Plan Internacional de Navarra
Nafarroako Nazioarteko Plana
2021/2022

Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua

HERRERA ZHANG
CONSTRUIMOS RELACIONES VALIOSAS

ENERGÍAS RENOVABLES EN TAIWÁN ESTUDIO DE MERCADO

Estudio de HERRERA ZHANG, firma especializada en el Mundo Chino, para el Servicio de Proyección Internacional del Gobierno de Navarra

Diciembre de 2021

Contenido

Nota metodológica....7
Introducción....8
A golpe de vista....9
1. Taiwán: una visión general....11
2. Un gobierno comprometido con un futuro verde....14
3.1. Taipower y el fin del monopolio energético....18
3.4. Asociaciones del sector de las renovables....20
4. La realidad actual de Taiwán: el eólico *onshore*, ¿una futura cabeza de puente?....22
5.1. El eólico *offshore*: estrategia privilegiada por las autoridades taiwanesas....28
6. Desafíos....40
6.1. Falta de experiencia de los actores locales....40
6.2. Las energías renovables obligan a una refundación de la red eléctrica....41
6.3. Creación de sistemas de almacenamiento energético....44
6.4. Conflictos de uso: el medio ambiente y las comunidades locales....46
6.5. Difícil acceso a la información sobre licitaciones....48
7. Conclusiones....51
Anexos....53
Anexo I – Resumen de actores estatales relevantes en Taiwán....53
Anexo II – Operadores de primer nivel de la cadena de suministro en Taiwán....56
Anexo III – Mapa de los parques eólicos *onshore* en Taiwán....60
Anexo IV – Lista de los parques eólicos taiwaneses....61
Anexo V – Potencial eólico offshore de Taiwán....64
Anexo VI – Mapa de la distribución energética fotovoltaica en Taiwán....65
Anexo VII – Indicadores SAIDI y SAIFI de los últimos 10 años en Taiwán....66
Referencias bibliográficas....67
Imágenes....73
Tablas....73

Nota metodológica

Taiwán es una economía fuerte, abierta y, sobre todo, lejana. Esta distancia es geográfica pero también afecta a algunos factores como la cultura de negocios, el idioma o la gestión de la información. En todas las instancias, la documentación más actual está en chino tradicional y no siempre está situada de forma clara (aunque si es mucho más accesible que en la República Popular). Acceder a esta información, en nuestro caso concreto, en el sector de la energía renovable se convirtió en un doble reto. En primer lugar, por el laberinto institucional de los repositorios de información. En segundo término, porque el sector de las energías renovables es una industria naciente, con espacio competenciales todavía indefinidos entre las Administraciones y con distintos actores tratando de posicionarse en él.

Conscientes de esta dificultad desde el primer momento, estructuramos la siguiente metodología de trabajo. En primer lugar, una aproximación a la realidad del sector de las energías renovables en Taiwán a través de informes elaborados por actores extranjeros. En segundo lugar, tratamos de conocer el ecosistema navarro para identificar fortalezas y potenciales áreas de colaboración con el mercado taiwanés. Con esta información, afrontamos una serie de entrevistas con algunas personas involucradas desde distintos ámbitos en el sector en Taiwán y, finalmente, abordamos el estudio de diversas fuentes en Taiwán. En las páginas finales del estudio relacionamos la documentación y sitios web consultados en la redacción de este documento.

Para la elaboración de este estudio se ha entrevistado a representantes de las siguientes empresas y entidades:

Enercluster

IGNIS Energía

Ingeteam (Wind Energy Converters & Controls)

Bo-Yu Industrial Co., Ltd

Hi-Green Tech

Science and Technology International Strategy Center (ISTI-ITRI).

Además, se ha asistido a diversos seminarios y eventos para establecer contacto con personas relevantes de la industria. En particular, el trabajo de campo desplegado para la organización del encuentro Navarra-Taiwán en el ámbito de las energías renovables nos ha permitido también acceder a aspectos intangibles no reflejados en la documentación oficial.

Introducción

A mediados de la década de los 2000, Taiwán empezó a esbozar su política de incentivos para las energías renovables. Este proceso comenzó a tomar cuerpo durante la Administración Ma (2008-2016), especialmente a raíz del desastre nuclear de Fukushima (2011). Desde el primer momento, la isla consideró la eólica una fuente energética alternativa de gran interés debido a la abundancia de vientos costeros.

Los primeros planes tenían como horizonte 2015 y 2025. El primer suministrador a gran escala seleccionado por las autoridades fue General Electric (GE) en 2004. Se trataba de un parque de 39 MW que formaba parte de un proyecto a diez años de Taiwan Power Company (Taipower). Construyeron 26 generadores eólicos de 1,5 MW. Entre aquellos pioneros, también se encontraba Gamesa Eólica que suministró en 2006 seis aerogeneradores de 2 MW para el parque eólico de Hsinchu, propiedad también de Taipower. Aquel contrato –por un valor de 7,3 millones de euros– situó a Gamesa en un punto privilegiado para poder posicionarse en un mercado en desarrollo. No lo hizo. Habría que esperar a que la empresa española fuese adquirida por la alemana Siemens para que el enfoque hacia Taiwán cambiase.

En 2018, Stine Jacobsen escribía para Reuters: «Las empresas de energía eólica marina ven a Taiwán como un campo de batalla para expandirse en Asia». Las empresas europeas buscaban en Taiwán una cabeza de puente para extender sus operaciones en Asia-Pacífico. En cuanto a esto, se manifestaba Matthias Bausenwein, responsable de área de Ørsted, que afirmaba: «Vemos a Taiwán como un trampolín hacia Asia-Pacífico». El texto citaba a varios altos ejecutivos de empresas eólicas europeas manifestando ideas similares. No se citaba a ninguna empresa española.

Esta realidad obedece a la decidida política de transición energética puesta en marcha por la Administración Tsai a partir de 2016. La presidenta Tsai Ing-wen encontró unos cimientos sólidos en las políticas de su predecesor y, bajo su mandato, el compromiso político con las energías renovables se ha visto fortalecido. Más allá de problemas coyunturales, las dificultades propias de este mercado y las consecuencias de la pandemia de la COVID-19, este compromiso político y el hecho de que las empresas chinas queden fuera por «preocupaciones de seguridad nacional» hacen que estas perspectivas de futuro ejerzan una poderosa atracción sobre inversores y grandes protagonistas del sector.

En septiembre de 2021, Iberdrola anunciaba haber elegido Taiwán como plataforma de crecimiento en Asia-Pacífico, desarrollando una cartera eólica marina de 6000 MW. ¿Será el comienzo de una nueva etapa de acercamiento por parte de las empresas españolas hacia Taiwán?

A golpe de vista

Area:	Población
36 197 km^2	23 394 787
Nombre oficial	**Gobierno**
República de China (Taiwán)	Democracia multipartidista.
Jefa del Estado	**Partido Gobernante**
Tsai Ing-wen	Partido Progresista Democrático (PDP) (Liberal)
Capital	**Idiomas**
Taipéi	Mandarín (oficial), hoklo (taiwanés), hakka, lenguas austronesias.
Moneda	**Desempleo**
Nuevo Dólar Taiwanés (TWD, NT$ o NTD)	3,83 %
Crecimiento anual del PIB	**División del PIB (2020)**
3,1 % (2020) 5,9 % (2021) 4,15 % (previsión para 2022)	Servicios → 61,5 % Industria → 36,8 % Agricultura → 1,7%
PIB (nominal)	**PIB (per capita)**
204 073 millones USD	33,4 mil USD
Tarjetas de Crédito	**Línea telefónica de asistencia a viajeros (mandarín, inglés, japonés y coreano)**
Se aceptan las principales tarjetas de crédito. Existen cajeros por todo el territorio donde puede conseguirse moneda local; los hoteles también tramitan divisas.	0800-011-765 (24 horas)

Visado y restricciones derivadas de la pandemia de la COVID-19

Ante la situación sanitaria actual, el Gobierno taiwanés ha implementado distintas medidas que restringen el acceso de personas a la región con el fin de evitar la propagación del virus. La más evidente es que está prohibido el ingreso de extranjeros que no tengan permiso de residencia (con excepciones por emergencias o casos humanitarios), además de suspenderse las escalas de viajeros internacionales en vuelos de tránsito. Estas restricciones tienen un claro reflejo en el número de visitantes que han llegado a la región, siendo a finales de 2021, 14 107 las personas que han llegado a la isla, una cifra muy reducida si la comparamos con los datos de diciembre de 2019, momento en el que llegaron más de un millón de personas a Taiwán.

En el periodo previo a la pandemia de la COVID-19 no era necesario un visado para los primeros 90 días de estancia. Pasado ese tiempo, la estancia podía extenderse otros 90 días con un sencillo procedimiento que podía realizarse directamente en Taiwán. Si estaba prevista una estancia superior a 180 días, era necesario un visado previo a la llegada.

Tabla 1: Datos relevantes sobre Taiwán
Fuente: elaboración propia

Imagen 1: Mapa político y orográfico de Taiwán

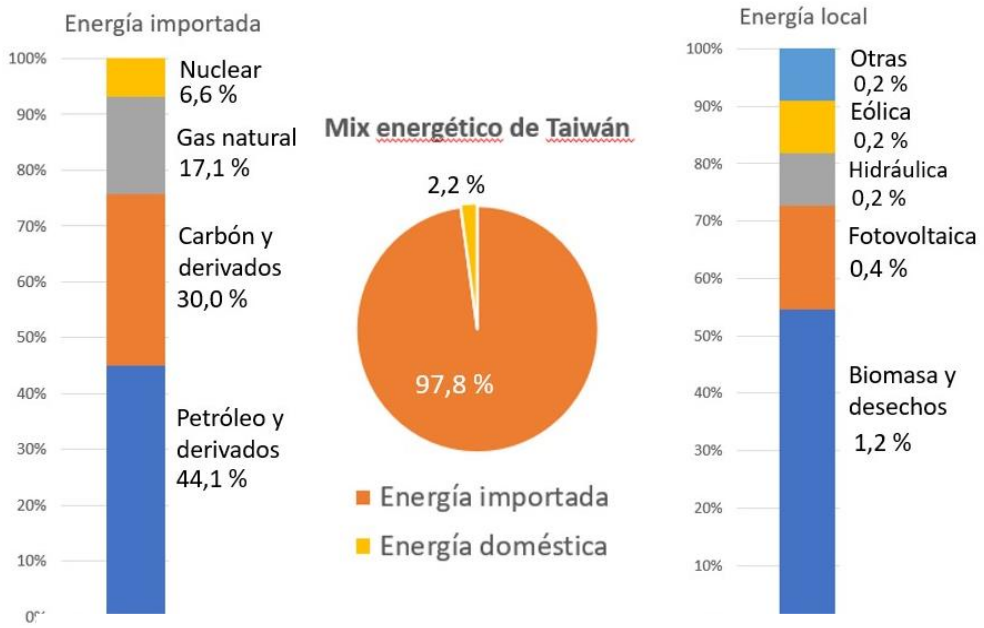
Fuente: Ezilon Maps

1. Taiwán: una visión general

La isla de Taiwán (chino tradicional: 台灣 o 臺灣; chino simplificado: 台湾) está estratégicamente situada en el corazón de la región Asia-Pacífico. Es una economía desarrollada orientada hacia la alta tecnología. Desde el punto de vista económico, Taiwán tiene la ventaja de constituir un mercado tranquilizador para los inversores dentro de la región Asia-Pacífico, gracias a la existencia de una sociedad abierta, vibrante y a su economía desarrollada con alto poder adquisitivo. Distintos organismos internacionales, entre ellos el Banco Mundial, otorgan cada año excelentes calificaciones al clima y la facilidad existentes en Taiwán para los negocios. El World Competitiveness Yearbook de IMD 2021 posiciona a Taiwán como la octava economía con mejor desempeño, subiendo tres posiciones en comparación con 2020. Representa el 6-7 % del comercio mundial de productos del sector TIC y su sector industrial constituye el 36,8 % de su PIB. Además, fue considerado el cuarto mejor destino para hacer negocios según el informe publicado en 2021 de la Business Environment Risk Intelligence (BERI), entre otros 50 países, teniendo como indicadores clave los riesgos operacionales, riesgos políticos y el factor de remesas y repatriación. Asimismo, para un sector tan innovador como el vinculado a las nuevas energías, el reconocido papel desempeñado por la Oficina de Propiedad Intelectual (TIPO por sus siglas en inglés) hace de Taiwán un destino más seguro que otros de sus inmediatos vecinos. Todos estos factores proporcionan un escenario más que favorable para los inversores extranjeros.

En cuanto a las regulaciones energéticas, existe un compromiso gubernamental de poner fin a la energía nuclear en 2025 y alcanzar la neutralidad de carbono en 2050, aunque esta voluntad contrasta con la fuerte dependencia energética que tiene la isla. A día de hoy, la República de China (Taiwán) importa prácticamente el 98 % de sus necesidades energéticas. En la actualidad, el petróleo y el carbón constituyen una parte importante del mix energético taiwanés, de ahí que las prioridades de la política energética se orienten de forma muy proactiva al estímulo del desarrollo del sector eólico y fotovoltaico. El porcentaje de energía utilizada procedente de fuentes renovables es de un 6 % y el Gobierno taiwanés tiene como objetivo que este porcentaje aumente a un 20 % para el 2050, lo cual abre un nicho de mercado importante para aquellas empresas que deseen entrar en él (RE100, 2020).

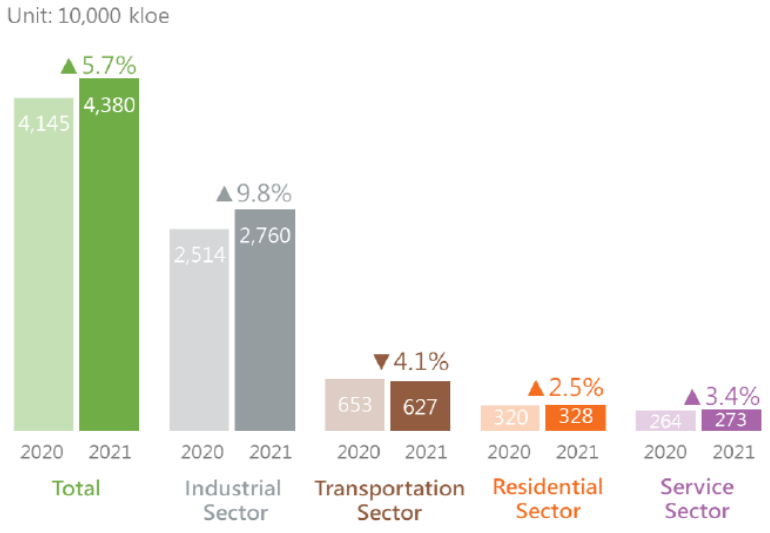
Imagen 2: Mix energético de Taiwán



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Bureau of Energy, Energy Statistics Handbook 2020

Dado el peso del sector secundario en la economía taiwanesa nacional e internacionalmente, sobre todo en el ámbito tecnológico, no es de extrañar que la mayor parte del consumo energético se concentre en la industria. Un claro ejemplo es la empresa de semiconductores TSMC, que es la mayor consumidora de energía taiwanesa, con entorno a un 4,9 % del consumo total en 2019 (Chang, 2020).

Imagen 3: Cambios en el consumo eléctrico nacional (Primera mitad de 2020 vs. primera mitad de 2021)



Fuente: Bureau of Energy

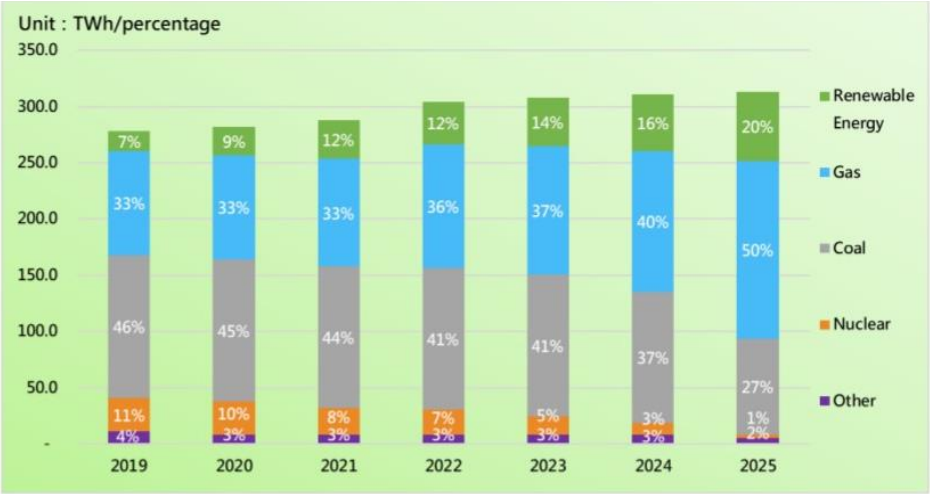
Las autoridades llevan varios años promocionando el desarrollo del sector de energías verdes en la isla, debido a que la industria local depende en gran medida de la importación y de las fuentes de energía convencionales. Taiwán tiene un alto potencial para establecer un sólido sector de energía renovables y, como más adelante apuntaremos, cuenta también con excelentes instrumentos para alcanzar sus objetivos de transición energética.

Además, el Gobierno es muy consciente del «papel trampolín» que supone Taiwán hacia Asia para las grandes corporaciones occidentales, de ahí que también quieran aprovechar las circunstancias para desarrollar una industria de primer nivel que pueda, en una segunda fase, introducirse en las cadenas de suministro mundiales de los grandes actores del sector. Sin embargo, se enfrenta también a retos vinculados a su geografía y su estructura económica. Las autoridades son conscientes de que algunos de estos desafíos requieren de la colaboración con empresas extranjeras. Navarra puede tener su oportunidad.

2. Un gobierno comprometido con un futuro verde

Para el Gobierno taiwanés la transición hacia un modelo basado en energías renovables es una prioridad desde hace más de diez años y, desde el inicio del gobierno de Tsai Ing-wen, el compromiso y las acciones gubernamentales se han incrementado. El principal objetivo declarado es alcanzar la neutralidad de carbono para 2050, para lo cual se han establecido planes que disminuyan progresivamente la producción nuclear y reduzcan drásticamente las emisiones de carbono. Además, su intención es desarrollar un sistema de abastecimiento energético propio para reducir la dependencia del exterior. En 2016, desarrollaron un ambicioso plan con el fin de alcanzar un mix energético compuesto por 50 % de gas natural, 30 % de carbón y 20 % de energías renovables para el año 2025.

Imagen 4: Objetivos del mix energético para 2025



Fuente: The electric power supply and demand report of Taiwan (2018).

El Bureau of Energy (BoE por sus siglas en inglés) es el organismo responsable del sector de energías renovables y, como consecuencia directa del plan de 2016, aprobó en 2017 el *Electricity Act* con el objetivo de regular todos los niveles del sector energético y diversificar la industria eléctrica. En 2019, se modificó la *Renewable Energy Development Act*, aprobada en 2009, que regula el sector de las renovables y fomenta su uso y diversificación a nivel nacional. Esta enmienda dota de mayor flexibilidad a las *feed in tariff* (balance neto o medición neta de electricidad), ya que

permite a los proveedores de energía cambiar entre este sistema y el sistema *wheeling* (transporte de energía eléctrica a través de líneas de transmisión). Esto les permite abastecer a empresas concretas sin exponerse al riesgo de ser excluidos del sistema de *feed in tariff* en caso de incertidumbre económica. Un factor clave es que, a través de estas normativas, el Gobierno abrió el mercado energético a actores extranjeros, pero exclusivamente en el ámbito de las energías renovables. Las empresas navarras deben interpretar esta medida como un claro llamamiento a la acción. Taiwán desea colaborar con actores experimentados dentro del sector de forma inmediata para desarrollar una fuerte industria local que les ayude a alcanzar sus objetivos energéticos en 2050. Y no solo eso, sino que además, dada la importancia de la industria tecnológica en la zona, la entrada a este mercado puede generar sinergias en el ámbito de la I+D de las energías renovables.

Pero los organismos regulatorios taiwaneses no se han conformado con la aprobación de las enmiendas previamente mencionadas, sino que también han creado una serie de medidas de carácter más operativo que facilitan la entrada de nuevos actores en este sector. Una de ellas son los Certificados de Energías Renovable de Taiwán (T-RECs por sus siglas en inglés), cuya finalidad es apoyar las compras domésticas de energías renovables y permitir acuerdos cerrados directamente entre el proveedor y el consumidor de la energía. A finales de 2021, ya se han expedido 829 104 certificados (National Renewable Energy Certification Center, 2021). Anteriormente, las únicas opciones disponibles eran los Certificados de Energía Renovable Internacionales (I-RECs por sus siglas en inglés) y la venta directa a través de Taipower. Por otro lado, en 2019 se consiguió que los Acuerdos de Compra Energética (PPAs por sus siglas en inglés) fueran viables a nivel técnico, los cuales consisten en un contrato firmado entre el proveedor, el comprador y Taipower (RE100, 2020).

El primero en adquirir un PPA fue Google en 2019 para su centro de datos en Tainan, para el cual se asociaron con Diode Ventures, Taiyen Green Energy (臺鹽綠能), J&V Energy (雲豹能源) y New Green Power (永鑫能源) (Hanna, 2019). En 2020, TSMC anunció el PPA más grande del mundo tras firmar un contrato de precio fijo a 20 años con Ørsted, con una capacidad de 920 MW en los parques eólicos *offshore* Greater Changhua (Ørsted Taiwán, 2020). A pesar de las grandes dimensiones de estos acuerdos, también existen otros de menor magnitud, como el firmado por WPD en 2021, gracias al cual será responsable de un proyecto fotovoltaico de 1 MW en la ciudad de Taoyuan, un importante núcleo industrial en el noroeste de Taiwán, siendo este el proyecto más grande de la empresa en la isla hasta la fecha (WPD, 2021).

Esta diversidad en cuanto a los proyectos firmados debe suponer un aliciente para que las empresas españolas y navarras apuesten por introducirse a mayor o menor escala dentro de la región, ya que la adjudicación de un proyecto de menor tamaño puede brindar múltiples oportunidades a medio y largo plazo.

La Administración Tsai ambiciona convertir Taiwán en un referente de la industria de las renovables en Asia –aspecto que se detallará más adelante– lo que supone contar con una política de inversiones en el sector durante los próximos años.

Por ello, es importante no perder de vista las opciones de colaboración a las que da pie la entrada de actores extranjeros exclusivamente en este sector energético. Estas medidas no solo presentan posibilidades de inserción en el ámbito comercial, sino que también permite desarrollar proyectos de investigación tecnológicos conjuntos con empresas e instituciones locales, lo cual tiene una proyección que va mucho más allá de asentarse en el mercado taiwanés o extenderse dentro de la región Asia-Pacífico.

Apostar por la I+D para ganar posicionamiento internacional:

la Ciudad de las Ciencias de Shalun

El Gobierno taiwanés también está tomando medidas para promover el conocimiento y la innovación de la industria tecnología de la energía verde. Estos aspectos se encuentran bajo la responsabilidad del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST por sus siglas en inglés).

Una de ellas es la construcción de la Ciudad de las Ciencias de Shalun, en Tainan (Shalun Green Energy Science City). Este proyecto tiene como meta crear un espacio en el que convivan sistemas de transporte inteligentes con bajas emisiones, parques ecológicos inteligentes, áreas de prueba de vehículos autónomos y otras construcciones relacionadas. Además, se intenta acelerar el crecimiento de un entorno creativo para la innovación industrial y ayudar a integrar el desarrollo en áreas clave: generación de energía, conservación de energía, almacenamiento de energía y sistemas inteligentes. Se inició en 2018 y, aunque aún no ha finalizado, a día de hoy ya cuenta con diversas instalaciones, como un laboratorio para vehículos inteligentes, un centro de exhibiciones, una residencia inteligente de energía verde circular, entre otras (臺南， 2021).

Otro proyecto que el MOST está llevando a cabo es el Green Energy Technology Research Center. Su construcción comenzó en 2020 dentro la Ciudad de las Ciencias de Shalun y servirá como proveedor de servicios en el campo de la investigación de «tecnología verde» para la industria y la academia. El objetivo de esta instalación es fomentar el desarrollo tecnológico con visión de futuro y cultivar talentos prácticos que estén especializados en energías renovables (Ministry of Science and Tecnology, 2021).

3. Actores y procesos que no hay que perder de vista

El entramado taiwanés relativo a las energías renovables es complejo e incluye desde los organismos políticos de más alto nivel hasta los gobiernos municipales.

En 2016, el Yuan Ejecutivo (equiparable al Consejo de Ministros) creó la **Office of Energy and Carbon Reduction** (OECR). Este ente actúa como la máxima autoridad para la toma de decisiones sobre políticas nacionales del sector. Se creó con el objetivo de coordinar los esfuerzos de las distintas agencias estatales y establecer alianzas entre el gobierno central y las administraciones municipales, entre otros.

Por otro lado, el ya mencionado **Bureau of Energy** (BoE), dependiente del Ministerio de Economía (MOEA por sus siglas en inglés), es el responsable de definir y llevar a la práctica los objetivos, políticas y proyectos aprobados por el Yuan Ejecutivo. Entre sus obligaciones, debe crear y gestionar normativas de regulación energética, otorgar permisos para todos los pasos del proceso energético, incentivar programas educativos sobre energía, fomentar la cooperación internacional, etc. Además, es el responsable de impulsar la investigación y el desarrollo de tecnología relacionada con las energías renovables y el almacenamiento energético.

Cabe mencionar igualmente al **Environmental Protection Administration's** (EPA), el organismo responsable de la protección y la conservación del medio ambiente. Expide las evaluaciones de impacto medioambiental (EIA por sus siglas en inglés), requisito necesario para llevar a cabo «proyectos verdes».

Otros organismos gubernamentales que participan en los procesos legislativos y administrativos relativos a las energías renovables son:

1. Council of Agriculture (CoA)
2. Ministry of Finance (MOF)
3. Maritime and Port Bureau (MPB)
4. Industrial Development Bureau (IDB)

En el Anexo I aparece información más detallada sobre estos y otros actores nacionales importantes dentro del mercado.

Es fundamental destacar que las autoridades municipales también juegan un papel crucial en el desarrollo del sector energético de las renovables, ya que cuentan con la información clave necesaria para las licitaciones de proyectos (requisitos, actores preferentes, etc.) y, en muchas ocasiones, son los responsables de hacer públicos estos datos. Por lo tanto, es muy recomendable contar con un equipo propio que esté en contacto con los ayuntamientos de la zona si se quiere entrar en este mercado.

3.1. Taipower y el fin del monopolio energético

Taiwan Power Company (Taipower) es una empresa estatal que, hasta 2017, representaba el monopolio de la generación, transmisión, distribución y venta de energía en Taiwán. A pesar de que Taiwán comenzó a permitir la inversión privada extranjera en productores de energía independientes (IPPs por sus siglas en inglés) en 1995, no fue hasta la publicación de la enmienda del *Electricity Act* en 2017 que las entidades privadas pudieron incorporarse al mercado de comercialización de la electricidad. Esta enmienda divide el sector eléctrico entre empresas generadoras de energía, empresas de transmisión y distribución de energía, y empresas con capacidad de venta de energía. Supuso un cambio en la estructura y el marco regulatorio del mercado de la electricidad a nivel nacional, ya que permitió la entrada de competidores dentro del sector de las energías renovables exclusivamente.

Imagen 5: Logo de Taipower

Fuente: Taipower

Otro de los puntos de la enmienda *Electricity Act* es la obligación de Taipower de dividirse en dos empresas independientes para el año 2023: una encargada de la generación de energía y otra responsable de la distribución y las ventas. A pesar de la apertura, Taipower sigue teniendo el control sobre la red de transmisión y distribución que, actualmente, requiere mejoras significativas para la implementación de fuentes de energía renovables.

A parte de ser el único encargado de la transmisión y la distribución energética, Taipower también es un actor importante dentro del mercado de energías verdes. En los últimos diez años ha incrementado paulatinamente las instalaciones destinadas a la generación de este tipo de energía, alcanzando un 18,5 % en 2020. Asimismo, el Gobierno solicitó a la empresa que comprara toda la electricidad generada por las centrales de recursos renovables con la tarifa al por mayor estipulada por las autoridades competentes. De esta forma, el Gobierno taiwanés estimula la inversión privada en fuentes de energías renovables, principalmente solar y eólica, ya que así no se ven afectadas por la oferta y la demanda del sistema eléctrico.

3.2. ITRI: líderes en investigación y desarrollo en Taiwán

El Instituto de Investigación de Tecnología Industrial (ITRI por sus siglas en inglés) es un organismo de investigación sin ánimo de lucro encargado del desarrollo científico-técnico de Taiwán. Depende del MOEA y, desde el año de su fundación en 1973, ha contribuido considerablemente a que el sector secundario taiwanés se convirtiese en una industria de alto nivel, desarrollando tecnología y servicios innovadores aplicables al sector.

Imagen 6: Logo de ITRI

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

Fuente: ITRI

Su alcance va más allá de las fronteras de Formosa, ya que además de las sedes del Instituto en Taiwán, también cuenta con oficinas en Japón, Rusia, Países Bajos y Alemania. Asimismo, tiene una filial en EE.UU. ubicada en Silicon Valley. En España ha firmado acuerdos con el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial y, concretamente en Navarra, con Herrera-Zhang. Su investigación se centra en diversos ámbitos, entre los que se encuentran la inteligencia artificial, la ciberseguridad, la industria inteligente, los semiconductores (grandes protagonistas del tejido industrial taiwanés), etc.

Está alineado con los objetivos del Gobierno y es una pieza fundamental para el desarrollo de la economía circular de bajo carbono en la región, la cual incluye también la energía verde. El departamento más destacado dentro de este ámbito es el Industry, Science and Technology International Strategy Center (ISTI). Además, cuenta con un centro tecnológico especializado en energías renovables, el Green Energy and Environment Research Laboratories (GEL).

El ITRI participa en proyectos estatales, como por ejemplo en la Ciudad de las Ciencias de Shalun, mencionada previamente, la cual cuenta con un importante volumen de personal del Instituto, siendo el número de trabajadores 338 en junio de 2021. Se trata de una entidad muy proactiva que busca crear sinergias con otras instituciones académicas y centros de investigación e innovación de todo el mundo. Pero no solo depende del *know-how* exterior, sino que también desarrollan tecnología puntera propia. Una de las últimas patentes del ITRI son los «Módulos fotovoltaicos fácilmente desmontables», enmarcados dentro de la «Estrategia tecnológica y Hoja de Ruta 2030». Estos se adelantan al futuro problema de la gestión de residuos procedentes de los paneles solares obsoletos, que pueden suponer un importante foco de desechos.

3.4. Asociaciones del sector de las renovables

Al igual que en otros países del mundo, en Taiwán también existen asociaciones que reúnen a distintas empresas de un sector concreto. En el contexto de las energías renovables, algunas de las más relevantes son las siguientes:

Nombre y sitio web	Descripción
Taiwan Photovoltaic Industry Association (TPVIA)	Esta Asociación se fundó conjuntamente gracias a la industria relacionada con la energía fotovoltaica y al ITRI. Es una organización sin ánimo de lucro cuyos miembros abarcan todos los sectores de producción e investigación, incluyendo materiales, células solares, módulos, tecnología de sistemas, materiales accesorios, equipos de fabricación y otras cadenas industriales. https://www.tpvia.org.tw/index.php
Taiwan Wind Energy Association (TWEA)	Se trata de una organización social sin ánimo de lucro que agrupa principalmente a instituciones y personal del sector la energía eólica. Su objetivo es promover la energía eólica doméstica mediante el desarrollo de plataformas de servicios, la integración de varios ámbitos relacionados a nivel nacional y el asesoramiento gubernamental sobre políticas de energía eólica. http://www.twnwea.org.tw/
Taiwan Offshore Wind Industry Association (TOWIA)	Esta Asociación fue creada el 10 de marzo de 2021 con el fin de promover el desarrollo de la industria de energía eólica marina, cultivando la cadena de suministro local de Taiwán y fomentando la fuerza industrial, el talento y los intercambios tecnológicos.
PV Generation System Association (PVGSA)	Se trata de una asociación del sector solar fotovoltaico que promueve el desarrollo de la energía defendiendo la toma de acciones para la mejora de la red eléctrica, la creación de redes inteligentes y la privatización del sector. https://www.pvgsaroc.org.tw/index.php

Tabla 2: Asociaciones taiwanesas en el ámbito de las energías renovables
Fuente: elaboración propia

Tras consultar con distintos actores locales, podemos concluir que el objetivo de estas entidades es promover el desarrollo y proteger el sector, para lo cual realizan tareas diversas, como organizar eventos tanto a nivel nacional como internacional. Además, en ocasiones actúan como asesores del Gobierno. Son los portavoces de las empresas ante el mismo, ya que fomentan la creación de políticas y regulaciones o sugieren que estas sean modificadas si se considera necesario. Por último, las empresas que deseen solicitar subvenciones a nivel estatal o municipal deben hacerlo generalmente a través de estas asociaciones que cuentan con el reconocimiento gubernamental.

4. La realidad actual de Taiwán: el eólico *onshore*, ¿una futura cabeza de puente?

Desde el inicio del nuevo milenio, a través del BoE y el MOEA, el Gobierno taiwanés fomentó el desarrollo y la aplicación del eólico terrestre llevando a cabo exploraciones sobre los recursos, creando guías técnicas, investigando y aportando subvenciones para adquirir equipamiento.

El *onshore* vio nacer los primeros proyectos eólicos taiwaneses hace 20 años, entre los que destacan algunos como la instalación del Mailiao Wind Power Demonstration System en el año 2000, situado en la costa oeste de Taiwán y con una capacidad reducida de 2,64 MW. Otra instalación pionera fueron las ocho turbinas terrestres del campo de Penghu Zhongtun.

Actualmente, el *onshore* produce más electricidad que el *offshore*, 1695,9 (10^6 kWh) contra 175,4 (10^6 kWh) respectivamente, pero la tendencia favorece claramente al segundo, que crece rápidamente como veremos a continuación. El *onshore* quedó en un segundo plano dentro de la estrategia gubernamental desde que el Four-year Wind Power Promotion Plan (2017–2020) dio prioridad a la energía *offshore* para alcanzar los objetivos energéticos a los que hemos hecho referencia en el primer apartado. El mayor potencial del *offshore*, combinado con diversos problemas para el despliegue de nuevos parques eólicos terrestres (disponibilidad de terreno, conflictos de uso, impacto medioambiental, etc.), explica la decisión del Gobierno. (Tsai, 2021).

En consecuencia, Taiwán solo cuenta con 30 parques *onshore* –28 de ellos en funcionamiento– y con un total de 405 aerogeneradores (Blas Pradillo, 2020). Respecto a la potencia total alcanzada, en 2020 se situó en 726 MW. El objetivo gubernamental es de alcanzar en 2025 los 1200 MW y los 450 aerogeneradores.

Los parques son tanto propiedad del Estado como privados. Estos últimos se encuentran en manos de inversores locales como por ejemplo Chung Hsin Electric, Fortune Electrick o Luxe Electric. Por otra parte, los parques estatales están controlados por la empresa Taipower, como el de Jhongtun, en el condado de Penghu, el segundo parque más antiguo de Taiwán, y el de Chupei Township, en el noroeste de Formosa.

Entre los actores eólicos extranjeros con presencia en la región, destaca la empresa alemana Enercon como principal proveedor de turbinas. También encontramos empresas responsables de proyectos de menor tamaño, como la danesa Vestas o la estadounidense General Electric (The Wind Power, 2021). A pesar del papel que juegan los proveedores extranjeros, la participación de empresarios locales en la cadena de suministro ha adquirido un gran peso. Esta tendencia no ha hecho más que agudizarse, lo cual ha motivado a muchos de ellos a unirse a alguna de las

asociaciones mencionadas previamente: la Taiwan Wind Energy Association o la Taiwan Wind Turbine Industry Association (Flanders Investment&Trade, 2014).

Imagen 7: Cadena de suministro en el sector eólico *onshore* de Taiwán

Fuente: Flanders Investment&Trade

Las entrevistas realizadas confirman las conclusiones derivadas de la consulta de documentación: la antigüedad del parque eólico *onshore* taiwanés –entre 15 y 20 años– se encuentra en el límite de la vida útil de los aerogeneradores. La obsolescencia sitúa los parques lejos de los estándares de potencia actual. A pesar de que no exista ninguna especificación legal sobre el *repowering* de las turbinas antiguas, tras consultar con expertos en el sector, nos consta el interés desde instancias políticas y técnicas de abordar esta cuestión. La tendencia taiwanesa es tener como referencia las experiencias de países europeos que, tras 20 años de uso, han comenzado a llevar a cabo el reemplazo de aerogeneradores.

Por otro lado, Taipower, el mayor propietario de parques *onshore* en la isla, no ha publicado ningún tipo de documentación que incluya un plan explícito para realizar este cambio de material a corto plazo. El único compromiso que ha expresado la empresa es la voluntad de dotarse de un sistema de *big data* para realizar un seguimiento del estado de salud de las turbinas eólicas (Taipower, 2021).

No obstante, algunos medios han mencionado que Taipower ha establecido estándares para las políticas de *repowering* este año. Asimismo, Tsai Ying-Sheng, Director del Departamento de Energías Renovables de Taipower, hizo unas

declaraciones sobre el proyecto de *repowering* en el parque eólico *onshore* de Zhongtun, que alcanza los 20 años en 2021. El Director explicó que estas políticas de sustitución deben tener en cuenta las condiciones de la población local, el medio ambiente, las instalaciones, etc., además de tener que revisar la eficiencia de los aerogeneradores. Este parque podría ser el primero en el que se aplique el *repowering* en todo Taiwán y se tenía previsto comenzar con el proceso a finales de 2021, aunque no ha habido noticias oficiales al respecto sobre el estado del proyecto, cuyo presupuesto inicial se estima que está en 5000 millones NTD (casi 160 millones de euros) (林, 2021).

Imagen 8: Parque eólico *onshore* de Zhongtun, Penghu

Fuente: National Renewable Energy Certification Center

En el caso de actores internacionales, el desarrollador alemán WPD encargó en septiembre de 2021 a Vestas un pedido de 50 MW para los parques eólicos Chuangwei 2, Leadway 2 y Hsinyuan. Concretamente en este último parque, la danesa incluirá seis turbinas V136-4,2 MW, las cuales serán los rotores terrestres más grandes de Taiwán.

En resumen, a pesar de que las autoridades y las instituciones responsables no se hayan pronunciado de forma oficial respecto a la edad de obsolescencia de las instalaciones *onshore* ni a las medidas a tomar, es importante tener en cuenta que la vida útil de estas infraestructuras suele ser de entre 20 y 25 años, periodo que muchos de estos parques ya han alcanzado. Teniendo en cuenta la saturación de los parques eólicos terrestres por la falta de espacio, los problemas de uso que generan con la población local y la antigüedad de los mismos, un cambio de material a gran escala podría permitir un aumento de la producción eléctrica sorteando los obstáculos previamente mencionados.

Puede vislumbrarse una tensión entre los objetivos gubernamentales y los intereses de rentabilidad de los propietarios de los parques. Sin embargo, posponer la modernización de las instalaciones ya existentes puede suponer un problema mayor si se quieren alcanzar los 1200 MW esperados para 2025. Por ejemplo, las cuatro turbinas Vestas V47/660 del parque de Mai Liao, de una potencia de 660 kW, están muy por debajo de los modelos de última generación que pueden superar los 5 MW, lo cual supone una clara desventaja competitiva.

La lógica indica que el sector eólico terrestre aún tiene posibilidades de crecimiento y que el *repowering* jugará un papel fundamental dentro de este proceso. Dicho esto, a pesar de falta de claridad en cuanto a las decisiones que se tomarán, se pueden vislumbrar las oportunidades de entrada y colaboración a corto y medio plazo. El sector navarro cuenta con la tecnología capaz de contribuir a la mejora de la eficiencia de estos parques terrestres. Merece la pena tomar la iniciativa y realizar propuestas de valor ante las autoridades o los actores predominantes.

La innovación navarra: una solución para el devenir del *onshore* taiwanés.

Siemens Gamesa es un actor importante de las energías renovables en Navarra. A finales de 2020, el fabricante hispano-alemán lanzó un nuevo modelo de turbina *onshore*: la SG5.X que, con una potencial de 5,8 MW, se sitúa entre los más potentes del mercado. Este aerogenerador es el resultado de una colaboración con el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) de Sarriguren, dónde fue diseñado y desarrollado. En el futuro, cerca de la mitad de las nacelles, multiplicadoras y componentes eléctricos de estas turbinas se realizarán en las nueve plantas de Siemens Gamesa en España. Los generadores se producirán en Reinosa (Cantabria), las multiplicadoras en Lerma (Burgos), los armarios eléctricos en Valencia y el ensamblaje de las nacelles tendrá lugar en Ágreda (Castilla y León). El modelo sigue con su filosofía *Made in Navarra* y una prueba es que los proveedores de Siemens Gamesa ingresaron 276 millones de euros en 2020.

Por otra parte, la empresa navarra Nabrawind desarrolló dos sistemas innovadores que pueden interesar a los constructores de aerogeneradores. El primero, llamado Nabralift, consiste en un sistema para elevar los aerogeneradores. Tiene la ventaja de facilitar la erección de los mismos, así como de reducir los costes del proceso, por ejemplo de cimentación. El sistema se puede adaptar a las torres existentes, lo cual lo hace fácilmente exportable. El segundo sistema, llamado Nabrajoint, consiste en separar la fabricación de palas en varias piezas para luego ensamblarlas in situ. Tiene la ventaja de facilitar la logística y el transporte de las palas, evitando un trayecto por carreteras con piezas que pueden alcanzar los 70 m. Esto puede resultar una ventaja en el momento de instalar un aerogenerador en la compleja orografía taiwanesa.

5. Objetivo declarado: convertirse en el *hub* de las energías renovables en Asia

Taiwán cuenta con una ubicación estratégica dentro de la región Asia-Pacífico. El país está ubicado en una zona subtropical con elevados niveles de radiación solar y con unos de los recursos eólicos más abundantes del mundo. Además, está rodeado de mercados internacionales clave, lo cual le otorga un increíble potencial para convertirse en el *hub* asiático de las energías renovables. Las autoridades taiwanesas son conscientes de estas ventajas y están decididas a aprovecharlas.

Los sectores energéticos escogidos por el Gobierno para liderar sus ambiciosos planes de futuro son el eólico marino y el solar fotovoltaico, los cuales desarrollaremos más detalladamente en los siguientes epígrafes. A pesar de los retos que plantea la construcción de este tipo de instalaciones, el Gobierno ha apostado por ellos para alcanzar el 20 % de producción energética procedente de energías renovables.

Este objetivo es equiparable a 27 GW de capacidad instalada aproximadamente. Para lograrlo, las autoridades tienen la intención de construir parques fotovoltaicos y eólicos *offshore* capaces de generar 20 GW y 5,7 GW respectivamente (US Taiwan Business Council, 2021).

Imagen 9: Distribución y capacidad instalada de renovables

Fuente: National Statistics Republico of China (Taiwan)

La pandemia de la COVID-19 ha supuesto un bache importante para la generación de energía renovable, sin embargo, la capacidad instalada ha seguido aumentando en los últimos años, alcanzando un 16,4 % en 2020 (Bureau of Energy, 2020), lo cual es una muestra clara de la tendencia de crecimiento positiva de este mercado.

Sin embargo, esta apuesta por las renovables va un paso más allá de querer cubrir las necesidades energéticas y medioambientales de Taiwán. Es una apuesta de futuro. La transición energética puede proteger y expandir la posición de Taiwán en el mercado mundial. Como proveedores de las cadenas de valor tecnológicas internacionales, la industria taiwanesa se enfrenta a los «requisitos verdes» impuestos por los gigantes del sector. Si no quieren quedarse fuera, deben adaptarse a esta nueva tendencia.

Tsai Ing-wen comprometida con reforzar la presencia de Taiwán en las cadenas de suministro mundiales

La presidenta electa de Taiwán desde 2016 ha expresado públicamente en numerosas ocasiones la importancia del sector de las energías renovables para el país, participado en inauguraciones de distintos eventos de gran relevancia como el Taiwan Energy 2020 y Taiwan Energy 2021 (este último celebrado en diciembre de este mismo año), además de reiterar la dirección que debe tomar la región hacia la transición energética con el fin de mejorar la competitividad de Taiwán globalmente.

Tsai Ing-wen: «El sector de la energía verde debe tener una posición clave en cualquiera de nuestros planes, porque solo el desarrollo estable de la misma podrá garantizar que alcancemos nuestros objetivos de transición energética y que cumplamos los nuevos estándares de la cadena de suministro internacional. […] Durante el periodo de selección de los emplazamientos, iniciamos estudios medioambientales y comunicaciones a nivel social para ayudar a los actores de la industria a comprender mejor las dificultades a las que pueden enfrentarse. […] Espero que mediante la asistencia y la orientación de asociaciones como esta, puedan surgir modelos que permitan que el público comprenda mejor el significado y el valor de este tipo de energía. Garantizar la estabilidad del suministro de energía verde es una forma de fortalecer la ventaja competitiva del Taiwán en la cadena de suministro internacional. Muchas empresas internacionales exigen un porcentaje de energías renovables en su cadena de suministro, e incluso algunas exigen que este porcentaje sea del 100 %. Este aumento en el uso de energía verde no solamente se adapta a las tendencias a nivel mundial, sino que también nos puede ayudar a adentrarnos en las cadenas verdes de suministro como las de Apple, Microsoft, Amazon, Facebook, etc. Hagamos que Taiwán siga siendo un eslabón clave de la cadena.» (中華民國總統府, 2021).

Asimismo, Taiwán quiere convertirse en un referente dentro de la región Asia-Pacífico, especialmente en el ámbito del eólico *offshore*. A pesar de que la industria eólica marina esté menos desarrollada en esta región que en países europeos, el Gobierno taiwanés no quiere dejar pasar la oportunidad que representa el deseo de expansión de los desarrolladores internacionales. En la actualidad, se trata del segundo mercado *offshore* de mayor tamaño en la región, a pesar de que la capacidad instalada solo sea un 5 % del potencial máximo factible (EY, 2021).

Teniendo esto en cuenta, no es de extrañar que se apueste por la implantación, el desarrollo y la investigación en este campo. Desde los diversos organismos gubernamentales se han llevado a cabo acciones que contribuyen a su ambicioso objetivo de posicionamiento global. No obstante, existen dudas sobre si se podrán alcanzar las metas esperadas, dada la situación actual. Por ello, las autoridades y los actores locales consideran que la participación de actores extranjeros capaces de contribuir a los objetivos energéticos es un aspecto favorable. Las empresas españolas no deben perderlo de vista.

OBJETIVOS DE ENERGÍAS RENOVABLES						
Tipo	CAPACIDAD INSTALADA (MW)			GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD (TWh)		
	2020	2021	2025	2020	2021	2025
Solar fotovoltaica	5817	8750	20 000	6,1	8,9	22,7
Eólica onshore	726	787	886	1,8	1,8	2,2
Eólica offshore	128	557	5617	6,7	6,1	14,4
Geotérmica	0,3	1	20	0,02	0,02	1,02
Biomasa	718	711	778	3,76	3,8	4,1
Hidroeléctrica	2093	2093	2122	3	5	5
Pila de combustible	-	1	1	0	0,0004	0,0009
TOTAL	9482	12 900	29 424	15,3	20,1	48,5

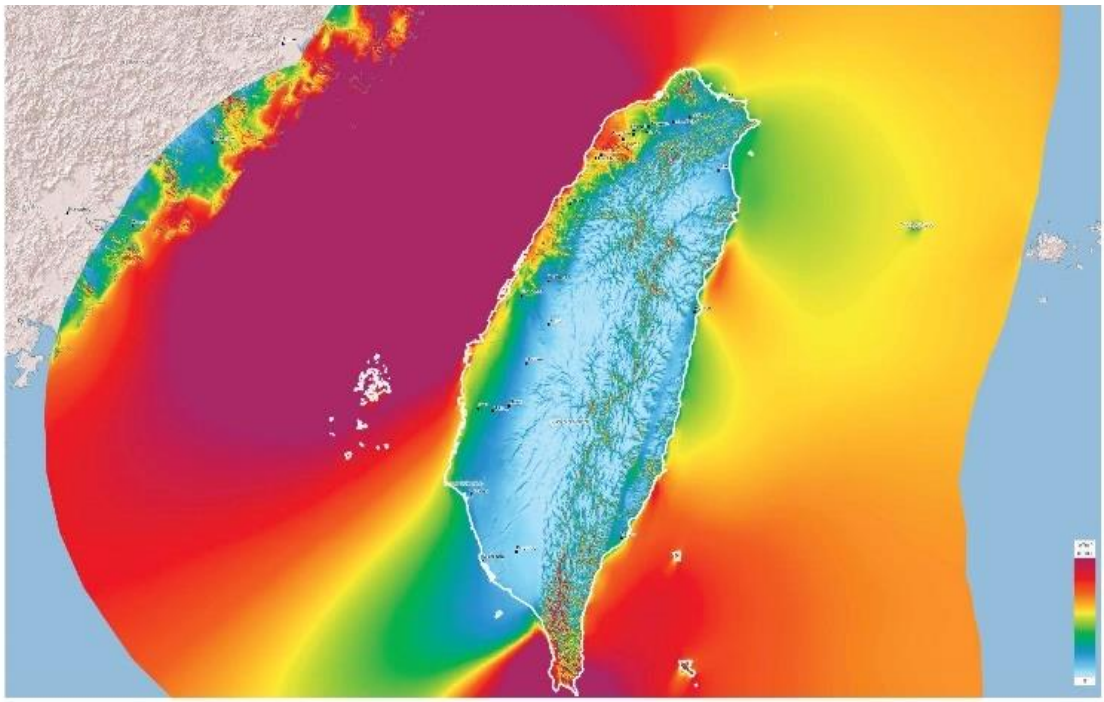
Tabla 3: Objetivos de energías renovables para 2025

Fuente: Jones Day, White paper, Taiwan Offshore Wind Farm Projects.

5.1. El eólico *offshore*: estrategia privilegiada por las autoridades taiwanesas

El eólico *offshore* cuenta con un apoyo preferencial del Gobierno gracias a su alto potencial. El estrecho de Taiwán, en la costa oeste del país, constituye un lugar idóneo para el sector eólico marino gracias a la velocidad de los vientos, que alcanza aproximadamente los 11,24 m/s. Sin embargo, la profundidad de algunas áreas, el impacto de los tifones y la actividad sísmica de la región constituyen importantes retos técnicos. Taiwán se convierte, de este modo, también en un campo de pruebas para adaptar una tecnología inicialmente desarrollada para los mares del norte. Esta abundancia de recursos eólicos marinos presenta grandes oportunidades para los inversores interesados en este tipo de parques y la industria ya ha comenzado a dar sus primeros pasos.

Imagen 10: Densidad de potencia media del viento en Taiwán



Como se puede observar en la imagen, las zonas de color púrpura representan una densidad de recursos eólicos muy elevada. Esta potencia del viento se concentra en el estrecho de Formosa principalmente y también en la parte sur de la isla.

Fuente: Global Wind Atlas

En la actualidad, Taiwán cuenta con una potencia de 2 GW gracias al *offshore*. Existen dos parques en funcionamiento: Formosa 1 OWF fase 1 y Formosa 1 OWF fase 2. Otros 96 proyectos están en fases de desarrollo y 63 de ellos ya tienen propietarios, siendo estos los grandes actores asiáticos del sector, como la empresa japonesa JERA o la taiwanesa Swancor y empresas europeas como las danesas Ørsted y Copenhaguen Infraestructure Partners (CIP) (4Coffshore, 2021). Los demás parques están pendientes de atribuir a través de un proceso de subastas que cuenta con varias fases y que tiende a ser largo.

El 2021 ha sido un año clave en el que empresas de todo el mundo han fijado su atención en Taiwán, ya que el MOEA anunció oficialmente el inicio de la tercera fase del desarrollo de parques eólicos *offshore*. Se aceptarán solicitudes para la construcción de nuevos proyectos, lo que supone un pistoletazo de salida en la carrera para adentrarse en el mercado taiwanés.

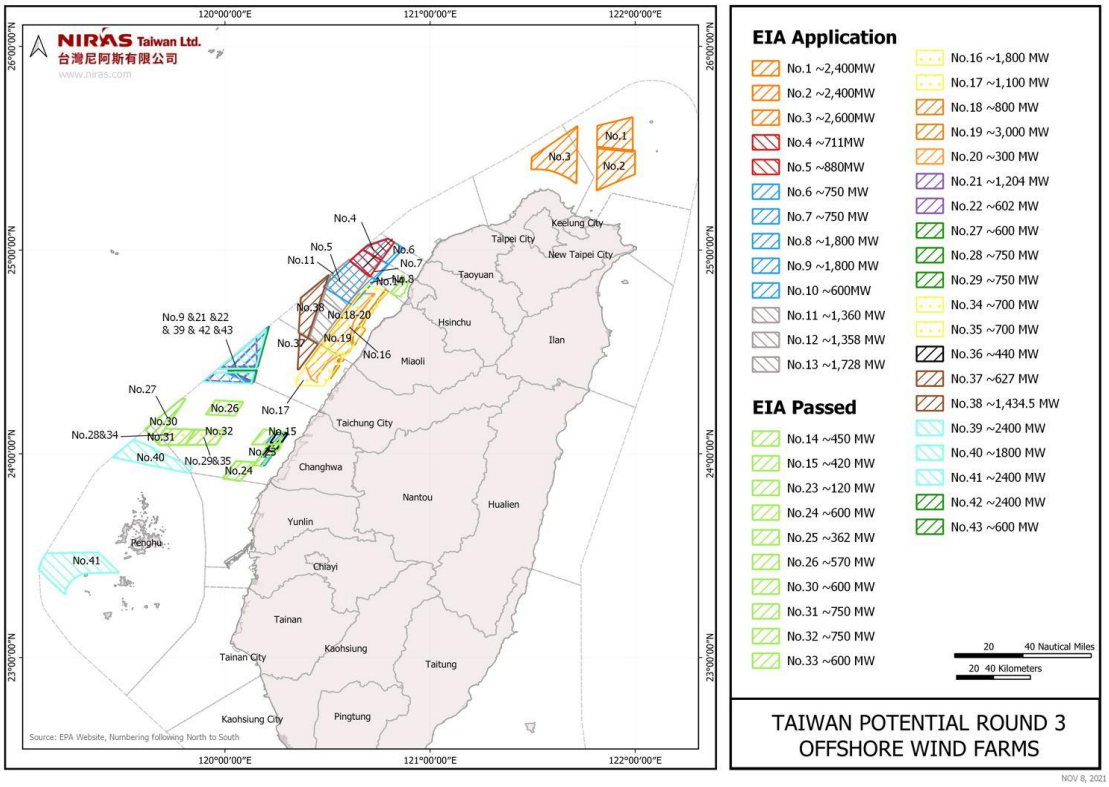
En esta fase, el Gobierno pretende alcanzar los 15 GW entre 2026 y 2035 (1,5 GW anualmente). El MOEA ha establecido un límite de capacidad por ronda de 500 MW por promotor. Esta decisión tiene como meta atraer a actores nuevos y evitar que unos

pocos dominen el mercado, a pesar de que vaya en contra de las tendencias a nivel internacional.

Durante la primera etapa, se asignarán 9 GW a los promotores escogidos a través de un proceso de selección, que a su vez también tendrá varias fases. Se comenzará con la asignación de 3 GW para el periodo entre 2026 y 2027, y el máximo precio que se podrá ofrecer será de 0,079 €/kWh (2,49 NTD/kWh) (Bowler et al., 2021). En una segunda etapa del proceso, los propietarios elegirán las empresas encargadas de entregar y mantener los aerogeneradores (Craig, 2021). Un requisito fundamental para poder participar en la subasta es que los promotores deben obtener la aprobación de inscripción del Bureau of Energy, además de la evaluación de impacto medioambiental, otorgado por la EPA (Ferry, 2021).

Comienza la cuenta atrás: el proceso de selección se iniciará en junio de 2022, anunciándose a los ganadores de la adjudicación en agosto de 2022.

Imagen 11: Parques eólicos *offshore* potenciales en Taiwán – Tercera fase



Fuente: Raoul Kubitschek 孔榮; NIRAS Taiwan/LinkedIn

EIA Application: Solicitud de evaluación de impacto medioambiental.

EIA Passed: Evaluación de impacto medioambiental aprobada.

Asimismo, los participantes deben presentar un plan de desarrollo que incluya colaboraciones con empresas taiwanesas. En esta ocasión los requisitos son más

flexibles en cuanto a la dependencia obligada de los actores extranjeros para con los productores locales. Ahora será necesario utilizar 26 componentes locales para el 60 % del desarrollo proyecto, permitiendo que el 40 % restante se obtenga de proveedores internacionales (Ferry, 2021).

Este tipo de colaboraciones en la cadena de suministro son un requisito importante –explícito o no– para las autoridades taiwanesas en la creación y desarrollo de este tipo de iniciativas. Un ejemplo que combina de forma efectiva las expectativas del Gobierno es el proyecto Taiwanese 595MW Changfang and Xidao, situado en el clúster de la zona de Changhua, en el cual CIP está cooperando con compañías taiwanesas

Siemens Gamesa y la creación del *hub* industrial de Taichung

Antes de la fusión con Gamesa, Siemens ya era un actor presente en los inicios del *offshore* taiwanés. Fue la empresa que, a finales de 2016, instaló las dos primeras turbinas marinas durante la primera fase del proyecto Formosa I, concretamente dos modelos SWT-4.0-120 de 4 MW cada uno (Europa-Press, 2018).

En la actualidad, Siemens Gamesa interviene en varios parques eólicos *offshore* en Taiwán y, en mayo de 2021, fue nombrada proveedor preferente de aerogeneradores para el macroproyecto de 1044 MW en el complejo eólico de Hai Long. Este acuerdo incluye tanto la instalación de la maquinaria como su mantenimiento. El grupo cambió de estrategia, decidiendo tener más presencia en la región, por lo que construyeron una fábrica de nacelles en el puerto de Taichung. El plan es que, a partir de 2022, se ensamblen las nacelles de aerogeneradores especialmente diseñados para las especificidades del mercado Taiwanés. También se realizarán ensayos y servirá de almacén.

Para embarcarse en este proyecto, la empresa firmó acuerdos con varias empresas locales que servirán como proveedores, entre los que podemos citar a:

- **AH Industries y YGG**: mecanizado para componentes de acero y metal.
- **Jupiter Bach**: composites para piezas de turbinas tales como carcasas y conos.
- **KK Wind Solutions (KK):** sistemas de control y convertidores.
- **Nissens**: sistemas de refrigerado.
- **RMG Steel**: partes de acero como láminas de metal y soldaduras.
- **SINBON Electronics (SINBON) y TA YA Electric Wire & Cable (TAYA):** cableado de bajo voltaje.
- **SINBON y Walsin Lihwa Corporation (Walsin Lihwa):** cableado de bajo voltaje.
- **TECO Electric & Machinery (TECO):** motores de yaw.
- **Walsin Lihwa:** cables de alto voltaje.
- **Wuerth:** bandejas para cables y sujeciones.

Pero no solo eso. Siemens Gamesa ya está preparando el siguiente paso a seguir con la ampliación de la factoría de Taichung, que contará con dos naves y un almacén más, lo cual le permitirá transformarse en un verdadero *hub* industrial. Quieren que sea la cabeza de puente de la actividad eólica *offshore* de la empresa para toda la región Asia-Pacífico. Con esta ampliación, se reforzará de nuevo la cadena de suministro local, a la que Atech y el grupo tecnológico Yeong Guan Energy (YGG) se han unido (Siemens Gamesa, 2020).

en todas las fases de la cadena de suministro, entre las cuales se incluyen Century Iron & Steel Industrial Company Limited, TECO, Hung Hua Construction y CTCI (CIP, 2021).

Por otra parte, minimizar los problemas medioambientales y aprovechar las aguas profundas es uno de los retos clave para desarrollo de la industria eólica marina. En aguas con una profundidad superior a los 50 m o 60 m, no es factible construir estructuras fijas. El estrecho de Formosa tiene un potencial de 90 MW en estas zonas (Chu, 2021). Es por ello que las alternativas no se han hecho esperar. Un ejemplo es proyecto TROPOS, perteneciente al programa Ocean of Tomorrow, dentro del Séptimo Programa Marco de la UE. Este se centra en desarrollar un sistema de plataformas flotantes multiusos que puedan utilizarse en aguas profundas. Las ubicaciones actuales del proyecto son Creta, Gran Canaria y Taiwán. El objetivo de estas construcciones es reducir el uso de terreno y utilizar el espacio marino de una manera más sostenible. La plataforma instalada en Taiwán combina actividades pesqueras y relacionadas con la producción de algas con un sistema de conversión de energía térmica oceánica (Chen et al, 2020). Teniendo en cuenta el enorme potencial de estas áreas y la puesta en marcha de instalaciones de estas características, las empresas españolas deben plantearse seriamente las oportunidades que ofrece este sector del mercado. Contar con «proyectos hermanos» en la isla de Formosa puede favorecer el intercambio de tecnología, información clave, etc., e incluso dar lugar al desarrollo conjunto de nuevos sistemas aplicables a la situación geográfica marina taiwanesa.

Taiwán tiene la intención de desarrollar considerablemente el sector eólico *offshore* en los próximos años, incluso más que otros territorios que pueden parecer un mercado más atractivo a corto plazo, como Corea del Sur (Ferry, 2021). Aunque cuente con una economía próspera y tecnológicamente avanzada que incluye a importantes actores de la economía mundial, Taiwán es consciente de su falta de experiencia en este sector, ya que muchos proveedores locales no cuentan con el *know-how* o la capacidad suficiente para embarcarse en proyectos de esta categoría. Las distintas organizaciones taiwanesas están abiertas a la cooperación y a la búsqueda de talento y conocimientos de especialistas. En este aspecto, el rango y el ámbito de trabajo pueden ser muy amplios. No solo abarcan los campos previamente mencionados, sino que las oportunidades son transversales. Por ejemplo, se pueden necesitar geólogos e ingenieros que determinen el potencial de una zona, la viabilidad de un proyecto y buscar soluciones a las barreras naturales que supone la orografía de la isla, o mediadores que sean capaces de solucionar conflictos de uso, entre otros expertos que puedan aportar un valor añadido al proceso de transición energética de la región. Por todo ello, se presenta como un territorio con un increíble potencial de entrada y de desarrollo *offshore* para actores extranjeros que cuentan con la tecnología y la experiencia necesaria.

Los aerogeneradores flotantes de Eolfi: una opción para las aguas profundas del estrecho de Taiwán

Eolfi es una empresa francesa que, desde 2011, desarrolla aerogeneradores flotantes. Utilizando este tipo de tecnología, el aerogenerador no necesita una base próxima a la plataforma continental, sino que cuenta con una plataforma flotante semi sumergible, una técnica similar a la de las plataformas petrolíferas. Sus aerogeneradores tienen una potencia de 6 MW, un poco por debajo de modelos actuales *offshore*, y se pueden instalar en aguas más profundas que los aerogeneradores clásicos. Al encontrarse más alejados de la costa, reducen considerablemente los conflictos de uso con otros actores, además de disminuir el impacto visual de la instalación.

Este tipo de estructuras son una alternativa más respetuosa con el medio ambiente, ya que la ausencia de infraestructuras submarinas reduce el impacto sobre los ecosistemas marinos. Los aerogeneradores se ensamblan en tierra y son remolcados directamente al mar, lo cual supone un proceso logístico mucho más sencillo, incluso cuando es necesario realizar tareas de mantenimiento. Sin embargo, se trata de una tecnología con un precio bastante elevado y algunos expertos hablan de incluso el doble del *offshore* clásico. Además, se desconoce su fiabilidad (Le Gorgeu et al, 2020).

El parque Eolfi Greater China, situado frente a la costa del condado de Taoyuan y con una potencia de 2000 MW, será el lugar elegido para experimentar con este novedoso sistema. Las empresas encargadas de hacerlo serán Eolfi y la española Cobra.

En el territorio navarro, CENER ya ha participado en proyectos de diseño y desarrollo de este tipo de instalaciones, como FLAGSHIP, lo cual ofrece una clara ventaja competitiva frente a los proveedores locales. Esto además ofrece múltiples posibilidades, desde entrar en las cadenas de suministro locales, hasta asociarse con empresas taiwanesas o asiáticas y trabajar de forma conjunta en la creación de nuevas y más eficientes tecnologías.

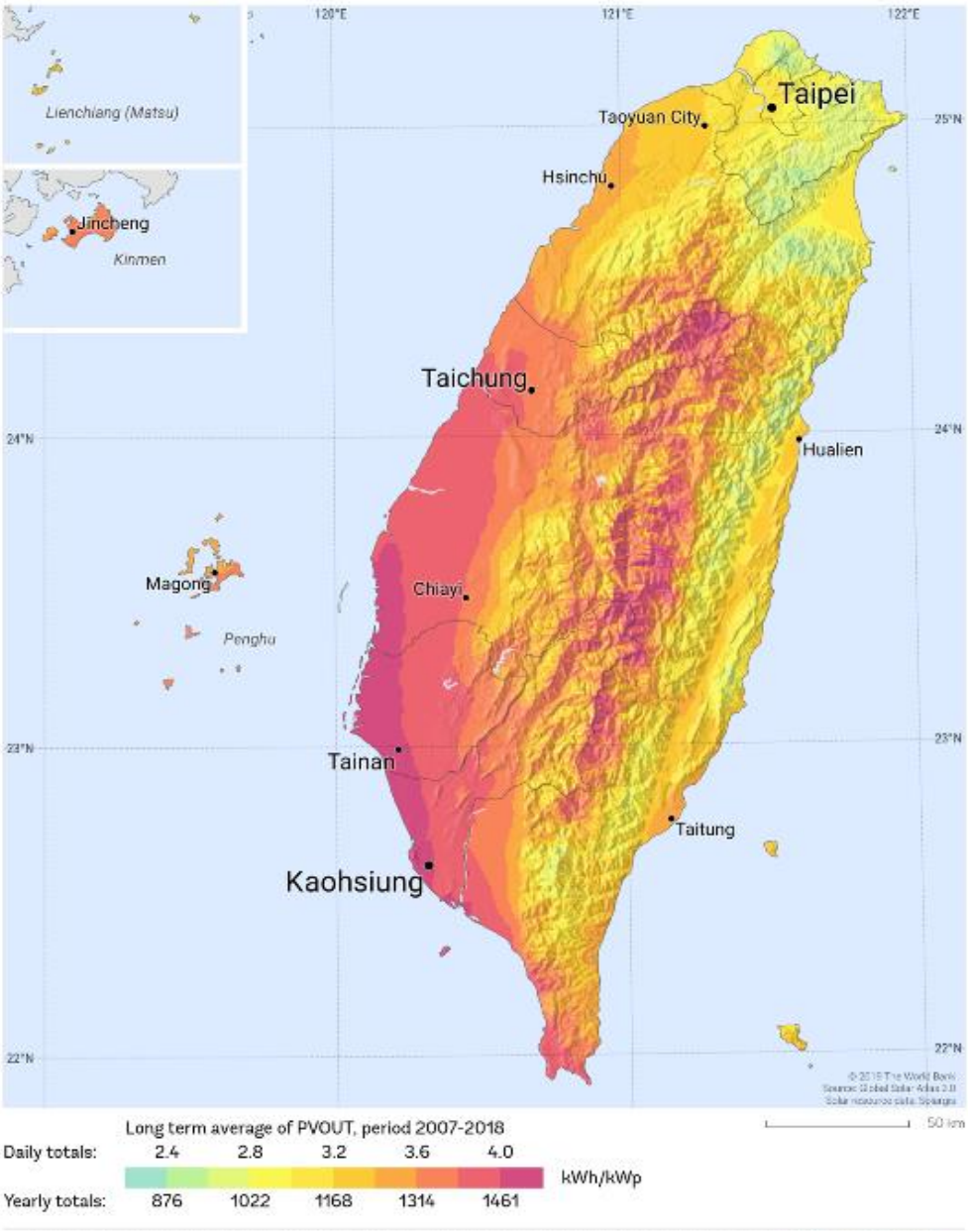
Imagen 12: Paisaje en Taiwán

Fuente: Pixabay

5.2. El fotovoltaico: un punto fuerte de Taiwán

Como ya mencionamos anteriormente, el potencial energético fotovoltaico de Formosa es muy alto debido a los elevados niveles de radiación solar a la que está expuesta esta región. En los últimos años, el sector fotovoltaico ha crecido rápidamente bajo el efecto de una importante demanda doméstica. De los 22 GWh producidos en 2010, el sector se ha expandido hasta llegar a producir 6095 GWh en 2020, representando el 39,8 % del total de la generación de electricidad procedente de energías renovables (Bureau of Energy, 2020).

Imagen 13: Mapa del potencial fotovoltaico de Taiwán



Fuente: 2017 The World Bank, Solar resource data: Solargis.

El país está realizando esfuerzos interesantes para dar impulso a esta fuente de energía verde. Entre julio de 2016 y diciembre de 2018, se implementó el Two-year Solar PV Promotion Plan, que se centró en ayudar a las industrias a desarrollar tecnología de componentes de bajo coste y alta eficiencia, además de mejorar el rendimiento de los parques solares ya existentes y la competencia de la industria. En 2019, se establecieron nuevas metas de crecimiento y, a pesar del impacto negativo que ha tenido la pandemia sobre el desarrollo del sector –sobre todo en la cadena de suministros– se consiguió alcanzar el objetivo de 6,5 GW de capacidad solar a finales de 2020. En junio de 2021, se instalaron 6,62 GW de capacidad como una de las medidas para alcanzar la meta del gobierno: 20 GW para 2025, distribuidos en instalaciones sobre cubiertas y tejados (3 GW) y en instalaciones fotovoltaicas en tierra (17 GW) (Executive Yuan, 2021).

La mayoría de los parques existentes en Taiwán son de un tamaño reducido debido a la orografía de la zona. Consideramos que esta particularidad es la que nos impide constatar la presencia de un líder evidente entre los propietarios de los mismos. En 2019, Taipower anunció su voluntad de incrementar su potencia solar a 800 MW en un proceso que culminaría en 2030 y, a finales de 2020, la empresa estatal ya contaba con 26 parques solares. También cabe señalar que empresas privadas como Chailease (600 MW), AUO y DaTong (ambas por debajo de los 200 MW) son las que más capacidad poseen, aunque ninguna goza de una posición hegemónica.

Desde el punto de vista de la producción, las empresas taiwanesas son numerosas (18 000) y están presentes en todas las etapas de la cadena de valor, desde la fabricación de los componentes (células y paneles) hasta la de los dispositivos o accesorios asociados. En un atomizado mercado interior, algunas firmas compiten a nivel mundial, como puede ser Motech, pero sobre todo United Renewable Energy (URE), la segunda empresa mundial de energía solar. URE es el resultado de la fusión auspiciada por el Gobierno de tres importantes fabricantes del sector: Neo Solar Power Corp, Gintech Energy Corp y Solartech Energy Corp. Su objetivo era poder competir con sus rivales del otro lado del Estrecho. URE generó 448 millones USD de ingresos en 2020 (Bellini, 2021).

La mayoría de los protagonistas están asociados en la ya citada Taiwan Photovoltaic Industry Association, organización que tiene como objetivo la cooperación entre los actores de la industria, el gobierno, las instituciones académicas y las organizaciones de investigación. La región de Hsinchu, en la parte norte de la isla, es un símbolo de esta unión y se impuso en los últimos años como el clúster más importante de la energía fotovoltaica en el país. Asimismo, la PV Generation System Association también ha adquirido un peso importante a nivel nacional, ya que su presidente Cai Zongrong, fundador de la empresa Power Master, fue nombrado en 2021 presidente

del Comité de Promoción de la Industria Energética por la Cámara Nacional de Comercio.

Chemik, el éxito de paneles solares españoles en Taiwán que puede inspirar a Navarra

Aunque el mercado fotovoltaico taiwanés sea de difícil acceso, en mayo de 2021 la empresa aragonesa Chemik fue escogida por el fondo de inversión singapurense Mayora Solar para llevar a cabo un proyecto solar fotovoltaico inundable de 150 MW en Taiwán, un lucrativo contrato de 7,5 millones de euros. El *know-how* de la empresa española fue el factor que la diferenció frente a sus competidores, ya que respondía a unos requisitos técnicos muy estrictos. En este proyecto, Chemik se encargará del diseño, de la construcción y del futuro mantenimiento de las instalaciones (Menéndez, 2021).

A pesar de contar con unos costes de producción superiores a los de los fabricantes chinos o taiwaneses, Navarra hace bandera de la innovación y los conocimientos de sus empresas líderes en este sector.

Cabe destacar STI Norland, que fue pionera inaugurando en Navarra la primera planta del mundo con seguidores solares en 2002. La empresa ha participado en el desarrollo y la construcción de muchos de los parques solares de mayor importancia a nivel mundial. Además, continúa desarrollando tecnología pionera, como el primer seguidor bifila del mercado: el STI-H250™ (Aurica Capital, 2020). Con estas cartas, la incursión navarra en el mercado taiwanés de la energía solar fotovoltaica es más que viable.

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la industria solar fotovoltaica en la isla de Taiwán es la falta de espacio para expandir la capacidad de producción. Esto se debe a factores como la elevada densidad de población de la región, unida a la escasez de terrenos y a las consecuencias negativas directas que este tipo de instalaciones pueden tener sobre el medio ambiente y las comunidades locales, como ya explicaremos más adelante. La amenaza de deslizamientos provocados por los tifones y los terremotos también es un factor a tener en cuenta.

Como solución a esta escasez de territorio disponible, las autoridades buscan promover instalaciones en parques industriales relacionados con la piscicultura, la ganadería, la agricultura y, también, en zonas pantanosas y embalses. El Consejo de Agricultura (CoA por sus siglas en inglés) ya ha identificado 31 000 hectáreas aptas para desarrollar este modelo de parques fotovoltaicos (Blas Pradillo, 2020).

Un ejemplo de gestión eficiente en lo relativo a este tema es el Tainan Salt Field Photovoltaic Project, inaugurado en 2021. Se trata de la instalación solar más grande de Taiwán, capaz de generar 150 MW y con una capacidad instalada de aproximadamente 284 MW. El parque es capaz de generar energía suficiente para abastecer 55 000 hogares anualmente y es el resultado del esfuerzo del gobierno local

por readaptar las marismas de sal de la zona, proteger el medio ambiente y desarrollar su industria. También cuenta con una zona independiente con un estanque ecológico y un hábitat de aves silvestres para ayudar a la conservación de la biodiversidad (Tainan City Government, 2021).

Imagen 14: Proyecto fotovoltaico sobre marismas de sal

Fuente: Tainan News

Otra iniciativa, esta vez privada, es la de la empresa Hi-Green Tech. Ofrece servicios en cadena, además de brindar servicios de mantenimiento tras la construcción de los proyectos durante 20 años. Hi-Green Tech invierte principalmente en campos de energía fotovoltaica y en el desarrollo de fincas agrovoltaicas, que compatibilizan la generación de energía solar con la agricultura inteligente orgánica. De esta forma, se intentan ampliar los usos de los terrenos en Taiwán.

Los paneles flotantes de Acciona como potencial respuesta a la falta de terreno en Taiwán

Acciona inauguró en 2020 en el embalse de Sierra Brava, Extremadura, su primera planta fotovoltaica flotante conectada a la red eléctrica, entrando así en la última fase de desarrollo previa a su comercialización (Acciona, 2020). El dispositivo implica una inversión superior a la de una planta terrestre, algunas fuentes apuntan a un 15 % más, pero cuenta con la ventaja de evitar los conflictos de uso con los territorios destinados a la agricultura, además de presentar un rendimiento superior de un 15 % (Cepeda-Minaya, 2018). En el caso de Sierra Brava, los 3000 paneles que constituyen la planta están diseñados para alcanzar una producción de 1125 MW, capaces de abastecer a unos 10 000 hogares, sin embargo solamente ocupan el 0,07 % de la superficie acuática.

Desde el punto de vista medioambiental, la presencia de una planta fotovoltaica flotante limita la evaporación del agua, lo que reduce la proliferación de algas, pero a su vez, disminuye la pérdida de agua en pantanos y embalses.

Taiwán cuenta con un total de 84 lagos, lo que representa un potencial interesante para este tipo de tecnología. El lago del Sol y de la Luna en la provincia de Nantou es el más grande de la isla, con casi 8 km^2. Otro aspecto positivo de los paneles flotantes es que suelen ser resistes a los huracanes (Díaz, 2018), una característica que interesará a un mercado como Taiwán, acostumbrado a sufrir fenómenos climáticos violentos. ITRI ya ha comenzado a experimentar con este tipo de tecnología en el embalse de Agongdian, en el que instalaron un parque solar fotovoltaico flotante de 9994 kWp, por lo tanto no es una tecnología completamente desconocida en Taiwán.

El impulso de crecimiento que ha tenido el sector fotovoltaico en los últimos años es innegable. Los retos que surgen a raíz de los problemas geográficos y demográficos no deben enfocarse desde el miedo o la incertidumbre, sino desde una perspectiva de oportunidad. El mercado solar fotovoltaico taiwanés aún tiene mucho camino por recorrer, especialmente en el ámbito de la investigación y el desarrollo.

La apuesta navarra es fuerte. La Comunidad Foral cuenta con empresas pioneras y líderes en el sector a nivel internacional como STI Norland. Además, desde las instituciones públicas también se impulsan proyectos fotovoltaicos importantes, como el propuesto por Anpier, que consiste en cubrir el canal de Navarra con paneles solares, con el fin de aprovechar las infraestructuras públicas y aumentar la producción de renovables (Anpier, 2021). Este *know-how* y la dilatada experiencia en el mercado pueden ser exportados y otorgan una ventaja competitiva respectos a otros actores. Es importante tener presentes las oportunidades que nos presenta el mercado taiwanés, no solo como proveedores de instalaciones o materiales, sino también como desarrolladores de tecnología innovadora aplicable en otras regiones de Asia con problemáticas similares a las de Taiwán o, incluso, en el resto mundo.

6. Desafíos

6.1. Falta de experiencia de los actores locales

Las propuestas de futuro son ambiciosas, pero ¿cuenta el tejido empresarial taiwanés con capacidades para ello? A pesar de tratarse de una sociedad muy desarrollada tecnológicamente, el sector energético taiwanés aún se encuentra en un estado de maduración temprano.

Existen actores locales que llevan formando parte de la cadena de suministro de las renovables durante años, especialmente en el sector eólico terrestre, como por ejemplo en la producción de aspas. Por ello, poseen un mayor conocimiento del mercado y pueden ofrecer unos precios más competitivos (Blas Pradillo, ,2020).

Por el contrario, no cuentan con el mismo bagaje en el ámbito de la energía fotovoltaica y la eólica marina, las grandes apuestas gubernamentales. No solo eso, sino que es necesaria una rápida adaptación de las infraestructuras existentes si estas industrias quieren desarrollarse a corto plazo. Por ejemplo, se necesita mejorar la infraestructura portuaria y de transporte para adaptarse a los últimos modelos de turbinas para los parques *offshore* (Oung, 2021). A esto hay que añadir que, la mejora de la red eléctrica y creación de soluciones de almacenamiento energético son cruciales.

Como ya mencionamos anteriormente, a finales de 2021 se puso en marcha la tercera fase del desarrollo de parques eólicos *offshore*, con el requisito de que los solicitantes deben obtener el 60 % de los componentes empleados de proveedores taiwaneses. Este condicionante no ha gustado a las empresas europeas, ya que consideran que estos requisitos de componentes locales no son realistas y que dificultan la adjudicación de proyectos, sobre todo porque los fabricantes locales no cuentan con la experiencia o la capacidad necesaria para abastecer el tamaño del mercado. Esto puede desencadenar un aumento de los costes de los proyectos y que se retrase la instalación de los mismos (Ferry, 2021).

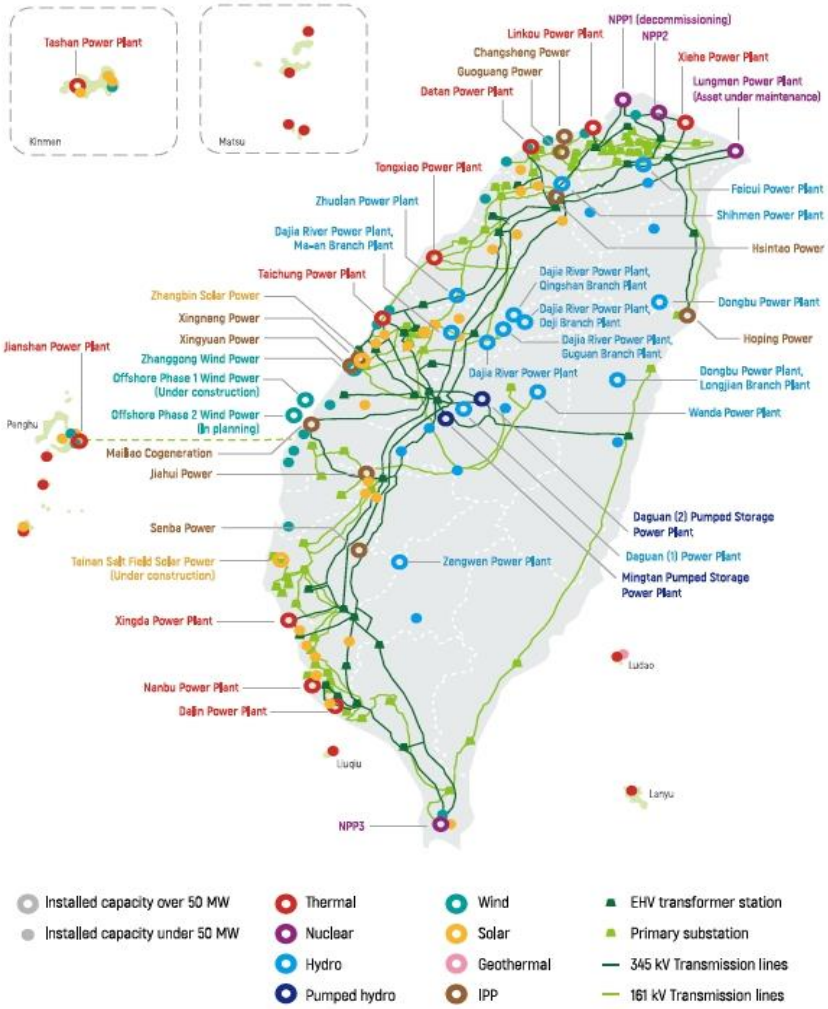
El Gobierno es consciente de estas carencias y han manifestado la necesidad de colaborar con actores experimentados en el sector. El ITRI se ha embarcado en distintos proyectos conjuntos de I+D, como con el alemán Energy Watch Group (2020) o con el centro británico ORE Catapult (2021), este último centrado en la investigación del sector eólico marino. Aunque el ITRI no es el único organismo que promueve la competitividad de los actores locales. El Metal Industries Research & Development Centre (MIRDC) es el primer centro formativo en Asia-Pacífico que ofrece formación sobre energía eólica marina a gran escala. Está al servicio de la industria metalúrgica y otros sectores relacionados.

La industria española de energías renovables tiene mucho que aportar en este sentido. Su tecnología, capacidad de innovación y experiencia pueden contribuir en gran medida al progreso de la «industria verde» taiwanesa.

6.2. Las energías renovables obligan a una refundación de la red eléctrica

El mapa de la red eléctrica de Taiwán incluye elementos de generación y transporte de la energía eléctrica hacia los puntos de consumo. La insularidad es un importante condicionante y constituye un escollo a superar en las políticas de transición energética: la imposibilidad de conectar su red a la de otro país se cruza con la naturaleza intermitente de las energías renovables. Por otra parte, la actividad económica y las condiciones climáticas pueden aumentar la demanda. Si la electricidad producida no coincide con los picos de demanda, el suministro eléctrico está en tensión. Como empresa a cargo de la red de distribución, Taipower juega un papel crucial.

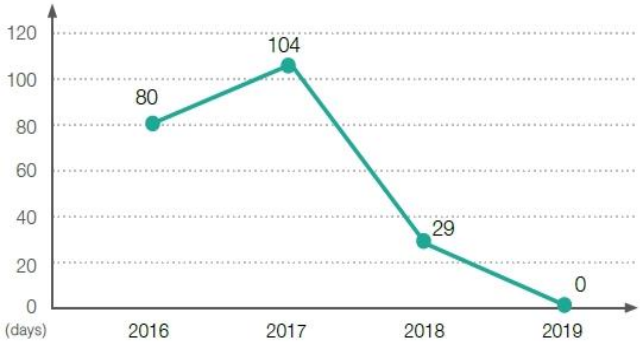
Imagen 15: Centrales eléctricas y redes energéticas de Taipower



Fuente: Sustainability Report 2021 (Taipower)

El gráfico de la derecha muestra el número de días durante los cuales la red eléctrica taiwanesa estuvo en tensión con unas reservas energéticas por debajo del 6 % de su capacidad, entre 2016 y 2019. Podemos observar que en 2016 Taiwán pasó el equivalente a dos meses y medio con reservas energéticas casi nulas y que el año 2017 fue particularmente difícil, ya que estuvo casi un tercio del año en la cuerda floja.

Imagen 16: N.º de días en los que la capacidad de reserva era inferior al 6 %



Fuente: Sustainability Report 2020 (Taipower)

Estas cifras ilustran claramente los problemas derivados de la dependencia energética taiwanesa. Según el último informe de Taipower (2021), en su transición hacia las renovables han conseguido mantener una capacidad de reserva del 16,4 %, cumpliendo las metas del Gobierno (15 %) en 2020. Sin embargo, los apagones sufridos durante 2021 son una prueba de que es necesaria una mejora de la red. A esto hay que sumar que las islas más pequeñas tampoco están conectadas a la isla principal de Taiwán y son especialmente vulnerables ante este tipo de situaciones.

Los apagones hacen saltar chispas en el debate político en Taiwán

Según Reuters, el pasado 17 de mayo de 2021, Taipower impuso un segundo apagón en menos de una semana. Además de grandes empresas, como el líder mundial de semiconductores TSMC, 660 000 hogares se vieron afectados por esto, es decir, el equivalente en población a toda Navarra y a una cuarta parte de País Vasco, mientras que la semana anterior fueron 4 millones, el equivalente a la Comunidad Valenciana y a la Comunidad de Madrid. No se trata de un tema baladí porque la ausencia de electricidad durante varias horas provoca la paralización de la zona afectada y un importante caos (ascensores inmovilizados, semáforos y neveras apagadas, etc.).

Taipower explicó que el problema se debió a la combinación de un pico de demanda con una disminución de la oferta y un problema técnico en la planta de Kaohsiung. La sequía que azotaba el país limitó la producción de hidroelectricidad.

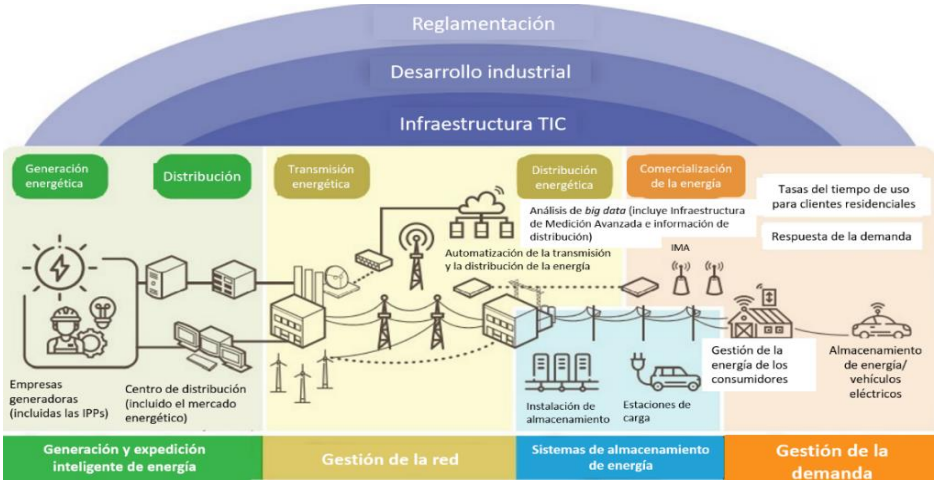
Además de este incidente, se han producido otros dos apagones durante 2021, a los que han atribuido fallos humanos: el 13 de mayo, que afectó a la central eléctrica de Singda, en Kaohsiung, debido a que un trabajador externo cometió un error a la hora de realizar pruebas con una subestación de muy alto voltaje; el 27 de julio, en la planta nuclear de Guosheng, cuando los trabajadores de la limpieza quitaron accidentalmente una cubierta acrílica de una válvula de aislamiento de vapor. Estos hechos han tenido repercusiones sobre Taipower, ya que 25 ejecutivos de la empresa han sido sancionados por el MOEA (Taipei Times, 2021).

La oposición política, representada por el Kuomintang, considera los apagones una prueba de una política energética inadecuada. Llamaron a la dimisión del Ministro de Economía y defendieron en varias ocasiones la energía nuclear como un apoyo necesario a las renovables para evitar este tipo de situaciones (Lee, 2021).

Para cumplir con su deber de garantizar un abastecimiento eléctrico constante y suficiente para la población, el Gobierno debe llevar a cabo una transición energética progresiva que incluya la refundación de su red eléctrica y que favorezca la aparición y el desarrollo de soluciones de almacenamiento de energía.

Taipower estableció un plan de red inteligente que incluye una estrategia de modernización de la red con objetivos a corto, medio y largo plazo. En una **fase inicial** (un año), trataría de mantener en buen estado las líneas existes y, si fuese necesario, crearía nuevas líneas hacia el transformador principal. En una **segunda fase** (1-3 años), se procedería a la expansión del transformador principal y a la creación de nuevas líneas. La **última etapa** (más de 3 años) se centraría en la construcción de una estación de refuerzo para alimentar los operadores con opciones de conexión de 69 kV o de 161 kV (Taipower, 2020).

Imagen 17: Marco de planificación general de la red inteligente



Fuente: Sustainability Report 2021 (Taipower)

En su último Informe de Sostenibilidad (2021), la empresa afirma estar comprometida a mejorar su sistema de distribución eléctrico y a realizar investigaciones estratégicas al respecto. El Departamento de I+D de Taipower lleva trabajando desde 2011 en este sistema de red eléctrica inteligente, que está alineado con el Smart Grid Master Plan, tal como estableció el Yuan Ejecutivo en marzo del 2020.

En este plan se establecieron siete ámbitos de trabajo fundamentales:

1. Bajo la responsabilidad de Taipower se incluyó la distribución y la generación de energía inteligente, la gestión de la red, los sistemas de almacenamiento de energía, la gestión de la demanda y las infraestructuras.

2. Como encargado de la industria y las disposiciones se nombró al Industrial Development Bureau (Taipower, 2021).

Además de esto, Taipower está realizando un enterramiento de sus líneas para que se vean menos afectadas por fenómenos naturales violentos como los tifones.

Es evidente que para alcanzar los futuros objetivos de cero emisiones, se deben tomar decisiones firmes que pongan solución a los problemas de abastecimiento energético y que garanticen la estabilidad de la red eléctrica. Aquí surge un espacio de oportunidad para las empresas experimentadas en este ámbito de la industria energética, dado que poner solución a este obstáculo es un asunto de máxima urgencia.

Los esfuerzos de Taipower por digitalizar el sistema

En los últimos años, Taipower ha invertido en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan alcanzar los objetivos de futuro, optimizar sus servicios y que garanticen la estabilidad y la fiabilidad de la red eléctrica. Por eso, han buscado distintas alternativas a los problemas existentes.

Actualmente, Taipower está fomentando activamente el uso de drones para realizar trabajos de control, asistencia e inspección de subestaciones para mejorar la eficacia de sus servicios. Muchas de las instalaciones están situadas en zonas montañosas o próximas a ríos, por lo que en caso de fuertes tormentas o deslizamientos de tierra es complicado acceder a ellas. La empresa ha encargado a Microsoft Corporation el desarrollo de un sistema que emplee inteligencia artificial (IA) para integrar el reconocimiento de imágenes con los drones y, así, poder utilizarlos en este tipo de subestaciones de difícil acceso si hay problemas.

Otra medida que han puesto en marcha es que, desde 2014, han desarrollado un sistema de medición del tiempo de funcionamiento de disyuntores, unos componentes de protección del sistema eléctrico. Los datos recogidos se utilizan para elaborar una base de datos. Esto facilita la búsqueda sobre el estado de estos componentes, al mismo tiempo que contribuye a crear subestaciones inteligentes y automatizadas capaces de garantizar un suministro eléctrico más estable. También han aplicado IA a este sistema, con el fin de realizar predicciones sobre posibles fallos y detectar con facilidad los disyuntores de alto riesgo. Esta información puede enviarse de forma regular a los trabajadores de la zona para que lleven a cabo el mantenimiento necesario y preventivo y, de esta manera, reducir el riesgo de apagones (SmartGrid Taipower, s.d).

6.3. Creación de sistemas de almacenamiento energético

Dada la intermitencia característica de las energías renovables, el almacenamiento de la energía también es uno de los retos a los que se enfrenta el país, por eso es necesario invertir en una tecnología que sea capaz de poner solución a esta cuestión. El plan más importante en el que Taipower se ha embarcado es el primer proyecto de red inteligente que integra sistemas de almacenamiento en Taiwán: el Kinmen Smart Grid Energy Storage Testing and Energy Management Systems.

Este proyecto, ubicado en la isla de Kinmen, cuenta con aerogeneradores capaces de alcanzar una potencia eólica de 4 MW, así como con una planta solar de 9 MW. La fluctuación de tensión en la zona es de 20-60 MW entre los picos de invierno y de verano, por ello, Taipower se alió con Delta Energy con el fin de crear una solución de almacenaje energético en la estación eléctrica de Xia Xing. Esta cuenta con una batería de ión litio de 1 MWh, un sistema de acondicionamiento de capacidad eléctrica de 2 MW y sistemas de gestión energética y medioambiental. Dichas instalaciones ayudan a regular el cambio de frecuencia de los generadores tradicionales y reducen

Imagen 18: Proyecto conjunto de Taipower y Delta Energy en Kinmen

Fuente: Delta Energy

el impacto de los incidentes esporádicos, además de incluir sistemas inteligentes de monitorización (Delta Energy, 2020).

Pero Taipower no es el único actor dentro del sector del almacenamiento de energía. Recientemente, la empresa taiwanesa Pilot Battery Co. anunció su acuerdo de colaboración con Gridtential para evaluar la combinación de unas baterías Silicon Joule de 6 V y 24 V, y producir prototipos de baterías con el fin de prepararse para la futura producción. Este proyecto cuenta con una subvención gubernamental de 360 000 USD y, además, pueden emplear las herramientas del ITRI y los equipos de desarrollo de Gridtentials. Las baterías Silicon Joule cuentan con una tecnología patentada con separador de fibra de vidrio absorbente y ofrecen hasta cinco veces más densidad energética y el doble de profundidad de descarga que las baterías de plomo. Además, son una alternativa a las baterías de ión litio, ya que su precio es más reducido y son más seguras en caso de incendio. (Di Paolo Emilio, 2021).

La problemática a abordar sobre el almacenamiento de la energía necesita solución y los actores involucrados en Taiwán ya están manos a la obra. Pero necesitan ayuda. Estos ejemplos de cooperación empresarial, deben servir como precedente para las empresas españolas. En este campo, CENER cuenta con una dilatada experiencia y puede ser un catalizador dentro de este mercado que fomente las oportunidades de colaboración entre las empresas taiwanesas y las españolas.

CENER involucrado en el desarrollo de tecnologías para resolver los problemas de almacenamiento: Osmose, Story, CryoHub.

El proyecto Osmose (Optimal System Mix of Flexibility Solutions for European Electricity), financiado por la UE y en el que participa CENER, se acerca a lo que se está desarrollando en Kinmen. Esta investigación de 28 millones de euros, iniciada en 2018, reúne a 33 socios de 9 países europeos. Se trata de una planta inteligente e híbrida con paneles fotovoltaicos, aerogeneradores y baterías de litio. El sistema se ha probado en distintos lugares de Europa y, en breve, estará instalado para realizar una prueba en situación de insularidad, para la cual el lugar escogido son las islas Canarias. Sus creadores tienen como objetivo que sea un sistema flexible, capaz de adaptarse a la variabilidad y la incertidumbre de la demanda.

Story es otro proyecto financiado por la UE que, entre 2015 y 2020, reunió a 17 socios de 8 países, incluido CENER. Se llevaron a cabo diferentes pruebas teniendo como centro de estudio la integración de los sistemas de almacenamiento en las redes de distribución y cuyo objetivo era probar diversos sistemas de almacenamiento de electricidad a gran escala (hidrógeno, compresión de aire, volante de inercia, central hidroeléctrica reversible) tanto en situaciones domésticas como industriales (CORDIS, 2021).

CENER también ha participado en el proyecto CryoHub, completado en marzo del 2021 y también financiado por la UE. La meta de este era desarrollar e investigar el potencial del almacenamiento criogénico de energía a gran escala, con el fin de proveer frío y electricidad a sectores de la industria alimentaria que utilicen sistemas de refrigeración, para lo cual se diseñó y se construyó un simulador para el almacenamiento térmico del frío (Paneru, 2021).

6.4. Conflictos de uso: el medio ambiente y las comunidades locales

La implementación de las energías renovables en Taiwán va acompañada de un discurso de fuerte desarrollo y crecimiento económico de la región. Pero no es oro todo lo que reluce y no todo son ventajas para los ciudadanos taiwaneses.

La construcción de instalaciones de energía verde puede tener repercusiones negativas directas sobre el medio ambiente y las comunidades locales. La necesidad de terrenos para ubicar parques solares y eólicos *onshore* ha provocado el malestar entre determinados grupos sociales, debido a proyectos que no han tenido en cuenta la protección y la conservación de la biodiversidad. Por ejemplo, Taipower reemplazó

la central térmica de Changgong, en el condado de Changhua, por una de las mayores plantas solares del país, con una capacidad de 99 MW y capaz de alimentar 35 000 hogares (Taipower, 2020). Para ello, se tomó la decisión de recurrir a la deforestación de 230 hectáreas de una zona reforestada solo 20 años antes, lo cual provocó la ira de los defensores del medio ambiente y de los agricultores (Oung, 2020).

Si a esto le sumamos la escasez de terrenos disponibles en Taiwán, los resultados pueden ser contraproducentes en caso de no gestionarse de forma adecuada. Pero, como ya explicamos anteriormente, existen empresas navarras que pueden contribuir a resolver esta problemática desde la perspectiva de la sostenibilidad.

La industria eólica marina tampoco es una excepción. Los parques eólicos *offshore* también tienen un impacto a nivel medioambiental y sobre la población autóctona. Teniendo en cuenta las características geográficas de la zona, las personas que viven de la industria pesquera se ven seriamente afectadas. Las instalaciones trastornan el fondo marino y el ruido generado primero por las obras y luego por las turbinas ahuyenta a los peces, a veces incluso de forma permanente. Asimismo, los propietarios de parques eólicos pueden prohibir la navegación a cierta distancia de los aerogeneradores por motivos de seguridad, lo que limita considerablemente las zonas de pesca.

Por lo tanto, es importante no obviar las repercusiones negativas de esta industria y tratar de crear «sistemas energéticos democráticos» en los que se tomen medidas que integren a la población local (Chung, 2021).

La gestión del impacto negativo de los parques *offshore* en Fangyuan

El municipio de Fangyuan reúne a varias localidades rurales del condado de Changhua, en la costa oeste de Taiwán, y cuenta con unos 35 000 habitantes y una importante tradición pesquera y ostrícola. La creación de instalaciones eólicas marinas suponía un riesgo significativo para los habitantes de la zona y se traducían en pérdidas económicas para los pescadores

Antes de que las tensiones pasaran a un estadio de difícil solución, se estableció un diálogo entre todos los actores afectados. Se propusieron ideas y se aprobaron distintas medidas en favor de la comunidad. Por ejemplo, se desarrolló todo un sector del turismo cultural relacionado con las instalaciones (paseos marítimos hacia los aerogeneradores, creación de un museo, etc.) y en relación a la cultura autóctona, como la promoción de tours educativos sobre el búfalo de agua de Fangyuan, animal indispensable para la industria de la región y elemento característico de la ciudad.

A través del consenso y la implantación de estas medidas, se garantizaron los ingresos permanentes de los pescadores más allá de las compensaciones puntuales que la compañía podía ofrecer en un principio. La anticipación a los problemas y su resolución mediante un diálogo multilateral hace de Fanguyan un buen ejemplo de colaboración sostenible (Lin, 2019).

6.5. Difícil acceso a la información sobre licitaciones

Ya hemos desarrollado ampliamente los aspectos más relevantes que muestran el potencial con el que cuenta Taiwán en el ámbito de las energías renovables, pero ¿cómo pueden las empresas navarras tener acceso a las licitaciones para así embarcarse en proyectos dentro de la isla?

La adquisición de proyectos por medio de licitaciones está enmarcada dentro del *Government Procurement Act*, modificada en 2019, y en el que se establecen tres tipos de licitaciones:

1. **Procedimientos abiertos** (Open Tendering Procedures), accesibles a cualquier proveedor que esté interesado.
2. **Procedimientos selectivos** (Selective Tendering Procedures), también de acceso público, en los que se insta a los proveedores a entregar la documentación necesaria para realizar una preselección de los que cuenten con los requisitos estipulados para acceder a la licitación.
3. **Procedimientos restringidos** (Limited Tendering Procedures), en los cuales se contacta directamente con proveedores concretos para invitarles a participar en la licitación.

Sin embargo, en esta enmienda no se especifica qué entidad gubernamental es la responsable de publicar estas licitaciones o en qué plataforma concreta los posibles proveedores pueden acceder a la información necesaria.

A principios de los 2000, el Gobierno taiwanés creó una plataforma G2B a la que llamaron Government e-Procurement System (GePS) y es en esta en la que se publican algunas de las licitaciones en el ámbito de las energías verdes. La barrera lingüística supone un gran problema a la hora de tener acceso a la información de valor, ya que el contenido de la versión en inglés del GePS es mucho más limitado que el que aparece en chino. En muchos casos, los proyectos publicados no se traducen o, incluso, los proyectos en fase de revisión técnica que saldrán a concurso no se publican en la versión en inglés.

Imagen 19: Apartado de publicación de las licitaciones abiertas en el GePS

No.	Job Number	Subject of Procurement	Procuring Entity	Type of Procurement	Date of The Latest Publication	Time-limit for Receipt of Tenders	Notice
1	LBOTSG-22-01	PANDORA PAPERS	Land Bank of Taiwan Singapore Branch	Receiving Proposal and Quotation	2022/01/04	2022/01/10	01
2	11002048580	The Innovative Development and International Promotion Project on Taiwan Olds Shops	MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS	Limited Tendering(Tendering Public)	2022/01/04	2022/02/07	01
3	11004803170	Project of optimization for Network Architecture and Information services platform of Data Centers in 2022	MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS	Limited Tendering(Tendering Public)	2022/01/04	2022/02/09	01
4	DAA0941004	Services of Yuchih gasoline station with pipelines under replacement	CPC Corporation, Taiwan	Open Tendering	2022/01/04	2022/01/11	02
5	TD10E25A	Human Leukocyte Antigen molecular biology typing kit and relating equipment	NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY HOSPITAL	Open Tendering	2022/01/04	2022/01/13	01
6	1112001D	Marine Observation Instrument Spare Parts Procurement For Year 2022	Central Weather Bureau Ministry of Transportation and Communications	Open Tendering	2022/01/04	2022/02/07	01
7	110-11-28	A High-performance lifeboat (with carrier)	National Fire Administration Kao-Hsiung Harbor Fire Department	Open Tendering	2022/01/04	2022/01/14	02
8	DR110291N	Contract of unit price for Radium-223 Chloride inj 1100kBq/ml 6ml	Veterans General Hospital of Taipei	Open Tendering	2022/01/04	2022/02/07	01
9	MDC1050009	Sporadic work repair to the 6000KL tanks of Guanyin storage division in Talin Refinery.	CPC Corporation, Taiwan	Open Tendering	2022/01/04	2022/02/07	01

En esta plataforma aparecen licitaciones relacionadas con distintos sectores, no está enfocada exclusivamente en el mercado de las energías renovables. En su versión en inglés se puede acceder al listado público de las ofertas disponibles, en las cuales aparece información detallada sobre los requisitos exigidos.

Fuente: Government e-Procurement System

Además, no todas las ofertas relativas al sector de las renovables se publican en la plataforma, como por ejemplo, las adjudicaciones de terrenos para instalaciones solares fotovoltaicas. Estas se dan a conocer a nivel local o se publican en las páginas web de los respectivos gobiernos municipales, debido a que son los responsables de gestionar el uso de terrenos (Cassingham, 2021). A esto hay que sumarle que los plazos de entrega de la documentación necesaria son limitados y que, en muchas ocasiones, los requisitos no han sido redactados en otros idiomas que no sean el chino. A su vez, también existen áreas grises a nivel legislativo y barreras informales de entrada al mercado, especialmente para aquellos actores que intentan acceder por primera vez o sin la preparación suficiente.

El panorama es complejo. Pero difícil no significa imposible, tal y como demuestra el éxito de otras empresas europeas en Taiwán. Como ya explicamos en el apartado sobre organismos gubernamentales relevantes, es importante contar con un equipo experimentado dentro del mercado que pueda estar en contacto directo con los ayuntamientos locales. Además, las empresas deben intentar establecerse en Taiwán de una forma u otra, ya que esto permitirá crear una red de contactos clave y expandir las oportunidades de negocio y de colaboraciones estratégicas. En el Mundo Chino, las *guanxi* o dinámicas de relaciones interpersonales valiosas son un pilar fundamental en el ámbito de los negocios, por lo que establecer un contacto estrecho con profesionales e intermediarios locales y que conozcan la región es fundamental.

Para muestra un botón. Un importante centro tecnológico del sector experimentó dificultades de acceso al mercado taiwanés pero, tras la contratación de asesoramiento experimentado, ha iniciado una prometedora relación con ITRI. De esta experiencia podemos extraer la conclusión de que contar con alguien que conozca la región es crucial para entrar y poder desenvolverse de forma eficaz en el mercado y, así, poder lograr los objetivos deseados.

Si los actores navarros que quieran dar el salto hacia este mercado no cuentan con las herramientas y el apoyo adecuado, se enfrentan en el mejor de los casos a una pronunciada curva de aprendizaje y, en el peor, al fracaso. Esto se debe a que pueden verse totalmente excluidas de los procesos de licitación por desconocimiento del idioma, de los canales de difusión, de los requisitos y plazos estipulados, además de no tener esta red de contactos de tanto peso en la cultura china.

7. Conclusiones

La rápida recuperación económica tras la crisis derivada de la pandemia de la COVID-19 y la buena gestión, en líneas generales, de la situación sanitaria por parte del Gobierno taiwanés, son una clara muestra de la capacidad de administración eficiente en Taiwán, lo cual debe ser interpretado como una garantía a la hora de invertir en la región. Además, el intenso apoyo gubernamental a la implementación de energías renovables y su fuerte compromiso con los objetivos de cero emisiones son un aliciente más que interesante para las empresas navarras.

A pesar de que Gamesa Eólica fue una de las primeras firmas en participar en el desarrollo del sector de las energías renovables en Taiwán, la tradicional falta de visión española hacia el mercado Asia-Pacífico y la carencia por parte de los operadores españoles de una estrategia para la región de más crecimiento del planeta ha redundado en un subposicionamiento tecnológico del país y en un desplazamiento de los roles protagonistas. Los operadores alemanes y nórdicos actuaron en sentido contrario y, en esta batalla por Asia-Pacífico, han convertido Taiwán en su principal punto de apoyo para su estrategia regional. A rebufo de esta política, Iberdrola ha llegado a Taiwán en 2021. Por su parte, CENER, también ha decidido recientemente contar con un equipo de asesores expertos en la región.

El mercado taiwanés tiene un altísimo potencial y su desarrollo es una política de Estado. Si tenemos en cuenta que los últimos parques *offshore* entrarán en servicio en 2035, hay todavía oportunidad para establecerse en este mercado. La apuesta taiwanesa debe vislumbrarse como un periodo para posicionarse, experimentar y tejer alianzas que permitan abordar el mercado asiático o acceder a tecnología, capital o alianzas orientadas a terceros mercados. La estabilidad macroeconómica taiwanesa y la solidez de su apuesta por la transición ecológica contrastan con una experiencia relativamente reciente en el sector. Por su parte, Navarra, como región líder en esta industria, ha desarrollado un formidable ecosistema que integra desde la formación hasta grandes empresas como Acciona, STI Norland, Siemens Gamesa o Ingeteam. No obstante, el territorio, los distintos organismos e instituciones relacionados con el sector y las empresas españolas tienen un déficit de conocimiento, reputación y relaciones en Taiwán (y la región de Asia-Pacífico en general) con respeto a otros países y este problema debe ser abordado con decisión.

El *know-how* y la tecnología son los puntos fuertes de Navarra, que cuenta con centros de investigación de primer nivel nacional y europeo como el CENER. El resultado de estas inversiones en I+D puede interesar tanto a las empresas locales como a las empresas extranjeras instaladas en Taiwán, sobre todo en un mercado que se

enfrenta a retos tecnológicos de todo tipo, empezando por su insularidad o las inclemencias atmosféricas.

El mercado eólico es el más dinámico de la isla, pero el gobierno taiwanés está interesado en favorecer una producción local. Por su parte, el envejecido parque eólico *onshore* taiwanés podría constituir una ventana de oportunidad para penetrar el mercado, aunque sea necesario determinar los plazos de su actualización. A corto plazo, consideramos que la mejora de la red eléctrica y el desarrollo de sistemas de almacenamiento abren espacios claros para la cooperación con soluciones como las que Ingeteam ha desarrollado para otros territorios insulares. La red eléctrica es vital en el transcurso de la vida cotidiana. Esto la convierte en objeto de vigilancia en el debate político sobre la transición energética en Taiwán. Finalmente, Taiwán es líder mundial en el mercado fotovoltaico, las empresas navarras con alto perfil innovador –como STI Norland– deberían valorar la posibilidad tanto de convertirse en proveedores como de establecer alianzas en terceros mercados.

Anexos

Anexo I – Resumen de actores estatales relevantes en Taiwán

Organismo	Descripción
Bureau of Energy (BoE)	Una de las instituciones con mayor peso en el sector energético t de las energías renovables. Es el responsable de definir y llevar a la práctica los objetivos, políticas y proyectos aprobados por el Yuan Ejecutivo. Depende del Ministerio de Economía (MOEA). https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/english/home/English.aspx
Council of Agriculture (CoA)	Institución responsable de la gestión de los terrenos en Taiwán, lo cual incluye su adjudicación y conversión. Tiene un efecto directo sobre la industria fotovoltaica y a la eólica terrestre. https://eng.coa.gov.tw/
Environmental Protection Administration (EPA)	Autoridad responsable de la conservación y protección del medio ambiente y encargada de expedir las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), necesarias para la adjudicación de proyectos de energías renovables. Depende directamente del Yuan Ejecutivo. https://www.epa.gov.tw/eng/
Government e-Procurement System	Plataforma G2B desarrollada por el Gobierno taiwanés en la que se publican algunas de las licitaciones en el ámbito de las energías verdes. https://web.pcc.gov.tw/tps/pss/tender.do?method=goNews
Industrial Development Bureau (IDB)	Institución responsable del desarrollo industrial a nivel nacional. Su objetivo es mejorar la eficiencia y la competitividad de la industria taiwanesa. Al igual que el BoE, también depende del MOEA. https://www.moeaidb.gov.tw/external/ctlr?PRO=index&lang=1
Industrial Technology Research Institute (ITRI)	Principal centro de investigación a nivel nacional que lleva al siguiente nivel el desarrollo tecnológico de Taiwán. Se trata de un organismo sin ánimo de lucro que, entre sus ámbitos de trabajo, se centra la I+D de las energías renovables. Depende del MOEA. https://www.itri.org.tw/

Maritime and Port Bureau	Organismo gubernamental responsable de la gestión de los recursos marinos y de implantar medidas para mejorar la eficiencia de la industria marítima. Depende del Ministry of Transportation and Communications (MOTC). Sus acciones afectan directamente la industria eólica marina. https://en.motcmpb.gov.tw/
Maritime Technology Innovation Center (MTIC)	Primer centro integral de capacitación e innovación tecnológica en Taiwán, propiedad de la Oficina de Energía del Ministerio de Economía. Depende a nivel operativo del Metal Industries Research & Development Centre. https://www.mtic.org.tw/EN
Metal Industries Research & Development Centre (MIRDC)	Primer centro formativo en Asia-Pacífico que ofrece formación sobre energía eólica marina a gran escala. Está al servicio de la industria metalúrgica y otros sectores relacionados. Bajo esta institución se ha creado el Maritime Technology Innovation Center (MTIC). Ambas organizaciones han obtenido recientemente la certificación de la Global Wind Organisation (GWO) como proveedores de formación certificados. https://www.mirdc.org.tw/English/
Ministry of Finance (MOF)	Institución que entre sus distintas funciones es responsable de la regulación de proyectos relativos a las energías renovables. https://www.mof.gov.tw/eng
Ministry of Sciente and Tecnology (MOST)	Organismo gubernamental responsable tanto de incentivar como de llevar a cabo investigaciones en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Fomentan el desarrollo, la investigación académica y la creación de parques de pruebas. Las energías renovables son uno de sus ámbitos de trabajo. https://www.most.gov.tw/?l=en
National Renewable Energy Certification Center (T-REC)	Centro de certificación de energías renovables encargado de gestionar regulaciones detalladas y estándares de verificación, además de un sistema de seguimiento. Fue creado por la Oficina de Energía y Reducción de Carbono y el objetivo es fomentar el sistema de Certificados de Energías Renovables (REC). https://www.trec.org.tw/en
Office of Energy and Carbon Reduction (OECR).	Organismo dependiente del Yuan que, desde 2016, actúa como la máxima autoridad para la toma de decisiones sobre políticas nacionales del sector. https://english.ey.gov.tw/index.aspx

Public Construction Commission	Entidad responsable de planificar, revisar, coordinar y supervisar proyectos de obras públicas a nivel estatal. Depende directamente del Yuan Ejecutivo.https://www.pcc.gov.tw/en/
Ship and Ocean Industries R&D Center (SOIC)	Organización sin ánimo de lucro encargada de la planificación, el diseño y la supervisión in situ de las embarcaciones en Taiwan. Bajo los proyectos de investigación apoyados por MOEA, desarrolló capacidades que incluyen el diseño de ingeniería de front-end, tecnología de gestión de proyectos y evaluación de operaciones marinas. https://www.soic.org.tw/en/
Taiwan Power Company **(Taipower)**	Empresa estatal que cuenta con el control sobre la red de transmisión y distribución energética a nivel nacional. https://www.taipower.com.tw/
Taiwan Electric Research & Testing Center **(TERTEC)**	Centro que combina tareas sistémicas de investigación, pruebas y certificación al servicio de los sectores energéticos en Taiwán. Está autorizado para realizar servicios relacionados con la verificación de productos, proyectos, acreditación de laboratorios, etc. http://www.tertec.org.tw/tertec-index-2/
Taiwan Ocean Research Institute **(TORI)**	Este Instituto de Investigación fue creado en 2008 como uno de los ocho centros de los Laboratorios Nacionales de Investigación Aplicada (NARLabs). Se dedica a la investigación, el desarrollo y la educación de la ciencia y las tecnologías oceánicas. Su misión es proporcionar la infraestructura y las instalaciones básicas que necesitan las comunidades de investigación tanto a nivel nacional como internacional. http://www.tori.narl.org.tw/ETORI/eDefault.aspx

Fuente: Elaboración propia

Anexo II – Operadores de primer nivel de la cadena de suministro en Taiwán

Empresa	Descripción	
Allis Electric Co., Ltd.	Taiwanesa	Originalmente, eran proveedores de material eléctrico industrial. Han apostado por la innovación y también abarcan ámbitos como la IA, el almacenamiento de energía, las telecomunicaciones o sistemas de control y adquisición de datos. https://www.allis.com.tw/en/
Atech Composites Co., Ltd.	Taiwanesa	Fabricante de composites para sectores como la aviación, industria de defensa nacional, transporte, infraestructuras e industria eólica marina. Es el mayor proveedor de componentes de plástico reforzado con fibras (FRP) en Asia. https://atech.horizonyacht.com/zh-tw
China Steel Machinery Corp.	Taiwanesa	Fabricantes de la industria metalúrgica del hierro y el acero. Juegan un papel importante en el sector eólico marino, ya que son proveedores de torres eólicas y de piezas submarinas esenciales para el *offshore*. https://www.csmc.com.tw/tw
Copenhagen Infrastructure Partners (CIP)	Danesa	Empresa internacional que trabaja en distintos ámbitos de las energías renovables, entre los que se encuentran el eólico *offshore* y *onshore*, y el solar fotovoltaico. Tienen sede en Taiwán desde el año 2017 y han colaborado en varios proyectos eólicos. https://www.cipartners.tw/
Delta Electronics	Taiwanesa	Fabricante de sistemas electrónicos, también dentro de la industria energética. Están alineados con las políticas de cero carbono y ofrecen soluciones de ahorro y almacenamiento energético. https://www.deltaww.com/en-US/index

ENERCON GmbH	Alemana	Fabricante de turbinas que cuenta con una filial en Taiwán desde 2017, con el objetivo de convertirla en su centro de operaciones en la región Asia-Pacífico. Destaca por ser el principal proveedor de turbinas en parques eólicos terrestres. https://www.enercon.de/en/home/
Formosa Heavy Industries Corp.	Taiwanesa	Empresa fabricante y prestadora de servicios multisectoriales de ingeniería, compras y construcción. Entre sus ámbitos de trabajo se encuentran las centrales eléctricas, instalaciones de cogeneración y equipamiento medioambiental. http://www.fhi.com.tw/english/index.php
GE Wind Energy	EE.UU.	Empresa que desde 1976 ha contribuido al desarrollo energético de Taiwán. Cuentan con oficinas propias en la región y se adentraron en el mercado eólico a principios de los 2000s. https://www.ge.com/
Harakosan Co., Ltd.	Japonesa	Fabricante de aerogeneradores. https://revolution.co.jp/#CorporatePhilosophy
JERA Energy Taiwan Co., Ltd.	Japonesa	Empresa relativamente joven, ya que fue fundada en 2015, y que cuenta con oficina en Taiwán desde 2019. Su principal papel en la industria de la energía renovable es como accionista de proyectos *offshore*. https://www.jera.co.jp/english/
rsted	Danesa	Compañía que cuenta con una oficina propia en Taiwán desde 2016. Su personal en la región ha alcanzado los 140 trabajadores. Es un actor importante dentro del desarrollo de proyectos eólicos marinos, como el Formosa I (Miaoli) y el Greater Changhua. https:// orsted.tw/

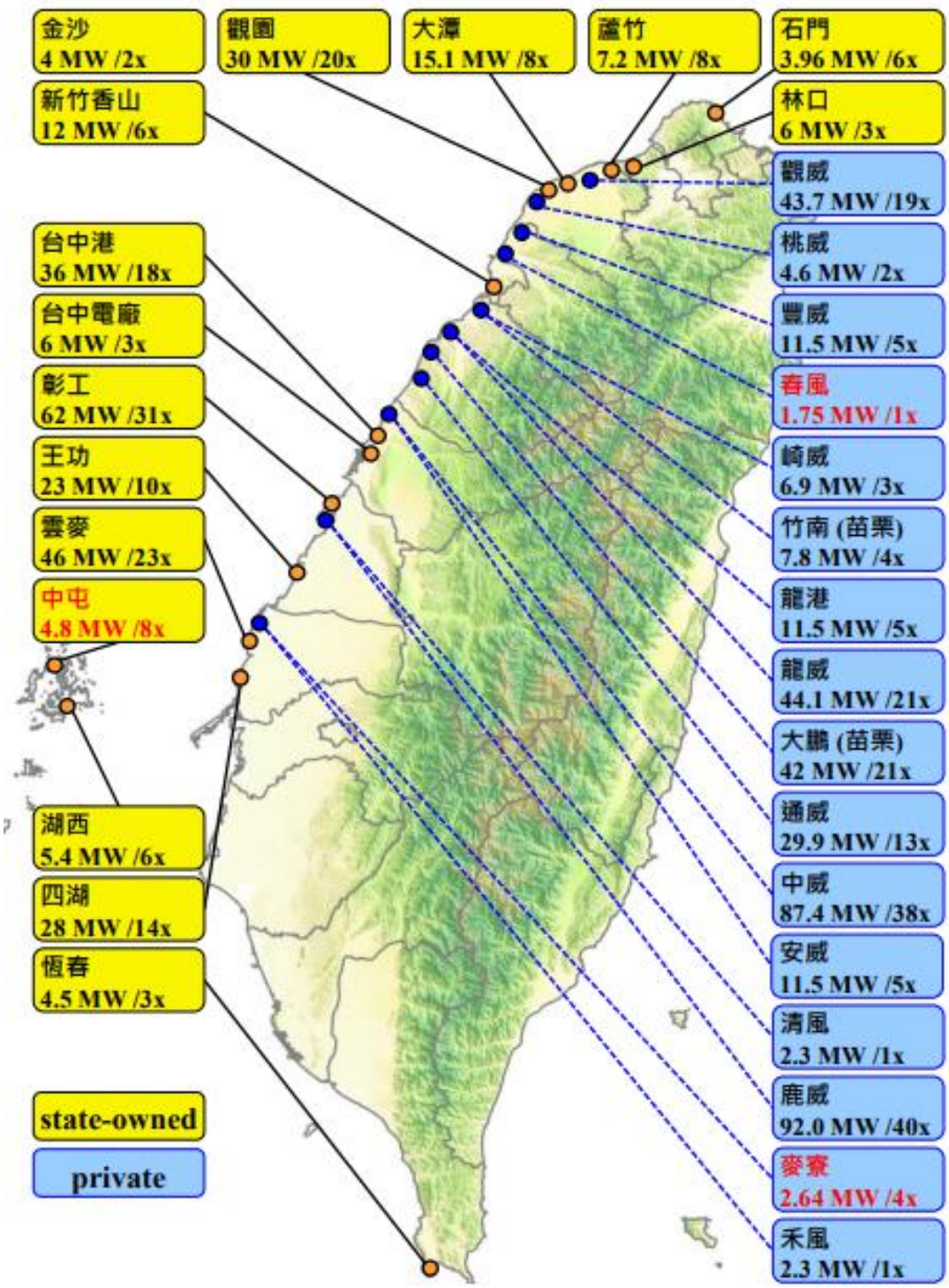
Power Master International Investment Holdings	Taiwanesa	Empresa enfocada en servicios industriales energéticos, industria de producción de maquinaria relacionada con el sector de la energía y la venta al por menor de materiales electrónicos. Centrados principalmente en la industria fotovoltaica, es la única empresa de este sector cotizada en la Bolsa de Valores de Taiwán. https://powermaster.com.tw/
Siemens Gamesa	Española[1]	Fue la primera empresa española del sector de las renovables en la región y, a día de hoy, es líder en el suministro de energía eólica *offshore* en Taiwán. Cuenta con oficinas propias y una fábrica de ensamblaje de nacelles en Taichung. Taiwán es su enclave estratégico como proveedores pioneros en la región Asia-Pacífico. https://www.siemensgamesa.com/es-es
Swancor Renewable ENERGY Co., Ltd.	Taiwanesa	Desarrollador de parques eólicos marinos. Participa en el proyecto Formosa I y ha colaborado con distintas empresas del sector de las renovables. https://www.swancor-renewable.com/en/
SYNergy ScienTech Corp.	Taiwanesa	Fabricante de equipamiento y componentes eléctricos, especialmente de baterías. https://www.synst.com.tw/zh-tw/
Ta Ya Electric Wire & Cable	Taiwanesa	Grupo que, entre otras actividades, es fabricante de cables magnéticos y cables de alto voltaje con aislamiento de goma. https://www.taya.com.tw/webls-en-us/index.html
Taiwan Cheng Sheng Meta Co., Ltd.	Taiwanesa	Fabricante de piezas fundidas de hierro dúctil y hierro gris de hasta 75 toneladas. http://www.tcsfoundry.com/company.html

[1] A pesar de que Gamesa sea una empresa con sede oficial en España y de que cotiza en la Bolsa de Madrid, el 67 % de sus acciones tienen procedencia alemana. Siemens, empresa alemana con la que se fusionó en 2017, cuenta con gran presencia en Asia.

TECO Electric & Machinery Corp.	Taiwanesa	Empresa proveedora de servicios de desarrollo, fabricación y mantenimiento de productos eléctricos y mecánicos, siempre enfocados en la I+D. https://www.teco.com.tw/fa/about.htm
WPD	Alemana	Compañía con presencia en la zona desde hace más de 10 años. Ha sido proveedor para la industria eólica terrestre y marina. Asimismo, también ha invertido en el sector fotovoltaico. https://www.wpd.de/en/
VESTAS	Danesa	Desarrolladores de turbinas eólicas. Su incursión en el mercado taiwanés no tiene un recorrido largo, ya que entraron en el mercado entre 2018 y 2019. https://www.vestas.com/en
Yeong Chen Asia Pacific Co., Ltd	Taiwanesa	Proveedor de piezas fundidas para turbinas eólicas, entre otros tipos de maquinaria industrial. http://www.ygget.com/contact/en/251.aspx

Fuente: Elaboración propia

Anexo III – Mapa de los parques eólicos *onshore* en Taiwán



Fuente: Bureau of Energy

Anexo IV – Lista de los parques eólicos taiwaneses

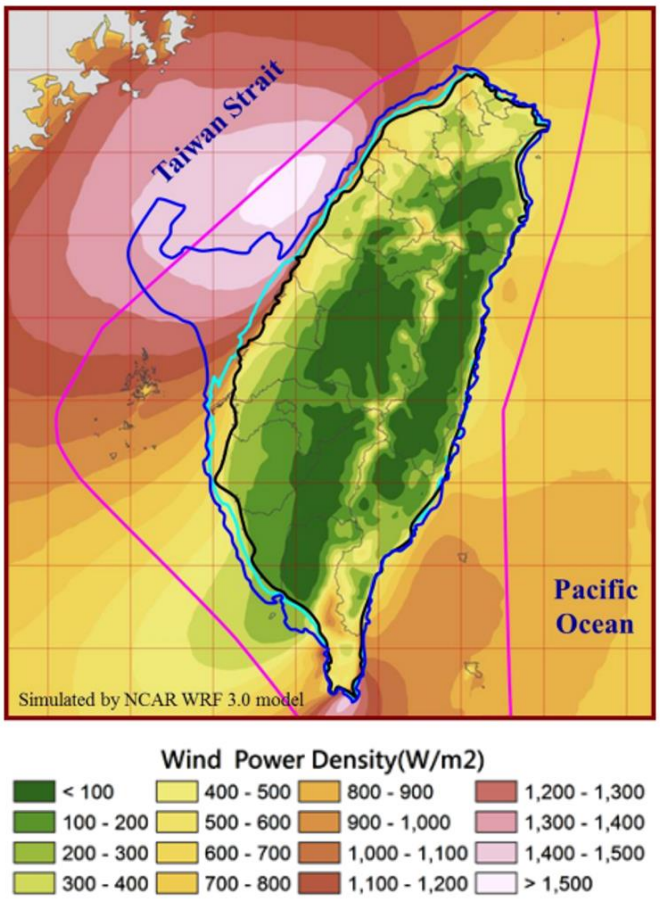
Nombre	Zona	Potencia (kW)	Nº de turbinas	Altura del buje (m)	Fabricante de la turbina	Estado	Fecha de puesta en marcha
Changfang 2	Offshore	4 462 000			MHI Vestas Offshore	Aprobado	
Zhong Mei	Offshore	3 000 000				Planificado	
He Yi	Offshore	2 600 000				Planificado	
He Er North	Offshore	2 400 000				Planificado	
He Er South	Offshore	2 400 000				Planificado	
Miaoli Fengli	Offshore	1 800 000				Planificado	
Taichung Fengmiao	Offshore	1 800 000				Planificado	
Hai Feng - Formosa IV-1	Offshore	1 360 000				Planificado	
Hai Sheng - Formosa IV-3	Offshore	1 360 000				Planificado	
Hai Shuo - Formosa IV-2	Offshore	1 360 000				Planificado	
Mei Sen	Offshore	820 000				Planificado	
Haiding 2	Offshore	760 000				Planificado	
Haiding 3	Offshore	760 000				Planificado	
Hsinchu Fengcheng	Offshore	750 000				Planificado	
Hsinchu Fengfan	Offshore	750 000				Planificado	
Xufeng 2	Offshore	750 000				Planificado	
Xufeng 3	Offshore	750 000				Planificado	
Changhua Datian	Offshore	700 000				Planificado	
Yunlin Yunneng	Offshore	640 000	80		Siemens-Gamesa	Under construction	
Greater Changhua 1 - South East	Offshore	605 200				Aprobado	
Changhua Fengyou	Offshore	600 000				Planificado	
Changhua Youde	Offshore	600 000				Planificado	
Xufeng 1	Offshore	600 000				Planificado	
Greater Changhua 4 - North West	Offshore	582 900				Planificado	
Zhong Qian	Offshore	580 000				Planificado	
Greater Changhua 3 - North East	Offshore	570 000				Planificado	
Haiding 1	Offshore	552 000				Planificado	
Hai Long 3	Offshore	513 000	54		MHI Vestas Offshore	Planificado	
Changhua - Strait Wind Power	Offshore	500 000				Planificado	
W1S - EOLFI	Offshore	500 000				Planificado	
W2N - EOLFI	Offshore	500 000				Planificado	
W2S - EOLFI	Offshore	500 000				Planificado	

W3 - EOLFI	Offshore	500 000				Planificado	
Chu Feng	Offshore	448 000	56			Planificado	
Xidao	Offshore	432 000				Planificado	
Taipower IIb	Offshore	420 000				Planificado	
Formosa 2 OWF	Offshore	376 000	47		Siemens-Gamesa	Under construction	
Greater Changhua 2a - South West	Offshore	337 100				Aprobado	
Hai Long 2A	Offshore	304 000	32		MHI Vestas Offshore	Aprobado	
Taipower IIa	Offshore	300 000				Planificado	
Zhongneng	Offshore	300 000			MHI Vestas Offshore	Aprobado	
Greater Changhua 2b - South West	Offshore	294 800				Planificado	
Hai Long 2B	Offshore	228 000	24		MHI Vestas Offshore	Planificado	
Zhongneng	Offshore	180 000				Planificado	
Penghu Offshore - Taipower	Offshore	150 000	40			Planificado	
Formosa 1 OWF	Offshore	120 000	20		Siemens	Operativo	2019
Fuhai Offshore Windfarm - TGC	Offshore	120 000	15			Planificado	
Changhua Demonstration	Offshore	109 200	21		Hitachi	Under construction	
Wind 1		100 800				Operativo	2009
Changfang 1	Offshore	95 000	10		MHI Vestas Offshore	Aprobado	
Changbin I	Eastern Taiwan	75 900	33	64	Enercon	Operativo	2007/11
Miaoli	Central Taiwan	50 000	25	64	Enercon	Operativo	2006/03
Xidao	Offshore	47 500	5		MHI Vestas Offshore	Aprobado	
Taichung I	Central Taiwan	46 000	20	64	Enercon	Operativo	2009/01
Hsinchu	Northern Taiwan	34 500	15	64	Enercon	Operativo	2009/07
Guanyin	Northern Taiwan	32 200	14	64	Enercon	Operativo	2010/06
Houlong	Central Taiwan	32 200	14		Enercon	Operativo	2012
Taoyuan (TW)	Northern Taiwan	30 000	20		GE Energy	Operativo	2005/12
Tongyuan	Central Taiwan	23 000	10	64	Enercon	Operativo	2013
Changbin II	Eastern Taiwan	20 700	9	64	Enercon	Operativo	2008
Lugang		20 700	9		Enercon	Operativo	2008
Taichung III	Central Taiwan	18 400	8	64	Enercon	Operativo	2011
Sinjhu		12 000	6		Gamesa	Operativo	2006/02
Guanyin	Northern Taiwan	11 500	5	64	Enercon	Operativo	2011/03

Hsinfeng		11 500	5		Enercon	Operativo	2011
Taichung II	Central Taiwan	11 500	5	64	Enercon	Operativo	2012
Houlong	Central Taiwan	9200	4		Enercon	Operativo	2015
Wei-Kong		9200	4		Enercon	Operativo	
Changhua Offshore Pilot Project (COPP)	Offshore	8000	2			Planificado	
Formosa 1 OWF	Offshore	8000	2		Siemens	Operativo	2017/04
Taichung II	Central Taiwan	8000	4			Operativo	2006/02
Anwei		6900	3		Enercon	Operativo	2008
Chunan 2		6900	3		Enercon	Operativo	2010
Taichung III	Central Taiwan	6900	3	64	Enercon	Operativo	2015
Penghu	Southern Taiwan	5400	6		Enercon	Operativo	
Datan (TW)	Southern Taiwan	4600	2		Enercon	Operativo	
Datan (TW)	Southern Taiwan	4600	2		Enercon	Operativo	
Guanyin	Northern Taiwan	4600	2	64	Enercon	Operativo	2013/06
Tongyuan	Central Taiwan	4600	2		Enercon	Operativo	2015
Datan (TW)	Southern Taiwan	4500	3		GE Energy	Operativo	2005/06
Taipower III		4500	3		GE Energy	Operativo	2005/01
Taipower I		3960	6		Vestas	Operativo	2004/12
Hsinchu	Northern Taiwan	3500	2			Operativo	2002
Mai Liao	Central Taiwan	2640	4	45	Vestas	Operativo	2000
Penghu	Southern Taiwan	2400	4		Enercon	Operativo	2001
Penghu	Southern Taiwan	2400	4		Enercon	Operativo	2005
Anwei		2300	1			Operativo	2017
Chingfeng		2300	1		Enercon	Operativo	2015
Hefeng		2300	1			Operativo	2017
Choshui		2000				Operativo	
Houlong	Central Taiwan	1800	2		Enercon	Operativo	2012
Houlong	Central Taiwan	900	1		Enercon	Operativo	2015
Yang Mei	Northern Taiwan	275	1	55	Vergnet	Operativo	

Fuente: The Wind Power, 2021

Anexo V – Potencial eólico offshore de Taiwán



Agua poco profunda

Profundidad: 5-20 m
Extensión: 1779,2 m²
Potencial: 9 GW

Agua profunda

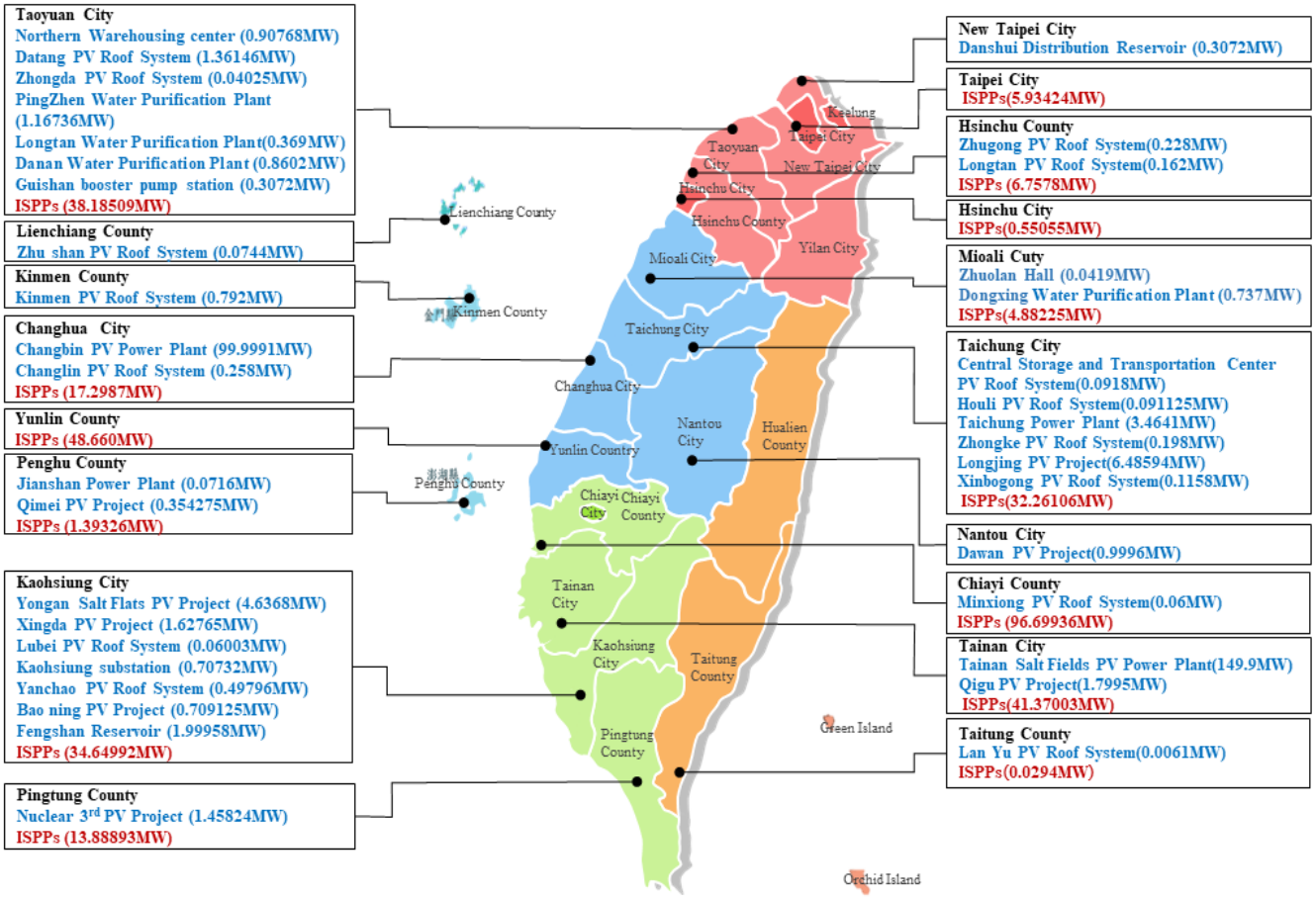
Profundidad: 20-50 m
Extensión: 6547 m²
Potencial: 48 GW

Agua más profunda

Profundidad: > 50 m
Potencial: 90 GW

Fuente: Bureau of Energy

Anexo VI – Mapa de la distribución energética fotovoltaica en Taiwán

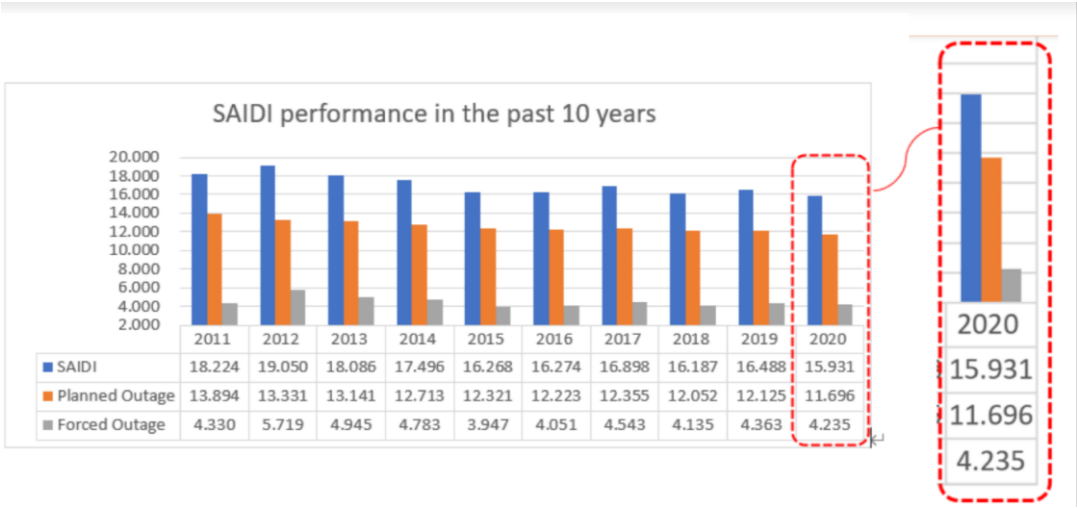


Azul: Plantas propiedad de Taipower

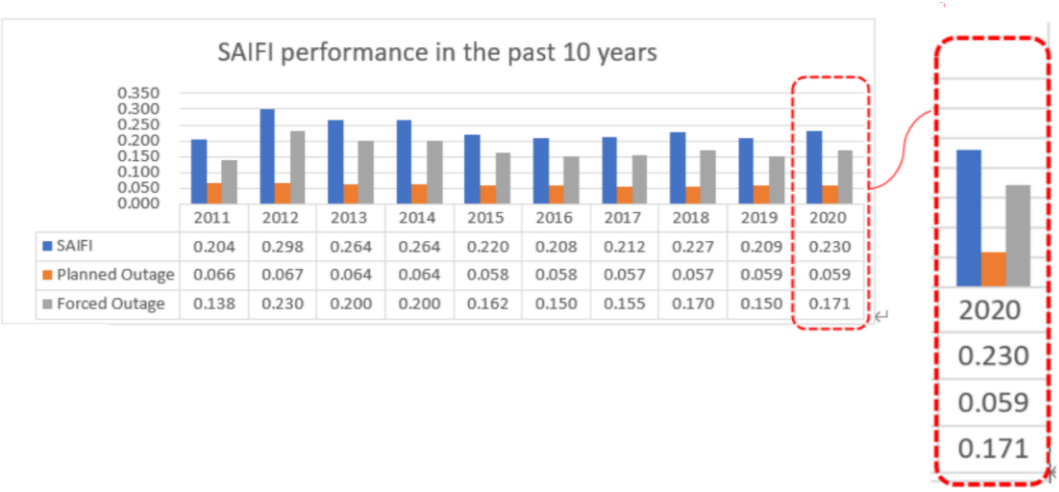
Rojo: Plantas de productores de solar fotovoltaicos independientes

Fuente: Taipower

Anexo VII – Indicadores SAIDI y SAIFI de los últimos 10 años en Taiwán



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SAIDI	18.224	19.050	18.086	17.496	16.268	16.274	16.898	16.187	16.488	15.931
Planned Outage	13.894	13.331	13.141	12.713	12.321	12.223	12.355	12.052	12.125	11.696
Forced Outage	4.330	5.719	4.945	4.783	3.947	4.051	4.543	4.135	4.363	4.235



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SAIFI	0.204	0.298	0.264	0.264	0.220	0.208	0.212	0.227	0.209	0.230
Planned Outage	0.066	0.067	0.064	0.064	0.058	0.058	0.057	0.057	0.059	0.059
Forced Outage	0.138	0.230	0.200	0.200	0.162	0.150	0.155	0.170	0.150	0.171

SAIDI (System Average Interruption Duration Index): índice que mide la duración de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos.

SAIFI (System Average Interruption Frecuency Index): índice que mide la frecuencia con la que se dan interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos.

Fuente: Smart Grid Taipower (n.d.)

Referencias bibliográficas

4Coffshore. (n.d.). *Offshore Wind farms in Taiwan*. Recuperado de: https://www.4coffshore.com/windfarms/taiwan/ el 10 de diciembre de 2021.

Acciona. (2020). *Paneles solares sobre el agua*. Recuperado de: https://experience.acciona.com/es/energias-renovables/planta-fotovoltaica-flotante/ el 17 de diciembre de 2021.

Anpier. (septiembre, 2021). *El Gobierno de Navarra aprueba un proyecto fotovoltaico propuesto por ANPIER*. Recuperado de: https://anpier.org/2021/09/23/el-gobierno-de-navarra-aprueba-un-proyecto-fotovoltaico-propuesto-por-anpier/

Aurica Capital. (2020). Informe ASG 2020. *Aurica Capital Desarrollo, SGEIC, SA*. Recuperado de: https://www.auricacapital.com/wp-content/uploads/2021/10/Informe_ASG_2020_esp.pdf el 28 de diciembre de 2021.

Bellini, E. (2021). Taiwan's URE increases module capacity by 500 MW. *Pv magazine*. Recuperado de: https://www.pv-magazine.com/2021/02/22/taiwans-ure-increases-module-capacity-by-500-mw/ el 27 de diciembre de 2021.

Blas Pradillo, G. (2020). El mercado de energías renovables en Taiwán: solar, fotovoltaica, eólica y eficencia energética. ICEX.

Bowler, Murray, Huang, Tiffany T.F. y Chen, Su-Fen. (septiembre, 2021). *Taiwan: Offshore Wind Power Planning Site Capacity Allocation Guidelines*. Recuperado de: https://www.globalcompliancenews.com/2021/09/05/taiwan-offshore-wind-power-planning-site-capacity-allocation-guidelines26082021/ el 17 de diciembre de 2021.

Bureau of Energy y MOEA. (2020). *Energy Statistics - Handbook 2020*. https://www.moeaboe.gov.tw/ECW_WEBPAGE/FlipBook/2020EnergyStaHandBook/index.html#p=

Bureau of energy; MOEA. (2018) *The electric power supply and demanda report of Taiwan*.

Cassingham, Paul J. (2021). Taiwan Solar Projects: An Introduction to Key Legal and Regulatory Issues. *Eiger*. Recuperado de: https://drive.google.com/file/d/1l103VgYFDUa7v8M7cMWZE3PK0RIkqXH1/view el 28 de diciembre de 2021.

Cepeda-Minaya, D. (diciembre, 2018). La fotovoltaica flotante, un nuevo mercado en alza. *El País*. Recuperado de: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/12/19/companias/1545236626_495313.html el 12 de diciembre de 2021.

Chang, Hannah; Chen, Liang-rong. (2020). Does Taiwan Have Enough Power for TSMC? *CommonWhealth Magazine*, vol. 703. Recuperado de: https://english.cw.com.tw/article/article.action?id=2766#:~:text=Bernstein%20estimates%20that%20TSMC%20consumed,been%20aro el 10 de diciembre de 2021.

Chen, W., Koundouri, P., Dávila, O. G., Haggett, C., Rudolph, D., Lu, S-Y., Chi, C-F., Yu, J., Golmen, L., y Ying, Y-H. (2020). Social acceptance and socioeconomic effects of Multi-Use Offshore Developments:Theory and Applications in MERMAID and TROPOS projects. *DEOS Working Papers 2021*. Athens University of Economics and Business. Recuperado de: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/238098344/Social_acceptance_and_socioeconomic_effects_of_Multi_Use_Offshore_Developments.pdf el 28 de diciembre de 2021.

Chu, Holly. (marzo, 2021). Taiwan Extends Its Asia-Pacific Lead Into Offshore Wind. *Eiger*. Recuperado de: https://drive.google.com/file/d/1hq4jX33FAZIR48UeCXdV9oyNFnEDxMXe/view el 28 de diciembre de 2021.

Chung, H.-S. (2021). Taiwan's Offshore Wind Energy Policy: From Policy Dilemma to Sustainable Development. *Sustainability 2021*, 13, 10465. Recuperado de https://doi.org/10.3390/ su131810465 el 27 de diciembre de 2021.

CIP. (julio, 2021). *CIP divests 25% minority stake in Taiwanese offshore wind farm Changfang and Xidao*. Recuperado de: https://cipartners.dk/2021/07/14/cip-divests-25-minority-stake-in-taiwanese-offshore-wind-farm-changfang-and-xidao/ el 14 de diciembre de 2021.

CORDIS. (2021). STORY- Added value of storage in distribution systems. Comisión Europea. Recuperado de: https://cordis.europa.eu/project/id/646426/es

Craig, R. (mayo, 2021). Taiwan ups offshore wind goal with plans to auction 15GW. Recuperado de: https://www.windpowermonthly.com/article/1715534/taiwan-ups-offshore-wind-goal-plans-auction-15gw el 17 de diciembre de 2021.

Delta Energy. (2020). *Delta Builds Taipower's Largest Energy Storage System for Xia Xing Power Station on Kinmen Island*. Recuperado de: https://www.deltaww.com/en-us/news/12799

Díaz, A. (2018). China ha construido la planta solar flotante más grande del mundo. Recuperado de: https://nmas1.org/news/2018/10/03/china-paneles-tecnologia el 16 de diciembre de 2021.

Di Paolo Emilio, Maurizio. (junio, 2021). *A New Era of Energy Storage Systems in Taiwan*. Recuperado de: https://www.powerelectronicsnews.com/a-new-era-of-energy-storage-systems-in-taiwan/ el 18 de diciembre de 2021.

Energy Watch Group. (octubre, 2020). *Energy Watch Group and Industrial Technology Research Institute sign cooperation agreement on a green power pathway for Taiwan*. Recuperado de: https://www.energywatchgroup.org/energy-watch-group-and-industrial-technology-research-institute-sign-cooperation-agreement-on-a-green-power-pathway-for-taiwan/ el 28 de diciembre de 2021.

Europa-Press. (abril, 2018). *Siemens Gamesa ampliará en 120 MW el primer parque eólico 'offshore' de Taiwán*. Recuperado de: https://www.expansion.com/empresas/energia/2018/04/03/5ac34989ca4741722a8b45e3.html el 14 de diciembre de 2021.

Executive Yuan. (2021). *Forward Looking, Infrastructure Development Program - Green energy*. Recuperado de: https://english.ey.gov.tw/fli/5345E83677FD9ADE el 17 de diciembre de 2021.

EY. (2021). *Green recovery opportunities in Southeast Asia, Japan, South Korea and Taiwan*. Recuperado de: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_sg/topics/power-and-utilities/ey-green-recovery-opportunities-report.pdf?download el 30 de diciembre de 2021.

Ferry, Tim. (2021). Wind energy industry gears up for third round. *European Chamber of Commerce Taiwan.* Recuperado de: https://euroview.ecct.com.tw/category-inside.php?id=636 el 14 de diciembre de 2021.

Flanders Investment & Trade. (2014). *The offshore wind energy sector in Taiwan*. Recuperado de: https://www.flandersinvestmentandtrade.com/export/sites/trade/files/market_studies/905140103101359/905140103101359_1.pdf

Flanders Investment & Trade. (2017). *The Offshore Wind Market in Taiwan*. Recuperado de:

https://www.flandersinvestmentandtrade.com/export/sites/trade/files/market_studies/The%20Offshore%20Wind%20market_Taiwan_2017.pdf

Hanna, Marsde. (2019). *Let the sunshine in: opening the market for more renewable energy in Asia*. Recuperado de: https://www.blog.google/outreach-initiatives/sustainability/let-sunshine-opening-market-more-renewable-energy-asia/ el 8 de diciembre de 2021.

Jones Day. (agosto, 2021). *White paper - Taiwan Offshore Wind Farm Projects: Updates to Guide Investors and Financiers through the Legal and Regulatory Framework*.

Laws & Regulations Database of The Republic of China. (mayo, 2019). Government Procurement Act. Recuperado de: https://law.moj.gov.tw/ENG/LawClass/LawAll.aspx?pcode=A0030057 el 20 de diciembre de 2021.

Le Gorgeu, J.-P., Flocard, H., y Pervès, J.-P. (marzo, 2020). *Le coût exorbitant des éoliennes flottantes*. Books (105). Recuperado de: https://www.books.fr/cout-exorbitant-eoliennes-flottantes/

Lee, I.-chia. (marzo, 2021). Nuclear power not an option: Su. *Tapei Times*. Recuperado de: https://www.taipeitimes.com/News/front/archives/2021/03/10/2003753555 el 18 de diciembre de 2021.

Lin, K.-J., Hsu, C.-P. y Liu, H.-Y. (2019). Perceptions of offshore wind farm and community developpement: case study of Fangyuan Township, Chungchua County, Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*, 27(5). doi:10.6119/JMST.201910_27(5).0005

林, 菁樺. (abril, 2021). 陸域風機陸續除役 商機上看 50 億. 台北報導. Recuperado de: https://ec.ltn.com.tw/article/paper/1440920

Menéndez, Luis H. (mayo, 2021). Chemik se adjudica un contrato de 7,5 millones para un proyecto fotovoltaico en Taiwán. *Heraldo*. Recuperado de: https://www.heraldo.es/noticias/economia/2021/05/09/chemik-se-adjudica-un-contrato-de-7-5-millones-para-un-proyecto-fotovoltaico-en-taiwan-1490712.html

Ministry of Science and Technology. (2021). *綠能建設*. Recuperado de: https://www.most.gov.tw/folksonomy/detail/115b4575-e85f-43cd-ab8f-13883a429a30?l=ch el 11 de diciembre de 2021.

National Renewable Certification Center. (s.d.). Recuperado de: https://www.trec.org.tw/ el 11 de diciembre de 2021.

ORE Catapult. (julio, 2021). *UK-Taiwanese Research Partnership to Boost Offshore Wind Growth and Export Opportunities*. Recuperado de: https://ore.catapult.org.uk/press-releases/uk-taiwanese-research-partnership-boost-offshore-wind-growth-export-opportunities/ el 28 de diciembre de 2021.

Ørsted Taiwan. (2020). *Ørsted and TSMC sign the world's largest renewables corporate power purchase agreement*. Recuperado de: https://orsted.tw/en/news/2020/07/orsted-tsmc-cppa el 10 de diciembre de 2021.

Oung, A. (2020, julio 14). New solar farm rules trigger debate. *Taipei Times*. Recuperado de: https://www.taipeitimes.com/News/biz/archives/2020/07/14/2003739852

Oung, A. (octubre, 2021). Ports need upgrade for wind power progress: groups. *Taipei Times*. Recuperado de: https://www.taipeitimes.com/News/biz/archives/2021/10/27/2003766813 el 30 de diciembre de 2021.

Paneru, Suraj y Radcliffe, Jonathan. (marzo, 2021). *CryoHub Briefing Note. Cryogenic Energy Storage for Renewable Refrigeration and Power Supply*. Recuperado de: https://cryohub.info/public/downloads/vF6SE/Cryohub%20Briefing%20Note%20May%202021.pdf el 20 de diciembre de 2021.

RE100. (diciembre, 2020). *Meeting demand with supply: renewable energy market briefing Taiwán*.

Siemens-Gamesa. (mayo, 2020). *Siemens Gamesa establecerá en Taiwán su hub industrial offshore para la región de Asia Pacífico, sustentado por el proyecto Hai Long 2 de 300 MW*. Recuperado de: https://www.siemensgamesa.com/es-es/-/media/siemensgamesa/downloads/es/newsroom/2020/05/siemens-gamesa-press-release-industrial-hub-taiwan-es.pdf

SmartGrid Taipower. (s.d). Data Analytics. Recuperado de: https://smartgrid.taipower.com.tw/Data_Analytics/Grid-related_Data_Analysis_Projects el 23 de diciembre de 2021.

Tainan City Government. (abril, 2021). *Taiwan's Largest Solar Power Plant Officially Launched in Tainan. Mayor Huang Wei-che Aims to Transform Tainan into a Smart Green Energy Model City*. Recuperado de: https://www.tainan.gov.tw/en/News_Content.aspx?n=13205&s=7756738 el 16 de diciembre de 2021.

臺南市政府. (2021). *沙崙智慧綠能科學城整體發展報告, 經濟發展局 1 110 年 7 月 12 日.*

Taipei Times. (2021). Ministry punishes execs at Taipower over outages. Recuperado de: https://www.taipeitimes.com/News/biz/archives/2021/08/30/2003763444 el 18 de diciembre de 2021.

Taipower. (2020). *Sustainability Report 2020*. https://www.taipower.com.tw/upload/4461/2020111211185619027.pdf

Taipower. (2021). *Sustainability Report 2021*.

Tsai, W.-T. (2021). Overview of wind power development over the two past decades (2000-2019) and its role in the Taiwan's energy transition and sustainable development goals. *AIMS Energy*, 9 (2), pp. 342-354. https://doi.org/10.3934/energy.2021018

US Taiwan Business Council. (junio, 2021). *Taiwan's Renewable Energy Landscape: Prospects for Deepening U.S.-Taiwan Relations*.

Wind-turbine-models. (s.d.). Siemens SWT-4.0-120. Recuperado de: https://es.wind-turbine-models.com/turbines/753-siemens-swt-4.0-120 el 15 de diciembre de 2021.

WPD. (2021). *WPD aims to start construction with three new photovoltaic projects in Taiwan*. Recuperado de: https://www.wpd.de/en/wpd-aims-to-start-construction-with-three-new-photovoltaic-projects-in-taiwan/ el 13 de diciembre de 2021.

中華民國總統府. (2021). 稳定发展绿能接轨国际供应链新标准强化台湾竞争力. Recuperado de: https://www.president.gov.tw/News/25876 el 30 de diciembre de 2021.

Imágenes

Imagen 1: Mapa político y geográfico de Taiwán……..8

Imagen 2: Mix energético de Taiwán...…….....10

Imagen 3: Cambios en el consumo eléctrico nacional. (Primera mitad de 2020 vs. primera mitad de 2021)……....10

Imagen 4: Objetivos del mix energético para 2025……...……..12

Imagen 5: Logo de Taipower……...…….....16

Imagen 6: Logo de ITRI…...……17

Imagen 7: Cadena de suministro en el sector eólico onshore de Taiwán ……...21

Imagen 8: Parque eólico onshore de Zhongtun, Penghu ……...…..…...……22

Imagen 9: Distribución y capacidad instalada de renovables ……...……24

Imagen 10: Densidad de potencia media del viento en Taiwán ……...……27

Imagen 11: Parques eólicos offshore potenciales en Taiwán – Tercera fase ….……28

Imagen 12: Paisaje en Taiwán ……...……31

Imagen 13: Mapa del potencial fotovoltaico de Taiwán ……...……..32

Imagen 14: Proyecto fotovoltaico sobre marismas de sal.....35

Imagen 15: Centrales eléctricas y redes energéticas de Taipower……...……..38

Imagen 16: N.º de días en los que la capacidad de reserva era inferior al 6 %.....39

Imagen 17: Marco de planificación general de la red inteligente...……..……..40

Imagen 18: Proyecto conjunto de Taipower y Delta Energy en Kinmen.....……..42

Imagen 19: Apartado de publicación de las licitaciones abiertas en el GePS……46

Tablas

Tabla 1: Datos relevantes sobre Taiwán…….....7

Tabla 2: Asociaciones taiwanesas en el ámbito de las energías renovables… 18

Tabla 3: Objetivos de energías renovables para 2025……...…26

Plan Internacional de Navarra
Nafarroako Nazioarteko Plana
2021/2022

Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua

HERRERA ZHANG
CONSTRUIMOS RELACIONES VALIOSAS

ENERGÍAS RENOVABLES EN TAIWÁN

ENERGÍAS RENOVABLES EN TAIWÁN

Estudio de **HERRERA ZHANG**, firma especializada en el Mundo Chino, para el Servicio de Proyección Internacional del Gobierno de Navarra.

Han trabajado en la elaboración de este estudio:
Dr. Andrés Herrera-Feligreras (dirección)
Dra. Yu-Ting Lu 呂郁婷
Rita Lai 賴家林
Irene Izarra Sanz
Julien Pierre Dominique Farges

Desde **HERRERA ZHANG** se quiere hacer una especial mención a las personas e instituciones que han colaborado en este estudio, ya sea prestándose a ser entrevistadas o facilitando información y sugerencias (ver nota metodológica).

Pamplona, 30 de diciembre de 2021.