



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Trabajo Final Integrador

Especialización en Calidad Industrial

**“Desarrollo de una Metodología para la
realización de Revisiones Periódicas de
Seguridad en Reactores de Investigación”**

**Alumna: Carla García
Posgrado: 2023-2024**



INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Objetivo	3
1.2	Abreviaturas	3
2	DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	4
3	CONTEXTO INICIAL Y ANTECEDENTES	4
3.1	Conceptos básicos de los reactores de investigación argentinos	4
3.2	Revisiones Periódicas de Seguridad (PSR).....	6
3.3	Justificación de la necesidad.....	7
3.4	Partes interesadas.....	8
4	DESARROLLO	8
4.1	Identificación de procesos generales y de apoyo	9
4.1.1	Dirección Estratégica.....	10
4.1.2	Compras y Contrataciones	11
4.1.3	Gestión de RRHH.....	11
4.1.4	Gestión de la Calidad	11
4.2	Identificación de procesos específicos de los “Proyecto de PSR”	12
4.2.1	Constitución del Proyecto de PSR	12
4.2.2	Recolección y Reconstitución de Información	13
4.2.3	Planificación del Proyecto de PSR.....	15
4.2.4	Revisión de los factores de seguridad	15
4.2.5	Evaluación Global.....	16
4.2.6	Reporte Final del Proyecto de PSR	17
4.3	Interrelación de los procesos	18
4.4	Tabla de procesos.....	19
5	CONSIDERACIONES METROLÓGICAS DE LA PSR	26
5.1	Caso hipotético: Evaluación de la calibración en detectores de radiación	26
6	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	27
7	ANEXOS	29
7.1	ANEXO A: Tabla de análisis de riesgos y oportunidades	29
8	BIBLIOGRAFÍA	30



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una metodología para la realización de Revisiones Periódicas de Seguridad (PSR) en Reactores de Investigación (RR por sus siglas en inglés).

Para ello, se elabora un mapa de procesos para llevar a cabo las PSR, basándose en el estándar SRS-99 de IAEA. Para desarrollar este mapa se identifican los distintos procesos involucrados y la interacción entre ellos. Asimismo, para cada proceso se indican objetivos, entradas y salidas, requerimientos generales, recursos involucrados, responsabilidades, registros, indicadores.

La metodología desarrollada incluye la preparación general para la Revisión, el acuerdo con el Regulador, el establecimiento del Proyecto de Revisión, la Revisión propiamente dicha, el reporte de Revisión, la implementación de tareas derivadas de la Revisión y la Revisión y aprobación por parte del Regulador.

El desarrollo de la metodología para la realización de PSR para el licenciamiento de RR se basa en la Safety Reports Series 99 y otras Safety Standards de la IAEA (International Atomic Energy Agency).

1.2 Abreviaturas

<i>ARN:</i>	<i>Autoridad Regulatoria Nuclear</i>
<i>CAB:</i>	<i>Centro Atómico Bariloche</i>
<i>CAE:</i>	<i>Centro Atómico Ezeiza</i>
<i>CNEA:</i>	<i>Comisión Nacional de Energía Atómica</i>
<i>CRT:</i>	<i>Comité de Revisión Técnica</i>
<i>DSA:</i>	<i>Análisis Determinista de Seguridad</i>
<i>ER:</i>	<i>Entidad Responsable</i>
<i>ERFS:</i>	<i>Especialistas Revisores de Factores de Seguridad</i>
<i>ESC:</i>	<i>Estructuras, Sistemas y Componentes</i>
<i>GAEN:</i>	<i>Gerencia de Área Energía Nuclear</i>
<i>IAEA:</i>	<i>Organismo Internacional de Energía Atómica</i>
<i>PSR:</i>	<i>Revisión Periódica de seguridad</i>
<i>PSA:</i>	<i>Análisis Probabilista de Seguridad</i>
<i>RR:</i>	<i>Research Reactor (Reactores de Investigación)</i>
<i>RP:</i>	<i>Responsable Primario</i>
<i>RPSR:</i>	<i>Responsable de Proyecto de PSR</i>
<i>LAHN:</i>	<i>Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones</i>



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

2 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es una entidad gubernamental argentina, creada en 1950 con el objetivo de investigar y desarrollar aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.

La CNEA tiene entre sus objetivos investigar y desarrollar los usos pacíficos de la energía nuclear en nuestro país, impulsando la innovación por medio de la ciencia básica y aplicada en diferentes campos científicos y el entramado productivo.

Desde sus inicios, la CNEA lleva adelante múltiples proyectos de aplicación de la tecnología nuclear en beneficio del conjunto de la sociedad. Ha trabajado en el diseño, construcción y operación de reactores de investigación y de producción de radioisótopos; la fabricación de combustibles nucleares, de agua pesada y de cobalto 60; la construcción de paneles solares para los satélites argentinos, entre otros desarrollos científico-tecnológicos.

Como parte de su misión institucional, la CNEA realiza investigación básica y aplicada en energía nuclear y sus aspectos relacionados. Además, desarrolla tecnologías de alto valor agregado y las transfiere al sector productivo.

En los centros atómicos la CNEA lleva adelante la mayor parte de sus actividades, desde la investigación científica de base hasta la elaboración de soluciones tecnológicas de alto valor agregado. Están ubicados en:

- Centro Atómico Bariloche (CAB), Bariloche, Río Negro
- Centro Atómico Constituyentes (CAC), San Martín, Buenos Aires
- Centro Atómico Ezeiza (CAE), Ezeiza, Buenos Aires

En cada uno de ellos funciona un reactor de baja potencia dedicado a tareas de investigación y docencia, esto último en vinculación con un instituto académico asociado.

Las tareas están a cargo de profesionales y técnicos que conforman equipos multidisciplinarios abocados a la operación de los reactores, instalaciones experimentales, laboratorios de ensayo y plantas piloto y semi industriales. Esas tareas están relacionadas a la ingeniería para la generación nucleoelectrónica, el desarrollo de energías limpias y nuevas tecnologías de la información, la aplicación de técnicas nucleares para el cuidado del medio ambiente, la producción de radioisótopos medicinales, la asistencia tecnológica a la industria, entre otras.

Cada uno de los centros atómicos es un polo de desarrollo y transferencia de tecnología cuyos beneficios se trasladan al conjunto de la sociedad.

3 CONTEXTO INICIAL Y ANTECEDENTES

3.1 Conceptos básicos de los reactores de investigación argentinos

A diferencia de los reactores de potencia, que se utilizan para generar energía, los reactores de investigación (Research Reactors o RR por sus siglas en inglés) aprovechan los neutrones producidos en la fisión para la producción de radioisótopos y como herramientas en la investigación científica. Estos reactores desempeñan un papel fundamental en áreas como la ciencia, la tecnología, la medicina y la formación académica, con un diseño más simple, menor consumo de combustible y una producción de desechos reducida en comparación con los de mayor escala.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Argentina posee una destacada trayectoria en la construcción y operación de reactores nucleares, tanto de producción como de investigación, siendo reconocida internacionalmente por la exportación de su tecnología a países como Australia, Argelia, Egipto y Perú.

La CNEA gestiona actualmente cinco reactores de investigación distribuidos en diferentes regiones del país, entre los que se incluyen:

- **RA-1:** Se encuentra en el Centro Atómico Constituyentes (CAC), fue el primer reactor nuclear de investigación de Argentina. Ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la tecnología nuclear en el país, siendo utilizado en una variedad de experimentos en física nuclear y en la producción de radioisótopos. Actualmente se lo sigue utilizando para ensayos por activación de materiales, daños por radiación e investigación de nuevas terapias en medicina nuclear, entre otros campos.
- **RA-6:** Se encuentra en el Centro Atómico Bariloche (CAB). Este reactor fue íntegramente diseñado y construido en la Argentina. Originalmente fue pensado como una herramienta de enseñanza y entrenamiento para apoyar la capacitación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Nuclear del Instituto Balseiro, con el tiempo, se fueron sumando nuevas carreras, además de otros usos científicos, facilidades y aplicaciones. Desde su construcción y puesta en marcha, el RA-6 ha contribuido a la formación y capacitación de cientos de profesionales de diversas áreas.

En la actualidad el RA-6 es utilizado para investigación y desarrollo en física de reactores e ingeniería nuclear. Asimismo, se usa para realizar análisis por activación neutrónica, radiografía de neutrones, ensayos de instrumentación y control e irradiación de materiales, entre otros usos. También se estudia la Terapia por Captura Neutrónica en Boro (BNCT), una terapia en fase experimental contra el cáncer que podría ser efectiva para tratar agresivos tumores de cabeza y cuello y melanoma metastásico.

- **RA-3:** Se encuentra en el Centro Atómico Ezeiza (CAE). Este reactor, que opera desde hace 50 años, es el mayor productor de radioisótopos de América Latina. Para cubrir la demanda de radioisótopos para uso médico e industrial, el reactor funciona en forma continua cuatro días a la semana. El Molibdeno 99 es el radioisótopo que se produce en mayor proporción dentro del RA-3. Este elemento decae en Tecnecio 99m, que se utiliza en el 80% de los estudios de medicina nuclear en todo el mundo. Sirve para la formación de imágenes de diversos órganos que se requiera estudiar, como corazón, cerebro, pulmones, hígado, bazo, riñón, vesícula biliar y médula ósea.

Con la producción actual de Molibdeno 99 se logran cubrir las necesidades locales y el resto se exporta a otros países, como Brasil. Asimismo, dentro del RA-3 se producen otros radioisótopos que pueden usarse en aplicaciones médicas, industriales y agrícolas.

- **RA-0:** Funciona en la Universidad Nacional de Córdoba, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, donde se utiliza para capacitar alumnos de carreras de ingeniería, así como estudiantes secundarios.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

El RA-0 es un reactor de investigación de “potencia cero”, esto significa que trabaja normalmente a potencias muy bajas (del orden de 1 watt), por lo cual no necesita sistema de refrigeración, ya que el calor producido en el núcleo es muy poco. Sin embargo, es una poderosa herramienta para investigar, desarrollar instrumentación y, fundamentalmente, para capacitar alumnos universitarios y secundarios, así como para entrenar a operadores de centrales y otras instalaciones nucleares.

- RA-4: Este reactor funciona dentro del Instituto de Estudios Nucleares y Radiaciones Ionizantes (IENRI) de la Facultad de Ciencias Exactas (FECIA) de la Universidad Nacional de Rosario. Al igual que el RA0, es de muy baja potencia y se utiliza principalmente para la formación de operadores de centrales nucleares y la capacitación de estudiantes.

En sus instalaciones se realizan prácticas de distintas especialidades de ingeniería y también se desarrollan tareas de investigación en el área nuclear.

Además, se encuentra en construcción el reactor RA-10, que será el más grande de su tipo en Argentina.

El reactor multipropósito RA-10 es un proyecto de gran envergadura en construcción en el CAE y representa un hito en el desarrollo tecnológico nuclear del país. Esta moderna instalación, con una potencia térmica nominal de 30 MW, producirá una amplia gama de radioisótopos para la medicina nuclear, esenciales para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, como el cáncer. Además, el RA-10 albergará el Laboratorio Argentino de Haces de Neutrones (LAHN), una herramienta fundamental para la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

3.2 Revisiones Periódicas de Seguridad (PSR)

Una de las características de los RR es que no tienen una vida predeterminada y se espera que operen durante largos períodos. Muchos de ellos fueron construidos bajo normas que han evolucionado con el tiempo, por lo que resulta esencial realizar PSRs. La Guía SRS-99 de la IAEA contiene lineamientos para la realización de PSRs en RR.

Estas revisiones permiten evaluar el estado de seguridad del reactor y su documentación en relación con los estándares actuales, identificando características que puedan limitar su vida y afectar la seguridad. Además, facilitan la implementación de acciones correctivas y mejoras para mantener altos estándares de seguridad a lo largo del tiempo.

El objetivo de la PSR es determinar mediante una evaluación exhaustiva:

- La adecuación y eficacia de las Estructuras, Sistemas y Componentes (ESC) para garantizar la seguridad de la instalación hasta la siguiente PSR o, cuando corresponda, hasta el final de la operación planificada.
- El grado en que la instalación cumple con las normas y requerimientos de seguridad nacionales y/o internacionales vigentes.
- Las mejoras de seguridad necesarias y los plazos para su implementación.
- El grado en que la documentación de seguridad, incluida la base de licenciamiento, sigue siendo válida.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Típicamente una PSR consta de las siguientes fases, que pueden superponerse o subdividirse según corresponda:

- 1) Preparación del proyecto de PSR
- 2) Ejecución de la PSR
- 3) Revisión por el Regulador
- 4) Finalización del plan de implementación integrado

Según el enfoque adoptado por IAEA en la SRS-99, durante el proceso de PSR en RR se debe abordar la revisión de 14 factores de seguridad agrupados en 5 categorías según el ámbito con el que se relacionan.

Factores de seguridad relacionados con la instalación

- (1) Diseño de la instalación;
- (2) Estado actual de las ESC importantes para la seguridad;
- (3) Calificación de Equipos;
- (4) Envejecimiento;
- (5) Utilización.

Factores de seguridad relacionados con el análisis de seguridad

(6) Análisis Determinista de Seguridad (DSA), incluido el análisis de riesgos; Análisis Probabilista de Seguridad (PSA) (no suele ser un requisito para los RR).

Factores de seguridad relacionados con la experiencia operativa

- (7) Experiencia operativa;
- (8) Uso de la experiencia de otras instalaciones y de los resultados de investigaciones.

Factores de seguridad relacionados con la eficacia organizacional

- (9) Organización, sistema de gestión y cultura de seguridad;
- (10) Gestión de procedimientos;
- (11) Factores humanos;
- (12) Planificación de emergencia.

Factores de seguridad relacionados con la seguridad radiológica

- (13) Protección radiológica operacional;
- (14) Impacto radiológico en el medio ambiente.

3.3 Justificación de la necesidad

Uno de los objetivos principales de una PSR es evaluar los aspectos de seguridad de la instalación. Es por esto que resulta común realizar PSRs en el marco de los procesos de licenciamiento o re-licenciamiento de las instalaciones.

En este contexto, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) ha requerido la ejecución de PSRs para el re-licenciamiento de los RR argentinos en operación.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Previamente se han llevado a cabo PSRs en RRs argentinos, sin embargo resulta necesario mejorar este proceso teniendo en cuenta las lecciones aprendidas y la guía SRS-99 (ya que no fue utilizada en las revisiones anteriores). Este trabajo se realiza a los fines de tener una base como punto de partida para la sistematización de las mejoras en la metodología de las PSRs.

3.4 Partes interesadas

- *Entidad Responsable (ER)*: Persona humana o jurídica a la que la ARN le ha otorgado una o más licencias, registros o autorizaciones de práctica no rutinaria, y en la que recae la responsabilidad por la seguridad de una instalación nuclear o radiactiva. Cabe aclarar que la ER de los reactores RA-1, RA-3 y RA-6 es la CNEA, mientras que para el RA-0 y RA-4 son las respectivas universidades y CNEA se vincula mediante acuerdo marco.
- *Responsable primario (RP)*: Persona humana designada por la ER, y aceptada por la ARN, que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica, la seguridad nuclear, la seguridad y protección física, y las salvaguardias de una instalación licenciada.
- *Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN)*: Organismo regulador de la actividad nuclear en Argentina.
- *Responsable del Proyecto de la PSR (RPSR)*: Persona encargada de liderar y coordinar la ejecución de la PSR, garantizando su entrega dentro del cronograma y presupuesto establecidos, y asegurando que cumpla con los estándares de calidad requeridos.
- *Especialistas Revisores de Factores de Seguridad (ERFS)*: Son especialistas de las diferentes áreas del conocimiento de la tecnología nuclear a cargo de la revisión de los factores de seguridad.
- *Comité de Revisión Técnica (CRT)*: Es un comité conformado por diferentes especialistas de las áreas técnicas vinculadas a la tecnología nuclear que asesora a la ER.
- *Sociedad*: Grupo de personas que conforman una comunidad, cuyas vidas y bienestar pueden verse influenciados por el proyecto.

4 DESARROLLO

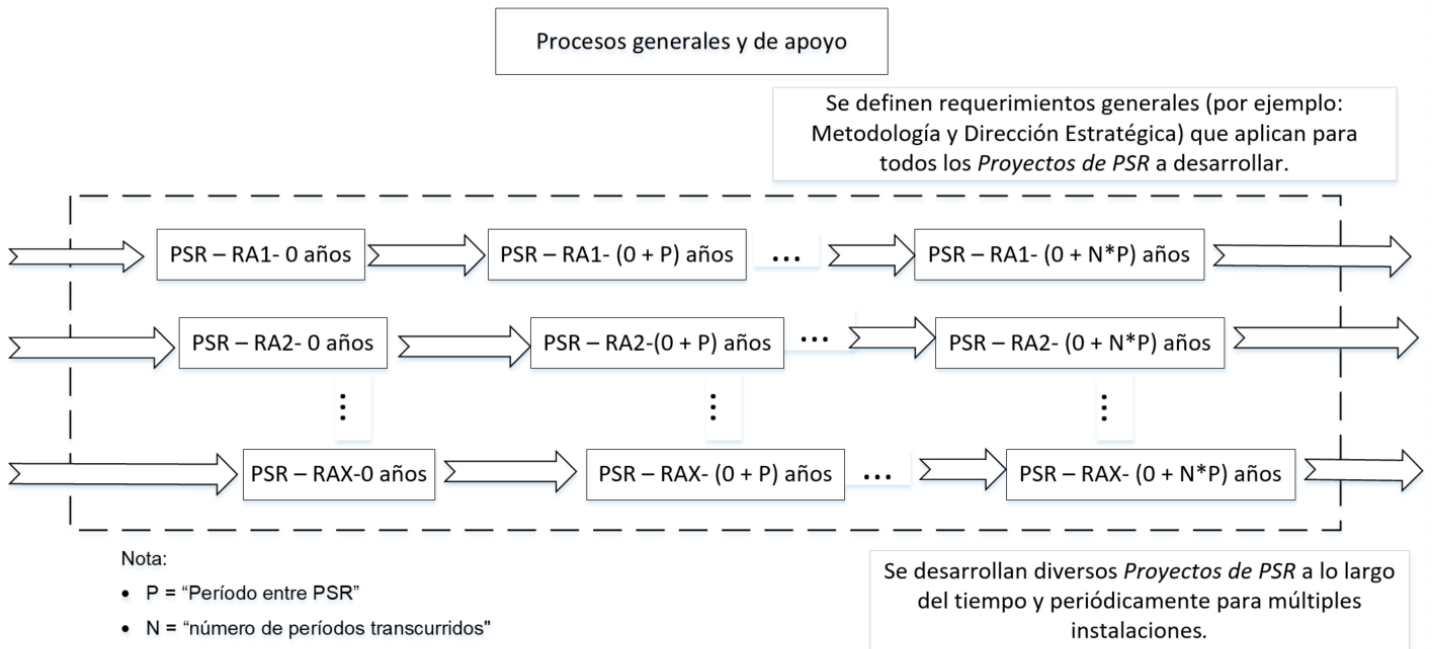
En el presente trabajo se desarrolla una propuesta de metodología para la elaboración de una PSR. Para el desarrollo de esta metodología se ha utilizado como base principal la guía SRS-99 de la IAEA, así como en las lecciones aprendidas durante la implementación de las PSRs en la CNEA.

Para el desarrollo de la metodología se adopta un enfoque por procesos. En esta metodología cada PSR se ejecuta como un proyecto individual (distintas instalaciones tendrán proyectos de PSR a lo largo del tiempo). Cada uno de estos proyectos se denomina "Proyecto de PSR" y tendrá definidos sus objetivos, alcance, recursos, cronograma, etc.

En el desarrollo metodológico se considera primeramente un conjunto de procesos generales y de apoyo, a partir de los cuales luego se desarrollan los diferentes "Proyectos de PSR". Este esquema se ilustra a continuación:



30 años INCALIN_UNSAM-INTI



La presente sección se divide en cuatro partes:

- Identificación de procesos generales y de apoyo,
- Identificación de procesos específicos de los "Proyectos de PSR",
- Interrelación de procesos (a través de un mapa de procesos) y
- Tabla de procesos (donde se detallan los insumos, productos, objetivos, recursos, responsabilidades, entre otros, para cada proceso).

Adicionalmente el **Anexo A** incluye un análisis de riesgos y oportunidades para un Proyecto de PSR a modo de ejemplo.

Para identificar los procesos que componen el mapa de procesos, se realizó un análisis detallado de la guía SRS-99. A través de la lectura e interpretación de los lineamientos establecidos en la guía, se identificaron los elementos clave y los procedimientos necesarios para llevar a cabo las PSRs en RR. Este análisis permitió determinar los procesos fundamentales que debían formar parte del mapa, asegurando que estén alineados con los requisitos de seguridad y las mejores prácticas en la operación de los reactores.

4.1 Identificación de procesos generales y de apoyo

Los procesos generales no forman parte específica de un Proyecto de PSR, sino que se utilizan como marco para el desarrollo de los diferentes *Proyectos de PSR*. A continuación, se describen los procesos identificados:



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

4.1.1 Dirección Estratégica

Este proceso establece los objetivos y estrategias a largo plazo para la realización de los diferentes *Proyectos de PSR* así como también los mecanismos para la evaluación del grado de cumplimiento de los mismos. Es por esto que dentro de la dirección estratégica, también se incluye la revisión, control y aprobación en diferentes instancias del proyecto, asegurando que todas las fases sean supervisadas adecuadamente y cumplan con los requisitos establecidos.

Dentro de este proceso, se pueden resaltar los siguientes aspectos:

- **Establecimiento de objetivos estratégicos:** Se establecen tanto objetivos estratégicos generales, como objetivos estratégicos para cada *Proyecto de PSR* particular.
- **Establecimiento de metodologías generales:** Se establecen metodologías generales para la ejecución de los PSR sobre las cuales, luego, cada *Proyecto de PSR* debe desarrollar las metodologías específicas.
- **Revisión por la dirección de los Proyectos de PSR:** Se definen, para cada *Proyecto de PSR*, las metodologías y los puntos de control que requieren revisión y/o aprobación por parte de la Dirección. Típicamente se realizan en las siguientes instancias/documentos:
 - Constitución del Proyecto. Revisa y aprueba el “*Documento Base del Proyecto de PSR*” sobre la base de un análisis de riesgos y oportunidades del *Proyecto de PSR*.
 - Recolección y Reconstitución de información para la PSR. Revisa y aprueba el “Plan de Reconstitución de la Información”. Actualiza el análisis de riesgos y oportunidades en caso de ser necesario.
 - Planificación de la PSR. Revisa y aprueba el “*Documento Base del Proyecto de PSR*” actualizado y el “Plan de revisión de los Factores de Seguridad”. Actualiza el análisis de riesgos y oportunidades en caso de ser necesario.
 - Evaluación Global. Revisa y aprueba el “Informe de evaluación global”.
 - Revisa y aprueba el “Reporte Final de la PSR”. Elabora un informe de evaluación del *Proyecto de PSR*, incluyendo lecciones aprendidas, identificación de buenas prácticas, etc.
 - Elabora y emite informes de seguimiento anuales (basados en los reportes anuales de los RPSR). Actualiza el análisis de riesgos y oportunidades en caso de ser necesario.
- **Revisión por ARN:** Se definen los puntos de control que requieren intervención de ARN, ya sea para revisión y/o aprobación regulatoria. Típicamente se realizan en las siguientes instancias/documentos:
 - Documento Base del Proyecto de PSR
 - Plan de Reconstitución de la Información
 - Actualización del “Documento Base del Proyecto de PSR” y “Plan de Revisión de los Factores de Seguridad”



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

- Reporte de Revisión del Factor de Seguridad
- Informe de evaluación global
- Reporte Final del Proyecto de PSR
- Plan de implementación de las acciones correctivas y mejoras
- **Gestiones y Comunicaciones ante ARN:** Se establecen los mecanismos de interacción formal para gestionar y comunicar aspectos vinculados a la PSR ante ARN. Para estas gestiones y comunicaciones se establece a la ER como punto único de contacto con ARN.
- **Revisión por Comité de Revisión Técnica (CRT):** Se definen las metodologías para la revisión del proceso de la PSR por parte del Comité de Revisión Técnica (CRT). Se establecen los puntos específicos en los que se requiere la intervención del CRT, aunque la ER también puede solicitar su participación cuando lo considere necesario. Los puntos en los que el CRT participa incluyen:
 - Revisión del Documento Base del Proyecto de PSR
 - Participación en la Evaluación Global
 - Revisión del reporte Final del Proyecto de PSR

4.1.2 Compras y Contrataciones

El objetivo de este proceso es establecer requerimientos generales para los procesos de compras y contrataciones de forma tal de garantizar que los productos y servicios adquiridos externamente cumplan con los requisitos establecidos. Además, se establecen requerimientos para gestionar los acuerdos de trabajo con proveedores internos, especialmente aquellos que se suscriben con los ERFs para el proceso de revisión de los factores de seguridad, entre otros.

Sobre la base de los requisitos de este proceso general luego podrán establecerse, en caso de ser necesario, procedimientos específicos para cada *Proyecto de PSR* particular.

4.1.3 Gestión de RRHH

El objetivo de este proceso es establecer requerimientos generales para la gestión de RRHH, de forma tal de asegurar que los *Proyectos de PSR* cuenten con las competencias necesarias para la realización de las actividades.

Sobre la base de los requisitos de este proceso general luego podrán establecerse, en caso de ser necesario, procedimientos específicos para cada *Proyecto de PSR* particular.

4.1.4 Gestión de la Calidad

El objetivo de este proceso es establecer requerimientos generales para los sistemas de gestión de los *Proyectos de PSR*, de forma tal que se asegure que el conjunto de los procesos de los *Proyectos de PSR* alcancen los objetivos establecidos. Este proceso incluye la gestión documental, la gestión de no conformidades, riesgos, oportunidades de mejora y acciones correctivas.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Sobre la base de los requisitos de este proceso general luego podrán establecerse, en caso de ser necesario, procedimientos específicos para cada *Proyecto de PSR* particular.

4.2 Identificación de procesos específicos de los “Proyecto de PSR”

Como se mencionó anteriormente, las Revisiones Periódicas de Seguridad se ejecutan como proyectos denominados, cada uno de ellos, como “*Proyecto de PSR*”. Para cada uno de estos proyectos se consideran diferentes etapas o procesos, los cuales se definen como parte de la metodología general establecida por la Dirección Estratégica.

A continuación, se detallan los procesos o etapas que se consideran para cada uno de estos proyectos:

- Constitución del Proyecto de PSR
- Recolección y Reconstitución de Información
- Planificación del Proyecto de PSR
- Revisión de los factores de seguridad
- Evaluación Global
- Reporte Final del Proyecto de PSR

4.2.1 Constitución del Proyecto de PSR

En este proceso se formalizan cada uno de los *Proyectos de PSR* y se establecen las definiciones generales del mismo. El resultado de este proceso se plasma en un *Documento Base del Proyecto de PSR*, que debe contener todos los elementos necesarios para organizar el *Proyecto de PSR*. Típicamente se consideran los siguientes:

- Identificación del equipo de gestión del *Proyecto de PSR*, el cual será responsable de coordinar todas las actividades del proyecto. Adicionalmente se incluye la designación de un *Responsable del Proyecto de PSR*.
- Identificación de referentes y/o equipos de trabajo para la revisión de los factores de seguridad. Estos deben ser profesionales con experiencia en los diferentes factores de seguridad a revisar. En este punto se definen los ERFs.
- Asignación de roles y responsabilidades.
- Elaboración de un listado de requerimientos, normas, códigos y prácticas aplicables tanto a nivel nacional como internacional.
- Definición de alcance de la revisión, incluyendo los factores de seguridad que serán evaluados y el nivel de detalle de la revisión.
- Establecimiento de un plan de proyecto que identifique los principales hitos del proyecto y las actividades a realizar, incluyendo un cronograma asociado.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

- Definición de aspectos metodológicos aplicables al *Proyecto de PSR*. Estos aspectos pueden estar vinculados al proceso de revisión de los factores de seguridad, la gestión y aseguramiento de calidad, las comunicaciones, etc (algunos de estos pueden ser derivados de los requerimientos definidos como parte de los procesos generales y de apoyo). Se debe incluir un listado tentativo de procedimientos particulares a desarrollar y los criterios generales de los mismos.
- Identificación de los recursos necesarios incluyendo un presupuesto general que cubra todos los costos asociados al proyecto, considerando el alcance de la revisión.
- Análisis de riesgos del Proyecto: Se realiza un análisis de riesgos para identificar y evaluar los posibles riesgos asociados al *Proyecto de PSR*. Este análisis tiene como objetivo garantizar la seguridad y viabilidad del proyecto. En el **Anexo A** se muestra un ejemplo de análisis de riesgo para un PSR.

El *Documento Base del Proyecto de PSR* debe ser elaborado por el Responsable de Proyecto de PSR y presentado para su revisión y aprobación por parte de la ER (como parte del proceso de Dirección Estratégica). A su vez este documento debe ser revisado y/ aprobado por ARN. Es fundamental que todos los aspectos del *Documento Base del Proyecto de PSR* sean validados antes de iniciar la ejecución del proyecto.

4.2.2 Recolección y Reconstitución de Información

El proceso de “Revisión de los Factores de Seguridad” requiere tener disponible y actualizada un conjunto de información/documentación de la instalación. Muchas veces esta información no está disponible o está incompleta. En estos casos resulta conveniente recolectar y/o reconstituir la información necesaria para la revisión antes de dar inicio al proceso de revisión. Para esto se lleva a cabo el proceso de Recolección y Reconstitución de Información.

Este proceso es fundamental para asegurar que la revisión se realice sobre una base sólida de información completa, actualizada y pertinente, tal como lo recomienda la SRS-99. Dado que la información requerida puede ser extensa y compleja, se debe utilizar un enfoque graduado que permita la reconstitución de información cuando sea necesario, garantizando que el proceso se ejecute de manera sistemática y eficiente. A continuación, se detallan las etapas y principios clave considerados:

a) Identificación de la Información Necesaria

El paso inicial es identificar toda la documentación necesaria. La identificación de la información necesaria debe hacerse sobre las especificidades del *Proyecto de PSR* que se esté ejecutando, teniendo en cuenta alcance planteado, factores de seguridad considerados, tipo de instalación evaluada, etc. Es por esto que el *Documento Base del Proyecto de PSR* es una referencia necesaria para identificar la información requerida.

Si bien, como se mencionó en el párrafo anterior, la información necesaria debe definirse ad hoc para cada proyecto, típicamente se considera la siguiente información:

- Resultados de PSRs anteriores si los hubiera
- Base de licenciamiento
- Requerimientos, códigos, normas nacionales e internacionales aplicables
- Procedimientos de operación



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

- Informe de Seguridad actualizado de la instalación
- Límites y condiciones operacionales para cada estado operativo
- Metodología para la clasificación de ESC importantes para la seguridad
- Listado de ESC importantes para la seguridad y su clasificación de seguridad
- Listado de eventos iniciantes postulados
- Información técnica y descripción de la instalación (especificaciones de diseño, planos y layouts, dibujos, hojas de datos, memorias de cálculo y diseño, etc).
- Reportes de puesta en marcha
- Resultados de análisis de seguridad
- Programa de Gestión de Envejecimiento
- Reportes y resultados del programa de Gestión de Envejecimiento
- Programa de Calificación de Equipos
- Reportes y resultados del Programa de Calificación de Equipos
- Programas de Mantenimiento, Vigilancia e Inspección
- Resultados de los Programas de Mantenimiento, Vigilancia e Inspección
- Registro de modificaciones a la Instalación
- Análisis Determinístico de Seguridad
- Análisis Probabilístico de Seguridad
- Registros de experiencia operativa de la Instalación
- Documentación de los Sistemas de Gestión para la Seguridad (política de seguridad, manuales y procedimientos, reportes y resultados derivados de la implementación de los Sistemas de Gestión, resultados de auditorías internas/externas)
- Documentación vinculada a los factores humanos (entrenamiento y capacitación, organigramas, perfiles de puesto, matriz de competencia, etc)
- Documentación vinculada al plan de emergencias (plan de emergencia, procedimientos de respuesta ante emergencia, guías de gestión de accidentes, etc)
- Documentación relacionada a la protección radiológica (política de protección radiológica, manuales, programas, registros radiológicos, etc)
- Documentación relacionada a los estudios de impacto ambiental.

b) Recopilación de la Información Necesaria

Una vez que se ha identificado qué información es necesaria, se debe recolectar la misma verificando que esté disponible, accesible, completa y actualizada.

En caso de que haya información que no cumpla con estos requisitos, se deben identificar los desvíos correspondientes.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

c) Reconstitución de la Información Necesaria (Enfoque Graduado)

En esta etapa se toman los desvíos identificados en la etapa anterior y se resuelven.

Para esto se elabora un *Plan de Reconstitución de la Información* (que incluye tareas a realizar, responsables y cronograma). Este plan debe ser presentado para su revisión y aprobación por parte de la ER (como parte del proceso de Dirección Estratégica). A su vez este documento debe ser revisado y/ o aprobado por ARN.

Es importante destacar que para la elaboración de este plan se considera el “enfoque graduado” en función de lo que sea razonablemente posible hacer dentro del tiempo y los recursos disponibles. Este enfoque graduado se aplica no solo al tipo de documentación a reconstituir sino también al nivel de detalle con el que se reconstituye la documentación.

Finalmente, esta etapa termina con la implementación del *Plan de Reconstitución de la Información*.

4.2.3 Planificación del Proyecto de PSR

En este proceso se toma la planificación general plasmada en el *Documento Base del Proyecto de PSR* y se incorpora mayor nivel de detalle. Las tareas incluidas en este proceso son:

- Revisión y actualización del *Documento Base del Proyecto de PSR* considerando los avances realizados como parte del proceso de *Recolección y Reconstitución de Información para el PSR*. Esta revisión incluye la actualización del análisis de riesgos.
- Elaboración del *Plan de Revisión de Factores de Seguridad*. Este plan debe incluir todas las tareas a realizar como parte del proceso de *Revisión de Factores de Seguridad*. Se debe incluir cronograma asociado y responsables de cada una de las tareas.
- Elaborar y emitir los procedimientos particulares necesarios para la *Revisión de los Factores de Seguridad* a partir del listado tentativo y los criterios generales establecidos en el *Documento Base del Proyecto de PSR*.
- Elaborar y suscribir los acuerdos de trabajo necesarios para aquellas tareas cuya responsabilidad sea ajena al *Responsable del Proyecto de PSR*.

Tanto el *Documento Base del Proyecto de PSR* actualizado como el *Plan de Revisión de Factores de Seguridad* deben ser revisados y aprobados por la ER (como parte del proceso de Dirección Estratégica) y luego se envían a la ARN para su revisión y aprobación.

4.2.4 Revisión de los factores de seguridad

Durante este proceso los especialistas realizan la revisión de los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el *Plan de Revisión de Factores de Seguridad* previamente elaborado.

Este proceso de revisión de cada factor de seguridad es llevado a cabo por múltiples equipos de especialistas en paralelo. Por lo tanto, es necesario proveer herramientas para unificar criterios y que estas revisiones sean consistentes entre sí. Para esto se utilizan los procedimientos particulares elaborados en la etapa de planificación.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Como resultado del proceso de revisión se elaboran, para cada factor de seguridad, un *Reporte de Revisión del Factor de Seguridad*. Típicamente estos reportes contienen la siguiente información:

- Identificación del factor de seguridad correspondiente
- Introducción
- Alcance de la revisión
- Criterios de revisión utilizados
- Metodología de revisión aplicada
- Identificación de los hallazgos (positivos y negativos) incluyendo evaluación de su impacto en la seguridad y propuestas de acciones a tomar si las hubiera.
- Conclusiones
- Referencias utilizadas

El output principal del proceso de revisión son los hallazgos identificados. Estos pueden ser:

- Hallazgos positivos (donde los factores de seguridad están correctamente implementados); deben ser documentados para resaltar las áreas que cumplen con los estándares de seguridad.
- Hallazgos negativos (donde existen deficiencias o áreas de mejora), deben ser evaluados para determinar su impacto en la seguridad.

Si se identifica un hallazgo que presenta un riesgo inmediato y significativo para la salud, seguridad o el medio ambiente, se deben tomar acciones correctivas inmediatas, incluso antes de que se complete la revisión completa de la PSR.

4.2.5 Evaluación Global

En el proceso de *Evaluación Global* se consolida y unifica la revisión de los factores de seguridad individuales.

Durante este proceso se evalúa en conjunto el impacto en la seguridad de los hallazgos identificados previamente y, por lo tanto, debe realizarse después de que se hayan completado todas las revisiones de los factores de seguridad individuales.

En la *Evaluación Global*, se analizan en conjunto los hallazgos positivos y negativos identificados previamente (analizando posibles interacciones, solapamientos, complementariedad, etc.) y como resultado de este análisis se elabora un listado de acciones correctivas y mejoras a la seguridad (incluyendo su impacto en la seguridad, categorización y priorización).

El resultado de la *Evaluación Global* se registra en un *Informe de Evaluación Global* que debe ser revisado y aprobado por la ER (como parte del proceso de Dirección Estratégica) y luego enviado a ARN para su revisión y/o aprobación. Este reporte típicamente incluye la siguiente información:

- Análisis de las interferencias, solapamientos, omisiones, interacciones, etc entre los distintos hallazgos de las revisiones individuales de los factores de seguridad



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

- Un análisis global de los efectos combinados de los distintos hallazgos
- Un listado de las acciones correctivas y mejoras a la seguridad identificadas a partir de los hallazgos, incluyendo su categorización y priorización
- Un análisis de riesgo global
- Una justificación para la operación en corto y largo plazo.

4.2.6 Reporte Final del Proyecto de PSR

En este proceso se elabora el Reporte Final del Proyecto de PSR donde se condensan y resumen todas las conclusiones de la PSR proveyendo así una mirada general sobre todo el proyecto.

Este reporte típicamente incluye la siguiente información:

- Resumen de la revisión de cada factor de seguridad individual incluyendo referencias al reporte correspondiente.
- Resumen de los resultados de la Evaluación Global.
- Un Plan de Implementación de las acciones correctivas y mejoras a la seguridad identificadas previamente. Este plan debe incluir detalle de las actividades que se llevarán a cabo, un cronograma, asignación de recursos y responsabilidades.
- Conclusiones generales de la PSR incluyendo una evaluación sobre la seguridad de la instalación en el período futuro de operación considerado para la PSR.
- Lecciones aprendidas sobre el Proyecto de PSR (no sobre el RR ni la seguridad)

Estas lecciones deben centrarse en la aplicación de la metodología del Proyecto de PSR y no en la instalación o el reactor en sí. El objetivo de este apartado es proporcionar una visión sobre la gestión y la ejecución del proyecto, destacando las mejoras y las mejores prácticas identificadas durante el proceso, con el fin de optimizar futuras implementaciones de la metodología.

El reporte Final del Proyecto de PSR debe ser presentado para su revisión y aprobación por parte de la ER (como parte del proceso de Dirección Estratégica) y revisado y/o aprobado por ARN, y el plan de implementación de las acciones correctivas y mejoras debe ser revisado y aprobado con la ARN.



4.3 Interrelación de los procesos





4.4 Tabla de procesos

Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
Dirección Estratégica	Establecer los objetivos y estrategias a largo plazo para la realización de los diferentes <i>Proyectos de PSR</i> así como también los mecanismos para la evaluación por parte de la Dirección del grado de cumplimiento de los mismos	<p>Requerimientos de ARN</p> <p>Procedimientos internos de la institución (CNEA/universidades)</p> <p>Informes del CRT</p> <p>Información producida por los <i>Proyectos de PSR</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> • Plan de Reconstitución de la Información • Plan de revisión de los Factores de Seguridad • Informe de evaluación global • Reporte Final de la PSR 	<p>Objetivos estratégicos</p> <p>Metodología general (incluyendo los procedimientos asociados)</p> <p>Revisión y aprobación de documentación generada por los <i>Proyectos de PSR</i></p> <p>Informes de seguimiento y avance anuales sobre los <i>Proyectos de PSR</i></p> <p>Informe de evaluación de los <i>Proyectos de PSR</i></p> <p>Acuerdos con ARN</p>	<p>Incluye diversos aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de objetivos estratégicos • Establecimiento de metodologías generales • Revisión por la dirección de los <i>Proyectos de PSR</i> • Gestiones y Comunicaciones ante ARN • Revisión por Comité de Revisión Técnica (CRT) <p>Reuniones con personal jerárquico y partes interesadas</p> <p>Análisis de los resultados</p> <p>Toma de decisiones estratégicas</p> <p>Identificación de las instancias de revisión y aprobación.</p> <p>Establecimiento de requerimientos, mecanismos y canales para las comunicaciones oficiales (por ejemplo, correo electrónico, plataforma de gestión de tareas, reuniones formales).</p>	Personal con competencia	ER	Cumplimiento de los objetivos estratégicos



30 años INCALIN_UNSAM-INTI

Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
Compras y Contrataciones	<p>Establecer requerimientos generales para los procesos de compras y contrataciones de forma tal de garantizar que los productos y servicios adquiridos externamente cumplan con los requisitos establecidos.</p> <p>Este proceso incluye la elaboración de los acuerdos de trabajo con proveedores internos, especialmente aquellos que se suscriben con los ERFS para el proceso de revisión de los factores de seguridad</p>	Especificaciones técnicas para acuerdos de trabajo, compras y contrataciones (Requerimientos)	<p>Bienes y servicios adquiridos que cumplen con los requerimientos.</p> <p>Acuerdos de trabajo firmados.</p>	<p>En este proceso se establecen requerimientos generales que aplican a todos los <i>Proyectos de PSR</i>.</p> <p>Sobre la base de los requisitos de este proceso general luego podrán establecerse, en caso de ser necesario, procedimientos específicos para cada Proyecto de PSR particular.</p> <p>Definición de requerimientos para evaluación de proveedores según criterios de calidad, costo y tiempo.</p> <p>Definición de requerimientos para revisión y aprobación de contratos y acuerdos de trabajo.</p>	<p>Personal con competencia.</p> <p>Presupuesto para las compras y contrataciones</p>	<p>ER</p> <p>RPSR</p>	<p>Conformidad con los requisitos de los servicios/productos suministrados externamente</p> <p>Evaluación y seguimiento del desempeño de los proveedores</p>



Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
RRHH	Establecer requerimientos generales para la gestión de RRHH, de forma tal de asegurar que los <i>Proyectos de PSR</i> cuenten con las competencias necesarias para la realización de las actividades	Requerimientos de RRHH, competencias, perfiles de puesto	Personal calificado y competente Entrenamiento y capacitación, organigramas, perfiles de puesto, matriz de competencia, etc.	En este proceso se establecen requerimientos generales que aplican a todos los <i>Proyectos de PSR</i> . Sobre la base de los requisitos de este proceso general luego podrán establecerse, en caso de ser necesario, procedimientos específicos para cada Proyecto de PSR particular. Evaluación de Competencias Capacitaciones Seguimiento de desempeño Adecuación al Organigrama	Personal con competencia.	ER RPSR	Cumplimiento del plan de capacitación Evaluaciones de desempeño del personal
Gestión de la Calidad	Establecer requerimientos generales para los sistemas de gestión de los <i>Proyectos de PSR</i> , de forma tal que se asegure que el conjunto de los procesos de los <i>Proyectos de PSR</i> alcancen los objetivos establecidos	Datos, información y documentación que el sistema de gestión utiliza para desarrollar y mantener la calidad del proceso de revisión de seguridad.	Conjunto de requerimientos para los sistemas de gestión. Información documentada Correcciones Acción Correctiva Acción frente a Riesgos Acción de Mejora Cambios	En este proceso se establecen requerimientos generales que aplican a todos los <i>Proyectos de PSR</i> . Sobre la base de los requisitos de este proceso general luego podrán establecerse, en caso de ser necesario, sistemas o procedimientos específicos para cada Proyecto de PSR particular. Uso de normas ISO, procedimientos internos de calidad, auditorías regulares, análisis de riesgos y la implementación de acciones correctivas.	Personal con competencia.	ER RPSR	Auditorías Eficacia de acciones tomadas



Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
Constitución del Proyecto de PSR	Constituir y formalizar el <i>Proyecto de PSR</i> Establecer las definiciones generales, requerimientos, objetivos, etc. para el <i>Proyecto de PSR</i> y plasmarlas en el <i>Documento base del Proyecto de PSR</i>	Normativas y requerimientos. Definiciones estratégicas. Datos sobre el equipo de gestión y recursos disponibles. Documentación técnica preliminar de los reactores.	<i>Documento base del Proyecto de PSR</i>	Se definen estructura y contenidos mínimos del <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> (según mencionado en 4.2.1) Se definen mecanismos para revisión y aprobación del <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> .	Personal capacitado	Elaboración: RPSR Revisión y aprobación: ER, ARN	Aprobación del <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> por parte de ER y ARN. Grado de idoneidad del <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> .
Recolección y Reconstitución de Información	Identificar, recopilar y reconstituir la información necesaria para llevar a cabo el <i>Proyecto de PSR</i> de manera efectiva	<i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> Requisitos de información necesaria (listada en 4.2.2 a)	Información técnica disponible recopilada Información técnica reconstituida (hito intermedio: Plan de Reconstitución de la Información)	Identificación de la información necesaria a través de las normativas y requerimientos Recopilación de información disponible (verificando que esté disponible, accesible y actualizada) Identificación de faltantes Elaboración de un Plan de Reconstitución de la Información Implementación del Plan de Reconstitución de la Información Uso de un enfoque graduado para la reconstrucción de la información faltante.	Personal capacitado Recursos establecidos en el Plan de Reconstitución de la Información	Elaboración: RPSR, RP, ERFS Revisión y aprobación: ER, ARN	Grado de información técnica identificada, recopilada y reconstituida.



30 años INCALIN_UNSAM-INTI

Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
Planificación del Proyecto de PSR	Ampliar el nivel de detalle del plan establecido en el <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> para asegurar una planificación más precisa y detallada en su ejecución.	<i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> Plan de Reconstitución de la Información	<i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> actualizado Plan de Revisión de los Factores de Seguridad Procedimientos particulares Requerimientos y especificaciones técnicas para la elaboración de Acuerdos de trabajo, compras y contrataciones	Revisión y actualización del Documento Base del Proyecto de PSR Elaboración de un Plan de Revisión de Factores de Seguridad (incluyendo cronograma y responsabilidades) Elaboración y emisión de procedimientos Establecimiento de Requerimientos y especificaciones técnicas para la elaboración de Acuerdos de trabajo, compras y contrataciones (especialmente los acuerdos de trabajo con los ERFS)	Personal capacitado Personal especializado para cada factor de seguridad.	Elaboración: RPSR, RP, ERFS Revisión y aprobación: ER, ARN	Aprobación del Documento Base de la PSR y Plan de Revisión de los Factores de Seguridad por la ARN. Coherencia del Documento Base del Proyecto de PSR actualizado y del Plan de Revisión de los Factores de Seguridad
Revisión de los Factores de Seguridad	Realizar la revisión de los factores de seguridad de acuerdo a lo establecido en el Plan de Revisión de Factores de Seguridad previamente elaborado Identificar hallazgos positivos y negativos	<i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> actualizado Plan de Revisión de los Factores de Seguridad Información técnica Procedimientos particulares	Reportes de Revisión de los Factores de Seguridad	Los distintos factores de seguridad definidos son revisados por cada ERFS conforme a los estándares y procedimientos establecidos. Se identifican los hallazgos positivos y negativos, con una evaluación del impacto de los hallazgos negativos. La revisión se documenta en Reportes de Revisión de los Factores de Seguridad	Personal capacitado en la evaluación de seguridad (ERFS y sus equipos de trabajo) Recursos establecidos en el Plan de Revisión de los Factores de Seguridad	Elaboración: ERFS, RP RPSR	Cumplimiento del plan de Revisión de Factores de Seguridad previamente elaborado Claridad y rigurosidad técnica de los Reportes de Revisión de los Factores de Seguridad



30 años INCALIN_UNSAM-INTI

Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
Evaluación Global	<p>Evaluar de manera integral los resultados de la revisión de todos los factores de seguridad individuales</p> <p>Analizar el impacto en la seguridad de los hallazgos identificados previamente.</p> <p>Elaborar el listado de acciones correctivas y mejoras en la seguridad.</p>	Reportes de Revisión de los Factores de Seguridad	Informe de Evaluación Global	<p>Revisión exhaustiva e integral de todos los factores de seguridad.</p> <p>Análisis de las interferencias, solapamientos, omisiones, interacciones, etc entre los distintos hallazgos de las revisiones individuales de los factores de seguridad.</p> <p>Análisis global de los efectos combinados de los distintos hallazgos</p> <p>Elaboración de un listado de las acciones correctivas y mejoras a la seguridad identificadas a partir de los hallazgos, incluyendo su categorización y priorización.</p> <p>Realización de un análisis de riesgo global</p> <p>Justificación para la operación en corto y largo plazo</p>	<p>Personal capacitado</p> <p>Grupo de expertos en seguridad nuclear y gestión de instalaciones.</p> <p>Acceso a toda la documentación relevante sobre la instalación y los factores de seguridad</p>	<p>RP</p> <p>CRT</p> <p>ERFS</p> <p>Revisa y aprueba: ER, ARN</p>	<p>Claridad y rigurosidad técnica de los Informe de Evaluación Global</p>



30 años INCALIN_UNSAM-INTI

Proceso	Objetivo	Entrada	Salida	Métodos de trabajo y criterios	Recursos	Responsabilidades y autoridades	Evaluación
Reporte Final del Proyecto de PSR	Elaborar el Reporte Final de la PSR donde se condensan y resumen todas las conclusiones proveyendo así una mirada general sobre todo el proyecto	Reporte de Revisión del Factor de Seguridad Informe de Evaluación Global. <i>Documento Base del Proyecto de PSR</i> actualizado Plan de Revisión de los Factores de Seguridad Otros reportes generados durante la PSR	Reporte Final de la PSR Plan de Implementación de las acciones correctivas y mejoras a la seguridad	Revisión detallada de todos los informes previos. Elaboración de un resumen de la revisión de cada factor de seguridad individual incluyendo referencias al reporte correspondiente Elaboración de un resumen de los resultados de la Evaluación Global Elaboración de un Plan de Implementación de las acciones correctivas y mejoras a la seguridad identificadas previamente. Este plan debe incluir detalle de las actividades que se llevarán a cabo, un cronograma, asignación de recursos y responsabilidades Elaboración de conclusiones generales de la PSR incluyendo una evaluación sobre la seguridad de la instalación en el período futuro de operación considerado para la PSR	Personal capacitado	Elabora: RPSR Revisa y aprueba: ER, ARN	Aprobación y cumplimiento del plan de Implementación de las acciones correctivas y mejoras a la seguridad



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

5 CONSIDERACIONES METROLÓGICAS DE LA PSR

La Safety Reports Series 99 (SRS 99) de la IAEA no establece requisitos específicos sobre calibración, trazabilidad o metrología. En su lugar, indica que estos aspectos deben evaluarse conforme a los estándares nacionales e internacionales aplicables, así como a las buenas prácticas reconocidas.

En el contexto argentino, un referente clave es la norma AR 10.6.1 de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), que establece requisitos para los sistemas de gestión de la seguridad en instalaciones y prácticas. Dado que la SRS 99 requiere evaluar la conformidad con estándares nacionales, la AR 10.6.1 proporciona un marco de referencia específico para garantizar la confiabilidad de los equipos de medición utilizados en instalaciones nucleares. En particular, su punto 31 dispone que todo equipo de medición, monitoreo o ensayo que pueda afectar la seguridad debe:

- Contar con una identificación, incluyendo su estado.
- Estar calibrado o verificado a intervalos especificados.
- Estar protegido contra ajustes, daño o deterioro.
- Ser apropiado para la aplicación prevista.

En el marco de la Revisión Periódica de Seguridad (PSR), el factor 9 (Organization, Management System and Culture for Safety) establece que la evaluación debe considerar la normativa nacional vigente. Por ello, el análisis de la calibración y trazabilidad de los equipos de medición utilizados en la instalación puede apoyarse en los requisitos de la AR 10.6.1 y en otras regulaciones nacionales aplicables.

5.1 Caso hipotético: Evaluación de la calibración en detectores de radiación

Durante la ejecución de una Revisión Periódica de Seguridad (PSR) en un reactor de investigación, se identifica que los detectores de radiación utilizados para el monitoreo de áreas y la protección del personal deben ser evaluados conforme a la normativa nacional aplicable.

Siguiendo las indicaciones del factor 9 de la SRS 99, el equipo responsable de la PSR revisa el estado de calibración de estos detectores. Para ello, toma como referencia la norma AR 10.6.1, que exige que todo equipo de medición que pueda afectar la seguridad:

- Cuenta con identificación y su estado de calibración sea claramente visible.
- Tenga registros de calibración o verificación realizados en intervalos especificados.
- Mantenga su trazabilidad a patrones de referencia, asegurando su confiabilidad.

Al analizar la documentación, el equipo encuentra que algunos detectores no cuentan con registros actualizados de calibración, lo que podría afectar la precisión de las mediciones. La ausencia de registros actualizados de calibración podría derivar en mediciones inexactas, comprometiendo la detección de niveles de radiación y, en consecuencia la seguridad del personal y la instalación.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

Como resultado, se recomienda establecer un plan de calibración periódica, alineado con los requisitos regulatorios, y garantizar la trazabilidad de los equipos a patrones de referencia nacionales o internacionales. Además, se sugiere implementar auditorías internas más frecuentes para verificar el cumplimiento de intervalos de calibración y reforzar la capacitación del personal en la importancia de la metrología aplicada a la seguridad nuclear.

Este caso demuestra cómo la metrología y la calibración son aspectos clave dentro de una PSR, asegurando que los equipos de medición utilizados en la instalación operen de manera confiable y dentro de los márgenes de seguridad requeridos.

6 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El principal resultado de este trabajo fue el desarrollo de una metodología para la realización de Revisiones Periódicas de Seguridad (PSR) en reactores de investigación, basada en un enfoque sistemático por procesos.

Las PSRs realizadas en reactores de investigación argentinos no se llevaron a cabo siguiendo el enfoque propuesto en la Safety Reports Series 99 (SRS-99) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). La metodología desarrollada en este trabajo no solo incorpora la SRS-99 como referencia principal, sino que también aprovecha la experiencia adquirida en revisiones previas.

Para estructurar esta metodología, se definieron dos enfoques fundamentales.

En primer lugar, se adoptó un enfoque basado en proyectos, considerando que cada PSR es una actividad con un inicio y un fin definido, un alcance específico, objetivos claros, un cronograma determinado y recursos asignados. Este enfoque permite gestionar cada revisión como una unidad independiente, asegurando que se cumplan los plazos y requerimientos establecidos.

Por otro lado, se definió un enfoque sistemático por procesos, con el objetivo de estructurar y estandarizar la metodología de manera organizada. Este enfoque permite definir entradas, salidas, responsabilidades e indicadores para cada proceso, asegurando consistencia en la ejecución de las PSRs y facilitando su control y mejora continua.

Mientras que el enfoque basado en proyectos permite organizar cada PSR de manera individual, el enfoque por procesos garantiza que se sigan procedimientos claros y repetibles, optimizando y estandarizando la gestión de estas revisiones a lo largo del tiempo.

Las PSRs son actividades altamente complejas debido a diversos factores:

- **Consumo de recursos significativos:** Requieren tiempo, financiamiento y la participación de especialistas en distintas disciplinas.
- **Interacción de múltiples actores:** Involucran a entidades como el organismo regulador, la instalación (reactor), la institución a cargo (CNEA/universidades), diversos especialistas que revisan los factores de seguridad, entre otros.



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

- **Alta especialización técnica:** La evaluación de los factores de seguridad exige la intervención de expertos con conocimientos específicos y un alto nivel de competencia. Además, es fundamental definir requisitos y criterios unificados para garantizar la coherencia de las evaluaciones.
- **Impacto en la seguridad de la instalación:** Dado que estas revisiones están directamente relacionadas con la seguridad nuclear, deben cumplir con los más altos estándares de calidad y rigurosidad técnica.

Dada esta complejidad, la implementación de una metodología sistemática resulta esencial para asegurar la trazabilidad y la efectividad de los procesos. Asimismo, se recomienda el desarrollo de un sistema de gestión que facilite el control y la mejora continua de la metodología propuesta.

Como parte del análisis metodológico, se abordó un caso hipotético de verificación de un instrumento de medición en planta, con el fin de evaluar el cumplimiento de los requisitos de calibración según la normativa internacional y su relación con la normativa local. Este ejercicio permitió evidenciar la importancia de garantizar la trazabilidad de los equipos de medición, asegurando que sus calibraciones sean realizadas en intervalos adecuados y bajo estándares reconocidos. La aplicación de estos criterios dentro de una PSR contribuye a fortalecer la confiabilidad de los datos utilizados en la evaluación de la seguridad nuclear.

En conclusión, la metodología propuesta en este trabajo ofrece un marco sólido para la ejecución de PSRs en reactores de investigación, integrando un enfoque estructurado, criterios claros y consideraciones metrológicas fundamentales para garantizar evaluaciones precisas y alineadas con los más altos estándares de seguridad nuclear.



7 ANEXOS

7.1 ANEXO A: Tabla de análisis de riesgos y oportunidades

ANÁLISIS DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES									
R/O	Riesgo	Probabilidad			Impacto			Descripción	Acciones
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo		
R	Cambio en las autoridades gubernamentales		X			X		Al ser un organismo estatal depende fuertemente de las decisiones del gobierno nacional. Esto puede implicar cambios en las autoridades, cambios presupuestarios que pongan en riesgo la ejecución de los proyectos	Comunicar a las autoridades los proyectos estratégicos generando conciencia sobre su importancia
R	Cambios en los requerimientos regulatorios			X	X			La energía nuclear está sujeta a una regulación estricta y en constante actualización. Esto puede generar nuevos requisitos a los que es necesario adaptarse o exigir un cumplimiento más riguroso	Participación de congresos
R	Pérdida de personal clave		X		X			La pérdida de personal altamente calificado y especializado es un riesgo ya que si se pierde es muy difícil de reemplazar. Esto aplica tanto a RPSR como ERFS	Promover una adecuada gestión del conocimiento en la institución Brindar incentivos al personal clave
R	Disponibilidad de recursos establecidos en el plan de reconstitución de la información			X	X			La falta de documentación clave o no disponer de los recursos establecidos en el plan de revisión de los factores de seguridad y/o en el documento base puede poner en riesgo la viabilidad del proyecto.	Generar un sistema de gestión documental robusto Documentar conocimiento del personal calificado
O	Reconocimiento internacional a partir de los Proyectos de PSR		X			X		Sistematizar los proyectos de PSR puede abrir oportunidades al mercado internacional y aumentar el prestigio en materia nuclear ante organismos internacionales como IAEA.	Desarrollar e implementar una Metodología para la realización de Revisiones Periódicas de Seguridad en Reactores de Investigación



30 años

INCALIN_UNSAM-INTI

La tabla presenta un análisis de riesgos y oportunidades para un Proyecto de PSR, desarrollado a modo de ejemplo. Este análisis permite identificar los principales factores que pueden influir en el proceso, facilitando la toma de decisiones y la implementación de medidas de mitigación o aprovechamiento. Se incluyen tanto los riesgos asociados a posibles desviaciones como las oportunidades que pueden optimizar el desarrollo del proyecto.

Para evaluar la criticidad de los riesgos identificados en el análisis anterior, se utiliza la siguiente matriz de riesgos. En esta matriz, los riesgos se categorizan según su impacto y probabilidad de ocurrencia, lo que permite establecer prioridades y definir estrategias de mitigación adecuadas. La clasificación varía desde riesgos insignificantes hasta riesgos extremos, facilitando la toma de decisiones en función de su nivel de severidad."

		Probabilidad		
		Alto	Medio	Bajo
Impacto	Alto	Riesgo extremo	Riesgo alto	Riesgo moderado
	Medio	Riesgo alto	Riesgo moderado	Riesgo bajo
	Bajo	Riesgo moderado	Riesgo bajo	Riesgo insignificante

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] International Atomic Energy Agency (IAEA). Periodic Safety Review for Research Reactors. Safety Reports Series No. 99. Vienna: IAEA, 2020.
- [2] Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/cnea>
- [3] Sistema de gestión para la seguridad en las instalaciones y prácticas. AR 10.6.1 (Rev 0), 2020.