
Integración de energías renovables intermitentes

Perspectivas del Reino Unido

Dr Alexander Berland

Agregado Británico al Gobierno Chileno para la COP25
Ministerio del Medio Ambiente de Chile



Department for
Business, Energy
& Industrial Strategy



**Upgrading Our
Energy System**

Smart Systems
and Flexibility Plan

Building our
Industrial Strategy



Estructura

1. Contexto nacional: energías renovables en la matriz británica
2. Mecanismo de Capacidad: un respaldo clave
3. Flexibilidad y tecnologías inteligentes
4. Medidas estructurales en el mercado
5. Reflexiones y conclusiones

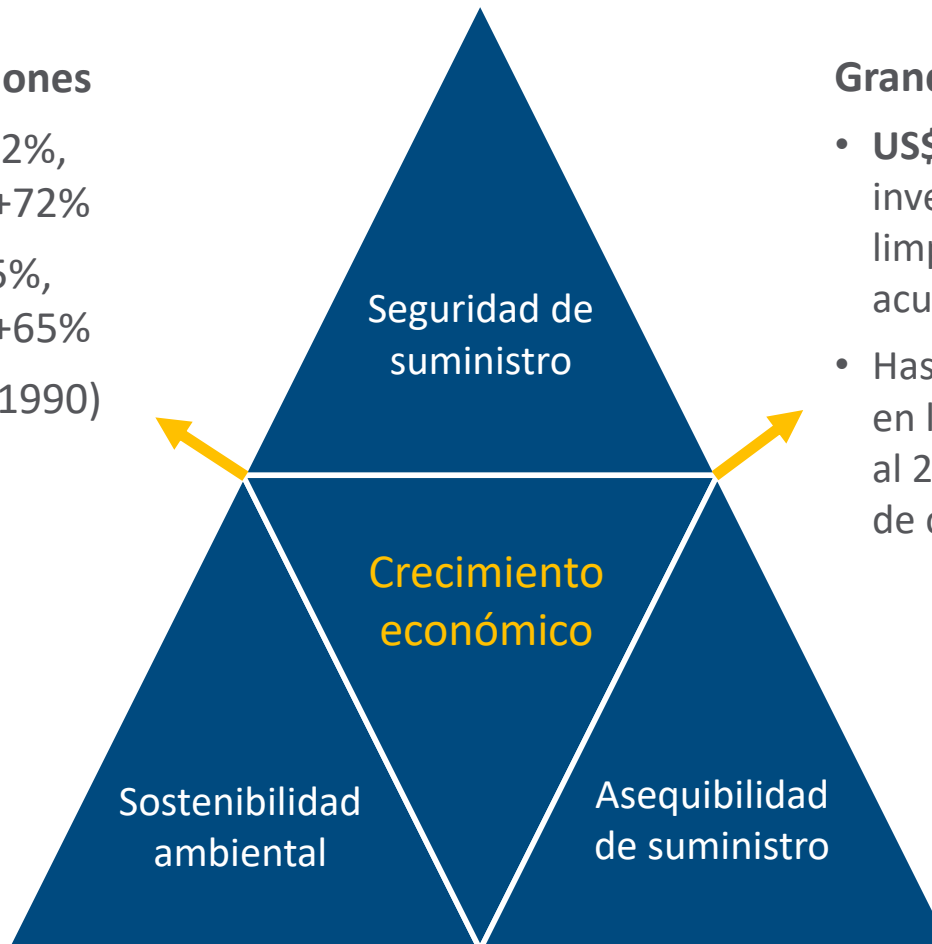
Contexto nacional

La transición en el sector eléctrico británico

¿Por qué? Principios fundamentales

Crecimiento ≠ emisiones

- **UK:** emisiones -42%, crecimiento PIB +72%
- **G7:** emisiones -5%, crecimiento PIB +65% (con respecto al 1990)



Grandes oportunidades

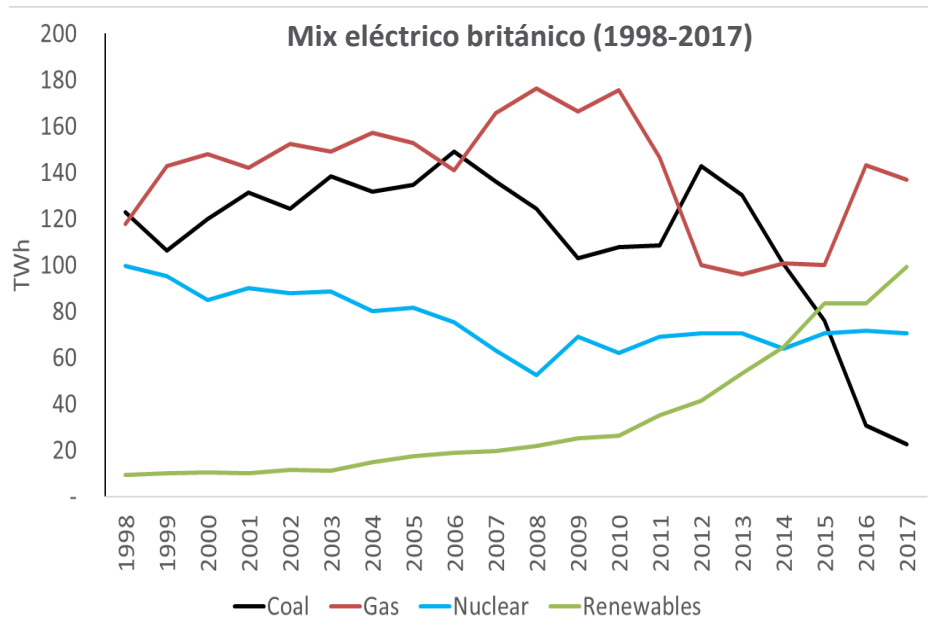
- **US\$13.5 trillones** de inversión en tecnologías limpias al 2030 para el acuerdo de París*
- Hasta el **83%** de la inversión en la generación energética al 2050 será en tecnologías de cero emisiones**

* Agencia Internacional de Energía

** BloombergNEF

Cambios en el mix eléctrico británico

Tendencias notables: las fuentes de bajas emisiones (incluyendo nuclear) ahora proporcionan >50% de nuestra electricidad (un 30% excluyendo nuclear).



Programas de subsidios renovables (solar, eólica, hidráulica, biomasa):

- **'Renewables Obligation'** (2002-17) para proyectos medianos/grandes
- **'Feed in Tariff'** (2010-2019) para micro-generadores
- **Contratos por Diferencia** (2015-presente) para proyectos grandes

Capacidad máxima de generación: c. 90 GW

Capacidad instalada de generación eólica: c. 20 GW

Demanda máxima típica: c. 60 GW

Capacidad instalada de generación solar: c. 12.8 GW

Energías renovables intermitentes: los desafíos

- Volatilidad de precios en el mercado mayorista de electricidad
- Desplazamiento de patrones tradicionales de mayor generación/demanda
- Mayor presencia de actores descentralizados, complicando el control del sistema
- Mayor dependencia de pronósticos meteorológicos para tomar decisiones

Toda matriz eléctrica diversificada tiene una flexibilidad inherente, pero mientras más dependemos de fuentes intermitentes, más tenemos que innovar.

No hay una sola solución, pero varias:

- Mecanismo de capacidad
- Tecnologías flexibles
- Tecnologías inteligentes
- Regulación del mercado eléctrico
- Cambios en la gobernanza en el sistema



El Mecanismo de Capacidad

Para la seguridad del suministro de electricidad

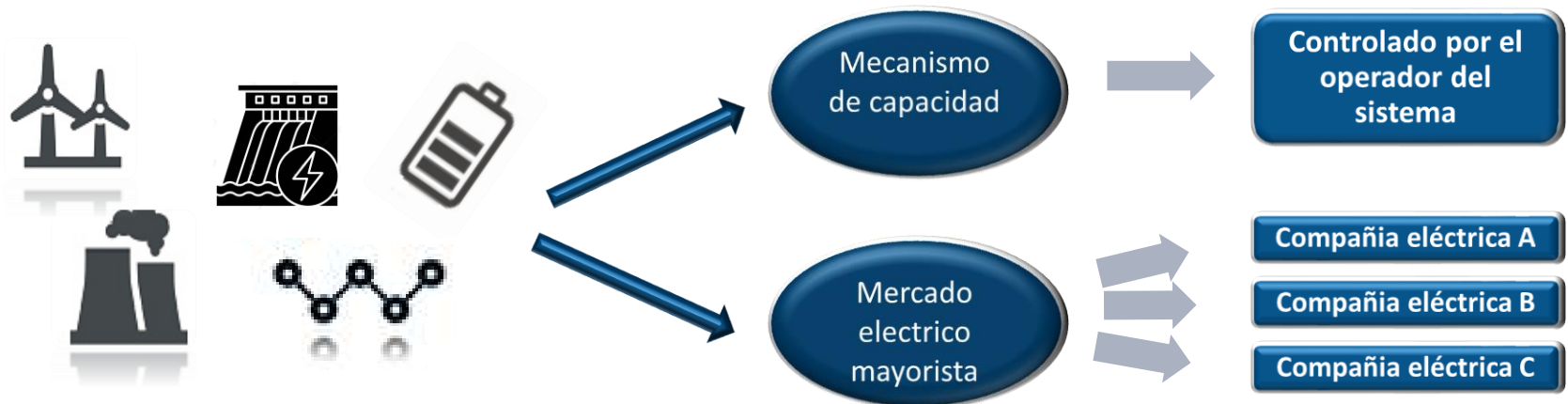
Mecanismo de Capacidad (MC): ¿Qué es?

- Mecanismo que incentiva la inversión para un mix diverso – recompensa generadores acorde a cuánta electricidad podría suministrar durante un periodo de estrés
- Establecido en 2015 (con los CFD) para garantizar la seguridad del suministro en momentos de estrechez entre la demanda y la generación de electricidad
- Permite mantener abiertas algunas centrales termoeléctricas solo para momentos de alta demanda, sin usarlos como la base del mix



Mecanismo de Capacidad: formato

- Formato: subasta al revés (las tecnologías que ofrecen su servicio a menor costo consiguen un contrato) dos veces al año:
 1. para nuevos generadores que prestarán sus servicios en 4 años
 2. para cualquier capacidad extra necesaria para el próximo año
- Casi todas las tecnologías de generación eléctrica pueden participar
- Ofrece la seguridad de que, a pesar del incremento de la intermitencia, hay un respaldo para mantener el suministro eléctrico



Flexibilidad y tecnologías inteligentes

El próximo paso para la integración de energías intermitentes

Conceptos básicos

VEED.IO

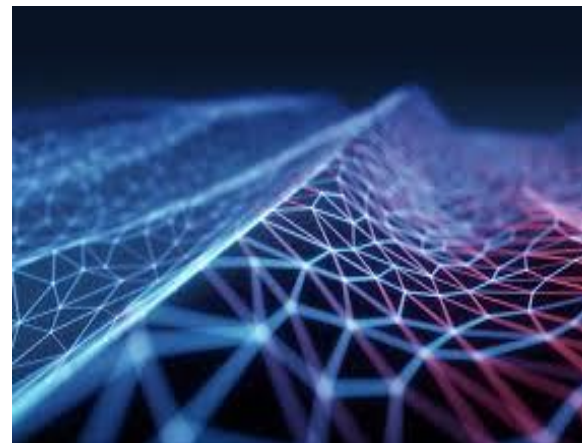
Avances tecnológicos y comerciales

Los precios de baterías ion-litio han caído un 70% desde 2010; almacenamiento a distintas escalas



El alza de los vehículos eléctricos, puntos de recarga y tecnología V2G (vehículo a red)

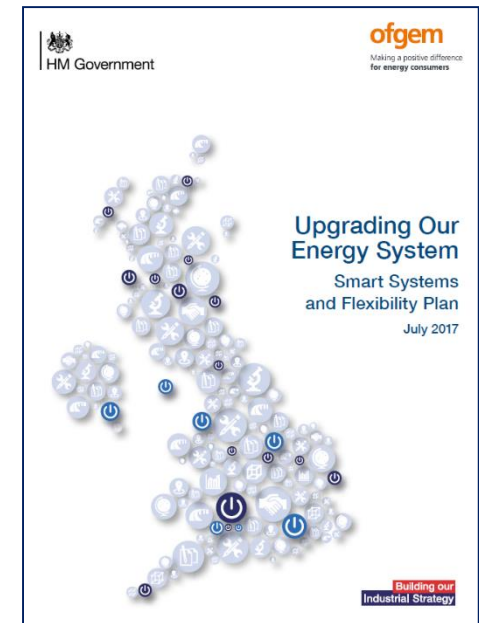
Programa de despliegue de contadores inteligentes; unos 17 millones ya instalados



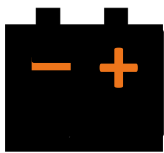
Emergencia de 'agregadores' de electricidad monetizando/comercializando o la demanda controlable

Smart Systems & Flexibility Plan

- Julio 2017: Plan estratégico para estimular la transición a un sistema más flexible e inteligente
- 29 acciones para el Gobierno, Ofgem y el sector privado; 9 nuevas acciones en 2018
- Medidas definidas en base a amplia participación de partes interesadas y consulta pública
- Principios de mercado – establecer un marco regulatorio que permita la competencia justa



Barreras al almacenamiento



Casas y negocios inteligentes



Mercados para la flexibilidad



Eliminar barreras al almacenamiento



Objetivo: eliminar barreras regulatorias para que la tecnología pueda entrar y competir en el mercado

- Clarificar estatus regulatorio (resolver aspectos anticuados)
- Integración a proyectos de energías renovables - manuales para generadores con subsidios FIT/RO/CFD
- Reformas para reducir costos para operadores (p.ej. cargos por el uso de la red)
- Colaboración publica-privada para estándares robustos de uso (prácticos y técnicos)

Casas y negocios inteligentes



Objetivo: fomentar uso de la demanda controlable entre los consumidores a todas escalas

- Infraestructura/normas de mercado para interacción
 - Contadores inteligentes
 - Cambios en el registro y cancelación del consumo con mayor granularidad
 - Tarifas inteligentes
- Estándares para electrodomésticos inteligentes; políticas de seguridad cibernética
- Estimular sistemas inteligentes para la carga de vehículos eléctricos

Mercados para la flexibilidad



Objetivo: mercados que valoren el aporte de la flexibilidad y fomenten la competencia justa

- Reformas para facilitar participación en mecanismos de la operación del sistema:
 - Mecanismo de capacidad
 - Mecanismo de equilibrio
 - Servicios conexos del coordinador del sistema
- Incentivar a los dueños de redes regionales a ser más activos en la operación del sistema - considerar el rol de la flexibilidad en un mundo más descentralizado
- Optimizar el uso de datos

Medidas estructurales en el mercado

Los micro-generadores y el coordinador del sistema eléctrico

‘Smart Export Guarantee’ (SEG): una ruta al mercado

Mecanismo que fomenta la participación de los micro-generadores renovables en el mercado eléctrico, sin subsidios directos

- Subsidio FIT para micro generadores renovables cerró en 2019, pero se reconoció la necesidad de apoyar el crecimiento del mercado
- Ley SEG (Julio 2019) obliga a las compañías eléctricas (con >150 mil clientes) establecer tarifas para comprar electricidad de micro generadores renovables
- Garantiza que estos generadores sean remunerados por la electricidad que inyectan a la matriz (antes no podían vender directamente)



La SEG: tarifas y elementos inteligentes

Más de 10 compañías ofrecen tarifas SEG, algunas más altas del pago del subsidio FIT (0.0538 £/kWh)

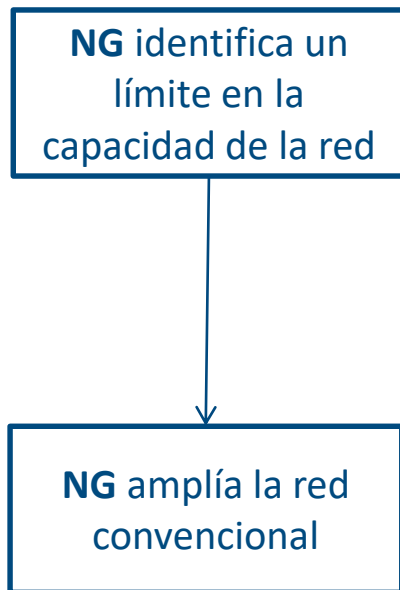
Compañía	Nombre de tarifa	Pago (£/kWh)
Social Energy	SEG Tariff	0.056
Octopus Energy	Outgoing Fixed	0.055
E.ON Energy	Fixed & Export	0.055
Bulb Energy	Export Payments	0.0538
OVO Energy	OVO SEG Tariff	0.04
Scottish Power	Smart Variable	0.04

- Requiere uso de un contador inteligente para medir la electricidad inyectada con una granularidad de 30 minutos
- Permite el uso de tarifas variables inteligentes – pagan más durante horas de mayor demanda.
 - Ya existe una: **0.04-0.10 £/kWh** dependiendo de la hora
 - Incentiva el almacenamiento

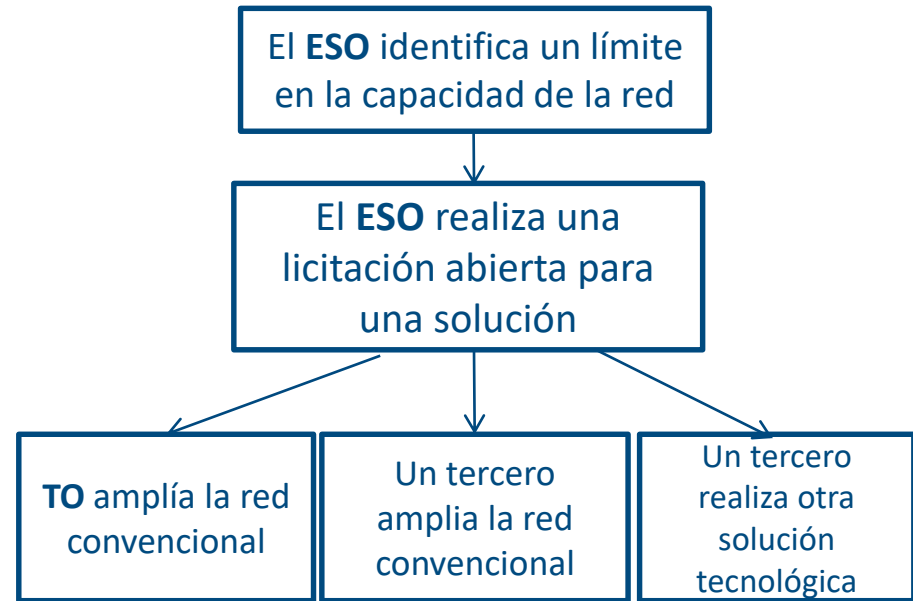
Reformando el papel de instituciones claves: la separación legal de National Grid (NG)

- Compañía monopolista de la red de transmisión nacional. Funciones:
(1) construir y mantener la red (2) operar/equilibrar el sistema
- Desde Abril 2019 estas funciones realizadas por dos compañías distintas: el dueño de la red de transmisión (**TO**) y el operador del sistema eléctrico (**ESO**)
- Implicancias para el desarrollo de las redes:

Antes: la misma compañía lo hace todo



Nuestra visión: funciones separadas



Separación legal de National Grid: ¿por qué importa?

Objetivos:

- Mayor independencia y transparencia en la toma de decisiones
 - Evitar conflictos de interés en cómo descongestionar la red
- Estimular la creación de oportunidades para otras tecnologías en el mercado – p.ej. almacenamiento, interconexión

“La mejor solución para incrementar la capacidad de la red no siempre es un cable.”

William Kirk-Wilson, Ingeniero Jefe del ESO



Otras medidas y soluciones

Interconexión
con el mercado
europeos

Financiamiento
para estimular la
innovación

Cambios en el
diseño de los
subsídios CFD

Interacción entre
sectores de
electricidad y
calefacción

Otros incentivos
para compañías
de las redes

Sistemas de
flexibilidad
híbridos

Análisis del
sistema fiscal y
los impuestos

Reflexiones y conclusiones

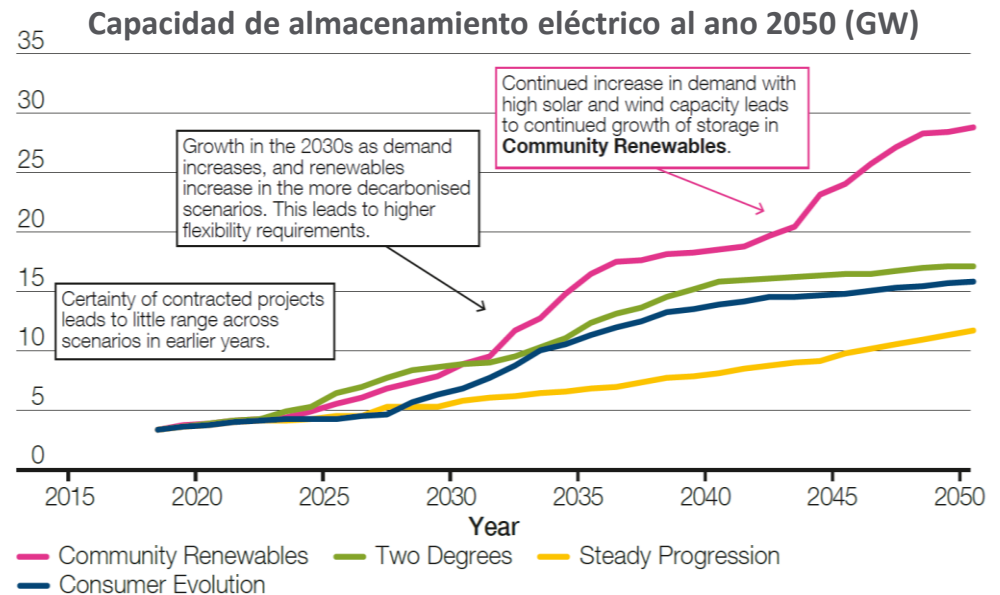
Iniciativas en curso y el futuro

Entre la intermitencia y la flexibilidad

- Momento de inflexión en nuestro objetivo:
 - 2000-2016: despliegue de energías renovables en masa
 - Futuro: conseguir incorporarlas eficiente y económicamente
- Primeros pasos en la transición a un sistema más flexible e inteligente
- Tecnologías flexibles comenzando a competir exitosamente

Mecanismo de capacidad:
>600 MW de baterías
>1500 MW de demanda controlable

Control de frecuencia especializado:
200 MW de baterías litio-ion



Elementos claves de nuestra estrategia

- Enfoque multifacético: mecanismo de capacidad, tecnologías inteligentes, generación descentralizada, coordinador eléctrico, interconexión
- Tecnología flexible e inteligente: participación en el mercado
 - Eliminar trabas regulatorias sistemáticamente
 - Establecer condiciones justas para la competencia
 - Estímulos para que el mercado crea nuevas oportunidades
- Ajustes en la gobernanza del sistema eléctrico

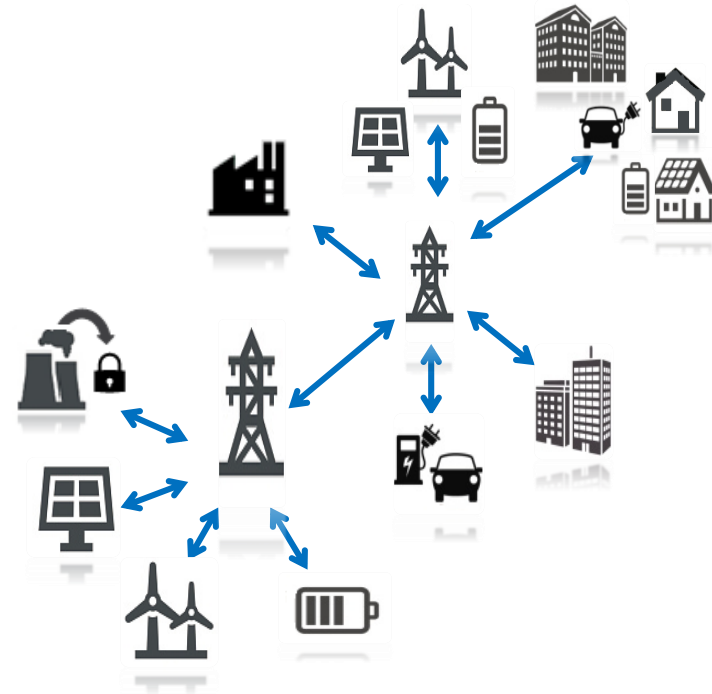
No hay que reinventar la rueda ni invertir \$billones

Sí tomar decisiones importantes y aceptar cambios – p.ej. en la estructura del mercado y en los roles de actores claves

Últimas reflexiones

- Una estrategia balanceada sí permite garantizar un suministro energético confiable, asequible y limpio
- Crecimiento económico \neq crecimiento de emisiones; oportunidades de captar una parte de las \$trillones de inversión
- Las tecnologías limpias y flexibles ya son competitivas y sus costos siguen disminuyendo

La transición sigue...



Integración de energías renovables intermitentes

Perspectivas del Reino Unido

Dr Alexander Berland

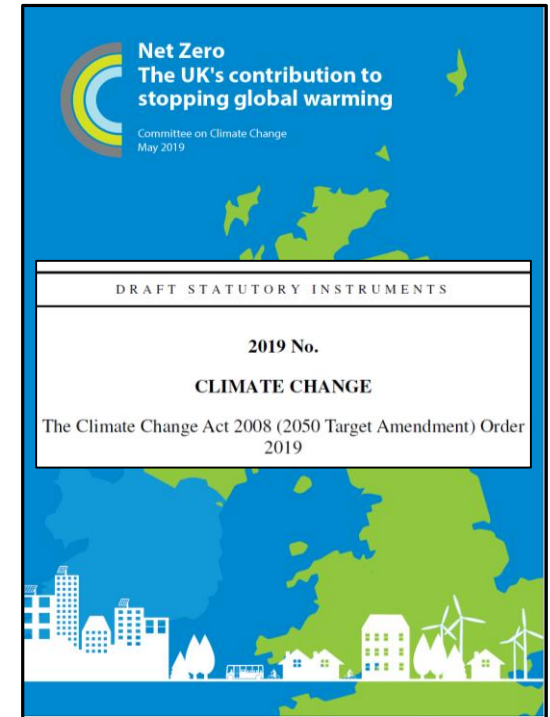
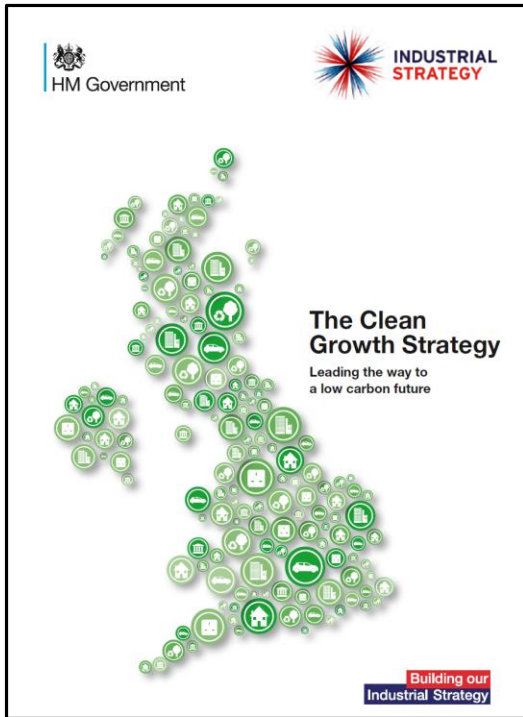
Agregado Británico al Gobierno Chileno para la COP25

Ministerio del Medio Ambiente de Chile

Alex.Berland@beis.gov.uk

Anexos

Anexo: Contexto político


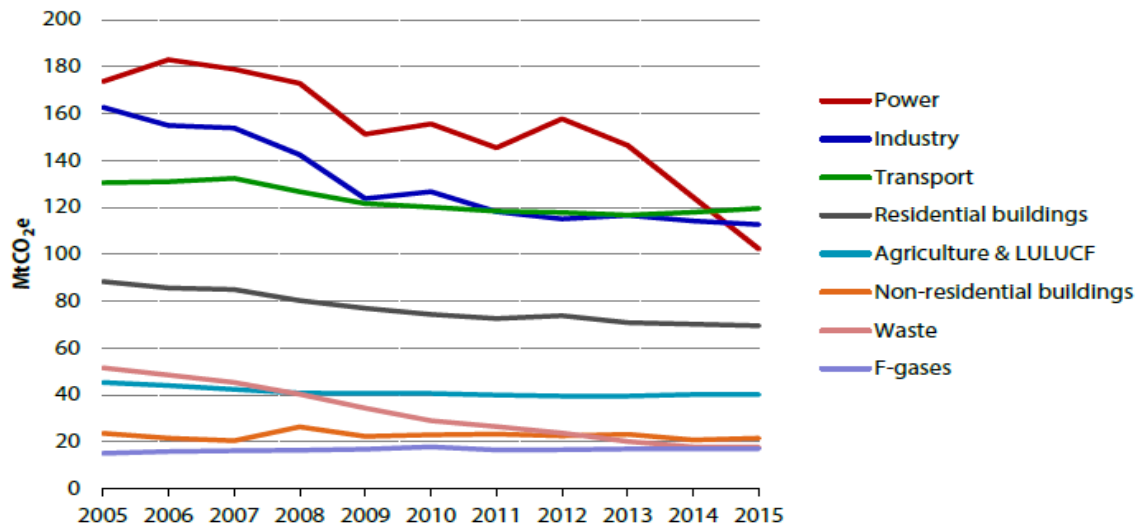


Our White Paper will take a view of energy system transformation to 2050, consistent with our climate change goals and the Industrial Strategy, setting out nearer-term actions that prepare the system for the long term.

Anexo: Climate Change Act (2008)

Obligación legal de descarbonización que establece:

- **objetivo a largo plazo:** reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por lo menos el 80% para el año 2050 (con respecto a las emisiones de 1990)
- marco de **‘presupuestos de carbono’**: definen un límite de emisiones durante periodos de cinco años
- **Comité de Cambio Climático:** asesora al gobierno.



Climate Change Act 2008

CHAPTER 27

CONTENTS

PART 1

CARBON TARGET AND BUDGETING

The target for 2050

- 1 The target for 2050
- 2 Amendment of 2050 target or baseline year
- 3 Consultation on order amending 2050 target or baseline year

Carbon budgeting

- 4 Carbon budgets
- 5 Level of carbon budgets
- 6 Amendment of target percentages
- 7 Consultation on order setting or amending target percentages
- 8 Setting of carbon budgets for budgetary periods
- 9 Consultation on carbon budgets
- 10 Matters to be taken into account in connection with carbon budgets

Limit on use of carbon units

- 11 Limit on use of carbon units

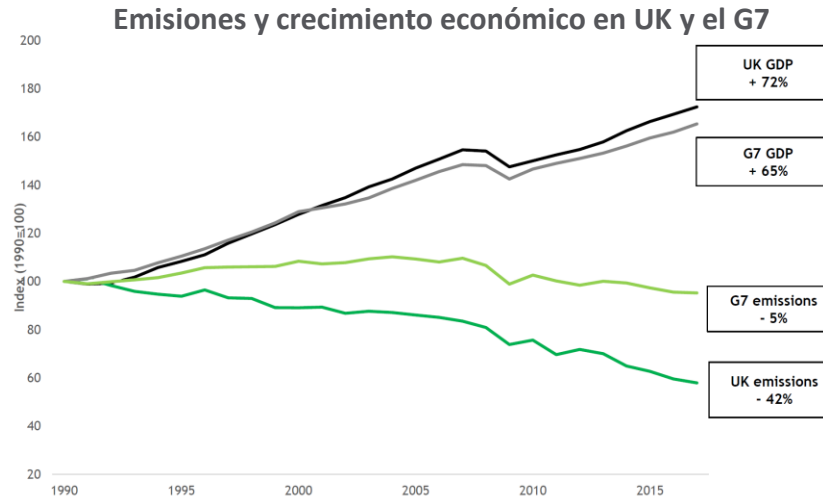
Indicative annual ranges

- 12 Duty to provide indicative annual ranges for net UK carbon account

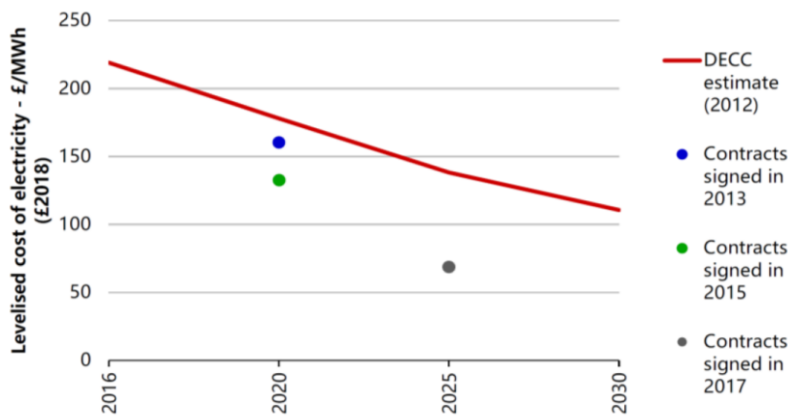
Proposals and policies for meeting carbon budgets

- 13 Duty to prepare proposals and policies for meeting carbon budgets
- 14 Duty to report on proposals and policies for meeting carbon budgets
- 15 Duty to have regard to need for UK domestic action on climate change

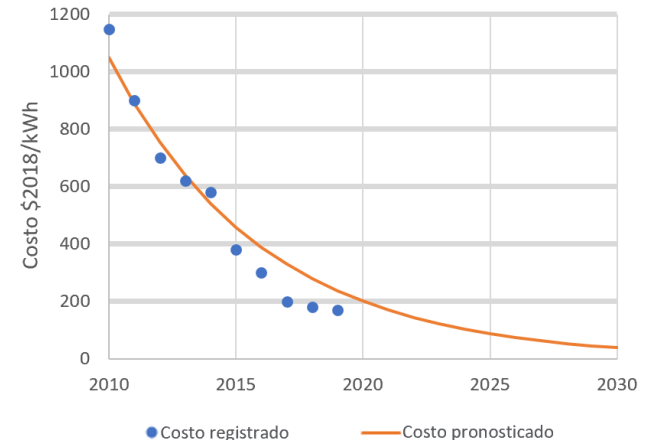
Anexo: Emisiones, crecimiento PIB y costos de tecnologías claves en el Reino Unido



Costo de electricidad de fuentes eólicas marinas



Costo de baterías ion litio



Anexo: Mecanismos de apoyo a las energías renovables

RO (Renewables obligation)

Primer mecanismo para renovables

Vigencia: 2002-2017

Capacidad total: 29GW
(solar, eólica, biomasa)

FIT (Feed in Tariff)

Para renovables a pequeña escala (<5MW)

Vigencia: 2010-2019

Capacidad total: 6GW
(80% solar)

**Contratos largos
(15-20 años) para
garantizar
ingresos, estimular
inversión y reducir
costos**

CFD (contratos por diferencia)

Mecanismo de subasta para reducir precio

Vigencia: 2015-presente

Capacidad actual: 10GW
(75% eólica marítima)

Futuro: 5-10GW más



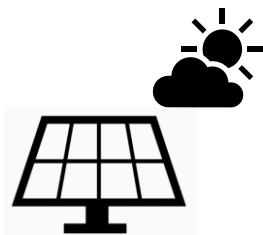
Propósito principal: despliegue masivo. ¿Y la intermitencia/flexibilidad?

El valor de la flexibilidad

Carbon Trust y Imperial College (2017):

la transición a un sistema más flexible e inteligente en Gran Bretaña supondrá un ahorro en el sistema eléctrico de unos **£17-40 mil millones** hasta 2050

Maximizar el uso de las energías renovables



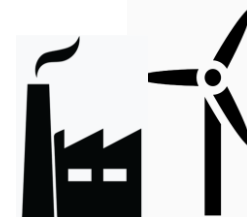
Optimizar la operación del sistema



Minimizar la necesidad de ampliar las redes



Minimizar la necesidad de incrementar la capacidad instalada de generación



Anexo: Financiamiento para la innovación

BEIS cuenta con un presupuesto de £500m para acelerar la comercialización de las tecnologías de energía limpias

£70m para apoyar innovación en tecnologías inteligentes

Varias convocatorias para proyectos, incluyendo para:

- Reducción de costos de almacenamiento
- Proyectos de gran almacenamiento (objeto de 30MW/50MWh)
- Proyectos de carga de VE vehículo-a-red
- Nuevas plataformas para el comercio de electricidad
- Sistemas informáticos de respuesta a la demanda

Programa 'Triunfo de la Revolución Energética'

£102.5m para desarrollar y demostrar soluciones integradas locales que vinculen los sectores de electricidad, calefacción y transporte

Programas de innovación internacional

Convocatorias bilaterales para proyectos de sistemas inteligentes con Corea del Sur, Canadá y Sudáfrica.



Interconectores: conectando mercados independientes

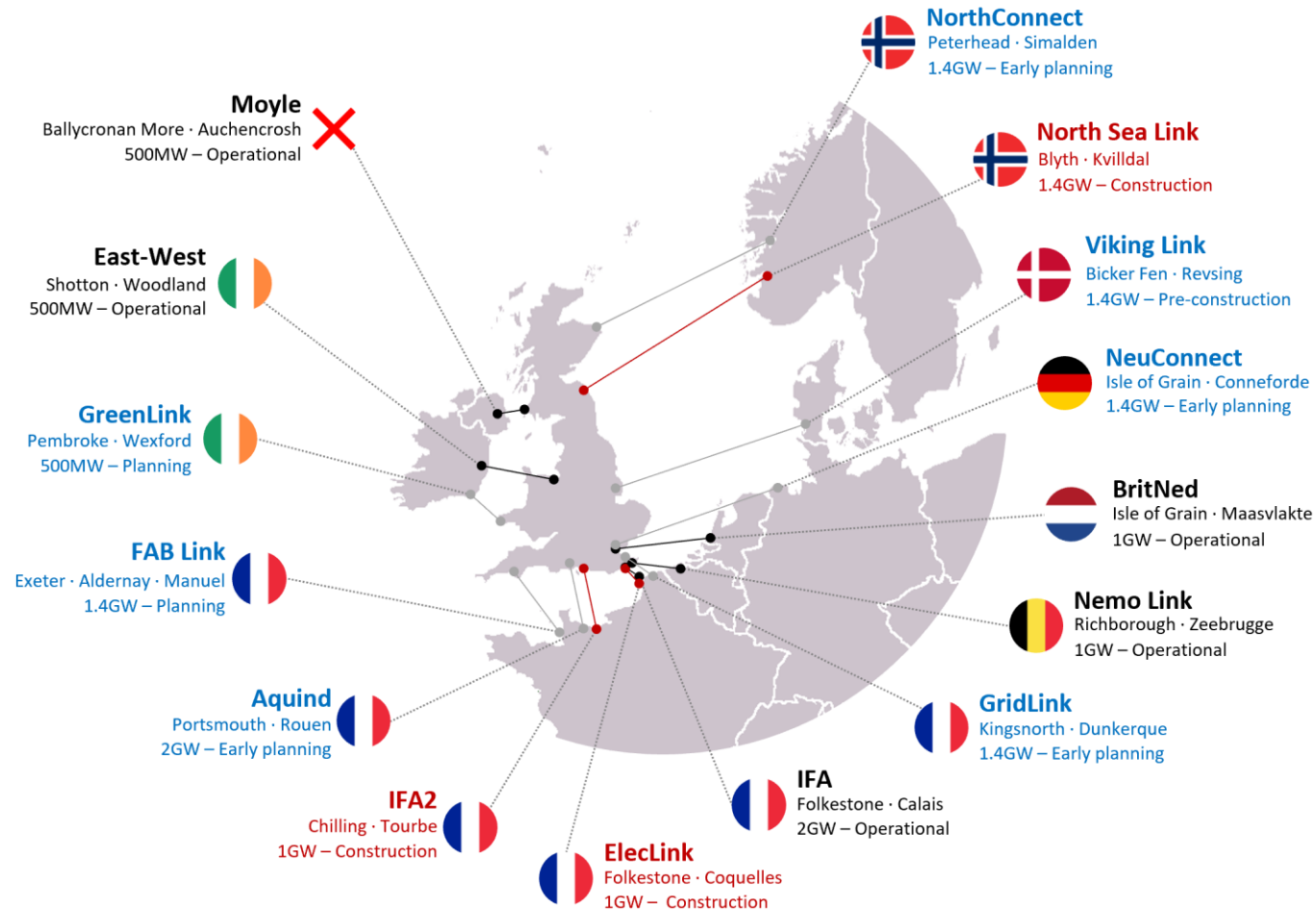
- Cables de alto voltaje (300-600kV) en el fondo del mar para transferir grandes volúmenes de electricidad entre mercados.
- Transferencias estimuladas por una diferencia de precios entre los mercados interconectados – un beneficio para ambos.
- Proyectos privados – típicamente 7 años para planificar, desarrollar y construir.
- Mecanismo de contrato por diferencia para garantizar estabilidad de ingresos.



Interconectores: proyectos vigentes y futuros

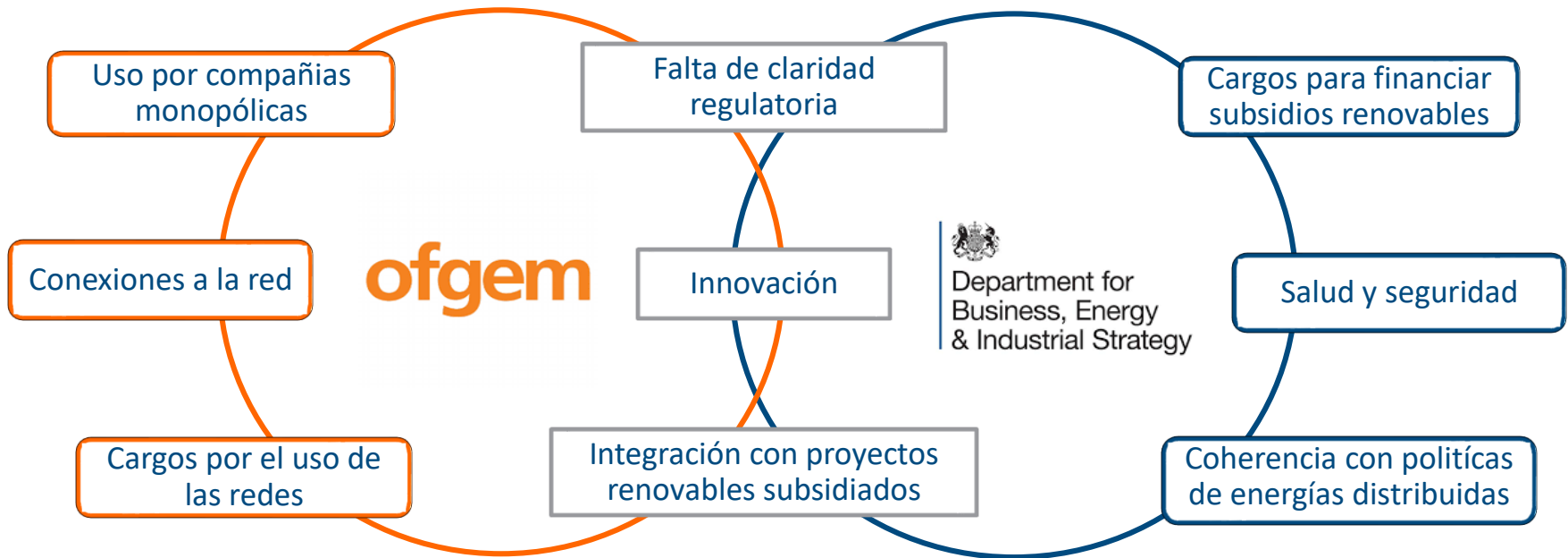
- **5GW** en funcionamiento
- **3.4GW** en construcción
- **8.1GW** solicitando permiso
- Se calcula que instalar **1.4GW** adicionales podría traer beneficios netos para los consumidores
- Proyectos en construcción/ esperando permiso representan una inversión de **c. £10 mil millones**

● En funcionamiento ● En construcción ● Solicitando permiso regulatorio/para construcción

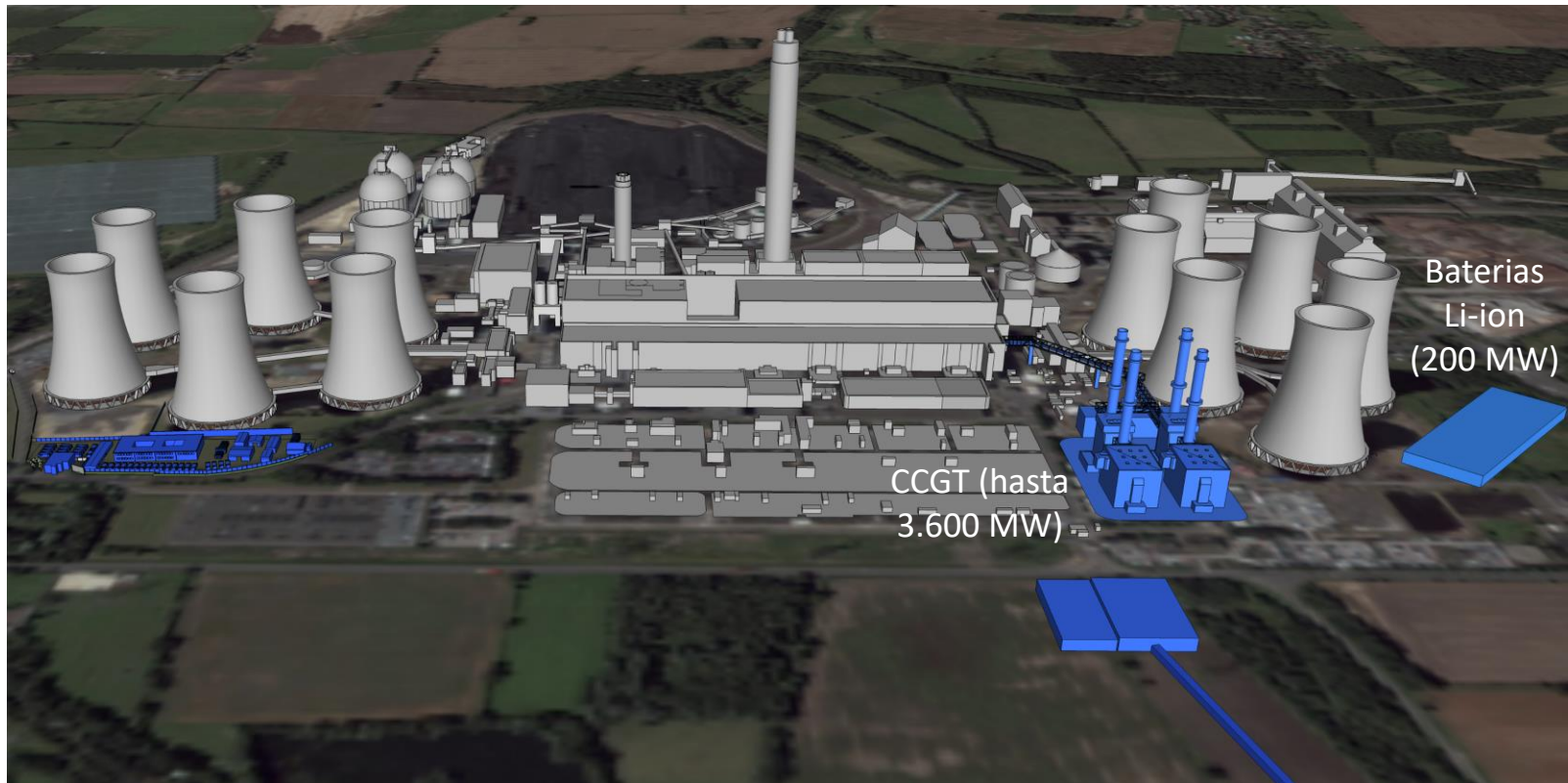


Anexo: Almacenamiento - subtemas claves

Eliminar barreras regulatorias para que el almacenamiento pueda **entrar y competir en el mercado** con otras tecnologías flexibles así como soluciones convencionales



Anexo: Flexibilidad energética – distintas escalas y modelos de negocio



Propuesta de Drax para el rediseño de su central termoeléctrica en Selby, Yorkshire

Otros proyectos híbridos – generadores a gas con motor de pistón

Anexo: Esquema regulatoria de las redes – el marco ‘RIIO’

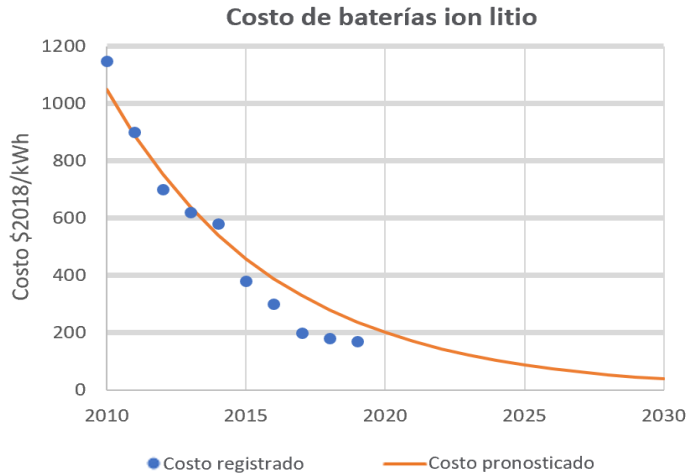
- La regulación de las ganancias de distribución/ transmisión se conoce como **RIIO** (por su siglas en ingles), y está basado en el siguiente calculo:

$$\text{Revenue} = \text{Incentives} + \text{Innovation} + \text{Outputs}$$

- Los **ingresos** de estas compañías se calculan en base a los **incentivos** que reciben para producir **innovación** y **resultados**.
- Busca **controlar los riesgos financieros** del sector a través de la entrega eficiente y a tiempo de ingresos a las empresas, de manera transparente y predecible
- Establece **incentivos a la eficiencia** a partir de periodos de 8 años, un esquema de premio y penalidades ante la verificación de entregables intermedios.
- Incorpora **incentivos a la innovación** a partir de presupuestos disponibles de la formulación de proyectos de innovación y programas competitivos de financiamiento para su ejecución.



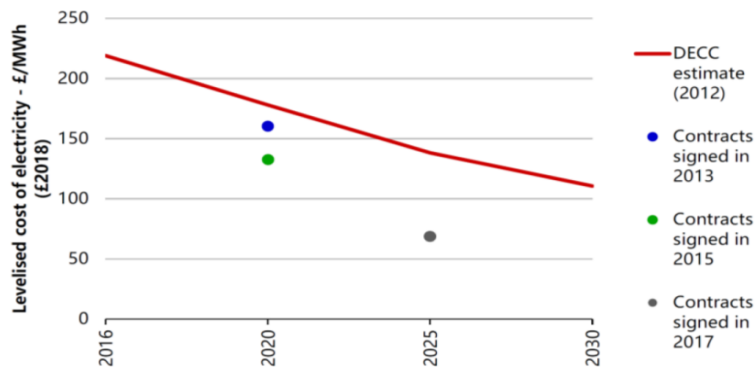
¿Por qué? Costos y beneficios



Crecimiento ≠ emisiones

- **UK:** emisiones -42%, crecimiento PIB +72%
- **G7:** emisiones -5%, crecimiento PIB +65% (con respecto al 1990)

Costo de electricidad de fuentes eólicas marinas



Grandes oportunidades

- **US\$13.5 trillones** de inversión en tecnologías limpias al 2030 para el acuerdo de París*
- Hasta el **83%** de la inversión en la generación energética al 2050 será en tecnologías de cero emisiones**