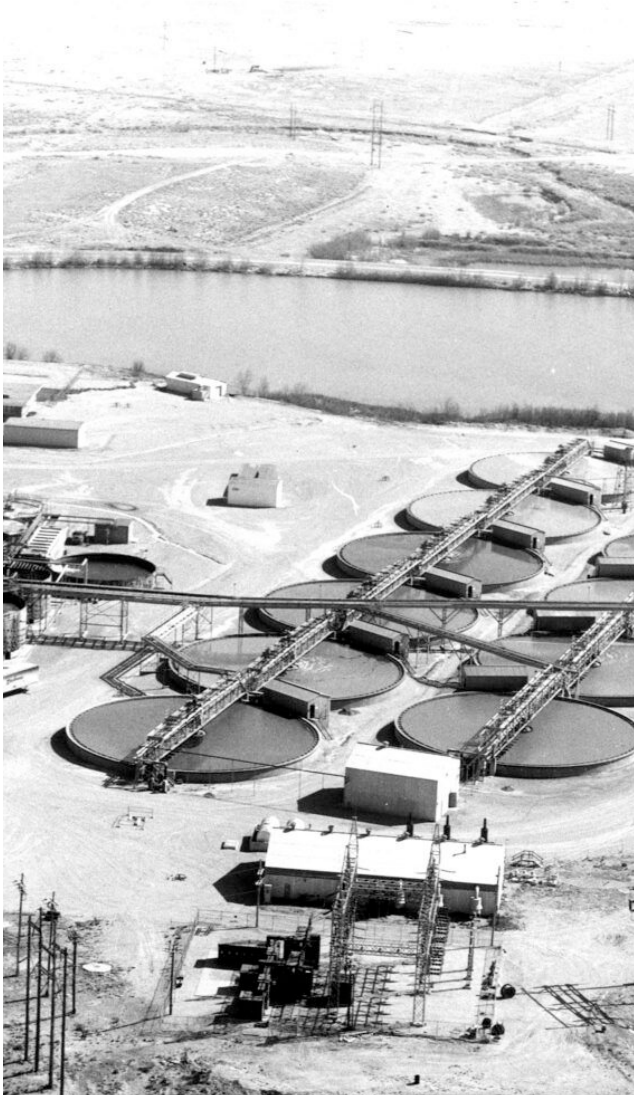


ROSATOM NEWSLETTER

01.

HISTORIAS

Hungría: comienza una importante construcción
VVER-TOI: excelencia en cada letra
Perspectivas cuánticas



02.

TENDENCIAS

Hacer seguras las minas abandonadas



Hungría: comienza una importante construcción

El 5 de febrero de 2026 comenzó el vertido del primer hormigón para la losa de cimentación de la unidad 5 de Paks II en Hungría. La nueva central nuclear sustituirá a las unidades que llevan en funcionamiento desde la década de 1980 y seguirá proporcionando a los residentes y a la industria del país electricidad nuclear limpia, fiable y asequible.



Con el inicio del vertido de hormigón, la unidad pasó oficialmente al estado de «en construcción» según la clasificación del OIEA. «Este es un día muy importante para Hungría, para Rusia y para la comunidad nuclear mundial», comentó el director general de Rosatom, Alexey Likhachev, sobre el evento.

La unidad 5 continúa la cooperación entre los profesionales nucleares húngaros y rusos (antes soviéticos) que comenzó en la década de 1960. Entre 1982 y 1987, cuatro unidades de la central nuclear de Paks con reactores VVER-440 de diseño ruso se conectaron a la red húngara. En la actualidad, funcionan a una potencia superior a la nominal y proporcionan aproximadamente el 47 % de la electricidad que se consume en el país. Paks II, con una capacidad total de 2400 MW, contará con dos reactores VVER-1200 de tercera generación plus.

«El país que sea el primero en construir centrales nucleares será el más competitivo. Hungría es uno de esos países: la central nuclear Paks II es el proyecto más grande y avanzado de Europa, el buque insignia del renacimiento nuclear», destacó el ministro de Relaciones Exteriores y Comercio de Hungría, Péter Szijjártó. «Esta central será una garantía de seguridad energética a largo plazo. Gracias a las nuevas unidades de Paks, Hungría podrá producir de forma independiente hasta el 70 % de la electricidad que necesita el país, lo que

reducirá significativamente su dependencia de las fluctuaciones de precios en los mercados internacionales».

Paks II también es importante para la comunidad nuclear mundial. «Valoramos mucho el patrocinio del OIEA a nuestras instalaciones en construcción y la implicación personal de su director general, Rafael Grossi», reconoció Alexey Likhachev.

Construir sobre una base sólida

La licencia general de construcción para las unidades VVER-1200 fue expedida por el organismo regulador, la Autoridad de Energía Atómica de Hungría (OAH), en agosto de 2022. Esta licencia autorizaba al contratista a realizar una excavación para una de las dos futuras unidades de potencia. En noviembre de 2025, el organismo regulador expidió un permiso para el primer vertido de hormigón y la construcción de los edificios de la isla nuclear.

Se instalarán cerca de 9000 toneladas de acero de refuerzo y se verterán 43 000 metros cúbicos de hormigón para la losa de cimentación de la unidad 5. El vertido de hormigón se llevará a cabo las 24 horas del día. Está previsto que las operaciones de hormigonado continúen hasta finales de 2026. Posteriormente, los trabajadores comenzarán a erigir las cubiertas de contención interior y exterior del edificio del reactor y a instalar el equipo de la isla nuclear. El primer elemento que se instalará será el

captador del núcleo (trampa de fusión), que ya se ha entregado en la obra. Se trata de un elemento crucial de los sistemas de seguridad pasiva de las centrales nucleares con reactores de tercera generación plus. La estructura sirve para retener el material fundido del núcleo en caso de accidente.

En abril de 2024, los fabricantes de acero de Rosatom comenzaron a fabricar los reactores para Paks II. Fundieron todos los lingotes necesarios para ambas unidades de potencia a la vez, un total de 36 piezas con un peso combinado de 3440 toneladas.



Rosatom trabaja en estrecha colaboración con el cliente húngaro. «El cliente es muy fuerte como licenciatario, se encarga de los contactos con el regulador, de obtener los permisos y de resolver las cuestiones técnicas. Trabajamos como un solo equipo con el cliente y el organismo supervisor, y esta es una estrategia muy exitosa. Ahora celebramos reuniones periódicas no solo a nivel ejecutivo, sino también a nivel de grupos de trabajo», declaró Vitaly Polyanin, vicepresidente de AtomStroyExport y director del proyecto de construcción de Paks II, al periódico Strana Rosatom. «Todo el mundo entiende que el intercambio franco y directo de información contribuye a la consecución de los objetivos. Es importante que la parte húngara esté muy interesada en la construcción de las unidades, lo que se refleja en su activo apoyo al proyecto».

Nuevas oportunidades

La construcción de Paks II es una oportunidad para mantener bajos los precios de la electricidad para los residentes húngaros y garantizar nueva capacidad para recargar vehículos eléctricos, digitalizar la economía, construir centros de datos e implementar soluciones de inteligencia artificial. También ofrece nuevas competencias y oportunidades para las empresas húngaras: tras haber adquirido experiencia en Paks II, pueden participar en otros proyectos nucleares de Rosatom, por ejemplo, en Serbia. «Creo que la decisión de construir una central nuclear en Serbia se tomará tarde o temprano. Haremos todo lo posible por transmitir nuestras propuestas a los dirigentes serbios y presentar las ventajas de estas propuestas para la industria y el pueblo serbios de la forma más completa y detallada posible», respondió Alexey Likhachev a una pregunta de los medios de comunicación serbios. Según él, un clúster de energía nuclear en Europa Central podría ser ventajoso debido a la proximidad geográfica de los dos países y a la posibilidad de utilizar el Danubio como arteria de transporte.

VVER-TOI: excelencia en cada letra

Además de modernizar continuamente sus tecnologías de reactores, Rosatom sigue mejorando su enfoque general para la construcción de unidades de energía nuclear. Un ejemplo destacado es la unidad 1 de la central nuclear Kursk II en Rusia, construida según el diseño VVER-TOI, que se conectó a la red en la víspera de Año Nuevo de 2026. La experiencia adquirida durante este proyecto se aplicará en futuras construcciones nuevas.



El acrónimo VVER-TOI significa literalmente «reactor de potencia refrigerado por agua y moderado por agua – universal optimizado digitalmente». VVER-TOI es un diseño actualizado para una unidad de energía nuclear estandarizada que cumple con los últimos requisitos de seguridad (incorporando las lecciones aprendidas tras Fukushima) y las demandas del mercado global. El diseño estandarizado anterior se desarrolló en 1980 y se utilizó para construir unidades de energía en las centrales nucleares de Balakovo, Rostov, Kalinin y Zaporozhye en Rusia, en Temelín en la República Checa y otras. Por eso el diseño del reactor es «universal».

El nuevo diseño abordaba varios objetivos simultáneamente. En primer lugar, tenía que cumplir 24 criterios de competitividad. Para lograrlo, los ingenieros de Rosatom llevaron a cabo una optimización en profundidad de las soluciones de diseño, desde la disposición general hasta la ingeniería eléctrica. Revisaron la logística del transporte, los sistemas de instrumentación y control (I&C), la disposición, las soluciones arquitectónicas y estructurales de los edificios e instalaciones clave y, por supuesto, el concepto de seguridad. Por eso se considera «optimizado».

Otro objetivo era crear soluciones que permitieran gestionar la información sobre la unidad de potencia a lo largo de todo su ciclo de vida. Cuando se inició el trabajo de mejora del diseño, estas soluciones no estaban disponibles en el mercado mundial, por lo que Rosatom creó las suyas propias. Por eso el diseño es «digital».

El resultado es un sistema que acumula todos los datos sobre la unidad de potencia. Facilita el diseño y la ingeniería, la gestión de las adquisiciones y el control de los suministros, los plazos, los recursos y los costos, así como la verificación de datos y la supervisión del cumplimiento. Más de 2000 ingenieros de Rosatom participaron en el trabajo. Crearon un modelo de información complejo de la parte invariable del diseño, que puede replicarse en nuevas instalaciones.



Gracias a estas innovaciones, la capacidad de diseño de cada unidad de potencia de Kursk II se incrementó en un 25 % en comparación con la generación anterior (VVER-1000), alcanzando los 1250 MW. La vida útil del equipo principal se duplicó. El diseño de la unidad combina sistemas de seguridad pasivos y activos, que se complementan entre sí. Garantizan una autonomía prolongada de la unidad en condiciones de accidente (al menos 72

horas), protección contra fallos de causa común y una menor probabilidad de error humano. La unidad está diseñada con una resistencia sísmica mejorada: puede soportar un terremoto de magnitud 7 en la escala MSK-64, mientras que las estructuras y componentes que realizan funciones de seguridad pueden soportar sacudidas de hasta magnitud 9. Las soluciones técnicas hacen que la unidad sea resistente al impacto de una aeronave pesada (20 toneladas en el caso base, con una opción de 400 toneladas) y otros impactos externos extremos (huracanes, tornados, inundaciones).



Un regalo de Año Nuevo

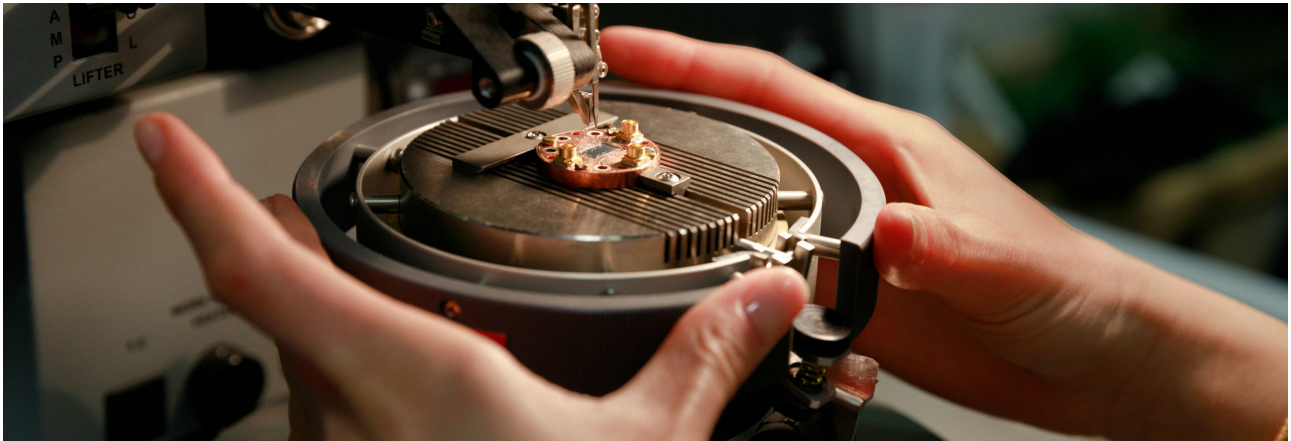
La primera unidad de potencia de la central nuclear de Kursk II con un reactor VVER-TOI se conectó a la red el 31 de diciembre de 2025. «La unidad de Kursk es la primera encarnación del último diseño de unidad de energía nuclear VVER-TOI. Este diseño incorpora los últimos avances en el sector de la energía nuclear y también cuenta con la unidad de reactor más potente de la flota de Rosatom. Con una capacidad de 1250 MW, es 50 MW más potente que los anteriores poseedores del récord, las unidades de Leningrado II», comentó el director general de Rosatom, Alexey Likhachev, sobre la puesta en marcha.

El 29 de enero de 2026, la unidad 1 de Kursk II comenzó a funcionar en modo piloto. Esta es la siguiente etapa tras la conexión a la red. El modo piloto prevé un aumento gradual de la potencia hasta el 100 %.

Los ingenieros de Rosatom seguirán optimizando el diseño básico, aprovechando la experiencia adquirida en la construcción de las unidades de Kursk II y aplicando las soluciones que han demostrado mayor eficiencia y efecto económico. Las mejoras se centrarán en la planta del reactor y los sistemas de protección contra impactos extremos, la capacidad de seguimiento de la carga, el potencial de uso de combustible MOX y la rentabilidad, es decir, todo lo que hace que la oferta rusa sea única en el mercado mundial y muy demandada por los clientes internacionales.

Perspectivas cuánticas

Rusia es un actor clave en el mercado cuántico mundial. Los científicos rusos han logrado un éxito notable, al crear unidades de procesamiento cuántico con docenas de qubits y realizar los primeros cálculos para problemas modelo. Rosatom está a cargo de la hoja de ruta nacional para el desarrollo de la computación cuántica y está creando alianzas con socios rusos e internacionales.



La velocidad de cálculo es la principal característica de las computadoras cuánticas que las hace potencialmente mucho más prometedoras que las computadoras clásicas. La unidad mínima de información que manejan las computadoras cuánticas es un qubit. Mientras que dos bits clásicos solo pueden tomar uno de cuatro valores en un momento dado (00, 01, 10, 11), dos qubits pueden estar en todos estos estados simultáneamente, un fenómeno conocido como superposición.

El paralelismo cuántico se basa en esta característica fundamental. Una computadora clásica solo puede ejecutar un algoritmo para un conjunto de datos de entrada a la vez. Una computadora cuántica, si se le alimenta con una superposición de todos los valores de entrada posibles, realizará la operación para todos ellos a la vez. Gracias a la superposición y al paralelismo resultante, las computadoras cuánticas son capaces de realizar cálculos mucho más rápido que las computadoras normales. Cuanto mayor sea la unidad de procesamiento cuántico, mayor será el paralelismo: un sistema de n qubits en superposición se encuentra en todos los estados 2^n simultáneamente.

Por ello, las unidades de procesamiento cuántico son especialmente eficaces para determinados tipos de cálculos. Entre ellos se incluyen, por ejemplo, tareas que implican clasificar muchas opciones para encontrar combinaciones óptimas con un gran número de parámetros. Las aplicaciones abarcan desde la industria farmacéutica y la ciencia de los materiales hasta la logística y la ciberseguridad. Las

soluciones a estos problemas son necesarias para el desarrollo de la inteligencia artificial, la creación de relojes ultraprecisos, la optimización de los procesos de producción y mucho más.

Por ahora, se están realizando los primeros intentos en todo el mundo para utilizar procesadores cuánticos para resolver tareas del mundo real. Ya se han producido algunos éxitos aislados.

El lugar de Rusia en las tecnologías cuánticas

Rusia es uno de los pocos países que crea computadoras cuánticas en cuatro plataformas físicas: iones, átomos fríos, superconductores y fotones. La mayoría de los países desarrollan solo una o dos plataformas.

Los científicos rusos han logrado un éxito notable en la creación de unidades de procesamiento cuántico. Por ejemplo, se ha creado un ordenador de 70 qubits utilizando iones de iterbio. Los ordenadores basados en iones de calcio y átomos fríos han alcanzado los 72 qubits. Hay 16 qubits de fluxonio en un procesador superconductor y 35 en uno fotónico.

Otra área importante es el software cuántico, algoritmos especiales para resolver problemas prácticos. Los científicos rusos han desarrollado 43 algoritmos. Siete organizaciones de la industria nuclear están probando algoritmos cuánticos en sus instalaciones para resolver problemas modelo. Por ejemplo, se resolvió un problema modelo de transferencia de calor para el proyecto Proryv (Breakthrough), que consiste en la construcción de una planta de producción de energía de cuarta

generación con un ciclo cerrado de combustible nuclear. Los cálculos se realizaron en una computadora cuántica de iones de 50 qubits utilizando una plataforma de computación cuántica en la nube.

En total, la cartera incluye siete proyectos para optimizar los procesos de producción, doce para resolver problemas de modelización y cuatro proyectos relacionados con el análisis de datos.



Interés internacional

Alrededor de diez países están mostrando interés en los avances rusos en computación cuántica. Esto no es sorprendente, dada la rápida velocidad de desarrollo de estas tecnologías en Rusia (hace diez años, el país no tenía ni una sola unidad de procesamiento cuántico, ni siquiera con un par de qubits) y su eficiencia en el desarrollo. Ocupando el puesto 11 en el mundo en términos de financiación de programas gubernamentales para la computación cuántica, Rusia ha mostrado algunos de los resultados tangibles más altos y se está acercando a los líderes, Estados Unidos y China. A esto hay que añadir la amplitud de capacidades: equipos de investigación de universidades e institutos de investigación nacionales participan en el desarrollo de computadoras cuánticas, lo que permite, por ejemplo, el desarrollo simultáneo de procesadores de iones basados tanto en iterbio como en calcio.

Rusia y, por supuesto, Rosatom están dispuestos a ampliar la cooperación en el campo cuántico con otros países. Para facilitar esta labor, Rosatom, el Ministerio de Ciencia y Educación Superior y el Ministerio de Desarrollo Digital, Comunicaciones y Medios de Comunicación celebrarán el primer Foro de Tecnologías Cuánticas del BRICS en Moscú en abril de 2026.

Se invita a participar a representantes de la comunidad científica, las autoridades gubernamentales y las empresas de los países miembros y socios. Se espera que el espacio único de cooperación dentro de los BRICS acelere el desarrollo de soluciones cuánticas aplicadas y refuerce la posición de la organización como centro tecnológico mundial.

«En 2025, nuestros científicos confirmaron la posición estable del país en la investigación cuántica y el desarrollo de prototipos de computadoras cuánticas. Dado el alto potencial que tenemos, defendemos firmemente el acceso justo y abierto a las tecnologías avanzadas, ya que el objetivo final del progreso científico y tecnológico es mejorar la calidad de vida en todo el mundo», comentó Ekaterina Solntseva, directora de Tecnologías Cuánticas de Rosatom.

Hacer seguras las minas abandonadas

El OIEA ha publicado la tercera edición de su Plan Maestro Estratégico para la Remediación Ambiental de los Sitios Legados por el Uranio en Asia Central, concretamente en Kirguistán, Tayikistán y Uzbekistán. Este documento de referencia describe las medidas adoptadas por las organizaciones implicadas para que estos sitios sean seguros. Rosatom es uno de los principales contribuyentes a este objetivo.



Objetivos del Plan Maestro Estratégico

El Plan Maestro Estratégico tiene por objeto crear un marco sistemático, coherente y transparente para la remediación de los emplazamientos heredados en Asia Central. Apoya las estrategias y programas nacionales para la gestión sostenible y a largo plazo de los emplazamientos heredados y las zonas remediadas. El Plan Maestro contribuirá a la consecución de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como la buena salud y el bienestar (ODS 3), el agua limpia y el saneamiento (ODS 6), las ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), la vida en la tierra (ODS 15) y la paz, la justicia y las instituciones sólidas (ODS 16).

El documento abarca el período comprendido entre 2025 y 2030.

Cooperación de la CEI

Las actividades de remediación en algunos de los sitios heredados son financiadas por los Estados miembros de la Comunidad de Estados Independientes (CEI). Con este fin, la CEI adoptó un Programa Interestatal Específico (ITP) para la Rehabilitación de los Territorios Afectados por la Minería de Uranio en Kirguistán y Tayikistán. Fue en su territorio donde la URSS comenzó a extraer su primer uranio. El Consejo Interestatal de la Comunidad Económica Euroasiática aprobó el programa en 2012 y su implementación comenzó en 2013. Sus objetivos son reducir los riesgos de emergencias relacionadas con el impacto de la

radiación en el medio ambiente y garantizar condiciones de vida seguras para los residentes locales. El programa se centró en los vertederos de residuos más peligrosos cerca de las aldeas de Min-Kush y Kajy-Say en Kirguistán y la ciudad de Istiklol (antes Taboshar hasta 2012) en Tayikistán.



El programa estuvo en funcionamiento hasta 2025. Se realizaron los estudios necesarios, se seleccionaron las mejores soluciones técnicas, se elaboraron los documentos requeridos y se aprobaron los proyectos. Posteriormente, se llevaron a cabo todas las actividades previstas, mientras que los expertos contratados también mejoraron los sistemas de vigilancia ambiental y capacitaron al personal local para gestionar los proyectos y programas de remediación.

Rosatom es un participante activo del ITP. En 2019, la corporación nuclear rusa remedió el vertedero de residuos cerca de la aldea de Kajy-Say en Kirguistán. En 2023, completó la remediación del vertedero de

residuos de Kak y la liquidación del vertedero de residuos de Taldy-Bulak (ambos cerca de la aldea de Min-Kush). En agosto de 2025, Rosatom liquidó el vertedero de residuos de Tuyuk-Suu y remedió el vertedero de residuos de Dalneye en Min-Kush.

En Tayikistán, Rosatom remedió el vertedero de residuos de la fábrica de procesamiento de mineral de uranio de baja ley y cuatro vertederos de residuos en el emplazamiento industrial de la mina Taboshar (región de Sughd). Esta tarea se completó en 2023, antes de lo previsto. La radiación de fondo en la mina y los territorios adyacentes descendió a niveles seguros.

La financiación del programa corrió a cargo de los Estados miembros de la CEI participantes. Rusia aportó el 75 %, Kazajistán el 15 %, Kirguistán el 5 % y Tayikistán el 5 %. La inversión total del programa ascendió a 32,2 millones de euros, según el Plan Maestro Estratégico.

Actualmente, la principal organización de la CEI para la gestión del combustible nuclear gastado, los residuos radiactivos y el desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas peligrosas (función asignada a la empresa TVEL Fuel Company de Rosatom) está elaborando un nuevo proyecto de modelo conceptual para los países de la CEI sobre cómo llevar a un estado seguro los emplazamientos nucleares heredados. Se espera que sea aprobado en 2026 por la Asamblea Interparlamentaria de la CEI. El documento contendrá una descripción del estado actual de las instalaciones nucleares heredadas, los principios básicos de cooperación para poner en condiciones seguras las instalaciones nucleares heredadas y un registro de dichas instalaciones.



Acuerdos bilaterales con Rusia

Dado que el Programa Estatal Intergubernamental finalizó en 2025, se iniciaron con antelación los preparativos para nuevos programas bilaterales. En 2024, Rusia y Kirguistán firmaron un acuerdo intergubernamental de cooperación para la

rehabilitación de los territorios afectados por la minería de uranio y las industrias mineras.

En virtud del acuerdo bilateral, Rusia está rehabilitando minas y vertederos de cenizas en las aldeas de Kajy-Say (región de Issyk-Kul), vertederos de rocas estériles y minas en la aldea de Too-Moyun (región de Osh) y vertederos mineros y minas en la aldea de Kyzyl-Jar (región de Jalal-Abad).

La remediación de los sitios en Too-Moyun y Kyzyl-Jar se completó a finales de 2025. Se están llevando a cabo los preparativos en el sitio de Kajy-Say, y se prevé que la remediación esté terminada a finales de 2026.

Rusia ha celebrado un acuerdo bilateral similar con Tayikistán. En 2025, las partes firmaron un acuerdo intergubernamental de cooperación para la rehabilitación de los territorios de Tayikistán afectados por la minería de uranio y las industrias mineras. El acuerdo prevé la remediación del vertedero de residuos de Adrasman (región de Sughd) y los vertederos del taller n.º 3 de la mina de Taboshar. Actualmente se están elaborando los documentos de diseño y estimación de costos.



Se han asignado 21,4 millones de euros y 15,6 millones de euros para la rehabilitación de emplazamientos en Kirguistán y Tayikistán, respectivamente.

Actividades de la Unión Europea

Otra área de actividad para la remediación de sitios contaminados con uranio descrita en el Plan Maestro Estratégico es la de la Unión Europea. El Instrumento de Cooperación en materia de Seguridad Nuclear (INSC) de la UE está operativo en los países de Asia Central. Gracias al INSC, se encargaron evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y estudios de viabilidad para siete sitios prioritarios. La Unión Europea financia los trabajos a través de la Cuenta de Remediación Ambiental para Asia Central del Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD). Tiene el mandato de remediación de siete

emplazamientos prioritarios con residuos de uranio: Mailuu-Suu, Min-Kush y Shekaftar en Kirguistán; Istiklol y Degmay en Tayikistán; y Charkesar y Yangiabad en Uzbekistán. Entre 2017 y 2025 se rehabilitaron Min-Kush, Shekaftar, Charkesar y Yangiabad. La rehabilitación continúa en Mailuu-Suu; Istiklol se ha rehabilitado parcialmente y aún no se han iniciado las obras en Degmay.

Como se indica en el Plan Maestro Estratégico, en 2015 se completaron las EIA y los estudios de viabilidad para estos siete emplazamientos con el apoyo de la UE, y se creó una cartera de proyectos de ejecución. El costo de la preparación de las EIA y los estudios de viabilidad ascendió a 8 millones de euros. El costo total estimado de la rehabilitación en el marco del programa se evaluó en 113 millones de euros. En 2025 se habían recaudado 71,8 millones de euros. De esta cantidad, la Comisión Europea asignó 61,5 millones de euros y otros donantes contribuyeron con 9 millones de euros. El programa aún necesita 43 millones de euros. «Subsanar esta diferencia es fundamental para la sostenibilidad de la rehabilitación en toda la región», señala el informe.

Posterior a la remediación

Los expertos del OIEA observan un progreso constante en la finalización de la remediación de muchos emplazamientos heredados y señalan que se está prestando cada vez más atención a la creación de un sistema de gestión posterior a la remediación. Según los autores del Plan Maestro Estratégico, este sistema es de gran importancia para la clara asignación de responsabilidades y la transición al control institucional a largo plazo de los emplazamientos remediados. Para ello se necesita dinero y personal cualificado, señala el documento del OIEA.