



PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	1 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

1. OBJETIVO

El presente procedimiento tiene por objeto establecer los requisitos técnicos administrativos que debe cumplir el Titular de la Autorización de Construcción, para solicitar ante la AETN la Licencia de Puesta en Marcha de la Instalación.

2. ALCANCE

El presente procedimiento comprende los lineamientos y requisitos para el licenciamiento de la Puesta en Marcha de Reactores Nucleares de Investigación.

El cumplimiento del presente procedimiento y requerimientos establecidos por la Autoridad Reguladora, no exime del cumplimiento de otras normas del ordenamiento jurídico positivo aplicables.

3. DEFINICIONES

- a) **Almacenamiento:** Colocación de fuentes radiactivas, material radiactivo, combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su contención, con la intención de recuperarlos.
- b) **Comité de Seguridad:** Grupo de expertos convocados por la Entidad Operadora del Estado para que preste asesoramiento sobre la seguridad de una instalación autorizada durante la puesta en marcha y a lo largo del ciclo de vida de la instalación; el cual, debe ser independiente y estar integrado por personas expertas en los temas que se evaluarán.
- c) **Criterios de Aceptación:** Límites especificados que se imponen al valor de un indicador funcional o de un indicador de condiciones, utilizado para evaluar la capacidad de las Estructuras Sistemas y Componentes de acuerdo a su función de diseño.
- d) **Elemento Combustible:** Barra de combustible nuclear, junto con su vaina y con cualesquiera otros componentes conexos necesarios para formar una unidad estructural.
- e) **Equipos de Medición y Seguridad:** Herramientas esenciales utilizadas en una variedad de entornos para garantizar la seguridad y la precisión en diversas actividades. Estos equipos incluyen una amplia gama de dispositivos diseñados para

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	2 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

medir diferentes variables y proteger a las personas y los entornos con peligros potenciales.

- f) **Estructuras, Sistemas y Componentes:** Término general que abarca todos los elementos de una Actividad o Instalación Nuclear que contribuyen a la protección y seguridad, con experiencia de los factores humanos.
- g) **Licencia de Puesta en Marcha:** Documento por medio del cual la Autoridad Reguladora autoriza al Titular de la Autorización de Construcción, realizar las actividades relacionadas a la etapa de puesta en marcha, bajo las condiciones y requisitos establecidos en el presente procedimiento.
- h) **Límites y Condiciones Operacionales:** Conjunto de reglas que establecen los límites de parámetros, la capacidad funcional y los niveles de rendimiento del equipo y el personal aprobados por el órgano regulador para la explotación segura de una instalación autorizada.
- i) **Multiplicación Subcrítica:** Multiplicación de neutrones en la que las reacciones en cadena son convergentes.
- j) **Programa de Puesta en Marcha:** Conjunto de procedimientos y actividades planificadas que se llevan a cabo para iniciar y operar un reactor nuclear de investigación de manera segura y eficiente. La Puesta en Marcha de un reactor nuclear de investigación, es un proceso crítico que implica una serie de pasos cuidadosamente coordinados, para garantizar que el reactor funcione correctamente y cumpla con los requisitos y condiciones de seguridad y rendimiento.
- k) **Pruebas:** Conjunto de tareas realizadas en una instalación para la recepción o montaje de aquellos materiales o dispositivos previstos en el diseño que generen o sean capaces de generar radiaciones ionizantes, y planificadas para comprobar que los Estructuras Sistemas y Componentes cumplan con sus bases originales de diseño y con los criterios de aceptación pertinentes.
- l) **Reactividad:** Se refiere a la capacidad de un reactor para aumentar o disminuir su potencia de salida en función de cambios en las condiciones de operación.
- m) **Seguridad en Actividades o Instalaciones Nucleares:** Se refiere a la protección de las personas y el medio ambiente contra riesgos asociados a las radiaciones, así como la seguridad de las instalaciones que dan lugar a esos riesgos. Comprenden la seguridad tecnológica y física de las actividades e instalaciones nucleares.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-JR-001	1ra	3 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

- n) **Titular de la Autorización:** Es toda persona natural y jurídica, pública, privada y mixta, nacional o extranjera legalmente establecida en el país, debidamente autorizada por la AETN.

4. LINEAMIENTOS GENERALES

- a) No puede iniciarse la Puesta en Marcha del Reactor Nuclear de Investigación, sin la previa Autorización de la Autoridad Reguladora.
- b) El Titular de la Autorización de la Construcción del Reactor Nuclear de Investigación debe presentar un Programa de la Puesta en Marcha que contemple las siguientes etapas y pruebas:
1. Inicio físico, que comprenda las pruebas previas a la carga del combustible;
 2. Inicio energético, que comprenda las pruebas de carga del combustible e inicio de la criticidad, pruebas a baja potencia y pruebas de ascensión de potencia.
- c) El Titular de la Autorización es responsable de coordinar y controlar las pruebas de la Puesta en Marcha, pudiendo delegar total o parcialmente la ejecución de las mismas. La responsabilidad de la Seguridad en Actividades o Instalaciones Nucleares, el cumplimiento de las condiciones y requisitos para la puesta en marcha es del Titular de la Autorización siendo esta indelegable.
- d) Se debe establecer un sistema de gestión integrada de las actividades comprendidas en las pruebas de la Puesta en Marcha que cumpla con los criterios de aceptación que implica dicho sistema.
- e) El programa de Garantía de Calidad debe garantizar la seguridad, confiabilidad y eficiencia operativa durante toda la vida útil Reactor Nuclear de Investigación.
- f) El Programa de Puesta en Marcha, debe demostrar que tales pruebas permitirán verificar el funcionamiento y la fiabilidad de los componentes, equipos y sistemas de la instalación. Asimismo, este debe ser remitido y aprobado por la Autoridad Reguladora.
- g) El Programa de Puesta en Marcha deberá demostrar que se cumplirán los objetivos de diseño de todos los componentes, equipos y sistemas, y que la instalación operará en condiciones de seguridad de acuerdo a los límites establecidos en el Informe de Análisis de Seguridad (SAR).

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal- Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	4 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

- h) En caso de modificaciones en el cronograma de pruebas de la Puesta en Marcha, el titular de la Autorización de construcción debe notificar a la Autoridad Reguladora en el plazo de setenta y dos (72) horas antes de la ejecución de las pruebas.
- i) El Titular de la Autorización remitirá los reportes de resultados de las pruebas revisados y aprobados por el respectivo Comité de Seguridad a la Autoridad Reguladora para su conocimiento, quien comunicara la continuidad para el inicio de la etapa o prueba siguiente, de acuerdo a lo detallado a continuación:
1. Reporte de resultados de pruebas del Inicio Físico
 2. Reporte de resultados de las pruebas de Carga de Combustible e Inicio de la Criticidad
 3. Reporte de resultados de las pruebas a Baja Potencia
 4. Reporte de resultados de las pruebas de Ascensión de Potencia.
 5. Y otros establecidos por el Titular de la Autorización en el Programa de Puesta en Marcha

5. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA LICENCIA DE PUESTA EN MARCHA

Para poder obtener la Licencia de Puesta en Marcha de la Instalación (Reactor Nuclear de Investigación), el Titular de la Autorización de Construcción deberá cumplir los lineamientos establecidos en los incisos a) al j) del punto 4 y presentar a la AETN la siguiente documentación:

5.1. REQUISITOS LEGALES

- a) Nota de solicitud dirigida al Director Ejecutivo de la AETN con referencia a la obtención de la Licencia de Puesta en Marcha para el Reactor de Investigación firmada por el Titular de la Autorización de la Construcción.
- b) Instrumento Legal que acredite la Personalidad Jurídica.
- c) NIT (Número de Identificación Tributaria).
- d) Certificación Electrónica del NIT (actualizado).
- e) Fotocopia legalizada del documento de delegación de funciones, Testimonio de poder del Representante Legal y/o Resolución según corresponda.
- f) Memorándum u otro documento de designación emitido por el Titular de la Autorización y/o el representante legal, respecto al responsable institucional (En el

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	5 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

caso que el representante legal asuma también las funciones de responsable institucional, no aplica este punto).

5.2. REQUISITOS TÉCNICOS DE SEGURIDAD

El Titular de la Autorización de Construcción debe presentar la siguiente documentación:

1. Programa de Puesta en Marcha debe contener como mínimo los siguientes aspectos:
 - a) Objetivos de las pruebas;
 - b) Listado de los programas de Puesta en Marcha y la secuencia de ejecución debidamente sustentada; Manual de funciones y responsabilidades de los responsables de las Organizaciones que realizarán las pruebas y del personal del Titular de la Autorización de Construcción.
 - c) Detalle de los Puntos de Espera o Retención para inspecciones, revisión y evaluación;
 - d) Criterios de aceptación;
 - e) Planillas de Registros de autorización y ejecución de trabajos;
 - f) Planillas de Registros de defectos identificados durante los trabajos;
 - g) Cronograma de pruebas de las etapas de Inicio Físico e Inicio Energético.
2. Para ejecutar las pruebas del Inicio Físico, el Titular de la Autorización deberá presentar la siguiente documentación:
 - a) La Resolución emitida por el Comité respectivo, de culminación de las pruebas de los sistemas convencionales.
 - b) Programas de comisionado
 - c) Programa de encendido del Sistema Diésel
 - d) Certificados de calibración de los equipos de medición y seguridad.
3. Documento que acredite la creación del Comité de Seguridad para asesorar en todas las etapas de la Puesta en Marcha.
4. Listado del personal considerado Trabajador Ocupacionalmente Expuesto (TOE) que participará en la Puesta en Marcha, debidamente Autorizados por la Autoridad Reguladora.
5. Diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID) del Reactor y sus instalaciones conexas.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	6 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

6. Diagrama de flujo de transporte y medios técnicos para cargar (trasbordar) los materiales nucleares al núcleo, así como para el almacenamiento seguro y evacuación de los materiales nucleares.
7. Informe de Análisis de Seguridad (SAR) actualizado en todas las etapas de la instalación o de la ejecución de la actividad, y aprobado por el representante legal del Titular de la Instalación y el Comité de Seguridad.
8. Plan de Seguridad Física de la Instalación.
9. Descripción de las medidas organizacionales y técnicas para asegurar la seguridad física de las instalaciones del Reactor de Investigación.
10. Procedimiento de Mantenimiento de los Equipos y Sistemas de Seguridad para la Puesta en Marcha.
11. Sistema de gestión documental.
12. Plan de Emergencia, que incluya mínimamente lo siguiente:
 - a) Procedimiento de emergencia y evacuación para la puesta en marcha, que incluya la coordinación con las Autoridades Competentes.
 - b) Sistema de protección contra incendios.
 - c) Posibles riesgos no relacionados con la radiación asociados al programa de puesta en marcha.
 - d) Registros del personal capacitado en emergencias radiológicas y nucleares, así como también para la protección contra incendios.
 - e) Cronograma de simulacros y ejercicios.
13. Manual de Protección Radiológica que contemple mínimamente lo siguiente:
 - a) Límites de dosis para los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOEs) y público;
 - b) Delimitación y monitoreo de la zona controlado y supervisada;
 - c) Dosimetría personal;
 - d) Lista de detectores que estén debidamente calibrados;

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	7 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

14. Para ejecutar las pruebas del Inicio Energético y para la Carga de Combustible e Inicio de la Criticidad, el Titular de la Autorización deberá presentar la siguiente documentación:

- a) Informe Final de la Construcción
- b) REPORTE de los resultados de las pruebas funcionales de los sistemas de seguridad y protección del Inicio Físico.
- c) Descripción de las medidas de seguridad para la manipulación del combustible nuclear.
- d) Programa de la Criticidad Inicial revisado y aprobado por el respectivo Comité de Seguridad.

El cual debe incluir lo siguiente:

- i. Objetivos de las pruebas del inicio energético y los resultados esperados.
 - ii. Listado de comprobación y procedimientos de verificación para la instrumentación de arranque.
 - iii. Verificación de la geometría del núcleo, incluidas las posiciones de la fuente y del detector, y el plan de carga del combustible, que incluya las medidas de seguridad para la manipulación del combustible.
 - iv. Los procedimientos de carga del combustible;
 - v. Los criterios de aceptación y medidas administrativas relativos a los resultados derivados de las mediciones de multiplicación subcrítica.
 - vi. Procedimientos para las mediciones de la multiplicación subcrítica.
- e) Procedimiento para la carga de una fuente (iniciadora) de neutrones externa para el inicio del Reactor.
 - f) Procedimiento para el monitoreo y registro de la tasa de dosis de radiación en la instalación del reactor.
 - g) Procedimiento para las pruebas de parada del reactor.

15. Para ejecutar las pruebas de Baja Potencia, el Titular de la Autorización deberá presentar la siguiente documentación:

- a) Reporte de los resultados de las pruebas de carga del combustible de los sistemas de seguridad y protección del reactor.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN			Nombre	Cargo
	Elaborado			Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	8 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa. Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

- b) Mediciones de reactividad en el núcleo y en el reflector.
 - c) Mecanismo de la medición del flujo neutrónico, los factores de pico de potencia radial y axial, y la relación de potencia crítica.
16. Para ejecutar las pruebas de Ascensión de Potencia, el Titular de la Autorización deberá presentar la siguiente documentación:
- a) Reporte de los resultados de las pruebas a baja potencia de los sistemas de seguridad y protección del reactor.
 - b) Verificación de la funcionalidad de todas las estructuras, sistemas y componentes del reactor, incluidos los sistemas de eliminación de calor para alcanza la operación a plena potencia.
 - c) Ajuste de los límites y condiciones para la prueba.
 - d) Programa para el incremento de potencia del reactor aprobado previamente por el respectivo comité de seguridad.
 - e) Registro de mediciones de reactividad antes y durante las pruebas de baja potencia.
17. Los Informes de los resultados de las pruebas del Inicio Físico e Inicio Energético serán presentados al final de las pruebas de Ascensión de Potencia, que serán prerequisites para la etapa de Operación del Reactor de Investigación.

6. PRUEBAS

Una vez obtenida la licencia de puesta en marcha el Titular de la Autorización debe garantizar la realización de todas las pruebas del programa de puesta en marcha, incluyendo las que se detallan a continuación:

6.1. Pruebas previas a la carga del Combustible

1. Pruebas funcionales de componentes o subsistemas individuales:
 - a) Tanques, válvulas, bombas y tuberías;
 - b) Motores y generadores;
 - c) Ventiladores y conductos de ventilación;
 - d) Instrumentos y controles
2. Previo a la carga del combustible debe probarse la funcionalidad de los siguientes sistemas:

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN			Nombre	Cargo
	Elaborado			Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	9 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa. Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

- a) Sistemas auxiliares.
 - b) Sistemas eléctricos.
 - c) Estructuras, Sistemas y Componentes del Reactor.
 - d) Sistemas de instrumentación y control.
 - e) Sistemas de refrigeración primario y secundario del Reactor. Asimismo, el sistema de limpieza y control del refrigerante de la piscina.
 - f) Sistemas de emergencia de enfriamiento del núcleo.
 - g) Sistema de recarga de la piscina del reactor.
 - h) Sistemas de drenaje del primer circuito.
 - i) Sistema de recolección de fugas.
 - j) Sistemas de confinamiento del edificio del reactor.
 - k) Almacenamiento y manipulación de combustible.
 - l) Sistemas de manipulación de componentes del reactor.
 - m) Experimentos y dispositivos experimentales.
 - n) Sistemas de ventilación y eficiencia del filtro.
 - o) Sistemas de arranque y parada del Reactor.
 - p) Sistemas de seguridad física del edificio del reactor.
 - q) Sistema de moderador.
 - r) Sistemas de comunicación y alarmas.
 - s) Sistema de control de reactividad.
 - t) Sistemas de protección radiológica.
3. Pruebas de los sistemas de seguridad de la sala de control.
 4. Pruebas del sistema llenado y vaciado de la vasija del Reactor.
 5. Pruebas de maniobra de la rejilla de irradiación.
 6. Monitoreo radiológico ambiental previo a la carga del combustible nuclear.

6.2. Pruebas del Inicio Energético del Reactor

Las pruebas para esta etapa, se subdividen en Pruebas de Carga del Combustible e inicio de la criticidad, Pruebas a Baja Potencia y Pruebas de Ascensión de Potencia.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	10 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

Las estructuras, sistemas y componentes que no hayan podido probarse en la etapa del inicio físico, deberán probarse en esta etapa cuando el reactor pase a estado crítico, previo consentimiento de la Autoridad Reguladora, respaldado con un informe de Seguridad en Actividades o Instalaciones Nucleares y avalado por el respectivo Comité de Seguridad del Reactor. Asimismo, deben probarse todos los modos de funcionamiento previstos.

6.2.1. Pruebas de Carga del Combustible e Inicio de la Criticidad

1. Pruebas de los sistemas de protección y control de la reactividad:
 - a) Pruebas de las funciones de control, alarmas, velocidades de retirada y/o inserción de las barras de control.
 - b) Comprobación del sistema de seguridad.
 - c) Verificación de problemas de fricción en el movimiento o posicionamiento de guías y mecanismos de control de reactividad.
 - d) Mediciones del tiempo de caída de las barras de control (con y sin flujo de refrigerante primario) y verificación del funcionamiento de los amortiguadores.
2. Pruebas del sistema de refrigeración primario:
 - a) Pruebas de flujo para detectar vibraciones durante el flujo de refrigerante primario, pruebas de presiones diferenciales a través del núcleo y los componentes principales y de pérdida de flujo y fugas en las tuberías.
 - b) Pruebas de calidad del agua.
3. Pruebas de los equipos de medición del flujo de neutrones y de las alarmas;
4. Pruebas relativas a la carga de combustible:
 - a) Realización satisfactoria de la carga de combustible, de acuerdo al procedimiento escrito.
 - b) Verificación independiente de que los elementos combustibles y los mecanismos de control de la reactividad se han colocado correctamente en sus posiciones correctas, de acuerdo al procedimiento aprobado.
 - c) Monitoreo de las tasas de recuento de neutrones durante las adiciones de combustible y durante el movimiento de los mecanismos de control de la reactividad para cada una de las cargas individuales de combustible previstos.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	11 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

- d) Establecimiento de criterios de aceptación para reducir las adiciones incrementales de combustible debido a la proximidad de la criticidad.

5. Mediciones de la reactividad subcrítica:

- a) Monitorización continua del flujo de neutrones en función a la carga del combustible para predecir la criticidad.
- b) Estimaciones preliminares del valor de reactividad de los mecanismos de control de reactividad mediante mediciones de multiplicación subcrítica.
- c) Estimación de la masa crítica y reducción de la carga de combustible a medida que se aproxima la criticidad.

6. Mediciones subcríticas a intervalos regulares durante el movimiento de los mecanismos de control de la reactividad.

7. Pruebas críticas del Reactor:

- a) Retirada satisfactoria de la fuente de neutrones, si es posible, y reajuste de la posición de los mecanismos de control de la reactividad para mantener la criticidad;
- b) Aumento satisfactorio de la potencia para que la tasa de recuento de neutrones se sitúe en un rango sensible en la instrumentación para las mediciones posteriores;

8. Pruebas en el sistema de Control y Apagado del Reactor:

- a) Verificación de la sensibilidad y los rangos de la instrumentación de neutrones para activar el Sistema de Protección del Reactor.

9. Mediciones de mapas de flujo de neutrones.

6.2.2. Pruebas de Baja Potencia

1. Mediciones de Reactividad:

- a) verificación y cuantificación del exceso de reactividad y del margen de parada del Reactor.

2. Mediciones de los niveles de radiación neutrónica y gamma.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN			Nombre	Cargo
	Elaborado			Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	12 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa. Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

3. Pruebas del sistema de control y parada del Reactor:

- Verificación de la sensibilidad y los rangos de la instrumentación de neutrones para las alarmas y funciones de control y protección;
- Verificación del funcionamiento de los equipos de control de la reactividad, tales como la secuencia de inserción y/o extracción de reactividad, el control automático de potencia y enclavamientos;
- Verificación de las funciones de protección, como puntos de ajuste de disparo, alarmas, temporización y parada.

4. Pruebas del sistema de refrigeración primario y secundario, incluyendo la distribución del flujo de refrigerante en el núcleo (si es necesario), fugas, vibraciones, caída de presión y efecto de los dispositivos e instalaciones experimentales. Asimismo, debe considerar lo siguiente:

- Verificación de los sistemas de extracción de calor del Reactor.
- Verificación del funcionamiento de los sistemas auxiliares (sistemas de reposición de refrigerante y/o moderador, sistemas de purificación y/o limpieza, sistemas de detección de combustible defectuoso, sistemas auxiliares de refrigeración y/o sistemas de refrigeración del reflector).
- Verificación de la respuesta del reactor a fallos del sistema de refrigerante, incluidos los fallos de bombas y válvulas.

5. Pruebas de los sistemas eléctricos.

6. Verificación del funcionamiento de los sistemas de control, la inserción de reactividad.

7. Verificación del funcionamiento de los sistemas de ventilación y sistemas de aire acondicionado y verificación del funcionamiento de los sistemas de confinamiento y/o de los sistemas de emergencia de limpieza, si no se ha demostrado previamente.

8. Pruebas de funcionamiento de los sistemas de seguridad, instrumentación y control para experimentales y sistemas auxiliares (por ejemplo, sistema de alimentación de emergencia, sistema de refrigeración, alarmas, sistemas de desconexión, sistemas de reducción de potencia).

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN			Nombre	Cargo
	Elaborado			Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	13 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa. Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

6.2.3. Pruebas de ascensión de potencia

1. Pruebas de parada rápida o emergencia del Reactor.
2. Comprobación y verificación del funcionamiento de los sistemas de control, la inserción de reactividad.
3. Pruebas en sistemas de instrumentación y control
 - a) Comprobación del funcionamiento de los sistemas de control, secuenciación de inserción y/o extracción de reactividad y enclavamientos.
 - b) Comprobación del funcionamiento de otros sistemas de control de procesos.
 - c) Calibración y verificación de la instrumentación de caudal, presión, temperatura y potencia.
 - d) Verificación de los ordenadores de control y del sistema de control automático del reactor, validación de las entradas de variables de proceso y salidas de rendimiento y comprobación de los efectos de los fallos.
4. Pruebas de los sistemas de refrigeración y moderador:
 - a) Verificación de los sistemas de extracción de calor del Reactor.
 - b) Análisis químico del refrigerante y comprobación de la contaminación radiactiva y de las alarmas para el control químico y radioquímico del refrigerante;
 - c) Verificación del funcionamiento de los sistemas auxiliares (sistemas de reposición de refrigerante y/o moderador, sistemas de purificación y/o limpieza, sistemas de detección de combustible defectuoso, sistemas auxiliares de refrigeración y/o sistemas de refrigeración del reflector).
 - d) Verificación de la respuesta del reactor a fallos del sistema de refrigerante, incluidos los fallos de bombas y válvulas.
5. Evaluación del rendimiento del núcleo en estado estacionario:
 - a) Verificación de las mediciones de potencia del reactor.
 - b) Verificación de las temperaturas del combustible y del refrigerante y de las propiedades termohidráulicas del núcleo.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	14 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 432/2024

La Paz, 10 de julio de 2024

- c) Verificación de que no se superan los límites del núcleo para los modos y/o o patrones de los dispositivos de control de la reactividad.
6. Verificación de los resultados de los estudios de radiación gamma y neutrónica y de la eficacia del blindaje.
 7. Pruebas del sistema de efluentes radiactivos y del sistema de vigilancia de residuos.
 8. Verificación del funcionamiento de los sistemas de ventilación y sistemas de aire acondicionado y verificación del funcionamiento de los sistemas de confinamiento y/o de los sistemas de emergencia de limpieza, si no se ha demostrado previamente.
 9. Pruebas de funcionamiento de los sistemas de seguridad, instrumentación y control para experimentales y sistemas auxiliares (por ejemplo, sistema de alimentación de emergencia, sistema de refrigeración, alarmas, sistemas de desconexión, sistemas de reducción de potencia).
 10. Reporte dosimétrico de radiación interna y externa de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOEs) que estén autorizados por la Autoridad Reguladora que se encuentren dentro de la zona controlada de las Instalaciones del Reactor.

Las pruebas descritas que no sean aplicables, deberán ser justificadas por el titular de la autorización y avaladas por el respectivo Comité.

	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACIÓN DE LA ETAPA DE PUESTA EN MARCHA PARA REACTORES DE INVESTIGACIÓN				Nombre	Cargo
				Elaborado	Juan F. Valdez	Responsable
	Código	Versión	Páginas	Revisado	Flora Gutiérrez. Carla Quispe Gabriela Valencia	Directora DTN Directora Legal Analista Legal
	AETN-NER-AIE-IR-001	1ra	15 de 15	Aprobado	Eusebio Aruquipa.	Director Ejecutivo