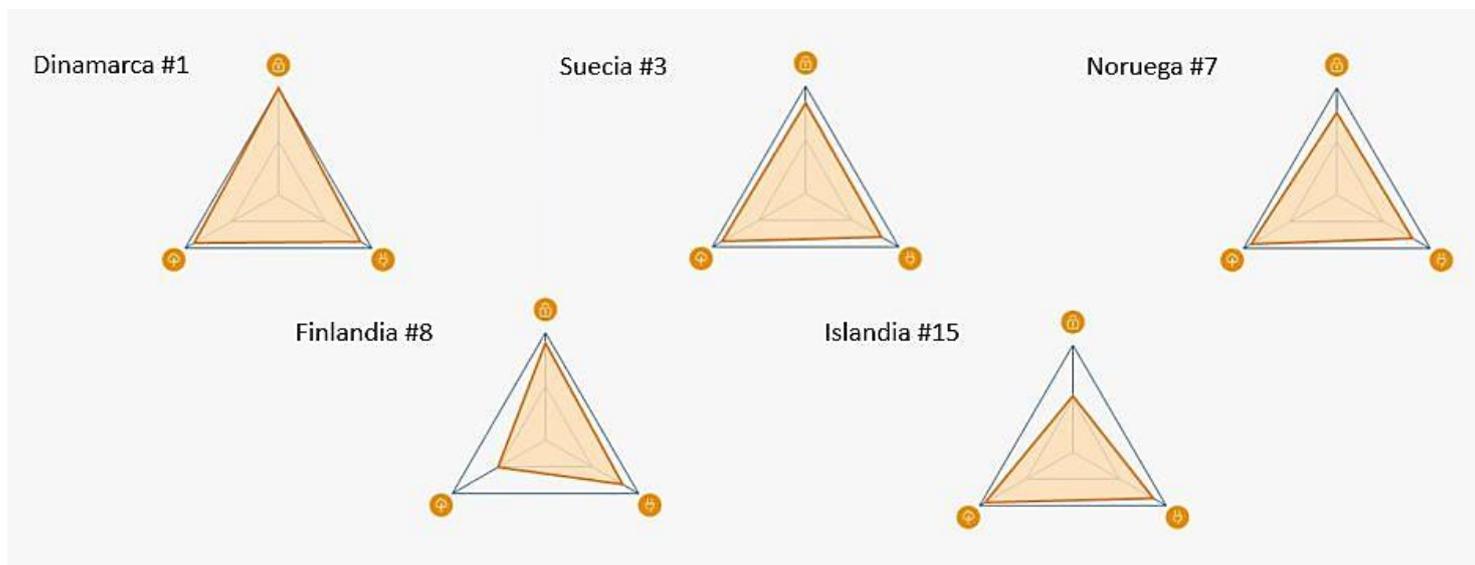


Fuente: Nordic Energy Research, 2013.

7.2 EL ÍNDICE TRILEMMA

El Consejo Mundial de la Energía elabora periódicamente un índice llamado “*Trilemma*” que plasma la realidad de un país en base a tres dimensiones energéticas: seguridad³, equidad⁴ y sostenibilidad⁵. A través de estas tres variables se obtiene una perspectiva del comportamiento de los agentes privados y públicos, de la efectividad de la regulación, de la gestión de los recursos naturales y de la concienciación medioambiental. Este índice da lugar a una calificación global (en escala alfabética y en tres posiciones para cada una de las variables) que sirve para jerarquizar los países en base a su realidad energética. En 2016, Dinamarca lidera el ranking mundial con una calificación de AAA, Suecia ocupa el tercer puesto con AAA, Noruega el séptimo con AAA, Finlandia el octavo con AAB e Islandia el decimoquinto con BAA (Consejo Mundial de la Energía, 2016). El perfil energético de estos países (representando la sostenibilidad en el eje de abscisas, la equidad en ordenadas y la seguridad en cota) es el siguiente:

Gráfico 7.2 Representación gráfica del Índice Trilemma



Fuente: Adaptado a partir de Consejo Mundial de la Energía, 2016.

³ Se entiende por seguridad la gestión efectiva de las fuentes primarias de energía, la fiabilidad de las infraestructuras energéticas y la capacidad de los proveedores para formar expectativas correctas (CME, 2016).

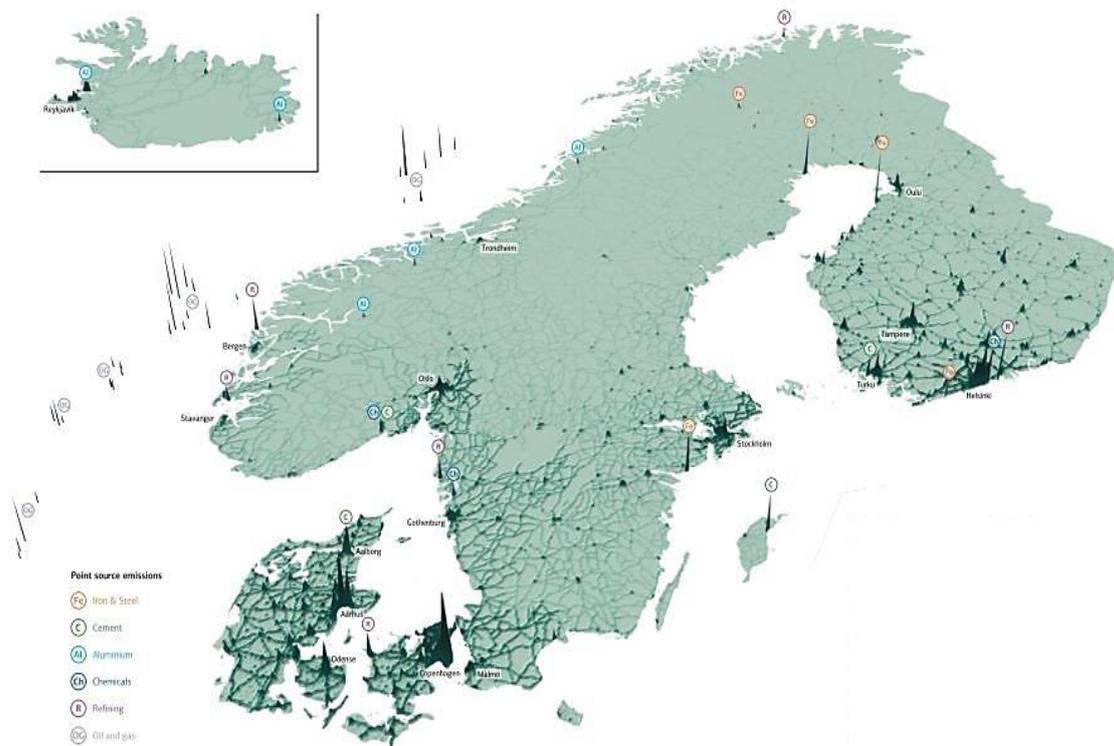
⁴ La equidad se define como la capacidad de acceso a una energía asequible por parte de toda la población (CME, 2016).

⁵ La sostenibilidad hace referencia a la consecución de las metas fijadas en el uso de energías renovables o bajas en emisiones de CO₂ (CME, 2016).

Esta representación tridimensional del índice Trilemma señala la efectividad del modelo energético nórdico para proporcionar un sistema fiable, justo para los consumidores y respetuoso con el medio ambiente. También indica que hay lugar para la mejora, especialmente en la sostenibilidad en el caso finés y en la seguridad de suministro en el caso islandés.

7.3 CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA E INDUSTRIAL DE LAS EMISIONES DE CO2 DERIVADAS DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Gráfico 7.3 Concentración geográfica de CO2 relacionada con la producción de energía, los núcleos urbanos, la red de carreteras y la industria demandante en el año 2013



Fuente: Adaptado a partir de IEA & Nordic Energy Research, 2016.

Este gráfico utilizado por la Agencia Internacional de la Energía y la división de investigaciones energéticas del Consejo de Ministros Nórdico en su informe *Nordic Energy Technology Perspectives* de 2016 ilustra con datos registrados en 2013 el volumen de las emisiones de dióxido de carbono desde la perspectiva geográfica. En la imagen se busca contrastar el volumen de emisiones con la densidad de los núcleos urbanos, la localización de las carreteras, así como con la localización exacta y tipología de las industrias.

En este gráfico pueden observarse diversas facetas de especial interés en la planificación de un futuro libre de emisiones de carbono:

En primer lugar, las mayores emisiones se producen en Dinamarca y en Finlandia si se atiende al criterio de observación por países. Esto se debe fundamentalmente a las actividades industriales danesas, más dinámicas por hallarse localizadas cerca de los ejes económicos más activos del continente sin encontrar en su camino obstáculos geográficos, a la par que dispersas por la tipología del tejido empresarial en forma de pymes. También se debe a la dependencia de combustibles fósiles en Finlandia, como se detallará con mayor profundidad próximamente. Cabe destacar la aparición de elevados volúmenes de emisión aislados en el mar del Norte y en el mar de Noruega coincidentes con las plataformas petrolíferas.

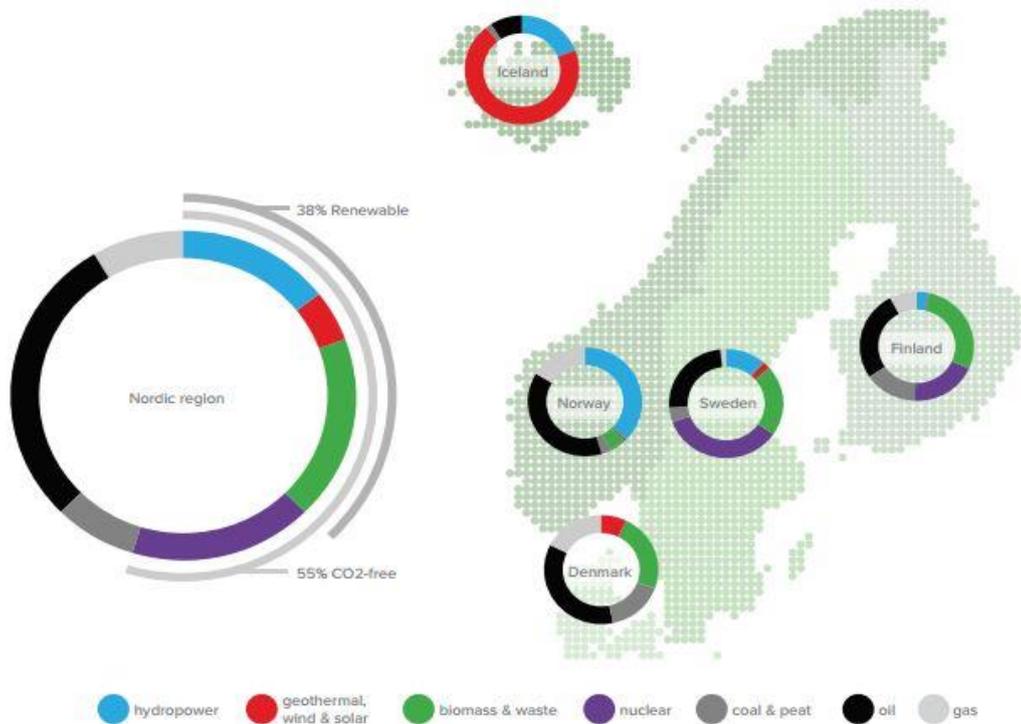
En segundo lugar, todos los países registran mayores niveles de emisiones en los núcleos urbanos con mayor densidad de población, frecuentemente en el sur y en las zonas costeras (las áreas más habitables por la mayor suavidad del clima).

En tercer lugar, los volúmenes más elevados se producen en las carreteras que unen las urbes más dinámicas y las industrias más boyantes, que requieren de transporte (altamente dependiente aún de combustibles fósiles) para hacer llegar sus outputs a los lugares de destino. El triángulo Copenhague-Estocolmo-Oslo presenta las áreas de moderada emisión ligadas al transporte de mercancías y personas, mientras que las carreteras danesas copan todos los niveles de emisión en línea con lo destacado anteriormente.

En cuarto lugar, existe una fuerte vinculación entre la tipología de industria ligada a la región emisora y el volumen de la emisión. En el gráfico se señalan en naranja las industrias ligadas al hierro y el acero, en verde las ligadas al cemento, en azul claro las especializadas en aluminio, en azul oscuro la industria químico-farmacéutica, en morado las refinerías y en lila las extractivas de petróleo y gas. Así las cosas, las industrias que provocan mayores emisiones son las extractivas de materias energéticas de origen fósil junto con sus refinerías, así como las relacionadas con el hierro y el acero. Este hecho es muy significativo: aparentemente, las industrias ajenas a la producción energética convencional, aquellas que tienen la energía como input en vez de como output, no presentan una conflictividad especial; son precisamente las industrias en vías de extinción con los actuales objetivos políticos las que concentran las mayores emisiones. Por consiguiente, un sistema de gestión de emisiones instrumentado a través de una reducción en la producción de fuentes convencionales junto con tecnologías de captación de CO₂ puede lograr un acercamiento a la meta ideal del escenario de neutralidad de carbono.

7.4 LA COMPOSICIÓN GEOGRÁFICA DE LA OFERTA

Gráfico 7.4 Mix energética por país en 2014



Fuente: IEA & Nordic Energy Research.

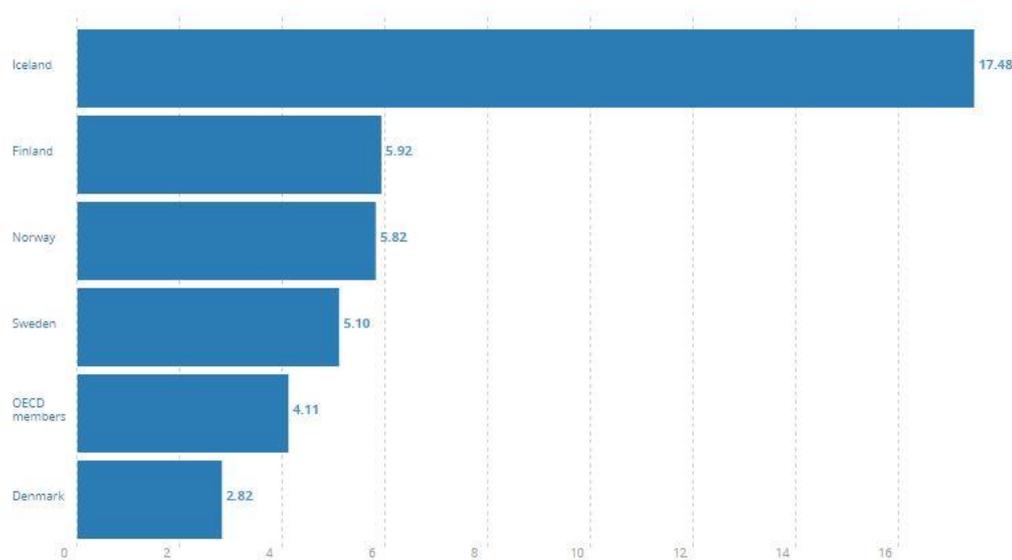
En este gráfico se puede observar claramente la especificidad geográfica de la oferta. Analizando la oferta agregada de la zona más allá del uso de recursos fósiles, no hay una energía renovable que destaque sobremanera. Sin embargo, aislando los datos por países se tiene que en Islandia prima enormemente la geotérmica debido al origen volcánico de la isla, en Noruega destaca la hidroeléctrica fruto de la abundancia de recursos hídricos en superficie del país, en Suecia se tiene curiosamente un amplio porcentaje de producción nuclear (que luego se examinará más detenidamente), en Finlandia prima la biomasa y en Dinamarca una combinación de biomasa y eólica.

Una especificidad de esta relevancia puede ser una debilidad del modelo nórdico. Sin embargo, a través de la cooperación, se ha diseñado una herramienta para transformar la debilidad en fortaleza. Dicha herramienta se ha instrumentado mediante un mercado que se ha mencionado anteriormente, Nord Pool Market. Su actuación a este respecto se mostrará en próximos epígrafes.

7.5 EL CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA

Se acaba de mostrar la efectividad del modelo nórdico en términos de seguridad, justicia y sostenibilidad. Esta efectividad adquiere especial relevancia cuando se observa el consumo per cápita de los países objeto de estudio en relación a la media que presentan países de similares características.

Gráfico 7.5 Consumo per cápita de energía en miles de kgoe de los países nórdicos y de la OCDE en 2015



Fuente: IEA, OCDE y Banco Mundial, 2015.

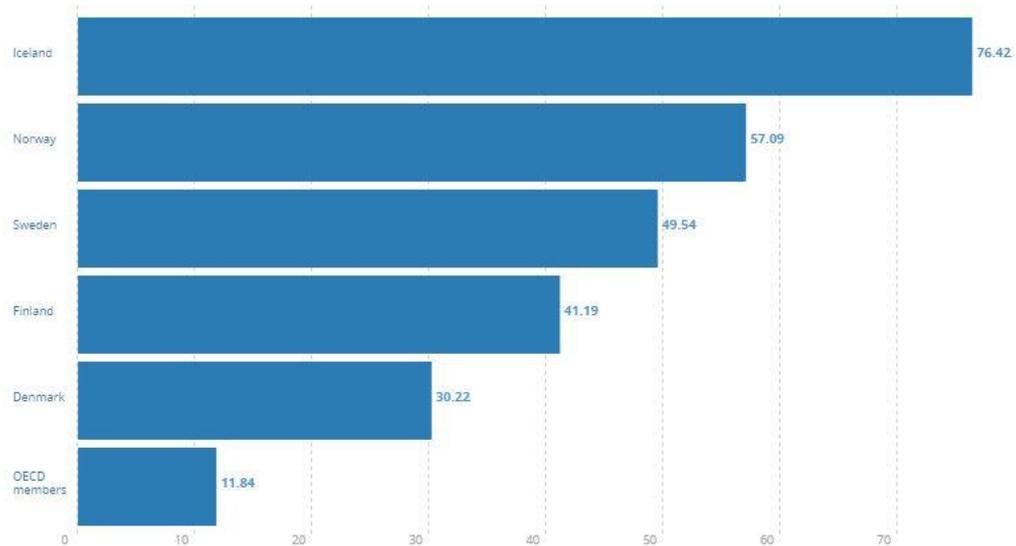
Según los datos registrados (IEA/OCDE/Banco Mundial, 2015), cuatro de los cinco países nórdicos muestran consumos per cápita de energía superiores a la media de los países de la OCDE. Es relevante el caso de Islandia, que cuadruplica dicha media. Por su parte, Dinamarca presenta un consumo significativamente inferior, la mitad de la media de la OCDE.

Éste es otro rasgo característico de los modelos energéticos nórdicos: consumos superiores a la media, posiblemente derivados de la dureza del clima y de la escasez de horas de luz en invierno, combinados con una satisfactoria producción sostenible.

7.6 EL CONSUMO DE ENERGÍA RENOVABLE

Los países nórdicos han superado los objetivos fijados en el plano internacional, como se ha mencionado anteriormente. Una representación de este hecho se encuentra en el siguiente gráfico.

Gráfico 7.6 Consumo de energía renovable como porcentaje del total de energía en los países nórdicos y la OCDE en 2014



Fuente: IEA, Banco Mundial y ESMAP, 2014.

Los registros (IEA/Banco Mundial/ESMAP, 2014) muestran una mayor utilización de energías renovables que en el grupo de países de la OCDE. El caso más modesto, el danés, aproximadamente triplica la media de este conjunto.

8 CLAVES EN EL DISEÑO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA NÓRDICA

Más allá de la influencia europea, los nórdicos han dado forma a unas políticas características utilizando el margen de actuación antes mencionado.

Si bien las políticas aplicadas en la región nórdica son tan diversas como la disponibilidad de recursos de sus países, existen unas bases comunes a todos ellos. Estas bases sustentan el interés y la preocupación de la sociedad por el medio ambiente y por el tratamiento de las fuentes energéticas, al tiempo que sirven de referente común en materia de cooperación transfronteriza.

8.1 BASES PARA LA CREACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA NÓRDICA

Existen unos principios comunes a todas las políticas energéticas nórdicas que constituyen la base sobre la que se sustentan las acciones de estos países. Desde una perspectiva más conceptual, estas bases son: la creación de valor, el enfoque multidisciplinar, la investigación aplicada, la diferenciación entre el entorno urbano y el rural, la flexibilidad de la demanda, la especificidad geográfica de la oferta y, por último, la cooperación transfronteriza.

8.1.1 Creación de valor

A menudo, en los documentos con los que trabajan las instituciones de investigación de la región nórdica y los órganos consultivos del gobierno, se menciona la expresión “creación de valor añadido”. Esta expresión necesita un contexto para comprender adecuadamente el enfoque de las políticas.

Según Hans Jørgen Koch (Nordic Energy Research, 2014a), director ejecutivo de la Agencia Nordic Energy Research dependiente del Consejo de Ministros Nórdicos, por “creación de valor añadido” se puede entender lo siguiente: el resultado de las actividades de investigación que provee un nuevo conocimiento o un conocimiento mejorado sobre el panorama energético y que puede ser aplicado en empresas o en la sociedad general a través de redes de investigadores, legisladores y empresarios mediante acciones coordinadas a nivel supranacional que generan sinergias.

Esta aclaración que ha sido elaborada juntando retazos de las declaraciones de Koch, se puede desagregar en las siguientes características para comprender mejor su relevancia:

- El valor añadido es generado mediante actividades de investigación. Las estrategias nórdicas ponen especialmente el acento en la importancia de la investigación en materia de nuevas tecnologías aplicadas a la producción de energía de forma sostenible. Esta investigación versa sobre nuevas materias energéticas de origen biológico (como las algas), sobre nuevos procesos productivos que reducen la intensidad en el consumo energético o la intensidad de las emisiones de CO₂, sobre la eficacia de los estímulos fiscales a la utilización de fuentes renovables, entre otros asuntos.
- Consiste en la difusión de nuevos conocimientos o en la mejora de los conocimientos ya existentes. Es decir, las innovaciones derivadas de las actividades de investigación pueden ser radicales, en el caso de que aporten algo nuevo que facilite la comprensión del escenario energético, o bien pueden ser incrementales, si vienen a clarificar una idea ya existente.
- Es de aplicación en usos prácticos y no sólo teóricos. La investigación no sería completamente efectiva en la creación de valor si no pudiese realizarse una trasposición de sus principios teóricos a la práctica.
- Favorece la creación de redes de contactos entre los investigadores, los legisladores y los empresarios. Esto es, procura la utilización de redes de comunicación eficaces que aumenten el diálogo entre los principales actores sociales y lancen debates sobre el futuro de la energía teniendo en cuenta los intereses públicos y privados.
- Se sustenta en sinergias derivadas de la planificación y coordinación de las actividades en una perspectiva supranacional y transfronteriza. Todas las actuaciones en materia de energía están coordinadas a través del Consejo de Ministros Nórdico (*Nordisk Ministerråd*) con sede en Copenhague. De esta forma, el valor añadido se deriva de sinergias entre los miembros: los resultados conjuntos en política e investigación superan a los resultados que obtendrían cada uno de los países integrantes por separado.

8.1.2 Aplicabilidad de la investigación

Las labores investigadoras son un fundamento clave de la estrategia energética nórdica. Tal es así que actualmente existe una agenda en el marco de la estrategia nórdica de investigación 2015-2018 (Nordic Energy Research, 2014b).

Esta faceta ha sido tradicionalmente el buque insignia de las políticas de los países objeto de estudio. La transición de un modelo económico basado enteramente en energías convencionales a un modelo compatible con el escenario de neutralidad debe realizarse mediante la inclusión de avanzadas tecnologías que se derivan de la investigación, el desarrollo y la innovación. Un amplio y fuerte sector investigador no sólo crea valor y favorece la cooperación transfronteriza (como se verá posteriormente) sino que además estimula la eficiencia y la productividad.

Los objetivos de las estrategias de investigación actuales pueden resumirse en:

- Construir puentes entre instituciones internacionales para desarrollar el conocimiento disponible.
- Servir de apoyo analítico para sustentar la toma de decisiones de los gobernantes y de los diseñadores de política energética.
- Impulsar el conocimiento aplicado a mantener o incrementar la competitividad de las economías nórdicas.
- Difundir la labor nórdica de I+D+i en todo el mundo.

Los avances teóricos deben estar acompañados de una clara aplicación práctica en numerosos ámbitos como son:

- Adaptación de las infraestructuras de generación de energía a la variabilidad del suministro.
- Dinamización de la inversión.
- Desarrollo de biocombustible avanzado.
- Mejora de la eficiencia en los sectores con mayor demanda.
- Adaptación de las viviendas.
- Renovación de los procesos productivos en industrias intensivas en energía.
- Captura de carbono.

Además, en lo concerniente a este asunto, la financiación pública es esencial. Así, los organismos dedicados a investigación pertenecientes a la red de cooperación nórdica cuentan con proyectos de diferente calado que reciben distintos créditos presupuestarios:

- Los proyectos de mayor entidad, cuyo objetivo es poner en contacto a especialistas de toda el área báltica para trabajar a medio plazo en investigaciones que creen valor, tengan una perspectiva sistémica y permitan la investigación aplicada, reciben el 80% de los fondos disponibles.
- Los proyectos basados en la construcción de redes de investigación reciben el 10% de los créditos.

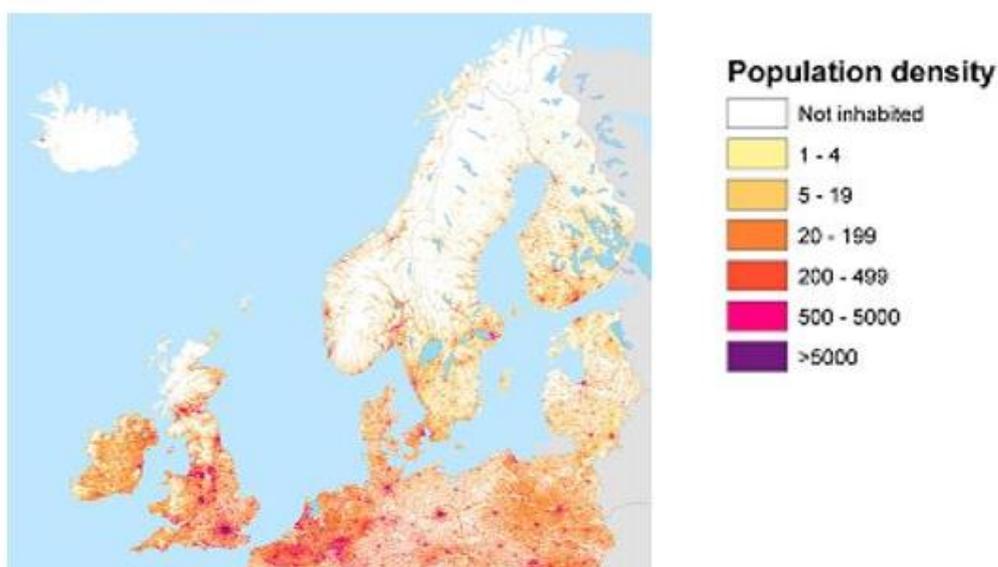
- Por último, los grupos de expertos formados por miembros de los gobiernos, de las industrias y de las sedes académicas más relevantes reciben el 10% restante.

Asimismo, existen instituciones como Nordforsk y Nordic Innovation que sirven para tender puentes entre los diversos proyectos investigadores o como NordREG que se encarga de revisar la regulación pública.

8.1.3 Diferencias entre el entorno rural y el urbano

Como ya se ha explicado, la política nórdica debe tener muy en cuenta la estructura de su territorio. Dicho territorio está formado generalmente por dos ciudades relevantes, que concentran la mayor parte de la población y que se suelen localizar al sur o cerca de la costa (por ejemplo, Estocolmo y Gotemburgo en Suecia, Oslo y Bergen en Noruega, Reykjavík y Akureyri en Islandia, etc.), y todo un entramado de pequeños núcleos rurales. Esta peculiaridad puede observarse en el siguiente gráfico (EUROSTAT, 2016b):

Gráfico 8.1 Densidad de población en personas por Km2 en las regiones nórdicas en 2011



Fuente: Adaptado a partir de *Population Grids* de EUROSTAT, 2016.

La compactación del diseño urbano y las economías de escala permiten una mayor eficiencia en el marco de las ciudades de tamaño grande y mediano, mientras que las zonas rurales presentan elevados costes de puesta en funcionamiento y suministro para una escasísima población. De hecho, las capitales nórdicas – Copenhague, Estocolmo, Helsinki, Oslo y Reykjavík – son un 30% más eficientes que el resto de las poblaciones.

La densidad del núcleo poblacional y sus características climáticas determinan la posible tecnología a implantar, que mostrará una fuerte caracterización regional, como se comentará más adelante. Las ciudades de mayor tamaño funcionan como *hubs* de energía, ordenando el resto de flujos (IEA & Nordic Energy Research, 2016).

De esta forma se configura una característica inconfundible del sistema de financiación nórdico: la mayor parte de la financiación se entrega a las entidades locales, con cifras muy por encima de las que presenta el nivel regional, al igual que ocurre con el gasto público en general. Los legisladores han llegado a la conclusión de que los esfuerzos a escala local son más productivos que a escala nacional.

8.1.4 Flexibilidad de la demanda

El principio de flexibilidad de la demanda hace referencia a la capacidad de adaptación del consumo de energía a las circunstancias del mercado. Se puede decir que existe flexibilidad de la demanda cuando se dan las siguientes situaciones (THEMA Consulting Group, 2014):

- Los consumidores encuentran alternativas a su consumo habitual que generan un nivel de sensibilidad a las variaciones de los precios, lo que da lugar a un compromiso de pago limitado. Es decir, los consumidores tienen la posibilidad de recurrir a fuentes sustitutivas y, por consiguiente, no consumen a cualquier precio.
- Los consumidores desean aplazar sus consumos de períodos temporales con precios elevados a períodos con precios más moderados, lo que reduce la volatilidad de los precios y los precios máximos.
- La existencia de sustitutivos y el aplazamiento del consumo equilibran los mercados y contribuyen a la seguridad y calidad del suministro energético.

Lograr el grado adecuado de flexibilidad de la demanda tiene un coste económico ligado. Este coste se deriva de las consecuencias de las políticas de flexibilidad sobre la propia demanda, del tiempo invertido en lograrlo y de los medios organizativos que se han dispuesto para ello, de las tareas de recopilación de datos y de previsión, entre otros. Por ello, hay que procurar que el deseo de pago que tienen los consumidores compense ese coste. Los beneficios que procura la flexibilidad para los consumidores deben merecer la pena. De lo contrario, no se creará valor y se lastrará la competitividad de las empresas.

Como se puede desprender de lo mencionado anteriormente, la flexibilidad tiene diversa tipología. Puede manifestarse como:

- Reducción del consumo de energía.

- Cambio de una fuente energética convencional a otra alternativa. Por ejemplo, dejar de utilizar la red de suministro eléctrico y en su lugar utilizar energía solar durante las horas diurnas y la red convencional durante la noche.
- Cambio de un momento habitual de consumo a otro momento no habitual, como ocurre con las tarifas horarias, donde una parte de los consumidores prefieren ejecutar los mayores consumos entre las 22:00 y las 07:00 horas para beneficiarse de los precios más bajos (fruto de una menor demanda).

Para asegurar la flexibilidad de la demanda, los diseñadores de política energética proponen conjuntos muy variados de medidas.

En primer lugar, se puede propiciar el comercio en los mercados al por mayor dado que la flexibilidad no es un bien objeto de cambio pero está implícita en las transacciones.

En segundo lugar, se pueden desarrollar las Redes de Transporte o TSO (por sus siglas en inglés, *Transmission System Operator*) a través de las reservas.

En tercer lugar, se pueden tomar medidas para hacer más visibles y potentes las señales mandadas por los mercados a través de los precios. Esto se puede lograr empleando técnicas específicas en función de la tipología de perfil del usuario consumidor:

- Pequeños consumidores (economías domésticas y pymes): implantación de contadores horarios como en Finlandia, de contadores diarios como en Suecia, lanzamiento de tarifas con una parte fija que se marca en función de la época del año y una parte variable, propuesta de tarifas enteramente variables que fluctúan entre estaciones en Noruega y Suecia o entre semanas en Dinamarca y Finlandia, etc.
- Grandes consumidores (infraestructuras específicas e industrias intensivas en energía): implantación de contadores horarios en todos los países, tarifas formadas por tres componentes (una parte fija, otra derivada de la capacidad y otra del consumo efectivamente realizado), tarifas estacionales, descuentos por utilizar fuentes alternativas, tarifas basadas en la capacidad contratada que incentivan el mantenimiento del consumo por debajo de un cierto nivel, etc.

Recientes estudios como el de THEMA Consulting Group (2014) han concluido después de examinar minuciosamente el comportamiento de los hogares (sobre todo en Noruega), los resultados proporcionados por los contadores y por la mediana industria en

Suecia, así como por el sector servicios de Dinamarca, que existe margen suficiente como para impulsar la flexibilidad de la demanda.

8.1.5 Especificidad geográfica de la oferta

Las peculiaridades de la geografía nórdica y la historia reciente de las políticas aplicadas marcan una especificidad regional de la oferta energética, es decir, un mix energético característico para cada uno de los países. Para ilustrar este hecho se pueden visualizar los datos registrados sobre la composición de la oferta en el epígrafe de indicadores.

Esta diversidad lejos de ser interpretada como un obstáculo, puede enfocarse como una oportunidad de enriquecer la flexibilidad del mercado nórdico dado que cada una de estas fuentes de energía puede aplicarse en momentos del tiempo diferentes en función de las necesidades o de las limitaciones que surjan.

8.1.6 Cooperación transfronteriza

Como se ha mencionado, una de las fortalezas de la política energética nórdica es su capacidad para generar sinergias.

Estos países por separado cuentan con cifras de población muy modestas, con dependencias históricas en materias primas o productos manufacturados... Sin embargo, unidos conforman la doceava economía del mundo (Banco Mundial, 2017).

La cooperación transfronteriza se inició con fuerza a mediados de la década de 1970, mucho antes de que tres de los cinco países estudiados entrasen a formar parte de la Unión Europea. Diez años después se unificaron los organismos encargados de la investigación científica bajo el paraguas del Nordic Energy Research. Esta institución se incluyó en el Consejo de Ministros Nórdico en 1999.

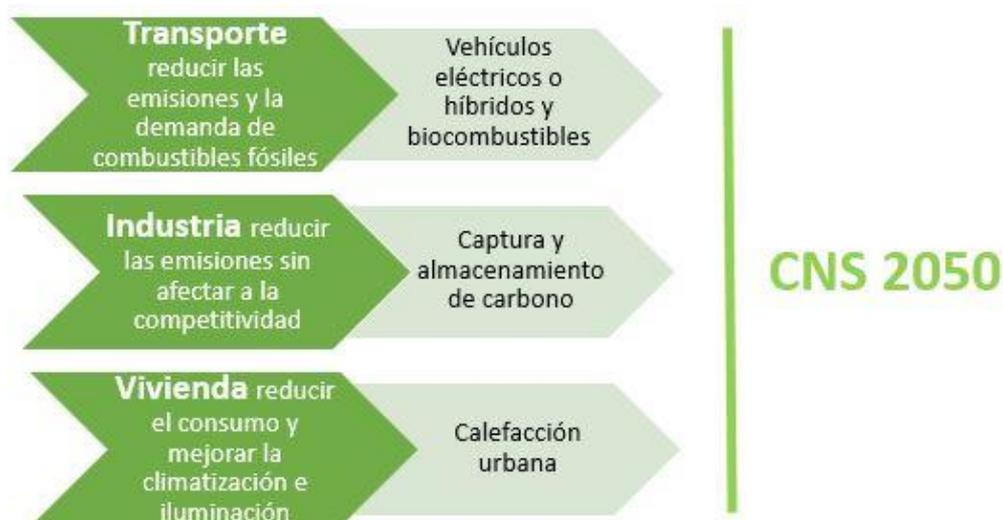
De esta forma, se ha configurado un proyecto de cooperación e integración al margen de la Unión Europea, pero muy marcado por ésta, que busca armonizar las legislaciones nórdicas y contribuir al bien común, como se ha indicado anteriormente.

El máximo exponente de la alianza nórdica es el ya mencionado Nord Pool Market, un mercado consagrado a las transacciones de energía en el área. Cuenta con oficinas en Oslo, Estocolmo, Helsinki, Tallin y Londres (Nord Pool, 2017).

8.2 ESPECIFICIDAD SECTORIAL DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA

Desde una perspectiva sectorial, las políticas energéticas se dirigen de forma específica a tres áreas que engloban las actividades que destacan por su volumen de consumo y/o de emisiones y, por consiguiente, representan los sectores diana de las medidas: el transporte, la industria y la vivienda (IEA & Nordic Energy Research, 2016). Cada uno de los sectores presenta un objetivo preponderante y una tecnología preferida para alcanzarlo de cara al escenario de neutralidad en carbono de 2050 (CNS 2050). Este hecho se muestra en el siguiente esquema y se desglosará con detalle a continuación:

Gráfico 8.2 Sectores, objetivos y tecnologías abordados por las políticas energéticas nórdicas



Fuente: Elaboración propia.

8.2.1 Sector del transporte

Este sector presenta elevadas tasas de emisión en todas las regiones nórdicas. Se ha convenido intentar una reducción del 87,5%, de 80 millones de toneladas de dióxido de carbono en el año 2013 a tan sólo 10 millones de toneladas de dióxido de carbono en 2050, año relevante para la aproximación a un escenario de neutralidad. Esta meta tan ambiciosa va a ser perseguida a través de distintos medios:

- Reducir la preponderancia de los medios de transporte.
- Cambiar los medios de transporte tradicionales por otros más eficientes energéticamente o que impliquen menor producción de dióxido de carbono.
- Cambiar las tecnologías y los combustibles convencionales por otros con mejores tasas de eficiencia o con menores emisiones.

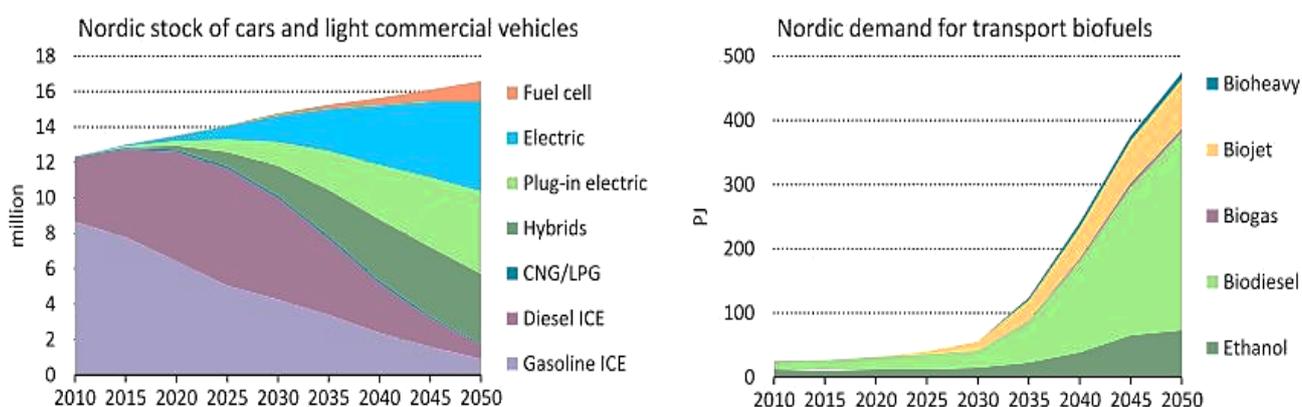
Se pretende que en 2050 tan sólo el 25% de la energía total demandada por el sector del transporte provenga de fuentes fósiles. Es de esperar que los mayores ahorros en consumo de energía se produzcan en el transporte realizado en vehículos particulares. Además, se espera que entre 2013 y 2050 sea posible lograr reducciones de consumo en transporte del 35% en áreas urbanas y del 22% en zonas rurales, al menos potencialmente.

En esta línea, es preciso tener presente que en materia de transporte las reducciones en consumo energético siempre serán más sencillas de lograr en el ámbito urbano gracias a la compactación de edificaciones y, por consiguiente, la reducción en las distancias, la mayor densidad de población y las economías de escala. El medio rural, especialmente en los países nórdicos, está compuesto por pequeños núcleos muy dispersos que requieren de grandes esfuerzos para mantener las líneas de comunicación y transporte. Las tendencias demográficas, las condiciones climáticas y el éxodo rural han provocado una masiva preferencia por la vida en los núcleos urbanos sureños y próximos a las costas, pero sigue habiendo fuertes conexiones económicas y culturales con el medio rural.

Los vehículos responsables de permitir las reducciones planificadas serán los coches eléctricos y los híbridos, y quizás en menor medida los basados en hidrógeno. Esta falta de ánimo en lo relativo a vehículos a hidrógeno se fundamenta en el incremento esperado en la competencia con otras fuentes de energía que permiten alcanzar mayores niveles de flexibilidad en el sistema.

En el siguiente gráfico se pueden visualizar los cambios necesarios en los próximos años para alcanzar el deseado escenario de neutralidad en carbono:

Gráfico 8.3 Transformación del stock de vehículos y de la demanda de combustibles para transporte entre 2010 y el escenario de neutralidad



Fuente: IEA & Nordic Energy Research, 2016.

Como puede observarse, los cambios programados son de gran relevancia:

En lo que se refiere al stock de vehículos, se pretende reducir más de un 80% el uso de coches que utilizan gasolina o diésel, de los 12 millones en 2010 a aproximadamente 2 millones en 2050. Esta disminución debería, de acuerdo al gráfico, materializarse en un trasvase hacia coches híbridos y eléctricos, que pasan de ser prácticamente inexistentes a copar la práctica totalidad del stock. Igualmente, pueden estudiarse las tasas de variación en la composición del stock prestando atención a las pendientes de las curvas dibujadas. Así, se puede confirmar que estamos a punto de iniciar el periodo de mayores transformaciones, que alcanza su mayor dinamismo a partir de los primeros años de la década de 2020. Hay que postular una renovación de los vehículos lenta y tediosa debido a las propias características de los mismos, que presentan una peculiar elasticidad de la demanda al tratarse de bienes de consumo a largo plazo.

En lo referente a la demanda de biocombustibles, se pretende incrementar intensamente su consumo en las próximas décadas. El mayor incremento estaría protagonizado por el biodiésel, que constituiría la principal base de combustible en el hipotético escenario de neutralidad en 2050. Al igual que se hizo con el stock de vehículos, es relevante centrarse en la pendiente de las curvas mostradas. Dichas curvas crecen a un elevado ritmo creciente sobre todo a partir de 2030. Ello se explica por lo antes mencionado: para comenzar a utilizar una cantidad considerable de biocombustible se necesita contar con una base de vehículos lo suficientemente importante como para sostener el nuevo modelo de consumo. Es, como se muestra en el gráfico de la izquierda, a partir de 2030 cuando los vehículos tradicionales se han sustituido efectivamente por vehículos con las especificaciones técnicas necesarias para tal consumo. Estos combustibles serán utilizados fundamentalmente en los desplazamientos de largo recorrido, ya que los de corto recorrido (como el interurbano) estará cubierto por vehículos eléctricos. De nuevo, en este campo no todo depende de la voluntad política, sino que la consecución de este objetivo queda supeditada al buen funcionamiento de los mercados internacionales de materias primas, a las condiciones de producción y a la estabilidad de las relaciones comerciales con los países suministradores.

A pesar de todos estos propósitos, los propios planificadores de política energética reconocen que el horizonte 2050 es lo suficientemente distante como para generar dificultades en la predicción de los niveles de emisión. Es necesario tener en cuenta el avance de la tecnología y los posibles cambios en las preferencias de los consumidores

para alcanzar un nivel de comprensión pleno. Dichos cambios y avances son imposibles de prever por completo en el momento presente.

8.2.2 Sector industrial

El sector industrial es el más difícil de perfilar en las políticas energéticas nórdicas a causa de la reticencia de las industrias a abandonar los procesos de producción habituales por temor a perder competitividad o por ausencia de los medios necesarios para llevar a cabo I+D+i. En todos los países objeto de estudio el sector industrial presenta en la actualidad considerables niveles de emisión de dióxido de carbono. Este hecho tiene una importante excepción: Dinamarca, donde la estructura del tejido empresarial, constituido esencialmente por pequeñas y medianas empresas, genera registros inferiores de emisión de CO₂ en comparación con sus países vecinos.

Las metas de la política nórdica contemplan una reducción de las emisiones en el sector industrial del 60% en 2050 respecto al año 2013. La consecución de este objetivo es de una complejidad extraordinaria por la elevada dependencia de las industrias nórdicas de fuentes de energía convencionales y de combustibles fósiles.

Según los planificadores, sólo se podrá lograr este nivel de reducción mediante las siguientes herramientas:

- Elaboración de combinaciones de fuentes energéticas más eficientes y más modestas en cuanto a emisión de dióxido.
- Implantación de innovaciones en los procesos productivos enfocadas a desacoplar el volumen de producción y el volumen de emisiones de CO₂.
- Cooperación transfronteriza tanto con los socios nórdicos como con el resto de países del mundo.

Por tipología de industria, los focos de emisión más preocupantes en tanto que superan las medias internacionales son: la industria cementera, el hierro, el acero y la químico-farmacéutica. Así, las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono o CCS (por sus siglas en inglés, *Carbon Capture Storage*) resultan imprescindibles.

Las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono son una metodología recurrente en la planificación ligada a la política energética futura. Las tecnologías CCS están formadas por un conjunto de mecanismos que retienen un porcentaje variable, pero importante en todo caso, de CO₂ procedente de combustibles fósiles con usos industriales o electrógenos. Al retener estas emisiones, este gas de efecto invernadero no alcanza la atmósfera, lo que mitiga los perjuicios derivados. Una vez el carbono es capturado, se

transporta siguiendo determinados preceptos de seguridad y se almacena a varios kilómetros bajo la superficie terrestre, preferiblemente en zonas rocosas o en hondos acuíferos subterráneos de agua salada (Carbon Capture & Storage Association, 2017).

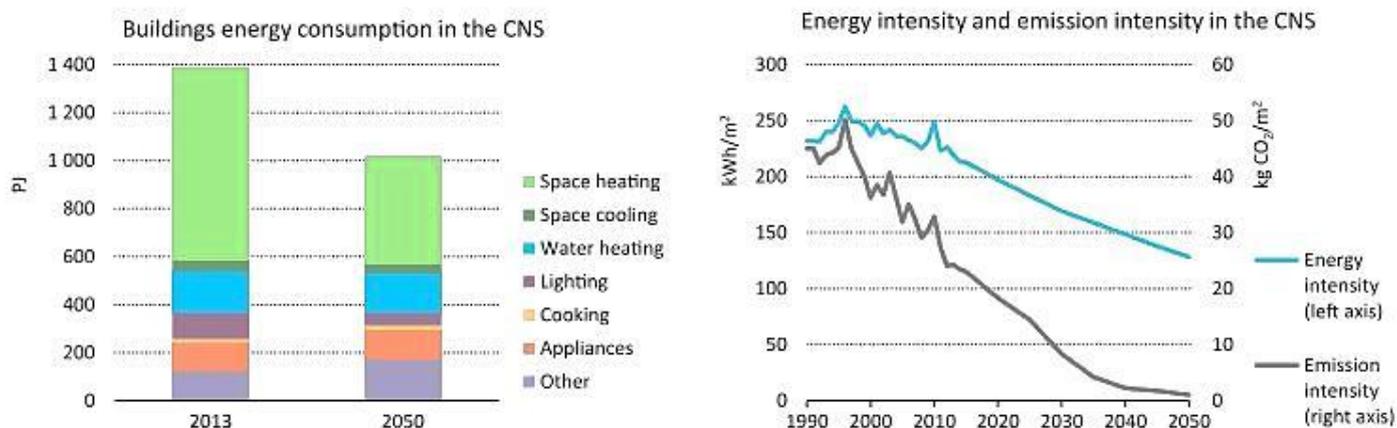
8.2.3 Sector de la construcción: vivienda y diseño urbano

Al igual que ocurría con los vehículos en el caso del sector del transporte, se necesita una renovación del stock de viviendas. Sin embargo, del mismo modo que en el apartado primero de este epígrafe, los edificios presentan elasticidades de la demanda peculiares debido a su carácter de bien a largo plazo. Así las cosas, es imposible renovar mayoritariamente las viviendas, se prevé que tan sólo se renovarán el 30% del total entre el momento presente y el año 2050. Por consiguiente, los esfuerzos deben centrarse en la adaptación de las viviendas actuales que permanecerán ocupadas en los próximos años – el 70% restante –.

Las edificaciones consumen aproximadamente una tercera parte del total de energía en las regiones nórdicas. De todas las fuentes de consumo posibles, predomina especialmente el consumo en calefacción y climatización, que registran el 60% del consumo total de energía en edificios. A pesar de que en los últimos años ha disminuido la intensidad energética empleada, los niveles de consumo en este sector son significativamente superiores a las medias europeas, lo cual se explica por la dureza del clima y por otros motivos geográficos.

En la actualidad, se calcula que para lograr los objetivos sectoriales aplicados a la construcción en un escenario de neutralidad, se debería causar un decremento del consumo del 2,2% anual hasta 2050. En este gráfico se pueden ver las adaptaciones programadas:

Gráfico 8.4 Adaptaciones en consumo, emisiones e intensidad energética de las edificaciones necesarias para lograr un escenario de neutralidad



Fuente: IEA & Nordic Energy Research, 2016.

En la gráfica izquierda se puede observar el cambio necesario en la composición del consumo energético entre 2013 y 2050 para lograr el deseado objetivo antes mencionado. Así, las mayores reducciones y optimizaciones deben producirse en el ámbito de la climatización, que pasaría de los 1400 petajulios en 2013 a los 100 petajulios en 2050. Igualmente, se necesitaría un ligero decremento en el consumo de electricidad destinada a iluminación. Las restantes aplicaciones quedarían en niveles similares.

En la gráfica situada a la derecha, se recogen las variaciones de la intensidad energética y del ritmo de emisiones deseadas en las próximas décadas, partiendo de los registros de los años 90 y la primera década de los 2000. De cumplirse este decrecimiento proyectado en la gráfica, tanto la intensidad como las emisiones se verían reducidas a la mitad en comparación con los valores actuales.

Las mencionadas reducciones se lograrían a través de edificaciones más eficientes, las conocidas como ZEBs (*Zero Energy Buildings*) o nZEBs (*nearly Zero Energy Buildings*). Por supuesto, al igual que ocurría en el sector del transporte, las reducciones en consumo serán mayores en el ámbito urbano que en el rural. Ello se explica por la compactación de edificaciones y las economías de escala, igual que en aquel sector.

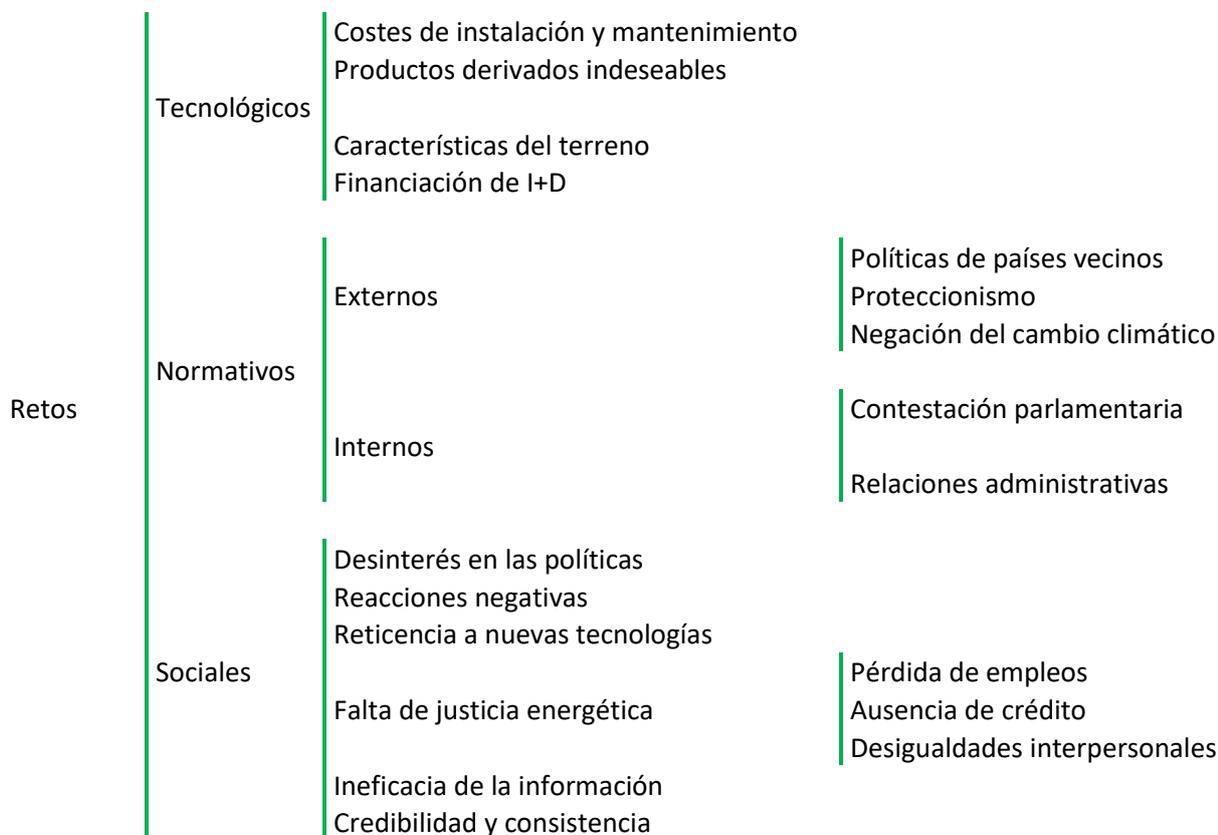
Entre todo el abanico de posibilidades tecnológicas que pueden lograr las reducciones antes planteadas, destaca una medida estrella: el uso de calefacciones urbanas o *district heating*. Sin lugar a dudas, el país pionero en el uso de este método es Islandia, si bien existen numerosos sistemas de calefacción urbana en el resto de países.

8.3 RETOS EN EL DISEÑO DE LAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS NÓRDICAS

Anteriormente se han detallado las bases rectoras del diseño de las políticas públicas destinadas a fomentar el uso de energías renovables y a crear unas sociedades más sostenibles en el consumo de energía aludiendo a cada uno de los sectores más relevantes. Sin embargo, estas bases no son de aplicación inmediata. Esto es, su puesta en práctica conlleva afrontar numerosas adversidades relacionadas con su naturaleza. Como puede observarse, estas bases rectoras están ligadas al uso de nuevas tecnologías, deben ser discutidas y supervisadas en sede parlamentaria y tienen que ser legitimadas por la sociedad. Por todo ello se puede decir que los principales retos a los que se va a enfrentar la política energética nórdica son la evolución tecnológica, la regulación normativa y la aceptación social (Sovacool, 2017).

Esta complejidad de retos que se ha recogido en las siguientes líneas queda resumida en este esquema:

Gráfico 8.5 Retos en la implantación de las políticas energéticas nórdicas



Fuente: Elaboración propia.

8.3.1 Retos tecnológicos

Los factores tecnológicos pueden englobar a su vez distintos desafíos:

- Los costes de instalación y mantenimiento de las infraestructuras, como por ejemplo, las instalaciones eólicas en áreas costeras (offshore). Dichas instalaciones presentan unos elevados costes de mantenimiento, tanto explícitos como implícitos. Estos costes implícitos se derivan de los impactos ambientales que causan los generadores, que pueden influir en las rutas migratorias de las aves, además de causar un perjuicio en la belleza paisajística.
- Los productos derivados de la generación de energía, como puede ser el incremento de la emisión de hexafluoruro de azufre en las estaciones geotérmicas islandesas.
- Las características geológicas del terreno, que suponen un impedimento para la instalación de ciertas infraestructuras en suelo noruego, sueco o islandés debido a su carácter rocoso.
- La financiación de la investigación y la búsqueda de un conveniente apoyo público-privado. Actualmente, se necesita incrementar la inversión en la investigación de biocombustibles, vehículos eléctricos y almacenamiento de energía.

Si bien la tecnología es un factor clave, existen implicaciones políticas que pueden afectar también a la marcha futura de las estrategias energéticas nórdicas.

8.3.2 Retos derivados de la regulación normativa

Este segundo factor abarca impactos tanto internos como externos a la propia región nórdica.

- Los impactos externos que pueden surtir efecto en la política nórdica son sobre todo la planificación de la política energética alemana y, en general, de la europea, como se ha explicado, por sus efectos sobre los mercados energéticos de la zona (Nord Pool Market) y sobre las políticas nacionales, así como el auge de movimientos proteccionistas o reticentes a aceptar el cambio climático o las estrategias de lucha contra él.
- Los impactos internos se organizan en torno a la contestación parlamentaria y a la descentralización de tareas en niveles administrativos.

Es frecuente en los países nórdicos que los gobiernos centrales cuenten con un fuerte compromiso por parte de entidades públicas regionales y locales para llevar

a cabo sus objetivos de sostenibilidad energética. Por este motivo, la consecución de tales objetivos depende de la estabilidad en los programas políticos de las unidades administrativas. En este sentido, sería deseable que la política energética cumpla las siguientes características (Hamilton, 2009):

- Debe ser clara, es decir, debe favorecer que los mercados den las señales correctas en lo referente a los precios y debe buscar la participación de todos los entes sociales.
- Debe ser consistente, orientada al largo plazo y predecible.
- Debe estar respaldada por el consenso político e instrumentar un abanico de sanciones creíbles en caso de incumplimiento.

Cualquier modificación en estas características debida a factores legislativos puede repercutir sobre la efectiva aplicación de las políticas que se están analizando en este trabajo.

No hay que olvidar que la composición de parlamentos locales, regionales y nacionales es el reflejo de los mandatos ciudadanos. Los ciudadanos constituyen el tercer factor a estudiar.

8.3.3 Retos derivados de la aceptación social

La concienciación ciudadana tiene una amplia repercusión en la consecución de los objetivos. Más allá de la voluntad política, son los miembros de una sociedad los que legitiman las políticas y aceptan adecuar sus comportamientos a los planes diseñados.

En este sentido, existe cierta preocupación por la evolución del interés ciudadano en las políticas climáticas y en la adopción de nuevas costumbres relativas al consumo energético. De hecho, en los últimos años se ha observado que la exposición a fuentes renovables como la hidráulica disminuye su aceptación social (Ladenburg & Dahlgaard, 2012). Asimismo, se puede observar cierta apatía en la adopción de vehículos eléctricos u otras formas de transporte más ecológicas, así como en la aceptación de las infraestructuras que conectan los mercados noruegos y suecos, lo cual ha repercutido negativamente en las decisiones de inversión.

Significativamente ligada a esta última cuestión de la legitimidad social de las medidas existe una problemática a destacar: la justicia energética⁶. Se persigue llamar la

⁶ Este término es un concepto reciente en el mundo académico. Apareció por primera vez en 2010 y está actualmente en evolución fruto de una vasta actividad investigadora interdisciplinar. Su significado es variante en función de la disciplina, pero con carácter general se usa para referirse a la superposición de

atención acerca de los claroscuros de las políticas empleadas: así como unos individuos aumentan su bienestar gracias a estas medidas, otros individuos se ven directamente o indirectamente afectados por ellas. Si bien se producen efectos muy positivos, también se derivan efectos negativos, por lo que se tiene la obligación de perfilar quiénes son los principales afectados por las políticas. Entre los damnificados se pueden identificar diversos grupos:

Existen en la actualidad y existirán en mayor medida en el futuro, a medida que se profundice la transformación del modelo energético, numerosos trabajadores que perderán sus puestos de trabajo en producción de energías convencionales en detrimento de energías limpias. Su experiencia y su conocimiento pueden ser utilizados en los procesos de producción de las nuevas energías, pero siempre existirán conjuntos de trabajadores a los que les resulte muy difícil reinventarse. Por eso, el sector público encargado de diseñar la política energética debería estudiar en profundidad y modificar, si fuese necesario, el esquema de incentivos a la formación de trabajadores en el sector.

Igualmente, existen grupos de consumidores a los que les es imposible acceder a las nuevas tecnologías de producción y consumo energético sostenible. Especialmente, esto se produce en el caso de los individuos más desfavorecidos económicamente a causa de los elevados costes de instalación y mantenimiento. Esta cuestión debe ser tomada en cuenta de forma seria porque podría repercutir en la brecha entre los ciudadanos más acaudalados y los más desfavorecidos, e incluso, en las relaciones entre oferentes y demandantes.

Asimismo, es de vital importancia generar flujos de información cercana y rigurosa entre el ámbito público y la sociedad. El sector público debe mantener políticas de comunicación eficaces que informen a los ciudadanos de cuáles son los objetivos a conseguir, qué se está haciendo para conseguirlos y cómo se pueden impulsar desde la coordinación de esfuerzos público-privados.

Además, existen problemas de credibilidad o de consistencia de las políticas. A pesar de que todos los esfuerzos se centran en lograr un Norte Verde, siguen produciéndose exportaciones de combustibles fósiles y de energías convencionales desde los países nórdicos al resto del mundo. Tal es el caso de Noruega, que a pesar de haber

ocho conceptos: disponibilidad del suministro, asequibilidad de la energía, metodología de producción energética, transparencia en la rendición de cuentas por parte de los agentes implicados en el proceso productivo o regulatorio, sostenibilidad en la producción, equidad para la generación actual, equidad intergeneracional y responsabilidad (Heffron & McCauley, 2017).

diseñado un plan de energías limpias como se detalla en estas páginas, sigue siendo uno de los mayores exportadores de petróleo a nivel mundial. Buena parte del importe de estas exportaciones se utiliza para sostener el Fondo de Pensiones Públicas, cuya cuantía es astronómica gracias a la abundancia de este recurso fósil y a la gestión de las relaciones comerciales focalizadas en él.

9 MEDIDAS EMPLEADAS Y CASOS PRÁCTICOS APLICADOS

En el presente epígrafe se pretende realizar una recopilación representativa de las medidas políticas aplicadas en los países nórdicos referentes a la gestión energética.

Diversas son las políticas diseñadas para acercar la realidad nórdica a un escenario de neutralidad en carbono. A pesar de su diversidad, todas ellas persiguen corregir los fallos privados expuestos al inicio de este trabajo mediante la internalización de las externalidades de producción y consumo, el incremento de la competencia en los mercados energéticos, los cambios en el comportamiento de los demandantes, entre otros.

En primer lugar, se procede a enunciar los compromisos registrados en sendos acuerdos nacionales como origen y sustento práctico de las políticas posteriormente aplicadas.

A continuación, se mostrarán estas medidas clasificadas por ramas sectoriales de acuerdo a los sectores objetivo de las políticas energéticas que han sido desarrollados con anterioridad, acompañando la exposición con casos prácticos reales. Las medidas más frecuentes que se van a abordar según dichos sectores se recogen en el siguiente esquema:

Gráfico 9.1 Resumen de las medidas políticas aplicadas por sectores

	Evaluación periódica de los avances tecnológicos
	Revisión periódica de los tributos en base a la tecnología
	Subvenciones para la implantación de puntos de carga de vehículos eléctricos
	Incremento de los impuestos (matriculación, circulación y consumo)
	Diferenciación del tipo impositivo por nivel de emisión
Transporte	Exenciones y otras ventajas para vehículos eléctricos particulares
	Promoción institucional e información para la ciudadanía
	Sistemas de reembolso en compra de vehículos
	Implantación de biogás en autobuses
	Firma de programas de fomento locales
	Promoción del transporte ferroviario frente al de carretera
	Incremento de carriles bici

Industria	Firma de acuerdos voluntarios para industrias intensivas
	Rondas periódicas de acuerdos
	Auditorías energéticas subvencionadas
	Préstamos públicos ventajosos para financiar mejoras
	Etiquetado energético social
	Sistemas de captura y almacenamiento de carbono
Vivienda	Endurecimiento de la regulación urbanística
	Implantación de medidas escalonadas
	Sistema de certificaciones obligatorias en edificios
	Subvenciones para proyectos o publicidad
	Firma de acuerdos voluntarios con proveedores
	Etiquetado de eficiencia en electrodomésticos
	Programas de fomento locales
	Adecuación del consumo a la superficie edificada
Flexibilidad en proyectos privados	
	Implantación de contadores inteligentes

Fuente: Elaboración propia.

9.1 EL PUNTO DE PARTIDA: LOS ACUERDOS NACIONALES EN MATERIA ENERGÉTICA

Es preciso comenzar esta recopilación haciendo referencia a un hecho común para todos los países objeto de análisis: la existencia de acuerdos energéticos nacionales que sirven de andamiaje y sostén a las medidas posteriormente articuladas. En cada uno de los territorios estos acuerdos nacieron con una identidad propia, pero todos ellos buscan lo mismo en el largo plazo: un Norte Verde.

En Dinamarca, todas las reformas han tenido el consenso político como común denominador. En el año 2005 se fijaron en sede parlamentaria los objetivos energéticos y climáticos para 2025 y seis años más tarde, en 2011, se fijaron los propios para 2050. Entre todas estas metas programadas destaca una con especial insistencia: convertir a Dinamarca en un país 100% independiente de los combustibles fósiles. Esta insistencia se deriva de un hecho antes expuesto: la enorme relevancia de las emisiones de dióxido de carbono en suelo danés, sobre todo, concentradas en la red de carreteras debido a la topología del sector transporte. Los acuerdos daneses más significativos fueron (IEA, 2011a):

- El acuerdo energético 2008-2011. Este documento recoge el compromiso de incrementar la cuota de producción de energía renovable hasta el 20% en 2011. Asimismo, se fija un incremento en los precios de la energía eólica, la biomasa y el biogás. También se habla de forzar un decremento en el consumo de energía del 4% en 2020 respecto a los niveles de 2006, así como de eliminar completamente los impuestos sobre los vehículos impulsados por mecanismos de hidrógeno. El acuerdo establece una aportación pública de 35 millones de coronas danesas para llevar a cabo labores de investigación en el campo de los vehículos eléctricos además de instrumentar fondos por valor de 100 millones de coronas danesas para la investigación centrada en energía solar y mareomotriz, que se liberaron progresivamente en tramos de 25 millones al año entre 2008 y 2011. A mayores, la coalición de corte socio liberal encabezada por Anders Fogh Rasmussen tras las elecciones de 2007 intentó incentivar el uso de biomasa en el marco de este acuerdo.
- El Acuerdo de Crecimiento Verde de 2009. Se trata de un pacto a largo plazo centrado en la inversión. Plantea incrementar la inversión en energías renovables no sólo para cumplir las metas medioambientales, sino también para incentivar la creación de empleos ligados a nuevas tecnologías verdes y, por consiguiente, relanzar la actividad económica poniendo el acento en una futura Dinamarca caracterizada por una economía competitiva y sostenible. En línea con este compromiso se elaboró un acuerdo sobre política de transporte verde que tiene como principal resultado la creación de un centro público dedicado a fomentar el transporte verde como alternativa al transporte convencional a través de campañas publicitarias e incentivos a proyectos concretos.

En el caso de Finlandia, los acuerdos se materializaron de una forma distinta a la vista en Dinamarca. En Finlandia, país significativamente particular respecto al resto de los nórdicos, el objetivo primordial puede considerarse que es disminuir las importaciones y la dependencia exterior mediante las energías renovables al tiempo que se fomenta la seguridad de suministro, la competitividad y la sostenibilidad medioambiental. En este caso, los acuerdos fueron voluntarios y se iniciaron poco después de la caída de la antigua Unión Soviética, de enorme relevancia para Finlandia. Desde 1992 estos acuerdos coaligaron las fuerzas sociales para conseguir logros como un acuerdo industrial, comercial y administrativo en 1997 o un acuerdo sobre el uso de energía en edificaciones y medios de transporte ya en 1999. Las partes implicadas en tales acuerdos pueden ser

desde los propios ministerios hasta industrias asociadas a una determinada actividad pasando por empresas de diversa tipología y entes locales. Los compromisos son objeto de auditorías periódicas para comprobar su grado de consecución y para aplicar posibles recomendaciones. En las últimas dos décadas ha habido tres rondas de acuerdos y puede apreciarse como resultado más destacable, el aumento de la concienciación en la sociedad finesa en lo relativo a problemáticas ambientales y energéticas (IEA, 2013a).

Asimismo, cabe mencionar la redacción del Plan Nacional Finlandés para la Acción en materia de Eficiencia Energética o NEEAP en 2007. Este tipo de planes es supervisado por la Unión Europea y se trata de actualizar cada pocos años para recoger las posibles correcciones ante acontecimientos sobrevenidos al momento inicial de redacción. Tal es así que existen actualizaciones del mismo en el año 2011 y en 2014.

En Noruega, el Pacto Climático aprobado por el Parlamento en 2008 motivó un notable incremento de los fondos públicos destinados a fomentar el uso de energías renovables. En el Pacto se fijaban objetivos como los siguientes:

- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero en un 10% adicional a lo ya pactado en el Protocolo de Kioto, consiguiendo una reducción del 30% en la emisión de estos gases en 2020 respecto a los niveles de 1990.
- Lograr una economía completamente neutra en carbono para 2050 o incluso antes. Para ello, se fijaron en el texto los niveles de emisión de dióxido de carbono de los vehículos y el tipo impositivo con el que se gravaban.
- Revisar con mayor frecuencia la certificación energética de las viviendas y demás edificaciones, con una periodicidad inferior o igual al quinquenio.
- Y en general, intentar ir más allá en los objetivos fijados por el consenso internacional. En el Pacto se habla de fijar objetivos más ambiciosos que los comúnmente aceptados en las cumbres internacionales, a la espera de la COP21.

De hecho, en los presupuestos de 2009 las partidas dedicadas a tareas de investigación, desarrollo e innovación energética aumentaron un 200% respecto a la cuantía recogida en el presupuesto del ejercicio 2007. Para materializar este esfuerzo se utilizó Enova como brazo ejecutor de la estrategia, que ha conseguido posicionarse como el tercer mayor inversor per cápita en I+D+i entre los miembros de la Agencia Internacional de la Energía.

Igualmente, Noruega promovió diversos acuerdos de colaboración entre empresas (públicas, semipúblicas y privadas), institutos de investigación y otros agentes sociales. Enova fue la pieza clave para coordinar estos acuerdos. Los acuerdos también se firmaron

con ayuntamientos y entidades locales. Las administraciones públicas de ámbito local deben, obligatoriamente, firmar este tipo de acuerdos con el Gobierno central si quieren formar parte del reputado programa insignia del Ejecutivo para fomentar el uso de medios de transporte sostenibles, llamado *belønningsordning*. También ha firmado acuerdos bilaterales de investigación con Estados Unidos y Rusia (IEA, 2011c).

En Suecia, el Pacto parlamentario más relevante para el sector energético tuvo lugar en 2009. En él, bajo el Gobierno del moderado Reinfeldt junto a los partidos de la llamada Alianza (liberales y conservadores), se propuso una prórroga en lo referente a la energía nuclear, por la que se dilataban los plazos para eliminar esta forma de producción de energía del mix sueco. No obstante, tras las elecciones de 2014, que dieron como resultado un Gobierno de socialdemócratas y verdes, se han redoblado los esfuerzos para contener el uso de la energía nuclear, pero su supresión no es sencilla.

En el año 2011, Suecia reforzó su legislación en certificación energética de las edificaciones mediante un acuerdo bilateral con Noruega para armonizar sus exigencias en esta materia.

Al igual que Noruega, Suecia tiene acuerdos bilaterales con países como India, Brasil, China y Estados Unidos para estudiar el progreso energético (IEA/OCDE, 2013a).

Una vez revisados estos acuerdos, se está en disposición de estudiar las principales medidas implantadas, que tienen como sustento la internalización de costes externos y el incremento de la eficiencia a través de economías de escala o de la competencia.

9.2 DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN PROYECTO ENERGÉTICO

En lo concerniente a la tarea de diseñar y poner en marcha una medida pública relacionada con la energía, se pueden distinguir dos grandes fases primarias y diversas fases secundarias (Bode Nielsen, Hørmann, Nymann Rud, & Møller Laugesen, 2016):

- Desarrollo del proyecto. A su vez, abarca:
 - Idea de proyecto. El primer bosquejo del futuro proyecto nace como una idea proveniente de un agente que está en contacto directo con la problemática tratada: un empresario, un legislador o un profesional del sector. Según Bode Nielsen *et al.* (2016), las mejores ideas son aquellas que recogen las preocupaciones locales y se sirven de los conocimientos ya existentes para solucionar dichas preocupaciones. En esta fase es imprescindible escuchar a los diferentes grupos de interés, algo que se ha asegurado con

creces en las políticas nórdicas, que ponen el foco en el ámbito local.

- Fase previa al estudio de viabilidad. Antes de analizar seriamente la idea de proyecto, el analista público debe preguntarse si la idea planteada tiene potencial de futuro y si merece la pena invertir tiempo y dinero en esa idea. Es habitual comenzar analizando ciertos datos referentes al clima de la región en la que se implantaría el proyecto, los precios reales y esperados de la energía o los volúmenes de consumo, entre otras variables.
 - Estudio de viabilidad. Se busca determinar si el proyecto cuenta con el suficiente interés como para lograr el compromiso de los niveles procedentes de la Administración, las empresas involucradas, los ciudadanos, etc. En esta fase se evalúan los flujos financieros que comporta el proyecto, los beneficios y perjuicios sociales y los impactos medioambientales.
 - Contratación y disposición de créditos presupuestarios. El objetivo es asegurar que existen recursos financieros suficientes para cumplir con el proyecto. En este momento se aprueban y se comprometen los créditos presupuestarios estimados como convenientes. Los medios técnicos necesarios para el cumplimiento se hacen mediante oferta pública (plica) de acuerdo a los criterios jurídicos locales o nacionales.
- Puesta en marcha del proyecto. De forma resumida, dado que presenta menor interés desde el punto de vista puramente económico, abarca las secciones siguientes:
- Diseño. Se trata de proyectar la idea definitiva de manera que cumpla lo determinado en la primera gran fase.
 - Construcción o establecimiento. Consiste en materializar el diseño realizado.
 - Activación. Es la puesta en funcionamiento definitiva del proyecto energético.

Después de mencionar esta generalidad, se procede a especificar la serie de medidas aplicadas y sus efectos.

9.3 SECTOR DEL TRANSPORTE

El sector del transporte es considerado el primer gran sector emisor de CO₂ a la atmósfera. Como se ha mostrado, los niveles de emisión son especialmente significativos en la red de carreteras danesas y entre los núcleos urbanos de mayor dinamismo económico. En la actualidad sigue registrando una elevada dependencia de fuentes fósiles.

9.3.1 Medidas aplicadas

En el ámbito del transporte, los diseñadores de políticas públicas han puesto el foco en lograr una transición completa hacia un escenario de total independencia respecto a los combustibles fósiles. En todas las instituciones nórdicas se reconoce abiertamente que este esfuerzo va a acarrear costes, que generalmente serán repercutidos a los ciudadanos. De hecho, Dinamarca en su estrategia para 2050 habla de que la transición debe ser: efectiva en términos de costes, de moderado impacto en las arcas públicas, acorde a los niveles de competitividad y consciente de las amenazas y oportunidades que ofrece un escenario globalizado. Asimismo, se ha considerado que es imposible realizar correctamente la mencionada transición sin un patrón de actuaciones escalonadas, es decir, organizar el proceso de transición en fases primarias y secundarias para asegurar su correcta gestión y evaluación. En el caso de Dinamarca el sector transporte es el protagonista de la segunda fase de un total de tres para alcanzar la independencia de fuentes convencionales. Esta segunda fase comporta la aplicación de medidas como las siguientes (IEA, 2011a):

- Evaluaciones trienales del marco tecnológico empezando en 2011 para seguir de cerca el desarrollo de nuevas tecnologías del transporte.
- Creación de un fondo público dotado de 25 millones de coronas para subvencionar el establecimiento de estaciones de carga de vehículos eléctricos. Asimismo, se han brindado más de 30 millones de coronas para llevar a cabo tests de prueba en nuevos modelos eléctricos.
- Exportar las exigencias nórdicas a otros países y dar ejemplo a nivel europeo en recortes de emisiones y promoción de vehículos eléctricos.
- Incrementar los impuestos para que los consumidores se unan a iniciativas de eficiencia energética y/o reduzcan su consumo. Estas iniciativas van a ser financiadas por los propios impuestos en factura.

- La caída de la recaudación derivada de la anterior medida se compensará con impuestos sobre el suministro, especialmente en el relacionado con la calefacción.
- Los proyectos de menor entidad se pueden financiar derivando fondos de otras partidas que se consideren menos prioritarias.
- En Dinamarca se gravan fuertemente el carbón, el petróleo, el gas natural, los vehículos convencionales y la utilización de la red de carreteras. El impuesto es de aproximadamente 51 coronas por gigajulio (aproximadamente un tipo del 80%)⁷ en función de la combinación de fuentes de energía utilizadas, distinguiendo por combustible empleado ya desde el año 2000. Los vehículos son gravados en función de su capacidad de movilidad, efectos redistributivos, competencia y fenómenos de comercio transfronterizo. La tributación establece un tratamiento diferenciado para los coches recientemente adquiridos frente a los de segunda mano, siendo más favorable a estos últimos. En ambos casos, se tiene una tributación escalonada por precio. Durante el auge de los modelos eléctricos se ha exonerado totalmente a sus propietarios de pagar tributos para fomentar su difusión.
- Establecimiento de un Centro de Transporte Verde, cuya misión principal es promocionar los medios de transporte alternativos.

Por su parte, Finlandia presenta una estrategia con diferentes preocupaciones dado que el territorio finés está relativamente alejado de las principales redes de transporte del continente, a diferencia de lo que ocurre con sus vecinos. Para cumplir sus objetivos ambientales, Finlandia debe reducir su consumo de energía en el sector, desarrollar nuevos planes de eficiencia energética y promocionar enérgicamente los medios alternativos. El sistema finlandés se basa en un triple impuesto: matriculación, circulación y consumo de carburante. Tanto el impuesto de matriculación como el de circulación fueron reformados en los últimos años de la pasada década mientras que el de consumo se retocó para diferenciar mejor las diversas fuentes de procedencia del suministro energético (y continúa revisándose con frecuencia para adecuarlo a las condiciones del momento). Estas reformas sirvieron para magnificar la brecha entre los vehículos más eficientes (con menor carga) y los más contaminantes (castigados a través de este sistema). Además, otras medidas adicionales fueron (IEA, 2013a):

⁷ Tomando como referencia el precio del gigajulio de gas natural en Dinamarca en el segundo semestre de 2016, aproximadamente 63,85 coronas danesas (EUROSTAT, 2016a).

- Importantes cuantías presupuestarias destinadas a reformar, modernizar y subvencionar las diferentes tecnologías del sector transporte.
- Creación de fuertes grupos parlamentarios de trabajo en materia de energía y transporte que se decantaron por orientar el apoyo público hacia subvenciones para incrementar la eficiencia e incentivos más claros para la adquisición de vehículos eficientes.
- Establecimiento de impuestos diferenciados por combustible. El combustible más fuertemente gravado es la gasolina, seguida del bioetanol, el diésel, el biodiesel y por último el biogás.

En contraste con otros países de su región, Finlandia destaca especialmente por grandes esfuerzos de investigación en materia de combustibles más respetuosos con el medio ambiente.

En Noruega, las principales medidas se centran en los vehículos particulares, dado que han experimentado una enorme y también preocupante proliferación en las últimas décadas. Ligado a ello el transporte por carretera se ha incrementado fuertemente. Según apunta la Agencia Internacional de la Energía, los impuestos sobre combustibles son elevados en comparación con otros países. Así, la mayor fuente de recaudación en cargas energéticas son los impuestos sobre combustibles fósiles. Otras medidas son (IEA, 2011c):

- Noruega implantó su impuesto diferenciado por nivel de emisión en 2007 y se ha ido revisando para adecuarlo a la descendente media de emisiones (el impuesto sobre emisiones de dióxido de carbono data ya de 1991). En el país, los vehículos eléctricos han sido una fortísima apuesta por parte de la Administración. Tal es así que este tipo de vehículos han estado exentos de impuesto de matriculaciones, IVA y cargos por utilización de la red de carreteras, además de brindarles ventajas como acceso al carril bus, estacionamiento gratuito y acceso gratuito a transporte por ferry.
- Se han instrumentado importantes cuantías, superiores a los 50 millones de coronas, para subvencionar el desarrollo de vehículos más eficientes.
- Implantación del programa *belønningsordning* desde 2004. Este programa es un reflejo de la preferencia nórdica por el trabajo local frente a otros niveles administrativos. Abarca a las 12 principales ciudades del país para intentar reducir el uso de transporte privado a favor del público.

- Fomento de la actividad investigadora a través del Consejo Noruego de Investigación.

En Suecia, al igual que en Noruega, el impuesto sobre emisiones de CO₂ fue implantado en 1991 y desde entonces se han revisado sus baremos cada pocos años. Igualmente, predomina el vehículo particular dependiente de combustible fósil. Las medias principales son (IEA/OCDE, 2013a):

- Implantación de un impuesto sobre los vehículos basado en su grado de emisión de CO₂ desde 2006. Desde 2011 los vehículos ligeros, los autobuses y las caravanas están bajo un factor especial dentro del impuesto mientras que otra tipología de vehículos se rigen por variables como el peso o por peajes anuales.
- Desde 2012 el Estado ha preparado un sistema de reembolsos para los compradores de coches que emiten menos de 50 g de CO₂ por kilómetro (vehículos de eficiencia extrema).
- En los últimos años se ha debatido acerca de imponer gravámenes sobre biocombustibles de baja mezcla.
- Concesión de fondos por parte de la Agencia Sueca de la Energía para labores de investigación y testeo de nuevas tecnologías.
- Esfuerzos locales para fomentar el uso de vehículos eléctricos y autobuses impulsados por biogás.
- Implantación de mayores tributos a coches convencionales al tiempo que se conceden privilegios como aparcamiento gratuito a coches eficientes.
- Fomento del transporte ferroviario frente al transporte por carretera.
- Elevadas inversiones en creación y mantenimiento de carriles específicos para bicicletas.

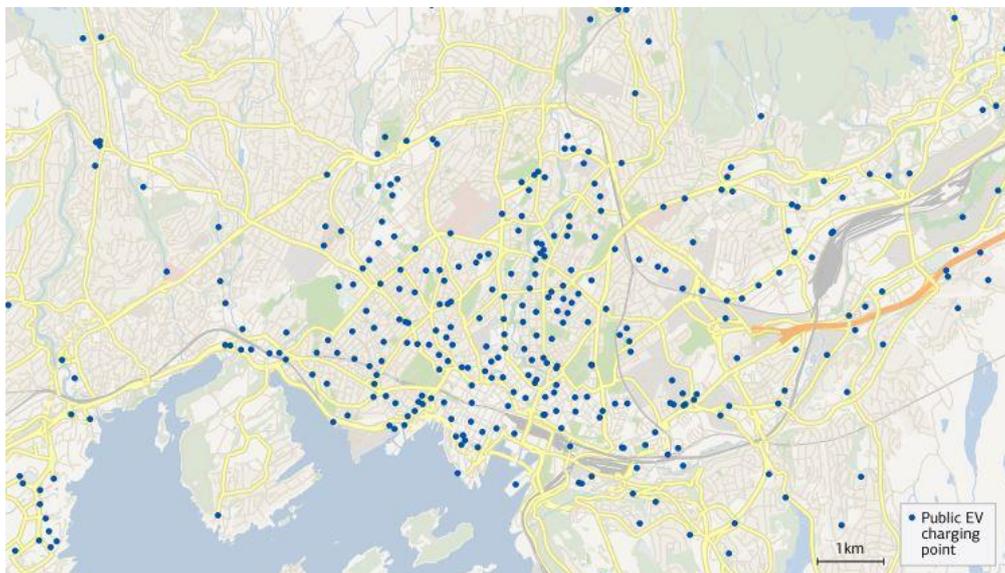
9.3.2 Caso práctico: la ciudad de Oslo y los vehículos eléctricos

En las últimas décadas, las autoridades locales y nacionales han observado cómo en la ciudad de Oslo las emisiones de dióxido de carbono han llegado incluso a aumentar, desde 1 Mt de CO₂ en 1991 a 1.2 Mt de CO₂ en 2013, siendo los medios de transporte (y en particular los vehículos privados, como ya se ha comentado) los responsables de más de la mitad de estas emisiones.

Así las cosas, desde estancias locales se ha promovido un plan para fomentar el uso de coches más eficientes, como los eléctricos, ideales para desplazamientos privados a pequeña escala, como es el caso.

Además, se creyó que la ciudad necesitaba un mayor esfuerzo en materia de sostenibilidad dado que se prevé un incremento en el consumo de energía total de un 40% entre 2010 y 2050 a causa del incremento poblacional esperado. Las capitales nórdicas son en general ciudades de tamaño medio, pero los organismos que se encargan de la evolución demográfica coinciden en que van a atraer población en los próximos años por su dinamismo económico y su importancia como enclave de negocios internacionales. Este aumento de habitantes ligado a una deficiente contención de las emisiones hacía imposible lograr los objetivos ambientales fijados para el escenario de neutralidad de carbono. El resultado de esta preocupación fue la puesta en funcionamiento de un plan de fomento local del transporte eléctrico en línea con los incentivos fiscales a la renovación del stock de vehículos y al plan *belønningsordning*. Este plan de fomento de la capital noruega ha llevado a instalar puntos de carga públicos tratando de maximizar el acceso a ellos, esto es, instalando un mayor número y a distancia más próxima en las zonas más densamente pobladas, localizando lugares clave fácilmente accesibles en la periferia, etc.

Gráfico 9.2 Disposición de puntos de carga públicos en Oslo en 2016



Fuente: IEA & Nordic Energy Research, 2016.

A nivel internacional, la capital noruega es la referencia en adaptación urbana a vehículos de tipo eléctrico. En marzo de 2016 Oslo contaba con 1996 puntos de carga, un cuarto del total del país. Los habitantes de la ciudad disponen de 1 punto de carga por cada 330 residentes (IEA & Nordic Energy Research, 2016).

9.4 SECTOR INDUSTRIAL

El sector industrial es prioritario para la planificación energética porque sigue mostrando procesos de producción dependientes de fuentes energéticas convencionales. Las medidas implantadas pueden causar fuertes repercusiones sobre la competitividad de los agentes integrantes del sector y repercutir en sectores asociados. Así, las políticas adoptadas deben buscar la consecución de los objetivos medioambientales generando la mínima distorsión posible.

9.4.1 Medidas aplicadas

En el caso de Dinamarca se ha conseguido estabilizar el nivel de emisiones al tiempo que se ha asegurado un nivel adecuado de crecimiento industrial. Las principales herramientas utilizadas han sido los impuestos y los acuerdos voluntarios.

Dinamarca introdujo la firma de acuerdos voluntarios destinados a industrias intensivas en consumo energético en 1996 con la idea de mejorar la eficiencia energética de estas compañías al tiempo que se refuerza su competitividad. Los documentos que se manejan tratan temas como la gestión de los recursos durante el proceso productivo, las tareas de investigación y la aplicación de la investigación o incluso los proyectos de inversión en eficiencia energética. Su horizonte temporal es de tres años, a lo largo de los cuales ha de planificarse una estrategia de implantación de medidas energéticas voluntarias basadas en estimaciones de la propia compañía, modificables con carácter sobrevenido. Los acuerdos voluntarios están estrechamente ligados al llamado Paquete de Impuestos Verdes dado que una adhesión por parte de una empresa a un acuerdo de este tipo se traduce en una reducción de la deuda tributaria en concepto de impuestos verdes. Para asegurar la transparencia del proceso, las empresas implicadas deben remitir periódicamente informes de cumplimiento a la Agencia Danesa de la Energía. Dicho organismo ha determinado que la firma de acuerdos voluntarios ha contribuido a mejorar la eficiencia energética un 0,7% al año (IEA, 2011a).

En el caso de Finlandia, la intensidad energética empleada en su industria es tradicionalmente superior a la registrada en otras industrias de la región nórdica. Sin embargo, las medidas aplicadas han intentado ajustar esta situación. Al igual que sus vecinos del sur, en Finlandia existen acuerdos voluntarios con empresas destinados a promover las auditorías ambientales y la mejora de la gestión energética. La última ronda de acuerdos abarca los años entre el 2008 y el 2016 y cuenta con la adhesión de 247

pymes, 40 grandes empresas y 94 compañías energéticas, lo que deja cubierta la totalidad de la industria intensiva en energía y un 90% del mercado eléctrico.

En esta línea, la administración subvenciona la realización de las mencionadas auditorías (IEA, 2013a).

En Noruega, las condiciones de producción de electricidad han llevado a que florezca en el territorio nacional una industria intensiva en energía. Los legisladores, a través de Enova (presentada en epígrafes anteriores) han instrumentado todo un set de medidas destinadas a reducir el consumo y mejorar la eficiencia.

En Suecia, por su parte, el sector industrial es receptor igualmente de fondos de la Agencia Sueca de la Energía para subvencionar las auditorías energéticas. Asimismo, Suecia fomenta la inversión privada en sistemas energéticos a través de préstamos a interés ventajoso y/o distribución de riesgos (IEA/OCDE, 2013a).

9.4.2 Casos prácticos: el etiquetado energético social y la CCS

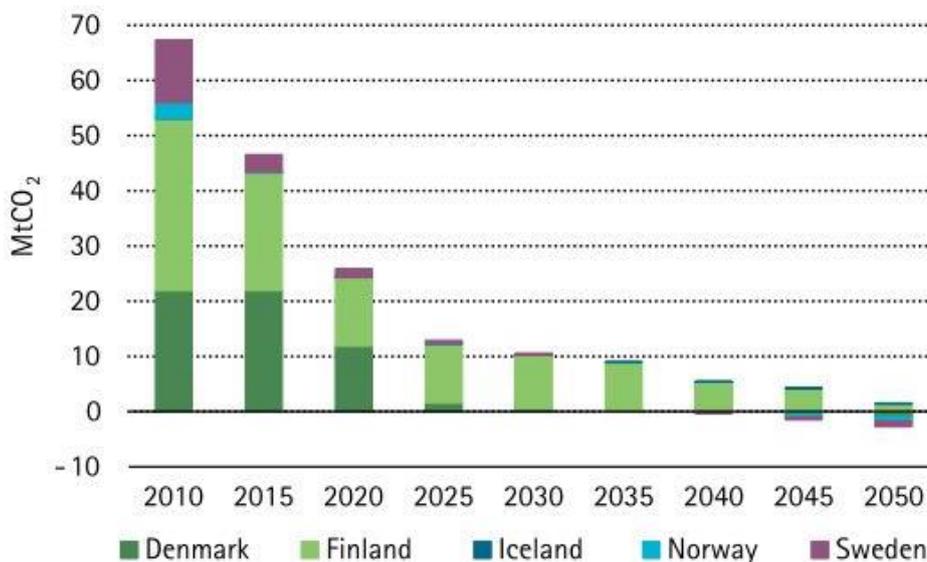
Dentro de la casuística que ofrece la región nórdica en materia de medidas destinadas a la industria, se considera especialmente enriquecedor el análisis de dos de ellas: el etiquetado energético social y los mecanismos de captura y almacenamiento de carbono.

La primera medida, el etiquetado energético social, busca mejorar la eficiencia de la industria a través del papel del consumidor. Consiste en marcar el envasado de los productos industriales con una suerte de indicativo acerca de las fuentes renovables empleadas en su producción, lo que resultaría en un aumento de la conciencia social, una mayor capacidad de decisión de los consumidores y, por consiguiente, en la creación de incentivos para mejorar por parte de las empresas. Nótese que no se trata de una metodología coactiva, sino que propugna la libre voluntad de los agentes para decidir entre diversos productos y para ejecutar medidas voluntarias de protección del medio ambiente. Teniendo en cuenta que los compradores optarán por los productos más respetuosos con el medio ambiente (fruto de la concienciación), esta medida puede comportar mayor competencia en los mercados, mayores niveles de inversión y procesos productivos más respetuosos. Para implantar semejante iniciativa sería preciso establecer un mecanismo de control que supervisara el proceso para asegurar su óptimo funcionamiento y su transparencia. Este tipo de proyectos nos obsequia con interesantes campos de investigación multidisciplinar donde tienen cabida economistas, especialistas en marketing y neurociencia, así como ingenieros energéticos.

La segunda de las medidas expuestas es la introducción de mecanismos de captura y almacenamiento de carbono o CCS (por sus siglas en inglés, *Carbon Capture and Storage*). Actualmente, sobre la mesa de las autoridades nórdicas se barajan estrategias y plazos para lograr los objetivos mencionados. Las tecnologías de CCS deben implantarse como muy tarde en 2025, llegando para 2050 al 50% de las industrias que trabajen con cemento y amoníaco, y al 30% de las plantas centradas en el hierro, el acero y el etileno. Es más, se pretende poner en marcha esta tecnología de CCS junto con plantas de cogeneración mediante biomasa con el objetivo no sólo de ser neutrales en emisiones sino de llegar a saldos negativos, es decir a detracciones reales de CO₂ de la atmósfera (Nordic Energy Research, 2013a). Para fomentar esta realidad han surgido interesantes proyectos para promocionar el uso de la biomasa como la iniciativa danesa ENERWOODS, un proyecto financiado por el Consejo de Ministros Nórdicos que maneja tareas a corto plazo (horizonte 2020) y a más largo plazo (horizonte 2050+) para incrementar la productividad de los bosques mediante una mejor gestión de sus desechos biológicos y su diversidad natural. Dichos desechos serían los empleados en cogeneración eléctrica. En el momento en que se escriben estas líneas, ENERWOODS cubre 62,4 millones de hectáreas de terreno, de las cuales el 73% son de propiedad privada (Departamento de Ciencias Geológicas y Gestión de Recursos Naturales de la Universidad de Copenhague, 2016).

Así las cosas, esta sinergia entre CCS y biomasa daría los siguientes resultados:

Gráfico 9.3 Emisiones de CO₂ derivadas de generación eléctrica por países entre 2010 y 2050



Fuente: Nordic Energy Research, 2013a.

En estas proyecciones se quiere, como ya se ha comentado, mejorar el escenario de neutralidad con saldos negativos de emisión y aplicar las mayores reducciones a las industrias danesas y finlandesas.

9.5 SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN: VIVIENDA Y DISEÑO URBANO

La dureza del clima nórdico provoca elevados registros en consumo de energía doméstico, sobre todo relacionado con la climatización y el alumbrado. Así, este sector se configura como el último sector objetivo de las medidas políticas.

9.5.1 Medidas aplicadas

El Gobierno danés detectó a través de estudios estadísticos que entre el 30% y el 40% del total de energía consumida se relaciona con el consumo protagonizado por calefacciones, aire acondicionado e iluminación en edificios. Así, la necesidad de aplicar medidas específicas para las viviendas se hizo esencial desde el germen de las estrategias energéticas y medioambientales. Como resultado, Dinamarca se encuentra entre los países con las regulaciones energéticas urbanísticas más estrictas del mundo. El objetivo es, como no podía ser de otra forma, la neutralidad: lograr un stock de inmuebles que aporten cero emisiones de dióxido de carbono. Las medidas se han materializado en varias fases, empezando con regulaciones básicas y caminando hacia medidas más severas. La primera de ellas finalizó en 2010, cuando los edificios fueron obligados a ajustar su consumo a 50 kWh/m²/año como mucho. La siguiente fase concluyó en 2015, año en el que todos los nuevos edificios debían registrar niveles de emisión un 60% inferiores a las edificaciones previas. La próxima fase se completará en 2020, fecha a partir de la cual se podrán ver numerosos edificios neutrales en emisiones que producen más energía de la que consumen (y que será vertida consecuentemente a la red eléctrica nacional). No obstante, como ya se ha mencionado previamente, el cumplimiento de estos objetivos queda supeditado a la renovación del stock de viviendas, fenómeno que puede producirse en el largo plazo. Para apuntalar el proceso en caso de que dicho fenómeno se prolongue más de lo deseable, se han elaborado unas exigencias impuestas en caso de reforma de edificios antiguos, así como un sistema de certificaciones de eficiencia energética para construcciones en venta o en alquiler que lleva funcionando desde hace casi dos décadas y que comprueba el estado energético de los inmuebles con periodicidad quinquenal. A ello se suman proyectos de inversión pública como los destinados a construir bombas de

calor en zonas con deficiente calidad de red o a establecer observatorios que velen por los progresos en materia de eficiencia energética.

En este caso, como ya ha ocurrido en otros anteriores, existen igualmente acuerdos voluntarios, como el firmado en 2010 con los fabricantes de ventanas para introducir un nuevo etiquetado energético de las mismas con el objetivo de coordinar los esfuerzos, estandarizar los productos y lanzar campañas conjuntas de concienciación.

Asimismo, otro grupo de medidas se destinó a mejorar la eficiencia de los electrodomésticos, para lo que se realizó la trasposición de las directivas europeas al ordenamiento danés y se lo otorgó a un organismo concreto, el Servicio Danés de Ahorro Energético, su custodia y supervisión.

Además, al igual que ocurría con el proyecto noruego de transporte urbano, el Estado ha firmado acuerdos con Ayuntamientos para forzar el compromiso por parte de éstos de reducir de forma continua su consumo energético en el tiempo, a cambio de ofrecerles servicios y ayudas para cumplir sus metas verdes (IEA, 2011a).

En el caso de Finlandia, al igual que en otros países de su misma latitud, el propio clima ha favorecido históricamente la implantación de sistemas para conservar el calor en el interior de los edificios, lo que colateralmente ha llevado a incrementar la eficiencia de los mismos, especialmente a partir de 1976, momento en el que se institucionaliza el asunto de la eficiencia energética en inmuebles. Del mismo modo que Dinamarca, Finlandia cuenta con exigencias para la construcción y renovación de edificaciones: los requerimientos mínimos en eficiencia se tuvieron que cumplir en 2008 y a partir de 2009 todos los inmuebles objeto de compraventa o alquiler tuvieron que solicitar su certificación energética. Como particularidad, cabe destacar que desde su aprobación, se han aceptado sucesivas enmiendas al texto legal para endurecer sus condiciones. Los límites de consumo por metro cuadrado y año, que en Dinamarca eran una cuantía fija, en Finlandia dependen de la tipología del edificio en cuestión. Actualmente, Finlandia está intensificando sus esfuerzos para cumplir con la Directiva europea que insta a contar con edificios neutros para finales de 2020.

Al igual que sus vecinos del sur, los finlandeses han aplicado correctamente la normativa europea de electrodomésticos e iluminación, logrando magníficos resultados en este último asunto, todo ello supervisado por Tukes y promocionado por Motiva Oy (IEA, 2013a).

En Noruega, el porcentaje de consumo protagonizado por edificaciones es muy similar al de Dinamarca, en torno a un tercio. Para disminuir dicho porcentaje se han

implantado un código de edificación más estricto y un sistema de certificados de eficiencia a partir de 2010. Se pretende con ello ahorrar un 25% respecto a los niveles previos a su implantación. Como elemento innovador en estas estrategias, cabe mencionar que Noruega ha dejado generalmente libertad a compradores y constructores para decidir dónde aplicar los recortes en consumo mientras se cumplan los niveles recogidos en la normativa, dando lugar a la flexibilidad de los proyectos y a la innovación. Además, también ha introducido las revisiones quinquenales y ha estructurado su legislación para facilitar la sencilla inclusión de nuevas realidades conforme evolucione la tecnología (IEA, 2011c).

Por último, en Suecia, la Agencia de la Energía conjuntamente con el Panel de Vivienda, Planificación y Construcción han supervisado y renovado el código de edificación varias veces en los últimos años. Además, también se han introducido programas municipales similares a los antes mencionados. Suecia destaca particularmente por el espectacular uso y difusión de los contadores inteligentes así como de las llamadas redes eléctricas inteligentes. Han sido pioneros al introducir contadores horarios en 2012 que a mayores, proporcionaban facilidades a los usuarios de vehículos eléctricos (IEA/OCDE, 2013a).

9.5.2 Casos prácticos: la calefacción central en Islandia y el barrio de Hammarby Sjöstad en Estocolmo.

En el anterior repaso de las medidas aplicadas, es difícil concretar algunas políticas llevadas a cabo en Islandia por la escasa disponibilidad de literatura actualizada y porque además se trata de un *outlier* en muchos sentidos, en tanto que es un país privilegiado por sus recursos geotérmicos. Sin embargo, se considera muy interesante dedicar este espacio a comentar el funcionamiento de las redes de calefacción urbana de la isla.

Islandia comenzó a utilizar esta posibilidad en explotaciones ganaderas del sur en la década de 1930 a raíz de experimentar terribles efectos derivados del racionamiento de carbón durante la I Guerra Mundial. Islandia, altamente dependiente de las importaciones de carbón, buscó entonces servirse de los recursos nacionales: elevada disponibilidad de acuíferos y elevado gradiente térmico a causa de su geología. Desde finales del siglo pasado esta tecnología es utilizada en procesos de cogeneración eléctrica.

En la actualidad, la red de calefacciones urbanas subdividida en 29 distritos con fines organizativos, da servicio al 90% de la población del país.

Desde sus inicios, este sistema ha disminuido considerablemente los registros de contaminación en el país al sustituir la quema de carbón como fuente energética.

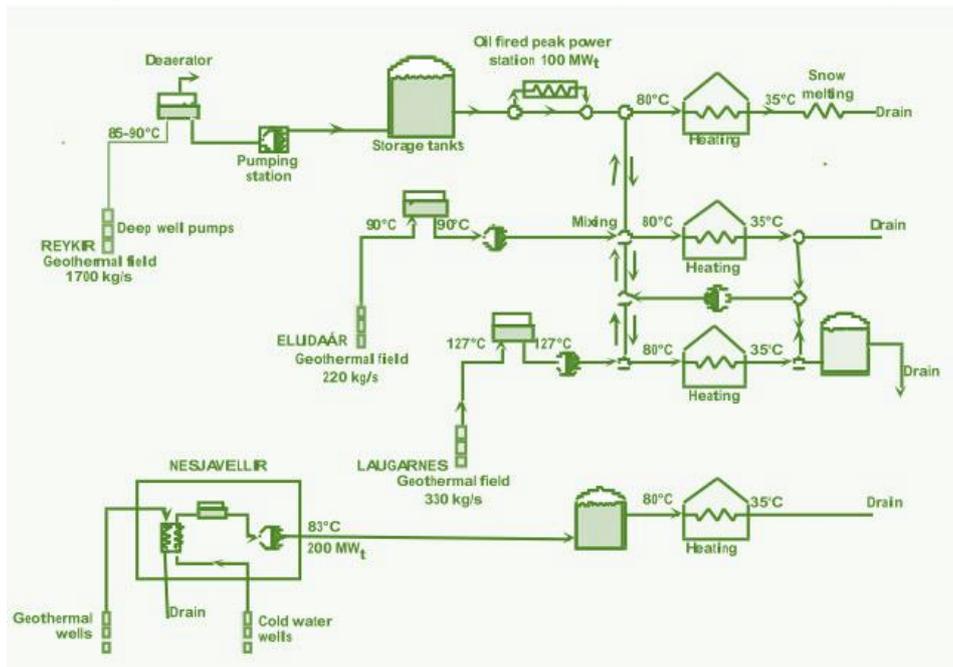
Los acuíferos explotados son de dos clases diferentes y, por lo tanto, presentan posibilidades de uso diferentes:

- Áreas geotérmicas de baja temperatura: aquéllas que tras un kilómetro de prospección subterránea proporcionan recursos acuíferos a menos de 150 °C. Estas extracciones de agua caliente pueden ser enviadas directamente a la red de calefacciones urbanas.
- Áreas geotérmicas de alta temperatura: aquéllas que tras un kilómetro de prospección ofrecen aguas con temperaturas superiores o iguales a 200 °C. Estas extracciones no pueden de ninguna forma ser utilizadas para generar energía calorífica en la red central fundamentalmente a causa de la inadecuada concentración de gases peligrosos que puede encontrarse disuelta en el agua.

La empresa encargada de su mantenimiento en la capital del país y las áreas circundantes es *Orkuveita Reykjavíkur*, que nació a comienzos de siglo como resultado de una fusión de las empresas eléctricas más importantes de Islandia (Gunnlaugsson, 2004).

La distribución de la energía calorífica se puede observar en el siguiente esquema simplificado:

Gráfico 9.4 Esquema de la red de distribución de energía calorífica en Reykjavík



Fuente: Gunnlaugsson, 2004.

Como puede observarse, el agua se extrae del subsuelo a elevadas temperaturas en estaciones geotérmicas dispuestas estratégicamente para optimizar los costes de suministro y cubrir con suficiencia la demanda de la población. Acto seguido, se procesan y se llevan a puntos de bombeo que dirigen el agua hacia depósitos más próximos al núcleo urbano, desde donde se distribuyen a los edificios. Una vez que el agua ha sido empleada para generar energía calorífica y para su consumo, se procede al drenaje.

Otro magnífico ejemplo de inspiración nórdica es el barrio sostenible de Hammarby Sjöstad en Estocolmo. Este barrio es un paradigma mundial de sostenibilidad a escala local. Si bien ofrece una amplísima casuística de gestión del transporte, del tratamiento de aguas, de innovación en telecomunicaciones o de fomento de la cultura, se va a poner el foco en el tema de la gestión energética. En esta línea, destacan tres tecnologías aplicadas (Hammarby Sjöstad Ekonomisk Förening, 2015):

- En primer lugar, el uso de calefacción urbana. La planta del área de Högdalen al sur de Estocolmo utiliza desechos para generar energía calorífica y electricidad, mientras que la propia estación del barrio capta las aguas residuales tratadas de la planta de Henriksdal para producir exclusivamente calor. Los productos obtenidos en ambas estaciones se llevan a los hogares mediante su red de calefacción urbana y de suministro eléctrico.
- En segundo lugar, la producción de biogás y fertilizantes a partir de residuos. Los residuos del barrio procedentes de alimentación o de los lodos residuales de las depuradoras se descomponen para generar biogás con el que hacer funcionar los autobuses interurbanos o abonar las áreas verdes circundantes.
- En tercer lugar, la utilización de la energía solar para iluminar las zonas comunes de los edificios y para cubrir las necesidades de agua caliente. Se pueden encontrar placas fotovoltaicas en tejados y fachadas fundamentalmente para dar servicio a las zonas comunes. Además, hay edificios, como el denominado Viken, que utilizan las placas para proporcionar la mitad del agua caliente anual que precisan sus vecinos.

A través de estos tres mecanismos se configura un barrio sostenible y resiliente que completa la visión urbana que este epígrafe desea proporcionar.

9.5.3 Medidas diferenciadas entre el ámbito urbano y el rural

Como se ha mencionado anteriormente, las peculiaridades geográficas de las regiones nórdicas dan lugar a considerables diferencias entre el entorno urbano y el rural

en lo que a planificación energética se refiere. Tal es así, que el Consejo Nórdico de Ministros ha elaborado y publicado recientemente una guía destinada a los gestores públicos locales pertenecientes a áreas escasamente pobladas y con baja densidad de población para saciar sus demandas de información y para ayudarles a encaminar sus decisiones en gestión energética. Esa guía titulada *Renewable energy supply and storage: Guide for planners & developers in sparsely populated areas* (Bode Nielsen et al., 2016) les muestra a estos servidores públicos cómo organizar un proyecto energético (tal y como se mencionó en un epígrafe anterior) o qué alternativas existen para su casuística concreta, al tiempo que les proporciona herramientas informáticas para evaluar fácilmente los proyectos de inversión pública.

Esta guía ofrece un caso práctico aplicado a las Islas Feroe, el de Leirvík.

9.5.3.1 Caso práctico: las políticas energéticas municipales de Leirvík.

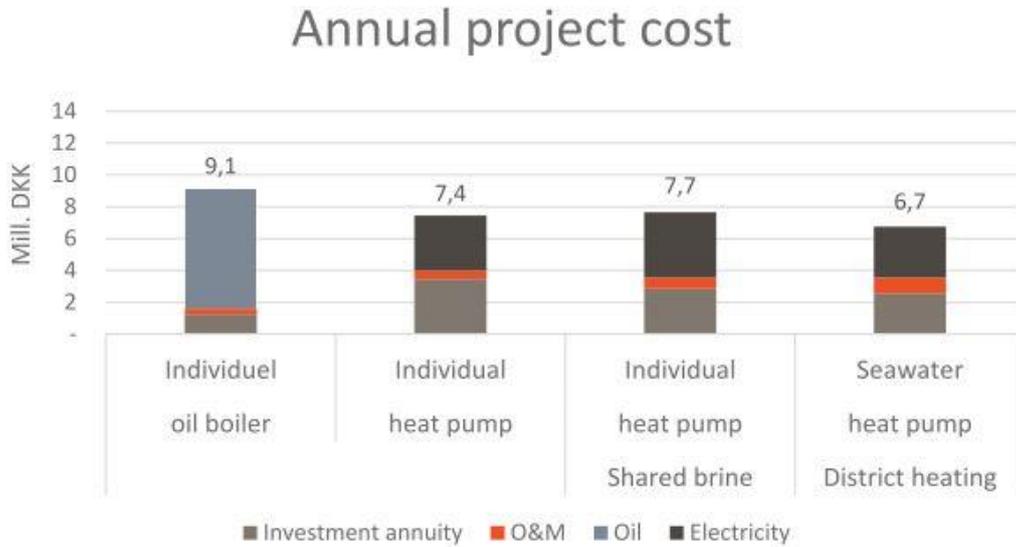
Leirvík es un pequeño pueblo de apenas 800 habitantes que ha sido objeto de investigación con la meta de demostrar que se pueden aplicar medidas en pro de la eficiencia en lugares donde las economías de escala son a priori difíciles de obtener.

Asimismo, podría considerarse que Leirvík es un caso canónico en términos geográficos y de oferta: se trata de un municipio costero conectado a una red eléctrica con un buen equilibrio entre fuentes renovables y convencionales en su mix. Además, sus sistemas de calefacción son estrictamente individuales, en contraposición con el antes expuesto caso islandés.

Después de realizar las etapas descritas al inicio de este apartado (consultar con los grupos de interés, determinar los costes y beneficios, presupuestar, elegir proveedor, ejecutar, etc.) se han diseñado tres posibles escenarios que, de aplicarse, lograrían magníficos resultados para los lugareños.

Esas posibilidades serían: primero, implantación de bombas caloríficas individuales con sistemas individuales de drenaje del agua hipersalina sobrante (más comúnmente llamada “salmuera”); segundo, las mismas bombas individuales con sistemas conjuntos de drenaje; o bien, bombas caloríficas basadas en agua marina con un sistema de calefacción urbana (Bode Nielsen et al., 2016). La cuantificación de los costes de cada uno de los proyectos en contraste con la situación inicial (status quo) se puede encontrar en el siguiente gráfico:

Gráfico 9.5 Comparativa de alternativas para la generación de energía calorífica en Leirvík



Fuente: Bode Nielsen et al., 2016.

Efectivamente, destaca la calefacción urbana como alternativa más rentable, dejando a las otras dos opciones en un empate. Nótese la diferencia entre el coste anual de la situación de partida (9,1 millones de coronas danesas por año) y la alternativa más rentable (6,7 millones de coronas por año).

Queda por consiguiente probado que es posible mejorar la eficiencia energética incluso en lugares con difícil aparición de economías de escala.

10 ACTIVOS INTANGIBLES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

A lo largo del presente trabajo se ha diseccionado la política energética desde sus bases hasta las medidas más frecuentemente empleadas. Si se observa en perspectiva el sistema que sustenta la mencionada política, se pueden observar claramente ciertos elementos que han resultado esenciales para el éxito cosechado. Curiosamente, estos elementos, estos activos, son de naturaleza inmaterial: la integración nórdica, la cooperación transfronteriza y la investigación. Estos tres activos intangibles constituyen los cimientos para una gestión energética sostenible, pionera e inclusiva.

En este trabajo se ha presentado el tema de la integración nórdica como un modelo de integración alternativo al de la Unión Europea. Esta integración emana del Consejo de Ministros Nórdicos y se ha puesto de relieve en numerosas ocasiones: la coordinación de las labores de investigación, la homogeneización de las certificaciones de eficiencia energética en Suecia y Noruega, las interconexiones de las redes eléctricas nacionales, entre otras iniciativas.

La integración nórdica es observable en numerosos y diversos asuntos, siendo la energía y las cuestiones ambientales dos más de ellos.

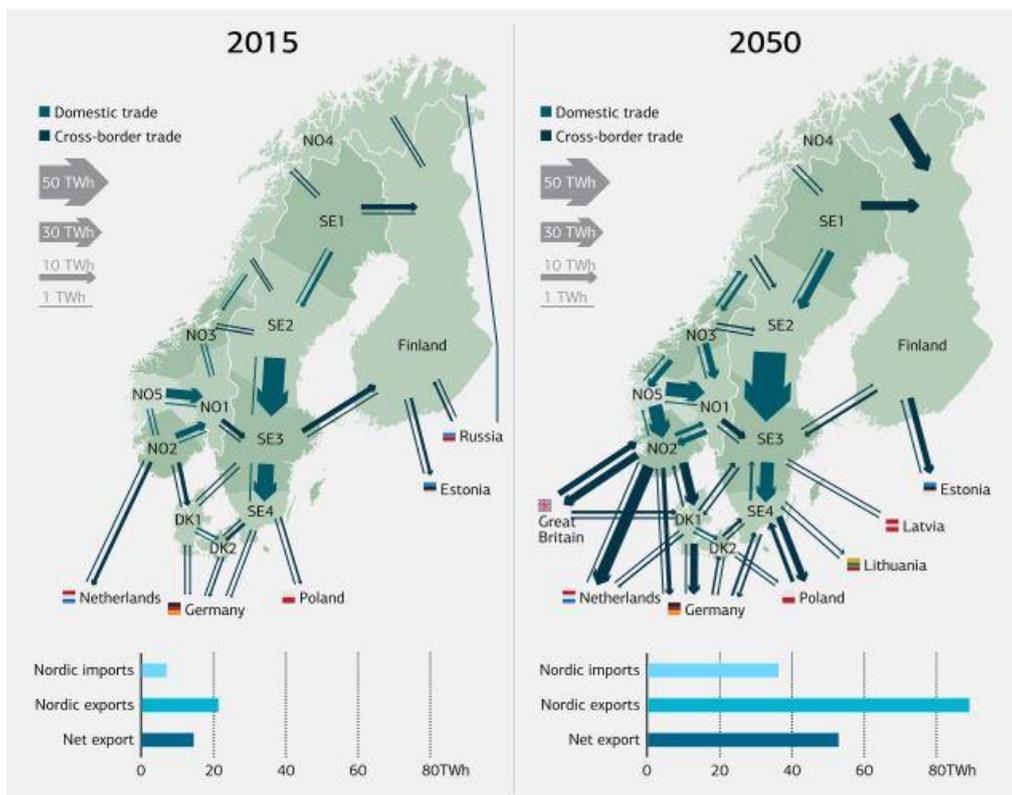
Por su parte, la cooperación trasfronteriza se puede comprobar en la consideración que los países nórdicos hacen del medio ambiente y su concienciación sobre las externalidades ambientales. Cada uno de los países nórdicos coopera con sus vecinos mediante mecanismos europeos o mediante la propia integración nórdica. No obstante, también cooperan con Rusia, China o Estados Unidos, como se afirmó en epígrafes precedentes.

Después de conocer un poco más en profundidad el funcionamiento de Nord Pool, cabe preguntarse cómo esta cooperación transfronteriza organizada a través de un mercado puede contribuir a lograr los objetivos medioambientales analizados. Como ya se ha explicado, la apuesta nórdica por incrementar la participación de las renovables conlleva afrontar escollos como la especificidad geográfica de la oferta o la irregularidad del suministro. Nord Pool Market viene a solucionar estas dos problemáticas: mediante los flujos transfronterizos se puede equilibrar la disponibilidad de oferta suficiente para cubrir las necesidades del momento en el que se requiere el suministro. Dicho de forma paradigmática, si Dinamarca, que utiliza fundamentalmente la energía eólica, experimenta unos días de escaso viento, puede cubrir su demanda con un flujo procedente de la hidráulica noruega. Es por esto que la especificidad de la oferta en sí misma es un

problema, pero combinada con el mercado Nord Pool se convierte en una oportunidad. Además, la formación de precios y la disponibilidad de suministro pueden incentivar el incremento de las transacciones, convirtiendo a los nórdicos en exportadores netos como resultado de las medidas aplicadas para alcanzar el escenario de neutralidad en carbono.

Con el objetivo de ilustrar este hecho según se encuentra planificado por los organismos nórdicos, se procede a revisar un mapa de transacciones transfronterizas mediante el mercado Nord Pool.

Gráfico 10.1 Flujos energéticos en 2015 y en el escenario de neutralidad en carbono



Fuente: IEA & Nordic Energy Research, 2016.

En este gráfico se presenta el contraste entre la situación presente (a la izquierda) y la realidad fomentada por las medidas analizadas de cara a 2050. Los flujos se clasifican por su volumen y su procedencia tanto dentro de la región nórdica como fuera de ella.

Como puede observarse, en el tránsito entre el modelo actual y el modelo de neutralidad, los flujos transfronterizos deben incrementarse, al igual que el número de países colaboradores del sistema. En especial, debe estrecharse la cooperación con Países Bajos y Reino Unido. Este último socio ofrece numerosas dudas de cara a futuros negocios debido a la incertidumbre causada por su salida de la Unión Europea (el llamado

Brexit) y el desconocimiento acerca de los términos de posibles acuerdos comerciales y de cooperación, ya sean bilaterales o multilaterales. Es necesario remarcar que en los documentos publicados por los principales organismos consultivos y legisladores nórdicos, se lleva años postulando al Reino Unido como un socio clave de cara a ejecutar las estrategias energéticas. Ello se debía a los similares estándares aplicados fruto de su pertenencia a la Unión y a su proximidad geográfica. El *Brexit* acarreará dificultades económicas y jurídicas que ponen en duda la posible cooperación. Por su parte, los organismos nórdicos no han entrado a evaluar este daño colateral debido al breve tiempo transcurrido entre la confirmación del *Brexit* y el momento en el que se escriben estas líneas.

Más allá de esta problemática, existe una clara intención por parte de los nórdicos de aumentar su relevancia en el comercio internacional de suministros energéticos al tiempo que incrementan su sostenibilidad.

Finalmente, la investigación es el factor que se ha considerado más interesante a lo largo de estas páginas. A pesar de que la historia reciente de la investigación nórdica se comentó en epígrafes anteriores, existen ciertos detalles necesarios para completar la panorámica que ofrece esta actividad. Si bien han transcurrido un par de décadas desde los primeros atisbos de investigación nórdica conjunta, los compromisos en esta área se han renovado dando lugar a la Estrategia 2015-2018 (Nordic Energy Research, 2014b). Este plan se propone financiar las labores de investigación en materia energética, facilitar los contactos y los intercambios de experiencia entre investigadores y servir de apoyo a políticos y legisladores en la toma de decisiones. Esta máxima se sustenta en una visión muy concreta, la de fomentar las condiciones idóneas para que los agentes económicos puedan alcanzar los objetivos medioambientales, mejores niveles de competitividad y desarrollo guiados por los expertos investigadores encargados de traspasar fronteras y generaciones con sus ideas.

De esta visión se desprenden los tres principales objetivos explicitados en la Estrategia 2015-2018, que son:

- Primero: Crear redes de investigación capaces de proporcionar soluciones energéticas factibles.
- Segundo: Apoyar la toma racional de decisiones políticas mediante la aportación de datos y experiencias prácticas.
- Tercero: Sentar las bases de un conocimiento más desarrollado que pueda ser exportado a otras regiones del mundo.

La investigación, que es un principio en sí mismo de la política energética nórdica, a su vez se desagrega en otros principios secundarios:

- Consecución de incrementos en el valor añadido. Las actividades investigadoras financiadas por los organismos nórdicos en el marco de sus proyectos deben aportar avances significativos incrementales respecto a los logrados con fondos propiamente europeos. Para asegurar el protagonismo nórdico, cualquier proyecto de investigación energética que aspire a conseguir fondos públicos debe concentrar sus esfuerzos en al menos tres de los cinco países que constituyen la región nórdica. La transparencia y el intercambio de información deben ser cruciales en cualquier proyecto.
- Los retos abordados deben enfocarse desde una perspectiva sistémica. Esto es, deben visualizar los problemas en su conjunto, de forma transversal, preocupándose por la competitividad y los impactos sociales y utilizando las herramientas de las ciencias naturales, la economía, las técnicas de procesamiento de datos y el derecho.
- La relevancia política de los resultados de la investigación. Los proyectos de investigación financieramente apoyados por los organismos nórdicos tienen que centrarse en problemáticas que les resulten relevantes a los legisladores y a la sociedad en general. Para ello, es crucial establecer canales de comunicación efectivos entre investigadores y ciudadanos, para que éstos últimos encuentren abundante información disponible sobre sus preocupaciones. Dicha información debe ser proporcionada de forma clara y comprensible para impactar en el mayor número posible de agentes y para ensalzar la visibilidad de las instituciones nórdicas a escala global.

11 RECOMENDACIONES

La Agencia Internacional de la Energía en sus evaluaciones de las políticas energéticas de Dinamarca (IEA, 2011b), Finlandia (IEA, 2013b), Noruega (IEA, 2011d) y Suecia (IEA/OCDE, 2013b) propone una serie de recomendaciones que a continuación se desagregan por sector objetivo.

En el campo del transporte las medidas aplicadas han suscitado tanto críticas como reconocimientos.

Los efectos derivados de las medidas citadas son en general satisfactorios. Los esfuerzos de las autoridades han dado sus frutos. En el plano internacional se alaba el esfuerzo promocional que ha realizado Dinamarca a través de su Centro de Transporte Verde, los cambios vistos en Finlandia y su mayor utilización de biocombustibles, los resultados de la I+D pública en Noruega y los logros en eficiencia de los vehículos pesados suecos... Sin embargo, según la Agencia Internacional de la Energía todavía hay espacio para mejorar:

Finlandia tiene potencial para ahondar en los recortes de emisiones procedentes del transporte. Un tercio de las potenciales reducciones pueden lograrse con políticas domésticas.

Noruega debería revisar su reglamentación de vehículos pesados y mejorar consistentemente la red de trenes para captar mayor número de viajeros que usualmente utilizan la carretera o el avión (lo cual no es sencillo dadas las características geográficas del país).

Suecia cuenta con un buen set de medidas pero sus objetivos de renovar totalmente el parque automovilístico de cara a 2030 sigue siendo un objetivo que va a costar gran esfuerzo cumplir.

En el ámbito internacional también se valoran muy positivamente las medidas aplicadas en el sector industrial. Se elogia particularmente la gran relevancia de los acuerdos voluntarios, que han conseguido agrupar el consenso de una parte muy relevante del sector. No obstante, la Agencia Internacional de la Energía pone sobre la mesa ciertas recomendaciones:

En el caso de Noruega, este organismo recomienda mayor coordinación de las políticas y simplificación de las mismas en un único documento de carácter nacional (en lugar de tener políticas diseminadas en diferentes líneas estratégicas).

La Agencia recomienda asimismo la introducción en Suecia de mayores requisitos para los auditores energéticos y sus certificaciones expedidas, así como una mejora en los sistemas de información vinculados a este campo.

En el marco del sector de la construcción, se alaban los esfuerzos de Dinamarca por conseguir que los edificios sean neutrales en emisiones. No obstante, se recomienda fortalecer el sistema de inspección a través de mayores recursos humanos.

Finlandia, por su parte, es reconocida por sus magníficas labores de comunicación con el consumidor. Al igual que ocurría con el transporte, existe margen de mejora. Se recomienda proseguir con las revisiones y auditorías energéticas.

En el caso de Noruega, se alaba su capacidad de ponerse al nivel de sus vecinos miembros de la Unión a pesar de no formar parte de ella en lo que a objetivos y legislación se refiere. Sin embargo, se le pide que fomente más enérgicamente el uso de sistemas de calefacción o aire acondicionado más eficientes.

Finalmente, Suecia es reconocida por su utilización de contadores y redes inteligentes, pero se le pide mayor esfuerzo en el desarrollo de nuevas fuentes de financiación de la inversión en tecnologías verdes y una mejora de los sistemas de recogida y tratamiento de datos estadísticos.

A mayores de estas recomendaciones, sustentadas en la revisión de informes de los principales organismos internacionales en la materia, se van a ofrecer en este punto algunas recomendaciones generales fruto de la reflexión realizada a lo largo del trabajo.

En primer lugar, se desea ensalzar la retahíla de esfuerzos acometidos en el plano de la integración nórdica y la cooperación transfronteriza. El modelo nórdico de integración es un proyecto encomiable, pero muy poco conocido fuera de sus fronteras. Por ello, sería legítimo propiciar una mayor difusión de sus actividades. Igualmente, sería deseable una persistencia de los puentes construidos por cooperación transfronteriza, en especial con países como Estados Unidos, Rusia y China, quienes tienen mucho que aportar (y que recibir) en materia de energía sostenible.

En segundo lugar, procede alabar el impulso público que reciben las labores de investigación, desarrollo e innovación en universidades, agencias e institutos de toda la región nórdica. La política energética no habría alcanzado los niveles de éxito mostrados si no se hubieran llevado a término las labores investigadoras tan potentes que se han producido en los últimos años. Por ello, se recomienda la misma insistencia de cara al futuro porque la investigación seguirá siendo esencial para conseguir tecnologías asequibles, así como para vertebrar la cooperación en una economía del conocimiento.

En tercer lugar, sería recomendable ajustar los márgenes de implantación de medidas en el sector del transporte y en las edificaciones. Las peculiaridades en la elasticidad de la demanda para la renovación del stock hacen pensar en una ardua tarea que se prolongará en el tiempo. Los plazos manejados parecen demasiado optimistas dadas las tasas de renovación de estos bienes duraderos a largo plazo.

En cuarto lugar, los esfuerzos de implantación de las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono en la industria deberían estar mejor coordinados en el futuro. Hasta ahora, su coordinación ha dejado bastante margen de mejora.

Por último, una vez observada la cuantía y tipología de la información coleccionada de cada uno de los países sometidos a estudio, se desea llamar la atención acerca de la interesante experiencia que aportan territorios pequeños y escasamente poblados como Islandia y las Islas Feroe. El grueso de la información disponible hace referencia habitualmente a los grandes países con economías más diversificadas y dinámicas. Sin embargo, y como se ha puesto de manifiesto en este documento, los pequeños territorios y los proyectos locales de las áreas más aisladas tienen mucho que ofrecer a los diseñadores de política y mucha inspiración que motivar en próximas investigaciones.

12 CONCLUSIONES

Al principio de este trabajo se estableció como objetivo final del mismo la detección de las claves de la política energética nórdica y sus motivos de éxito, así como una serie de objetivos intermedios como justificar la intervención pública en materia energética, determinar la influencia política europea, reflejar el escenario nórdico de cooperación transfronteriza, caracterizar el mercado energético nórdico, proporcionar ejemplos prácticos y crear conocimiento especializado. Habiendo revisado la literatura existente y teniendo en cuenta lo analizado, se está en disposición de extraer las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista teórico, existen fallos privados que justifican la intervención del sector público en materia de energía. La gestión energética impacta fuertemente sobre el medio ambiente, que es considerado un bien público global. Así, una política energética solvente asegura el bienestar de la generación actual a nivel mundial y también de las generaciones futuras. La energía afecta a la justicia social, la equidad intergeneracional y la competitividad por lo que es presentada como una de las llaves maestras del éxito en una economía dinámica y moderna.
- Frente al marcado enfoque voluntarista de este trabajo, debido a su interés en las medidas políticas, es preciso recalcar que existen factores que nada tienen que ver con la voluntad y que afectan al devenir de los acontecimientos. Existen factores culturales y sociales que difícilmente pueden ser modificados en un corto espacio de tiempo y que son extremadamente problemáticos a la hora de formular unas previsiones por ser imposibles de modelizar.
- El escenario deseable a largo plazo es el de la neutralidad en carbono. Para lograrlo, se emplean modelos de predicción por escenarios que sirven para diseñar las políticas que conducen a los escenarios intermedios subóptimos. Su aplicación acercará el *statu quo* a la situación deseada.
- La importancia de la energía como un elemento político merecedor de un tratamiento especial surge después de la Segunda Guerra Mundial, y especialmente, durante la crisis de los años setenta del pasado siglo. En esta etapa surgieron intentos de regulación supranacional, así como Ministerios y Agencias especializados.

- La Unión Europea condiciona fuertemente el marco en el que se aplica la política energética nórdica. Ello se materializa en la trasposición de Directivas Europeas al ordenamiento jurídico de los países de la región.
- Los nórdicos han sido extremadamente ambiciosos en su planificación energética y han mejorado notablemente los objetivos acordados en las cumbres internacionales y en las sedes europeas. Durante la exposición de este trabajo se han encontrado varias ocasiones en las que los países objeto de estudio han puesto el listón más alto de lo que se esperaba en el plano internacional.
- En conexión con el objetivo principal de este trabajo, los principios que caracterizan la política energética nórdica y la distinguen de otras son: la creación de valor añadido, la aplicabilidad de la investigación, las medidas diferenciadas entre el entorno rural y el urbano, la promoción de la flexibilidad de la demanda, el aprovechamiento de la especificidad geográfica de la oferta y las labores de cooperación transfronteriza.
- La aplicación de estos principios se ve obstaculizada por retos tecnológicos, legislativos (nacionales o internos e internacionales o externos) y sociales (comunicación y consistencia).
- Toda medida aplicada beneficia a unos sectores de la sociedad y perjudica a otros. El sector público debe cuantificar estos beneficios y perjuicios y actuar en consecuencia.
- Cada país cuenta con una estructura institucional diferente, pero en general se puede observar un Ministerio competente, una Agencia nacional, un Instituto de investigación y un operador de red nacional. Esta estructura es la encargada de elaborar la legislación y de aplicarla.
- El nivel local de la administración es de suma importancia para la gestión energética en los países nórdicos. Las actuaciones a nivel local se consideran más eficientes que a otros niveles administrativos y dotan de mayor flexibilidad al sector público.
- Las medidas aplicadas en consonancia con los objetivos pueden desagregarse en los principales sectores de actuación energética: transporte, industria y vivienda. Dichas medidas, con sus aspectos positivos y negativos, han llevado a los países nórdicos a mejorar su sostenibilidad y el bienestar de sus ciudadanos.
- En el sector de transporte se pretende forzar una mayor penetración de tecnologías como el vehículo eléctrico o híbrido mediante una renovación del stock

automovilístico. Sin embargo, esta renovación va a ser tardía por la elasticidad de la demanda propia de bienes a largo plazo.

- La industria es difícilmente modificable en el corto plazo por su elevada dependencia de combustibles fósiles y su intensidad energética. Surge como tecnología clave la captura y almacenamiento de carbono.
- En el caso de las edificaciones es necesario promover una transición asimilable a la mostrada con los vehículos, renovando el stock de viviendas. Del mismo modo, la transición va a ser costosa por el carácter de la demanda de vivienda. Destacan las mejoras en climatización (sobre todo a través de sistemas de calefacción urbana) y en la iluminación de los hogares.
- Existe margen de mejora en la eficiencia de núcleos rurales. Si bien sus optimizaciones son más modestas que las de los núcleos urbanos por cuestiones de escala, hay margen de maniobra.
- Los pilares más relevantes de cara a un futuro sostenible son la profundización y mejora del modelo de cooperación nórdico (relacionado con el tercer objetivo secundario), la persistencia en la cooperación transfronteriza y el ensalzamiento de las labores investigadoras.

Con lo expuesto en este proyecto y con la reflexión que se ha hecho sobre él, se puede afirmar con certeza que los países nórdicos van a encabezar un esperanzador Norte Verde donde la tecnología puntera, la investigación y la cooperación serán los trazos dominantes. Alcanzar un Norte Verde es un esfuerzo arduo pero necesario. Como se indicó al inicio de este documento, no todo puede ser modificable a voluntad pero es preferible la acción a la inacción. El coste de oportunidad del inmovilismo es elevado, mientras que las actuaciones ambiciosas tienen poco que perder y mucho que ganar para esta generación y para las venideras.

REFERENCIAS

- ASEAN Studies Center, AEMI, Energy Studies Institute at the University of Singapore, & Norwegian Institute of International Affairs. (2016). *Energy Security and Connectivity: The Nordic and European Union Approaches - Nordic Energy Policy Cooperation*. Recuperado de <http://www.asean-aemi.org/wp-content/uploads/2016/03/AEMI-Forum-November-2015-Joergensen-Feb2016.pdf>
- Banco Mundial. (2017). GDP Ranking. Disponible en <http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>
- Bode Nielsen, P., Hørmann, M., Nymann Rud, J., & Møller Laugesen, F. (2016). *Renewable energy supply and storage: Guide for planners & developers in sparsely populated areas*. Recuperado de <http://www.nordicenergy.org/wp-content/uploads/2016/12/FULLTEXT01.pdf>
- Borge, L.-E. (2010). Local government in Norway. In *Local government in Denmark, Norway and Sweden* (pp. 95–121). Recuperado de http://www.svt.ntnu.no/iso/Lars.Borge/finnish_paper.pdf
- Brown, M. A. (2001). Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, 29(14), 1197–1207. [http://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00067-2](http://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00067-2)
- Brunn, G. (2004). *Die Europäische Einigung von 1945 bis heute*. Bonn.
- Carbon Capture & Storage Association. (2017). What is CCS? Disponible en <http://www.ccsassociation.org/what-is-ccs/>
- Comisión Europea. (2012). Competition - Energy and environment. Recuperado de http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/overview_en.html
- Comisión Europea. (2014a). *Comprender las políticas de la Unión Europea: Energía*. Disponible en http://europa.eu/pol/ener/index_es.htm
- Comisión Europea. (2014b). Green Employment Initiative: Tapping into the job creation potential of the green economy - COM(2014) 446 final, 13. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Comisión Europea. (2017). Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020. Disponible en https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_es

Consejo Mundial de la Energía. (2016). Trilemma Index. Disponible en <https://trilemma.worldenergy.org>

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. (2016). *The Paris Declaration: Opportunity for Bottom-up Action in Favour of The Low Carbon Economy*. Disponible en http://newsroom.unfccc.int/media/121166/paris_declaration_r20-summit.pdf

Daly, H. E., & Farley, J. (2004). Market Failures. *Ecological Economics: Principles and Applications*, 169. Recuperado de http://indomarine.webs.com/documents/Ecological_Economics_Principles_And_Applications.pdf

Departamento de Ciencias Geológicas y Gestión de Recursos Naturales de la Universidad de Copenhague. (2016). About ENERWOODS. Disponible en <http://enerwoods.ku.dk/about/>

Dhanda, K. K., & Hartman, L. P. (2011). The Ethics of Carbon Neutrality: A Critical Examination of Voluntary Carbon Offset Providers. *Journal of Business Ethics*, 100(1), 119–149. <http://doi.org/10.1007/s10551-011-0766-4>

EUR-Lex. Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) (2007). Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:xy0024&from=ES>

EUR-Lex. DIRECTIVA 2009/125/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 21 de octubre de 2009 por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía (refundición) (2009). Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0125&qid=1493227211819&from=EN>

EUR-Lex. DIRECTIVA 2010/30/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada (2010). Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010L0030&qid=1493227240511&from=>

EN

EUR-Lex. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición) (2010). Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010L0031&qid=1493227253728&from=EN>

EUR-Lex. Tratado constitutivo de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero, Tratado CECA (2010). Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:xy0022&from=ES>

EUROSTAT. (2016a). Gas prices for domestic consumers - bi-annual data (from 2007 onwards). Disponible en <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>

EUROSTAT. (2016b). Population grids. Disponible en http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/c/c6/GEOSTAT_population_grid_2011.png

Fernández Díaz, A., Parejo Gamir, J. A., & Rodríguez Saíz, L. (1993). El método de la Ciencia Económica. En *Curso de política económica* (pp. 47–49). Madrid.

Gunlaugsson, E. (2004). Geothermal district heating in reykjavík, iceland. *International Course on Low Enthalpy Geothermal Resources – Exploitation and Development*, 162–169. Recuperado de https://pangea.stanford.edu/ERE/pdf/IGAstandard/ISS/2004Poland/3_5_gunlaugsson.pdf

Hamilton, K. (2009). *Unlocking finance for clean energy: the need for 'Investam House Energy, Environment and Development*.

Hammarby Sjöstad Ekonomisk Förening. (2015). Hammarby Sjöstad. Disponible en <http://www.hammarbysjostad.se>

Haug, J. K., & Stigson, P. (2016). Local acceptance and communication as crucial elements for realizing CCS in the Nordic region. *Energy Procedia*, 86(1876), 315–323. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.01.032>

Heffron, R. J., & McCauley, D. (2017). The concept of energy justice across the disciplines. *Energy Policy*, 105(November 2016), 658–667. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.018>

- Heshmati, A. (2013). Market Structure of the Electricity Industry. In *Economic Fundamentals of Power Plant Performance* (p. 54). Routledge.
- IEA. (2011a). *Energy Policies of IEA Countries: Denmark*. Recuperado de http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Denmark2011_unsecured.pdf
- IEA. (2011b). *Energy Policies of IEA Countries: Denmark*. Recuperado de http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Denmark2011%7B_%7Dunsecured.pdf
- IEA. (2011c). *Energy Policies of IEA Countries - Norway 2011 Review*. <http://doi.org/10.1787/9789264096431-en>
- IEA. (2011d). *Energy Policies of IEA Countries - Norway 2011 Review*. <http://doi.org/10.1787/9789264096431-en>
- IEA. (2013a). *Energy Policies of IEA Countries: Finland*. Recuperado de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Finland2013_free.pdf
- IEA. (2013b). *Energy Policies of IEA Countries: Finland*. Recuperado de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Finland2013%7B_%7Dfree.pdf
- IEA/Banco Mundial/ESMAP. (2014). Renewable energy consumption (% of total final energy consumption). Disponible en <http://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS?end=2014&locations=IS-NO-SE-FI-DK-OE&start=2014&view=bar>
- IEA/OCDE. (2013a). *Energy Policies of IEA Countries-Sweden 2013 Review*. Recuperado de http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Sweden2013_free.pdf
- IEA/OCDE. (2013b). *Energy Policies of IEA Countries-Sweden 2013 Review*. Recuperado de http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Sweden2013%7B_%7Dfree.pdf
- IEA/OCDE/Banco Mundial. (2015). Energy use (kg of oil equivalent per capita). Disponible en

<http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE?end=2015&locations=IS-NO-SE-FI-DK-OE&start=2015&view=bar>

IEA, & Nordic Energy Research. (2016a). Nordic Energy Technology Perspectives. *Energy Technology Policy Division*. <http://doi.org/10.1787/9789264257665-en>

IEA, & Nordic Energy Research. (2016b). Nordic Energy Technology Perspectives. *Energy Technology Policy Division*. <http://doi.org/10.1787/9789264257665-en>

Jaffe, A. B., & Stavins, R. N. (1994). The energy-efficiency gap What does it mean? *Energy Policy*, 22(10), 804–810. [http://doi.org/10.1016/0301-4215\(94\)90138-4](http://doi.org/10.1016/0301-4215(94)90138-4)

Karlsson-Vinkhuyzen, S. I., Jollands, N., & Staudt, L. (2012). Global governance for sustainable energy: The contribution of a global public goods approach. *Ecological Economics*, 83, 11–18. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.009>

Kaul, I., Grunberg, I., & Stern, M. (1999). Global Public Goods. International Cooperation in the 21st Century. *United Nations Development Programme*, 2–19.

Kiss, M. (2015). At a glance Green jobs on the labour market, 2015. Disponible en [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2015/564369/EPRS_ATA\(2015\)564369_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2015/564369/EPRS_ATA(2015)564369_EN.pdf)

Kommune Kredit, Kommuninvest, & MuniFin. (2012). *The Nordic Model: Local Government, Global Competitiveness in Denmark, Finland and Sweden*. Denmark. Recuperado de https://www.munifin.fi/sites/default/files/content_block/field_file/nordic_model_mediumres.pdf

Ladenburg, J., & Dahlgaard, J. (2012). Attitudes, threshold levels and cumulative effects of the daily wind-turbine encounters. *Applied Energy*, 98, 40–46.

Murray, J., & Dey, C. (2009). The carbon neutral free for all. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 3(2), 237–248. <http://doi.org/10.1016/j.ijggc.2008.07.004>

NASA. (2016). Global Climate Change. Disponible en <https://climate.nasa.gov/interactives/climate-time-machine>

NASDAQ. (2017). Nasdaq Commodities. Disponible en <http://www.nasdaqomx.com/transactions/markets/commodities>

Nord Pool. (2017). Nord Pool. Disponible en <http://www.nordpoolspot.com>

- Nordic Council. (2017). Nordic Co-operation. Disponible en <http://www.norden.org/en/nordic-council-of-ministers/the-nordic-council-of-ministers>
- Nordic Energy Research. (2013a). Cases from Nordic Energy Way Arena. Recuperado de http://www.nordicenergy.org/wp-content/uploads/2013/10/NEWAmag_WEB.pdf
- Nordic Energy Research. (2013b). Decoupling economic growth. Recuperado de <http://www.nordicenergy.org/figure/decoupling-economic-growth/>
- Nordic Energy Research. (2014a). Nordic Added Value. Recuperado de http://www.nordicenergy.org/wp-content/uploads/2014/10/5792_NEF_blad_final_22_9_2014-linked_new.pdf
- Nordic Energy Research. (2014b). Nordic Energy Research Strategy 2015 - 2018. Recuperado de <http://www.nordicenergy.org/wp-content/uploads/2014/11/Nordic-Energy-Research-Strategy-2015-20181.pdf>
- Nordic Energy Research. (2017). Key institutions in the funding of low-carbon energy RD&D in Iceland. Disponible en <http://www.nordicenergy.org/figure/the-nordic-energy-rdd-system/key-institutions-in-the-funding-of-low-carbon-energy-rdd-in-iceland/>
- OCDE. (2015). *Government At a Glance*. Recuperado de <http://www.oecd.org/gov/governmentataglance>
- Pineau, P. O., Hira, A., & Froschauer, K. (2004). Measuring international electricity integration: A comparative study of the power systems under the Nordic Council, MERCOSUR, and NAFTA. *Energy Policy*, 32(13), 1457–1475. [http://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00111-3](http://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00111-3)
- Rajca, L. (2014). *Changes in the Organization of Local Governments in the Nordic Countries* (The Arctic and Nordic Countries in the World of Economy and Politics).
- Rattsø, J. (2004). *Local tax financing in the Nordic countries*. NSFR meeting in Oslo. Recuperado de http://nsfr.dk/uf/90000_99999/92226/f5b12cbca1ad246aa063299513511923.pdf
- Sovacool, B. K. (2009). The importance of comprehensiveness in renewable electricity and energy-efficiency policy. *Energy Policy*, 37(4), 1529–1541.

<http://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.12.016>

Sovacool, B. K. (2017). Contestation, contingency, and justice in the Nordic low-carbon energy transition. *Energy Policy*, 102(October 2016), 569–582. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.045>

Štreimikienė, D. (2017). Review of internalization of externalities and dynamics of atmospheric emissions in energy sector of Baltic States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1131–1141. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.017>

THEMA Consulting Group. (2014). *Demand response in the Nordic electricity market*. <http://doi.org/10.6027/TN2014-553>

Veblen, T. (1899). *Teoría de la clase ociosa*.

Vignon, J. (2011). Solidarity and responsibility in the European Union. *Nôtre Europe*, 26. Recuperado de http://www.institutdelors.eu/media/bref27_jvignon_en.pdf?pdf=ok

Weidenfeld, W., & Wessels, W. (2006). *Taschenbuch der europäischen Integration* (9^a). Berlin.