

---

# EL IMPACTO GEOPOLÍTICO DE LAS TIERRAS RARAS EN EL ORDEN INTERNACIONAL

**M<sup>ª</sup> DOLORES ALGORA WEBER**

Centro de Seguridad Internacional  
Universidad Francisco de Victoria

Desde hace algo más de dos décadas, la sociedad internacional está inmersa en un nuevo proceso revolucionario industrial basado en la producción tecnológica. Estos avances han dado lugar a que algunos minerales sean considerados «minerales estratégicos».

Los minerales estratégicos han adquirido una presencia y un valor cada vez mayores en los mercados mundiales y actualmente condicionan las relaciones entre las grandes potencias, en concreto entre China y Estados Unidos, hasta el extremo de que las tensiones ocasionadas en su lucha por el poder internacional están ligadas al comercio de estos minerales. El control de estos recursos naturales se ha convertido en una cuestión clave para la defensa de los intereses nacionales e internacionales de estas potencias.

Su trascendencia radica en que son materias primas básicas para acometer la transición energética impuesta por el progresivo cambio climático, para las transformaciones hacia la digitalización que requieren las llamadas nuevas tecnologías, así como para la industria militar y aeroespacial.

De todo lo anterior se deduce la importancia que tiene desde el punto de vista geopolítico la posesión

de reservas de estos minerales, la capacidad de su procesamiento para su producción y su comercialización.

## LOS MINERALES ESTRATÉGICOS: LAS TIERRAS RARAS

Se conocen como minerales estratégicos aquellos de vital importancia por su valor y demanda. Hay muchas razones que explican por qué un mineral pasa a considerarse estratégico. Entre otras, podemos enumerar las propiedades intrínsecas de su naturaleza de cara a la industrialización, su escasez, la falta de yacimientos, las dificultades de explotación y comercialización, o el alto valor que adquieren en el mercado.

En la actualidad estos minerales resultan imprescindibles para la correcta marcha de nuestras sociedades, al punto de que su carencia supondría un estancamiento o retroceso en múltiples funciones cotidianas. Por ello, lo habitual es que los gobiernos

**FIGURA 1**  
**LAS TIERRAS RARAS EN LA TABLA PERIÓDICA**

Diagrama de la tabla periódica que muestra la ubicación de los elementos de las tierras raras. Se distinguen los elementos pesados (Heavy Rare Earth Elements) y los ligeros (Light Rare Earth Elements). Los elementos de las tierras raras se agrupan en los lantánidos (La-Lu) y los actínidos (Ac-Lr).

Fuente: *Geology.com* (King, H., 2019)

procuren tener resuelto su abastecimiento y se garanticen reservas suficientes, aunque es frecuente que el almacenamiento quede en un segundo plano, dado que la creciente demanda de algunos de ellos obliga tan sólo a no padecer una desaceleración en su ritmo de suministro.

Tradicionalmente se han considerado como minerales estratégicos el cobre, el plomo, el zinc, el estaño, el platino, la plata, el uranio, las calizas y las tierras raras. El desarrollo de las altas tecnologías ha dado pie a que otros minerales pasen también a formar parte de este conjunto, como el coltán, el niobio, el berilio o el molibdeno.

Este análisis lo vamos a centrar en los conocidos como tierras raras, sin que ello nos impida referirnos a otros minerales con aplicaciones similares. La primera aclaración que es conveniente realizar es que, a pesar de su nombre, las «tierras raras» no son ni «tierras», ni «raras». Se conocen como «tierras» por la forma en la que fueron llamados algunos óxidos en el siglo XIX, por ello son también denominados «metales» u «óxidos». «Raras», no por su escasez, dado que se encuentran en muchos lugares de la corteza terrestre, sino por la dificultad que implica su proceso de extracción y purificación (Echeverri y Parra, 2019).

Los elementos que constituyen las tierras raras (en adelante ETR) son 17 elementos químicos denominados lantánidos (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio), a los que se suman el escandio e itrio por tener propiedades químicas parecidas y encontrarse en los mismos depósitos (Tuset, 2019). Físicamente cada uno tiene diferentes propiedades ópticas, magnéticas y electrónicas. En la distribución de los elementos dentro del sistema periódico, debajo de los lantánidos, se sitúa otra serie de quince elementos que son los actínidos (Figura 1). Se aglutinan todos -lantánidos y actínidos- bajo el criterio de «metales de transición interna», por lo que en muchos textos científicos se abordan conjuntamente, pero estos últimos no pertenecen a los ETR.

En los yacimientos, los ETR no se encuentran de forma libre sino contenidos en minerales, que pueden tener uno o varios en su composición. Estos minerales suelen ser metales muy abundantes. Los más abundantes son el cerio, el lantano y el neodimio; y los más escasos, el europio y el prometio. Sus menas principales son la monacita y la bastnasita. También los contienen otros como la xenotima, la euxenita, la laporita y la allanita. Los fosfatos, junto con el uranio, son otra fuente de obtención de ETR. Todos necesitan un proceso de separación o refinamiento después de su extracción. En menor medida algunas arcillas también contienen ETR, cuyo tratamiento es más sencillo y más económico. Durante mucho tiempo la producción de ETR fue muy reducida por no ser rentable y carecer de aplicación.

A partir de los años setenta del siglo pasado, se descubrió su utilidad en la incipiente industria tecnológica que dio origen a la moderna. Desde entonces su demanda se incrementó disparándose exponencialmente. No obstante, sigue siendo un proceso complejo con precios elevados. Por ejemplo, mientras la extracción de hierro puede alcanzar unos 2 millones de toneladas anuales, la de tierras raras está alrededor de 130.000 toneladas, es decir, quince mil veces menos.

Los ETR carecen de función biológica alguna, pero son útiles para distintas aplicaciones eléctricas y electrónicas. Los lantánidos sirven, entre otros usos, para la fabricación de automóviles híbridos, ordenadores, baterías recargables, teléfonos móviles, cámaras digitales, DVDs, tubos fluorescentes, turbinas eólicas, placas solares, telescopios refractarios, imanes permanentes muy potentes, etc. Algunos ETR, asociados a elementos altamente radioactivos y contaminantes como el torio, el uranio y el plutonio, se integran en el proceso de fabricación de reactores y bombas nucleares. Y entre los de la otra serie -los actínidos- el americio, por ejemplo, sirve para los detectores de humos y aparatos para evitar la polución.

En la industria militar, los ETR son críticos en la fabricación de gafas de visión nocturna, rayos láser, aparatos de comunicación, GPS, armas de precisión, baterías y reactores nucleares y otros aparatos electrónicos. Países como Estados Unidos, consideran que desempeñan un papel esencial en su defensa nacional.

## EL PAPEL DE LAS TIERRAS RARAS EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA ↓

El cambio climático ha inducido a considerar el desarrollo sostenible como un objetivo global, lo cual impone el paso de las energías fósiles a las renovables, muy ligadas a la producción de ETR. Estos producen energía limpia, dado que por sus propiedades químicas, catalíticas y ópticas favorecen el desarrollo de «tecnologías ecológicas». Sin embargo, existe un encendido debate al respecto.

**FIGURA 2**  
**RESERVA DE TIERRAS RARAS**



Fuente: *Deutsche Welles* (Rostek-Buetti, 2019)

Algunos estudios, como el realizado por el Ministerio de Infraestructuras de los Países Bajos (Jiménez, 2018), apuntan a que el actual suministro global de ETR es insuficiente para una transición energética, pues para alcanzar esta meta, en torno a 2050, se necesitaría multiplicar por doce la producción actual. A este dato se añade la escasez de yacimientos detectados y la concentración de la producción en China, lo que hace pensar que, a la postre, esta transición dependerá únicamente del país asiático.

Uno de los aspectos que conviene señalar respecto a la distribución de los minerales estratégicos en general, es que muchos yacimientos se encuentran en países en los que los estándares sociales y los relativos al cuidado del medioambiente son muy bajos. Por tanto, es frecuente que estén asociados a situaciones de violaciones de los derechos humanos, deforestación y contaminación del agua y la tierra (Pitron, 2018).

Las minas a cielo abierto de ETR alteran el paisaje de su entorno y emiten gases nocivos a la atmósfera. Al margen de los efectos de su extracción, su tratamiento comporta el uso de productos químicos muy agresivos. Igualmente, las aguas residuales derivadas de su proceso de lavado pueden aportar productos tóxicos a la cadena agroalimentaria que afecten a la salud de animales y personas. Por otro lado, pueden estar mezclados con minerales de elevada reactividad como son el torio y el uranio (Carrillo, 2009).

Argumentos de este tipo han alentado corrientes muy críticas contra los ETR, dado que si bien es cierto que, por ejemplo, la instalación de placas solares o el uso de coches eléctricos evitan la contaminación atmosférica por emisión de CO<sub>2</sub>, por otro lado ocasionan incalculables destrozos en las regiones de su extracción. Es decir, que las energías

renovables, no son tan «verdes» o «limpias» como se pudiera considerar. En un futuro, incluso pudieran haber causado daños superiores a los procedentes de las energías fósiles o las energías nucleares.

## LA DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LOS MINERALES ESTRATÉGICOS ↓

Las reservas de ETR están concentradas en pocos países. Al margen de la existencia de yacimientos geológicos, es importante que dichos países dispongan de la necesaria capacidad para su producción con objeto de que tengan un empleo industrial útil, lo que no siempre coincide en los mismos países.

China únicamente posee el 37% de las reservas mundiales (Figura 2). Su mina más destacada es la de Bayan Obo. Sin embargo es el mayor productor mundial, puesto que es el mayor comprador de estos minerales. En 1996 su producción era de 50.000 TM (Uren, 2019), en 2019 alcanzó 132.000 TM (Barra, 2020). Una parte considerable de su creciente potencial se obtiene de extracciones ilegales, especialmente en la provincia de Baotou de la región de Mongolia Interior o en el sur en la provincia de Jiangxi (Aldama, 2020), ante lo cual se elevan las críticas de la comunidad internacional.

Muy de lejos, con una enorme diferencia, le sigue Estados Unidos como productor, que pasa a tener una capacidad de 26.000 TM. La relación entre estas dos potencias a propósito de la comercialización de ETR ha sido muy compleja y tensa. Durante años, Estados Unidos fue el mayor importador de ETR chinos. Sin embargo la política de China al respecto ha ido evolucionando, dando lugar a la necesidad de continuos reajustes estadounidenses a las exigencias impuestas desde Pekín. El Gobierno chino aplica tasas de exportación sobre los ETR muy superiores a las que grava sobre los productos acabados que los usan en su fabricación. En 2006 esta política comercial llevó a General Motors, una de las empresas estratégicas norteamericanas más potentes, a trasladar su fábrica a China.

Le sigue en producción Myanmar con 22.000 TM. Sus yacimientos fronterizos han facilitado la compra de ETR por parte de China. Sin embargo, en los últimos años, este país del sur asiático ha frenado el comercio con criterios ecológicos por la protección de su espacio natural. Esta decisión ha enrarecido las relaciones entre ellos.

Entre los grandes productores, Australia, con 21.000 TM, tiene una industria creciente de ETR. Por detrás, le siguen otros países entre cuyos índices se vuelve a apreciar un gran salto. Son los casos de la India, con un gran potencial pero sin explotar, 3.000 TM; Rusia con 2.700 TM; Madagascar, sin apenas explotar, con 2.000 TM; Tailandia con 1.800 TM; Brasil, con una extracción descendiente, 1.000 TM y, finalmente, Vietnam con 900 TM.

## EL VALOR GEOPOLÍTICO DE LOS MINERALES DE CARA AL LIDERAZGO MUNDIAL ↓

Por lo dicho se entiende que actualmente la posesión y producción de ETR sea una de las condiciones del liderazgo internacional. Estos facilitan el ascenso del poder chino a escala global, aunque no sea el único factor determinante de la influencia de Pekín. Por su peso en el ámbito tecnológico, representan un factor crucial e inquietante para las otras potencias que aspiran al dominio mundial.

Hasta los años sesenta del siglo XX, a los ETR se les había atribuido un valor escaso. La invención y la comercialización internacional de la televisión en color dieron un impulso significativo a su producción. Estados Unidos puso al máximo rendimiento la explotación de sus minas en Mountain Pass, en California, a la vez que inició su importación de China.

Una década después, en 1986, el Gobierno de la República Popular puso en marcha el *Plan Nacional de Investigación y Desarrollo en Alta Tecnología*, con el que emprendió la hoja de ruta que ha llevado hasta hoy. Este Plan favoreció el desarrollo de la industria de Defensa y de la Electrónica, propiciando que China pasara a convertirse en país consumidor de ETR.

En 1992, el dirigente chino Deng Xiaoping, durante la visita a una fábrica en la región de Baotou en Mongolia interior, se expresó con una frase que ha hecho historia por lo significativa que resultaba sobre las futuras aspiraciones de la potencia asiática: «Los países de Oriente Medio tienen el petróleo, nosotros tenemos las tierras raras» (Chu, 2010).

Desde aquellos momentos, la carrera de China hacia el liderazgo mundial ha sido imparable. En 2001, la adhesión del Gobierno de Pekín a la Organización Mundial del Comercio (OMC) constituyó otro nuevo punto de inflexión en la política comercial internacional. A partir de entonces, Estados Unidos y Japón comenzaron a padecer el giro ocasionado por los cambios económicos de la década anterior, dado que China decidió hacer una drástica reducción de la venta de ETR y una nueva aplicación de criterios impositivos. Ya se ha comentado la reacción norteamericana al trasladar la General Motors a aquel país. Por otro lado, una disputa territorial entre Japón y China terminó con el embargo del envío de ETR por parte de ésta, lo que le ocasionó enormes pérdidas en empresas punteras japonesas, como Hitachi, Honda o Panasonic, al verse obligadas a disparar sus precios.

A partir de 2010, esta evolución alcanzó un punto álgido desde el momento en que China pasó a concentrar el 95% de la producción mundial de ETR. Esta exacerbada monopolización de estos minerales estratégicos supuso un incremento de precios del 500% (King, 2019), dando lugar a las duras críticas y presiones desde la OMC durante años. Asimismo suscitaron protestas ante dicha organización las restricciones en la exportación de ETR, que arbitrariamente establecía el Gobierno pekinés: distorsiones masivas e interrupcio-

nes dañinas para las cadenas de suministro de estos recursos en todo el mercado internacional. En 2012, Estados Unidos, Japón y la Unión Europea (UE) aunaron esfuerzos para frenar estas prácticas comerciales en el comercio global de ETR (Palmer y Moffett, 2012). Un año después, el ascenso como presidente de Xi Jinping vino ya definido por el firme convencimiento de que su misión gubernamental era la de convertir a China en la primera potencia mundial, siendo ya entonces la segunda economía internacional.

La OMC acabó por dar la razón a los demandantes, acusando al gigante asiático de romper las normas del libre comercio, a pesar de lo cual, China siempre ha seguido dando argumentos en defensa de su política económica proteccionista. Desde 2015 se han eliminado las cuotas de exportación impuestas a los ETR, aunque persiste la necesidad de licencias (OMC, 2015).

Las reacciones a esta concentración del mercado de ETR se han sucedido en esta última década. Se han reactivado algunas minas que dejaron de producir en los años noventa, para reducir la demanda de los ETR de China como materia prima. Es el caso, entre otras fuera de Asia, la de Mountain Pass en Estados Unidos, la de Steenkampskraal en Sudáfrica o el impulso de las minas de Browns Range en Hall Creek al noroeste de Australia. Estas últimas bien podrían competir con las de China en el futuro. La recuperación de las infraestructuras que exige la actividad minera podría tardar un decenio. No obstante, tan sólo la adopción de este tipo de medidas ya ha provocado una caída del precio de mercado de algunos ETR. Otra fórmula para evitar la dependencia del gigante asiático es el reciclaje de productos fabricados con componentes procedente de ETR. Además, se ha promovido la investigación en el uso de materiales alternativos a los ETR y en la fabricación de nuevos productos que adolezcan de la necesidad imperiosa de usar estos minerales.

Esta trayectoria ha derivado en una rivalidad económica abierta entre el Gobierno de Pekín y el de Washington, la cual ha tenido muy diversas manifestaciones en sus relaciones comerciales. No sólo ha afectado al comercio bilateral, sino también al mundial. Y, no menos importante, más allá de este enfrentamiento económico, lo que está en disputa entre estos dos hegemones es el liderazgo internacional.

## LA RIVALIDAD ENTRE ESTADOS UNIDOS Y CHINA ↓

En 2013, el despertar chino se materializó en el programa de *La Nueva Ruta de la Seda*. Dos años después, en mayo de 2015, el Gobierno pekinés lanzó otro nuevo plan estratégico, *Made in China 2025* (Gómez, 2016). Este nuevo desafío industrial está destinado a la consolidación de la República Popular China como la potencia internacional líder en alta tecnología, sobre la base del ascenso de sus empresas en la cadena de valor. Esta meta afectará decididamente a aquellos países que pudieran aspirar a hacerle una

competencia productiva, tales serían Alemania por ser puntera en la industria 4.0, Japón, y sobre todo, Estados Unidos.

Como estaba previsto, en 2020, la inversión china en I+D prácticamente ha alcanzado a la de Estados Unidos; en 2025, será el primer inversor mundial. El 44% de la inversión tecnológica mundial ya tiene su origen en Asia y, en 2030, habrá alcanzado el 50% si mantiene su ritmo de crecimiento (Ferràs, 2020). Por otra parte, el programa chino incluye, entre otras medidas proteccionistas, la exigencia del empleo en la fabricación de un 40% de componentes básicos locales, que se elevará al 70% en 2025. Estas medidas han generado tensiones entre el Gobierno chino y las empresas multinacionales extranjeras ubicadas en aquel país. Recuérdese, por ejemplo, lo comentado sobre el traslado de la General Motors norteamericana a suelo chino en 2006.

Además, la nueva política industrial china también pretende que las empresas compartan el uso de sus tecnologías con otras empresas locales como condición para beneficiarse del mercado de este gigante asiático. Esta línea de acción perjudica a las empresas norteamericanas al expandirse la competencia. A su vez, han resultado muy controvertidas en el seno de la OMC.

El Gobierno de Pekín esgrime argumentos de seguridad nacional para justificar el impulso industrial de alta gama. Para ello pretende reducir el grado de dependencia de Estados Unidos o Alemania, aunque todavía está muy lejos de poder hacerlo. Tendrá que seguir sufriendose de los chips fabricados por IBM y del sistema CISCO de telefonía.

Durante la Presidencia de Donald Trump se han elevado los aranceles impuestos a las exportaciones de productos chinos a Estados Unidos. Trump ha llegado a declarar abiertamente que esta medida iba encaminada a frenar el plan *Made in China 2025* (Cage, 2018).

El 20 de diciembre de 2017, la Orden Presidencial Ejecutiva 13817 reconoció la vulnerabilidad del sistema tecnológico norteamericano, al tener éste alrededor de un 40% de dependencia externa del suministro de 35 minerales, entre los que están los diecisiete ETR.

En este contexto de tensiones comerciales, en mayo de 2019 Trump impuso a los bienes de consumo chinos relacionados con las altas tecnologías, sanciones que ascendieron a 200 millones de dólares. Además de elevar sus aranceles del 20% al 25%. Huawei pasó a engrosar la lista negra de productos chinos. Desde el Ministerio de Comercio chino se le hizo llegar el malestar ante estas medidas. No obstante, lo más significativo fue el gesto del jefe de Estado, Xi Jinping, al visitar una mina de ETR en la ciudad de Ganzhou. Con ello quiso lanzar un mensaje al presidente estadounidense sobre su capacidad de presión a partir de estos recursos estratégicos (Stevenson, 2019).

A la postre, el gravamen norteamericano perjudica a Estados Unidos. Este país lo que importa básicamente de China, no son tanto productos de alta tecnología como los insumos para fabricarlos y después venderlos al resto del mundo. Un ejemplo es la fabricación de los aviones Boeing, cuyas piezas de alta tecnología china han tenido un incremento de un 25%, lo cual disminuye la capacidad de competencia de este sector frente a la empresa Airbus europea. Todo ello sin perder la perspectiva futura de que China empieza a producir y vender sus propias aeronaves para uso civil. Inicialmente lo haría en su mercado interior, pero posteriormente, podría ofrecérselo a otros países en vías de desarrollo a precios muy competitivos. Este sector no es más que un botón de muestra del panorama en el que se verán las transacciones internacionales vinculadas a productos de alta calidad tecnológica en algo más de dos décadas.

Por su parte, la respuesta de Pekín a la política comercial estadounidense se ha traducido a su vez en un incremento de los impuestos a la importación de sus productos, con lo cual limita a las empresas de Estados Unidos la entrada en el mercado más potente del mundo. Actualmente más del 80% de las exportaciones chinas van destinadas a otros países, por lo que las decisiones comerciales de Washington son cada vez menos determinantes sobre este mercado asiático.

La situación es enormemente compleja pues el propio Gobierno de la República Popular, a través de los comunicados del Partido Comunista, ha planteado abiertamente la posibilidad de convertir los ETR en un arma contra Estados Unidos. Un arma que podría tener un efecto bumerán, pues ya ha reconocido que en una crisis entre ambos países, igualmente acabará perdiendo, aunque la parte peor se la lleve Norteamérica (Rostek-Buetti, 2019).

La economía china está planificada y destinada a alcanzar y superar el estatus de aquellas que se conocen como economías avanzadas y convertirse en la mayor de las potencias tecnológicas. El escenario más complejo sería que la República Popular lograra hacer valer su hegemonía en el control de los metales y ETR a costa del resto de los países del mundo.

Las tensiones entre Estados Unidos y China representan una amenaza para la economía global. De hecho, esta inestabilidad ha provocado el alza del precio del kilo de ETR al doble en poco tiempo. Desde Washington se ha tomado mayor conciencia por la implicación que tiene para su industria de Defensa, pero progresivamente se empiezan a seguir sus pasos en las cancillerías europeas. En éstas, a las preocupaciones financieras, se añade un cierto componente ideológico. Como espectador en primera fila de la lucha por el liderazgo internacional, la Unión Europea se muestra inquieta ante el hecho de que la posición de China en la cima internacional representaría la prevalencia de una potencia autocrática, para la cual los principios de la democracia y los derechos

ciudadanos quedan muy lejos de lo que ha regido el orden mundial en décadas.

### LA UNIÓN EUROPEA ANTE LA DEMANDA DE TIERRAS RARAS Y OTROS MINERALES CRÍTICOS ¶

La UE no se ha librado de los efectos de la gestión que las autoridades chinas realizan con los ETR en el mercado internacional. La adhesión de la República Popular China a la OMC y la drástica reducción del mercado de ETR, hace ahora veinte años, ya pusieron en estado de alerta a la organización europea.

En 2008, la Comisión Europea propuso la puesta en marcha de la *Iniciativa Europea de Materias Primas*, partiendo del principio básico de que «el acceso a las materias primas minerales y su obtención a unos precios asequibles son fundamentales para un buen funcionamiento de la economía de la UE» (CCE, 2008). Se advertía desde aquí sobre la necesidad de garantizar un acceso fiable y sin distorsiones a las materias primas, al ser éstas un factor de importancia creciente para su competitividad. Con ello se iniciaba un debate en línea con los que ya se estaban produciendo en las Naciones Unidas y el G-8. La Iniciativa señalaba claramente la dependencia europea en la importación de metales para la alta tecnología, entre los que junto al cobalto, el platino y el titanio, se incluían los ETR.

La singularidad europea ha sido vincular una producción sostenible compatible con el desarrollo de «tecnologías medioambientales» innovadoras, que potencien la eficiencia energética y reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero. Para alcanzar este objetivo se propusieron, a raíz de este documento, diez medidas a seguir. Entre éstas destacaban la conveniencia de elaborar una lista de materias primas críticas; la promoción de una estrategia común entre los Estados miembro; la determinación de medidas frente a la distorsión de los mercados de países terceros, incluido un protocolo de negociación con la OMC; y la progresiva sustitución de las materias primas industriales de entonces por otras afines con los principios de sostenibilidad medioambiental.

A partir de 2010, la consolidación de China como primer productor mundial de ETR, coincidió con esta coyuntura de concienciación y cambios hacia una economía europea moderna y ecológica. Ello dio lugar a importaciones, directamente de China, de unos 350 millones de euros anuales en ETR (Palmer y Moffett, 2012), que se han ido manteniendo desde hace una década. A la vez se viene invirtiendo en la compra de otros muchos productos mucho más caros, fabricados con estas materias primas en otros países del mundo, como por ejemplo Japón.

El monopolio chino sobre la producción de ETR hace muy complicada la diversificación del mercado, lo cual ocasiona miles de millones en pérdidas a empresas europeas. Actualmente la UE recibe el 98% de ETR pesadas de China, el 1% de Reino Unido y

otro 1% de países de la UE; en el caso de las ligeras, desaparece la aportación interna de la UE. Se les da uso en la industria aeroespacial, electrónica, automoción, energías renovables, en el campo de la salud y en la construcción (CE, 2020). Se calcula que la demanda de los ETR podría multiplicarse por diez de aquí a 2050.

A pesar de ello, la UE ha mantenido su orientación hacia la implementación de la estrategia característica europea. En 2011, la Comisión Europea incluyó los ETR en la *Lista de Materias Primas Fundamentales* de la UE y anunció su disposición a enfrentarse a cualquier Estado que restringiese las exportaciones de suministros críticos en la fabricación de tecnologías, vehículos eléctricos y aparatos dedicados a la vigilancia. Como consecuencia del cumplimiento de esta medida, en 2012 se asoció con Estados Unidos y Japón contra China, como se ha comentado.

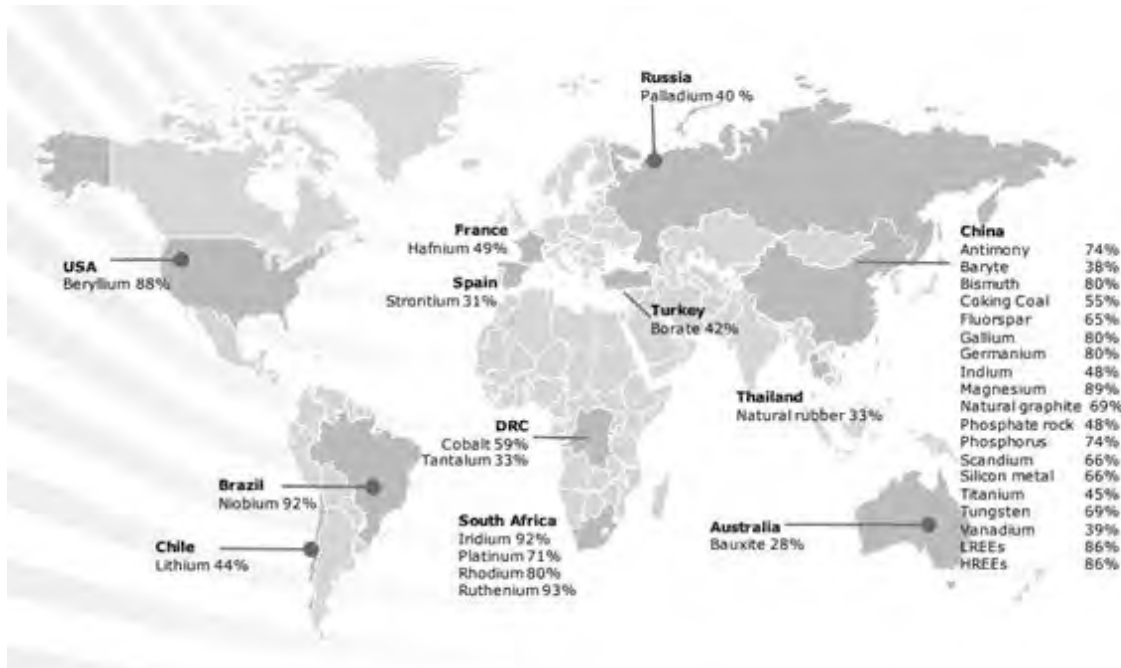
En 2015, las importaciones de la UE de ETR seguían representando el 8% del total de la demanda mundial (CE, 2015), a la vez que progresivamente se ha seguido garantizado su suministro para establecer un fondo de reservas, introduciéndose en nuevos mercados en Rusia, Iberoamérica y África.

En estos últimos años, otra de las acciones impulsadas para rebajar la dependencia de China ha estado orientada hacia la llamada «extracción tecnoesférica», encaminada a la promoción de tareas de reciclaje, que resultan complejas y costosas. Consiste en la obtención de materias de productos que ya han llegado al final de su vida útil, de residuos industriales o residuos de equipos eléctricos y electrónicos. La iniciativa surgió en la Comisión de Industria, Investigación y Energía del Parlamento Europeo, que la presentó como una oportunidad para las pequeñas y medianas empresas europeas (PYMES) especializadas en tecnologías. Hasta las innovaciones más recientes aparecidas el pasado 2020, se ha seguido profundizando en la contribución que las PYMES puedan llevar a cabo a un desarrollo industrial dirigido hacia una UE climáticamente neutra en 2050.

En esta constante línea de acción, en noviembre de 2019, se aprobó el *Pacto Verde Europeo* (CE, 11/12/2019). En éste, el plan para la transformación del modelo económico, impulsa el uso eficiente de los recursos, para conseguir una economía limpia y circular que frene la emisión de gases de efecto invernadero. Para ello será imprescindible una movilidad sostenible. Literalmente se califica a las tecnologías digitales como factor crítico con este fin; y, en marzo de 2020, se puso en marcha una *Nueva Estrategia Industrial* con el fin de impulsar a la industria europea a realizar la doble transición hacia la neutralidad climática y el liderazgo digital (CE, 10/03/2020).

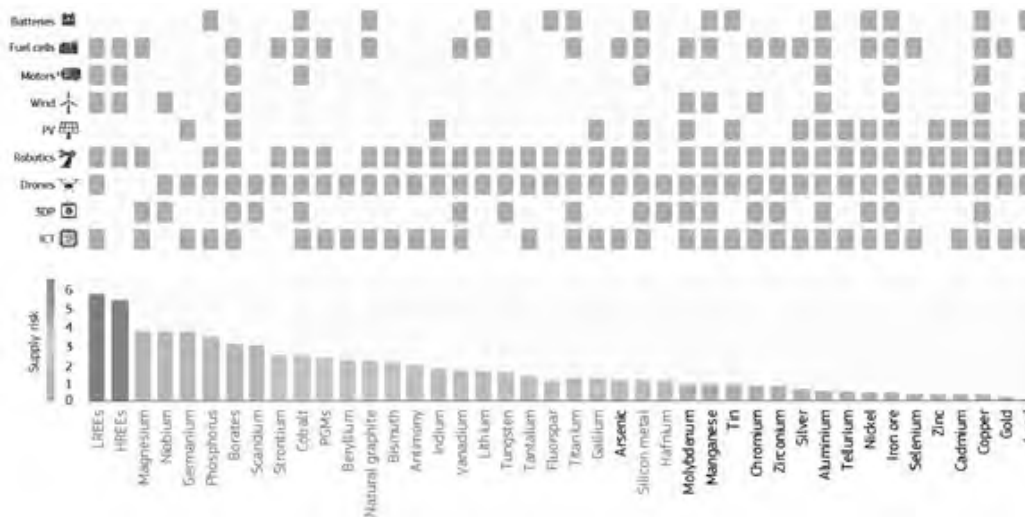
Estas iniciativas están estrechamente ligadas a una estrategia comunitaria en la que los minerales críticos han entrado definitivamente en la cadena de valor de la producción industrial europea. Son materias primas clave en la transición energética que definirá el

**FIGURA 3**  
**PRODUCTORES MUNDIALES DE LAS 30 MATERIAS PRIMAS CRÍTICAS**



Fuente: Informe de la Comisión Europea sobre la Evaluación de la Criticidad de las Materias Primas en 2020.

**FIGURA 4**  
**RIESGO DE SUMINISTRO DE MATERIAS PRIMAS PARA TECNOLOGÍAS CLAVE**



Fuente: Estudio Prospectivo sobre las Materias Primas Fundamentales para Tecnologías y Sectores Estratégicos. (CE, 03/09/2020).

proceso de resiliencia y la autonomía estratégica europeas. En septiembre de 2020, la Comisión publicó la revisión de la *Lista de Materias Primas Fundamentales 2020*, entre las que están incluidos los ETR. Se ha ampliado a 30 elementos, centrandose su novedad en la incorporación del litio a la lista, por la importancia que tendrá en el futuro (Figura 3). De este elemento se calcula que se necesitará 18 veces más de lo actual en 2030 y 60 en 2050, siendo básico para la

fabricación de las baterías de los vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía. De hecho, se ha creado una *Alianza Europea para las Baterías*.

Coincidiendo con la nueva lista, pero más importante aún, la Comisión plenamente concienciada de la trascendencia de estos minerales en nuestras sociedades, también presentó un *Plan de Acción sobre Materias Primas Fundamentales*. En éste, entre otras

acciones, se lanzaba la creación de una *Alianza Europea de Materias Primas*, que ha visto la luz a finales de octubre de 2020, siguiendo el modelo de la mencionada anteriormente. Detrás de ésta, está el objetivo de promover la transición de la organización hacia una economía ecológica y digital.

La Alianza reúne a 200 socios interesados de más de 30 Estados, miembros o no de la UE, para resolver inicialmente los asuntos más urgentes (Raso, 2020). Entre estos se encuentra aumentar la resiliencia de la UE en las cadenas de valor de los ETR y el material magnético, que ocupan los primeros puestos en el ranking de las materias expuestas a mayor riesgo en su suministro en el *Estudio Prospectivo sobre las Materias Primas Fundamentales para Tecnologías y Sectores Estratégicos*, elaborado por la Comisión con perspectivas de 2030 y de 2050 (CE, 03/09/2020) (Figura 4).

Ello implica dos objetivos: el primero, la utilización de recursos propios europeos; y el segundo, la diversificación del mercado en cuanto a los suministradores de estos minerales. El impacto de la COVID-19 en las cadenas de suministro internacionales ha dejado en evidencia que la UE debe reducir al máximo su dependencia de terceros, es decir, no sustituir la dependencia de los combustibles fósiles por otra nueva de materias primas fundamentales; y, además, promover la circularidad de la economía. Así se entiende que la UE debería desarrollar su propia capacidad para la extracción, el tratamiento, el reciclado, el refinado y la separación de los ETR.

El Banco Mundial parece poner en cuestión esta capacidad europea, pues calcula que la demanda de metales (aluminio, cobalto, hierro, plomo, litio, manganeso y níquel) podría incrementarse en un 1000% hasta 2050 (Raso, 2020). Igualmente se podría deducir un cierto escepticismo de los cálculos que hace la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), aunque ésta especula con un aumento más discreto que pase de una demanda de 8.000 millones de toneladas de metales a 20.000 en 2060, total un 150%.

Asimismo otras acciones del plan europeo estarán destinadas a la identificación de proyectos de minería que pudieran transformarse con los nuevos criterios de sostenibilidad y estar operativos en 2025; se fomentará el uso de *Copernicus*, el *Programa de Observación y Vigilancia de la Tierra* para detectar los recursos; se apoyará la investigación e innovación en relación con las nuevas tecnologías de extracción y transformación, la sustitución y el reciclado; se facilitará una financiación sostenible para el sector de la minería; se cartografiará el potencial de las materias primas fundamentales secundarias y se desarrollarán *asociaciones estratégicas internacionales para garantizar el suministro de materias primas fundamentales que no se encuentran en Europa*. Una proyección que tendrá como objeto la relación con Canadá y Australia, países africanos e iberoamericanos y otros vecinos de la UE como Noruega,

Ucrania, países candidatos y los de los Balcanes (CE, 03/09/2020).

Se presenta pues, un futuro alentador pero cargado de desafíos a corto plazo. Un proyecto europeo concebido para contar con el esfuerzo y la respuesta a todos los niveles: industria, sociedad civil, regiones y Estados miembro.

## TIERRAS RARAS EN ESPAÑA ↓

Según los datos recogidos por el Instituto Geológico Minero, España posee importantes yacimientos de minerales estratégicos que serán altamente demandados a raíz de la aplicación de la nueva política energética de la UE. Además, podrían constituir un balón de oxígeno para la economía de algunas zonas despobladas. En Orense, existen yacimientos muy valiosos de coltán; en Cáceres los hay de litio; en Ciudad Real de ETR y en el fondo marino de Canarias se acumula el mayor yacimiento del mundo de telurio.

El Gobierno español se ha sumado al reto comunitario europeo. El actual Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se ha propuesto diseñar una política nacional para garantizar el suministro de recursos autóctonos y disminuir la dependencia de las importaciones.

El *Marco Estratégico de Energía y Clima* recoge la aspiración de España a posicionarse en el liderazgo de energías y tecnologías limpias. El *Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030* pretende fomentar la investigación e innovación en dichos campos, a través de acciones que aporten información sobre las reservas de materias primas en España y su futura demanda en función de las necesidades tecnológicas (España, 2020). Las pautas para una estrategia a largo plazo seguirán todos los cánones marcados por la UE.

Según el criterio de la Confederación Nacional de Empresarios de la Minería y la Metalurgia, si se explotaran los recursos mineros, España sería el segundo país productor de ETR en la UE, después de Finlandia. El principal obstáculo para la explotación de estas minas es la acción de los grupos ecologistas (Vaquero, 2020).

En Campo de Montiel, Torrenueva y en Torre de Juan Abad, todos ellos en Ciudad Real, existen yacimientos de monacita que poseen ETR. No hay muchos de este tipo en el mundo. De hecho, sería la única zona de Europa con capacidad para abastecer 1/3 de las necesidades de la UE. Serían unas 20.000 toneladas de óxido, más otras 10.000 probables, extraídas de un área de 234 hectáreas (Mucha, 2019).

El problema que tiene su extracción es que no se conoce el índice de concentración, lo que no haría rentable su extracción por la cantidad de terreno que habría que remover. A ello se suma el impacto medioambiental, dado que la zona de extracción se sitúa en un lugar donde hay cultivos de olivo, cotos de caza, dehesas y terrenos de agricultura; además de especies animales, entre otras, el lince ibérico, el



águila imperial y el milano real, todas ellas en peligro de extinción. Sin embargo, juega a su favor el beneficio económico que supondría para una región con índices altos de desempleo. Esta explotación implicaría la creación de unos 600 puestos de trabajo.

La empresa Quantum Minería, responsable del hallazgo, sería la encargada de la puesta en marcha del *Proyecto Matamulas* y de su explotación. De momento sigue parado por la negativa del Ayuntamiento al considerarlo incompatible con la conservación de la biodiversidad. Por su parte, desde la empresa minera se argumenta que los informes en los que se han basado las plataformas ecologistas contrarias a su activación, precisamente proceden de expertos rusos y chinos, a los que no les interesaría esta competencia. Eso no impide reconocer los peligros que esta actividad entraña, puesto que junto a las ETR, normalmente se extraen otros elementos radioactivos como el torio y el uranio. En cualquier caso, los ingenieros defienden su viabilidad porque para evitar estos daños se aplicarían fórmulas de extracción modernas y sostenibles.

La polémica está servida ante un mineral crítico de urgente utilización. La decisión ha quedado al amparo de un proceso judicial.

Sobre el fondo marino de Canarias se asienta el monte Tropic, que es donde se encuentra el yacimiento de telurio. Además de las 2.670 toneladas que proporcionaría su explotación, también sería fuente para un promedio de 234 kilos de hierro, 169 de manganeso, 5 de cobalto, 3 de vanadio, 3,5 de tierras raras (itrio) y 182 gramos de platino. Desde 2017, el conocimiento de su existencia ha dado lugar a que Marruecos quiera ampliar su zona económica exclusiva, incluyendo en ella aguas españolas adscritas a Canarias y la plataforma del antiguo Sahara Occidental.

## LAS TIERRAS RARAS EN ORIENTE MEDIO Y EL MAGREB Y EN ÁFRICA SUBSAHARIANA ↓

Ya se ha mencionado la expresión profética de Deng Xiaoping: «Oriente Medio tiene el petróleo, nosotros tenemos las tierras raras». Treinta años después, los países de Oriente Medio parecen haber tomado conciencia de la limitación de los hidrocarburos, de las energías fósiles que se les asocian y, por tanto, de la necesidad de sumarse a las transiciones energéticas globales.

La región de Oriente Medio y el Magreb acumula el 57% de las reservas mundiales de gas y petróleo, que proporciona un crecimiento regional anual del PIB en torno al 3%. Esto significa que en 30 años requerirá inversiones en energía, que deberán alcanzar unos 30.000 millones de dólares anuales, tres veces superiores a la media mundial (Criffax, 2020).

En 2013, en la Cumbre Árabe de Desarrollo Económico y Social, promovida por la Liga Árabe, la Iniciativa Pan-Árabe de Energía Limpia logró alcanzar un acuerdo para incrementar una producción energética que pasara de los 12 GW de aquel año hasta 80 GW en 2030.

Estas expectativas han llevado a los países árabes a impulsar el sector energético para cumplir sus objetivos de desarrollo. Con este horizonte, Arabia Saudí se ha decidido a invertir en la extracción de minerales estratégicos como ETR, además de éstos acumula en su territorio 1/4 de las reservas mundiales de tantalio y niobio. Esta iniciativa tendente a una diversificación económica forma parte del proyecto saudí *Visión 2030*. Pretende convertirse en el tercer pilar de su economía dentro de su *Programa de Transformación Nacional* (Arabia Saudí, 2021). Se calcula una ganancia en torno a 1,3 billones de dólares, procedente de inversionistas extranjeros atraídos por el valor de estos recursos minerales. La ciudad futurista en la costa del golfo de Aqaba, Neom, una ciudad inteligente creada sobre la base del desarrollo de la tecnología verde y la digital, será la máxima expresión de esta transformación energética árabe.

En Asia central no se puede pasar por alto la situación de Afganistán (Baños, 2011). Este país se caracteriza por la extremada riqueza y diversidad de los minerales de su territorio. No sólo acumula metales y piedras preciosas como son copiosos yacimientos de oro, platino, esmeraldas o rubíes, sino que además, posee otros que constituyen materias primas tan codiciadas hoy en día como el litio, el niobio o los ETR (lantano, cerio y neodimio), los cuales se calculan en torno a 1,4 millones de metros cúbicos.

El Ministerio de Minería e Industria afgano conoce la existencia de estos minerales estratégicos desde las épocas de la ocupación soviética. En los años noventa, Naciones Unidas publicó un informe en el que se daba cuenta de cientos de yacimientos. En 2002, tras la ocupación norteamericana, el Instituto Geológico de los Estados Unidos realizó un inventario digital. A partir de entonces, durante las tareas de reconstrucción del país, se verificaron los datos mineralógicos y, en 2007, un grupo de geólogos expertos estadounidenses, contratados por el Gobierno afgano, realizó un estudio con procesos mucho más precisos y modernos. Desde 2009, expertos del Pentágono dieron por confirmado que este potencial económico podría constituir una oportunidad para sacar al país de la pobreza en la que se encuentra. Sin embargo, la inestabilidad, la falta de infraestructuras, la corrupción o la falta de eficacia de la gestión gubernamental, son algunos de los factores que dificultan su explotación y aprovechamiento.

Además del interés que representa para Estados Unidos y otros países europeos, China también ha puesto su atención en la riqueza del subsuelo afgano. Desde hace una década, viene negociando tanto con las autoridades como con los grupos de la oposición, para garantizarse una seguridad que le permita emprender trabajos de minería en aquel país. Los chinos han encontrado la fórmula para ofrecer otras contrataciones y servicios en formación, adiestramiento militar, construcción de infraestructuras, etc. que les ha permitido hacerse con las ganancias que ofrecen las relaciones con los afganos.

**FIGURA 5  
PROYECTOS DE MINERÍA**



Fuente: ONHYM's Mining Exploration and Location Map of Mining Projects, 2016.

En la actualidad, la riqueza mineral de Afganistán no sólo es un recurso natural desperdiciado, sino que además, se ha convertido en una amenaza para la seguridad nacional. La falta de una estrategia nacional integrada ha favorecido la explotación ilegal de las minas, que ocasiona beneficios a grupos insurgentes y mafias, y juega a favor del sostenimiento de los talibanes. El presidente Ashraf Ghani, consciente de esta amenaza, se ha comprometido a recuperar el control de las minas, aunque es un objetivo que no podrá alcanzarse en un corto plazo (Shah, 2020).

En el continente africano, la franja del Sahara constituye otro entorno rico en ETR asociadas a los fosfatos. Argelia cuenta con reservas importantes en su territorio en la provincia de Tamanrasset, en la región del extremo sur próxima a la frontera de con Mali y Níger. Se trata de una zona considerada como un punto estratégico en la lucha del Gobierno argelino contra la delincuencia y el terrorismo transfronterizo.

La mayor acumulación de estos minerales se ubica en el Sahara Occidental. La ocupación ilegal de este territorio por Marruecos es fuente de controversia internacional, hecho que afecta directamente a la extracción minera en aquella región. El Reino magrebí es el primer exportador y el tercer productor de fosfatos sin refinar. Anualmente produce 240 millones de toneladas, el 70% del total mundial (OCP, 2018). Asociados a estas formaciones rocosas hay uranio 238, que la Agencia Internacional de Energía Atómica estimaba, en 2016, en unos 6.9 millones de toneladas (AIEA, 2013). De su descomposición se obtienen ETR, entre otros el tan escaso prometio, pero también cerio, lantano e itrio. Aparecen mezclados con niobio y tantalio.

El uso principal de los fosfatos son los fertilizantes, para lo que resultan insustituibles. El resto, además de ser útiles para reactores nucleares, son muy valiosos por sus múltiples aplicaciones industriales en la fabricación de aparatos para la medicina, uso doméstico, la investigación y la producción de energía.

Ya en los años del Protectorado Francés, los gobiernos de Francia y Estados Unidos iniciaron prospecciones secretas para la extracción del mineral radiactivo (Adamson, 2011). Posteriormente, a partir de la independencia del país, los trabajos de minería quedaron bajo la responsabilidad de la Oficina Nacional de Hidrocarburos y Minas, que reimpulsó la producción de fosfatos a partir de los años ochenta. En 2017, la Oficina Cherrifiana de Fosfatos firmó un contrato con la empresa francesa Areva para la extracción de uranio de los fosfatos. Igualmente, desde hace una década, se explora la existencia de uranio en el Sahara Occidental (WSRW, 2010).

La corteza terrestre bajo las arenas saharauis es muy rica en fosfatos, mucho más concentrados y más fáciles de extraer que los marroquíes. Recuérdese ya en tiempos del Protectorado español, la explotación de la empresa Fos Bucraa en el Aaiún. Hoy en manos marroquíes. Más hacia el sur de Smara y en la región entre Dajla y Auserd se encuentran los yacimientos de uranio y ETR (ONHYM, 2016) (Figura 5). En 2019, el Frente Polisario saharauí ha presentado una demanda ante el Tribunal de Justicia de la UE, alegando que ésta está violando los derechos humanos al permitir a Marruecos la exportación de estos recursos procedentes de una ocupación ilegal.

A raíz de la guerra comercial por los ETR entre Estados Unidos y China, en diciembre de 2020, el presidente Trump ha reconocido la soberanía de Marruecos sobre el Sahara Occidental, saltándose la legislación internacional que emana de Naciones Unidas.

Dentro de aquel continente, los países del África subsahariana son los que reúnen mayor número de yacimientos de ETR. Los más abundantes están en Sudáfrica, Tanzania, Malawi y Mozambique, pero también los hay en Kenia, Burundi, Zambia y Namibia.

Las tensiones económicas entre Estados Unidos y China, ocasionadas por la dependencia estadounidense de ETR chinas, han suscitado el interés por buscar y explotar otros yacimientos más allá del país asiático. Algunos expertos aseguran que los conflictos en África esconden una lucha internacional por el control de los minerales estratégicos que acaba teniendo su expresión en aquellos países.

El Mando AFRICOM ha constituido una valiosa iniciativa para la penetración estadounidense en el continente. Ha identificado la explotación de ETR como uno de sus objetivos estratégicos (Ferreira, Critelli, y Johnson, 2020). Además del control de territorios en los que hay recursos críticos, su presencia contrarresta las inversiones chinas en África. El respaldo a los productores africanos en la extracción de estos minerales es la única posibilidad de romper el monopolio global de China. Este respaldo se presenta como una oportunidad para países endeudados por sus débiles economías. En las dos últimas décadas, muchos de ellos han contraído su deuda externa directamente con la República Popular, a través de préstamos concesionales, líneas de crédito y financiación para el desarrollo. Ésta se ha convertido en la principal acreedora de África, dadas sus pocas exigencias respecto a la gobernanza. Esta situación complica la

ruptura de los lazos con el país asiático. Por el contrario, el Gobierno de Pekín negociará estrategias de cobro por medio de concesiones de los gobiernos africanos a cambio del acceso a sus recursos naturales. Ante este riesgo eminente, es necesaria una reacción de Estados Unidos u otros países interesados, encaminada a la creación de herramientas financieras a corto plazo, que permitan disminuir la dependencia de los países africanos de China, teniendo en cuenta la idiosincrasia de cada uno de estos Estados.

Ya se ha comentado que la UE también se ha fijado en algunos países africanos en desarrollo como socios estratégicos para la obtención de materias primas fundamentales. Desde esta organización lo que se busca es garantizarse el suministro dando un valor añadido al sector minero africano, que permita un desarrollo económico y social. El abastecimiento responsable constituye una de las prioridades de cara a estas futuras asociaciones, pues se es muy consciente de que en países con niveles de gobernanza bajos, esta relación podría dar lugar al agravamiento de problemas ambientales y sociales, como el trabajo infantil.

## CONCLUSIONES

El análisis y el consecuente debate en torno a los ETR están limitados a círculos académicos de investigadores todavía muy reducidos. Generalmente se abarcan desde el campo de la geología por el interés en estudios mineralógicos o bien en los estudios de mercado. Sin embargo, más allá de los aspectos científicos y de su valor económico, los ETR tienen un componente geopolítico sustancial. Ya están en el centro de la lucha por el liderazgo internacional, pero se convertirán en un factor cada vez más decisivo en los años inmediatamente venideros.

Aunque la Presidencia de Estados Unidos haya tomado medidas para reimpulsar la producción nacional de ETR y desarrollar asociaciones con corporaciones mineras multinacionales, pasarán décadas hasta que estos esfuerzos produzcan resultados significativos. Hasta entonces, seguirá dependiendo de las importaciones chinas.

En el futuro, el control de China sobre los ETR, si no se encuentra una fórmula para romper su monopolio, tenderá a desequilibrar los mercados internacionales, exponiéndolos a vaivenes continuos por las subidas y bajadas de precios.

Por el contrario, si la extracción de ETR en otros lugares alternativos se consolida, a largo plazo, en torno a una década, los valores de mercado de los minerales de Oriente Medio y África se habrán convertido en una oportunidad, no sólo para la economía de estos países, sino también para la estabilidad del mercado global.

Los ETR están en la base de la revolución tecnológica y la transición energética por la que atraviesa la sociedad internacional.

La transformación exitosa de la economía europea depende de la capacidad que tenga la UE para garanti-

zar de forma sostenible el suministro de las materias primas necesarias para sus tecnologías limpias y digitales. Por tanto, el acceso a dichos recursos es una cuestión de seguridad estratégica para la UE.

El planteamiento de la neutralidad climática europea como objetivo a alcanzar en 2050 entraña el riesgo de sustituir la dependencia de hidrocarburos fósiles por la dependencia de materias primas críticas. Para evitarlo, se deben concentrar todos los esfuerzos en lograr una autonomía estratégica fundamentada en la diversificación del suministro, la potenciación de los recursos internos y el reciclado de productos.

Los ETR son una necesidad crítica para España de cara a la modernización, pero además, como contribución a la UE. El Gobierno español debería incluirlos en los factores determinantes de la seguridad nacional.

## REFERENCIAS

- Adamson, M. (13/11/2011): *Les liaisons dangereuses: resource surveillance, uranium diplomacy and secret French-American collaboration in 1950s Morocco*. Published online Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-for-the-history-of-science/article/abs/les-liaisons-dangereuses-resource-surveillance-uranium-diplomacy-and-secret-frenchamerican-collaboration-in-1950s-morocco/2D93CA27DFA62ED132CAF6FBE5E6D2D8>
- Agencia Internacional de Energía Atómica (2013): Morocco. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP2015\\_CD/countryprofiles/Morocco/Morocco.htm](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP2015_CD/countryprofiles/Morocco/Morocco.htm)
- Aldama, Z. (16/02/2020): Las energías renovables y las tecnologías digitales no son tan verdes. *El País*. (Consultado, 04/01/2021) [https://retina.elpais.com/retina/2020/02/14/innovacion/1581675324\\_297883.html](https://retina.elpais.com/retina/2020/02/14/innovacion/1581675324_297883.html)
- Arabia Saudí, Reino de (2021): *Vision2030* <https://www.ic.gov.sa/en/clusters/minerals-metals/overview/> y <https://www.ic.gov.sa/en/invest-in-saudi-arabia/natural-resources/#:~:text=Saudi%20Arabia%20is%20also%20a,of%20proven%20and%20recoverable%20oil.>
- Baños, P. (abril 2011): El espectro de los minerales estratégicos (I): Afganistán. Instituto Español de Estudios Estratégicos, DIEEE 03-2011 [http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_marco/2011/DIEEEM03-2011MineralesAfganistan.pdf](http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2011/DIEEEM03-2011MineralesAfganistan.pdf)
- Barrera, P. (26/05/2020): 10 Top Countries for Rare Earth Metal Production. *Investing News* <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-producing-countries/>
- Cage, M. (2018/05/03): What is 'Made in China 2025' and why is it a threat to Trump's trade goals?. *Washington Post* (Consultado, 27/12/2020) <https://www.washingtonpost.com/news/monkey-cage/wp/2018/05/03/what-is-made-in-china-2025-and-why-is-it-a-threat-to-trumps-trade-goals/>
- Carrillo, J. (9/05/2009): Extracción de tierras raras y su impacto ambiental. *Asociación Geoinnova*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/extraccion-tierras-raras-impacto-ambiental/>
- Comisión de las Comunidades Europeas (2008): *La iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa para generar crecimiento y empleo*. Sec [2008]2741. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0699&from=EN>

Comisión Europea (24/03/2015) La recuperación de tierras raras ofrece oportunidades a las pymes tecnológicas de la UE. [https://ec.europa.eu/environment/eecoap/about-eco-innovation/policies-matters/eu/rare-earth-recovery-offers-opportunities-for-the-eu-high-tech-smes\\_es](https://ec.europa.eu/environment/eecoap/about-eco-innovation/policies-matters/eu/rare-earth-recovery-offers-opportunities-for-the-eu-high-tech-smes_es)

(11/12/2019): El Pacto Verde Europeo establece cómo hacer de Europa el primer continente climáticamente neutro en 2050 impulsando la economía, mejorando la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, protegiendo la naturaleza y no dejando a nadie atrás. *Comunicado de Prensa*. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP\\_19\\_6691](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_19_6691)

(10/03/2020): Preparar a las empresas europeas para el futuro: una nueva estrategia industrial para una Europa ecológica, digital y competitiva a escala mundial. *Comunicado de Prensa*. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip\\_20\\_416](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_416)

(03/09/2020): La Comisión anuncia acciones dirigidas a lograr una mayor seguridad y sostenibilidad del suministro de materias primas en Europa. *Comunicado de Prensa*. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip\\_20\\_1542](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_1542)

(03/09/2020): *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU A Foresight Study*. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42881>

(2020): *Resiliencia de las materias primas fundamentales: trazando el camino hacia un mayor grado de seguridad y sostenibilidad*. COM (2020) 474 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474&from=EN>

CRIFAX (julio 2020): Informe de análisis del mercado de minería de minerales metálicos en Oriente Medio y África. <https://www.crifax.com/reports/middle-east-and-africa-metal-ore-mining-market/1011158>

Chu, L.D (11/11/2010): Seventeen Metals: «The Middle East has oil, China has rare earth». *Business Insider*. (Consultado 27/12/2020) <https://www.businessinsider.com/seventeen-metals-the-middle-east-has-oil-china-has-rare-earth-2011-1>

Echeverri, F. y Parra, J. (abril-junio 2019): Los lantánidos: ni tierras ni raras. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*: 43(167), 291-296. <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/917>

España, Gobierno de (26/10/2020): Consulta Pública para la elaboración de la Hoja de Ruta para la gestión sostenible de las materias primas minerales. *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. <https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=352>

Ferreira, G., Critelli, J. y Johnson, W. (15/08/2020): The Future of Rare Earth Elements in Africa in the Midst of a Debt Crisis. *Eunomia Journal*. <https://www.civillaffairsassoc.org/post/the-future-of-rare-earth-elements-in-africa-in-the-midst-of-a-debt-crisis>

Ferràs, X. (27/03/2020): I+D en el mundo, 2020. *Blog Xavier Ferràs*. <https://xavierferràs.com/2020/03/id-en-el-mundo-2020/>

Gómez, E. (2016): *Plan Made in China 2025*. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Pekín. ICEX. <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2016671546.html?idPais=CN>

King, H. (2019): REE - Rare Earth Elements and their Uses. *Geology.com* <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/#:~:text=The%20most%20abundant%20rare%20earth,%2C%20and%20lead%20%5B1%5D>

Jiménez, J. (14/12/2018): «No tenemos suficientes materiales para todos los paneles solares que necesitamos»: el reto

olvidado de la transición energética. *Xataka.com*. <https://www.xataka.com/energia/no-tenemos-suficientes-materiales-para-todos-paneles-solares-que-necesitamos-reto-olvidado-transicion-energetica>

Mucha, M. (24/05/2019): Hay tierras raras aquí y están... en un lugar de La Mancha. *El Mundo* (Consultado 04/01/2021). <https://www.elmundo.es/cronica/2019/05/24/5ce58be121efa0e-77f8b4651.html>

Office Chériffien des Phosphates (2018): Managing phosphate resources <https://www.ocpgroup.ma/what-is-phosphate>

Office National des Hydrocarbures et des Mines (2016): Mining Overview. [http://www.onhym.com/pdf/Publications/Onhym\\_Brochure\\_Mine.pdf](http://www.onhym.com/pdf/Publications/Onhym_Brochure_Mine.pdf)

Organización Mundial del Comercio (20/05/2015): China — Medidas relacionadas con la exportación de tierras raras, volframio (tungsteno) y molibdeno (DS431). [https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/dispu\\_s/cases\\_s/ds431\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/dispu_s/cases_s/ds431_s.htm)

Palmer, D. y Moffett, S. (13/03/2012): WRAPUP 4-US, EU, Japan take on China at WTO over rare earths. *Reuters*. (Consultado 27/12/2020) <https://www.reuters.com/article/china-trade-eu-idUSL5E8ED6520120313>

Pitron, G. (2018): *La guerra de los metales raros La cara oculta de la transición energética y digital*. Ediciones Península Atalaya. [https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros\\_contenido\\_extra/42/41305\\_La\\_guerra\\_de\\_los\\_metales.pdf](https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/42/41305_La_guerra_de_los_metales.pdf)

Raso, C. (29/10/2020): Bruselas crea una Alianza para asegurar el acceso a materias primas. *elEconomista.es* (Consultado 04/01/2021) <https://www.eleconomista.es/energia/noticias/10856168/10/20/Bruselas-crea-una-Alianza-para-asegurar-el-acceso-a-materias-primas.html>

Rostek-Buetti, A. (08/06/2019): Cuando las tierras raras se convierten en un arma. *Deutsche Welles*. <https://www.dw.com/es/cuando-las-tierras-raras-se-convierten-en-un-arma/a-49109708>

Shah, A. (01/02/2020): Afghanistan's Mineral Resources Are a Lost Opportunity and a Threat. *The Diplomat*. <https://thediplomat.com/2020/02/afghanistans-mineral-resources-are-a-lost-opportunity-and-a-threat/>

Stevenson, A. (21/05/2019): China Faces New 'Long March' as Trade War Intensifies, Xi Jinping Says. *The New York Times*. (Consultado 04/01/2121) <https://www.nytimes.com/2019/05/21/world/asia/xi-jinping-china-trade.html>

Tuset, S. (2019): Métodos para la extracción de minerales con tierras raras. *CEO Condorchem Envitech*. <https://blog.condorchem.com/tratamientos-extractivos-tierras-raras/>

Uren, D. (31/10/2019): A quest for global dominance: China's appetite for Rare Earths. *Australian Strategic Policy Institute*. <https://www.aspistrategist.org.au/a-quest-for-global-dominance-chinas-appetite-for-rare-earths/>

Vaquero, N. (30/08/2020): Los supermetales ofrecen otro futuro económico a la España despoblada. *El Día*. (Consultado 04/01/2021) <https://www.eldia.es/economia/2020/08/31/supermetales-ofrecen-futuro-economico-espana-22349125.html>

Western Sahara Resource Watch (20/02/2010): Uranium on occupied land. <https://wswr.org/en/archive/1341>