

MATERIA PRIMA Vol. 2, nº 1

Todo lo que querías saber sobre el grado de la mano del alumnado egresado

Escola de Enxeñaría de
Minas e Enerxía

Universidade de Vigo

Secciones:

- Empresas: Kaizen Institute
- Cifras y datos: el programa Erasmus+
- Egresados por el mundo
- Perfil profesional
- Experiencias de máster
- Otros talentos
- Colaboración: Alberte Bouso

Redacción:

Eduardo Liz Marzán (Director)

Iago Villarino García

Colaboradores:

Roberto Agromayor Otero

Alberte Bouso García

Natalia Cid Rodríguez

Saki Gerassis Davite

Andrea Nóvoa Martínez

Raquel Pérez Orozco

Editorial

Iniciamos con este número la segunda temporada de la revista, con la intención de darle continuidad a esa aventura que empezamos el curso pasado por estas fechas tan señaladas para la Escuela y sus egresados: **la festividad de Santa Bárbara**.

Quisiera reseñar un cambio importante en la redacción: el reportero principal (encargado de las entrevistas) será **Iago Villarino García**, alumno del grado de Ingeniería en Energía, en sustitución de Paula y Lorena. Por lo demás, continuaremos con la estructura del último número del curso pasado: agradecemos la colaboración de **Kaizen Institute**, y en particular a nuestro alumno egresado **Guillermo Rial Barreiro**, quien se ha prestado a servir de enlace para hacernos llegar información sobre la empresa. También continuamos con las habituales entrevistas, en este caso a tres egresadas y un egresado. Quisiera recordar que esta es una de las principales motivaciones de la revista: por una parte, que los alumnos que están cursando los grados sepan qué están haciendo otras personas que pasaron por aquí antes que ellos, y por otra parte que el personal de la Escuela y los propios egresados y egresadas sigan manteniendo un contacto muy necesario.

En el apartado de colaboraciones, agradecemos el interesante artículo que ha escrito para la revista **Alberte Bouso García** sobre los mercados de la electricidad a nivel nacional y europeo. A mí, personalmente, me ha aclarado muchas cosas.

En la sección de cifras y datos nos centramos en las experiencias que han tenido en el programa Erasmus+ las personas egresadas de los grados en Ingeniería de la Energía y en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos de la Universidade de Vigo, incluyendo una lista de destinos que nos han hecho llegar y algunas reflexiones sobre esta experiencia que todos recomiendan.

Quisiera aprovechar para dar la bienvenida al alumnado de primero, que está muy cerca de completar su primer cuatrimestre en la Escuela y que espero que se conviertan en asiduos lectores de la revista.

Empresas: Kaizen Institute

Kaizen Institute es una consultoría de excelencia operacional con más de tres décadas de experiencia en gestión eficiente y mejora continua. Más de 1.200 personas ayudan a sus clientes en todos los continentes, en más de 60 países. Dentro de España, cuenta con equipos en Galicia, País Vasco, Madrid, Cataluña y Comunidad Valenciana, aunque los consultores operan en todo el territorio nacional y en algunos proyectos transversales de ámbito internacional.

Alejandro López, Ingeniero de Minas de nuestra Escuela, lleva 6 años trabajando en el equipo gallego: “Kaizen es totalmente distinto a otros trabajos que he tenido, el ritmo de aprendizaje y de crecimiento personal supera todas mis otras experiencias laborales. Cada proyecto que realizamos es diferente, lo que nos requiere estar al día constantemente y aprender de cada colaboración.”

El principal trabajo de la empresa se realiza codo con codo con el cliente para crear o mejorar procesos, al mismo tiempo que se da formación a sus equipos para solucionar los problemas. Se trabaja con todo tipo de organizaciones para implementar mejoras sostenibles a través de consultoría y formación. Y aunque la metodología KAIZEN™ tiene su origen en el sector automovilístico, la adaptación y el conocimiento del equipo ha permitido trabajar en el sector textil, la industria alimentaria, el energético, sanidad y educación, entre otros.



De izquierda a derecha, Nicolás, Alejandro y Guillermo. Alberto no ha podido salir en la foto porque ahora pertenece al equipo de Barcelona.



Alberto, desde Barcelona

Nicolás Fernández, graduado en Recursos Mineros y Energéticos y titulado del Máster en Ingeniería de Minas comenta: “Este trabajo es tan retador como gratificante. Me ha dado la oportunidad de conocer todo tipo de empresas y procesos diferentes. En casi 4 años que llevo en la empresa he sentido que no he parado de crecer profesionalmente”. Y aunque gran parte de su trabajo se centra en el tejido empresarial gallego y alrededores, algunos consultores como **Alberto Martínez**, graduado en Ingeniería de la Energía, han tenido la oportunidad de realizar también proyectos internacionales: “Lo cierto es que ya desde el principio la empresa me dio la confianza suficiente para afrontar proyectos en el extranjero. Haber finalizado mis estudios y poder afrontar este tipo de experiencias en lugares como Seychelles, Marruecos o Francia le ha dado un impulso enorme a mis capacidades técnicas. Además, cuando hago este tipo de viajes siempre intento aprovechar para relajarme y visitar un poco la zona, aunque Kaizen me facilita estar todos los fines de semana en casa si quiero”. La empresa lleva en constante crecimiento desde su creación, con objetivos retadores año tras año. Por ello está continuamente buscando talento que quiera unirse al equipo y crear valor a largo plazo. **Guillermo Rial**, también graduado en Ingeniería de la Energía, fue el último de nuestros cuatro egresados en incorporarse a esta empresa: “Al principio tenía mis dudas sobre cambiar de empresa, pero después de todo este tiempo creo que ha sido una de las mejores decisiones que he tomado. En comparación con otras experiencias laborales previas, aquí la monotonía no existe y el crecimiento y posibilidades que te ofrecen ya desde el principio es algo que no se encuentra fácilmente hoy en día”. Para informaros más sobre la empresa, sus actividades y posibles procesos de selección, podéis hacerlo a través de su [web](#) o en [LinkedIn](#).

Cifras y datos del alumnado egresado

Desde que se iniciaron los grados de la Escuela de Minas y Energía de la Universidad de Vigo, muchos estudiantes de la Escuela han participado en el **programa Erasmus+**, completando parte de sus estudios en el extranjero. La mayor parte realizaron su estancia en el último año del grado o durante el máster. Dejamos un listado aquí de algunas de las universidades de destino en diez países europeos diferentes. También incluimos unas reflexiones que **Pedro Bastos Recarey** ha tenido la amabilidad de hacernos llegar.

- Universidad de Ciencias Aplicadas de Flensburg (Alemania)
- Universidad Técnica de Ciencias Aplicadas de Viena (Austria)
- Universidad de Mons (Bélgica)
- Universidad Politécnica de Atenas (Grecia)
- Universidad de Basilicata (Italia)
- Universidad de Palermo (Italia)
- Universidad de Perugia (Italia)
- Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (Noruega)
- Universidad AGH de Cracovia (Polonia)
- Universidad Politécnica de Silesia (Polonia)
- Universidad Técnica de Ostrava (República Checa)
- Universidad de Oradea (Rumanía)
- Universidad Politécnica de Timisoara (Rumanía)
- Universidad Tecnológica de Luleå (Suecia)



Mapa de destinos Erasmus

No hemos conocido a nadie que haya participado en el programa Erasmus y no lo recomiende. Recogemos aquí unos comentarios de Pedro Bastos: “Realicé mi estancia Erasmus cuando estaba en cuarto curso del grado y como destino escogí la Universidad Politécnica de Timisoara en Rumanía durante dos cuatrimestres. Por parte del programa, quiero destacar que la oportunidad de compartir con compañeros y compañeras de otras nacionalidades laboratorios o trabajos en grupo ofrece una perspectiva única de igualdad, respeto y comprensión, quitando ese 'miedo' que nos da colaborar con personas que no hablan nuestro idioma o considerar que no tenemos nivel suficiente de inglés. Además, el hecho de haber realizado un programa de intercambio como este tiene un valor añadido de cara a las salidas laborales en las que se buscan personas capaces de trabajar con equipos internacionales o que tengan parte de su actividad de negocio en la zona donde has realizado tu estancia.”

También explica que puede resultar ventajoso cursar el programa Erasmus durante el segundo cuatrimestre si se tiene la perspectiva de desarrollar la actividad académica o profesional en ese país al acabar el grado. Sin embargo, cabe señalar que algunas personas egresadas que han cursado un año de Erasmus+ o han encadenado un cuatrimestre de Erasmus+ “tradicional” con otro de Erasmus+ prácticas han tenido una experiencia muy satisfactoria.



Pedro con la peña de Erasmus en Rumanía

Egresados por el mundo

Andrea Vidal Rivera se ha lanzado como una flecha a la actividad laboral internacional y se mueve entre Europa y Asia. De hecho, le hicimos la entrevista cuando estaba en un aeropuerto.

Grado en Ingeniería de la Energía (2017-2021)
Máster en Aprovechamiento de las Energías Renovables Marinas, Universidad Politécnica de Madrid (2021-2022)
Trabajo actual: Ingeniera de proyecto en DEME Group (Bélgica)

¿A qué te dedicas actualmente?

Soy Ingeniera de Proyectos para DEME OFFSHORE y me dedico a montar parques eólicos marinos. Llevo ya un año en la división asiática, gestionando un proyecto en Taiwán. Está resultando ser una experiencia muy enriquecedora a la vez que desafiante, principalmente debido a las barreras lingüísticas y culturales. Durante el primer semestre del año, tuve la oportunidad de trabajar en un buque dedicado a la mitigación de ruido durante la instalación de cimientos para las plataformas eólicas marinas. La segunda parte de la campaña estuve a bordo del Green Jade, segundo barco de *heavy lifting* más grande en el mundo actualmente.

¿Qué te llevó a especializarte en el sector de las energías renovables marinas?

Realicé mi trabajo de fin de grado sobre este tema con el profesor **Carlos Pérez Collazo**, a quien envió un cordial saludo. Su estímulo fue de gran motivación y me hizo descubrir la importancia de este sector en el mundo actual. Mi decisión también se vio influenciada por el brillante futuro de esta industria en Galicia. Después del grado, opté por seguir mi formación en este ámbito a través de un máster en Madrid. Este resultó ser poco convencional, ya que parte de las clases las impartían profesionales en activo en el sector, ofreciendo una perspectiva divulgativa y práctica de la materia.

Dada tu experiencia, ¿cuál crees que es el potencial de Galicia en el campo de las energías renovables marinas? ¿Qué papel puede tener la escuela?

Considero que Galicia posee un notable potencial en el sector de las energías renovables marinas, especialmente centrándose en plataformas flotantes o *jackets*. El principal desafío radica en la necesidad de concienciar a una parte de la población cuyas percepciones están influenciadas por los discursos mediáticos de tinte político y periodístico.

Es un hecho irrefutable que las energías renovables marinas llegarán tarde o temprano a España; es solo cuestión de tiempo. Una prueba de ello es que la primera subasta eólica marina de España se ejecutaría en la primera mitad del año 2024.

En cuanto a la educación, sugeriría la incorporación de una especialización en el cuarto curso dirigida al sector, para aquellos alumnos interesados. Además, sería altamente beneficioso contar con un programa de máster que permita dar continuidad a los conocimientos adquiridos durante el grado, con un enfoque específico en el sector marino. Esta iniciativa podría servir como medio para atraer estudiantes de otras comunidades donde no se ofrecen estos programas.

¿Cómo valoras el impacto medioambiental y para el sector pesquero de este tipo de proyectos?

La mayoría de los proyectos propuestos y aprobados en Galicia adoptan la cimentación tipo flotante, lo que resulta en un impacto medioambiental inferior en comparación con las plataformas fijas. Además, los promotores realizan considerables inversiones para minimizar el impacto en la fauna y flora. Un ejemplo destacado de esto es la implementación de diversas medidas de mitigación, como las cortinas de burbujas, diseñadas para disuadir a la fauna presente en la zona durante la instalación. Por otra parte, en lugares como el Reino Unido, los desarrolladores de parques eólicos deben destinar un porcentaje de sus ganancias al gobierno, contribuyendo así al beneficio de la población. Considerando todos estos factores, sostengo la opinión de que la energía eólica marina tendrá efectos muy positivos tanto en la producción de energía como en la generación de empleo en nuestra comunidad.



Andrea a bordo del Green Jade

Perfil profesional

Uxía Alonso Sanmartín es una incansable Ingeniera de Minas. En esta entrevista nos cuenta su trayectoria desde la experiencia en el grado hasta su actual vida laboral.

Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos (2012-2016)

Máster Universitario en Ingeniería de Minas (2016-2018) y Máster en Prevención de Riesgos Laborales (2018-2019), ambos en Vigo.

Trabajo actual: Ingeniera de Minas en CUPA Pizarras (Carballeda de Valdeorras, Ourense).

¿Cómo ha sido tu paso por la Escuela?

Ha sido muy positivo. Al ser pocos en clase, el trato es muy personalizado y cercano, lo cual es un plus para los alumnos. Por otra parte, siempre me quedará con las amistades que haces: entras con compañeros de clase y sales con amigos para toda la vida.

¿Has realizado prácticas durante tus estudios?

Sí, hice prácticas al terminar el grado y el máster, y ambas fueron experiencias muy positivas. Al principio me encontraba bastante verde y con ciertas inseguridades, pero por suerte encontré un ambiente de trabajo cómodo, con gente muy implicada y que claramente querían ayudarme a formarme. Sé que hay casos en los que a los becarios no se les presta la atención o ayuda necesarias, pero en mi experiencia personal sólo tengo buenas palabras para los que fueron mis compañeros. Obviamente, existe el factor de la suerte a la hora de elegir, pero en general creo que con iniciativa, interés y una buena actitud puedes ir avanzando y logrando tus objetivos. Considero que las prácticas son una gran herramienta para introducirte en el mundo laboral.

¿A qué te dedicas en la actualidad?

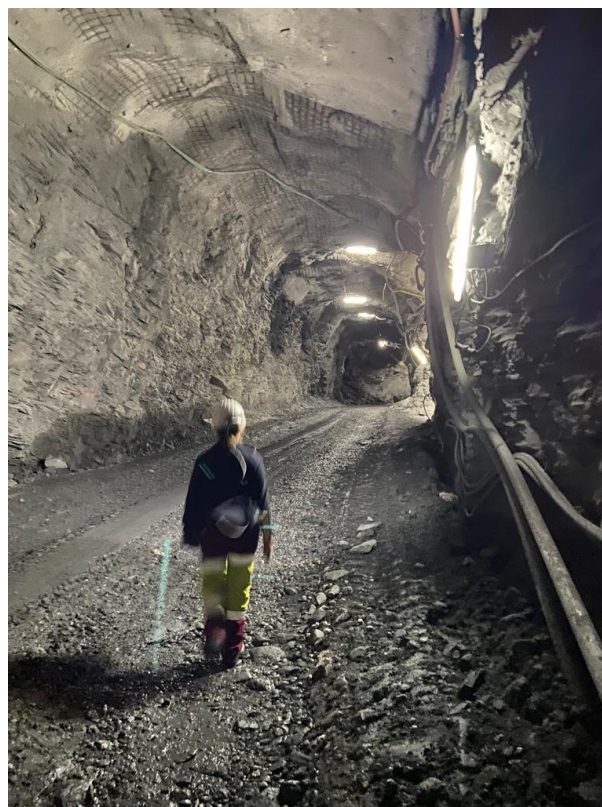
Estoy trabajando como facultativa en una de las canteras a cielo abierto que tenemos en CUPA. Tengo el punto base en las oficinas, pero a veces salgo a hacer labores de campo, tanto a las minas subterráneas como a canteras. Llevamos a cabo múltiples y diversas labores, tanto a nivel operativo, como control de costes o control presupuestario, hasta temas de geotecnia y geología.

¿Cómo fue tu transición desde que acabaste el máster hasta introducirte en el mundo laboral?

En cuanto acabé mis estudios de máster me surgió esa duda exactamente: ¿cómo empiezo a buscar mi primer trabajo? Con el paso de los meses, seguía sin tener claro en qué especializarme o dónde trabajar, por lo que acabé optando por estudiar un segundo máster, esta vez en prevención de riesgos laborales, que es un tema que tiene mucha importancia en la profesión de facultativo. Justo tras empezarlo, recibí una oferta de empleo a media jornada que pude compaginar con el máster: ese fue mi primer trabajo. Un tiempo después, aún cursando el máster, vi una oferta para trabajar como becaria en mi empresa actual. Aunque no era un trabajo específico de Ingeniería de Minas, me decidí a cogerlo para entrar en la empresa. Estuve año y medio con esa beca y, justo al terminar, surgió una plaza en el departamento de ingeniería y ya me quedé en la empresa. Es una prueba más de que las prácticas pueden ser un trampolín para conseguir una buena posición laboral.

¿Cómo compaginaste el máster con el trabajo?

Es complicado. Aunque te den facilidades, hay que organizarse muy bien porque tienes que hacer tareas del máster al llegar a casa después de trabajar y puede resultar agotador. Pero es algo puntual y se puede compaginar.



Uxía en la mina de pizarra de Raniella (León)

Experiencias de Máster

Lucas Álvarez Piñeiro decidió un buen día irse a Valencia a hacer un máster enfocado al desarrollo sostenible y allí sigue como investigador. En esta entrevista nos habla un poco de sus experiencias de máster y de su trabajo actual como investigador y docente.

Grado en Ingeniería de la Energía (2012-2016)
Máster en Ingeniería de Automoción,
Universidade de Vigo (2016-2017)
Máster Universitario en Tecnologías
Energéticas para el Desarrollo Sostenible, Univ.
Politécnica de Valencia (2017-2019)
Trabajo actual: Investigador y profesor asociado
en la Universidad Politécnica de Valencia.



Lucas en la Ciudad de las Artes y las Ciencias

¿A qué te dedicas actualmente?

Actualmente soy investigador y trabajo como profesor asociado en el Departamento de Estadística e Investigación Operativa del Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Llevo a cabo mi labor como docente de prácticas de métodos estadísticos y de investigación operativa, al mismo tiempo que trabajo en mi tesis doctoral, centrada también en el ámbito estadístico.

Como antiguo estudiante del máster de automoción, ¿cómo analizas en retrospectiva tu decisión de cursarlo?

En mi experiencia personal, el máster fue la manera idónea de descubrir lo que quería hacer con mi futuro. Generalmente, cuando la gente habla acerca de él, te dicen que el Máster en Automoción de la Universidad de Vigo está muy bien, que tiene múltiples salidas, y más aún si te quieres quedar en Vigo. Sin embargo, durante mis prácticas del máster descubrí que aquello que me motivaba y llamaba la atención era la investigación. El trabajar en un entorno tan cuadrulado en el que todo se hacía de una forma determinada, me hizo darme cuenta de dónde quería estar. El trabajo industrial no cuadraba en absoluto con la libertad de ideas que yo anhelaba y me motivaba, por lo que decidí continuar con mi formación con un nuevo máster.

¿Crees que los investigadores están bien valorados en España?

Creo que la investigación es algo que necesita vocación. Lo más probable es que tu investigación actual no tenga una aplicación inmediata, ni que vaya a revolucionar el panorama científico. Sin embargo, es posible que en 5, 10 o 20 años alguien encuentre tu trabajo y le sea de utilidad. Yo creo que ahí está el verdadero valor de mi trabajo. Desde el punto de vista de la continuidad laboral, esta nunca está asegurada, ya que al final del día se está generando conocimiento, no directamente dinero. Esta falta de un retorno inmediato dificulta hacer ver a la gente la importancia de puestos como el mío, al menos en nuestro país.

¿Qué consejo le darías a tu yo de primero del grado?

Personalmente, creo que enfocaría de forma diferente mi tiempo. Estudiar es fundamental, por supuesto, pero también creo que es importante buscar qué es lo que te gusta, probar cosas nuevas y ganar experiencias. Sobre todo me recomendaría que aprovechara todos los recursos que la Universidad de Vigo pone a tu alcance, como becas de colaboración, intercambio por el mundo, prácticas en empresa o las actividades realizadas por la Delegación de Alumnos. Muchas veces nos enfocamos tanto en el aprobado y obtener el título que se nos olvida vivir la experiencia universitaria en sí; y en esta vida hay cosas que sólo se pueden vivir una vez.

Otros talentos

Loisa Lariño Mora tiene muchos talentos. Después de una experiencia laboral de más de 4 años, ha decidido reanudar su formación porque le encanta aprender. Aparte de eso, domina cuatro idiomas, es jugadora de voleibol y ha realizado voluntariado en Ingenieros Sin Fronteras. Reproducimos aquí algunos puntos de una agradable charla que hemos mantenido con ella.

Grado en Ingeniería de la Energía (2014-2018)
Máster Universitario en Energías Renovables,
Cambio Climático y Sostenibilidad,
Universidade de Santiago (2018-2020)
Ocupación actual: Estudiante del Máster en
Ingeniería Industrial, Universidade de Vigo

¿Actualmente estudias, trabajas o ambas?

Estoy realizando el máster en Industriales a tiempo completo. El año pasado compaginé el curso puente entre el grado y el máster con mi actividad laboral y la empresa en la que trabajaba me facilitó esta situación, pero sentí que este año, al empezar el máster, debía decidir si centrarme en una cosa o la otra.

¿Algún consejo para las personas que se encuentran en la recta final de la carrera y valoran hacer prácticas, o para las que la acaban y tienen miedo del salto al mundo laboral?

En mi experiencia personal, creo que ese pensamiento o 'síndrome del impostor' es algo muy común entre aquellos que acabamos el grado. Sin embargo, en el mundo real las empresas ya conocen las circunstancias en las que está la gente al acabar la carrera, por lo que valoran más otros factores como tu filosofía de trabajo. A fin de cuentas, la universidad no debería ser un lugar de formación de trabajadores, sino de formación de personas. En mi caso particular, sentí que por mi expediente académico la gente iba a esperar cosas de mí que yo no podría dar, y me afectaba bastante. Fue una vez comencé mis prácticas cuando me di cuenta de que todo el mundo comprende tu situación y no te sobreexige. Mi recomendación para aquella gente que no tiene del todo claro qué hacer con su futuro es que vayan probando diferentes ambientes y puestos y explorando nuevas opciones hasta encontrar su camino.

Has sido colaboradora del Foro Tecnológico de Empleo, ¿te ha ayudado esto a conseguir prácticas o incluso un contrato?

En lo referente a encontrar trabajo o prácticas, el foro no me reportó ningún beneficio directo, ya que en ese momento no estaba interesada en ello. Sin embargo, sí que creo que es una iniciativa muy buena e interesante como primer contacto con las empresas. En mi caso, sentía mucho respeto por las empresas y las personas responsables, pero trabajar con ellas como colaboradora, llamarlas para organizar el evento y charlar con la gente de recursos humanos me ayudó a soltarme un poco.

Eres jugadora de voleibol, ¿Crees que el practicar un deporte de equipo te ha facilitado el trabajo en grupo?

Sí, he jugado al volei prácticamente toda mi vida, y además de defensora del deporte en general, soy gran fan de los deportes de equipo en particular. Con el volei he aprendido a relacionarme, colaborar y comunicarme con gente muy diferente a mí. En el deporte y el trabajo en equipo, siento que valores como la paciencia y la comunicación, ver cómo piensan los demás, son fundamentales para que prospere el proyecto. Recomendando a todo el mundo el deporte o cualquier hobby al margen del trabajo.



Loisa con un trofeo de volei

Un paseo por los mercados de la electricidad en España y Europa

por Alberte Bouso García

Grado en Ingeniería de la Energía (2014-2018)

Máster en Redes y Sistemas Eléctricos

Inteligentes, KTH (Suecia) y KU Leuven (Bélgica) (2018-2020)

Trabajo actual: Consultor Sénior en N-SIDE (Bélgica)

Los sistemas de potencia eléctrica, responsables de transportar la electricidad producida por miles de generadores a millones de consumidores, son una de las obras de ingeniería más complejas y ambiciosas del planeta. Presentes en los paisajes de todo el planeta, son símbolos de desarrollo y han permitido que millones de personas hayan podido mejorar su calidad de vida e incluso salir de la pobreza a través de la industrialización. Históricamente, el desarrollo, operación y supervisión de los distintos elementos que componen el sistema eléctrico estaban bajo el control del Estado. Con la liberalización del sector eléctrico, iniciada a finales del siglo XX, se abrió la puerta a la entrada de empresas privadas en el sector. Esta iniciativa perseguía varios objetivos: garantizar el libre mercado de todo tipo de bienes, incluyendo la electricidad; mejorar la toma de decisiones para invertir en nuevas fuentes de generación o redes de transporte; optimizar el mantenimiento de la infraestructura; y, sobre todo, que los precios de la electricidad reflejasen el coste real del producto. Al permitir la iniciativa privada, muchas empresas han podido instalar nuevas plantas de generación, incentivando la competición entre ellas. De la misma manera, como consumidores finales de electricidad, podemos elegir entre un rango de comercializadoras con distintos precios en función de nuestro perfil de consumo. Cabe notar que no todos los roles de la cadena de suministro de electricidad están expuestos al libre mercado; un ejemplo son los operadores del sistema, que son un monopolio y en consecuencia están sometidos a un fuerte control estatal (en España, es el caso de Red Eléctrica).



Alberte en la oficina

En estos últimos treinta años, la evolución ha sido continua y no tiene pinta de frenar. La reciente crisis causada por la escasez de gas puso en dudas las múltiples responsabilidades del sector: desde la garantía del suministro y el miedo a apagones hasta la validez del sistema de fijación de precios. Cabe destacar que, una vez pasada la tormenta y la escalada vertiginosa de precios, el sector parece haber llegado a un consenso: no podemos culpar al mensajero de traer malas noticias ni desechar treinta años de progreso e integración.

Pero, ¿cómo se calcula este mensaje que nos envían los mercados en forma de Euros por megavatio hora (MWh)?

Cada país tiene a su disposición una serie de fuentes de generación de electricidad que dependen de sus condiciones geográficas y de las iniciativas de sus gobiernos. En los países escandinavos, abundan las centrales hidráulicas; en Francia, las nucleares son capaces de cubrir el 80% de la demanda; mientras que en Dinamarca, Holanda o Reino Unido, enormes plantas eólicas marinas generan electricidad gracias a los fuertes vientos registrados en el Mar del Norte. En España, el despliegue de la energía fotovoltaica sigue imparable y se espera que sea la principal fuente de generación eléctrica anual en 2025.

No obstante, la realidad muestra que, en el día a día, vamos a necesitar un poco de todo: nuclear, eólica, fotovoltaica, centrales de gas, hidráulica y termosolar. Cada tecnología tiene unas características propias, con sus fortalezas y desventajas y con un coste de producción distinto. Pero se complementan.

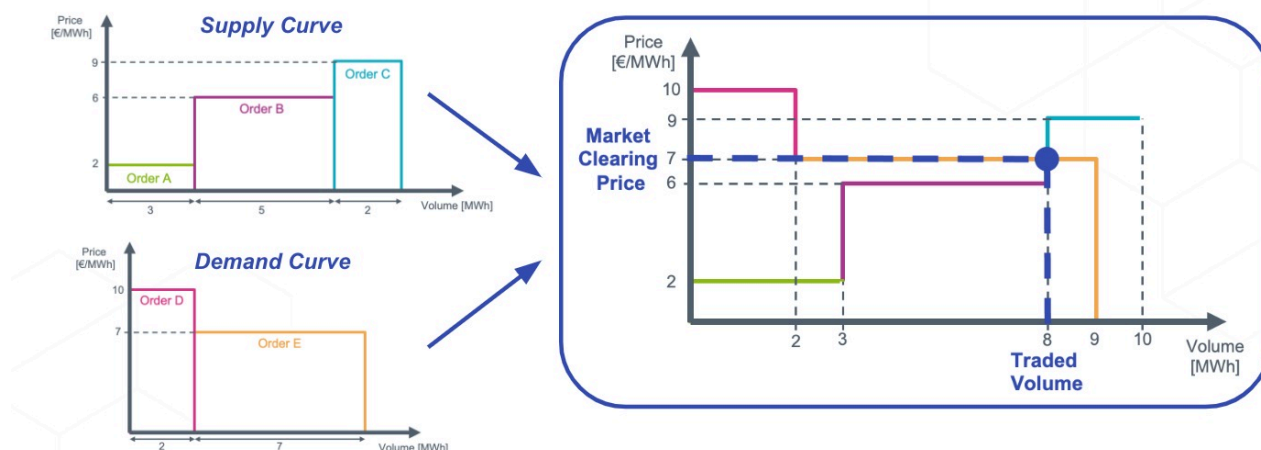
Cabe notar que, a diferencia de otros vectores energéticos como el hidrógeno, el gas o el petróleo, la electricidad no se puede almacenar (a día de hoy) a gran escala y durante largos períodos de tiempo. Por ello, cada día, el operador del sistema tiene como objetivo que la diferencia entre producción y consumo sea nula... ¡casi nada! Y con la mayor penetración de energías renovables, que pueden incrementar o reducir su perfil estimado de generación en función de una nube o una ráfaga de viento, la tarea se vuelve titánica. Cada día, el operador debe responder, entre otras, a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las fuentes de generación más baratas que deben funcionar mañana para cubrir el consumo esperado?
- ¿Cómo puedo activarlas sin que haya sobrecargas en las líneas de transmisión y se pueda operar de forma segura?

Aquí entran en juego los famosos mercados de electricidad. Un día antes del día de entrega, los participantes del mercado, es decir, generadores y consumidores, envían sus ofertas de venta y de compra para las 24 horas siguientes. Para los generadores, esto implica estimar su coste marginal en EUR/MWh, es decir, cuánto les cuesta generar un MWh en las distintas horas del día. Cada generador hará sus propias cuentas, basadas en el precio del gas o carbón que deben consumir para entregar esa energía a la hora acordada, los costes de mantenimiento y la recuperación de la inversión inicial, entre otros. Mientras que la energía eólica, solar o nuclear tienden a ofertar a precios cercanos a cero EUR/MWh, las centrales de gas o carbón están expuestas a los precios de compra de las materias primas que consumen. Para los consumidores, su oferta de compra -también en EUR/MWh- refleja sus 'ganas de consumir'. Por ejemplo, una industria electro-intensiva puede decidir no consumir electricidad si cuesta más de 50 EUR/MWh, ya que, por encima de ese precio, no es rentable la producción de la planta.

Una vez presentadas todas las ofertas, se utilizan como los parámetros de uno de los algoritmos más avanzados de la industria: EUPHEMIA [1]. El objetivo de este modelo de optimización matemática es maximizar el 'social welfare' o excedente económico, respetando las limitaciones de flujo de potencia entre cada país. El algoritmo selecciona las ofertas más económicas de modo que sean suficientes para suministrar la electricidad requerida al sistema. El proceso mediante el cual el algoritmo hace uso de las ofertas de compra (de los consumidores) y las ofertas de venta (de los generadores) para determinar el precio de la electricidad en EUR/MWh se conoce como **casación de mercado**. Los resultados del proceso de casación dictarán qué plantas de generación tendrán que trabajar al día siguiente y cuáles no (y de forma similar para los consumidores). En este momento, ya podemos ver una de las ventajas de este modelo: los productores capaces de operar a un precio más bajo tendrán una ventaja competitiva con respecto a las más caras (mayor probabilidad de ser aceptadas). Por lo tanto, si alguien quisiera instalar una nueva planta de producción eléctrica, deberá ser capaz de ofertar por debajo del precio de casación, lo cual incentiva que este precio baje. Las plantas que hoy en día ofrecen costes más bajos son las renovables, como la eólica o la solar, ya que su coste marginal es cercano a cero.

El hecho de que este mercado se ejecute a nivel europeo significa que las plantas españolas compiten con las francesas, alemanas o suecas. Esto permite que aquellos países con abundante capacidad de generación a bajo precio puedan vender más de lo que necesitan para cubrir su demanda, al tiempo que aquellos países con una producción más cara se puedan beneficiar de generación más barata al otro lado de la frontera. En ese sentido, España cuenta con una desventaja con respecto a sus homólogos europeos: su limitada capacidad de interconexión. Apenas existen conexiones con Marruecos, Portugal y Francia. Para esta última, se espera un incremento de la interconexión de cerca de 2 GW con la construcción del cable submarino en el Golfo de Vizcaya. Esto permitirá que las plantas españolas puedan evacuar su excedente en momentos de alta generación renovable e importar lo equivalente a dos plantas nucleares en momentos de escasez.



Proceso de casación de ofertas de generación (*supply*) y demanda (*demand*) para una hora concreta. El punto de intersección entre las dos curvas proporciona el precio de casación y el volumen negociado.

En la figura se observa el procedimiento para obtener el precio de casación, que será el que paguen todos los consumidores por cada MWh que van a consumir y el que recibirán los productores por cada MWh generado. Si para una demanda concreta aumentase la cantidad de ofertas a precios bajos (por ejemplo, si hay mucho viento en el caso de energía eólica), entonces el punto de intersección se desplazaría hacia abajo, de modo que el precio de casación bajaría. Los resultados del proceso de casación se remiten al Operador del Sistema (Red Eléctrica, en el caso de España) para su validación técnica. Este proceso se denomina gestión de las restricciones técnicas del sistema y asegura que los resultados del mercado sean factibles en la red de transporte. Cabe notar que no toda la energía es negociada en el mercado diario: existen contratos bilaterales como los PPA (*Power Purchase Agreement*, por sus siglas en inglés), que también se deben tener en cuenta en este paso. A nivel europeo, aproximadamente el 50-60% de electricidad se negocia en el mercado diario. Los resultados de este mercado pueden sufrir pequeñas variaciones como consecuencia del análisis de restricciones técnicas que realiza Red Eléctrica, dando lugar a un programa diario viable. Se conoce como programa diario a la lista de plantas de generación eléctrica que van a funcionar durante el día, teniendo en cuenta los resultados del mercado y las limitaciones del sistema.

El hecho de que el mercado diario se ejecute más de 24 horas antes del momento de producción real da lugar a que pueda haber cambios en el programa diario: quizás el viento soplará más, habrá más nubes limitando la producción solar o una planta térmica puede sufrir un imprevisto técnico. Por eso existe, a continuación del mercado diario, otro mercado conocido como intradiario, que permite ajustar las posiciones de los participantes. Aunque la mayoría de transacciones suceden dentro del país, existe también la posibilidad de intercambios a nivel europeo. Este mercado está accesible hasta una hora antes del momento real de producción. Entonces, el Operador del Sistema se hace cargo de monitorizar que el programa diario se ejecute tal y como estaba previsto. Dado que todavía puede haber desviaciones entre los resultados del mercado y el programa final (ya sea por limitaciones técnicas o por un cambio en las condiciones meteorológicas), el operador contrata una serie de unidades de reserva que garantizan su disponibilidad a la hora de la operación real para cubrir un potencial desvío. Esta potencia se contrata a través de los conocidos como servicios de ajuste, que a su vez se dividen en servicios de ajuste a subir (unidades que pueden entregar más energía al sistema) y a bajar (que son capaces de incrementar su consumo). No siempre se van a activar, pero están ahí para prevenir riesgos en el sistema. Dependiendo de la rapidez con la que las unidades de reserva pueden actuar y el tiempo que pueden proveer los servicios de ajuste, estas se clasifican en reservas primarias, secundarias o terciarias. ¡Hablar de ellas da para otro artículo!

Hay múltiples unidades que pueden proveer estos tipos de servicios. Por ejemplo, una central de gas que funciona al 80% de su capacidad máxima tiene un 20% restante para participar en los servicios de ajustes a subir (que son remunerados tanto como por estar disponibles como por la energía entregada en caso de que sean activados). Pero no solo las centrales térmicas son capaces de proveer estos servicios cuando hay un déficit de energía en el sistema. Los parques eólicos modernos pueden limitar la potencia entregada al sistema por defecto mediante el ajuste de la posición de sus palas y ofrecer una parte de su potencia total a los servicios de ajuste a subir, que pueden ser activados por control remoto. En ocasiones, también hay exceso de energía en el sistema y, en estos casos, se activan los servicios de ajuste a bajar. Esto se puede llevar a cabo con la bajada de la energía entregada por casi cualquier tipo de plantas, como las solares o las hidráulicas, o bien, por parte de la demanda, aumentando el consumo (por ejemplo, mediante un incremento de carga de coches eléctricos coordinados).

En los últimos años, siguiendo un razonamiento similar al que exploramos previamente en los mercados de energía diaria e intradiaria, los reguladores europeos han buscado mejorar los servicios de ajuste mediante la apertura de fronteras. Proyectos como PICASSO o MARI [2] permiten el intercambio de energía de ajuste entre países, también basados en optimización. Esto permite que se activen las reservas más baratas, que las activaciones de reserva entre países estén coordinadas y que haya una mayor liquidez en los mercados nacionales.

Si os ha interesado este tema y tenéis dudas o curiosidades, no dudéis en mandar a Alberte un mensaje en [LinkedIn](#). Si queréis una versión más entretenida y mejor explicada sobre el tema, os recomiendo encarecidamente ver los vídeos de QuantumFracture en colaboración con Red Eléctrica de España:

- [Desde esta Sala se Controla la Electricidad de España](#)
- [El sistema que Hace que el Precio de la Luz esté Altísimo](#)

REFERENCIAS

- [1] EUPHEMIA Public Description, Single Price Coupling Algorithm, 12 Octubre, 2020, PriceCoupling Regions (NEMO Committee). Disponible en: <https://www.nordpoolgroup.com/globalassets/download-center/single-day-ahead-coupling/euphemia-public-description.pdf>
- [2] Los servicios de balance europeos. Red Eléctrica de España. Disponible en: <https://www.ree.es/es/clientes/representante/participacion-en-servicios-de-balance>