

TESIS DE MAESTRÍA

MAESTRIA EN INGENIERIA EN CALIDAD

“Desarrollo de un modelo de sistema de gestión integrado para un repositorio de disposición final de residuos radiactivos de alto nivel en Argentina”

Autor: Ing. Fernanda Vilela
Director de Tesis: Dr. Isaac Marcos Cohen
Codirector: Mg. Nicolás Francisco Rona

Buenos Aires - 2018

Resumen

Se desarrolla un modelo de sistema de gestión integrado para la disposición final de los combustibles gastados de las centrales nucleares Argentinas, en un repositorio geológico profundo. Se suponen resueltas las variables sociopolíticas, económicas y técnicas que acompañan a la eventual decisión argentina de no realizar el reprocesamiento de los combustibles gastados, por ejemplo la elección del lugar del emplazamiento, el diseño y la construcción de la instalación. Se analizaron las normas vigentes en la implementación de sistemas integrados de gestión, calidad y seguridad y salud ocupacional, los requisitos regulatorios y las leyes nacionales aplicables. Se realizó la búsqueda y la selección de guías de seguridad nuclear y de gestión, junto con los requisitos específicos para la disposición final de residuos radiactivos de alta actividad en el ámbito internacional. Se plantea la opción de conformar una organización mediante una sociedad anónima con participación del Estado Nacional, la provincia hospedante y capitales privados que compartirán la gestión estratégica y delegarán la operación en la Comisión Nacional de Energía Atómica. Se estableció el alcance del sistema de gestión tomando el proceso operativo principal de la disposición final de los combustibles gastados; se empleó el enfoque basado en procesos en el diseño de los documentos e interrelación de requisitos. En la implementación de los documentos se utilizó como guía el Gantt de la obra de la instalación, que comprende la etapa de construcción y puesta en marcha y los períodos de la vida útil del repositorio geológico profundo.

Palabras clave: sistema de gestión integrado, disposición final, combustibles gastados, residuos radiactivos de alto nivel, repositorio geológico profundo, central nuclear, Atucha I, calidad, seguridad y salud ocupacional, seguridad nuclear, ciclo de Deming, enfoque basado en procesos, implementación escalonada.

Abstract

In this thesis, a model of integrated management system for the final disposal of nuclear spent fuels from Argentina, is developed in a deep geological repository that is supposed to be built. In order to deploy the requirements, quality and safety and occupational health standards, integrated management, safety guides and specific management for the final disposal of high-level international radioactive waste were analyzed together with the laws and the current national regulation. The proposal was based on a public limited company with state participation as possible organization and the final disposition as the main process. The design of the integrated management system and the documentation was based on the Deming cycle and the process-based approach. The implementation was defined in three stages, to be coupled with the construction plan of the repository.

Key words: integrated management system, final disposal, nuclear spent fuel, high level radioactive waste, deep geological repository, quality, safety and occupational health, nuclear safety, Deming cycle, process-based approach, implementation by phases.

Índice

0.	Nota preliminar.....	12
1.	Introducción.....	14
2.	Planteo del problema	16
2.1	El aspecto sociopolítico.....	16
2.2	La instalación	18
2.2.1	Barreras múltiples.....	18
2.3	El origen del proceso.....	20
2.3.1	Las centrales nucleares	20
2.3.1.1	Primera central nuclear argentina.....	21
2.3.1.2	Segunda central nuclear argentina	22
2.3.1.3	Tercera central nuclear argentina	22
2.4	Los combustibles.....	22
2.4.1	Combustible gastado	22
2.4.2	Recambio de los combustibles	24
2.4.3	El almacenamiento	25
2.5	El ciclo del combustible	27
2.5.1	Ciclo cerrado	27
2.5.2	Ciclo abierto del combustible	28
2.6	Etapas previas a la disposición final	30
2.6.1	Caracterización	30
2.6.2	Tratamiento y acondicionamiento – Blindaje y encapsulamiento	30
2.6.3	Transporte.....	31
2.7	Disposición final – Repositorio geológico profundo.....	32
2.7.1	Períodos de vida de la instalación.....	32
2.7.1.1	Período preoperacional	33
2.7.1.2	Período operacional.....	33
2.7.1.3	Período post cierre	33
2.7.2	Áreas involucradas y detalle de actividades	34
2.7.2.1	Áreas fuera del repositorio geológico profundo.....	34
2.7.2.2	Áreas dentro del repositorio	35
2.7.3	Recuperabilidad.....	37
2.8	Elección del combustible gastado modelo a gestionar	37
3.	Fundamentos teóricos	38
3.1	Antecedentes	38
3.2	2016 - Estado de la generación de nucleoelectricidad.....	38
3.2.1	Instalaciones en operación.....	38
3.2.2	Países con su área nuclear en expansión.....	39
3.2.3	Fabricación de combustible	40
3.2.4	Almacenamiento interino	41
3.2.5	Reprocesamiento	42
3.3	Gestión de combustibles gastados en el mundo	43
3.3.1.1	Según la clasificación de repositorios	44
3.3.1.2	Políticas de gestión.....	48
3.3.1.3	El avance en planificación	49
3.4	Finlandia	51
3.4.1	1983: Programa para la gestión de desechos nucleares	51
3.4.2	1994: ley de energía nuclear	52
3.4.3	Conceptos de la decisión de principio	53
3.4.4	Etapas para la concesión de licencias	53
3.4.4.1	1999: solicitud de principio para el lugar del repositorio y el método de disposición final ...	53
3.4.4.2	2000: decisión de principio para las centrales de Olkiluoto 1y 2 y Loviisa 1y 2	54
3.4.4.3	2002: decisión de principio para la central Olkiluoto 3	54
3.4.4.4	2010: Aprobación de la decisión de principio para la central Olkiluoto 4	54
3.4.5	2012: Licencia de Construcción	54
3.4.6	2016 - Onkalo.....	55

3.4.7	2020 -Planificación para solicitar la licencia de operación	56
3.4.7.1	Transporte	56
3.4.7.2	Ciclo de combustible y almacenamiento provisional en las centrales.....	57
3.5	Suecia.....	59
3.5.1	Estudios realizados entre 1977 y 1985	59
3.5.2	1986- Laboratorio subterráneo Äspö Hard Rock.....	59
3.5.3	1992: Aceptación de la población	60
3.5.4	Investigaciones del sitio	60
3.5.5	Selección del sitio.....	61
3.5.5.1	Modelos del sitio.....	61
3.5.5.2	KBS-3	61
3.5.6	2011: El proceso de licenciamiento.....	64
3.5.6.1	Seguridad a largo plazo.....	64
3.5.6.2	Declaración de Impacto Ambiental.....	64
3.5.6.3	La revisión de las autoridades	65
3.5.7	2012 - Expertos independientes.....	65
3.5.8	2020 - Condiciones de estipulación.....	65
3.5.8.1	El laboratorio Canister de SKB	66
3.5.8.2	Almacenamiento intermedio seguro.....	66
3.5.8.3	Instalación de almacenamiento provisional (Clab)	67
3.6	Argentina.....	68
3.6.1	1979 – Programa Nuclear Argentino.....	68
3.6.1.1	Inmovilización de los residuos – ensayos y métodos.....	69
3.6.1.2	El repositorio y las barreras de ingeniería	69
3.6.1.3	Selección del emplazamiento	70
3.6.1.4	Sierra del Medio.....	72
3.6.1.5	Anteproyecto del repositorio.....	73
3.6.1.6	Objetivos del anteproyecto.....	73
3.6.1.7	Costo del repositorio	75
3.6.1.8	Informe y fin del proyecto.....	75
3.6.2	1997: ley de la Actividad Nuclear	76
3.6.3	Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos	77
3.6.3.1	2011- El Plan Estratégico y Repositorio Geológico Profundo	77
3.6.3.2	Plan de Investigación y Desarrollo	77
3.6.3.3	Financiación de la Gestión de Residuos Radiactivos	77
3.6.3.4	Próximos pasos- Sistemas Integrados de Gestión	78
4.	Desarrollo analítico	80
4.1	Sistema de gestión integrado.....	80
4.1.1	Ventajas.....	80
4.1.2	Desventajas.....	81
4.1.3	Sistemas de gestión a integrar	82
4.2	Documentación aplicable seleccionada.....	82
4.3	Primer análisis: objetivo y campo de aplicación	84
4.3.1	Sistema de gestión ambiental	84
4.3.2	Sistema de gestión de calidad.....	84
4.3.3	Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional	85
4.3.4	Sistema de gestión seguridad nuclear.....	86
4.3.4.1	Entrada al repositorio – Gestión previa a la disposición final (GpDF).	86
4.3.4.2	Dentro del repositorio – Disposición final	88
4.3.5	Sistema de gestión del repositorio.....	89
4.3.6	Sistema de gestión integrado	90
4.4	Segundo análisis: estructura y contenido	92
4.4.1	Guías GSR parte 5 y WS-G-2.6	94
4.4.2	Guía SSR-5.....	94
4.4.3	Guías GS-G-3.4 y GSR-3	94
4.4.4	ISO 9001 y DIS/ISO 45001.....	95
4.5	Estructura del sistema de gestión integrado	95
4.5.1	Listados de requisitos obtenidos y la estructura del SGI	95

4.5.2	Codificación de los requisitos a insertar en la estructura del SGI	97
4.5.3	Inserción	98
4.5.4	Siglas o acrónimos empleados.....	99
5.	Requisitos regulatorios	100
5.1	Análisis de normas	100
5.1.1	AR 10.12.1 Gestión de residuos radiactivos.....	100
5.1.2	AR 10.1.1 Norma básica de seguridad radiológica	101
5.1.3	AR 10.13.1 Norma de protección física de materiales nucleares	101
5.1.4	AR 0.0.1 Licenciamiento de instalaciones Clase I	102
5.1.5	AR 0.11.1 Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I	102
5.1.6	AR 0.11.2 Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas	103
5.1.7	AR 0.11.3 Reentrenamiento de personal de instalaciones Clase I.....	103
5.1.8	AR 10.14.1 Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear.....	104
5.1.9	AR 6.1.1 Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas Clase I y AR 6.1.2 Limitaciones de efluentes radiactivos de instalaciones radiactivas Clase I.....	104
5.2	Listado de requisitos regulatorios	105
5.2.1	Inserción de los requisitos regulatorios en la estructura del SGI.....	105
5.2.2	Términos y definiciones del SGI	106
6.	Marco legal.....	107
6.1	Análisis de las leyes	107
6.2	Partes interesadas	109
6.3	Contexto de la organización.....	109
6.4	Organización	110
7.	Propuesta del sistema de gestión integrado	111
7.1	Misión	111
7.2	Visión.....	111
7.3	Política	112
7.4	Objetivos	112
7.5	Sistema de gestión integrado.....	115
7.5.1	Objetivo del sistema de gestión integrado.....	115
7.5.2	Alcance del sistema de gestión integrado.....	115
7.5.2.1	Gestión previa	115
7.5.2.2	Gestión directa	116
7.6	Organigrama y mapa de procesos	116
7.7	Diseño de los documentos.....	120
7.7.1	Enfoque basado en procesos.....	121
7.7.2	Cronología.....	121
7.8	Identificación del mapa de los documentos	124
7.8.1	Mapa de los documentos propuestos para implementar el SGI.....	125
7.9	Implementación de los documentos	132
7.9.1	Diagrama de Gantt - implementación escalonada	132
7.10	Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del SGI	136
7.11	Sistema de Gestión Integrado - Normas de referencia (capítulo 2).....	138
7.12	Sistema de gestión integrado. Términos y definiciones del SGI (capítulo 3).....	140
7.13	Sistema de gestión integrado. Requisitos regulatorios del SGI (capítulo 4)	149
7.14	Sistema de gestión integrado. Requisitos. (capítulo 4).....	170
8.	Futuras líneas de trabajo.....	234
8.1	Disposición final de los combustibles gastados de CNA I.....	234
8.2	Gestión de la totalidad de los combustibles gastados.....	236
9.	CONCLUSIONES.....	238
10.	Anexos.....	243
10.1	Anexo I -Listado de documentos del Organismo Internacional de Energía Atómica	243
10.2	Anexo II -Listado de los requisitos del sistema de gestión de seguridad nuclear	247
10.2.1	Listado de requisitos de entrada (RE) a la disposición final (GpDF)	247
10.2.2	Listado de requisitos de seguridad (RS) para la etapa de disposición final	247
10.2.3	Listado de requisitos de gestión (RG) para la Disposición final	248

10.3	Anexo III- Listado de requisitos del sistema de gestión de calidad (SGC) y del sistema de seguridad y salud ocupacional (SS&SO)	249
10.4	Anexo IV – Tabla de trazabilidad de los requisitos R Calidad y SS&SO, RE, RS, RG y los R Regulatorios, la codificación del SGI y la priorización de cada ítem por etapa (EP#). SGI – Contexto de la organización (capítulo 4)	251
11.	Glosario	255
12.	Referencias	258
13.	Bibliografía general consultada	262

Agradecimientos

You may say I'm a dreamer, but I 'm not the only one...

Es el estribillo de Imagine, una conocida canción de John Lennon y es también la frase que representa el espíritu de esta tesis. Nació del sueño de aprender, de crear y de querer ir más allá. Y se fue alimentando poco a poco, lentamente transformándose dentro de mí, en una visión. Nutriéndose de ideas viejas y nuevas, de experiencias pasadas que, integradas hoy dan vida a estas páginas, a estas tablas, figuras y esquemas.

Llegar hasta aquí, también ha sido una experiencia personal y profesional enriquecedora, el final de una travesía metódica, ardua y maravillosa, por la que estoy muy contenta y agradecida. Un trabajo que ha sido posible gracias a la guía y al entrenamiento brindado por mis directores en cada una de nuestras reuniones, gracias a las sabias palabras y consejos del decano de la carrera y gracias al granito de arena que han ido sumando todas aquellas personas, desde el ámbito laboral y académico, a las que acudí con una pregunta, una consulta o una inquietud (algo que me caracteriza) y que oportunamente estuvieron allí para mí. En especial, al “toque final” de Ismael quien colaboró de alguna manera para hacer aflorar estas emotivas palabras.

Y para finalizar me voy a ir a los orígenes, para agradecer a las personas más importantes en mi vida, en quienes me apoyo y que han visto de cerca los entretelones de cada uno de mis proyectos, mi familia.

0. Nota preliminar

La autora del presente informe de tesis, trabajó durante varios años en el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos y el tema que ha planteado para su tesis configura uno de los desafíos no resueltos hasta el momento en dicho ámbito, pero en el cual hay al mismo tiempo una larga historia de investigación, desarrollo y cambios tecnológicos, políticos, sociales y culturales.

De hecho, la industria nuclear ha pasado por diferentes etapas, desde un cierto grado de aceptación como industria del futuro hasta el cuestionamiento indiscriminado por parte de las organizaciones ecologistas y de parte de la sociedad, lo cual conlleva la necesidad de demostrar que cualquier actividad del ámbito nuclear se realiza gestionando y minimizando los riesgos para la seguridad de los trabajadores, la sociedad y el ambiente.

De ahí surgió la idea de trabajar sobre el desarrollo de un modelo que se pudiera emplear en un futuro para establecer requisitos aplicables al funcionamiento de un repositorio de residuos de alta actividad y, en particular, los que se tomarán como datos de entrada de un sistema de gestión integrado (SGI). En el trabajo se explica que, siendo imposible precisar cuándo y cómo funcionará este tipo de instalación, no se pueden establecer cuáles serán el estado del arte y los requisitos en ese momento en particular, pero la herramienta desarrollada sí sería aplicable al desarrollo del SGI.

Al mismo tiempo, se ha acotado el alcance del trabajo para hacer más manejable el análisis y la aplicabilidad del modelo, sin descartar que, en el futuro, se presente un escenario probablemente más amplio y diferente y que algunas de las premisas formuladas en la tesis, podrían no ser representativas de la real evolución tecnológica y de las decisiones que se tomen oportunamente.

Como ejemplo de lo anterior, se limita el alcance del escenario del trabajo a una parte de los residuos de alta actividad, que serían los combustibles quemados, y postulando que dichos combustibles no serán reprocesados, lo que permite considerar a dichos combustibles como residuos de alta actividad que deberán eventualmente ser gestionados en un repositorio adecuado, hasta que la evolución de la tecnología y la toma de decisiones requiera otra orientación. Sin embargo resulta conveniente aclarar que si bien es posible que en un futuro se decida reprocesar los combustibles gastados, se considera dicha posibilidad como un escenario muy poco probable a corto y mediano plazo en función de los antecedentes y de las tendencias que se vienen planteando actualmente a nivel nacional.

Otra acotación referida al alcance del trabajo consiste en la selección de un repositorio geológico profundo, como instalación para la disposición final y la implementación del modelo en la

etapa de operación del mismo, considerando el previo cumplimiento de los requisitos regulatorios y licencias que correspondan a ese momento.

1. Introducción

Entre las actividades nucleares más relevantes se citan aquellas vinculadas a la operación de las centrales nucleoelectricas, los reactores de investigación, la producción de radiofármacos, las aplicaciones médicas e industriales, las actividades de investigación y desarrollo y las correspondientes al ciclo de combustible, desde la extracción de uranio hasta la disposición final de los combustibles gastados. Todas ellas generan residuos radiactivos que se originan en las distintas etapas de operación, mantenimiento, descontaminación y desmantelamiento de instalaciones, equipos y dispositivos utilizados.

Las actividades nucleares analizadas para el presente trabajo serán aquellas relacionadas con el ciclo de combustible y la producción de energía eléctrica a partir de la operación de reactores nucleares. Más específicamente, el foco estará puesto en la gestión de los combustibles nucleares ya utilizados para generar energía eléctrica (combustibles quemados), y que no se reutilizarán para recuperar al uranio y el plutonio que contienen. Estos son considerados residuos radiactivos de alta actividad.

Actualmente la gestión de los combustibles gastados provenientes de las centrales nucleares de Argentina consiste en almacenarlos provisoriamente en piletas y silos de hormigón, a la espera de que su calor residual y nivel de actividad decaiga, manteniendo las condiciones de seguridad y monitoreo en forma permanente.

La gestión segura de los residuos radiactivos implica el desarrollo de un conjunto de actividades necesarias, con el objetivo de aislarlos del ecosistema, interponiendo entre los residuos radiactivos y la biosfera distintas barreras de modo redundante durante el tiempo suficiente para que su radiactividad haya decaído a un nivel tal que no implique riesgo para el hombre, el medio ambiente y las generaciones futuras (CNEA, 2010).

Al presente, tanto la gestión de los residuos radiactivos como la de los combustibles nucleares gastados se realizan de acuerdo con las normas establecidas por el ente regulador de la actividad nuclear, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), bajo regulaciones provinciales, nacionales y acuerdos firmados a nivel internacional (CNEA, 2010), y respondiendo a las guías de seguridad y protección nuclear, entre otros documentos propuestos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Los combustibles gastados se almacenan interinamente, hasta que el país defina si los reprocesará, separando al uranio del plutonio. Si el país decidiera no reprocesar los combustibles nucleares gastados, estos combustibles deberían gestionarse de manera definitiva para su disposición final (CNEA, 2010).

Uno de los aspectos técnicos importantes a considerar, en tal sentido, es la construcción de una nueva instalación nuclear donde disponer los residuos radiactivos de alta actividad de manera definitiva. (Ver Figura 1)

Otro aspecto de importancia en la disposición final de los combustibles gastados, con el fin de proteger a los seres vivos, su medio ambiente y las generaciones futuras; es la gestión integral, que vincula sistemas que funcionan en paralelo dentro de una instalación nuclear. Desplegar los requisitos de calidad, seguridad y salud ocupacional, junto con requisitos de seguridad nuclear y radio protección que regulan prácticas y actividades nucleares, en un mismo sistema de gestión integrado supone el objetivo principal del presente trabajo.

El modelo que se desarrolla en el presente trabajo incorpora los siguientes ejes de estudio y análisis:

- El estudio de la normativa, leyes, guías vigentes,
- La selección de las normas, leyes y guías aplicables al planteo del problema.
Leyes. Ley N° 24804, Ley N° 25018, Ley N° 25279, Ley N° 17048 y Ley N° 22498.
Las normas de la Autoridad Nacional Regulatoria: AR 0.0.1 rev2, AR 0.11.1 rev3, AR 0.11.2 rev 2, AR 0.11.3 rev1, AR 6.1.1 rev1, AR 6.1.2 rev1, AR 10.1.1 rev3, AR 10.12.1 rev2, AR 10.13.1 rev1 y AR 10.14.1 rev0.
Las Normas ISO 9001:2016, DIS/ISO 45001:2016 y la norma PAS 99:2012.
Las guías del Organismo Internacional de Energía Atómica: GSR Part 5, SSR-5, WS-G-2.6, GS-G-3.4 y GS-R-3.
- La selección de los requisitos de cada uno de los sistemas de gestión a integrar,
- La definición de la estructura del modelo de sistema de gestión integrado,
- Las propuestas que acompañan el modelo del sistema de gestión integrado: la descripción del contexto y la organización, su misión, visión y política, el objetivo y el alcance del sistema, la revisión de los objetivos y la implementación, el mapa de los documentos propuestos y el análisis FODA del sistema.

2. Planteo del problema

Abordar correctamente la gestión de los combustibles gastados para su disposición final representa comprender que las opciones técnicas a desarrollar, con el objetivo de resolver el desafío tecnológico de disponer de manera definitiva los residuos radiactivos, deben ser analizadas y planificadas. Implica también considerar los posibles escenarios que en nuestro país podrían acompañar a estas opciones técnicas; ellos están asociados a aspectos legales, políticos, económicos, sociales y estratégicos.

Cada uno de estos escenarios, representa una solución aún no sistematizada propia de un proceso de aprendizaje, que contemplaría múltiples alternativas o variables. Las soluciones que podrían presentarse son particulares, por tratarse de un tema en constante desarrollo, sensible a nivel internacional, sujeto a tratados internacionales, regulaciones estrictas y a la sensibilidad de la sociedad.

Se considera que los residuos de alta actividad tienen que ser aislados del medio ambiente por un margen de tiempo de miles a millones de años (Beuser, 1982). Existe una diferencia significativa en ordenes de magnitud (años), ya que el tiempo estimado para la gestión del repositorio, comparado con el tiempo de construcción de la instalación y su llenado es del orden de cientos de años. Esto le imprime al modelo de sistema de gestión integrado, a desplegar en el presente trabajo, un alto grado de adaptación, la capacidad de acompañar los cambios tecnológicos a lo largo del tiempo, incluyendo cambios institucionales, políticos, sociológicos, entre otros aspectos.

Con el objetivo de independizar el planteo del problema, de las múltiples variables y soluciones posibles, se empleó el enfoque basado en procesos, que permitirá enfocarnos solo en aquellas variables que influyen en el proceso principal tomado como el proceso operativo de disposición final. A continuación, se describen las variables relevantes a analizar.

2.1 El aspecto sociopolítico

El plazo previsto para la decisión de Argentina acerca del eventual reprocesamiento de los combustibles gastados vencerá en 2030. Para entonces, será necesario proveer una gama de soluciones técnicas que resuelvan, entre otros aspectos técnicos, la disposición final de los combustibles gastados (CNEA, 2010).

En el caso de que la decisión de nuestro país sea a favor de reprocesar los combustibles gastados, esto implicaría a grandes rasgos la investigación y el desarrollo del proceso de reprocesamiento y la construcción de nuevas instalaciones para su ejecución, así como el desarrollo y la validación de métodos y controles. De manera muy simplificada, supondría agregar una o más etapas antes de llegar a la disposición final. El reprocesamiento consistiría en el corte y la disolución del combustible en solución ácida y la separación del plutonio y el uranio de esta solución por extracción con un solvente orgánico. *Proceso Purex*. (Pahissa, 2007). El plutonio y el uranio extraídos serían utilizados para fabricar nuevos combustibles, conocidos como MOX (acrónimo de mixed oxide fuel).

Estas operaciones generarían efluentes líquidos provenientes de las operaciones químicas implicadas en el reprocesamiento, residuos sólidos del cuerpo del combustible gastado y, a posteriori, del nuevo combustible MOX ya quemado, todos de alta actividad. Tal situación se traduce en un volumen mayor de residuos (líquidos) de alta actividad, lo cual conlleva el desarrollo de técnicas de tratamiento y acondicionamiento para inmovilizar y solidificar líquidos (OIEA, 2009) y, además, recuperar el material fisil y acondicionarlo para que funcione como nuevo combustible, que después de ser utilizado se considerará como combustible reprocesado gastado. El efluente líquido generado en el reprocesamiento cambiaría las características del residuo radiactivo de alta actividad y el tratamiento y el acondicionamiento que recibirá posteriormente, el tipo de blindaje y el criterio de aceptación y los controles al momento de ingresarlos al repositorio. Al mismo tiempo, persistiría la necesidad de construir una instalación para la disposición final de residuos sólidos de alta actividad provenientes del reprocesamiento y la gestión de los mismos.

Ambas alternativas de la decisión (tratar al combustible gastado como residuo o encarar su reprocesamiento) plantean la necesidad de gestionar los residuos radiactivos de manera definitiva.

En el presente trabajo se tomará como hipótesis de trabajo que Argentina no reprocesará los elementos combustibles de sus centrales nucleares; tal decisión permitiría disponer de la información vigente acerca de los combustibles gastados y su almacenamiento interino y a la vez simplificar el proceso y las etapas previas a la disposición final. Disminuiría también las variables de entrada al repositorio.

El desarrollo de un modelo del sistema de gestión integrado de un repositorio geológico profundo donde disponer de manera definitiva los combustibles gastados sin reprocesar constituye un desafío desde el punto de vista de la gestión y de la calidad misma. Constituiría además una propuesta estratégica e innovadora dentro de las alternativas posibles para la disposición final de residuos radiactivos de alta actividad en nuestro país.

2.2 La instalación

Uno de los aspectos técnicos relevantes para la gestión de los combustibles es la instalación nuclear específica.

Como aún no se ha construido una instalación en Argentina en la que se dispongan los combustibles gastados para su disposición final (IAEA, 2013) se considerará que la instalación nuclear se está construyendo, lo que supone una serie de decisiones políticas, socioeconómicas y técnicas ya resueltas, y al mismo tiempo supone también ya superadas las etapas del proyecto de obra, al igual que la elección del emplazamiento y el diseño. Se ubicaría así en el trayecto final de la etapa de construcción, más específicamente en las pruebas requeridas para la puesta en marcha y la obtención de la licencia de operación.

Solo se considerarán algunos aspectos de la ingeniería conceptual y de diseño vinculados con las características físicas y las dimensiones de los combustibles gastados que ingresen para ser almacenados en el repositorio (OIEA, 2012). Se agregan además las variables que se desprenden de las condiciones de almacenamiento interino en las centrales nucleares: la actividad y el calor residual de los combustibles gastados.

2.2.1 Barreras múltiples

Es importante destacar que los combustibles gastados constituyen el tipo de residuo radiactivo de mayor riesgo radiológico; su aislamiento de la biosfera, los seres humanos y el medio ambiente requiere de una gestión de cien mil años como mínimo.

La alternativa más conservadora y segura en cuanto a cantidad de barreras para dar aislamiento, contención y almacenamiento a largo plazo de residuos radiactivos de alta actividad, sería considerar que el repositorio o instalación se ha construido bajo tierra en una formación geológica estable. Este tipo de instalación se conoce como repositorio geológico profundo (Figura 1).

En términos generales, el concepto de almacenamiento geológico del combustible nuclear gastado equivale a referirnos a residuos radiactivos de alto nivel de actividad o de radionucleidos de larga vida y consiste en prepararlos y empacarlos o blindarlos y colocarlos cuidadosamente en túneles excavados en alguna formación geológica estable, tal como roca salina, domos de sal, arcilla y roca volcánica. La combinación de la baja permeabilidad al agua del medio geológico y del sistema de barreras múltiples (barreras naturales y de ingeniería) se emplea para contener los residuos por un largo

tiempo y minimizar la cantidad de material radiactivo que puede escapar de un repositorio y llegar al medio ambiente y al entorno humano. (Kim y colaboradores, 2011).

Este concepto se basa en interponer entre los residuos radiactivos y el ambiente ocupado por el hombre una serie de barreras independientes y redundantes, de manera tal que la eventual falla de alguna de ellas no comprometa la seguridad del sistema. Se consideran barreras naturales a las formaciones geológicas en las cuales se sitúan los repositorios y el medio geológico que los circunda. Estas proveen la aislación física necesaria para la retención de los radionucleidos y la única vía probable de acceso a la biosfera, desde el repositorio a través del medio geológico, es la vía hídrica. Durante la migración estarán sometidos a una amplia gama de procesos físicos y geoquímicos, que se traducen en un retardo efectivo respecto de la velocidad del agua.

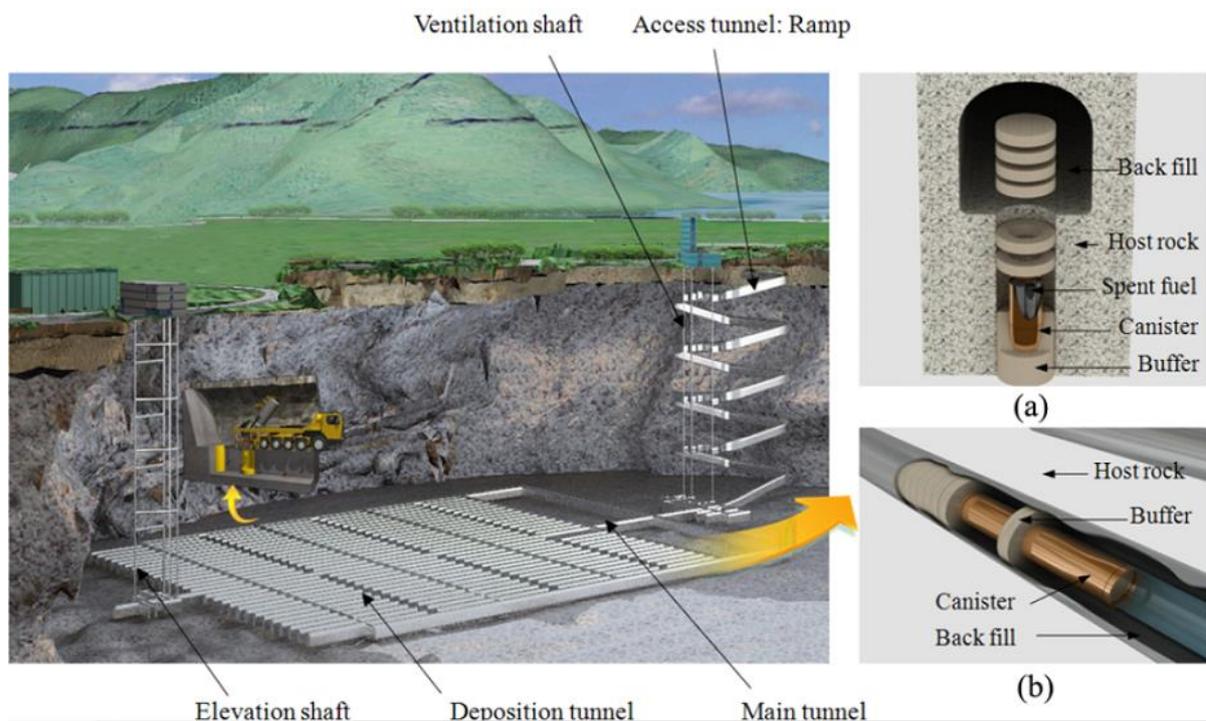


Figura 1. Esquema de un repositorio geológico profundo. Disposición vertical del combustible y su blindaje (a) y disposición horizontal (b). (Kim y colaboradores, 2011)

Las barreras de ingeniería son las provistas por el hombre para aumentar la confinación y están conformadas por la matriz que contiene a los residuos, el contenedor o blindaje y las barreras adicionales, tales como materiales de sellado, relleno y retardadores geoquímicos (ARN, 2013).

La presencia de sistemas multibarrera sirve como función de seguridad complementaria, ya que aumenta la confianza en el depósito de los residuos de alta actividad (Kim y colaboradores, 2011)

En algunos casos, la planificación de la construcción de un repositorio geológico profundo incluye también la construcción previa de un laboratorio en la misma formación geológica a profundidades similares, con la finalidad de realizar ensayos, mediciones y estimaciones mediante modelos del comportamiento de la formación geológica a futuro.

2.3 El origen del proceso

Para comprender el origen de los residuos radiactivos de alta actividad de Argentina es necesario describir cómo y dónde se emplean los combustibles gastados y el ciclo de combustible con sus opciones, las etapas que se realizan actualmente en el país y las que todavía no se desarrollan.

El recorrido de los combustibles gastados supone un proceso hacia la disposición final, que tiene como principio las centrales nucleares y como etapa final la disposición final dentro del repositorio.

2.3.1 Las centrales nucleares

La energía nuclear forma parte importante del desarrollo de nuestro país. Además de beneficiar a miles de argentinos en sus hogares, las tres centrales en conjunto entregan al sistema eléctrico nacional 1750 MW. Es energía limpia, ya que las centrales nucleares, contribuyen a evitar la emisión a la atmósfera de CO₂ protegiendo al medio ambiente.

Una central nuclear utiliza la energía nuclear de la reacción en cadena de fisión de los átomos de uranio, que dentro del reactor se da de manera sostenida y controlada, para calentar agua, generar vapor y alimentar una turbina, que conectada a un generador transformará el calor del vapor de agua en energía eléctrica. Pueden verse un esquema y una vista de las centrales nucleares CNA I y CNA II en las Figuras 2 y 3.

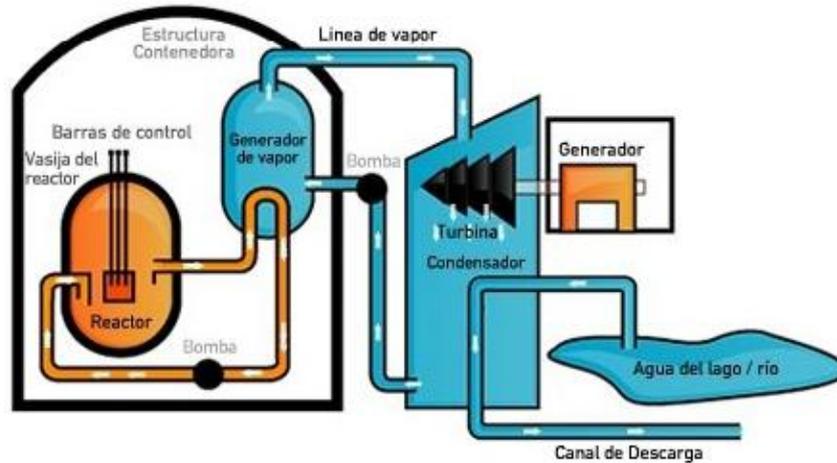


Figura 2. Esquema del funcionamiento de una central nucleoelectrica. (Andreotti, 2013)

2.3.1.1 Primera central nuclear argentina

La central nuclear Atucha I (renombrada como Juan Domingo Perón) aporta energía a la Argentina desde 1974 y es la primera central nuclear de América Latina. Está situada en Lima, a aproximadamente 100 km de la Ciudad de Buenos Aires.

Actualmente su potencia eléctrica neta es de 362 MW; emplea como combustible uranio levemente enriquecido al 0,85%. La central es refrigerada y moderada con agua pesada y pertenece al tipo de reactores PHWR (reactor presurizado de agua pesada). El núcleo del reactor está compuesto por 252 posiciones con canales refrigerantes. Dentro de cada uno de ellos se alojan las barras combustibles que contienen dióxido de uranio (UO_2) en forma de pastillas sinterizadas.



Figura 3. Vista de las Centrales Nucleares Atucha I y II. (Andreotti, 2013)

2.3.1.2 Segunda central nuclear argentina

La central nuclear Embalse (CNE) es en orden cronológico la segunda que se construyó en Argentina. Se encuentra en Córdoba, en la costa sur del Embalse del Río Tercero. El reactor es de tubos de presión tipo CANDU (Canadian Deuterium Uranium); utiliza como combustible uranio natural y agua pesada como refrigerante y moderador. Plantas similares están operando en Canadá, Corea del Sur, India, Rumania, Pakistán y China.

La carga y la descarga del combustible se realizan durante la operación de la central; los valores de potencia nominal son: 600 MW (potencia eléctrica neta) y 648 MW (potencia eléctrica bruta).

2.3.1.3 Tercera central nuclear argentina

En el mismo complejo nuclear de emplazamiento de la Central Nuclear Juan Domingo Perón se encuentra también la tercera central nuclear, Atucha II, renombrada como Central Nuclear Néstor Kirchner. Su potencia neta es de 745 MW; utiliza como combustible uranio natural y agua pesada como moderador y refrigerante. La piedra fundamental de la central se colocó en 1982; entre 1994 y 2006 la obra estuvo paralizada, hasta el relanzamiento del Plan Nuclear Argentino.

Desde el punto de vista del diseño y la construcción es una central moderna, que cuenta con sistemas de seguridad actualizados: el concepto de defensa en profundidad mediante barreras sucesivas, la esfera de contención, la separación física entre sistemas de seguridad y un programa de vigilancia en servicio. Pertenece también al tipo de reactor PHWR.

2.4 Los combustibles

2.4.1 Combustible gastado

Cuando se genera energía eléctrica en centrales nucleares, el uranio utilizado como combustible sufre el proceso físico de fisión, que consiste en la división de su núcleo atómico en dos fragmentos principales; este fenómeno es acompañado por la emisión de neutrones y el desprendimiento de calor. Como se ha mencionado, a partir del calor generado las plantas nucleares producen vapor que mueve una turbina, la cual impulsa los generadores eléctricos. Al fisionarse el uranio se producen múltiples productos de fisión; se generan también elementos pesados que se acumulan en los tubos metálicos que contienen el combustible (Ciallella, 1997a).



Figura 4. Partes del elemento combustible de Atucha I. (Rey y colaboradores, 2007)

En la Figura 4, se muestran las diferentes partes de un elemento combustible de la central nuclear Atucha I. Durante su estadía en el reactor el combustible modifica su constitución a lo largo del tiempo, en un proceso de que se conoce como quemado: el uranio se va reduciendo y aparecen fragmentos de fisión, isótopos del plutonio y otros elementos transuránicos que absorben neutrones (venenos neutrónicos) en cantidad significativa con respecto a los neutrones producidos durante la fisión, perturbando e incluso imposibilitando la continuidad de la reacción en cadena auto sostenida.

Aún luego de agotarse y ser retirado del reactor, el combustible sigue conteniendo cierta cantidad de uranio residual (no fisionado), productos de fisión y elementos pesados que se formaron en el proceso. Los productos de fisión y los elementos pesados, con excepción del plutonio, constituyen los residuos radiactivos de alta actividad que en las centrales están encerrados de manera estanca en las vainas metálicas, diseñadas para permanecer en el reactor alrededor de 1 año (Ciallella, 1997a).

En la vaina y en los materiales estructurales de los elementos combustibles aparecen productos de activación por reacciones de captura neutrónica en los materiales no combustibles, dando lugar a isótopos radiactivos como por ejemplo el ^{60}Co . Los fragmentos de fisión son en general radiactivos; al desintegrarse originan otros productos, también radiactivos.

En el combustible, dentro de las vainas se encuentran todos los productos de fisión y los transuránicos generados durante la irradiación en el reactor; ellos representan más del 90% de la actividad total y la más alta actividad específica (respecto de la masa del plutonio) de todo el ciclo del combustible nuclear (Blasón y colaboradores, 2012).

Sin embargo, esta actividad disminuye muy rápidamente en los primeros tiempos, debido a la desintegración de los productos de fisión y de activación de vida corta. A partir de los diez años el decaimiento es un poco más lento; subsisten isótopos radiactivos de vida intermedia (por ejemplo, ^{137}Cs y ^{90}Sr) y actínidos como el plutonio, de vida media muy larga (Blasón y colaboradores, 2012).

En razón de que el decaimiento radiactivo es una reacción exotérmica, en el combustible gastado se produce calor residual, que un día después de la descarga del reactor se reduce a 1/10 parte del que tenía al ser extraído y, un mes más tarde, a solo 1/100 parte (Blasón y colaboradores, 2012).

Los combustibles gastados plantean el problema más complejo del ciclo del combustible nuclear desde el punto de vista técnico, económico y social, debido a que son necesarios miles de años para que alcancen niveles de radiotoxicidad tolerables por los seres vivos (Blasón y colaboradores, 2012).

Su alta actividad específica (respecto del plutonio) y su larga vida media obligan a aislarlos del ambiente por un período que es necesario definir con razonables niveles de certeza. El decaimiento del combustible nuclear gastado implicaría un tiempo de varios millones de años para alcanzar la inocuidad total, pero se puede aceptar como límite el momento en que la toxicidad debida a la radiactividad artificial que contiene es equivalente a la radiactividad natural del uranio con el que se da comienzo al ciclo del combustible. En este caso, el tiempo de almacenamiento podría ser de tan solo unos miles de años si se separara el plutonio del combustible irradiado mediante el reprocesamiento (Blasón y colaboradores, 2012).

2.4.2 Recambio de los combustibles

En los reactores que utilizan uranio enriquecido como combustible, el recambio de los elementos combustibles se hace periódicamente; se detiene la operación para reacomodar los elementos combustibles parcialmente utilizados, extraer los gastados y recargar los nuevos. En los reactores nucleares que utilizan uranio natural como combustible la característica distintiva es que el recambio de combustible se hace durante la operación (Blasón y colaboradores, 2012).

En el caso de los reactores tipo CANDU, que funcionan con 12 elementos combustibles en cada uno de sus canales combustibles (tubos de presión) en la operación de recambio se introducen mediante una máquina de carga 2 elementos nuevos por un extremo, retirándose dos elementos gastados por el otro (Blasón y colaboradores, 2012).

En cambio, en los reactores tipo Atucha, cada canal (canal refrigerante) contiene solo un elemento combustible, razón por la cual en cada operación de recambio se extrae un elemento semigastado y se introduce uno nuevo, reutilizando el extraído antes para realizar otro recambio y enviando a la pileta de decaimiento al que se considera definitivamente gastado (Blasón y colaboradores, 2012).

2.4.3 El almacenamiento

Apenas extraído del reactor el combustible gastado se almacena transitoriamente en piletas de decaimiento con agua desmineralizada, que cumple las funciones de refrigerante y blindaje biológico, hasta tanto hayan decaído el calor y los niveles de radiación residuales. El agua desmineralizada es mantenida a unos 25 °C por intercambiadores de calor, con la finalidad de evitar que se evapore y esto afecte la superficie del combustible. El monitoreo se realiza a través de cámaras de video.

Este es el almacenamiento que tiene aproximadamente unos 11 000 elementos combustibles gastados de CNA-I, que se encuentran colgados verticalmente en perchas y dispuestos en 2 niveles: inferior y superior de cada pileta. Se cuenta con 2 piletas de la Casa de Piletas I, 4 piletas en la Casa de Piletas II y 2 piletas más pequeñas para maniobras. Actualmente, las posiciones disponibles en las piletas de almacenamiento, es de alrededor de 30, considerando que se quema (promedio) 0,7 % de un elemento combustible a diario; esto equivale a unas 21 posiciones requeridas por mes. La disponibilidad de las piletas cubre poco más de un mes de operación del reactor, con un margen de 9 posiciones libres, según la velocidad de quemado y recambio de los elementos combustibles que se retiran del reactor. Se ha realizado la extensión de la vida útil de la Casa de Piletas I y la construcción de la Casa de Piletas II; también se reubicaron los combustibles más antiguos para optimizar el espacio disponible, ya que no hay espacio suficiente para almacenar los combustibles que se van quemando en el reactor.

Para solucionar esta situación se realizó el diseño del almacenamiento en seco, que consiste en refrigerar los combustibles mediante la convección natural del aire, y donde se colocarán los combustibles gastados más antiguos, que son los que menos calor residual tienen, porque llevan unos 40 años en almacenamiento húmedo.

El edificio para el almacenamiento en seco se construirá contiguo al edificio con las piletas de manera tal de aprovechar los servicios y el blindaje disponible y optimizar espacio dentro de la central nuclear. La ubicación del edificio permitiría trasladar los elementos combustibles gastados desde las piletas a los silos, (ver Figura 5) cumpliendo con los principios básicos de seguridad nuclear, protección radiológica de los trabajadores, el público y el medio ambiente (Moliterno y colaboradores, 2010).

Cada silo estará compuesto por un casco metálico que rodea a los elementos combustibles gastados alojados verticalmente, en dos unidades de 9 elementos cada una, que constituyen una 1ª barrera de ingeniería o blindaje; la 2ª la constituye el mismo hormigón; la 3ª barrera de ingeniería estará constituida por la bóveda donde se almacenan los silos y la 4ª será el sistema estructural del edificio. El sistema completo consta de unas 7 filas por 16 columnas, almacenando así un total de 2394 elementos.

El tiempo para el vaciado completo de las piletas está estimado en aproximadamente 1 año (Moliterno y colaboradores, 2010). La operación del sistema de almacenamiento en seco está prevista para 2018. Aunque como consecuencia del cambio en la modalidad de contratación y de las autoridades de la Central, el proyecto se encontraba detenido hacia octubre de 2016.

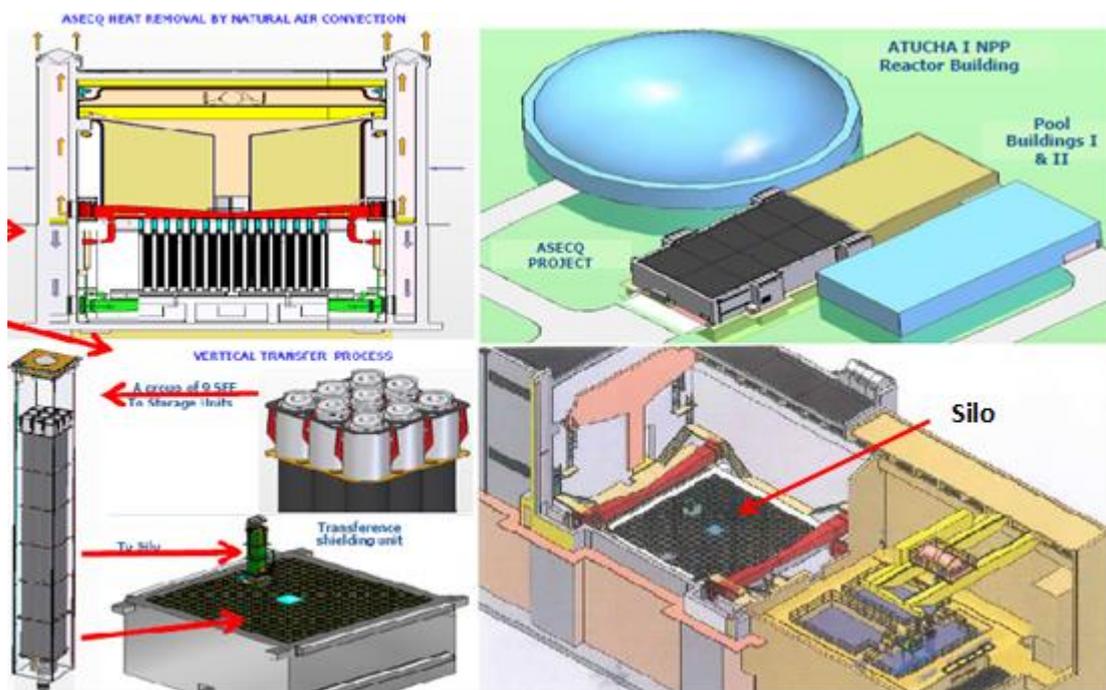


Figura 5. Esquema y ubicación de los silos del almacenamiento en seco de los combustibles gastados de CNA-I (Beuter y colaboradores, 2015)

En la CNE los combustibles quemados también se almacenan en piletas y luego de un tiempo se trasladan a silos de hormigón armado donde la refrigeración se realiza con aire, siempre dentro de las instalaciones de la central. (Blasón y colaboradores, 2012).

Independientemente de la capacidad de almacenamiento transitorio que posea cada central y que los combustibles gastados pueden mantenerse almacenados en piletas por períodos largos, estos no pueden ser mayores que medio siglo; es necesario darles un destino definitivo (Ciallella, 1997a), es decir, resolver su destino final, ya que los riesgos asociados se extienden más allá de la vida útil de

dichas instalaciones. Esto implica la necesidad de decidir por alguna de las dos opciones disponibles: reprocesamiento o disposición final directa.

2.5 El ciclo del combustible

El ciclo del combustible del uranio tiene 2 etapas claramente diferenciadas cuando se consideran los niveles de radiactividad de los materiales procesados en cada una de ellas. El frente del ciclo comienza con las actividades de búsqueda y extracción de minerales y finaliza con la introducción del combustible en el reactor. La característica de esta fase es la ausencia de radiactividad en niveles superiores a los que existen en la naturaleza, y que por lo tanto no presentan riesgos de consideración para el hombre, los seres humanos y el medioambiente.

El final del ciclo o “back end” comienza con la extracción del combustible gastado del reactor de la central nuclear, su almacenamiento provisorio, el acondicionamiento o reprocesamiento (según las distintas opciones tecnológicas posibles) y la disposición final de los residuos radiactivos resultantes. La principal característica en esta etapa es la alta radiactividad de los materiales que se deben manipular.

Las etapas que integran el *ciclo de combustible completo* comprenden la explotación, la concentración, el procesamiento y el enriquecimiento de uranio, la fabricación de los combustibles nucleares y su uso en las centrales nucleares (ver Figura 6). La gestión de los desechos radiactivos puede incluir etapas como tratamiento y acondicionamiento, almacenamiento interino como gestión previa a la disposición final y disposición final que equivale al almacenamiento definitivo.

2.5.1 Ciclo cerrado

Si el ciclo contempla el reprocesamiento, debería incluir etapas como la recuperación de uranio y plutonio de los combustibles gastados para formar un nuevo combustible nuclear. Al mismo tiempo incluiría etapas de tratamiento y acondicionamiento y también la etapa de caracterización de los residuos radiactivos, entre otras, antes de llegar a la etapa de disposición final (ver Figura 7).

Las etapas que se realizan en nuestro país actualmente se detallan en la Figura 6, mediante los bloques de color azul. Los bloques en blanco describen etapas potenciales de reprocesamiento, recuperación de uranio y plutonio y tratamiento y acondicionamiento de los residuos radiactivos de alta actividad, o bien de los combustibles reprocesados. Luego, la etapa potencial de disposición final en un

bloque color celeste unida con línea negra completaría todas las etapas del ciclo cerrado del combustible.

2.5.2 Ciclo abierto del combustible

El ciclo en el que los combustibles gastados se consideran como desecho final y que no contempla la posibilidad de recuperar de ellos el material fisionable se conoce como ciclo abierto del combustible.

En la Figura 6 el ciclo abierto queda detallado por las etapas que se realizan en nuestro país actualmente (bloques en color azul). Es importante mencionar que el almacenamiento interino de combustibles gastados en cada central se refiere al almacenamiento de los combustibles en piletas y en silos de hormigón en el caso de la central nuclear Embalse.

Podría agregarse como etapa siguiente la gestión previa a la disposición final (GpDF) de los combustibles, que comprendería, por ejemplo, el transporte y la centralización de los combustibles gastados para su procesamiento: tratamiento, acondicionamiento y encapsulado para su disposición final.

Cerrando la secuencia, la etapa de disposición final. Los bloques color celeste unidos por línea punteada conformarían de manera simplificada el ciclo del combustible completo sin reprocesamiento.

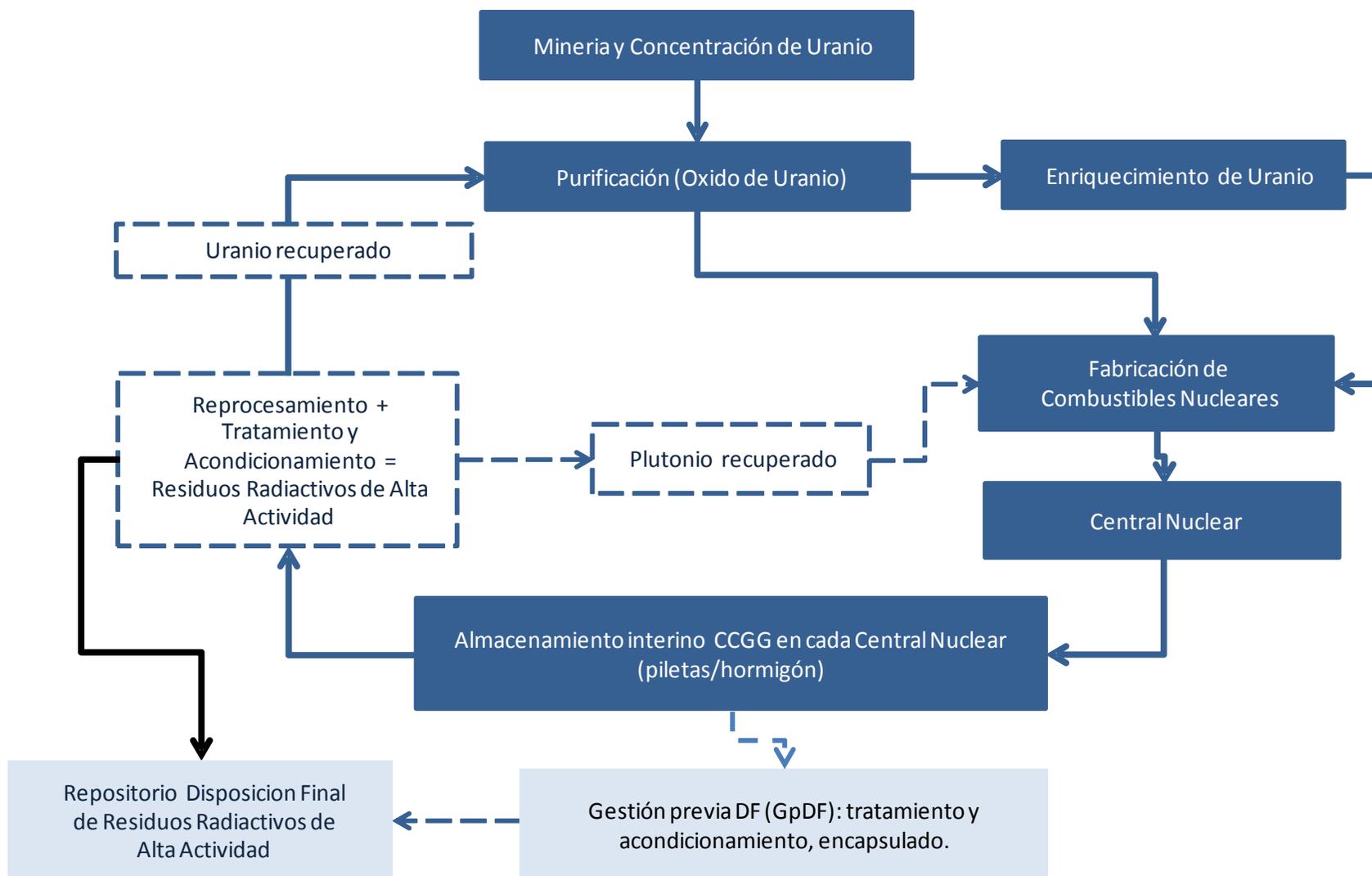


Figura 6. El diagrama de bloques describe el ciclo cerrado y ciclo completo del combustible. En azul las etapas que se realizan actualmente en el país y las etapas que aún no se realizan: en blanco para el ciclo cerrado y en celeste para el ciclo completo.

2.6 Etapas previas a la disposición final

Para esbozar las etapas y actividades previas a la disposición final de los combustibles se tomaron algunas de las actividades que, debido a su importancia, han sido y son motivo de investigación en nuestro país con base en el reprocesamiento, pero que podrían ser comunes (aun considerando no reprocesar) como la caracterización, el transporte, el blindaje o encapsulado definitivo.

Es importante comprender que las etapas potenciales planteadas podrían variar en su complejidad, acorde con nuevos descubrimientos, o por el contrario ser desestimadas, luego del análisis de costos y la justificación, la optimización y la limitación de dosis, aplicadas a cada práctica desde el criterio de la protección radiológica y la seguridad nuclear, por ejemplo.

2.6.1 Caracterización

La clasificación más corriente es la que se realiza desde la perspectiva de su futura disposición final: se caracteriza a los residuos radiactivos en función de sus propiedades físicas, mecánicas, químicas, radiológicas y biológicas; la información relevada sirve, entre otros fines, para el control de procesos, dependiendo de las etapas sucesivas de la gestión (OIEA, 2010). La caracterización podría realizarse para proporcionar información sobre el decaimiento y la corriente de origen del residuo, identificar radionucleidos presentes, asegurar el cumplimiento de los criterios de aceptación previstos para los residuos y contribuir en la definición del almacenamiento definitivo.

2.6.2 Tratamiento y acondicionamiento – Blindaje y encapsulamiento

Las actividades comprendidas entre la generación de desechos radiactivos y su disposición final, incluido su procesamiento, tratamiento y acondicionamiento, han de considerarse como parte de una entidad mayor y los elementos de gestión de cada etapa deben seleccionarse de modo que sean compatibles con los demás mediante requisitos y enfoques gubernamentales y reglamentarios, ya que existen relaciones entre las medidas de gestión previa a la disposición final y las operaciones en que se generan los desechos o los materiales radiactivos. También es necesario que las personas encargadas de cada etapa particular reconozcan debidamente estas interacciones y relaciones para la seguridad y la eficacia de la gestión y así considerarlas de manera integrada (OIEA, 2010).

Blindaje y encapsulamiento: la etapa de diseño y de colocación del combustible dentro del blindaje o encapsulamiento, que se empleará para el transporte de los combustibles gastados, y la etapa de diseño del blindaje que se utilizará para la disposición final de los combustibles dentro del repositorio deberán ser consideradas como etapas previas. El diseño estará sujeto a las dimensiones, los materiales utilizados en la fabricación de los combustibles gastados, la interacción entre los materiales y la formación geológica seleccionada para la construcción del repositorio y las barreras múltiples. A ello se suma el análisis de la justificación de seguridad y radioprotección y el análisis de costos en función de beneficios.

2.6.3 Transporte

Es posible que la gestión previa a la disposición final comprenda el transporte de elementos combustibles desde un explotador a otro, o incluso que los combustibles gastados sean procesados en otro estado o provincia. En tales situaciones, la continuidad de la responsabilidad por la seguridad es necesaria hasta el final del proceso, según establece el artículo 27.1 de la Convención conjunta sobre seguridad de los combustibles gastados y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. En el caso de la transferencia de desechos radiactivos más allá de las fronteras nacionales, la responsabilidad aplica a las partes contratantes y el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo se considera una buena práctica (OIEA, 2010).

Tomando en cuenta lo expuesto en este capítulo: el tipo de combustible, el proceso de recambio, la antigüedad y la capacidad de almacenamiento interino, el tipo y las características de la instalación nuclear y el tiempo estimado para la disposición final de los combustibles, la gestión de la disposición final de los combustibles gastados de CNA-I sin reprocesar en un repositorio geológico profundo será considerada como modelo del problema a ser resuelto.

Se detallan en el diagrama de la Figura 7 las etapas previas a la disposición final que se realizan actualmente (bloque azul), las planificadas (bloque blanco) y las de realización potencial (bloque celeste).

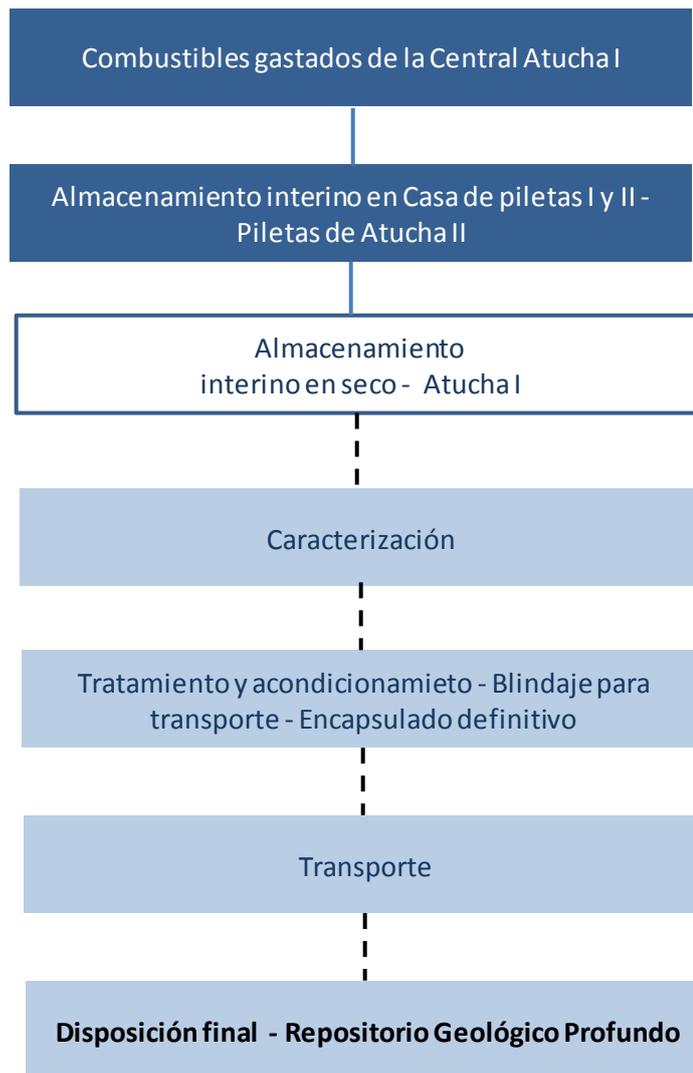


Figura 7. Etapas que recorre el combustible gastado hasta su disposición final. En bloques color azul: etapas que se llevan a cabo actualmente; en color blanco: etapas potenciales.

2.7 Disposición final – Repositorio geológico profundo

2.7.1 Períodos de vida de la instalación

Dentro del repositorio geológico profundo se desarrollarán distintas actividades, tareas y operaciones, que pueden agruparse de acuerdo con las etapas o periodos de la vida de la instalación (ver Figura 8). A continuación, se efectúa una breve descripción de las tareas y los periodos:

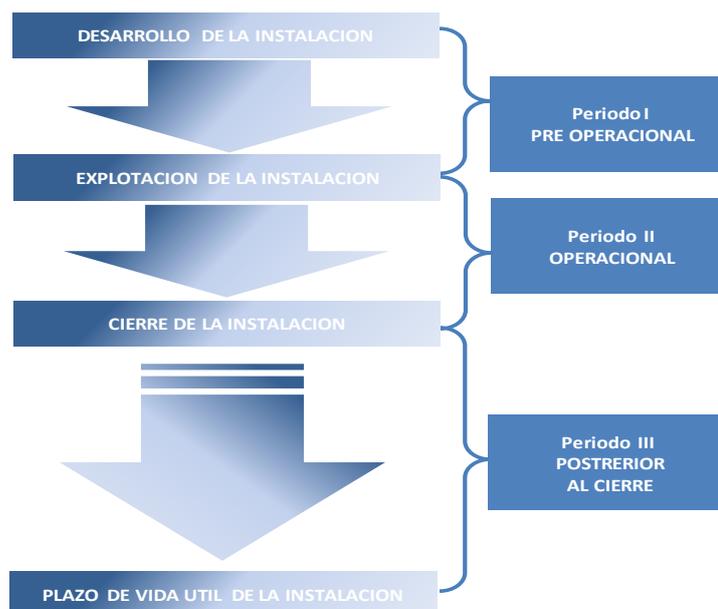


Figura 8. Detalle de las etapas de la vida útil de un repositorio

2.7.1.1 Período preoperacional

En este periodo se realizarían actividades relativas a la puesta en marcha, ingreso y tránsito de personas, ingreso de equipos y de distintos materiales para la operación de la instalación.

2.7.1.2 Período operacional

En este periodo se realizarían la recepción, las actividades y las etapas del acondicionamiento de los combustibles ingresados, los controles de calidad, de proceso, etc. que conllevan el movimiento y la manipulación por distintos sectores del repositorio. Una vez ubicado cada combustible en su posición definitiva dentro de los túneles y las galerías del repositorio, se efectuarán además actividades relacionadas con el control de las condiciones de almacenamiento, el mantenimiento y los planes de contingencia ante la eventualidad de reubicar algún elemento.

2.7.1.3 Período post cierre

En esta instancia se realizarán actividades de monitoreo y supervisión de las condiciones de almacenamiento, seguridad y mantenimiento. No se registrarán ingreso de personas, equipos o combustibles al repositorio. Más adelante, en la sección 7.6 Organigrama y mapa de procesos y 7.7 Diseño de los documentos, en las Figuras 20 a 23 se esquematizará la relación entre los periodos de

vida del repositorio, la etapa de construcción (proyecto de obra) y las pruebas o maniobras requeridas para la obtención de la licencia de operación del repositorio.

2.7.2 Áreas involucradas y detalle de actividades

Otra forma de clasificar las actividades, tareas y operaciones desarrolladas para la disposición final de los residuos radiactivos dentro del repositorio, es la relación y la correspondencia que guardan con áreas funcionales y sectores definidos dentro de la estructura de la organización. A cada área involucrada le corresponden tareas y actividades específicas. Para aquellas tareas puramente operativas es necesario que se establezca el área o sector responsable, físicamente dentro del repositorio. En cambio, para las tareas de servicio o soporte, las áreas o sectores responsables pueden compartirse con otros procesos y pueden estar ubicadas en el laboratorio subterráneo, por ejemplo, o bien en otra instalación remota que no sea el repositorio geológico profundo. A continuación, se detallan brevemente las áreas involucradas.

2.7.2.1 Áreas fuera del repositorio geológico profundo

Proyectos e Ingeniería: en esta área estarán agrupados los proyectos destinados al diseño y la obra para cumplir con los requisitos específicos de equipos de medición y de operación, al igual que el herramental necesario en cada operación. Se incluye también el diseño y la construcción de las condiciones y los requisitos de seguridad, la instalación de sistemas de filtros de aire, la construcción e instalación de las medidas de seguridad dentro de lugares con acceso restringido, el acondicionamiento y el blindaje específicos de la instalación, incluso de sectores donde no se permitirá el acceso del personal salvo excepciones de mantenimiento.

Investigación y Desarrollo: dentro de esta área estarán agrupados aquellos proyectos de investigación, análisis y estudio para la selección de los materiales y la formulación del medio que inmovilizará a los residuos radiactivos; también la elección del material empleado para su blindaje y el análisis y estudio de la interacción entre materiales: de cada elemento combustible, del blindaje, del medio utilizado como barrera y del material que formará la estructura capaz de contener a los combustibles nucleares gastados junto a su blindaje o cápsula blindante.

También dentro de esta área se diseñarán los ensayos y las pruebas destinadas al control, la verificación y la validación, el comportamiento y la vida útil de los materiales, de las materias

primas entrantes (elementos combustibles gastados) y las pruebas necesarias para evaluar toda interacción entre estos materiales.

El sector de Investigación y Desarrollo tendrá participación en el diseño de los controles de procesos, mediante el análisis y la investigación que sean necesarios para determinar pruebas, ensayos y controles adecuados en cada etapa de cada proceso que se ejecute dentro del repositorio.

Control de la calidad: dentro del área estarán agrupados aquellos controles, ensayos, pruebas y determinaciones de carácter químico, físico y nuclear que se hayan diseñado en conjunto con los sectores de Investigación y Desarrollo, Operaciones y Control de Procesos para medir y controlar el comportamiento, la vida útil y la calidad, de las materias primas y materiales varios.

Inventarios radiológicos: será mandatorio llevar un inventario radiológico, registrando las características del material radiológico, entre otras que pueden tomarse al momento de la recepción o de registros de trazabilidad y ubicación de cada elemento combustible, para la confección de un informe periódico a la Convención Conjunta (Ley 25279, 2000) si el área de Gestión Integral lo emitiera, o si fuera necesario enviar esa información a otra autoridad pertinente.

2.7.2.2 Áreas dentro del repositorio

Medio ambiente: dentro de esta área se contemplarán las actividades de control de procesos y de aquellos parámetros que puedan ser monitoreados, para asegurar que se mantienen las condiciones ambientales del ecosistema que se tenía antes de la construcción y la operación del repositorio.

También se incluirán en esta área las actividades de evaluación, análisis y monitoreo ambiental requeridas de forma previa a la construcción de la instalación y para la puesta en marcha.

Gestión Integral- comprenderá a todos los sistemas de gestión que integran el Sistema de Gestión Integrado (SGI): estas áreas estarán comprendidas dentro de un mismo sistema, que se relacionaría con el área que podría denominarse (por ejemplo) Gestión integral, donde se

organizarían las actividades y las tareas para realizar la gestión de cada uno de los sistemas de gestión. Esto incluye a todos los requisitos el sistema de gestión integrado (SGI) y también a los requisitos establecidos por la Autoridad Regulatoria Nuclear y también a los requisitos legales, relativos a la jurisprudencia de la provincia y municipio, según el lugar donde el repositorio haya sido construido.

Operaciones: en esta área se vinculan las tareas asociadas a la operación de puesta en marcha del repositorio, donde una de las actividades relevantes será el tránsito de personas, de equipos y de distintos materiales para la operación de la instalación.

Luego podrían agregarse (en una segunda etapa) tareas importantes como la recepción, las actividades y las etapas del acondicionamiento de los combustibles ingresados y los controles de calidad y de proceso, entre otros, que conllevan el movimiento y la manipulación de los combustibles gastados por distintos sectores del repositorio.

Finalmente, una tercera etapa estará relacionada con la ubicación o posicionamiento dado a cada combustible dentro del repositorio y con todas aquellas tareas vinculadas al control de las condiciones de almacenamiento, el mantenimiento y los planes de contingencia ante la eventualidad de reubicar algún elemento (OIEA, 2012).

Dentro de esta área también estará contemplado el Control de Procesos, tomando como tareas básicas la identificación de parámetros, la medición, el control y el posterior análisis de los resultados obtenidos para todas y cada una de las operaciones realizadas en el repositorio, o al menos en aquellos puntos de cada proceso donde una o más áreas involucradas (o áreas de impacto) hayan sido definidas como críticas para la operación del repositorio.

Planificación: la planificación inicial, como la etapa donde se debería definir y esquematizar la secuencia de inauguración o apertura de túneles, recintos y galerías para dar paso a la construcción de las galerías y túneles, dicha planificación puede comenzar durante la etapa de diseño del repositorio. Las actividades y las tareas necesarias para el diseño, en función de las dimensiones y las características específicas de los combustibles gastados y referentes al orden en que deseen disponerse dentro de la instalación (estarían en esta área: planificación del período preoperacional del repositorio).

Durante la explotación del repositorio, serán necesarios la planificación del ingreso de los combustibles y del llenado y posterior sellado, de cada recinto, túnel y galería. Esto da origen a las actividades y tareas asociadas a la organización y la selección de la ubicación de cada combustible, la identificación y el registro de la ubicación de cada elemento, así como el movimiento y la manipulación dentro de la instalación, que se agruparán dentro de esta área.

Por último, durante el período post operacional del repositorio, se realizarán las tareas y las actividades planificadas para llevar a cabo el sellado de cada recinto, túnel y galería.

2.7.3 Recuperabilidad

La recuperabilidad contempla la posibilidad de retirar algún combustible gastado que fue dispuesto dentro del repositorio, mediante ciertas consideraciones en el diseño de los túneles y las galerías de la instalación y a través de operaciones especiales, como por ejemplo dejando abierto algún acceso subterráneo durante cierto tiempo y sistemas de emplazamiento y recuperación en el lugar hasta última etapa (Pahissa, 2007).

Suponer que pueden planificarse (en la etapa de diseño de la instalación): la apertura, el llenado, el sellado y el cierre o clausura de una galería del repositorio, incluyendo los recintos y túneles que la componen. Lo que permitiría simplificar el proceso de llenado y será tomado como consideración en el presente trabajo, que el repositorio se llenará de manera gradual, organizada y en plazos de llenado relativamente más cortos, comparados con el tiempo que tomaría llenarlo por completo (se estiman 100 años para el llenado total). Esta suposición descansa en el concepto de no recuperar los combustibles gastados una vez emplazados dentro de una galería del repositorio que se haya sellado y cerrado.

2.8 Elección del combustible gastado modelo a gestionar

Considerando que debería gestionarse prioritariamente los combustibles gastados teniendo en cuenta el tiempo o la antigüedad de los mismos, sería necesario gestionar primero los combustibles de la CNA-I, luego los de la CNE, y por último los combustibles gastados de la CNA-II, para continuar con los de las futuras centrales nucleares a ser construidas en el futuro.

3. Fundamentos teóricos

3.1 Antecedentes

Más allá de la generación de energía eléctrica a partir de reactores nucleares de fisión, se exploran en el presente otras alternativas, entre las que se encuentran los estudios realizados para suministrar energía a partir de la fusión nuclear, que constituye el gran desafío de la ingeniería del siglo XXI. A título de ejemplo, pueden mencionarse los trabajos de construcción que avanzan en torno al reactor termonuclear por fusión experimental de carácter internacional, proyecto ITER (IAEA, 2016).

Actualmente, el papel de la energía nuclear contribuye directamente a los objetivos de desarrollo sustentable de las Naciones Unidas, enfocado en gran parte en la reducción de la emisión de gases del efecto invernadero, y la considerable contribución que se podría hacer por este medio a la mitigación del cambio climático, evitando la emisión de casi 2 000 millones de toneladas de dióxido de carbono al año (IAEA, 2016).

El uso de energía nuclear para aplicaciones no eléctricas, como la desalinización de agua de mar, la producción de hidrógeno, la calefacción urbana, la recuperación del petróleo terciario y otras aplicaciones industriales es de interés general para varios estados miembros (IAEA, 2016).

3.2 2016 - Estado de la generación de nucleoelectricidad

3.2.1 Instalaciones en operación

Treinta países utilizan actualmente energía nucleoelectrica y aproximadamente el mismo número está considerando su utilización, planificando o trabajando activamente para incluir programas que integran la opción nuclear en su matriz de generación de energía. De los 30 países con centrales en operación, 13 están construyendo actualmente nuevas plantas y 12 están planeando o completando proyectos suspendidos de construcción de nuevas instalaciones (Tabla 1).

Las proyecciones 2015 del Organismo Internacional de Energía Atómica para el año 2030 muestran que la capacidad nuclear crecerá alrededor de 2%, en el escenario más pesimista, y de 70%, en un escenario optimista. Con 441 reactores operando a finales de 2015, la energía nuclear tenía una capacidad de generación global de 382,9 GW (e)¹. Diez reactores fueron conectados a la red (el número

¹ GW(e): gigawatt eléctrico; equivale a mil millones de watts (W) de energía eléctrica

más alto desde 1990), mientras que ocho comenzaron a construirse. A la vez, 5 reactores fueron retirados de servicio (IAEA, 2016).

Tabla 1. Reactores nucleares en operación y en construcción al 31 diciembre de 2016 (IAEA, 2017).

Países	Reactores en operación		Reactores en construcción		Energía nuclear suministrada durante 2016		Experiencia total en operación, durante 2016	
	Número de unidades	Total MW (e)	Número de unidades	Total MW (e)	TW h	% del total	Años	Meses
ARGENTINA	3	1632	1	25	7.7	5.6	79	2
ARMENIA	1	375			2.2	31.4	42	8
BIELORUSIA			2	2218				
BELGICA	7	5913			41.4	51.7	282	7
BRASIL	2	1884	1	1245	15.0	2.9	51	3
BULGARIA	2	1926			15.1	35.0	161	3
CANADA	19	13554			95.7	15.6	712	6
CHINA	36	31384	21	21622	197.8	3.6	243	2
REPUBLICA CHECA	6	3930			22.7	29.4	152	10
FINLANDIA	4	2764	1	1600	22.3	33.7	151	4
FRANCIA	58	63130	1	1630	386.5	72.3	2106	4
ALEMANIA	8	10799			80.1	13.1	824	7
HUNGRIA	4	1889			15.2	51.3	126	2
INDIA	22	6240	5	2990	35.0	3.4	460	11
REP. ISLAMICA DE IRAN	1	915			5.9	2.1	5	4
JAPON	42	39752	2	2653	17.5	2.2	1781	5
REPUBLICA DE COREA	25	23077	3	4020	154.3	30.3	498	11
MEXICO	2	1552			10.3	6.2	49	11
HOLANDA	1	482			3.7	3.4	72	0
PAKISTAN	4	1005	3	2343	5.4	4.4	67	11
RUMANIA	2	1300			10.4	17.1	29	11
FEDERACION RUSA	35	26111	7	5520	184.1	17.1	1226	9
ESLOVAQUIA	4	1814	2	880	13.7	54.1	160	7
ESLOVENIA	1	688			5.4	35.2	35	3
SUD AFRICA	2	1860			15.2	6.6	64	3
ESPAÑA	7	7121			56.1	21.4	322	1
SUECIA	10	9740			60.6	40.0	442	6
SUIZA	5	3333			20.3	34.4	209	11
UCRANIA	15	13107	2	2070	76.1	52.3	473	66
EMIRATOS ARABES UNIDOS			4	5380				
REINO UNIDO	15	8918			65.1	20.4	1574	7
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	99	99869	4	4468	804.9	19.7	4210	9
TOTAL	448	391116	61	61264	2476.2		16982	5

3.2.2 Países con su área nuclear en expansión

El reactor nuclear de potencia europeo, de agua a presión, Flamanville-3 (Francia) está en construcción; su terminación y posterior conexión a la red eléctrica están previstas para fines de 2018.

Atendiendo a una solicitud de la Autoridad de Seguridad Nuclear de Francia, se están efectuando pruebas para confirmar que las características metalúrgicas y mecánicas de la tapa y el fondo del recipiente de presión cumplen los requisitos pertinentes (IAEA, 2016).

Nucleoeléctrica Argentina (NA-SA) y la Corporación Nuclear Nacional de China (CNNC) han concluido sus negociaciones sobre los contratos técnicos y comerciales para la construcción del 4^a reactor de la Argentina, CNA-III² (Atucha III) tipo CANDU con combustible de uranio levemente enriquecido, que demorará 8 años hasta finalizar su puesta en marcha. Según un acuerdo entre estas dos organizaciones, también está prevista la construcción de un reactor de agua a presión de diseño chino, Hualong-One, con combustible de uranio enriquecido, como 5^a unidad de la Argentina (IAEA, 2016).

En Finlandia, Fennovoima presentó al Ministerio de Empleo y Economía una solicitud de licencia de construcción para su proyecto Hanhikivi. Se prevé que la tramitación de dicha solicitud tarde al menos dos años. Fennovoima aspira a comenzar la construcción, en 2018, de la central basada en un reactor de potencia refrigerado y moderado por agua de 1 200 MW(e)³ de diseño ruso y que su explotación comience en 2024 (IAEA, 2016).

3.2.3 Fabricación de combustible

La demanda anual del 2016 de servicios de fabricación de combustibles para reactores de agua ligera se mantuvo en unas 7 000 toneladas de uranio enriquecido y se prevé que en el corto plazo aumente aproximadamente a 8 000 toneladas de uranio anuales (IAEA, 2016).

Las necesidades de los reactores de agua pesada a presión ascendieron a 3 000 toneladas de uranio anuales. Actualmente existen varios competidores por el suministro para la mayoría de los distintos tipos de combustibles. La capacidad mundial total de fabricación de combustibles nucleares se mantiene en unas 13 500 toneladas anuales de uranio enriquecido, para los reactores de agua liviana, y en unas 4 000 toneladas anuales de uranio natural para los reactores de agua pesada a presión (IAEA, 2016).

Actualmente se fabrica combustible a partir de uranio enriquecido en Alemania, Brasil, China, España, Estados Unidos de América, Rusia, Francia, India, Japón, Reino Unido, Corea y Suecia. En el

² Perimida al momento de la publicación de esta tesis

³ MW(e): megavatios eléctricos, equivale a un millón de watts (W) de energía eléctrica

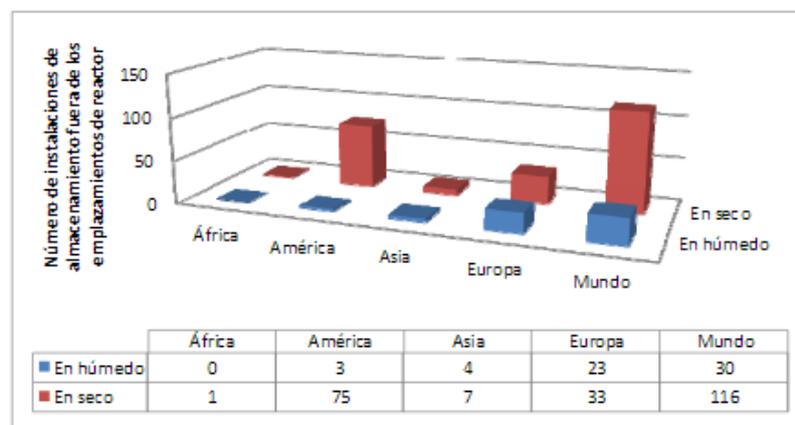
caso de los combustibles de uranio natural, se realiza el proceso de purificación y conversión en dióxido de uranio en Argentina, Canadá, China, India y Rumania (IAEA, 2016).

3.2.4 Almacenamiento interino

El combustible gastado procedente de los reactores nucleares que se encuentra almacenado ascendió a 266 000 thM⁴ y se acumula a una tasa de alrededor de 7 000 thM / año. Aunque la mayor parte del combustible se almacena en medio húmedo: piletas de decaimiento, en los lugares de localización de los reactores, existen 147 instalaciones de almacenamiento de combustible gastado fuera de los emplazamientos en 27 países (Tabla 2).

Canadá y Estados Unidos (EEUU) tienen los mayores inventarios de combustible gastado en sistemas en seco, en los que almacenan más de una tercera parte de sus inventarios nacionales. Alemania tiene cargados más de 1 000 cofres metálicos de almacenamiento en seco de doble uso y se prevé que la totalidad de su inventario de combustible gastado estará almacenado en seco a fines de 2022 (IAEA, 2016).

Tabla 2. Distribución mundial de instalaciones de almacenamiento de combustible gastado fuera de los emplazamientos del reactor (IAEA, 2016).



Actualmente 12 países están planificando, construyendo o poniendo en servicio instalaciones de almacenamiento en seco. Los proyectos más importantes están en España, Rusia, Japón y Ucrania. En Zheleznogorsk, Rusia, se ha completado recientemente la instalación de almacenamiento en seco de mayor capacidad del mundo, con la adición en 2012 de dos nuevos edificios de cámaras de

⁴ thM: toneladas de metal pesado. thM/año: toneladas de metal pesado por año.

almacenamiento. Está previsto que las nuevas cámaras reciban combustibles gastados a partir de 2016 (IAEA, 2016).

3.2.5 Reprocesamiento

El panorama global del reprocesamiento de combustible gastado de reactores comerciales no ha cambiado desde 2015. Al 2016, se llevaba a cabo en 10 instalaciones ubicadas en China, Rusia, Francia, India y el Reino Unido (IAEA, 2016).

Francia y el Reino Unido tienen la mayor capacidad desplegada y reprocesan aproximadamente 1 000 thM (ver Glosario). Francia y Rusia ofrecen servicios de reprocesamiento a clientes de otros países. La instalación Mayak (Rusia) incrementó su capacidad anual de procesamiento a 200 thM anuales y ensayó algunas tecnologías de reprocesamiento de combustibles no convencionales, como las de berilio y uranio (IAEA, 2016).

India tiene tres instalaciones para el reprocesamiento de combustibles de reactores de potencia y una instalación piloto de 60 thM anuales para el reprocesamiento de combustible de óxido de torio (IAEA, 2016).

China cuenta con una planta de reprocesamiento piloto con capacidad de reprocesar hasta 50 toneladas de metal pesado por año. En noviembre, la Corporación Nuclear de la Nación de China (CNNC) y el conglomerado multinacional francés líder en el sector nuclear, AREVA (ver Glosario) firmaron un acuerdo para construir una planta de reprocesamiento y reciclado de 800 thM por año. El inicio de la construcción está previsto en 2020 y su finalización en 2030. El emplazamiento también contendrá una instalación de almacenamiento de combustible gastado, con una capacidad de 3 000 thM (IAEA, 2016).

Actualmente, en Japón no hay plantas de reprocesamiento comerciales; no obstante, existe una planta de reprocesamiento 800 thM anuales en la fase de puesta en servicio activa y de examen de la seguridad. Su funcionamiento estaba previsto para marzo de 2016 (IAEA, 2016).

3.3 Gestión de combustibles gastados en el mundo

Describir la gestión de los combustibles gastados en detalle, implicaría considerar al menos aquellos países que contemplen su disposición final en un repositorio geológico profundo, así como realizar el análisis y el estudio de aspectos que van desde lo técnico a lo social y político, pasando por las líneas de investigación y desarrollo, aprendizaje adquirido y gestión del conocimiento, entre otras. Dicho análisis excedería el alcance del este trabajo.

En cambio, podemos enfocarnos en identificar cuáles serían los objetivos a cumplir en nuestro país, como punto de partida en materia de gestión de los combustibles gastados. Luego, se podrían analizar aquellos países que compartan estos objetivos y que aborden la gestión (ver Tablas 3 y 4), compartiendo también las consideraciones realizadas en el planteo del problema del presente trabajo.

Resulta oportuno recordar que en nuestro país la gestión de los residuos radiactivos tiene como objetivo general garantizar la protección radiológica de los seres vivos y del medio ambiente. Engloba todas las tareas y actividades que involucran manejo, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y eliminación de los residuos radiactivos (ARN, 2013).

Los objetivos particulares de la gestión son:

- Aislar los residuos radiactivos en sistemas específicamente licenciados para esa finalidad (*repositorios*) y adecuados a *cada tipo de residuo, durante períodos apropiados*, sin transmitir a generaciones futuras la responsabilidad de mantener la integridad de ese sistema, ni imponerle condicionamientos significativos debido a la existencia del repositorio.
- Garantizar la seguridad del repositorio durante el periodo posterior a su cierre definitivo, de forma tal que no dependa de la vigilancia radiológica la vigilancia física activa, ni de otros controles institucionales o medidas.
- Asegurar el *grado de aislamiento de los residuos radiactivos*, de forma tal que no existan riesgos futuros previsibles para la salud humana, ni efectos sobre el medio ambiente que no sean aceptables (ARN, 2013).

Con relación al tipo de repositorio, grado de aislamiento, tipo de residuo y periodo de aislamiento y almacenamiento, podríamos observar y analizar entre los países que contemplan las

mismas consideraciones del presente trabajo, cuál fue su elección, su política elegida para la gestión y el avance en la planificación de la gestión de sus residuos radiactivos (ver Tabla 4).

3.3.1.1 Según la clasificación de repositorios

De acuerdo con las características radiológicas, químicas y físicas de los residuos radiactivos y siguiendo la clasificación establecida según su actividad, existen distintos tipos de instalaciones, repositorios, para su almacenamiento. En la Tabla 3 se describe el tipo de repositorio, la clasificación de los residuos radiactivos y los países que han seleccionado dicha opción para la gestión y el almacenamiento de sus residuos radiactivos.

Tabla 3. Tipos de repositorios que han sido seleccionados en el mundo. (IAEA, 2015)

Tipo de Repositorio	Clasificación de RR	Países
Trincheras (Trench Disposal)	Residuos de muy bajo nivel (VLLW)	Francia
		España
		Suecia
	Residuos de bajo nivel (LLW)	Argentina
		India
		Sud África
		Estados Unidos
Cercano a la superficie (Near Surface)	Residuos de bajo nivel (LLW)	China
		Republica Checa
		Francia
		India
		Japón
		Polonia
		Eslovaquia
		Inglaterra
Subterráneos (Sub-surface)	Residuos de nivel intermedio (LILW)	España
		Finlandia
Pozo de perforación (Borehole)	Residuos de bajo nivel (LLW)	Suecia
Depositos geológicos (Geological facilities)	Residuos de nivel intermedio (LILW)	Estados Unidos
	Residuos de nivel intermedio y bajo (ILW/LLW)	Hungría
Repositorio geológico profundo (Deep geological disposal facilities)	Residuos de alto nivel (HLW)	Estados Unidos
		Canadá**
		Finlandia*
		Francia
		Suecia

*en trámite de la licencia /**en desarrollo

En la primera columna de la Tabla 3 se describen opciones de instalaciones para la disposición de los residuos radiactivos. Los tiempos requeridos para el aislamiento de residuos radiactivos definen las necesidades que deben cubrir los sistemas destinados para tal fin.

En la segunda columna se detalla la clasificación de los residuos radiactivos para cada opción de disposición final, que según la clasificación de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA, 2015) corresponde a la siguiente descripción (1 al 6) y se esquematiza en la Figura 9.

1) **Desechos exentos (EW):** los desechos exentos contienen concentraciones de radionucleidos muy pequeñas que no requieren disposiciones en materia de protección radiológica (OIEA, 2015).

2) **Desechos de periodo (vida) muy corto (VSLW):** los desechos que contienen radionucleidos de vida muy corta, pueden almacenarse hasta que la actividad disminuya por debajo de los niveles de dispensa y gestionarse como residuos convencionales. Esta clase incluye residuos que provienen de aplicaciones industriales y médicas (OIEA, 2015).

3) **Desechos de actividad muy baja (VLLW):** los desechos provenientes de la explotación y la clausura de instalaciones nucleares, son residuos de esta clase porque contienen niveles de actividad ligeramente superior a los niveles de dispensa. La disposición final de estos desechos debe abordarse teniendo en cuenta la protección y la seguridad radiológica, en instalaciones superficiales de tipo vertedero (OIEA, 2015).

4) **Desechos de actividad baja (LLW):** los desechos con un nivel de actividad justo por encima del nivel de dispensa, pueden abarcar una amplia gama de concentraciones de actividad y contener una gran variedad de radionucleidos, para la disposición final existen diversas opciones de diseño de instalaciones cercanas a la superficie. Su gestión requiere el análisis del uso de blindaje, de medidas de contención y aislamiento solidas durante periodos limitados hasta algunos cientos de años (OIEA, 2015).

5) **Desechos de actividad intermedia (ILW):** los desechos que contienen radionucleidos de vida larga en cantidades tales que requieren un grado de contención y aislamiento como el que ofrecen instalaciones de disposición final construidas a una profundidad de algunas decenas a varios cientos de metros. El límite entre la clase LLV y ILV no se puede especificar de forma general con respecto a los niveles de la concentración de la actividad, ya

que los niveles admisibles dependerán de la propia instalación de disposición final y de su evaluación y justificación de seguridad (OIEA, 2015).

6) **Desechos de actividad alta (HLW):** son residuos que contienen concentraciones muy altas de radionucleidos de vida corta y larga, que requieren un mayor grado de contención y aislamiento del medio ambiente para garantizar la seguridad a largo plazo. Esta contención y aislamiento están provistos por la integridad y estabilidad de la disposición final en formaciones geológicas en profundidad con barreras artificiales. Estos residuos generan cantidades considerables de calor producto de la desintegración radiactiva, lo que debe considerarse en el diseño de la instalación. Esta clase de residuos incluye, los combustibles gastados procedentes de un reactor y los desechos acondicionados resultantes del reprocesamiento de combustibles gastados (OIEA, 2015).

Volviendo a la Tabla 3, en la tercera columna se detalla la elección de cada país, que resulta de la combinación del tipo de residuo radiactivo y las distintas opciones de repositorio.

Finalmente, es importante destacar que la opción de un repositorio geológico profundo para almacenar los residuos radiactivos de alto nivel de actividad ha sido la opción seleccionada por Finlandia, Francia y Suecia (última fila en rojo) y que dicha elección se corresponde con las suposiciones establecidas en el planteo del problema del presente trabajo.

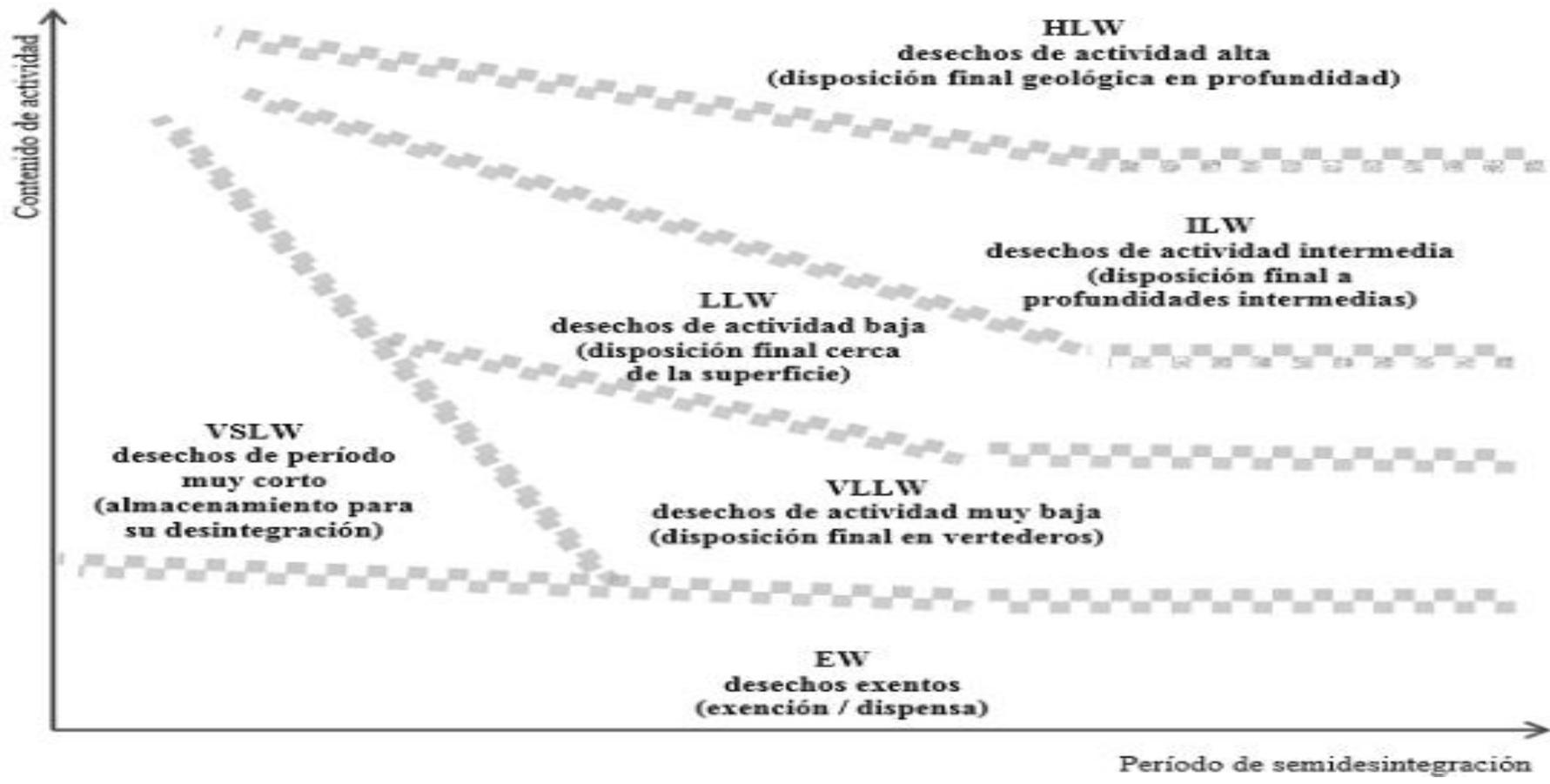


Figura 9. Clasificación de desechos radiactivos, según Contenido de Actividad vs Período de semidesintegración. (OIEA, 2015)

3.3.1.2 Políticas de gestión

Si analizamos la gestión de los residuos radiactivos en el mundo considerando la política que desarrollaron, se pueden distinguir los países que optaron por la disposición final directa de sus residuos radiactivos de alto nivel, como es el caso de Finlandia, Suecia, Canadá y España, Francia, Bélgica, China y Suiza (Tabla 4).

Tabla 4. Política de gestión de combustibles gastados para países con reactores nucleares de potencia (Kim y colaboradores, 2011)

Country	Reactors in operation		Reactors under construction		Nuclear Electricity supplied in 2008		Policy	Facilities and progress towards final repositories
	No. of units	Total MW (e)	No. of units	Total MW (e)	TW-h	% of total		
Belgium	7	5,863	-	-	43.4	53.8	Reprocessing	Central waste storage at Dessel / Underground laboratory established 1984 at Mol / Construction of repository to begin about 2035
Canada	18	12,577	-	-	88.3	14.8	Direct disposal	Nuclear waste management organization set up 2002 / Deep geological repository confirmed as policy, retrievable / Repository site search from 2009, planned for use 2025
China	11	8,438	20	19,920	65.3	2.2	Reprocessing	Central used fuel storage at LanZhou / Repository site selection to be completed by 2020 / Underground research laboratory from 2020, disposal from 2050
Finland	4	2,696	1	1,600	22.1	29.7	Direct disposal	Program start 1983, two used fuel storages in operation / Posiva Oy set up 1995 to implement deep geological disposal / Underground research laboratory Onkalo under construction / Repository planned from this, near Olkiluoto, open in 2020
France	59	63,260	1	1,600	419.8	76.2	Reprocessing	Underground rock laboratories in clay and granite / Parliamentary confirmation in 2006 of deep geological disposal, containers to be retrievable and policy "reversible" / Bure clay deposit is likely repository site to be licensed 2015, operating 2025
Germany	17	20,470	-	-	140.9	28.8	Reprocessing but moving to direct disposal	Repository planning started 1973 / Used fuel storage at Ahaus and Gorleben salt dome / Geological repository may be operational at Gorleben after 2025 /
India	18	3,984	5	2,708	13.2	2.0	Reprocessing	Research on deep geological disposal for HLW
Japan	54	46,823	1	1,325	241.3	24.9	Reprocessing	Underground laboratory at Mizunami in granite since 1996 / High-level waste storage facility at Rokkasho since 1995 / High-level waste storage approved for Mutsu from 2010 / NUMO set up 2000, site selection for deep geological repository under way to 2025, operation from 2035, retrievable
S. Korea	20	17,647	6	6,520	144.3	35.6	Direct disposal	Waste program confirmed 1998 / Central interim storage planned from 2016
Russia	31	21,743	9	6,894	152.1	16.9	Reprocessing	Underground laboratory in granite or gneiss in Krasnoyarsk region from 2015, may evolve into repository / Sites for final repository under investigation on Kola peninsula / Various interim storage facilities in operation
Spain	8	7,450	-	-	56.5	18.3	Direct disposal	ENRESA established 1984, its plan accepted 1999 / Central interim storage probably at Trillo from 2010 / Research on deep geological disposal, decision after 2010
Sweden	10	8,958	-	-	61.3	42.0	Direct disposal	Central used fuel storage facility-CLAB-in operation since 1985 / Underground research laboratory at Aspö for HLW repository / Osthhammar site selected for repository (volunteered location)
Switzerland	5	3,238	-	-	26.3	39.2	Reprocessing	Central interim storage for HLW at Zwiilag since 2001 / Central low&ILW storages operating since 1993 / Underground research laboratory for high-level waste repository at Grimsel since 1983 / Deep repository by 2020, containers to be retrievable
U.K.	19	10,097	-	-	48.2	13.5	Reprocessing	Low-level waste repository in operation since 1959 / HLW from reprocessing is vitrified and stored at Sellafield / Repository location to be on basis of community agreement / New NDA subsidiary to progress geological disposal
U.S.A.	104	100,683	1	1,165	806.7	19.7	Direct disposal but reconsidering	DoE responsible for used fuel from 1998, \$32 billion waste fund / Considerable research and development on repository in welded tuffs at Yucca Mountain, Nevada / 2002 decision that geological repository be at Yucca Mountain was countered politically in 2009

Analizando el detalle de la última columna de la Tabla 4 se observa, independientemente de la política de cada país: el estado y el avance en la planificación de instalaciones de investigación, como laboratorios en profundidad o bien de repositorios. Es interesante destacar que para la mayoría de los países que consideraron la alternativa de un repositorio geológico profundo para gestionar sus residuos radiactivos de alto nivel de actividad, dicha planificación abarcará la franja que va desde el año 2020 al 2035.

3.3.1.3 El avance en planificación

En la Figura 10 se amplía el grado de detalle que conlleva la planificación de un repositorio geológico profundo, según el Programa Mundial sobre Gestión del Combustible Nuclear Gastado de la Organización que gestiona los desechos nucleares de Canadá. Figuran en color azul los países que han decidido la construcción de un repositorio geológico profundo: Brasil, México, Estados Unidos, Italia, Corea, Ucrania y Holanda. Aquellos países que están en el proceso de selección del sitio, como Canadá, Reino Unido, Alemania, Suiza, Republica Checa, Rusia, China, Japón e India aparecen en color rojo. Por último, en color verde, están los países que ya han seleccionado el sitio para el repositorio: son Finlandia, Suecia y Francia (NWMO, 2015).

La información de la Figura 10 destaca a Finlandia, Francia y Suecia como los países que ya tienen seleccionado el sitio para construir un repositorio geológico profundo. La información de las Tablas 3 y 4 reafirma la elección del tipo de repositorio para los residuos radiactivos de alto nivel de actividad y la política que han adoptado para su gestión. Francia optó por el reprocesamiento de sus residuos radiactivos y por esta razón no entraremos en los pormenores de su gestión. En cambio, se describe en detalle la gestión de los residuos radiactivos de alto nivel de actividad de Finlandia y Suecia.

Finlandia y Suecia forman parte de un programa de investigación y desarrollo en mutua cooperación con otros países como Canadá, Corea, Reino Unido, Suiza y Francia. Ambos países tienen similares formaciones geológicas, utilizarán el mismo método desarrollado por Suecia, para la disposición directa de sus combustibles nucleares gastados y para la fabricación de los contenedores y las técnicas de sellado.

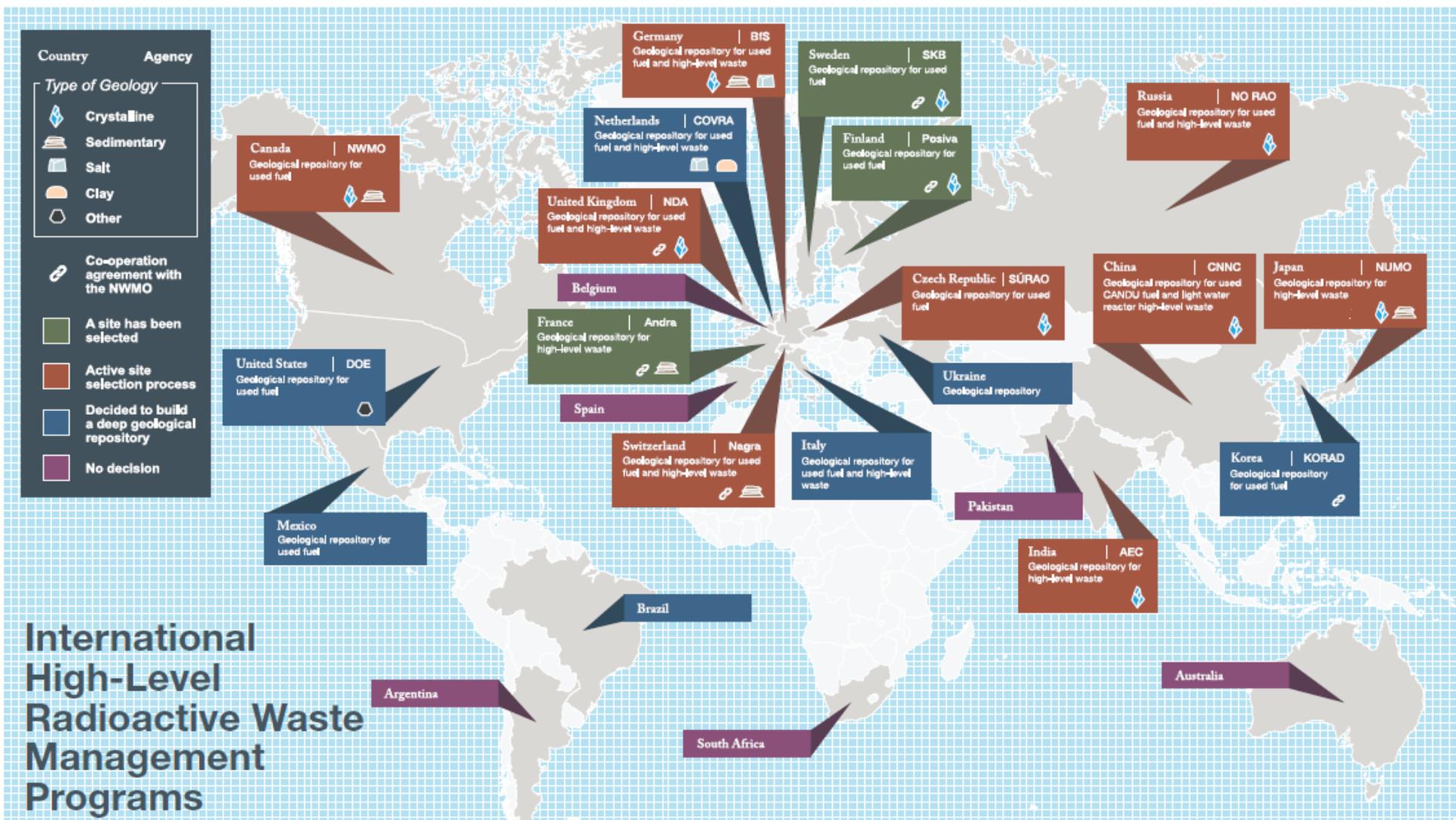


Figura 10. Programa de gestión internacional de desechos de alta actividad. (NWMO, 2015)

3.4 Finlandia

La empresa Posiva Oy, conformada en 1995 por de la unión de dos empresas: Teollisuuden Voima y Fortum Power & Heat, está a cargo de la gestión de las centrales nucleares. Posiva Oy es responsable de la gestión del combustible nuclear gastado de Finlandia. Actualmente Finlandia se encuentra en la etapa de construcción de un repositorio geológico profundo, cuyo planeamiento comenzó en los años ochenta. La caracterización preliminar y los estudios de viabilidad se realizaron en cinco sitios potenciales, entre 1986 y 1992. En 2000, la isla de Olkiluoto en Eurajoki fue seleccionada como el sitio para la disposición final. La solicitud de licencia de construcción para el repositorio se presentó en 2012 y se concedió en 2015.

3.4.1 1983: Programa para la gestión de desechos nucleares

Los preparativos para la disposición final del combustible nuclear gastado en Finlandia comenzaron al mismo tiempo que la puesta en marcha de las primeras centrales nucleares, a finales de la década del setenta. El calendario para la disposición final se fijó en 1983, cuando el Gobierno decidió los objetivos y el programa para la gestión de desechos nucleares.

Por entonces Finlandia contaba con un total de cuatro reactores, dispuestos en las 2 centrales nucleares en Eurajoki y Loviisa. En Eurajoki se construyeron las unidades Olkiluoto 1 y 2, pertenecientes a la empresa Teollisuuden Voima Oy, que tienen una capacidad neta de 860 MW cada una y cuya construcción fuer terminada en 1978 y 1980, respectivamente. En Loviisa se construyeron las unidades Loviisa 1 y 2, pertenecientes a la empresa Fortum Power y Heat Oy; tienen una capacidad neta de 488 MW cada una. La finalización de la construcción se produjo en 1977 y 1980, respectivamente. La 5ª central, Olkiluoto 3 (OL3), aún en construcción, tendrá una vez terminada una capacidad neta de más de 1 600 MW.

Aunque la intención original era disponer el combustible nuclear gastado en el extranjero y de manera irreversible, se consideró la alternativa finlandesa para la disposición final. Teollisuuden Voima realizó algunas investigaciones relacionadas con este proyecto en los años 80 y a principios de los noventa. Pero la empresa (actualmente Fortum) transportó su combustible gastado a Rusia (Unión Soviética en ese momento).

Las investigaciones relacionadas con la disposición final procedieron de la siguiente manera:

- 1983 a 1985: estudio de selección de toda la zona de Finlandia
- 1986 a 1992: investigaciones preliminares sobre el terreno
- 1993 a 2000: investigaciones detalladas del lugar; realización de un procedimiento de evaluación de impacto ambiental para cuatro sitios:
 - a) Romuvaara en Kuhmo,
 - b) Kivetty en Äänekoski,
 - c) Olkiluoto en Eurajoki,
 - d) Hästholmen en Loviisa,

De acuerdo con los estudios y los análisis de seguridad, así como la evaluación del impacto ambiental, todos los sitios investigados habrían sido adecuados para la disposición final del combustible nuclear gastado. El consentimiento local fue más alto en Eurajoki y Loviisa. De estos 2 sitios, la isla de Olkiluoto en Eurajoki tenía un área más grande, reservada para el repositorio. Además, la mayor parte del combustible nuclear gastado ya estaba en la isla. En 2000, ella fue seleccionada como el sitio para la disposición final.

3.4.2 1994: ley de energía nuclear

En medio de las investigaciones para el sitio del emplazamiento, en 1994 entró en vigor la Ley de Energía Nuclear, según la cual todos los residuos nucleares deberían ser tratados, almacenados y eliminados en Finlandia, y no se importarían residuos nucleares de otros países al territorio nacional. ImatranVoima y Teollisuuden Voima, las empresas que gestionaban las centrales hasta ese entonces, se unieron y conformaron la empresa Posiva, con el objetivo de implementar la disposición final del combustible nuclear gastado y la investigación asociada.

Finlandia es desde 1997 un estado miembro del Consejo de la Unión Europea y de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y de Desechos Radiactivos, adoptada bajo la dirección del Organismo Internacional de Energía Atómica.

3.4.3 Conceptos de la decisión de principio

Una decisión de principio adoptada por el Gobierno significa una decisión política sobre algo que está en el interés general de la sociedad. Se presenta una solicitud al Gobierno para el debate sobre la solicitud de decisión de principio; el Ministerio de Empleo y Economía solicita declaraciones del ayuntamiento del municipio donde se ubicaría el proyecto y el de los municipios vecinos.

El Ministerio de Medio Ambiente recibe una evaluación preliminar de seguridad del proyecto de la Autoridad de Radiación y Seguridad Nuclear. La empresa solicitante debe publicar una descripción general del proyecto, el impacto medioambiental esperado y su seguridad, y hacer que la descripción esté disponible al público en general. También se decide adjuntar un informe de Evaluación de Impacto Ambiental a la solicitud de decisión de principio. El Ministerio planea organizar una reunión pública en el municipio en el que se ubique el sitio previsto para la instalación; durante esta reunión el público emitirá su opinión y se informará al Gobierno.

El Gobierno discute la posibilidad de conceder la decisión de principio y remite su decisión al Parlamento, quien puede rechazarla o aceptarla, aunque no está autorizado para revisar el contenido de los informes. Luego de la ratificación del Parlamento, se considera adoptada la decisión de principio y recién ahí la empresa solicitante podrá celebrar contratos de adquisición financieramente significativos relacionados con la construcción de la instalación.

3.4.4 Etapas para la concesión de licencias

Para evaluar la seguridad a largo plazo de la disposición final, se requieren varias etapas de concesión de licencias:

- Decisión de principio
- Licencia de construcción
- Licencia de explotación.

3.4.4.1 1999: solicitud de principio para el lugar del repositorio y el método de disposición final

Posiva presentó una solicitud de decisión de principio del Gobierno en 1999, en la que propuso Olkiluoto en Eurajoki como lugar para el depósito y KBS-3 como el método elegido para ejecutar la disposición final (Ver KBS-3 en la sección 3.5.5.2).

3.4.4.2 2000: decisión de principio para las centrales de Olkiluoto 1 y 2 y Loviisa 1 y 2

Como una misma decisión de principio no puede aplicarse a la disposición de todo el combustible de las centrales nucleares Olkiluoto 1 y 2 y las centrales Loviisa 1 y 2, se hizo necesario que Posiva evaluara los combustibles gastados provenientes de cada una de las ellas por separado y acompañara con documentación específica la solicitud de la decisión de principio en el año 2000. La Autoridad de Radiación y Seguridad Nuclear (STUK) emitió el informe preliminar de evaluación de la seguridad ese mismo año, antes de que el Gobierno tomara la Decisión de Principio favorable sobre la selección de Olkiluoto como sitio de disposición final del combustible gastado.

3.4.4.3 2002: decisión de principio para la central Olkiluoto 3

En 2002 el Gobierno tomó una decisión de principio sobre la disposición final del combustible nuclear gastado de Olkiluoto 3, que se estaba construyendo, en el lecho rocoso de Olkiluoto.

3.4.4.4 2010: Aprobación de la decisión de principio para la central Olkiluoto 4

En 2010 el Gobierno aprobó, y el Parlamento ratificó, una decisión de principio según la cual el combustible gastado producido por la unidad de Olkiluoto 4 sería finalmente almacenado también en Olkiluoto. La solicitud de decisión de principio, presentada por Posiva en 2008, fue acompañada por un Informe de Evaluación de Impacto Ambiental, preparado a finales de los años 90. Una cuenta actualizada de los impactos ambientales de la expansión de la instalación de disposición final, considerando la disposición de los combustibles gastados provenientes de las centrales nucleares Loviisa 1 y 2 y las centrales Olkiluoto 1, 2, 3 y 4. Mientras tanto se gestionaba la solicitud de decisión de principio, relativa al combustible gastado de la unidad Olkiluoto 4 y se estaba procesando la solicitud relativa a la disposición final del combustible gastado de la unidad Loviisa 3. Sin embargo, no se tomó una decisión de principio sobre la construcción de la planta de Loviisa 3, y tampoco decidió acerca de la disposición final de su combustible gastado.

3.4.5 2012: Licencia de Construcción

Posiva presentó al Gobierno, el 28 de diciembre de 2012, la solicitud de Licencia de Construcción para el Depósito Final, que fue concedida en noviembre de 2015.

3.4.6 2016 - Onkalo

La adecuación del lecho de roca de Olkiluoto para la disposición final de los residuos nucleares se ha confirmado con la construcción de la instalación de caracterización subterránea Onkalo (que significa Caverna). Acorde con los requisitos de seguridad a largo plazo, en el caso de seguridad presentado para la licencia ante la Autoridad de Radiación y Seguridad Nuclear para su evaluación se demostró que las dosis anuales de radiación derivadas de los desarrollos probables dentro de los próximos 10 000 años se mantendrían considerablemente por debajo de las dosis máximas permitidas, incluso para las personas con mayor exposición.

El proyecto de la construcción del repositorio geológico profundo implicaría la construcción de un complejo de dos instalaciones nucleares interconectadas, una planta de encapsulación sobre el suelo y un depósito final subterráneo. Incluye instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos nucleares creados durante la operación y el desmantelamiento de la planta de encapsulado. El depósito final se construirá a una profundidad de 400 a 450 metros y consistirá en una red de túneles construidos en etapas y las instalaciones técnicas correspondientes.

La planificación de la construcción del repositorio geológico profundo para disposición final se divide en cuatro fases:

- Fase 1 (2004–2009): focalizada en la excavación del largo túnel de acceso al depósito, en una espiral descendente hasta una profundidad de 420 m.
- Fase 2 (2009–2011): progreso de la excavación del túnel hasta la profundidad final de 520 metros. Las características de la base rocosa fueron estudiadas con el fin de adaptar la ubicación del depósito.
- Fase 3: construcción del depósito, cuyo comienzo está previsto para fines de 2016.
- Fase 4: encapsulación y entierro de las zonas llenas de combustible nuclear. La instalación, según los cálculos, estará operativa para el año 2023 (IAEA, 2016).

Se espera que cuando el repositorio esté operativo sea lo suficientemente grande como para aceptar combustible gastado durante al menos 100 años, es decir hasta 2120 (Mari Lahti, Veli-Matti Ämmälä, 2014).

3.4.7 2020 -Planificación para solicitar la licencia de operación

El funcionamiento de una instalación nuclear requiere una licencia de explotación expedida por el Gobierno; de acuerdo con los cronogramas actuales, Posiva solicitará la licencia de operación en 2020.

En Finlandia, la licencia de explotación de una central nuclear sólo se concede por un plazo fijo. Al considerar su duración se presta especial atención a las precauciones de seguridad y a la duración estimada de las operaciones. La Autoridad de Radiación y Seguridad Nuclear puede interrumpir el funcionamiento de una instalación, si es necesario, para garantizar la seguridad. Además de los procedimientos y los permisos para obtención de las licencias, se requieren otras licencias, tales como:

1) Licencia de construcción de la infraestructura necesaria para la disposición final: requiere la aprobación de las autoridades municipales y la ordenación del territorio del municipio de Eurajoki, así como el plan regional, el plan maestro y el edificio o plan de la ciudad.

2) Permiso ambiental, programas y planes ambientales para el proyecto. También deben considerarse los programas nacionales de conservación relacionados con la conservación de la naturaleza, los paisajes y los entornos culturales (como Natura 2000) y las decisiones del Gobierno.

3) El transporte de cualquier sustancia radiactiva requiere una licencia de la Autoridad de Radiación y Seguridad Nuclear. La construcción de líneas eléctricas requiere licencias bajo la Ley de Redención y, posiblemente, la Ley del Mercado Eléctrico. La construcción de vías públicas precisa una decisión de validación bajo la Ley de Carreteras.

3.4.7.1 Transporte

El combustible nuclear gastado se dispondrá primeramente en instalaciones de almacenamiento provisional en la planta de Fortum en Loviisa y en la fábrica de TVO en Eurajoki. Luego será transportado a la planta de encapsulado en barricas especiales, específicamente diseñadas para evitar cualquier daño que se produzca durante la transferencia, así como también proporcionar protección contra la radiación, cumpliendo las exigencias de la Autoridad de Radiación y Seguridad Nuclear y las de transporte regulado por los reglamentos y acuerdos nacionales e internacionales, como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Puesto que Olkiluoto ha sido seleccionado como el sitio de disposición final, no hay necesidad de transporte de larga distancia, excepto de Hästholmen en Loviisa. El transporte del combustible gastado de Loviisa a Olkiluoto se planificará como transporte por carretera, pero también se han examinado los métodos de transporte opcionales para el transporte ferroviario y marítimo y una combinación de estos tres.

Existe una gran experiencia en la seguridad del transporte de combustible nuclear gastado, Finlandia ha transportado de las centrales eléctricas a las instalaciones de almacenamiento provisional durante el período de 1981 a 1996, y también lo ha exportado desde Loviisa a Rusia.

3.4.7.2 Ciclo de combustible y almacenamiento provisional en las centrales

El elemento combustible de las unidades Olkiluoto 1 y 2 contiene aproximadamente 180 kg de uranio y se utiliza en el reactor unos 4 años, hasta que se reemplaza por combustible nuevo, implicando un recambio de 100 elementos por año.

El elemento combustible de las unidades Loviisa 1 y 2 contiene unos 120 kg de uranio y permanece en el reactor unos 3 años, hasta que es reemplazado por combustible nuevo, representando unos 120 elementos de recambio por año.

Una vez extraídos del reactor, los elementos combustibles se enfrían primeramente en las cubetas de agua dentro del mismo edificio. Transcurridos algunos años, se transfieren a un depósito provisional de combustible nuclear gastado, situado en el emplazamiento de la central eléctrica a la que pertenecen, donde estarán sumergidos en agua durante decenas de años, para esperar a su disposición final.

El repositorio de residuos (depósitos RW) de reactores en Olkiluoto fue puesto en servicio en 1992 y el de Loviisa en 1997; los depósitos han sido excavados a una profundidad de 60 a 100 m dentro del lecho rocoso. Los residuos son transferidos al depósito a través de un túnel con un vehículo especial; cuando el repositorio ya no se utilice, todas las conexiones quedarán cerradas.

Entre los residuos radiactivos a gestionar también se consideran los elementos estructurales de las centrales, como el recipiente de presión del reactor y otros productos del desmantelamiento. En ambos casos, Olkiluoto y Loviisa, el desmantelamiento ha sido planeado para tener lugar 30 años después de cerrar las unidades de la planta de energía correspondiente.

La Figura 11 muestra el esquema del almacenamiento provisional de los combustibles gastados

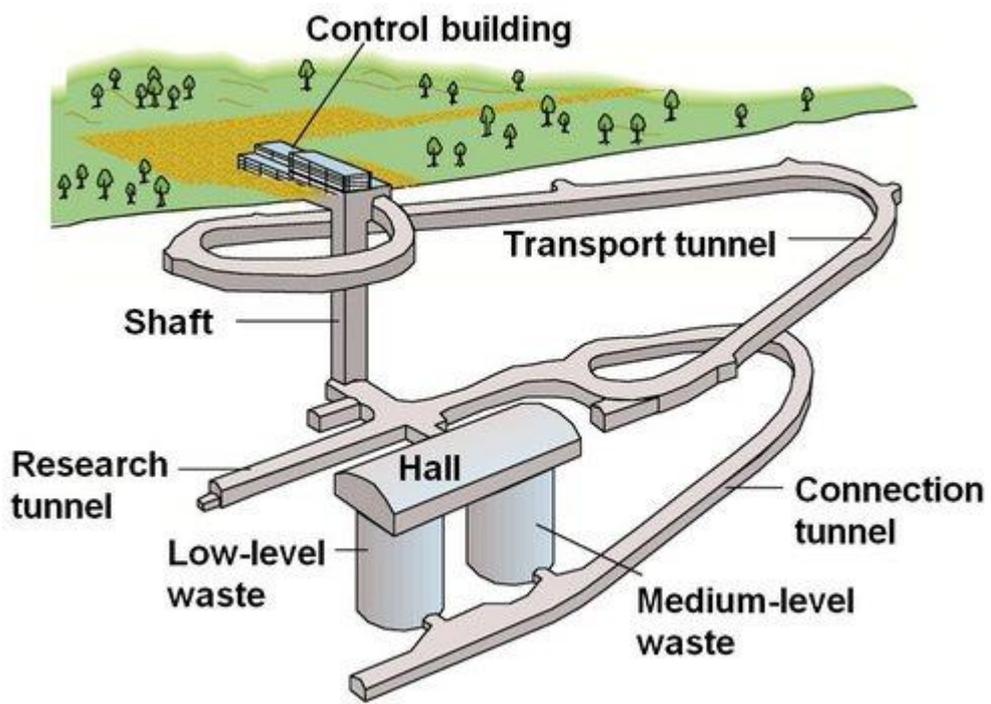


Figura 11. Esquema del almacenamiento provisional de los combustibles gastados. (Posiva, 2017)

3.5 Suecia

La empresa sueca de gestión de combustible y desechos nucleares (SKB) tiene la tarea de gestionar los residuos nucleares y radiactivos de Suecia en forma segura. Actualmente, el 50% de la electricidad de ese país proviene de la energía nuclear, con unas 10 centrales nucleares operativas.

El proceso de localización de SKB comenzó a principios de los años noventa. Se realizaron estudios de factibilidad en 8 municipios, y evaluaciones subterráneas detalladas en 2 sitios potenciales, en Östhammar y Oskarshamn. SKB seleccionó el sitio Forsmark, en Östhammar, en junio de 2009, y realizó la solicitud de licencia de construcción de depósito geológico profundo en 2011.

3.5.1 Estudios realizados entre 1977 y 1985

Suecia reunió conocimientos desde mediados de los años setenta, sobre la base de estudios tipológicos de diferentes áreas, entre 1977 y 1985. Las condiciones locales en el lecho rocoso pueden determinar la seguridad de un depósito final de combustible nuclear gastado, aunque ha resultado imposible identificar entornos geológicos específicos que en general fueran mejores que otros.

3.5.2 1986- Laboratorio subterráneo Äspö Hard Rock

El Äspö Hard Rock Laboratory está situado en el archipiélago de Misterhult, cerca de la central nuclear de Oskarshamn. En 1986, el trabajo de topografía comenzó en Äspö, cuando SKB quiso explorar la posibilidad de construir allí un laboratorio subterráneo. Los planes se extendieron desde 1987 a 2010 e incluyeron estudios detallados de las barreras naturales y su función en un depósito final, desarrollando métodos y tecnologías.

La construcción del laboratorio tuvo lugar entre 1990 y 1995. Durante este periodo se ensayaron diferentes métodos de estudiar la roca madre de la superficie, en lo que se llamó investigación de sitio. Se pudieron desarrollar métodos de prueba, como los modelos utilizados para describir las características del lecho rocoso y asegurar que los agujeros de las perforaciones realizadas desde la superficie proporcionaran suficiente información sobre lo que había en el fondo. Este trabajo brindó una importante experiencia tecnológica y aprendizaje sobre el diseño y la construcción de instalaciones subterráneas. Dio la posibilidad de estudiar y analizar cómo se ve afectada la roca alrededor de las

perforaciones y qué impacto podría ocurrir en los patrones de flujo de las aguas subterráneas y los productos químicos que contiene.

Es una instalación de investigación única y sólo hay unas pocas en el resto del mundo donde se puede estudiar la interacción de arcilla de bentonita y las latas de cobre (blindaje) con la roca. En ella se han realizado gran parte de las investigaciones sobre el depósito final de combustible nuclear gastado, se han probado diferentes soluciones tecnológicas y métodos para estudiar la roca, el comportamiento de la maquinaria y los equipos en los túneles del laboratorio, que se asemejan al futuro repositorio de combustible gastado en un entorno realista, ya que está construido a casi 500 metros bajo tierra, aunque no hay combustible nuclear gastado real en su interior.

3.5.3 1992: Aceptación de la población

La importancia de contar con una respuesta positiva de la población local resultó un aprendizaje para SKB, en relación con las protestas generadas en Almunge, fuera de Uppsala, donde se realizaron manifestaciones contra sus pruebas.

Cuando el proceso de identificación del sitio comenzó en 1992, SKB decidió basarse en respuestas voluntarias. Se enviaron consultas sobre la participación a todos los municipios de Suecia. Storuman y Mala fueron los primeros en responder positivamente y se llevaron a cabo estudios piloto en los dos municipios. En los referendos locales, sin embargo, sus habitantes votaron en contra de continuar en las encuestas y SKB dejó ambos lugares inmediatamente.

3.5.4 Investigaciones del sitio

Las investigaciones del sitio duraron cinco años, desde 2002 hasta 2007. Se realizaron estudios de geología, hidrología, ecología e impacto social y pruebas de perforación para evaluar la calidad de la roca. En Oskarshamn y Östhammar, existía un fuerte apoyo local para un futuro depósito de combustible gastado.

También se realizaron estudios piloto en Nyköping, Älvkarleby, Hultsfred y Tierp. Al mismo tiempo, el Servicio Geológico de Suecia (SGU), realizó estudios que mostraban que había sitios potencialmente adecuados en la mayoría de los municipios del país. Finalmente, SKB optó por llevar a cabo investigaciones exhaustivas del sitio con la perforación de prueba en Östhammar y Oskarshamn.

3.5.5 Selección del sitio

El 3 de junio de 2009 SKB seleccionó un sitio para el depósito de combustible gastado. Se trata de Söderviken, al sureste de la central nuclear de Forsmark.

3.5.5.1 Modelos del sitio

Los hallazgos de las investigaciones fueron compilados en forma de modelos de sitio que muestran cómo son y cómo cambian con el tiempo. Cuando se analizaron y evaluaron todos los resultados, la elección recayó finalmente en Forsmark, en el municipio de Östhammar.

Los expertos de SKB fueron capaces de determinar que había roca sana, con pocas fracturas, a través de las cuales el agua podría fluir a la profundidad a la que se situaría el depósito de combustible gastado. Aproximadamente 800 informes científicos fueron producidos durante la investigación del sitio en Forsmark. Se hicieron unos 25 pozos de perforación, de los cuales 19 tenían más de 500 m de profundidad y 9 más de 1 000 m, y se extrajeron 16 km de muestras de los núcleos de cada perforación.

Desde entonces, el proyecto de repositorio de combustible gastado en Forsmark se ha estado trabajando en los preparativos para la construcción del futuro depósito de combustible nuclear gastado. Se dará inicio a la construcción tan pronto como el Gobierno haya emitido un permiso; esto podría ser a principios de los años 2020.

3.5.5.2 KBS-3

SKB utiliza un método especial para la disposición final del combustible nuclear gastado. Se llama KBS-3 y se basa sobre 3 barreras protectoras: latas de cobre, arcilla bentonita y roca madre sueca. El método que se ha desarrollado implica primero encapsular el combustible nuclear en recipientes de cobre. Los recipientes serán colocados en el lecho rocoso a una profundidad de 400 a 700 m, donde estarán aislados de la población y no necesitarán mantenimiento para permanecer herméticos mientras su contenido pueda dañar de alguna manera la naturaleza viva.

El concepto KBS-3 basa sobre la solución para la disposición final de los residuos radiactivos en el principio de las barreras múltiples. Las sustancias radiactivas estarían contenidas dentro de varias barreras protectoras que se solapan de manera tal que ninguna deficiencia en una barrera y ningún cambio geológico predecible o de otro tipo pudieran poner en peligro el aislamiento de los residuos (ver Figuras 12 y 13).

Las barreras técnicas de eliminación final incluyen

- el estado cerámico del combustible (1)
- el recipiente de cobre y fundición de hierro (2)
- el tampón de bentonita y el material de relleno del túnel (3)
- la roca base, que funciona como una barrera natural (4)

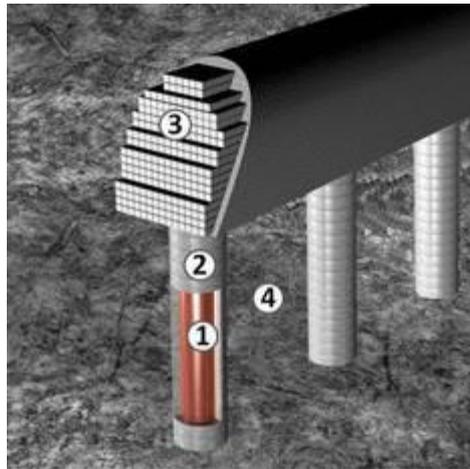


Figura 12. Barreras de liberación. (Posiva, 2017)

Estado de la materia del combustible: el estado cerámico del combustible forma la primera barrera de liberación en sí misma. El uranio dentro de las varillas de metal herméticas a los gases, es sólido y se disuelve en agua sólo lentamente, lo que ralentiza la velocidad de liberación de sustancias radiactivas.

Caja de eliminación final: el combustible se envuelve en un recipiente hermético, resistente a la corrosión, hecho de cobre y fundición de hierro. Las latas de cobre tendrán insertos de fundición de hierro nodular. Son de 5 m de largo y una sola cápsula pesará aproximadamente 25 t, cuando se llene con combustible gastado. La capa exterior consiste en cobre de 5 cm de grosor. Los recipientes han sido contruidos para resistir a la corrosión y las tensiones que pueden resultar de los movimientos en la roca que rodea el depósito de combustible gastado. El contenedor protege los ensambles de combustible del estrés mecánico que ocurre en el interior de la roca madre.

Barrera de bentonita: las latas de cobre serán embebidas en arcilla de bentonita en los túneles del depósito de combustible gastado. Esta arcilla actuará como un amortiguador y protegerá el bote (caja de eliminación o blindaje) contra la corrosión y los movimientos menores en la roca madre. El amortiguador de arcilla absorberá gradualmente el agua y se hinchará para

llenar el espacio a su alrededor y cualquier grieta en la roca. Si se producen grietas en un recipiente, el tampón de arcilla evitará que el agua penetre y también el escape de cualquier sustancia radiactiva en la roca.

Basamento: el lecho de roca proporciona al bote y a la bentonita condiciones donde los cambios son lentos y predecibles. En el fondo de la roca los botes están protegidos de cualquier cambio que se produzca sobre el suelo, como las futuras edades de hielo, y se mantendrán alejados del ambiente de vida normal de la población. La barrera final consiste en la misma roca, que aislará a los residuos. Proporciona un ambiente químico estable y protección contra eventos a nivel del suelo. El lecho de roca contiene agua subterránea que fluye a través de fracturas; si alguna sustancia radiactiva saliera de un recipiente y penetrara en el tampón de arcilla podría ser atrapada por los minerales en estas fracturas de la superficie y en los microporos de la roca.

El lecho rocoso y la gran profundidad ayudan a aislar el combustible gastado de los seres humanos y el medio ambiente durante al menos 100 000 años. Esto significa que las latas y el amortiguador seguirán funcionando por un tiempo muy largo. Se habrá creado un repositorio final seguro.

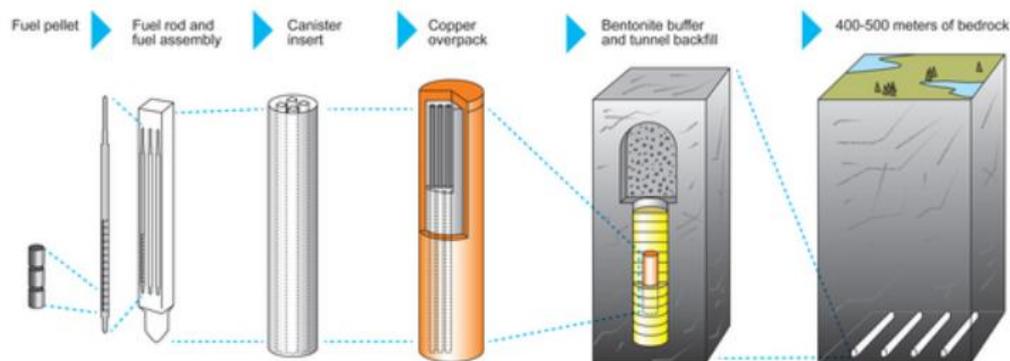


Figura 13. Descripción de las barreras KBS-3 (Posiva, 2017)

3.5.6 2011: El proceso de licenciamiento

Las solicitudes de SKB se presentaron a las autoridades el 16 de marzo de 2011. La revisión se inició poco después. El material está aún siendo revisado por las autoridades y expertos y será referido para consideración a un gran número de otras organizaciones medioambientales, municipios y consejos administrativos del municipio, instituciones de educación superior y otros organismos públicos que puedan expresar sus opiniones.

3.5.6.1 Seguridad a largo plazo

Una parte importante de la solicitud comprende el análisis de la seguridad a largo plazo después de que el depósito de combustible gastado haya sido sellado. Este análisis se ha realizado con la ayuda de metodología probada y cubre un período de hasta 1 000 000 de años. El requisito estipulado es que durante este largo período la dosis anual del depósito de combustible gastado para los seres humanos no será superior al 1 % de la radiación del fondo natural.

El análisis de seguridad comprende tanto la evaluación de un desarrollo "normal" como el impacto más extremo al que las barreras (roca madre, arcilla de bentonita y latas de cobre) podrían estar razonablemente expuestas en el futuro. Describe, por ejemplo, las consecuencias que representan una lata perforada por error o la eventualidad de que algunas barreras dejen de funcionar en una etapa temprana. También existen análisis sobre la forma en que las futuras edades de hielo podrían afectar al repositorio y cómo respondería el sistema ante la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud.

3.5.6.2 Declaración de Impacto Ambiental

Otro apéndice importante de la solicitud es una descripción del impacto ambiental, donde SKB explica el impacto que sus planes podrían tener sobre los seres humanos y el medio ambiente durante la construcción y la operación. Los resultados muestran que las consecuencias para la población local y para el entorno natural y cultural no son mayores que para cualquier otro proyecto importante de minería o infraestructura. Cualquier consecuencia que pueda surgir, principalmente para el medio natural, puede ser manejada y limitada con la ayuda de varias medidas.

La declaración de impacto ambiental también incluye las diferentes alternativas, entre ellas sitios alternativos para las instalaciones. Además, SKB describe una alternativa cero, en otras palabras, la incógnita es qué pasará si no se construye ningún depósito de combustible nuclear en absoluto.

3.5.6.3 La revisión de las autoridades

Las solicitudes de SKB para obtener permisos de construcción del depósito de combustible gastado en Forsmark y una planta de encapsulación en Oskarshamn se han presentado a las autoridades. La revisión tomará varios años. La decisión final será tomada por el Gobierno, pero no antes de que los municipios interesados hayan expresado su opinión favorable o contraria (debiendo ser estrictamente fundamentadas ambas posiciones).

Las solicitudes están siendo examinadas por la Autoridad de Seguridad de Radiación de Suecia y el Tribunal de Tierra y Medio Ambiente de Estocolmo. La Autoridad de la Seguridad de la Radiación está considerando las cuestiones de seguridad nuclear y protección radiológica en las instalaciones, tal como se establece en la Ley de Actividades Nucleares. La revisión realizada por el Tribunal de Tierra y Medio Ambiente se basa sobre el Código Ambiental.

3.5.7 2012 - Expertos independientes

El estado también pidió una revisión internacional independiente de la seguridad a largo plazo del depósito de combustible gastado después de que haya sido sellado. Esto fue realizado por un grupo de expertos nombrado por la Agencia de Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (AEN). Este grupo presentó su informe final en junio de 2012 y da una valoración positiva de esta parte de la solicitud.

Finalmente, se celebrará una audiencia principal en el Tribunal de la Tierra y del Medio Ambiente. El tribunal entonces recomendará al Gobierno que conceda o rechace las solicitudes. En este punto, el Gobierno consultará también a las municipalidades que tienen derecho a vetar los proyectos: Östhammar, con respecto del depósito de combustible gastado y Oskarshamn, para la planta de encapsulamiento.

3.5.8 2020 - Condiciones de estipulación

Una vez que el Gobierno haya tomado su decisión, las solicitudes serán remitidas de nuevo a la Autoridad de Seguridad de Radiación de Suecia y al Tribunal de Tierra y Medio Ambiente, que estipulará los términos y las condiciones de las instalaciones. Corresponderá también a los municipios decidir sobre el permiso de urbanismo en virtud de la Ley de Planificación y Construcción. En su

calendario actual, SKB planea iniciar la construcción del depósito de combustible gastado y de la planta de encapsulación a principios de los años 2020 y tardarán unos 10 años en completarse.

Se requieren permisos adicionales de la Autoridad de Seguridad de Radiación de Suecia antes de que la construcción del edificio pueda iniciarse. Las operaciones de prueba pueden comenzar para la operación de rutina, hasta llegar a la etapa de llenado de la instalación y finalizar con la etapa del sellado de los túneles. En cada una de estas etapas, el análisis preliminar de seguridad contenido en las solicitudes de SKB, debe ser ampliado y cada vez más detallado.

3.5.8.1 El laboratorio Canister de SKB

El laboratorio Canister de SKB, situado en el puerto de Oskarshamn, es el centro de desarrollo de la tecnología que se utilizará para el encapsulado. Antes de depositar los combustibles nucleares gastados se encapsularán en fundición de hierro y cobre. Los recipientes tienen casi 5 m de largo y poco más de un metro de diámetro. La vaina consiste en una placa inferior, un tubo y una tapa, que forman una cubierta de cobre de 5 cm de espesor para protección de los combustibles contra la corrosión. Dentro del recipiente hay un inserto de fundición de hierro nodular, destinado a proporcionar la integridad estructural requerida.

En el laboratorio Canister se realizan pruebas con el fin de ajustar la tecnología: para soldar las placas inferiores a las tapas de los recipientes que contendrán los combustibles gastados, los métodos que se utilizarán para inspeccionar los componentes del cartucho y las juntas soldadas y el método para sellar los envases de combustible nuclear gastado. En el control de los estándares de calidad, de las soldaduras y el resto de los componentes del bote (lata o blindaje), se emplean varias técnicas no destructivas que también han sido desarrolladas y probadas en el laboratorio.

3.5.8.2 Almacenamiento intermedio seguro

Luego de 5 años de uso en una central nuclear, el combustible nuclear se considera gastado. Es almacenado provisionalmente en piscinas de almacenamiento profundo a unos 30 m bajo tierra en la roca; se lo cubre con unos ocho metros de agua, que funciona como blindaje contra la radiación y se lo enfría durante un año. Después es trasladado a la instalación de almacenamiento provisorio (Clab).

Hay aproximadamente 6 500 t de combustible nuclear gastado en almacenamiento provisional en la instalación, que se supervisa y controla continuamente. En 2000 se amplió la superficie y hoy

cuenta con un permiso para el almacenamiento provisional por un total de 8 000 t. A principios de 2015 SKB solicitó un permiso de las autoridades para almacenar hasta 11 000 t, ya que hay un riesgo de que Clab esté lleno antes de que el repositorio de combustible gastado en Forsmark se construya.

3.5.8.3 Instalación de almacenamiento provisional (Clab)

Todo el combustible nuclear gastado se encuentra actualmente en la instalación de almacenamiento provisional (Clab) en Simpevarp a unos 25 km al norte de Oskarshamn, donde el combustible se mantiene mientras se espera a que el repositorio final comience a funcionar. Clab es una instalación segura para las necesidades de hoy, pero no ofrece una solución a largo plazo. Como el combustible nuclear tiene que ser aislado por un período extremadamente largo, se necesita un repositorio que sea seguro incluso sin supervisión.

3.6 Argentina

En la introducción y el planteo del problema del presente trabajo, se formularon ciertas consideraciones en cuanto a decisiones (variables) de naturaleza social, económica y en especial política, para enfocarnos en el objetivo del trabajo. Es importante reconocer que estas variables influyen fuertemente en el caso de ejecutar la gestión de los combustibles gastados en un repositorio geológico profundo.

Con la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el año 1950, se dio inicio formal a las actividades nucleares en nuestro país. Durante muchos años, aun antes de generar electricidad en el país a partir de la energía nuclear, las autoridades argentinas apoyaron firmemente la investigación y el estudio del transporte ambiental de radionucleidos provenientes de efluentes radiactivos. Estos estudios proveyeron una base importante para el desarrollo de la política de gestión y eliminación de residuos de alta actividad (González y Migliori de Benison, 1984).

3.6.1 1979 – Programa Nuclear Argentino

Con el objeto de consolidar el Proyecto con la formulación del Programa Nuclear Argentino (PNA) en el año 1979 se convocó a técnicos y profesionales de CNEA y otras organizaciones nacionales para abordar los estudios relacionados con la eliminación final de residuos radiactivos de alta actividad, el reprocesamiento y la construcción de las correspondientes instalaciones.

Por ese entonces, el Programa Nacional Argentino tenía como objetivo primario la generación de energía nucleoelectrónica mediante un ciclo de combustible de uranio natural con reciclado de plutonio (Migliori de Beninson y Palacios, 1983).

Durante el periodo que va desde 1979 a 1983 en Argentina se encontraban operando la CNA-I (única por entonces) desde 1974 y la CNE a partir de 1984; la construcción de la Planta de Reprocesamiento de Elementos Combustibles Irradiados se encontraba muy avanzada. Existía también la necesidad de tratamiento de los combustibles gastados provenientes de CNA-I y de los residuos radiactivos de alta actividad a generarse durante el reprocesamiento, los que requerían también un tratamiento previo que permitiera a través de barreras de ingeniería un retardo de su dispersión a la biosfera de alrededor de 10 000 años.

3.6.1.1 Inmovilización de los residuos – ensayos y métodos

Con el objetivo de transformar los residuos radiactivos en un producto sólido con muy buenas propiedades de retención, se desarrolló el método de vitrificación, el cual reunía las propiedades buscadas en una matriz sólida: baja tasa de lixiviación, buena estabilidad térmica, gran estabilidad a la radiación, buena capacidad de carga, buena resistencia mecánica, adaptabilidad a la variación de composición de los residuos y compatibilidad con los materiales constructivos de la planta de fabricación y recipientes de contención (Varani y colaboradores, 1981).

Entre los ensayos de determinación de los materiales y la técnica de inmovilización de los residuos de alta actividad en estado líquido, se consideró una matriz de vidrio de tipo borosilicato dentro de un contenedor de acero inoxidable, para su aislación por un período de miles de años en un repositorio construido en una formación granítica aceptablemente estable, a 500 m de profundidad.

3.6.1.2 El repositorio y las barreras de ingeniería

El repositorio debería satisfacer las necesidades del Programa Nuclear Argentino y considerar las seis centrales nucleares previstas para fines de la centuria pasada (1999) que estarían operando unos 30 años y producirían alrededor de 3 000 contenedores de residuos radiactivos de alta actividad (Migliori de Beninson y Palacios, 1983).

Para los estudios de las barreras de ingeniería se convocó a diversos institutos nacionales, especializados en materiales y corrosión, y se llevaron a cabo también estudios para modelar el diseño de los contenedores, de manera tal de cumplir con el reglamento de transporte del Organismo Internacional de Energía Atómica. Las evaluaciones previas mostraban que el almacenamiento de residuos radiactivos en rocas cristalinas a 500 m o más de profundidad reduciría suficientemente el impacto radiológico global. Por tal motivo, y teniendo en cuenta las características geológicas del país, se decidió la disposición final en formaciones graníticas a esta profundidad, fuera de zonas sísmicas y con escasa conductividad hidráulica. Ya se había observado que la permeabilidad de la roca disminuía a medida que aumentaba la profundidad, hasta que, por debajo de 300 m, se estabilizaba. Se estableció que la permeabilidad de la roca en la zona donde se construiría el repositorio no debería superar los 10^{-9} m/s (0,5 m por cada 1000 años) (Palacios y colaboradores, 1990).

Al disponer los residuos radiactivos en un macizo granítico se generaría calor y se rompería el equilibrio geotérmico de la roca; la temperatura se elevaría en la zona próxima al repositorio. Este incremento podría provocar distintos fenómenos en el granito, tales como descomposición de la roca y

agrietamiento por dilatación diferencial. Con el fin de garantizar las propiedades del granito y del material de relleno, se fijó 60 °C como temperatura de diseño en la roca (Palacios y colaboradores, 1990).

Una barrera de ingeniería adicional sería el sellado final de las aberturas con un material de relleno que ofrecería una gran resistencia a la llegada del agua y a la migración de los radionucleidos. Esto se lograría con una mezcla de arena y bentonita de alta capacidad de retención, con la cual se rellenarían todas las aberturas efectuadas en el repositorio (Figura 14)

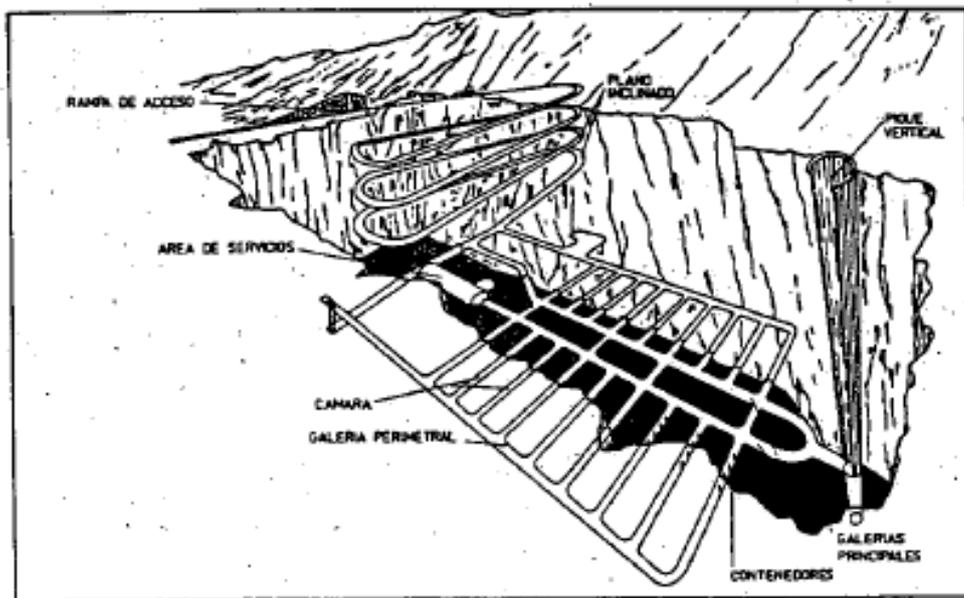


Figura 14. Idealización del repositorio geológico profundo con acceso combinado de rampa y pique vertical (Palacios y colaboradores, 1983)

Los contenedores serían depositados en posición vertical, en agujeros construidos en el piso de las galerías, las cuales estarían 20 m separadas entre sí. Los agujeros tendrían un diámetro de 1 m y una profundidad de 4,5 m aproximadamente (Palacios y colaboradores, 1983).

3.6.1.3 Selección del emplazamiento

Los estudios de selección del emplazamiento se iniciaron en 1980. El primer paso fue analizar todos los afloramientos de rocas graníticas conocidos en el país, a partir de la bibliografía existente. Se relevaron las características petrográficas y estructurales de cada uno de los afloramientos, las dimensiones y las cotas de los cuerpos rocosos y las características sísmicas e hidrogeológicas de la región, así como su potencialidad minera y petrolera y las características poblacionales,

agrícologanaderas e industriales de las zonas estudiadas. De ese modo se identificaron 198 afloramientos graníticos distribuidos en todo el país (Palacios y colaboradores,1990).

En una segunda etapa se realizó una preselección de las formaciones identificadas, siguiendo los siguientes criterios de eliminación:

- a) cuerpos ubicados dentro de zonas sísmicas o en áreas de explotación minera o petrolera;
- b) características petrográficas de la roca que denotaran alteraciones importantes, tales como avanzado estado de erosión o de descomposición;
- c) cuerpos ubicados en áreas de conocidas características hidrogeológicas desfavorables.

Como criterio adicional de selección, se tuvieron en cuenta ciertas características desfavorables desde el punto de vista de la construcción y la explotación del repositorio. Se consideraron como tales ubicaciones dentro de zonas densamente pobladas, turísticas o de difícil acceso.

Como resultado se identificaron siete cuerpos ubicados en las provincias de Chubut y de Río Negro como los mejores, de acuerdo con los criterios de preselección establecidos.

Una tercera etapa se basó sobre un relevamiento de los cuerpos graníticos preseleccionados y permitió identificar los macizos La Esperanza y Chasicó, en la provincia de Río Negro, y en la provincia de Chubut la Sierra de Calcatapul y la Sierra del Medio (Figura 15) como los más apropiados para continuar los estudios de detalle.

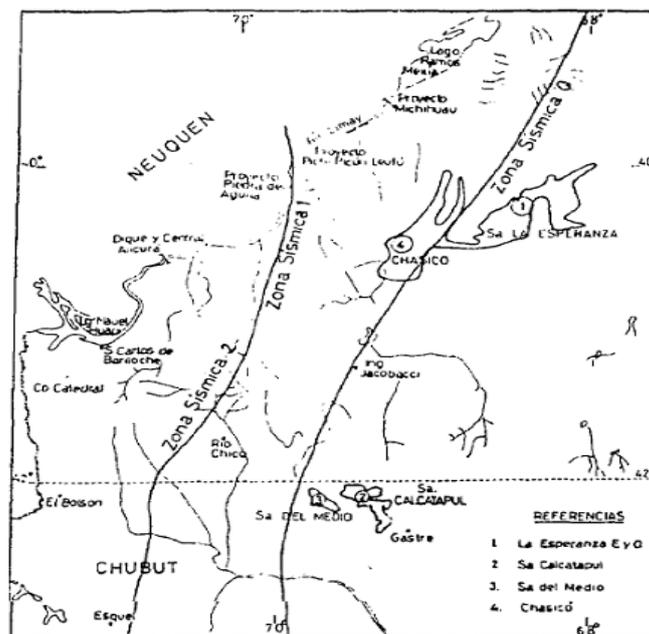


Figura 15. Ubicación de las formaciones graníticas seleccionadas. (Palacios y colaboradores, 1990)

3.6.1.4 Sierra del Medio

Los numerosos estudios que se realizaron en la región de Sierra del Medio se hicieron de acuerdo con el siguiente esquema:

- a) fotointerpretación;
- b) análisis estadístico de alineaciones;
- c) reconocimiento geológico y geofísico del macizo rocoso;
- d) perforaciones de hasta 200 m;
- e) análisis geomorfológico e hidrogeológico regional;
- f) pozos profundos hasta 800 m.

Se efectuó la fotointerpretación y la cartografía expeditiva geológico-estructural de la región, se detectaron las principales trazas y alineaciones, las líneas de drenaje, los manantiales y demás rasgos particulares de cada zona. Las grandes fracturas de carácter regional fueron estudiadas mediante imágenes satelitarias sobre un área de 35 000 km².

Se emplearon fotografías aéreas de la Sierra del Medio para identificar todas las alineaciones detectadas y los rasgos estructurales más significativos. En conjunto con el relevamiento fotogeológico, se investigó la composición petrográfica por medio de pozos de profundidades de 200 a 280 m. Simultáneamente, se utilizaron métodos sismológicos y geoelectricos para determinar perfiles y la geofísica preliminar. También se analizó la región desde su geomorfología y el escurrimiento superficial en el macizo rocoso y en las acumulaciones acuíferas superficiales y subterráneas dentro de toda la cuenca.

Se analizaron los cotos de una primera evaluación del repositorio, con la finalidad de estudiar la factibilidad del proyecto. Se confeccionó el anteproyecto de ingeniería, que incluía el diseño conceptual del repositorio a 500 m de profundidad, las obras de acceso, el equipamiento para la transferencia de los contenedores y el material de relleno y los mecanismos de izamiento de equipos y personal.

Se analizan tres alternativas de acceso:

- a) por laboreo vertical o pique (Figura 14)
- b) por laboreo inclinado
- c) por laboreo combinado

Los contenedores arribarían al repositorio transportados en camiones con una frecuencia estimada de 60 por año y serían descargados en un depósito de transferencia, en el cual permanecerán hasta su disposición definitiva. El transporte de los contenedores hasta el agujero de almacenamiento se realizaría mediante un módulo de transporte cuyo diseño esquemático se muestra en la Figura 16.

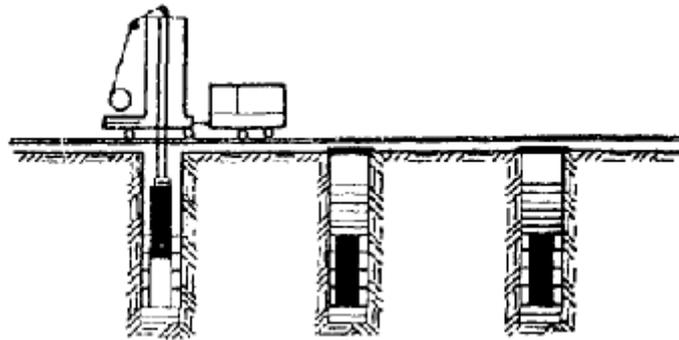


Figura 16. Esquema de descarga. (Palacios y colaboradores, 1990)

3.6.1.5 Anteproyecto del repositorio

El diseño de las obras de acceso y galerías y los procedimientos de excavación se analizaron tanto desde el punto de vista técnico-económico como desde el de las tensiones que se introducirían en el macizo rocoso. Se esperaba tener concluido el anteproyecto de ingeniería en diciembre de 1983 (Palacios y colaboradores, 1983).

3.6.1.6 Objetivos del anteproyecto

Los objetivos del estudio de factibilidad y anteproyecto fueron:

- a) demostrar que, con el conocimiento tecnológico disponible en ese entonces, los residuos podían ser eliminados en forma segura;
- b) identificar una formación geológica aceptable para la eliminación de dichos residuos;
- c) identificar los aspectos tecnológicos donde se deberían concentrar los futuros desarrollos y evaluar la incidencia de la eliminación de residuos en el costo de kWh de energía eléctrica. (Ciallella, 1997b)

Los resultados de los estudios de superficie y de perforaciones fueron muy prometedores, se estaba desarrollando la ingeniería y se estimaba que la validación del sitio se completaría en 1984.

Después de la correspondiente decisión gubernamental se planificaba empezar la construcción, con la intención de tener la instalación operacional para el final del siglo XX (González y Migliori de Benison, 1984). En forma esquemática, el cronograma del proyecto se describe en la Tabla 5.

Con respecto a la vitrificación en forma de borosilicato, y en particular en escala industrial, una transferencia de tecnología parecía ser efectiva para reducir costos de desarrollo y tiempo. La experiencia argentina indicaba que la solución del problema de los residuos radiactivos de alta actividad dependería principalmente del esfuerzo y de la experiencia propia, por razones técnicas y de compatibilidad con las políticas generales nacionales. La transferencia tecnológica podía proveer solamente contribuciones parciales, especialmente en el campo de la vitrificación industrial (González y Migliori de Benison, 1984).

3.6.1.7 Costo del repositorio

El costo del repositorio se estimaba en 350×10^6 u\$s a valores de 1989, contemplando los costos totales del proyecto definitivo, la construcción, la operación y el cierre de la instalación. Este valor representaría un incremento en el valor de kWh del orden del 1,5%.

Tabla 5. Cronograma del proyecto de investigación y construcción del repositorio. (Palacios y colaboradores, 1990)

1980	Inicio del relevamiento de las formaciones geológicas
1982	Inicio del estudio de factibilidad y anteproyecto de ingeniería de la construcción del repositorio. Inicio del estudio de matrices vítreas obtenidas por fusión y por sinterizado.
1983	Inicio de estudios de corrosión de los materiales estructurales del contenedor.
1986	Inicio del estudio geológico de los macizos volcánicos de la fosa de Gastre.
1987	Inicio del desarrollo y construcción del equipamiento para mediciones de conductividad hidráulica.
1990	Inicio del estudio geológico e hidrogeológico de detalle del emplazamiento granítico de Sierra del Medio.
	Determinación de características geomorfológicas e hidrogeológicas de la zona, conductividad hidráulica del macizo, agua subterránea. Perfiles.
	Mecánica de roca sobre testigos.
	Modelación del comportamiento hidrogeológico.
1996	Construcción de un pique exploratorio
1998	Construcción de un laboratorio de mecánica de roca a la profundidad del repositorio.
2002	Inicio de la elaboración del proyecto definitivo.
2005 a 2010	Inicio de la construcción del repositorio.
2010 a 2015	Puesta en marcha del repositorio.
2070 a 2075	Cierre del repositorio.

3.6.1.8 Informe y fin del proyecto

En 1990 se publicó el informe “Repositorio de Residuos Radiactivos de Alta Actividad. Estudio de Factibilidad y Anteproyecto de Ingeniería”, que comprendía 45 volúmenes donde se describían las investigaciones realizadas. El estudio fue efectuado por un equipo multidisciplinario de especialistas, que comprometía cerca de 200 profesionales y técnicos. Las instituciones o sectores involucrados fueron el Instituto de Investigaciones Mineras, de Investigaciones Geológicas y de Investigaciones Antisísmicas de la Universidad Nacional de San Juan, la Universidad Nacional de Córdoba, la

Universidad Nacional de Cuyo, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET), el Servicio Geológico Nacional de la Subsecretaría de Ciencia y Técnica (SUBCYT), el Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS), el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), el Instituto Nacional de Investigaciones Físico-Químicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT), y distintas dependencias de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

El 11 de agosto de 1992 el proyecto fue desactivado. El 14 de marzo de 1997 la Resolución 2/97 de Directorio de la CNEA ratificó dicha desactivación (Cialella, 1997b).

3.6.2 1997: ley de la Actividad Nuclear

CNEA posee desde el año 1967 el Área de Gestión Ezeiza (AGE) donde se almacenaron interinamente residuos radiactivos de media y baja actividad y fuentes selladas. Los combustibles gastados provenientes del reactor de investigación RA-3 fueron almacenados en piletas en un depósito especial, hasta que se trasladaron a la Facilidad de Almacenamiento de Elementos Combustibles Irradiados de Investigación (FACIRI) dentro del predio en 2014.

Los residuos radiactivos de media y baja actividad provenientes de las centrales nucleares fueron almacenados como residuos en el AGE hasta el año 1994. A partir de allí, y por razones de índole jurídico-legal originadas por el Artículo 28 de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires, los residuos generados fuera del ámbito de esta provincia no ingresan al área (CNEA, 2015).

La Ley N° 24.804, Ley Nacional de la Actividad Nuclear, promulgada por Decreto N° 358/97 de abril de 1997, establece en su Artículo 12: “Para definir la ubicación de un repositorio para residuos de alta, media y baja actividad, la Comisión Nacional de Energía Atómica propondrá un lugar de emplazamiento. Este deberá contar con la aprobación de la Autoridad Regulatoria Nuclear en lo referente a seguridad radiológica y nuclear y la aprobación por ley del estado provincial donde se ha propuesto la localización. Tales requisitos son previos y esenciales a cualquier trámite”.

3.6.3 Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos

El Programa Nacional de Residuos (PNA), creado en 1979, fue cambiando conforme cambiaba la estructura de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) hasta convertirse en el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR) creado por la Ley N° 25018, Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos. Esta Ley fue sancionada por el Senado y la Cámara de Diputados de la Nación Argentina en septiembre de 1998 y promulgada en octubre de 1998.

3.6.3.1 2011- El Plan Estratégico y Repositorio Geológico Profundo

La Ley mencionada establece la obligatoriedad de elaborar un Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos (PEGRR) sujeto a la aprobación del Congreso de la Nación (CNEA, 2011).

Con respecto a los residuos radiactivos de alto nivel de actividad o periodo de semidesintegración largo, generados en la parte final del ciclo de combustible nuclear, ellos continuarán contenidos en el combustible gastado, el cual se almacena transitoriamente en forma segura. En el PEGRR se prevé realizar estudios para el emplazamiento, la construcción y la operación de un Repositorio Geológico Profundo para el año 2060. La toma de una decisión sobre el eventual reprocesamiento o disposición final de los combustibles gastados queda supeditada a la finalización de estudios para el emplazamiento del repositorio geológico profundo, estudios que habrán de estar concluidos a más tardar en el año 2030 (CNEA, 2011).

3.6.3.2 Plan de Investigación y Desarrollo

De acuerdo con el PEGRR, la necesidad de contar en Argentina con un Repositorio Geológico Profundo está prevista a muy largo plazo. Por lo tanto, las actividades que se están llevando a cabo se encuentran incluidas en el Plan de Investigación y Desarrollo. La mayoría de esas actividades constituyen líneas de trabajo permanente, de las cuales algunas ya fueron iniciadas en el pasado y oportunamente informadas, mientras otras deberán ser encaradas en el futuro (CNEA; 2011).

3.6.3.3 Financiación de la Gestión de Residuos Radiactivos

CNEA ha actualizado trianualmente y ejecutado el PEGRR; si bien el Honorable Congreso de la Nación no ha aprobado ni el PEGRR, ni la constitución del fondo para la gestión y disposición final

de los residuos radiactivos; el mismo se implementa sustentado por los fondos del Tesoro de la Nación incluidos en su presupuesto, aprobado por el Poder Ejecutivo Nacional (CNEA, 2011).

3.6.3.4 Próximos pasos- Sistemas Integrados de Gestión

Desde su creación a la actualidad, CNEA ha ido modificando la estructura de su organización y su funcionalidad: tal es el caso del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR) y del Proyecto de Restitución Ambiental de la Minería del de Uranio (PRAMU), que hoy constituyen gerencias dependientes directamente de la Gerencia de Área de Seguridad Nuclear y Ambiente (GASNyA). Entre las incumbencias de la Gerencia de Área se encuentran:

- Establecer metodologías de gestión y criterios de Seguridad, Ambiente y Calidad
- Realizar seguimiento del desempeño en Seguridad, Ambiente y Calidad
- Coordinar, asesorar y brindar asistencia técnica a otras gerencias y a sitios en estos temas

Para esto cuenta con gerencias especializadas en Protección Radiológica y Seguridad, Calidad y Actividades Ambientales (Figura 17). En ese marco se está trabajando en la implementación en CNEA de *Sistemas Integrados de Gestión de Calidad, Seguridad y Ambiente*, aplicando los estándares más difundidos en el tema. Este sistema, basado en la mejora continua, es la metodología más eficaz para el cumplimiento de la política de CNEA, a través de la planificación de objetivos y procesos necesarios para obtener resultados acordes con esa política, la implementación de los procesos para alcanzar los objetivos, el monitoreo de procesos y requisitos establecidos, la revisión y la toma de decisiones para la mejora del desempeño (CNEA, 2011).

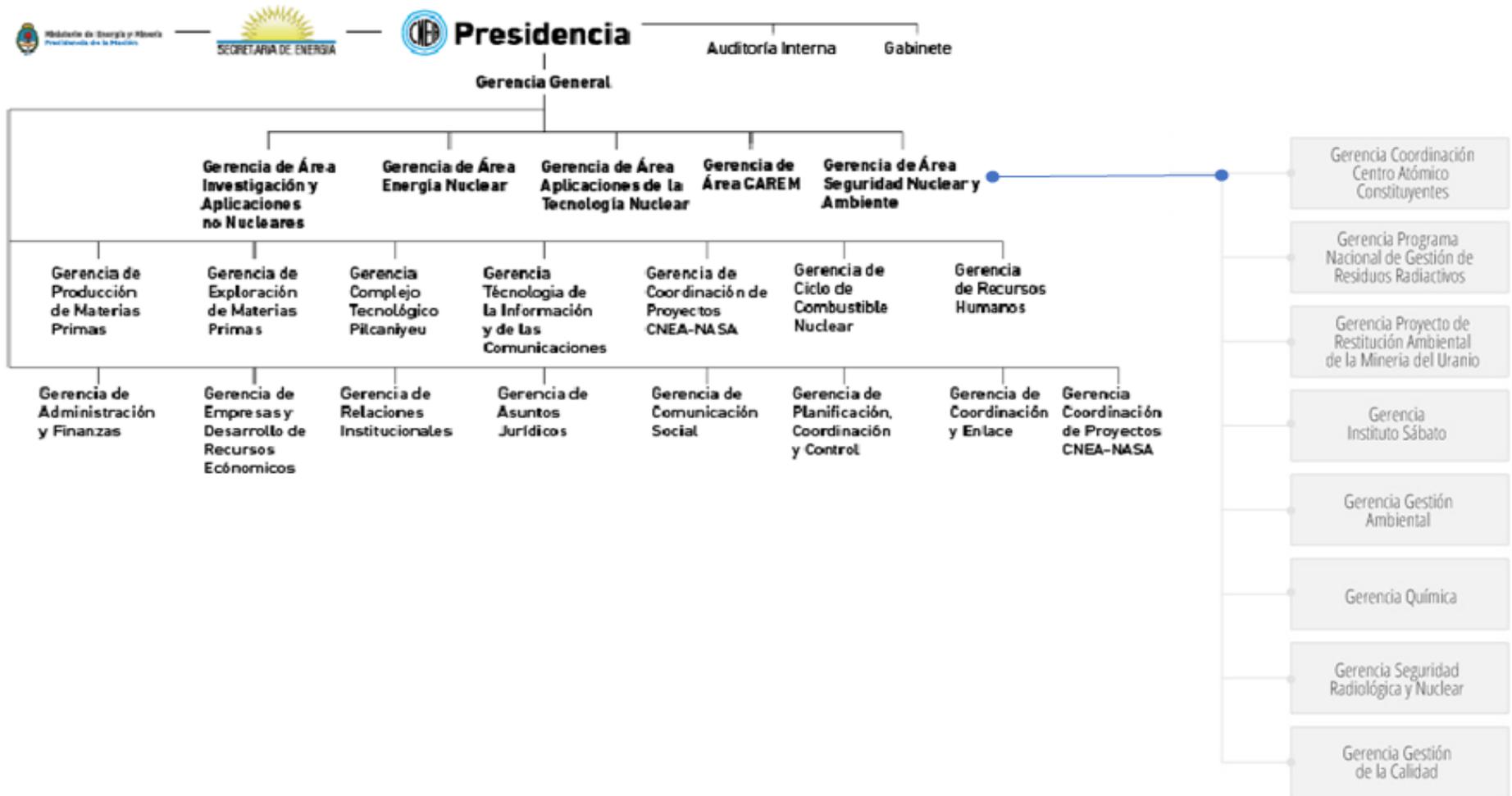


Figura 17. Organigrama de CNEA hasta gerencias de área y detalle de la gerencia de área de seguridad nuclear y ambiente. (CNEA, 2017)

4. Desarrollo analítico

4.1 Sistema de gestión integrado

La definición de un sistema integrado de gestión, es la de un sistema de gestión que integra múltiples aspectos de los sistemas de una organización y los procesos en una estructura completa y única para cumplir con los requisitos de los estándares de más de un sistema (PAS 99:2012, 2012).

Muchas organizaciones han adoptado o implementado un sistema de gestión independiente guiándose por normas y especificaciones como las ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001, entre otras. Estos sistemas pueden funcionar de manera independiente y si se ha implementado más de uno funcionan de manera simultánea.

Sin embargo, estos sistemas de gestión tienen ciertos elementos comunes que se pueden atender de forma integrada. Reconocer y utilizar estos elementos de la forma más provechosa posible en la unidad esencial de todos estos sistemas en el marco del sistema global de gestión de una organización hace que las organizaciones se cuestionen el enfoque de tener sistemas independientes.

Así la integración de dos o más sistemas de gestión puede significar las siguientes ventajas.

4.1.1 Ventajas

- a) Mejora la eficacia y la eficiencia de los procesos, aumentando la consistencia, la trazabilidad, evitando las redundancias y las incoherencias.
- b) Se satisfacen las necesidades y expectativas de las partes o áreas interesadas al establecer la obligatoriedad de cumplir al mismo tiempo con los requisitos: legales y regulatorios, de calidad, medio ambiente, de seguridad y salud en el trabajo.
- c) Se integran los procesos gerenciales de planificación de objetivos. Como la definición de los objetivos del Sistema de Gestión Integrado (SGI) abarca objetivos ambientales, de calidad y de seguridad y salud en el trabajo y en las revisiones se toman en cuenta aspectos relacionados con las tres funciones o sistemas. Esto permite solucionar los conflictos de responsabilidades, optimizar y simplificar el proceso de toma de decisiones basadas en datos integrales.

- d) Se alcanza una mayor coherencia, facilidad de manejo y reducción de los costos de mantenimiento de la documentación al integrarse en un solo documento, procedimiento, instrucción, registro, etc. aspectos relacionados con las tres funciones o sistemas.
- e) Se incrementa el rendimiento, las competencias y el entrenamiento de los miembros de la organización, ya que se determinan y suplen al unísono las necesidades de formación de los individuos: técnicos y especialistas en varias áreas.
- f) Se logra un ahorro de recursos en el desarrollo e implementación del SGI y una menor inversión que la necesaria para los procesos de certificación de alguno de estos sistemas de manera independientemente.
- g) Se pueden auditar al mismo tiempo los sistemas integrados, reduciendo los costos que para una organización supone en la preparación y realización de dichas auditorías.
- h) Permite aprovechar la experiencia en sistemas existentes para la implementación de otros.

Sin embargo, también puede ofrecer desventajas que deben considerarse adecuadamente.

4.1.2 Desventajas

- a) Se pueden presentar, mayores costos de implementación, comparados con los costos de implementar un solo sistema de gestión. En una organización puede resultar complicado, lograr que un sistema de gestión implementado funcione, habría que considerar la dificultad de hacer funcionar varios sistemas de gestión a la vez. Por esto las organizaciones en la actualidad implementan un Sistema de Gestión de la Calidad y posteriormente van integrando los demás.
- b) Mayor esfuerzo en materia de formación, de organización y de cambio de la cultura organizacional, al requerir la realización de un mayor número de actividades para garantizar la formación del personal en las varias áreas.
- c) Se requiere de mayor esfuerzo (mayor escala, tiempo y recursos) para abordar y realizar la planificación, el control de los procesos y la toma de decisiones, ya que deben considerarse aspectos relacionados con la información de los procesos de cada uno de los sistemas

integrados: desempeño de la calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo y otros.

El camino que recorre una organización que tiene como objetivo implementar un sistema de gestión integrado puede tener como origen, el funcionamiento de varios sistemas en paralelo, que conviven dentro de la organización y que esta busca integrar. O bien puede tener como origen, el sistema de gestión de la calidad, que se encuentra implementado, funcionando y maduro. Al que se le sumarán otros sistemas de gestión, que estén de acuerdo con las necesidades del negocio, la misión y los objetivos de la organización.

En ambos casos resulta de importancia analizar y reconocer los procesos que definen y agregan valor en cada organización.

4.1.3 Sistemas de gestión a integrar

El despliegue del sistema de gestión integrado se ha planteado para un repositorio geológico profundo suponiendo que ya se ha construido, se seleccionó el tipo de combustibles gastados a gestionar y se enumeraron las etapas que recorrerán los combustibles antes del ingreso al repositorio. Para el primer análisis de los documentos se proponen los siguientes sistemas:

- Sistema de gestión ambiental (SGA)
- Sistema de gestión de la calidad (SGC)
- Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (SS&SO)
- Sistema de gestión de seguridad nuclear (SGN)
- Sistema de gestión del repositorio (SG)
- Sistema de gestión integrado (SGI)

4.2 Documentación aplicable seleccionada

Se realizó la búsqueda entre las guías y recomendaciones internacionales vigentes del OIEA, realizando una preselección (documentos que aparecen en el Anexo I resaltados en color gris). Se realizó otra búsqueda entre las normas internacionales que pudieran utilizarse como referencia para los sistemas de gestión ambiental, gestión de la calidad, seguridad y salud ocupacional y sistemas integrados. La norma ISO14001:2007, que se había seleccionado documento de referencia para el Sistema de Gestión Ambiental, no aparece en la Tabla 6, porque se descartaron norma y sistema al analizar el alcance (sección 4.3.1). El detalle de documentos a analizar puede verse en la Tabla 6.

Tabla 6. Describe los sistemas de gestión y los documentos seleccionados para el análisis de objetivo y campo de aplicación.

Sistema		Documentos
Sistema de gestión de seguridad Nuclear	Requisitos específicos de seguridad	(OIEA, 2012) Disposición final de desechos radiactivos. Requisitos de seguridad específicos. Colección de normas de seguridad del OIEA N°SSR-5
		(IAEA, 2011) Geological disposal facilities for radioactive waste. Specific safety guide N° SSG-14
		(OIEA, 2010) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales. Colección normas de seguridad OIEA N° GSR parte 5.
	(OIEA,2009) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de seguridad. Colección normas seguridad OIEA N°WSG2.6	
	Requisitos de seguridad para instalaciones y actividades	(OIEA, 2011) Sistema de gestión de instalaciones y actividades. Requisitos de seguridad. Colección de normas de seguridad del OIEA N°GS-R3.
		(IAEA, 2008) The management system for the disposal of radioactive waste. Safety Guide N°GS-R3.4
(IAEA,2006) Application of the management system for facilities and activities. Safety Guide N° GS-G-3.1		
Sistema de gestión de la calidad	ISO9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos	
	ISO9001:2008 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos	
Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional	DIS ISO45001:2016 Occupational health and safety management system - Requirements with guidance for use	
	OHSAS 18001:2007 Sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. Requisitos	
Sistema de gestión integrado	PAS99:2012 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración	
	PAS99:2008 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración	
	UNE 66177:2005 Sistemas de gestión. Guía para la integración del sistema de gestión	

4.3 Primer análisis: objetivo y campo de aplicación

Se analizó el objetivo y el campo de aplicación de cada guía y norma preseleccionadas de la Tabla 6, para evaluar si se alineaban con el planteo del problema del presente trabajo y el posterior objetivo y alcance del Sistema de Gestión Integrado (SGI).

4.3.1 Sistema de gestión ambiental

El análisis y evaluación ambiental, los controles y el monitoreo de variables ambientales requerido desde el inicio del proyecto de obra hasta después del post-cierre de un repositorio es crítico y relevante para pasar de una etapa a la siguiente y se realiza y actualiza de manera permanente. Estas circunstancias describen un alcance para el área más amplio que los periodos de la vida útil de la instalación o repositorio, por esta razón se decidió excluir el sistema de gestión ambiental entre los sistemas de gestión a integrar. (ver Figuras 6 y 7).

Durante el análisis de una de las guías de gestión del OIEA, se encontró la recomendación de la norma ISO 9001 para integrar calidad al sistema de gestión en organizaciones responsables del control institucional activo y pasivo, y la norma ISO 14001 para el área ambiental haciendo la salvedad que la norma no aplica al control institucional pasivo, por ejemplo: controles del uso de la tierra luego del cierre de la instalación de disposición final de residuos (IAEA, 2008). Este último párrafo refuerza la idea de no considerar en la integración al sistema de gestión ambiental y a la norma ISO 14001 de los sistemas a integrar.

4.3.2 Sistema de gestión de calidad

Al momento del análisis, se encontraban vigentes ambas versiones de la ISO 9001:2008 y el borrador de la versión ISO 9001:2015. Se consideraron ambas versiones para el análisis y se tomará la versión definitiva de la ISO 9001:2015, como la mejor opción porque mantiene el objetivo y el campo de aplicación que la versión anterior, introduce la planificación del riesgo y proporciona una estructura idéntica, en texto y términos comunes y definiciones por compartir en Anexo SL⁵ vigente desde 2012. Ver Tabla 7.

⁵ Anexo SL: A partir del 2012 las normas ISO relacionadas a los Sistemas de Gestión se han revisado para proporcionar una estructura idéntica, texto y términos comunes y definiciones.

Tabla 7. Detalla el objetivo, ámbito de aplicación, estructura y comentarios de las normas de calidad seleccionadas. (Texto extraído de cada norma)

Primer análisis		
Norma	ISO9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos	ISO9001:2008 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos
Objetivo y Campo de Aplicación	<i>Esta norma especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables. Y aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.</i>	
Estructura	<i>Capítulos. 1. Objetivo y aplicación 2. Referencias 3: Términos y def. 4. Contexto 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Desempeño 10. Mejora</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo y aplicación 2. Referencias 3. Términos y def. 4. Sistema de gestión 5. Responsabilidad 6. Gestión de recursos 7. Realización del producto 8. Medición, análisis y mejora</i>
Comentarios	Comparten el objetivo y campo de aplicación. Comparando ambas versiones difieren en la organización de los contenidos y en la cantidad de capítulos. La versión 2015 incluye la planificación del riesgo y comparte estructura del Anexo SL igual que la PAS99:2012 y las versiones a venir de las OHSAS	

4.3.3 Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional

Se tomaron como documento guía para el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, la norma OHSAS 18001:2007 y el borrador de la norma DIS/ISO 45001:2016.

Análisis y conclusión: Ambas normas proveen requisitos y tienen el mismo campo de aplicación. Se eligió la norma DIS/ISO 45001 porque comparte la estructura del Anexo SL, al igual que la ISO 9001:2015. Aunque la versión 2016, es un borrador que puede sufrir modificaciones en su versión definitiva y hacer necesario actualizar los requisitos del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (SS&SO) y así modificar el sistema integrado. Ver detalle en la Tabla 8.

Tabla 8. Describe documento, objetivo, aplicación y comentarios de la norma seleccionada. SSySO: Sistema de salud y seguridad ocupacional. (Texto extraído de cada norma)

Primer análisis		
Documento	OHSAS 18001:2007 Sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. Requisitos	DIS ISO45001:2016 Occupational health and safety management system - Requirements with guidance for use
Objetivo y campo de aplicación	<i>El objetivo Gral. es apoyar y promover las buenas prácticas de seguridad y salud ocupacional en equilibrio con las necesidades socio-económicas de una organización. Establece los requisitos para SSySO y así la organización desarrolle e implemente su política y objetivos, controle riesgos y mejore su desempeño. Aplica a todo tipo y tamaño de organización.</i>	<i>Especifica requisitos para el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, con orientación para su uso. Para que una organización pueda establecer, implementar, mantener y mejorar (SSySO). Minimizando o eliminando riesgos, mejorando deficiencias y oportunidades, cumplir objetivos. Aplica a todo tipo de organizaciones. No establece criterios específicos, permite integrar otros aspectos como el bienestar del trabajador. No aplica a seguridad del producto, daños a la propiedad o impactos ambientales.</i>
Estructura	<i>Capítulos 1. Alcance 2. Publicaciones de referencia 3. Términos y definiciones 4. Requisitos SSySO 4.1 Requisitos generales 4.2 Política 4.3 Planeamiento 4.4 Implementación y operación 4.5 Verificación 4.6 Revisión por la Dirección</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo 2. Referencias 3: Términos y def. 4. Contexto 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Desempeño 10. Mejora</i>
Comentarios	La estructura es anterior al Anexo SL y condensa los requisitos en el capítulo 4. No establece criterios específicos en cuanto al desempeño, ni especificaciones detalladas para el diseño del SSySO. No abarca áreas de seguridad y salud ocupacional como el bienestar de los empleados, seguridad del producto, daños a la propiedad o impacto ambiental.	Comparte con la OHSAS el objetivo y campo de aplicación. Posee la estructura del Anexo SL. Puede sufrir modificaciones ya que se trata de un borrador reciente, se espera la versión definitiva para septiembre de 2017.

4.3.4 Sistema de gestión seguridad nuclear

4.3.4.1 Entrada al repositorio – Gestión previa a la disposición final (GpDF).

Se seleccionaron los requisitos y guías de seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica relacionados con la gestión previa a la disposición final para comparar y analizar los requisitos de entrada al repositorio: Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales N° GSR parte 5 (OIEA, 2010) y Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de seguridad N° WS-G-2.6 (OIEA, 2009). Ver Tabla 9.

Tabla 9. Detalla el objetivo, aplicación y estructura de la documentación seleccionada. (Texto extraído de cada guía aclarando: inciso y página)

Primer análisis		
Documento	(OIEA, 2010) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales. Colección normas de seguridad OIEA N° GSR parte 5.	(OIEA, 2009) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de seguridad. Colección normas seguridad OIEA N°WS-G-2.6
Objetivo	<i>Establecer los requisitos que deben cumplirse en la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos. Establece objetivo, criterios y requisitos para la protección de la salud humana y el medio ambiente, las condiciones de seguridad de la instalación y sus actividades aplicables al emplazamiento, diseño, construcción, operación y la puesta en servicio, la explotación y la parada de las instalaciones para la gestión previa a la DF. (1.10 y 1.11, p3)</i>	<i>El objetivo es proporcionar a los explotadores y órganos reguladores recomendaciones para cumplir los principios y requisitos de seguridad establecidos para la gestión previa a la DF de desechos radiactivos de alta actividad. (1.11, p3)</i>
Ámbito de aplicación	<i>Aplica a la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de todo tipo y abarca todas las etapas de su gestión, desde su generación hasta su disposición final, incluido su procesamiento: tratamiento previo, tratamiento y acondicionamiento) almacenamiento y transporte. (1.12, p4)</i>	<i>Aplica a los desechos de combustibles (reprocesado o no) retirado del almacenamiento de la central previo a su DF, residuos líquido de la primera extracción y residuos sólido proveniente del reproceso de combustibles gastados. (1.5, p2)</i>
Estructura	<i>Consta de 22 requisitos. Secciones. 1)antecedentes, objetivo, ámbito de aplicación y estructura. 2)protección de la salud humana y el medio ambiente. 3)requisitos de responsabilidad asociadas a la GpDF. 4)requisitos principales. 5)requisitos para el desarrollo y explotación de una instalación para GpDF. (1.18, p5)</i>	<i>Secciones. 2) protección salud y medioambiente 3) función y responsabilidades 4) seguridad 5) requisitos de aceptación 6) registros e informes 7) evaluaciones de seguridad y medioambiente 8) gestión de la calidad. (1.21, p5)</i>

Análisis y conclusión: Entre las guías para la gestión previa a la disposición final, la guía GSR parte5 tiene un campo de aplicación más amplio que la WS-G-2.6, contempla la gestión de residuos radiactivos de alta actividad en general. Entre las suposiciones y consideraciones del presente trabajo, solo se considerará la gestión de combustibles gastados sin reprocesar es decir solo residuos radiactivos de alta actividad sólidos. Por lo tanto, se considerará utilizar la guía GSR parte 5 que contempla requisitos más generales y se podría utilizar la guía WS-G-2.6 tomando únicamente los requisitos para combustibles gastados sin reprocesar excluyendo los requisitos para residuos líquidos o sólidos generados en el reproceso.

4.3.4.2 Dentro del repositorio – **Disposición final.**

Como documentos de análisis para la disposición final se seleccionaron la guía de seguridad y los requisitos de seguridad específicos: Disposición final de desechos radiactivos. Requisitos de seguridad específicos (IOEA, 2012) y Geological disposal facilities for radioactive waste. Specific safety guide N°SSG-14 (IAEA, 2011). Ver Tabla 10.

Tabla 10. Descripción del objetivo, aplicación y estructura. (Texto extraído de cada guía aclarando: inciso y página)

Primer análisis		
Documento	(OIEA, 2012) Disposición final de desechos radiactivos. Colección de normas de seguridad del OIEA N°SSR-5. Requisitos de seguridad específicos.	(IAEA, 2011) Geological disposal facilities for radioactive waste. Specific safety guide N° SSG-14
Objetivo	<i>Exponer el objetivo y los criterios de seguridad para la disposición final de los desechos radiactivos de todo tipo y establecer los requisitos que se deben satisfacer en la disposición final de los mismos (1.27, p9)</i>	<i>proveer guía y recomendaciones relacionadas con el desarrollo y el control regulatorio para que una instalación (repositorio) geológico profundo pueda cumplir los requisitos de seguridad establecidos. (1.8, p2)</i>
Ámbito de aplicación	<i>Aplica a la disposición final de desechos radiactivos de todo tipo mediante la colocación de desechos en instalaciones de disposición final específicamente diseñadas para esto. (1.29, p10)</i>	<i>Aplica a instalaciones (repositorio) geológico profundo (RR alta solidos). (1.11, p3)</i>
Estructura	<i>Consta de 26 requisitos. Secciones. 1 y 2) antecedentes, conceptos y el objetivo de seguridad. 3 a 6) requisitos de seguridad para las instalaciones de disposición final. (1.33, p11)</i>	<i>Consta de 26 requisitos específicos. (1.15, p4) Secciones.1. Objetivo, campo de aplicación, estructura 2. Implementación y desarrollo 3. responsabilidades 4. seguridad 5. caso de seguridad y análisis 6. pasos específicos del desarrollo. (1.14, p4)</i>

Análisis y conclusión: la guía SSG-14 tienen como objetivo la instalación y propone una guía para cumplir con los requisitos regulatorios y de seguridad y provee recomendaciones para abordar la etapa de desarrollo del repositorio. En cambio, el objetivo y alcance de la guía SSR-5 es más general porque se enfoca en todo tipo de residuos radiactivos y los requisitos de seguridad son específicos para la disposición final. Si bien, podrían considerarse de la guía SSG-14 sección 6, los ítems de la operación del repositorio. Comparando los requisitos y sus contenidos de los requisitos de esta guía, se observa que toma como referencia los requisitos de la guía SSR-5, incluyéndola. Por lo tanto, de ambas se seleccionará la guía SSR-5 respondiendo al enfoque en la gestión de la disposición final, que es el objetivo de presente trabajo.

4.3.5 Sistema de gestión del repositorio

Para los documentos del sistema de gestión del repositorio, se seleccionaron las guías para la gestión de actividades e instalaciones, las guías de gestión y de implementación del OIEA: Sistemas de gestión de instalaciones y actividades (OIEA, 2011), The management system for the disposal of radioactive waste (IAEA, 2008) y Application of the management system for facilities and activities (IAEA, 2006). Ver Tabla 11.

Tabla 11. Describe el objetivo, aplicación y estructura de cada documento analizado. (Texto extraído de cada guía aclarando: inciso y página)

Primer análisis			
Documento	(OIEA, 2011) Sistema de gestión de instalaciones y actividades. Colección de normas de seguridad del OIEA N°GS-R3. Requisitos de seguridad.	(IAEA, 2008) The management system for the disposal of radioactive waste. Safety Guide N° GS-G-3.4	(IAEA, 2006) Application of the management system for facilities and activities. Safety Guide N° GS-G-3.1
Objetivo	<i>Definir los requisitos para el establecimiento, la aplicación, la evaluación y la mejora continua de un sistema de gestión que incorpore elementos económicos, elementos relacionados con la seguridad tecnológica, la salud, el medioambiente, la seguridad física y la calidad a fin de garantizar que la seguridad tecnológica se tenga debidamente en cuenta en todas las actividades de la organización. (1.8, p3)</i>	<i>Proveer recomendación para el desarrollo e implementación del sistema de gestión en instalaciones de disposición final de desechos radioactivos y actividades asociadas. (1.14, p6)</i>	<i>Guía genérica para el establecimiento, la implementación, evaluación y la mejora continua del sistema de gestión integrado por seguridad, salud, medio ambiente, calidad y elementos económicos para cumplir con los requisitos establecidos. (1.4, p1)</i>
Ámbito de aplicación	<i>Aplica al establecimiento, la puesta en práctica, la evaluación y la mejora continua del sistema de gestión en relación a instalaciones nucleares, actividades en que se utilizan fuentes de radiación ionizante, gestión de desechos radiactivos, transporte de materiales radiactivos, actividades de protección radiológica, otras prácticas en que personas puedan estar expuestas a RI, la reglamentación de esas instalaciones y actividades. (1.10, p3)</i>	<i>Cubre el sistema de gestión para distintas etapas de una instalación de disposición final de DR: operación, clausura, control institucional. Aplica a distintos tipos de instalación de DF y distintos tipos de residuos: cerca de la superficie, pozos, lagunaje, vertedero, geológico profundo (Residuos de baja, media y alta). (1.15, p6)</i>	<i>Aplica a sistemas de gestión de: instalaciones nucleares, actividades que utilicen fuentes de radiación, gestión de RR, transporte de material radiactivo, actividades de protección radiológica, prácticas donde haya personas expuestas a la radiación y regulación de facilidades y actividades. (1.5, p2)</i>
Estructura	<i>6 Secciones. 2) requisitos generales del SG. 3) requisitos y responsabilidades del personal. 4) requisitos para la gestión de recursos. 5) requisitos relativos a procesos. 6) requisitos para la medición, evaluación, y mejora del SG. (1.14, p4)</i>	<i>Secciones 2) responsabilidades 3) recursos 4) planeamiento y control de procesos 5) control de documentos y registros 6) medición, evaluación y mejora del sistema. (1.18, p7)</i>	<i>Secciones. 2) implementación 3) responsabilidades 4) recursos 5) procesos. (1.7 p2)</i>

Análisis y conclusión: de las 3 guías, la GS-G-3.1 se enfoca en la implementación del sistema de gestión integrado y por ello se considerará más adelante. De las dos guías restantes, comparando el objetivo la guía GSR-3 establece los requisitos y la guía GS-G-3.4 provee recomendaciones. Si se compara el campo de aplicación la guía GSR-3 tiene un alcance mayor en cuanto a actividades que exceden el planteo del presente trabajo y la guía GS-G-3.4 aplica de manera más adecuada al planteo: tipo de instalación, clase de residuos y tipo de gestión. Por lo tanto, para el despliegue de los requisitos se considerarán ambas guías GSR-3 y GS-G-3.4 a integrar.

4.3.6 Sistema de gestión integrado

En la mayoría de los casos se suele partir de un sistema de gestión implementado, que se emplea como estructura base, para acoplar un sistema de gestión nuevo. Comúnmente esto se hace tomando el sistema de gestión de calidad (SGC) de base para acoplar, por ejemplo, el sistema de gestión ambiental (SGA). Bajo la codificación y estructura del SGC, se confeccionan e incorporan nuevos documentos, procedimientos y registros que satisfacen los requisitos de la norma ISO 14001 vigente. Se procede de igual manera con otro sistema nuevo que se quiera integrar; esta sucesión puede sesgar el objetivo y el alcance de cada sistema que se agrega o bien comprometer el objetivo y el alcance del todo (todos los sistemas).

Las suposiciones consideradas en el planteo del problema del presente trabajo, admiten la posibilidad que junto al desarrollo del modelo del sistema de gestión integrado (SGI) se diseñen los documentos y se planifique su implementación, incluso antes de que la instalación se haya construido o comenzado a operar. Esta situación es ideal para identificar con anticipación requisitos legales y regulatorios relevantes en el diseño de la instalación y permite reconocer cuales son los sistemas de gestión que coexistirán en un repositorio geológico profundo, que serán necesarios para su operación a lo largo de su vida útil.

Con el fin de mantener el objetivo de cada sistema de gestión y de integrarlos bajo el mismo alcance, sin que alguno perdiera relevancia o independencia en su funcionamiento, se buscó un sistema que oficiara de guía y estructura, para la integración e implementación como un sistema de gestión único.

Entre las normas vigentes se seleccionaron la PAS 99, versiones 2008 y 2012, y la UNE 66177:2005, que pueden establecerse como guías para la implementación de sistemas integrados de gestión ya que ambas ofrecen las directrices para implementar un sistema de gestión integrado y pueden

utilizarse para validar el sistema integrado durante la implementación misma. Si bien la versión vigente y aplicable de la PAS 99 es la PAS 99:2012, al momento del análisis se incluyeron ambas versiones, en la Tabla 12, para advertir cambios en la estructura y el contenido. Luego se compararon entre sí las normas PAS 99:2012 y la UNE 66177:2005.

Tabla 12. Describe el objetivo, la aplicación y estructura de cada documento analizado. (Texto extraído de cada norma)

Primer análisis			
Documento	PAS99:2008 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración	PAS99:2012 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración	UNE 66177:2005 Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión
Objetivo	<i>Especifica requisitos comunes de los sistemas de gestión como marco para la integración de 2 o más sistemas de gestión.</i>		<i>Proporcionar directrices para desarrollar, implementar y evaluar el proceso de integración de sistemas de gestión de calidad, gestión ambiental y gestión de seguridad y salud en el trabajo en organizaciones que deseen integrar total o parcial dichos sistemas en busca de mayor eficacia en su gestión y rentabilidad.</i>
Ámbito de aplicación	<i>Se aplica a todo tipo de organización independientemente de su tamaño. Destinada a integrar sistemas de gestión de calidad, medioambiente y seguridad y salud ocupacional puede integrar otras normas como ISO22000, ISO20000 o ISO27001. No está destinada si el sistema de gestión se basa en una sola norma excepto como preparación para la adición de otras normas.</i>		<i>Aplica a todo tamaño y tipo de organización que desee implementar dos o más sistemas de gestión. No es certificable. Basa el método de integración en el enfoque en procesos.</i>
Estructura	<i>1.Alcance 2. Referencias 3. Términos y def. 4. Requisitos SGI 4.1 Requisitos generales 4.2 Política 4.3 Planificación 4.4 Aplicación y operación 4.5 Evaluación 4.6 Mejora 4.7 Revisión</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo y aplicación 2. Referencias 3. Términos y def. 4. Contexto 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Desempeño 10. Mejora</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo y campo aplicación 2. Referencias 3. Términos y def. 4. Estructura del proceso de integración 5. Desarrollo plan integración 6. Implementación 7. Revisión y mejora</i>
Comentarios	Comparando ambas versiones. La PAS99:2012 está estructurada según el Anexo SL 12 (ídem ISO9001:2015), es certificable pero no extensible a las normas que la integran el sistema integrado de gestión. Identifica y especifica los requisitos comunes		Proporciona una metodología para evaluar la madurez, complejidad, alcance y riesgo de la organización y así elegir el método adecuado para la integración deseada. Además del enfoque en procesos.

Análisis y conclusión: de la comparación entre la PAS 99:2012 y la UNE 66177, la PAS 99 es certificable como norma en sí misma y especifica los requisitos para la integración. Es aplicable a un sistema de una única norma al que se le desee agregar más sistemas. En cambio, la UNE no es certificable, propone directrices a emplear y es aplicable a sistemas de gestión que funcionan en paralelo y se quieren integrar, suele utilizarse para evaluar su madurez.

Por lo tanto, considerando que se desea desarrollar un sistema integrado de gestión desde el inicio, aplicaría mejor a esta situación la norma la PAS 99 que propone e identifica los requisitos comunes. La UNE podría emplearse en una segunda instancia, al cabo de un cierto tiempo de la implementación, para evaluar la madurez del SGI.

4.4 Segundo análisis: estructura y contenido

Como consecuencia del análisis del objetivo y el campo de aplicación de la sección anterior, se descartaron aquellos documentos cuyo objetivo y alcance no se correspondían con las consideraciones del planteo del problema o con el alcance del sistema de gestión integrado (ver sección 7.5.2).

Las normas y guías que resultaron del análisis de la sección 4.4 Segundo análisis: estructura y contenido, son la base del siguiente análisis de la estructura y el contenido. Ver Tabla 13.

Para realizar el análisis, se comparó la estructura y la cantidad de incisos y secciones, y sobre la base de las similitudes encontradas se los dividió en dos grupos, uno formado por las 4 guías del OIEA y por otro las 3 normas, todas ellas objeto del primer análisis, y se identificó a cada uno con un número para darle orden dentro del análisis, según se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13. Guías y normas del segundo análisis. GpDF: gestión previa a la disposición final, SG: sistema de gestión (Texto extraído de cada documento)

Segundo análisis - guías del OIEA y normas - parte I				
Sistema	GpDF - Entrada al Repositorio		Gestión de Seguridad Nuclear	Gestión del Repositorio
Documento	(OIEA, 2010) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales. Colección normas de seguridad OIEA N° GSR parte 5.	(OIEA, 2009) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de seguridad. Colección normas seguridad OIEA N°WS-G-2.6	(OIEA, 2012) Disposición final de desechos radiactivos. Colección de normas de seguridad del OIEA N°SSR-5. Requisitos de seguridad específicos.	(OIEA, 2011) Sistema de gestión de instalaciones y actividades. Colección de normas de seguridad del OIEA N°GS-R3. Requisitos de seguridad.
Estructura	<i>Consta de 22 requisitos. Secciones. 1)antecedentes, objetivo, ámbito de aplicación y estructura. 2)protección de la salud humana y el medio ambiente. 3)requisitos de responsabilidad asociadas a la GpDF. 4)requisitos principales. 5)requisitos para el desarrollo y explotación de una instalación para GpDF.</i>	<i>Secciones. 2) protección salud y medioambiente 3) función y responsabilidades 4) seguridad 5) requisitos de aceptación 6) registros e informes 7) evaluaciones de seguridad y medioambiente 8) gestión de la calidad</i>	<i>Consta de 26 requisitos. Secciones. 1 y 2) antecedentes, conceptos y el objetivo de seguridad. 3 a 6) requisitos de seguridad para las instalaciones de disposición final.</i>	<i>6 secciones. 2) requisitos generales del SG. 3) requisitos y responsabilidades del personal. 4) requisitos para la gestión de recursos. 5)requisitos relativos a procesos.6) requisitos para la medición, evaluación, y mejora del SG.</i>
#	1	2	3	4
Segundo análisis - guías del OIEA y normas – parte II (continuación)				
Sistema	Gestión del Repositorio	Gestión de Calidad	Gestión Seguridad y Salud Ocupacional	Gestión Integrado
Documento	(IAEA, 2008) The management system for the disposal of radioactive waste. Safety Guide N° GS-G3.4	ISO9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos	DIS ISO45001:2016 Occupational health and safety management system - Requirements with guidance for use	PAS99:2012 Specification of common management system requirements as a framework for integration
Estructura	<i>Secciones 2) responsabilidades 3) recursos 4) planeamiento y control de procesos 5) control de documentos y registros 6) medición, evaluación y mejora del sistema</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo y aplicación 2. Referencias 3: Términos y def. 4. Contexto 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Desempeño 10. Mejora</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo 2. Referencias 3: Términos y def. 4. Contexto 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Desempeño 10. Mejora</i>	<i>Capítulos. 1. Objetivo y aplicación 2. Referencias 3: Términos y def. 4. Contexto 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Desempeño 10. Mejora</i>
#	5	6	7	8

4.4.1 Guías GSR parte 5 y WS-G-2.6

De la guía GSR parte 5 y la guía WS-G-2.6 (#1 y #2) se seleccionaron aquellos requisitos que aplicarían como los requisitos de entrada al repositorio y que podrían originarse en la *gestión previa a la disposición final* o en el almacenamiento interino que actualmente brindan las centrales nucleares. Para dar origen a un *listado de requisitos de entrada (RE)*, se tomaron en cuenta las suposiciones del planteo del problema, y acorde a ellas se eliminaron requisitos por no ser aplicables, como por ejemplo aquellos relacionados con el reprocesamiento y los residuos radiactivos líquidos de alto nivel de actividad.

Al mismo tiempo se incluyeron requisitos que el generador de los residuos o bien el ente responsable de la instalación de la gestión previa debería cumplir ante el órgano regulador, por considerar que contienen información relevante para la futura disposición de los residuos radiactivos. Y también se incluyeron los requisitos relacionados con actividades y registros de investigación y desarrollo que comprenden la seguridad nuclear y la disposición de los residuos. (Ver Anexo II).

4.4.2 Guía SSR-5

Siguiendo el mismo razonamiento que con las guías anteriores se eliminaron los puntos relacionados a la justificación y evaluación de seguridad, diseño, desarrollo y construcción de la instalación para dar origen a un nuevo *listado con los requisitos de seguridad para la disposición final de los residuos (RS)* procedente del análisis de la guía SSR-5 (#3) para la disposición final de los desechos radiactivos. (Ver Anexo II)

4.4.3 Guías GS-G-3.4 y GSR-3

Continuando con las guías del OIEA, se comparó la estructura de las guías GS-G-3.4 y GSR-3 (#4 y #5). y se analizó el contenido de sus secciones. Para confeccionar un único listado, se sumaron los puntos de la guía GSR-3 y se agregaron las recomendaciones específicas para la disposición final de los residuos radiactivos y se eliminaron las secciones que no coinciden con las premisas del planteo del presente trabajo, como la elección del sitio del emplazamiento, diseño, investigación y desarrollo, construcción del repositorio y el (safety case) caso para la evaluación de seguridad. Se unificaron ambas guías en un mismo *listado de requisitos de gestión para disposición final de residuos radiactivos (RG)*. (Ver Anexo II).

4.4.4 ISO 9001 y DIS/ISO 45001

Para comenzar con el análisis de las normas, se tomaron la ISO 9001:2015 y el borrador DIS/ISO 45001:2016 (#6 y #7). Se las examinó capítulo a capítulo, y en los casos en los que hubo concordancia entre los requisitos, se unificaron criterios respetando la redacción y la codificación original.

En aquellos requisitos que no registraron correspondencia entre las normas, se dio origen a un nuevo ítem o requisito, situándolo dentro de la sección y el capítulo analizado. El código del nuevo ítem o requisito se tomó de la norma ISO 9001:2015, por ser la versión vigente.

En aquellos incisos que no tenían título asociado o código dentro de una sección, se integró el contenido del mismo a la sección, eliminando el inciso sin código o título para simplificar (ver Anexo III y Tablas 14 y 15 de la sección 4.5.2). Finalmente, se confeccionó un nuevo *listado de los requisitos de calidad y salud y seguridad ocupacional (R Calidad y SS&SO)* ver Anexo III.

4.5 Estructura del sistema de gestión integrado

4.5.1 Listados de requisitos obtenidos y la estructura del SGI

Como resultado del análisis de las normas y guías, se obtuvieron los siguientes listados de requisitos:

- a) Requisitos de entrada (RE) combinación - Guías GSR parte 5 y WS-G-2.6
- b) Requisitos de seguridad para la disposición final (RS) - Guía SSR-5
- c) Requisitos de gestión para disposición final de residuos radiactivos (RG) - Guías GS-G-3.4 y GSR-3.
- d) Requisitos de calidad y salud y seguridad ocupacional (R Calidad y SS&SO) – Normas ISO 9001:2015 y DIS/ISO 45001:2016

Se procedió a reubicar o insertar cada listado de requisitos utilizando como modelo la estructura de la PAS 99:2012. En la Figura 18, se muestra donde se insertarán o reubicarán los requisitos del análisis del capítulo 4 y los capítulos siguientes.



Figura 18. Esquema que muestra donde (ítem/capítulo del SGI), se insertaron los documentos analizados (requisitos) en el presente trabajo.

4.5.2 Codificación de los requisitos a insertar en la estructura del SGI

a) Normas

Antes de proceder a insertar cada requisito en la estructura de la norma PAS 99:2012, tomada como estructura modelo del SGI (ver Figura 18) se ubicó primero el capítulo y la sección donde se insertarían los requisitos de calidad y salud y seguridad ocupacional (R Calidad y SS&SO). Luego se analizó el contenido de cada requisito, comenzando desde lo particular, es decir por los incisos y de ahí a lo más general o sea hasta completar el capítulo.

En los casos en los que existió congruencia entre los contenidos, se unificó el título del inciso o capítulo según la aparición o mención del “*sistema de gestión de calidad*” y agregando al mismo el “*sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional*”, como SS&SO en los requisitos que hubiera correspondencia.

Cuando no hubo concordancia entre los requisitos se generó un nuevo ítem dentro del inciso y capítulo de la norma ISO 9001:2015, tomada como guía ya que es la versión definitiva.

En los casos en los que el requisito de la norma DIS/ISO 45001:2016 no pudo incluirse dentro del inciso de la ISO 9001, se agregaron al final del capítulo de la norma guía, continuando con el orden de la misma. Se eliminaron las notas para simplificar la tarea (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Integración de distintos incisos dentro de un mismo capítulo

Codificación de la ISO9001:2015		Nueva Codificación SGI- (Requisitos Calidad y SS&SO unificados)	Codificación de la DIS/ISO45001:2016	
Planificación	6	6	6	Planning
Acciones para abordar riesgos y oportunidades	6.1	6.1	6.1	Actions to address risks and opportunities
	6.1.1	6.1.1	6.1.1	General
	6.1.2	6.1.2	6.1.2	Hazard identification and assessment of SS&SO risks
		6.1.2.1	6.1.2.1	Hazard identification
		6.1.2.2	6.1.2.2	Assessment risks and other risks S&SO
		6.1.2.3	6.1.2.3	Identification opportunities SS&SO

Para los incisos sin título o código de la norma guía ISO 9001, al generar la nueva codificación (R Calidad y SS&SO) resultante de la combinación de ambas normas, se eliminaron los códigos por simplicidad, integrándolos y manteniendo la organización, la estructura y el contenido del capítulo o inciso de origen que lo comprende. Ejemplo: del Inciso 7.5.3.1 y 7.5.3.2 se eliminaron para simplificar la nueva codificación, el contenido de cada inciso quedó incluido dentro del inciso 7.5.3. Ver Tabla 15.

Tabla 15. Ejemplo de simplificación de ítems en la nueva codificación.

Codificación de la ISO9001:2015		Nueva Codificación SGI- (Requisitos Calidad y SS&SO unificados)	Codificación de la DIS/ISO45001:2016	
Información documentada	7.5	7.5	7.5	Documented information
Generalidades	7.5.1	7.5.1	7.5.1	General
Creación y actualización	7.5.2	7.5.2	7.5.2	Creating and updating
Control de la información documentada	7.5.3	7.5.3	7.5.3	Control of documented information
	7.5.3.1			
	7.5.3.2			

b) Guías

Al igual que con los requisitos obtenidos de las normas, se procedió a ubicar el capítulo y la sección antes de insertar los requisitos en la estructura del SGI. Los requisitos resultantes de la combinación de guías serán los requisitos (RE) -guías GSR parte 5 y WS-G-2.6 y los requisitos (RG) -guías GS-G-3.4 y GSR-3 (ver Figura 18). Los requisitos (RS) -guía SSR-5, se insertarán directamente, por tratarse de una única guía.

Se comenzó en cada caso, con el análisis del contenido y concordancia entre requisitos de ambas guías. En los casos donde hubo concordancia entre los requisitos se unieron los textos de cada guía o se dispusieron los ítems o incisos al final del requisito de la guía tomada como patrón, respetando la codificación, redacción de origen y su terminología. No se consideró necesario alterar la redacción, o redefinir conceptos o términos, porque los requisitos contienen términos y definiciones comunes y que al repetirse se resumieron en algunos casos por comodidad (ver sección 4.4.6 Siglas o acrónimos).

En los casos en los que no hubo concordancia entre los requisitos de ambas guías, se creó un nuevo ítem dentro del inciso, sección y capítulo del SGI.

4.5.3 Inserción

A la estructura modelo del SGI (Figura 18), se le insertaron los incisos y secciones que contiene la nueva codificación generada para los requisitos del sistema de gestión de la calidad y seguridad y salud ocupacional (R Calidad y SS&SO). Y en estos capítulos e incisos, se insertaron *los requisitos de entrada (RE)* provenientes de la gestión previa; se consideraron como parte del *control de procesos de productos y servicios suministrados externamente*. Luego, aquellos requisitos (RE) relacionados con la

gestión propiamente dicha se colocaron como parte de *la planificación y el control operacional* de la disposición final, disponiéndolos al final del capítulo mencionado.

Luego se insertaron los *requisitos de seguridad para la disposición final (RS)*; aquellos requisitos relativos a la seguridad de la instalación se consideraron como parte de *la planificación y el control operacional* de la instalación y los requisitos relativos a la seguridad de los residuos radiactivos se ubicaron como parte de la *determinación de los requisitos de productos y servicios*, disponiéndolos al final del capítulo mencionado.

Por último, se combinaron los *requisitos de gestión (RG)* de acuerdo con el contenido y la concordancia entre ambas guías. Se ubicó primero el capítulo y la sección; luego se insertaron los requisitos en cada inciso y se dispusieron al final de cada capítulo.

Finalmente, quedó así conformado un único listado o documento, donde se insertaron cada uno de los requisitos de los documentos analizados hasta ese momento (ver Figura 18). Con el objetivo de mantener la trazabilidad y poder visualizar cada requisito y relacionarlo con el sistema de gestión al que pertenece (1° columna con la descripción de cada ítem del SGI, 2° columna R Calidad y SS&SO, columna 3° RE al repositorio GpDF, columna 4° R Seguridad DF y en la 5° columna R Gestión DF) y también poder ubicarlo y relacionarlo con el ítem, inciso, sección y capítulo del SGI (filas), se confeccionó una grilla o tabla (ver Anexo IV).

4.5.4 Siglas o acrónimos empleados

A lo largo del análisis hubo términos que se repetían; para ellos se emplearon las siguientes abreviaturas: Alta dirección (AD), Disposición final (DF), instalación de disposición final (IDF), residuos radiactivos (RR), desechos radiactivos (DR), sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (SS&SO), (GpDF) para la gestión previa a la disposición final y sistema de gestión integrado y de calidad (SGI) y (SGC), respectivamente.

5. Requisitos regulatorios

Para desplegar los requisitos regulatorios del sistema de gestión integrado, se buscaron las normas regulatorias de la página web de ARN, y teniendo en cuenta las consideraciones del planteo del problema, se seleccionaron las siguientes normas para analizar (ARN, 2016):

Normas Regulatorias (ARN, 2016)	
Código	Descripción
AR 0.0.1 rev2	Licenciamiento de instalaciones clase I
AR 0.11.1 rev3	Licenciamiento de personal de instalaciones clase I
AR 0.11.2 rev2	Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas
AR 0.11.3 rev1	Reentrenamiento de personal de instalaciones Clase I
AR 6.1.1 rev1	Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas clase I
AR 6.1.2 rev1	Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones clase I
AR 10.1.1 rev3	Norma básica de seguridad radiológica
AR 10.12.1 rev2	Gestión de residuos radiactivos*
AR 10.13.1 rev1	Norma de protección física de materiales e instalaciones nucleares
AR 10.14.1 rev0	Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear

(*) El siguiente análisis se realizó durante el mes de julio de 2016 y la norma AR 10.12.1, Gestión de residuos radiactivos rev3, fue emitida en noviembre de 2016; por tal razón no fue incluida entre las normas del análisis.

5.1 Análisis de normas

Se analizó para cada norma: el objetivo, el alcance y el contenido de los requisitos, comparándolos con las consideraciones y el planteo del problema, y se ordenaron según la relevancia y grado de aplicabilidad de cada una, con el fin de determinar los requisitos regulatorios aplicables.

5.1.1 AR 10.12.1 Gestión de residuos radiactivos

Análisis y conclusión: La norma aplica completamente a la gestión de residuos radiactivos y alcanza tanto al generador como al gestor de los residuos radiactivos. Ver Tabla 16.

Tabla 16. Detalle del texto extraído de la norma AR10.1.1

Análisis de normas de ARN	
AR 10.12.1 Gestión de residuos radiactivos rev2	
Objetivo	<i>Establecer los requisitos generales para que la gestión de residuos radiactivos se realice con un nivel adecuado de protección radiológica de las personas y de preservación del ambiente tanto en el caso de las generaciones actuales como en de las futuras</i>
Alcance	<i>Aplica a la gestión de residuos radiactivos provenientes de todas las instalaciones y prácticas controladas por ARN. No aplica a sustancias radiactivas de origen natural que no hayan sufrido un proceso tecnológico de alteración de sus propiedades naturales.</i>
Estructura	<i>D. Criterios: Criterios generales, Criterios específicos para la Generadora de Residuos Radiactivos, Criterios específicos para la Gestionadora de Residuos Radiactivos</i>

5.1.2 AR 10.1.1 Norma básica de seguridad radiológica

Análisis y conclusión: De los criterios D, aplican el *D2.1 Instalaciones Clase I* para instalaciones clase I, quedando fuera del alcance *D2.2 Instalaciones Clase II*, *D2.3 Instalaciones Clase III* y *D6.2 Vigilancia Médica*. Ver Tabla 17.

Tabla 17. Detalle del texto extraído de la norma AR10.1.1

Análisis de normas de ARN	
AR 10.1.1 Norma básica de protección radiológica rev3	
Objetivo	<i>Lograr un nivel apropiado de protección de las personas contra los efectos de las radiaciones ionizantes y de seguridad de las fuentes de radiación</i>
Alcance	<i>Aplica a todas las instalaciones, prácticas e intervenciones que regula la ARN. No abarca equipos destinados a generar rayos X. Si comprende aceleradores lineales de uso médico. Excepciones: materiales radiactivos naturales a los que no se les haya incrementado tecnológicamente la actividad por unidad masa. Toda practica en la que se pueda demostrar, que no es conceptualmente posible originar, durante un año, una dosis efectiva en los individuos más expuestos > 10⁻⁶ mSv/ Dosis efectiva colectiva > 1Sv hombre.</i>
Estructura	<i>D. Criterios: D1. Generales, D2. Responsabilidades por la seguridad radiológica, D3. Seguridad Radiológica, D4. Exposiciones potenciales, D5. Gestión de residuos radiactivos, D6. Requerimientos operativos, D7. Planes y procedimientos de emergencia, D8. Intervenciones, D9. Comunicaciones, D10. Transporte de materiales radiactivos</i>

5.1.3 AR 10.13.1 Norma de protección física de materiales nucleares

Análisis y conclusión: Esta norma aplica a los materiales protegidos, a las instalaciones significativas y al transporte de material protegido. Solo se considerará el alcance a los materiales y las instalaciones. En el presente trabajo, se consideró responsabilidad del generador de los combustibles

gastados, el transporte del material protegido. D2.2 *Almacenamiento y transporte de materiales protegidos según su categorización*, quedo fuera del análisis por no ser aplicable. Ver Tabla 18.

Tabla 18. Detalle del texto extraído de la norma AR10.13.1

Análisis de normas de ARN	
Objetivo	AR 10.13.1 Norma de protección física de materiales e instalaciones nucleares rev1
	<i>Establecer los criterios generales de protección física de materiales e instalaciones nucleares</i>
Alcance	<i>Aplica a los materiales protegidos, a las instalaciones significativas.</i>
Estructura	<i>D. Criterios, D1. Generales, D2. Niveles de protección física, D3. Responsabilidades</i>

5.1.4 AR 0.0.1 Licenciamiento de instalaciones Clase I

Análisis y conclusión: Esta norma aplica a todas las etapas de explotación y cierre del repositorio, como instalación Clase I. Ver Tabla 19.

Tabla 19. Detalle del texto extraído de la norma AR0.0.1

Análisis de normas de ARN	
Objetivo	AR 0.0.1 Licenciamiento de instalaciones Clase I rev2
	<i>Establecer las condiciones generales a las que deben ajustarse la construcción, la puesta en marcha, la operación y el retiro de servicio de instalaciones Clase I (o relevantes) el alcance de la responsabilidad de la Entidad Responsable y las relaciones que deben establecerse a esos fines entre ARN y la Entidad Responsable</i>
Alcance	<i>Aplica a la construcción, puesta en marcha, la operación y el retiro de servicio de instalaciones Clase I</i>
Estructura	<i>D. Criterios</i>

5.1.5 AR 0.11.1 Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I

Análisis y conclusión: Esta norma aplicaría en principio, pero depende de las operaciones y actividades que se realicen dentro del repositorio. Ver Tabla 20.

Tabla 20. Detalle del texto extraído de la norma AR0.11.1

Análisis de normas de ARN	
Objetivo	AR 0.11.1 Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I rev3
	<i>Establecer los requisitos que debe cumplir una persona para solicitar ante ARN una licencia individual o autorización específica</i>
Alcance	<i>Aplica al licenciamiento de personal de instalaciones Clase I que así lo requieran</i>
Estructura	<i>D. Criterios, D1. Generales, D2. Obtención y validez de una licencia individual, D3. Obtención y validez de una autorización específica, D4. Renovación de una autorización específica, D5. Modificación, suspensión o renovación de una autorización específica, D6. Capacitación específica y entrenamiento en el trabajo, D7. Registros</i>

5.1.6 AR 0.11.2 Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas

Análisis y conclusión: La norma aplicaría al personal, dependiendo del perfil de puesto y las actividades que requieran la autorización específica. Ver Tabla 21.

Tabla 21. Detalle del texto extraído de la norma AR 0.11.2

Análisis de normas de ARN	
Objetivo	AR 0.11.2 Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas rev2
	<i>Establecer los requerimientos necesarios para evaluar la aptitud psicofísica de una persona que solicita una autorización específica o una renovación de la misma</i>
Alcance	<i>Aplica a toda persona propuesta por la Entidad Responsable (ER) de una instalación Clase I para obtener o renovar una autorización específica</i>
Estructura	<i>D. Criterios</i>

5.1.7 AR 0.11.3 Reentrenamiento de personal de instalaciones Clase I

Análisis y conclusión: La norma aplicaría en todo, exceptuando los requisitos detallados en el criterio D2 *Específicos y adicionales para reactores nucleares de potencia*. Ver Tabla 22.

Tabla 22. Detalle del texto extraído de la norma AR 0.11.3

Análisis de normas de ARN	
Objetivo	AR 0.11.3 Reentrenamiento de personal de instalaciones Clase I rev1
	<i>Establecer los requisitos que debe cumplir la Entidad Responsable (ER) de una instalación Clase I para el reentrenamiento de personal</i>
Alcance	<i>Aplica al personal que desempeñe una función específica en una instalación Clase I</i>
Estructura	<i>D. Criterios: D1. Generales, D2. Específicos y adicionales para reactores nucleares de potencia, D3. Evaluaciones del personal reentrenado</i>

5.1.8 AR 10.14.1 Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear

Análisis y conclusión: de esta norma se transcribieron los incisos 1c) y 2 a) del alcance. Aplicaría de manera completa. Ver Tabla 23.

Tabla 23. Detalle del texto extraído de la norma AR 10.14.1

Análisis de normas de ARN	
Objetivo	AR10.14.1 Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear rev0
	<i>Garantizar que los materiales nucleares, y los materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear especificados por la Autoridad que se encuentre bajo jurisdicción de la República Argentina no sean desviados a un uso no autorizado por la Autoridad</i>
Alcance	<i>1. Esta norma se aplica a: a. Aquellos materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear que estipule la Autoridad.2. Los materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear dejarán de estar sometidos a las condiciones estipuladas en esta norma cuando: c. La Autoridad acepte que ya no pueden ser utilizados en ninguna actividad nuclear relevante.</i>
Estructura	<i>C. Requisitos generales. Anexo I. Sistema nacional de contabilidad y control (SNCC), Anexo II. Explicación de términos</i>

5.1.9 AR 6.1.1 Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas Clase I y AR 6.1.2 Limitaciones de efluentes radiactivos de instalaciones radiactivas Clase I

Análisis y conclusión: Ambas normas corresponden a la etapa de diseño de la instalación, que esta fuera del planteo del problema y por ello no son aplicables en el análisis. Ver Tabla 24.

Tabla 24. Detalle del texto extraído de las normas AR 6.1.1 y AR6.1.2

Análisis de normas de ARN		
Objetivo	AR 6.1.1 Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas Clase I rev1	AR 6.1.2 Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones radiactivas Clase I rev1
	<i>Establecer los criterios de protección radiológica ocupacional que se deben tener en cuenta en el diseño</i>	<i>Establecer los criterios de protección radiológica que se deben tener en cuenta en el diseño, para limitar las descargas de efluentes radiactivos al ambiente</i>
Alcance	<i>Aplica a las características de diseño de las instalaciones de Clase I, relacionadas con la exposición de los trabajadores</i>	<i>Aplica al diseño de instalaciones radiactivas de Clase I</i>
Estructura	<i>D. Criterios</i>	<i>D. Criterios</i>

5.2 Listado de requisitos regulatorios

5.2.1 Inserción de los requisitos regulatorios en la estructura del SGI

Como resultado final del análisis de las normas regulatorias, se confeccionó un listado con los requisitos regulatorios, que pueden verse en detalle en la sección 7.13. Para identificar cada requisito se emplearon dos letras (RR) y un número, para darle orden consecutivo.

Se utilizó la estructura modelo del SGI (ver Figura 18), para ubicar dónde insertar cada uno de los requisitos regulatorios, y se ubicó el capítulo y la sección. Luego se analizó el contenido de cada uno y se los clasificó para poder ubicarlos de la siguiente forma:

- **Sección 5) Roles, responsabilidades y autoridades de la organización (5.3)** los requisitos relacionados con la responsabilidad, roles y funciones del generador, de la organización gestonadora y del responsable primario. También se incluyeron dentro de este ítem, los requisitos relacionados con la estructura operativa de la organización y la responsabilidad de la protección física y la garantía de no desviación de materiales, equipos e instalaciones nucleares.

- **Sección 6) Acciones a abordar riesgos y oportunidades (6.1)** aquellos requisitos relacionados con la justificación de las prácticas y la optimización de la protección radiológica. Los requisitos regulatorios relacionados con exposiciones potenciales se dispusieron en el ítem de *Identificación y evaluación de riesgos (6.1.2)* y aquellos relativos a las prácticas no rutinarias se dispusieron como el ítem *Determinación de requisitos legales y otros requisitos (6.1.3)*.

- **Sección 7) Infraestructura** (7.1.3) aquellos requisitos relativos a la instalación nuclear, sus características y requisitos para la obtención de la licencia según cada etapa. Los requisitos relativos al límite, restricción y estimación de dosis de los trabajadores y el público se agruparon en el ítem *Ambiente para las operaciones de los procesos* (7.1.4). Los requisitos relativos a la obtención de licencias individuales y específicas, la evaluación de la aptitud psicofísica y el reentrenamiento, se colocaron en el ítem *Competencia* (7.2) y otros en *Personas* (7.1.2) Los requisitos que pedían registros operativos se colocaron en el ítem de *Información documentada* (7.5).

- **Secciones 8 y 9)** el resto de los requisitos en los ítems *Gestión del Cambio* (8.4.4), *Preparación y respuesta ante emergencias* (8.4.8) y *Auditorías internas* (9.2). Ver Anexo IV - Tabla para ubicar los requisitos de cada sistema del SGI y los requisitos regulatorios.

Con el objetivo de mantener la trazabilidad de los requisitos regulatorios dentro del sistema de gestión integrado (SGI) se agregó una columna (6ª columna) en la grilla del Anexo IV, donde se detalla el requisito regulatorio, por ejemplo, RR23, relacionado con cada ítem, inciso, sección y capítulo del SGI. Para acceder al contenido de cada uno de los requisitos regulatorios consultar la sección 7.13.

5.2.2 Términos y definiciones del SGI

A lo largo del análisis de los requisitos se emplean términos y definiciones propios de la seguridad nuclear. Para dar al lector una mejor comprensión de estos conceptos se transcribieron los términos del apartado *C-Explicación de términos* de las guías de ARN. Se eliminaron los términos que no aplicaban al planteo del problema, como reactores de potencia e investigación. Se quitaron los repetidos y se agregaron los términos y las definiciones de las normas ISO 9000 y DIS/ISO 45001 para dar lugar a la sección 7.12 Términos y definiciones empleados en los requisitos del SGI, dispuesto al final del capítulo 7 del presente trabajo.

6. Marco legal

Considerar al repositorio como una instalación en la última de etapa de su construcción, en vías de realizar las pruebas para la puesta en marcha y la obtención de la licencia de operación, simplificó el planteo del problema. Al mismo tiempo, se dejaron fuera del enfoque del trabajo, aspectos económicos y sociopolíticos: como el consenso y la aceptación social o de los ciudadanos de la provincia donde se supone se construyó la instalación nuclear, quienes representarán al público desde el punto de vista de la protección radiológica.

El hecho de desconocer la provincia donde operará el repositorio, hizo focalizar el análisis en la jurisprudencia nacional. Lo que permite establecer responsabilidades y funciones a nivel nacional para la gestión del repositorio, pero no considera aspectos más específicos, como el ámbito legal provincial y municipal, que pudiera presentar la provincia y que se supone debería estar alineado con las leyes nacionales analizadas. Por esta razón el análisis del marco legal no se extiende al detalle de la legislación municipal, o al de las leyes específicas de la provincia elegida como sitio de emplazamiento y operación del repositorio.

6.1 Análisis de las leyes

Para establecer el marco legal del sistema de gestión integrado se buscaron las leyes vigentes: Ley N° 24804, Ley N° 25018, Ley 25279, Ley N° 17048 y la Ley N° 22498 aplicables a nivel nacional. Se ordenaron las mismas en una tabla según el año de publicación en el boletín. Y se analizó: el alcance, la estructura y los capítulos e incisos relevantes considerando el planteo del problema para agregar algún comentario. Ver Tabla 25.

Internacionalmente, cabe mencionar las obligaciones que asumiera la República Argentina en la ejecución de la política nacional en virtud del Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en América Latina y el Caribe (Tratado de Tlatelolco), el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares, el acuerdo entre la República Argentina, la Republica Federal del Brasil, la agencia Brasileño-Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares, y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias⁶.

⁶ (1997) Ley N° 24804, artículo 1,p2.

Tabla 25. Análisis de las leyes vigentes y aplicables.

Año	1997	1998	2000	1963	1956
Ley	<i>Ley N° 24804 Ley Nacional de la Actividad Nuclear</i>	<i>Ley N° 25018 Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos</i>	<i>Ley N° 25279 Convenciones</i>	<i>Ley N° 17048 Responsabilidad Civil por Daño Nuclear</i>	<i>Ley N° 22498</i>
Alcance	<i>Actividad nuclear. Funciones del Estado. Criterio de regulación. Jurisdicción. Autoridad Regulatoria Nuclear. Definiciones. Disposiciones generales. Privatización</i>	<i>Disposiciones generales. Responsabilidades y transferencia. Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos. Financiación</i>	<i>Apruébese la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, adoptada en Viena</i>	<i>Apruébese la "Convención de Viena sobre Responsabilidad civil por daño nucleares"</i>	<i>Funcionará como entidad autárquica la Comisión Nacional de Energía Atómica</i>
Estructura	<i>Capítulo I- Actividad nuclear. Funciones del Estado. Criterio de regulación. Jurisdicción. Artículos 1 al 13. Capítulo II - Autoridad regulatoria nuclear. Artículos 14 al 29. Capítulo III- Definiciones. Artículo 30. Capítulo IV- Disposiciones generales. Artículos 31 al 33. Capítulo V- Privatizaciones. Artículos 34 al 42.</i>	<i>Disposiciones generales. Artículos 1 al 5. Responsabilidades y transferencia. Artículos 5 al 9. Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos. Artículos 10 al 12. Financiación. Artículos 13 al 16.</i>	<i>Capítulo I - Objetivos, Defunciones y ámbito de aplicación. Artículos 1 a 3. Capítulo II- Seguridad en la gestión del combustible gastado. Artículos 4 a 10. Capítulo III - Seguridad en la gestión de desechos radiactivos. Artículos 11 al 16. Capítulo IV- Disposiciones generales de seguridad. Artículos 17 al 26. Capítulo V- Disposición varias. Artículos 27 al 28. Capítulo VI- Reuniones de las partes contratantes. Artículos 29 al 37. Capítulo VII- Clausulas y otras disposiciones finales. Artículos 38 al 44.</i>		<i>Capítulo I. Disposiciones generales: Autarquía. Objeto. Domicilio y jurisdicción. Patrimonio. Recursos. Artículos 1 al 5. Capítulo II. Administración y dirección. Artículos 6 al 11. Capítulo III. Régimen financiero y contabilidad. Artículos 12 al 15. Capítulo IV Disposiciones generales. Artículos 16 al 21.</i>
Artículos relevantes	Artículos: 1, 2 incisos: A, D, G, 7, 8, 9, 10, 11*, 12*, 15, 16 incisos A,D,G y J, 31, 32, 35*, 36*, 37*	Artículos: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 incisos: A, F, H, I, K, M, P y Q, 12, 13, 14 y 15.	Artículos: 10, 16 y 23		
Comentarios	*Art 11 y 12 define quienes intervienen en la elección y licencia de un repositorio. Art 35 a 37, define participación del Estado, y empleados de las centrales nucleares			vinculada x el art7 Ley N° 24804	
Nota: se analizó la relevancia de cada una de las leyes y sus artículos e incisos. <i>Copia textual</i>					

6.2 Partes interesadas

Aunque se mantiene el alcance de las leyes, es necesario traerlas a consideración para que, a través de las responsabilidades y funciones establecidas, pueda esbozarse quienes serán las partes interesadas que interactuarán con la organización y conformarán su contexto para la implementación del sistema de gestión integrado. Ver Tabla 26.

Tabla 26 .Partes interesadas tomadas del análisis de las leyes

Año	1997	1998
Ley	Ley N° 24804 Ley Nacional de la Actividad Nuclear	Ley N° 25018 Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos
Artículos relevantes	Artículos: 1, 2 incisos: A, D, G, 7, 8, 9, 10, 11*, 12*, 15, 16, 31, 32, 35*, 36*, 37*	Artículos: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 incisos: A, F, H, I, K, M, P y Q, 12, 13, 14 y 15.
Partes interesadas	Artículos 12: CNEA, ARN, Estado provincial donde se ha propuesto y construido el repositorio. Artículo 35: NASA, Potencial socio de NASA y el Estado Nacional.	Artículos 2: ARN, regulaciones: CABA, provinciales, nacionales e internacionales. Artículo 4 y 12: CNEA, provincias o CABA. Artículo 5 y 8: CNEA, generadores, ARN. Artículo 9: CNE, PNGRR, ARN, Poder Ejecutivo y Congreso de la Nacional.
Nota: se tomó a cada una de las partes responsables mencionadas en los artículos, como una parte interesada		

6.3 Contexto de la organización

Con el objetivo de identificar todas las partes interesadas, delinear el contexto y finalmente la organización. Se volcaron, las partes interesadas resultantes del análisis de la sección anterior y se sumaron áreas y funciones de la estructura interna de la CNEA para confeccionar un cuadro donde se describen: las partes interesadas, el área de influencia de cada una que puede incluir funciones y responsabilidades y el interlocutor o responsable para cada área mencionada. Ver Tabla 27.

Tabla 27. Partes interesadas y contexto de la organización

Parte interesada	Área de influencia	Interlocutor/responsable
Organismo Internacional de Energía Atómica	Asesoría técnica, Estándares, Requisitos de Seguridad Nuclear.	Argentina Estado Miembro
Estado Nacional (Poder Ejecutivo, Congreso de la Nación)	Legal/Poder Judicial	Presidente/Senadores & Diputados/Jueces de la Nación
Provincia & Municipio	Legal (lugar del emplazamiento, construcción y operación)	Leyes / Representantes legales de la Sociedad

Tabla 27. Partes interesadas y contexto de la organización (continuación).

Parte interesada	Área de influencia	Interlocutor/responsable
Autoridad Regulatoria Nuclear	Requisitos Regulatorios/ Protección Radiológica/Licencias	Responsable Primario del Repositorio
Medio Ambiente - Sociedad - Publico	Consenso/Imagen/Responsabilidad Social/ Seguridad Nuclear/Medio Ambiente	Leyes / Representantes legales de la Sociedad
Nucleoeléctrica Argentina SA - Socio potencial	Condiciones de Almacenamiento / Transporte CCGG / Legales / Capital & Acciones Privadas	Presidente NASA /Socio potencial
CNEA Institución	Plan Estratégico/ Asesoría/ Finanzas/RRHH/Compras/Legales	Presidente de CNEA/ Gerencia Área
PNGRR	Gestionadora RR/ Plan Estratégico/Fondo de Gestión y Disposición Final/RRHH/I+D	Gerencia PNGRR
Proveedores & Clientes	Proveedores Insumos/ Servicios/Tercerizaciones /Contratados Externamente	PNGRR / CNEA

Así quedaría conformado el *contexto de la organización* por todas las partes interesadas que pueden tener un efecto en el enfoque de la organización para el desarrollo y logro de sus objetivos.

6.4 Organización

Del análisis de las secciones anteriores y de las responsabilidades establecidas en las leyes analizadas, surgen los actores que conformarán la organización responsable de la gestión de la disposición final de los residuos de alto nivel de actividad en Argentina: la Comisión Nacional de Energía Atómica como institución y el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos como entidad gestora de los residuos radiactivos y la provincia y/o municipio donde se supone se ha construido el repositorio.

Para el alcance del presente trabajo, supondremos que la organización tomará forma de sociedad anónima. Estará conformada en un porcentaje mayoritario por la participación del estado y un porcentaje minoritario correspondiente a la participación de la provincia y a capitales privados que pudieran aparecer. La alta dirección estará precedida por un directorio, conformado por un representante de CNEA, un representante del PNGRR, un miembro representando a la provincia y otro representando a los inversores privados, de acuerdo a cada porcentaje de participación (ver Figuras 21). La comisión directiva, a través de sus funciones y roles comprenderá la gestión estratégica. Al tiempo que, la gestión operativa y la asesoría técnica recaerá exclusivamente en personal de CNEA seleccionado y convocado especialmente para el proyecto, a través del PNGRR (ver Figuras 20).

7. Propuesta del sistema de gestión integrado

La propuesta del Sistema de Gestión Integrado (SGI), dependerá de varios factores como:

- el contexto de la organización donde se implementará el sistema y el alcance fijado para considerar a las partes interesadas (ver sección 6.3 Tabla 27 y las Figuras 21 y 22),
- el objetivo del SGI y su alcance,
- los procesos operativos, soportes y estratégicos considerados (ver Figura 20),
- el diseño de los documentos: es decir la interrelación entre los requisitos y los documentos, la optimización de los documentos generados, la flexibilidad y el formato de los documentos: documentos descriptivos, procedimientos, instructivos, planes de calidad, formularios, etc.
- los criterios tomados para la implementación del SGI: por sistema de gestión que integran el SGI, por etapas en función del tiempo, por procesos, etc.

Si bien la propuesta del Sistema de Gestión Integrado, no depende de la misión, visión o de los valores de la organización, es utilizado como herramienta para el logro de los objetivos estratégicos y operativos de la misma. Por lo tanto, se considerarán como parte de la propuesta del SGI: la misión, la visión y política, objetivos y metas de la organización.

7.1 Misión

Proveer una solución técnica a través de la gestión integrada de todas las actividades necesarias para aislar de la biosfera los residuos radiactivos de alta actividad de Argentina, durante el tiempo necesario para que su radiactividad haya decaído a un nivel tal que no implique riesgo para el hombre, el medio ambiente y las generaciones futuras.

7.2 Visión

Ser la organización que gestiona estratégicamente los residuos radiactivos de alta actividad en Argentina, contemplando las expectativas de las partes interesadas y las normas vigentes locales e internacionales a través de la mejora continua, la transparencia, la innovación y la excelencia.

7.3 Política

Considerando a todos los sistemas de gestión que conforman el sistema de gestión integrado, sus requisitos y las normas vigentes incluidas en ellos, los requisitos regulatorios, legales y las necesidades de las partes interesadas, se define como política unificada del SGI:

“La organización conformada para gestionar la disposición final de los residuos radiactivos de alta actividad de Argentina, se compromete a cumplir con los requisitos del sistema de gestión integrado, con los requisitos legales, regulatorios y normativos vigentes, con las necesidades de las partes interesadas mediante la mejora continua de sus sistemas, destinando los recursos necesarios para lograr los objetivos y metas establecidos por la Comisión Directiva de la organización”.

7.4 Objetivos

La política se definió de manera unificada para que comprendiera la totalidad de los requisitos del sistema de gestión integrado, en cambio para los objetivos y las metas se propone definirlos individualmente para realizar el seguimiento de los mismos. Es importante realizar una diferenciación en el plazo de vigencia y revisión de los objetivos, según sean objetivos estratégicos u operativos.

a) Estratégicos

Los objetivos estratégicos serán los definidos por la Comisión Directiva en el Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos de Alta Actividad, que se enviara al Poder Ejecutivo Nacional. Y previa consulta con la Autoridad Regulatoria Nuclear, es enviado al Congreso de la Nación para su aprobación por ley.

El plazo de los objetivos estratégicos puede definirse en función del mediano y largo plazo dependiendo del escenario en que se hayan planificado los objetivos estratégicos y contemplar como mínimo un plazo de tres (3) años, para su revisión, seguimiento y control, ya que ese es el plazo de actualización del Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos de Alta Actividad.

Para ubicar temporalmente, se supone que la propuesta del SGI y su implementación en 3 etapas (EP#1, EP#2 y EP#3) tendrá lugar finalizando el año 2016. Prácticamente se considera que estamos evaluando el período 3 y planificando el período 4 (ver Figura 19). La obra del repositorio está llegando

al final de la etapa de construcción (período 3), está próximo a las pruebas para la puesta en marcha y la operación.



Figura 19. Línea de tiempo, donde se detallan los períodos de revisión de los objetivos estratégicos y operativos

El objetivo estratégico principal, podría definirse como:

“Reforzar las vías de comunicación a través de la organización y de CNEA para difundir a la sociedad los avances en la obra de la construcción del repositorio geológico profundo y las técnicas desarrolladas que se aplicarán para la disposición final de los residuos radiactivos de alto nivel de actividad, durante el período 2013 a 2016” OE-p3

b) Operativos

Los objetivos operativos se definirán de acuerdo con los requisitos del sistema de gestión integrado relacionados al proceso principal de disposición final y los procesos soportes, existiendo la posibilidad de definirlos individualmente por sistema de gestión integrante (ver Figura 20 Mapa de procesos). Se tiene así definido un objetivo operativo principal para cada sistema, y un objetivo operativo del SGI o más según la se considere necesario.

Al momento de implementar el SGI y dependiendo del criterio que se utilice para planificar la implementación, se podría definir un objetivo estratégico para el SGI como, por ejemplo:

“Planificar, asignar y gestionar a través del Fondo de Gestión y Disposición Final, los recursos necesarios para la total implementación del sistema de gestión integrado, de acuerdo con el cronograma y a los objetivos operativos derivados del mismo, durante el período 2016 a 2019” OE-p4

De este objetivo estratégico, se desprenden otros objetivos operativos del SGI (Ver diseño sección 7.7).

“Implementar todas las actividades y documentos asociados priorizadas para la etapa 1 (EP#1): instalación de equipos y documentos asociados, desarrollo de proveedores de servicios, determinar funciones, tareas y plan de capacitación de los perfiles de puesto del personal, durante el período 2015 a 2016.” OO-p3.3

“Implementar todas las actividades priorizadas y documentos asociados para la etapa 2 (EP#2): requisitos legales y regulatorios, definición de política, objetivos y organigrama del SGI, evaluar y planificar como abordar riesgos y oportunidades, gestión del control de cambios, planificar controles operativos y determinar requisitos de los productos y servicios y procesos del SGI, durante el período 2016 a 2017” OO-p4.1

“Implementar todas las actividades priorizadas y documento asociados para la etapa 3 (EP#3): evaluación y desempeño del SGI, seguimiento de indicadores, revisión por la dirección, auditorias, tratamiento de no conformidades, acciones y mejoras del SGI, durante el período 2017 a 2018” OO-p4.2

El plazo de los objetivos operativos, podría definirse en función del mediano y largo plazo dependiendo del escenario en que se hayan planificado los objetivos estratégicos y contemplar como plazo mínimo, un plazo de un año (1) para su revisión, seguimiento y control. Ver esquema Figura 19.

De este modo, cuando se evalúen los objetivos operativos, en la revisión por la Dirección, y se vuelquen los resultados en el Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos de Alta Actividad, se tendrá seguridad que se han chequeado al menos tres veces entre una elevación del plan (PEGRRAA) y otra.

Cuando el SGI se haya implementado totalmente. Se podrían definir objetivos operativos para cada sistema de gestión que integra el SGI o bien definirlos de acuerdo con el proceso, según se considere más apropiado en la revisión por la dirección, como para el SGC, por ejemplo:

“El objetivo del sistema de gestión de la calidad es medir, controlar y mejorar los requisitos de calidad que impactan de manera crítica en la gestión de la disposición de los residuos radiactivos de alto nivel de actividad, durante el período 2019 a 2020” OO-p5.1

7.5 Sistema de gestión integrado

7.5.1 Objetivo del sistema de gestión integrado

El objetivo del Sistema de Gestión Integrado será cumplir todos los requisitos (regulatorios y del sistema integrado) de manera eficaz y eficiente, aplicando el Ciclo de Deming (*planificar, hacer, verificar y actuar*) tanto al sistema integrado como a los sistemas que lo integran: sistema de gestión de calidad, seguridad y salud ocupacional, seguridad nuclear y protección radiológica.

Donde:

Planificar: establecer objetivos del sistema y procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y oportunidades;

Hacer: implementar lo planificado;

Verificar: realizar el seguimiento y cuando sea aplicable la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados;

Actuar: tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

7.5.2 Alcance del sistema de gestión integrado

El alcance propuesto para el sistema de gestión integrado, será el proceso o camino que recorren los combustibles gastados desde la gestión previa a la disposición final (GpDF) y su ingreso al repositorio geológico profundo hasta que se hayan almacenado definitivamente dentro de la instalación nuclear.

7.5.2.1 Gestión previa

En el caso, que existiera una etapa previa a la disposición final, supongamos que los combustibles gastados se almacenaran en una instalación nuclear donde se realizara la gestión previa: tratamiento y acondicionamiento previo a la disposición final (ver Figura 7). Como la gestión previa es parte del alcance del SGI, aplicarían los requisitos a esta etapa y también físicamente ambas instalaciones nucleares: la destinada a la gestión previa y el repositorio geológico profundo.

7.5.2.2 Gestión directa

En el caso particular, que la disposición final se realizara completamente dentro del repositorio, podría asociarse el alcance del sistema con la instalación, cuando en realidad la coincidencia es del alcance con el proceso principal. Vale recordar que en la Figura 6, se contemplaron las etapas potenciales que podrían cerrar el ciclo del combustible.

Por lo tanto, se propone que el alcance del sistema de gestión integrado, coincida con el proceso de disposición final: desde el ingreso al repositorio geológico profundo hasta que los combustibles gastados sean almacenados dentro de la instalación nuclear contempla y cubre ambas situaciones.

7.6 Organigrama y mapa de procesos

De las actividades y áreas involucradas en la disposición final dentro del repositorio (sección 2.6) el proceso principal, los procesos estratégicos y los procesos soportes que ocurren y sumando el contexto de la organización, sus miembros, sus funciones y actividades, también las partes interesadas (sección 6.3 Tabla 27) y la interrelación entre las mismas se confeccionaron: el mapa de procesos en la Figura 20, y dos organigramas de la organización en las Figuras 21 y 22 respectivamente.

En el mapa se describe el proceso estratégico o la Gestión Estratégica de la Comisión Directiva de la organización y los objetivos que se desprenden de la gestión y se elevan a través del Plan Estratégico para la Gestión de Residuos Radiactivos de Alta Actividad y la administración del Fondo de gestión y disposición final.

Como proceso operativo principal, se tomó la disposición final de los combustibles gastados, proceso que abarca desde ingreso de los combustibles gastados al repositorio hasta su almacenamiento y los procesos soportes dentro del repositorio como: inspección y control de calidad, control de procesos, mantenimiento, investigación y desarrollo, monitoreo de la instalación y el monitoreo ambiental y radiológico que se llevan a cabo dentro del repositorio mediante la gestión del PNGRR. Servicios soporte brindados por el CNEA como institución, entre ellos Recursos Humanos, Comunicación, Compras, Legales, Gestión del Cambio Institucional y Responsabilidad Social.

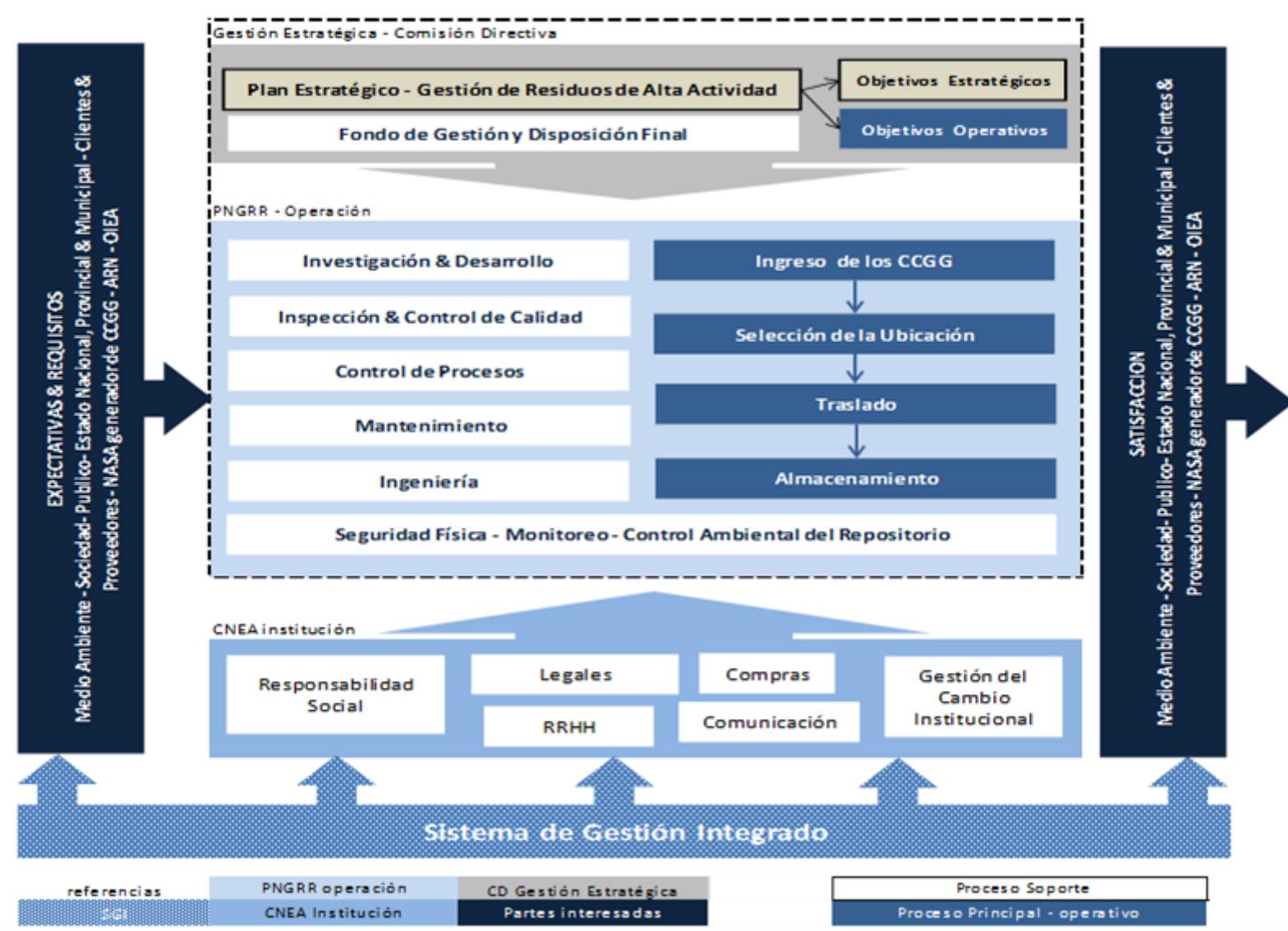


Figura 20. Mapa de procesos

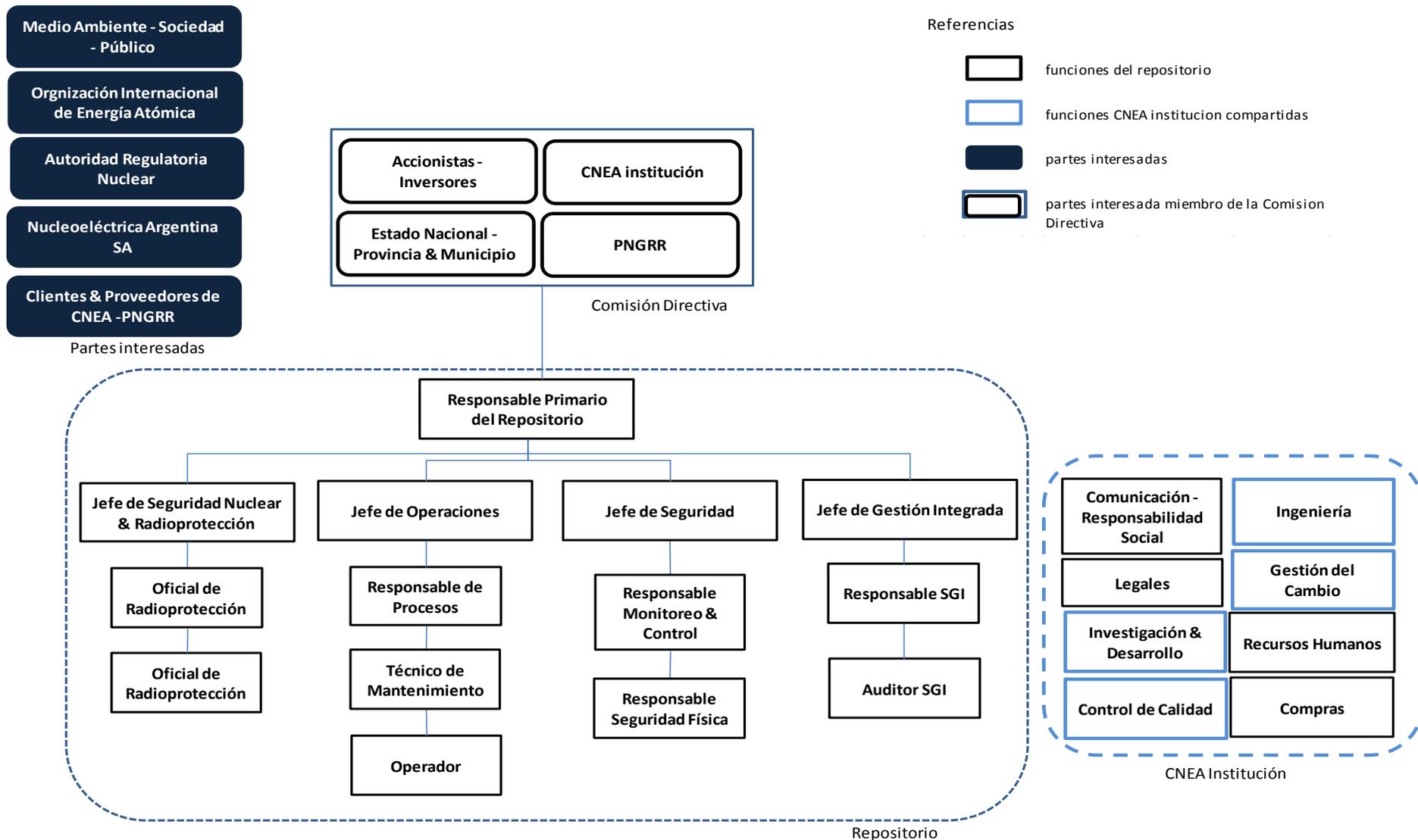


Figura 21. Organigrama de la organización. Detalle de las partes interesadas y las funciones compartidas con CNEA Institución.

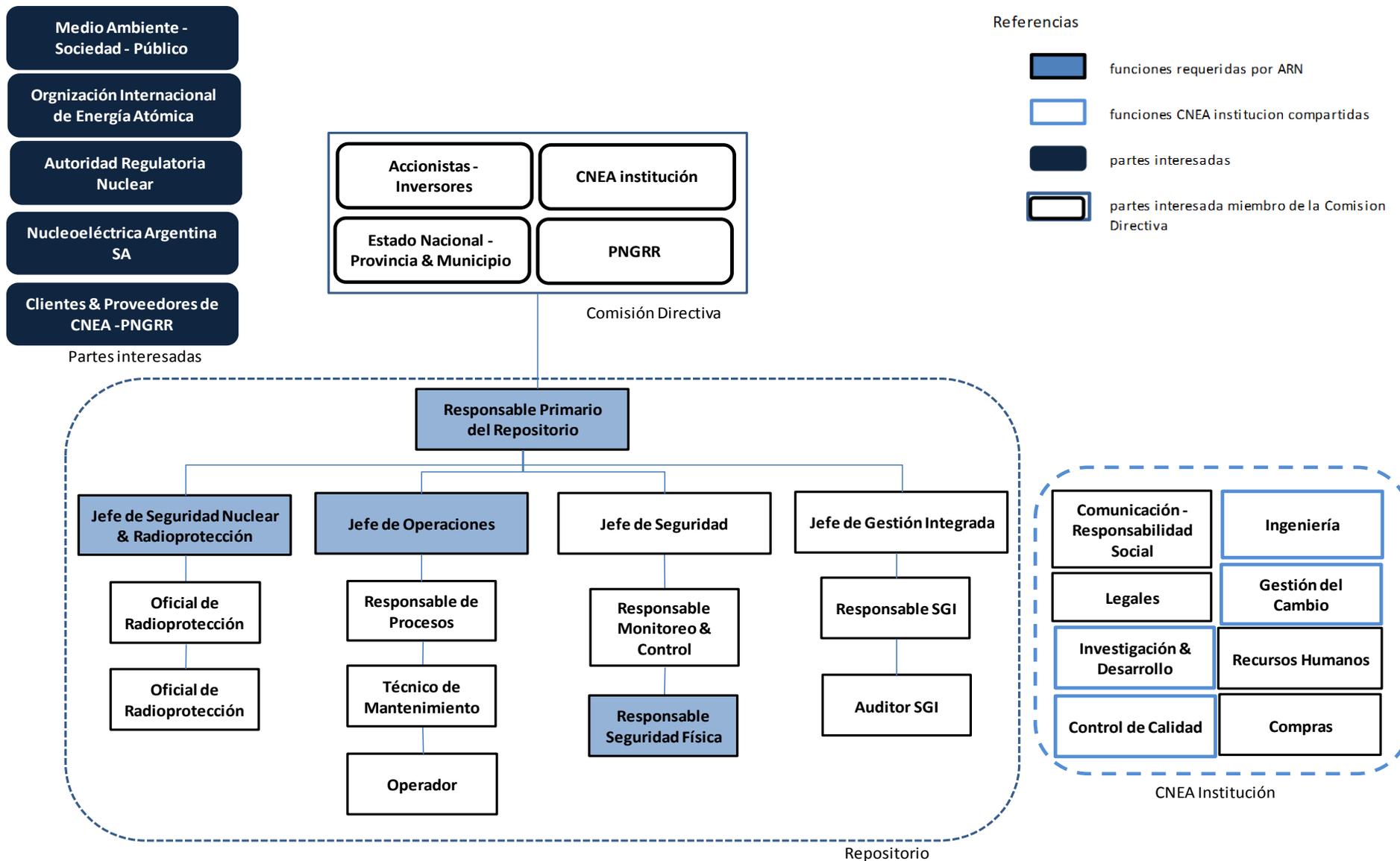


Figura 22. Organigrama operativo pedido por ARN. (funciones obligatorias en bloques celeste). Detalle de las partes interesada, y los procesos soporte brindados por CNEA institución (línea celeste)

7.7 Diseño de los documentos

El diseño de los documentos del SGI dependerá de cómo se relacionen y se integren entre sí cada uno de los requisitos y también quedará definido por el objetivo de minimizar la cantidad de documentos generados para el sistema de gestión. Para alinearse con este objetivo se tuvieron especialmente en cuenta aquellos requisitos regulatorios que expresamente solicitan la necesidad de generar y presentar documentos técnicos, registros y procedimientos operativos escritos, y los puntos de la norma ISO 9001:2015 que establecen la necesidad de generar y conservar información documentada, entre el total de los requisitos.

Se recuerda que para el despliegue de los requisitos integrados se supuso la existencia de varios sistemas tales como sistema de gestión de la calidad, sistema de seguridad y salud ocupacional, sistema de seguridad nuclear, y se identificaron requisitos de entrada (RE), requisitos de seguridad (RS), requisitos de gestión (RG) dentro del sistema de seguridad nuclear, requisitos de calidad y SS&SO como los requisitos del sistema de gestión de la calidad y seguridad y salud ocupacional, sumando al sistema también los requisitos regulatorios (RR). Por lo tanto, un documento podría responder e integrar uno o más de los requisitos mencionados.

Con el objetivo de priorizar y optimizar el diseño y minimizar la cantidad de documentos a liberar y al mismo tiempo barrer la totalidad de los requisitos del SGI y obtener una distribución eficaz para el diseño de la documentación, se decidió utilizar dos criterios que se trabajarán en simultáneo para priorizar el diseño de los documentos:

- a) Según el enfoque basado en procesos, se pueden clasificar y ordenar la generación de los documentos de acuerdo a las interfases y la relación entre cada proceso: estratégicos, operativos y soportes identificados en el mapa de procesos (ver Figura 20). Este criterio permite definir cómo asociar los documentos a cada etapa de cada proceso. Ver sección 7.7.1
- b) Según la línea de tiempo o línea *cronológica* del proyecto de obra del repositorio: entre las etapas finales de la construcción de la instalación (bloques violetas) y la etapa donde se realizan pruebas previas a la puesta en marcha (bloque celeste, 1), la etapa de puesta en marcha (bloque celeste, 2) y la operación del repositorio (etapas de la vida útil del repositorio, bloques azules en la Figura 23) serán tomadas como las etapas relevantes, para analizar los documentos que pueden generarse (ver Figura 23). Este criterio permite establecer el orden de la generación de los documentos en función de cada etapa, es decir en función del tiempo. Sección 7.7.2

7.7.1 Enfoque basado en procesos

El enfoque basado sobre los procesos permitiría definir de manera sistemática las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos, establecer prioridades identificando etapas críticas, diferenciar y priorizar de acuerdo con el tipo de proceso (ver mapa de procesos de la Figura 20) lo que también proporciona la identificación de las interfaces entre los procesos y los dueños de etapa, reforzando la definición de responsabilidades y funciones.

Documentos que se pueden generar con el enfoque en procesos

Tomando como referencia el mapa de procesos de la Figura 20, los procesos operativos (DF) y soportes (PS) se han definido antes de la etapa (1) para cumplir con los requisitos regulatorios, junto con los procedimientos y otros documentos técnicos que acompañan estos requisitos pedidos por ARN, en cada etapa del proyecto. En esta etapa, también pueden confeccionarse los procesos estratégicos de la Comisión Directiva (Alta Dirección), la comunicación de la política, los objetivos, etc.

En la etapa (2) con las pruebas requeridas por ARN para la puesta en marcha del repositorio, se pueden hacer las últimas modificaciones antes de liberar los documentos relacionados a los procesos operativos (DF), los soportes (PS) y los estratégicos (PE) estos últimos podría incluso liberarse en la etapa (1).

7.7.2 Cronología

Con el objetivo de tomar un criterio para generar y liberar documentos, se analizó el Diagrama de Gantt del proyecto de obra del repositorio junto con los períodos de vida del repositorio y las pruebas previas a la puesta en marcha de la instalación, que sirvieron para definir etapas priorizadas como EP#1, EP#2 y EP#3, etapas en las que se podrían generar los documentos del SGI. En la Figura 23, se describen las etapas del proyecto de obra del repositorio (bloques violetas) y las pruebas previas a la puesta en marcha con y sin actividad (recuadros celestes) con los periodos de vida del repositorio (bloques azules). Las EP#1, EP#2 y EP#3 se repiten en el Mapa de los Documentos (ver Tabla 29) y el Diagrama de Gantt (ver Tabla 30) y el Anexo IV. Con el objetivo de relacionar los documentos a generar en cada etapa, se agregó una columna de priorización en el Anexo IV, que relaciona cada ítem del SGI con las etapas EP#1, EP#2 y EP#3 ver Anexo IV y la Figura 23.

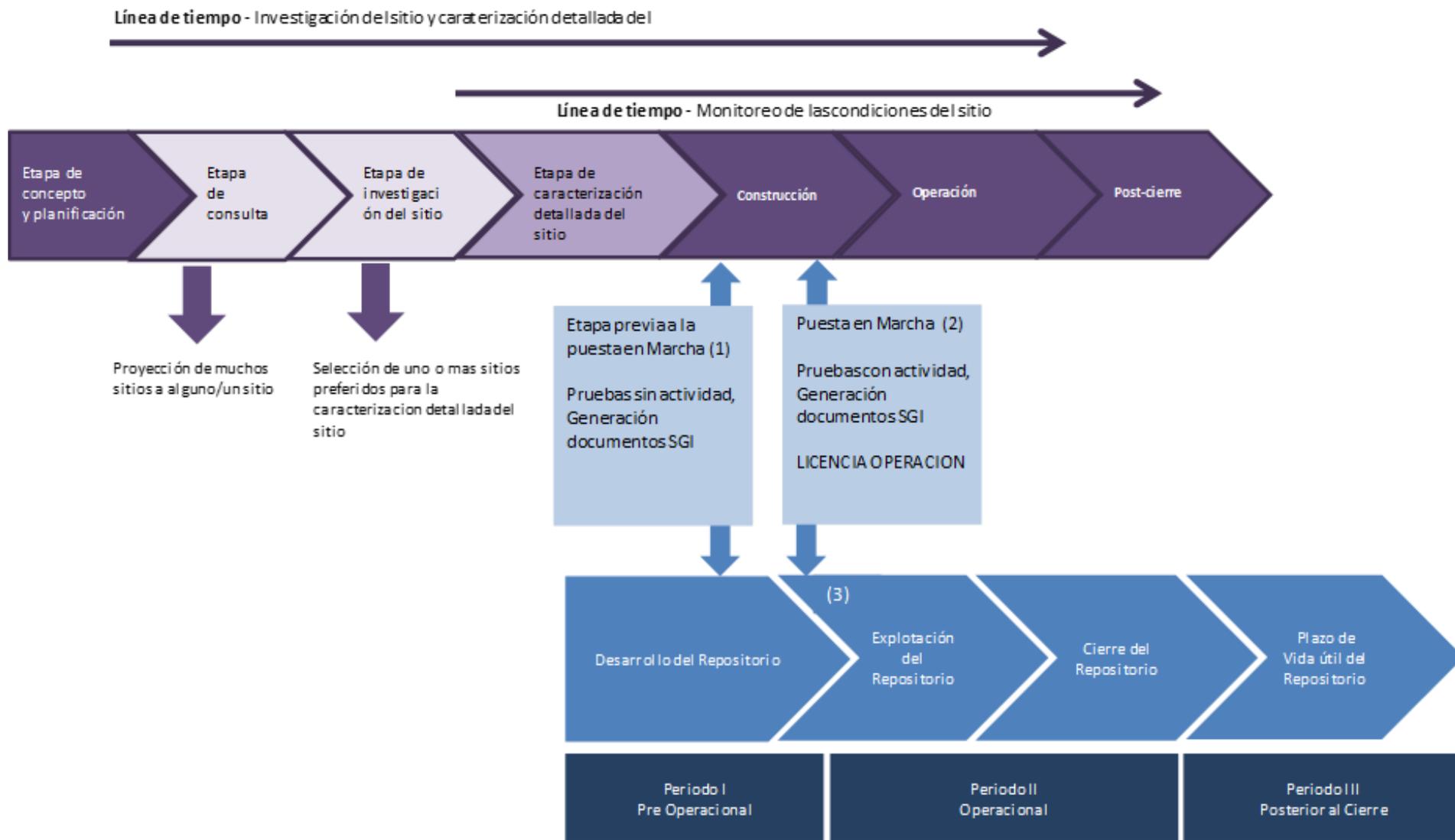


Figura 23. Esquema que describe las etapas del proyecto de obra del repositorio (violeta) y las etapas de la vida útil del repositorio geológico profundo (azules)

Período preoperacional (En la Figura 23. Bloque azul). **Pruebas sin actividad previas a la puesta en marcha (1)**. (Ubicar en la Figura 23, recuadro celeste). En este periodo se realizarían actividades relativas a la puesta en marcha sin actividad, ingreso y el tránsito de personas, ingreso de equipos y de distintos materiales para la operación de la instalación.

Documentos que pueden generarse en la etapa priorizada como 1 (ver Tabla 30, EP#1) Documentos relativos a los procesos de soporte. Recursos Humanos: documentos relacionados con los recursos, las competencias, perfiles de puesto y plan de capacitación. Servicios: diseño y desarrollo de los productos y servicios, control de los productos y servicios suministrados externamente. Proveedores: desarrollo de los proveedores externos de servicios: tercerización. Legales: contratos, etc. También el desarrollo de los proveedores de equipos, plan de calibración de equipos, documentación asociada a los equipos, plan de mantenimiento, planes de emergencia y contingencia.

Puesta en marcha del repositorio. Pruebas con actividad (2) (En la Figura 23, recuadro celeste). Durante la puesta en marcha se realizarían pruebas de manipulación, ingreso e inspección, transporte y almacenamiento con combustibles gastados reales para simular la operación de rutina, también pueden realizarse pruebas con actividad en los equipos a emplear en los controles de calidad y procesos, en los servicios como mantenimiento, monitoreo ambiental y prácticas y planes y prácticas de emergencia a utilizar durante la operación.

Documentos que pueden generarse en la etapa priorizada como 2 (ver Tabla 30, EP#2). Documentos asociados al proceso principal operativo y a los procesos soportes. Revisión de los documentos generados en la etapa 1, relativos a los servicios y equipos, mantenimiento y planes. Y aquellos documentos al contexto de la organización, los objetivos, políticas, la comunicación, revisión por la dirección, plan de auditorías, evaluación del desempeño e indicadores, entre otros que sea necesario haber liberado antes de obtener la licencia de operación

Período operacional (3). En este periodo se agrupan todas las actividades planificadas: las correspondientes a la recepción e ingreso de los combustibles gastados, las actividades de control de calidad, de proceso, mantenimiento y monitoreo. Y también se considerarían actividades relacionadas con el control de las condiciones de almacenamiento y simulacros de planes de contingencia, emergencia, etc.

Documentos que pueden generarse en la etapa priorizada como 3 (ver Tabla 30, EP#3). Antes de pasar al período operacional, es conveniente hacer las modificaciones necesarias de los documentos

generados en la etapa anterior antes de liberarlos, así estarán vigentes y actualizados al momento que el SGI vaya generando resultados en paralelo con la licencia de operación del repositorio.

Período post cierre: en esta instancia se realizarán actividades de monitoreo y supervisión de las condiciones de almacenamiento, seguridad y mantenimiento, sin que exista ingreso de personas, equipos y combustibles al repositorio.

7.8 Identificación del mapa de los documentos

De acuerdo con la priorización de cada etapa, se definieron cuales documentos serían necesarios para cada capítulo y sección del SGI, vinculando el nombre del documento, con un código, revisión y tipo de documento, con un breve comentario de los requisitos y temas que comprendería cada uno.

En la Tabla 28, se describe la estructura del Mapa de los documentos. En la primera columna se dispone la etapa de priorización (EP#) para la implementación. En la segunda columna el código del documento: comprendido por las dos primeras letras según el tipo de documento, tres letras que corresponde al sistema de gestión al que pertenecen (SGI en este caso) y el orden de sucesión del documento, dado por tres números. En la tercera columna, se detalla el nombre del documento y en la columna siguiente, un breve comentario sobre el contenido del documento.

Tabla 28. Estructura del mapa de documentos del SGI

Mapa de Documentos del SGI						
tipo de documento posible dentro del Mapa	Etapa priorizada #	Código			Nombre del documento	Comentarios. Detalle del contenido.
		Tipo de Documento	Sistema	# Orden		
Documento Descriptivo (DD)		DD	SGI	XXX		
Procedimiento operativo (PO)		PO	SGI	XXX		
Método de control (MC)		MC	SGI	XXX		
Instructivo de trabajo (IT)		IT	SGI	XXX		
Formulario (FO)		FO	SGI	XXX		
Especificación (ET)		ET	SGI	XXX		
Plan Estratégico (PE)		PE	SGI	XXX		

7.8.1 Mapa de los documentos propuestos para implementar el SGI

A continuación, se presenta el Mapa de los Documentos del SGI. El orden de aparición de los documentos, está dado por la etapa de priorización para la implementación (EP#) ver relación entre capítulo del SGI, requisitos y etapas en el Anexo IV y las tablas 29 y 30 a continuación.

El mapa completo consta de 40 formularios y 45 documentos, entre los que se pueden discriminar documentos descriptivos (16), instructivos de trabajo (5) y procedimientos operativos (24). Los documentos que aparecen en una fila coloreada son aquellos que se repiten, porque se utilizan en más de un capítulo del SGI. Ver Tabla 29.

Tabla 29. Mapa de los documentos del SGI. (página 1 de 6)

Mapa de los Documentos				
EP 1	Código	Rev.	Tipo Nombre del Documento	Comentario
Etapa priorizada como 1	FO-SGI-001	0	FO-Listado de todos los requisitos de SGI	Requisitos regulatorios, legales y de los sistemas de gestión integrados
	DD-SGI-001	0	DD-Diagrama de flujo del proceso de disposición final & procesos soportes	Diagrama de las etapas de la DF y los procesos soportes que intervienen en cada etapa de la DF
	DD-SGI-002	0	DD-Plano flujo de ingreso de materiales, servicios y equipos	Circulación de equipos, materiales y servicios dentro del repositorio
	DD-SGI-003	0	DD- Plano de la instalación y circulación del personal	Circulación de personas
	DD-SGI-004	0	DD- Plano -Clasificación de áreas/zonas según seguridad	Plano del repositorio con la clasificación de las diferentes áreas de seguridad (área libre, área supervisada, controlada, restringida, área publico limite perimetral)
	FO-SGI-002	0	ET-Especificación de ingreso de CCGG	Requisitos de los combustibles gastados para el transporte e ingreso al repositorio. Blindaje, % quemado, carga térmica. Complementado en 8.1
	DD-SGI-005	0	DD-Flujo de información y Matriz responsables control de cambios D+D	Matriz de responsabilidades, flujo de información- Cambios de D+D
	PO-SGI-001	0	PO-Proveedores externos	Establece la comunicación con los proveedores, tipo y alcance de controles, requisitos proveedores, comunicación de los cambios (gestión del cambio institucional, cambios generales enviados a ARN), Tercerizaciones, Contratos, Gestión de las Compras, ET especificación de compra para insumo, servicio, equipo, etc. Proveedores de servicios, insumos, productos/procesos.
	FO-SGI-003	0	ET-Requisitos de los proveedores externos	
	FO-SGI-004	0	ET- Especificación de compra (servicio, insumo, equipo, etc.)	
	FO-SGI-005	0	ET- Tipo y alcance de controles a proveedores	
	FO-SGI-006	0	FO-Contrato a proveedores	
	PO-SGI-002	0	PO-Gestión del Cambio. Comunicación interna y externa	
	PO-SGI-003	0	PO-Preparación y respuesta ante emergencias	Respuesta ante emergencias: condiciones normales de operación, practicas no rutinarias y situaciones accidentales, intervenciones y exposición y control de dosis, plan de emergencia, simulacros, primeros auxilios y responsables de cada sector ante emergencias (incendios)
	PO-SGI-004	0	PO- Fondo de gestión y disposición final	Mecanismo de financiación de las actividades, responsables, comunicación, periodos y fechas, fondo de gestión y disposición final, evaluación de resultados a incluir en el plan estratégico de gestión de residuos radiactivos (PEGRRAA) y objetivos financieros. Respuesta ante problemas financieros, comunicación y responsables. Estructura del costeo del servicio
	FO-SGI-007	0	FO-Cronograma actividades, responsables, fechas para financiación	
	FO-SGI-009	0	FO- Costeo del servicio	
FO-SGI-010	0	FO- Perfil de puesto y descripción de tareas	Con el organigrama operativo (requisito ARN) definir RRHH necesarios, tareas y perfiles de puesto, cronograma de capacitación del personal	
FO-SGI-011	0	FO- Plan de capacitación		

Tabla 29. Mapa de los documentos del SGI. (página 2 de 6)

Mapa de los Documentos				
EP	Código	Rev.	Tipo Nombre del Documento	Comentario
Etapa priorizada como 1	PO-SGI-005	0	PO- Vigilancia de seguridad & Protección física de materiales e instalaciones nucleares	Protección física de los materiales e instalaciones, requisitos de las instalaciones clase I. Controles de acceso registros, vigilancia habitual y extraordinaria, resguardo de información, responsable de protección física, Niveles de protección física. Equipos de monitoreo y personal necesario.
	IT-SGI-001	0	IT-Control de acceso, ingreso de personal, equipos, contratados, servicios	
	FO-SGI-012	0	FO-Registro de visitas, control de acceso del personal y equipos	
	IT-SGI-002	0	IT- Calculo y control de dosis	Calculo de dosis, exposición ocupacional, público, etc. (acorde al perfil y las tareas del personal, según límite de dosis establecidas). Registros de dosis, control y seguimiento del personal. FO vinculados al PO-SGI-019
	FO-SGI-013	0	FO- Registro de dosis del personal	
	FO-SGI-014	0	FO-Ficha del equipo	Codificación de equipos (ubicación), Bitácora de cada equipo, responsables de cada equipo, ficha del equipo, etiqueta, certificados de calibración (documento externo), plan de calibración y seguimiento. Calculo de incertidumbre incluido en el PO y plan de contingencia back up de equipos
	PO-SGI-006	0	PO- Equipos, control y seguimiento	
	FO-SGI-015	0	FO-Etiquetas	
	FO-SGI-016	0	FO-Lista de equipos, cronograma de calibraciones, responsables	
	PO-SGI-002	0	Comunicación interna de la gestión del cambio	incluido en la Gestión del cambio
	FO-SGI-017	0	FO- Plan de capacitación	Documentos externos: Certificados de aptitud psicofísica, certificados de evaluación de licencias y reentrenamientos, certificados de asistencia y aprobación de cursos (se agregan al perfil = legajo). Evaluación de desempeño, informe
	PO-SGI-007	0	PO-Evaluación de desempeño	
	FO-SGI-018	0	FO-Informe de evaluación de desempeño	
Etapa priorizada como 2	DD-SGI-006	0	DD - Tabla de las partes interesadas, la política para la satisfacción y el alcance de las partes interesadas	Contexto de la organización, partes interesadas, organigrama, procesos operativos y soportes (DD del capítulo 8.3 a 8.3.6), procesos estratégicos (DD capítulo 7 a 7.1.2). Mapa procesos opcional, Alcance y objetivo del SGI.
	DD-SGI-007	0	DD - Alcance del SGI, sistemas que lo componen, normas y guías de referencia.	
	DD-SGI-008	0	DD- Etapas de implementación del SGI	
	DD-SGI-009	0	DD-Organigrama de la organización (+ organigrama operativo para ARN)	
	DD-SGI-010	0	DD-Alcance y Objetivo SGI	
	DD-SGI-011	0	DD-Mapa de procesos (Opcional)	DD- Organigrama de la organización y organigrama operativo (requisito ARN). Perfiles de puesto y descripción de tareas.
	FO-SGI-010	0	FO- Perfil de puesto y descripción de tareas	
	DD-SGI-012	0	DD-Organigrama de la organización	
	FO-SGI-024	0	FO- Quejas, reclamos, consultas de Clientes	
	PO-SGI-018	0	PO- Política de comunicación con clientes	
				Enfoque al cliente. PO establece la comunicación de información de los servicios al cliente. Contrato, solicitud del servicio, retroalimentación: quejas y reclamos, consultas de clientes, expectativas. Comunicar manejo de propiedad de los CCGG y planes de contingencia. Informes que puede solicitar el cliente: parámetros, inventarios CCGG.

Tabla 29. Mapa de los documentos del SGI. (página 3 de 6)

Mapa de Documentos				
EP	Código	Rev.	Tipo Nombre del Documento	Comentario
Etapa priorizada como 2	DD-SGI-013	0	DD-Política del SGI	DD- política del SGI. Establecimiento de la política SGI.
	PO-SGI-002	0	PO- Gestión del Cambio. Comunicación interna y externa.	Incluye la comunicación interna con el personal, los cambios institucionales, políticas, etc.
	FO-SGI-019	0	FO- Matriz de roles, funciones y autoridades de la organización	Matriz de roles, funciones y autoridades de la organización. Responsabilidades de cada parte interesada en los requisitos regulatorios, leyes (FO-SGI-001)
	DD-SGI-014	0	DD- Esquema de los procesos estratégicos, flujo de información y responsables	Esquema de los procesos estratégicos, flujo de información y comunicación
	DD-SGI-015	0	DD- Vías de participación y consulta del personal	Establece las vías de participación del personal, para consultas, mejoras, sugerencias
	PO-SGI-008	0	PO-Identificación, análisis y evaluación de riesgos y oportunidades. Revisión	Procedimiento para identificación, análisis y evaluación de riesgos y oportunidades a aplicarse en las actividades del personal, las actividades y operaciones de la instalación, practicas rutinarias y no rutinarias, dosis, peligros de salud y seguridad ocupacional, etc. Seguimiento de la matriz de riesgos y oportunidades, revisión y registro.
	FO-SGI-020	0	FO- Matriz de riesgos y oportunidades	
	DD-SGI-014	0	DD- Esquema de los procesos estratégicos, flujo de información y responsables	Establecer el flujo de la información y los responsables de cada etapa para la toma de decisiones. Roles y funciones de la Comisión directiva (procesos estratégicos). Incluir las vías de comunicación y participación del personal (DD-SGI-011)
	DD-SGI-015	0	DD- Vías de participación y consulta del personal	
	FO-SGI-021	0	FO- Matriz de Objetivos operativos & estratégicos de la organización	
	IT-SGI-003	0	IT - Instructivo para la planificación de objetivos estratégicos y operativos	IT Instructivo para la planificación de los objetivos, como lograrlos, según las etapas y requisitos para la obtención de licencias, las etapas de implementación del SGI, DD-SGI011 procesos estratégicos. FO- matriz de objetivos estratégicos y operativos de la organización.
	DD-SGI-008	0	DD- Etapas de implementación del SGI	
	DD-SGI-013	0	DD- Esquema de etapas y requisitos para la obtención de licencias del repositorio	
	DD-SGI-014	0	DD- Esquema de los procesos estratégicos, flujo de información y responsables	Toma de conciencia. Comunicación y actualización. Comprendido en el esquema para la toma de decisiones y la comunicación interna. Participación y consulta del personal.
	DD-SGI-015	0	DD- Vías de participación y consulta del personal	
	PO-SGI-009	0	PO- Información documentada	Describe: Identificación, codificación y descripción (título, fecha, autor, referencias). Creación y actualización de la información documentada de la organización, registros. Definición del formato, conservación de la información documentada, back up, almacenamiento y preservación de información documentada y registros. Circuito de revisión, aprobación, liberación. Distribución. Control de la información, control de cambios, acceso y disponibilidad, recuperación, legibilidad, protección contra modificaciones. Definición de documentos y registros externos al SGI ejemplo: certificados de licencia individual del personal extendidos x ARN
	FO-SGI-022	0	FO- Mapa de documentos	Listado de todos los documentos del SGI, código, versión, nombre y tipo de documento (correspondencia con capítulo del SGI)

Tabla 29. Mapa de los documentos del SGI. (página 4 de 6)

Mapa de los Documentos				
EP	Código	Rev.	Tipo Nombre del Documento	Comentario
Etapa priorizada como 2	DD-SGI-016	0	DD- Esquema de etapas y requisitos para la obtención de licencias del repositorio	Desarrollo escalonado de la instalación, donde se detalle los requisitos de ARN y las pruebas para la obtención de licencias del repositorio.
	PO-SGI-010	0	PO-Plan de monitoreo de la instalación	Plan de monitoreo de la instalación desde el diseño hasta el cierre y post cierre, según clasificación de áreas (DD-SGI-004). Calibración de equipos de medición, niveles de referencia, Tasas y Dosis: contaminación superficial, contaminación en aire, superficial del personal. Mediciones. Puntos de medición y monitoreo de áreas (FO-Plan de monitoreo, responsables, frecuencias, cronograma). Monitoreo individual (7.1.4) y Vigilancia y control de seguridad & Protección física (7.1.3)
	FO-SGI-023	0	FO-Plan de monitoreo	
	PO-SGI-011	0	PO- Sistema de enclavamientos	
	PO-SGI-012	0	PO- Plan de Mantenimiento	Plan de mantenimiento, equipos y servicios soportes de la instalación: iluminación gral y de emergencia, sistemas de emergencia, grupo electrógeno, sistema de video, sistema de ventilación, sistema de provisión de aire comprimido, sistema de informático, red internet. Sistema de alarmas.
	PO-SGI-013	0	PO- Sellado de túneles completada su capacidad de CCGG	Describe la secuencia de actividades, recursos y controles para el sellado de los túneles cuando se completa su capacidad
	PO-SGI-003	0	Plan de respuesta ante emergencias & evacuación de la instalación (PO-SGI-003)	Plan de respuesta ante emergencia (PO-SGI-002) Prevención de incendios. Accidentes. Simulacros. Planos y esquemas DD-SGI-001;002;003. Controles, FO - lista de responsables asignados (brigada) y registros.
	FO-SGI-024	0	FO-Listado de responsables para evacuación	
	PO-SGI-014	0	PO- Plan de Clausura y Cierre. Plan de vigilancia y control institucional (post cierre)	Descripción de las actividades necesarias, recursos y equipos para planificar la clausura y cierre del repositorio. Responsables. Plan de vigilancia y control institucional post cierre, incluye monitoreo postcierre, resguardo de videos (registros). La planificación de control institucional futuro: el resguardo de los registros y controles, la transferencia de responsabilidad expiradas las licencias, control de intrusión y prohibición del uso de la tierra, por ejemplo.
	PO-SGI-015	0	PO-Jerarquía de los controles para reducir riesgos	Procedimiento para jerarquizar el análisis de sustitución de materiales, equipos y operaciones, para eliminar riesgos y establecer controles administrativos y de ingeniería, además de los elementos de protección individual para el personal (SS&SO). Este PO se puede vincular con los FO de cálculo de dosis y registro y control de dosis del personal (7.1.3)
	FO-SGI-002	0	ET-Especificación de ingreso de los CCGG	Criterio de aceptación, verificación de rangos especificados y cumplimiento de la ET, donde se detallan las características radiológicas, mecánicas, físicas, químicas y biológicas, contenido de radionúcleidos y/ o límites de actividad, su producción de calor y las propiedades de la forma del RR (Combustible gastado) y su embalaje. Grado de quemado y contenido térmico CCGG (ET-SGI-002).
	PO-SGI-016	0	PO- Inspección y Control de recepción	PO-describe la inspección al ingreso de los CCGG, los controles y verificaciones con sus técnicas, definido para aceptar los CCGG. Dependiendo de las características y rangos establecidos en la ET-SG-017. Las maniobras, equipos, personal* y recursos necesarios durante la inspección y el control de los CCGG. *En base al DD-SGI-001, se establecerán los responsables de cada proceso DF y procesos soportes, para controlar la interface entre procesos.
	PO-SGI-017	0	PO-Planificación de la ubicación de los CCGG. Inventario	PO-Identificación y trazabilidad dentro del repositorio, asignación dentro del inventario radiológico. Planificación, selección de la ubicación dentro del repositorio de los CCGG, recursos y personal*, equipos requeridos. Control y registro.FO Registro de la ubicación CCGG dentro del repositorio. *En base al DD-SGI-001, se establecerán los responsables de cada proceso DF y procesos soportes, para controlar la interface entre procesos.
	FO-SGI-025	0	FO-Control y registro de ubicación CCGG dentro del repositorio	

Tabla 29. Mapa de los documentos del SGI. (página 5 de 6)

Mapa de Documentos				
EP	Código	Rev.	Tipo Nombre del Documento	Comentario
Etapa priorizada como 2	FO-SGI-026	0	ET- Requisitos del Cliente antes del ingreso de los CCGG (RE)	Requisitos pedidos al explotador de la GpDF y centrales (DF directa): contabilidad, inventarios, registros, SG y garantía de la calidad, criterios de aceptación para la DF de CCGG. PO Comunicación con cliente.
	FO-SGI-027	0	FO- Quejas, reclamos, consultas de Clientes	PO establece la comunicación de información de los servicios al cliente. Contrato de servicio, retroalimentación: quejas y reclamos, consultas de clientes, expectativas. Comunicar manejo de propiedad de los CCGG y planes de contingencia
	PO-SGI-018	0	PO- Política de comunicación con clientes	
	FO-SGI-028	0	FO- Control de requisitos para la Disposición final de CCGG y servicios soporte	Lista de verificación de los requisitos de los servicios soporte, suministros externos, equipos y materiales para la disposición final de los CCGG dentro del repositorio. Control de cambios en los requisitos.
	PO-SGI-019	0	PO- Maniobras para el traslado y almacenamiento de CCGG.	Describe actividades, recursos*, equipos, maniobras, y dosis asociadas para el traslado de los CCGG. Almacenamiento y Control de parámetros de los CCGG. Sellados de los túneles cuando se completa su capacidad. Registros
	FO-SGI-029	0	ET-Requisitos para el traslado de los CCGG dentro del repositorio	
	PO-SGI-020	0	PO- Control de parámetros durante el almacenamiento CCGG	
	FO-SGI-030	0	FO- Registro - Control de procesos del almacenamiento de CCGG	Lista de verificación de control de parámetros para el almacenamiento de CCGG- Registro
	PO-SGI-021	0	PO- Código de practicas	Descripción de actividades, operaciones y prácticas de rutina y no rutinarias del personal del repositorio asociadas a la disposición final de los CCGG.
	PO-SGI-022	0	PO- Ingreso de datos a la base - Control de inventarios CCGG	Luego de la identificación CCGG al ingreso y planificación de la ubicación. Pasado los controles y el almacenamiento: se verifican los datos de cada CCGG y se ingresan a la base de datos completando el proceso de DF CCGG. Control y seguimiento de la base de datos del inventario.
	FO-SGI-031	0	FO- informe parámetros varios CCGG. Inventarios.	Informe extensible al generador (cliente), al Congreso, ARN, explotador, etc. Preservación de la información, requisitos, controles e inventarios de los CCGG. Retroalimentación y controles reglamentarios.
	FO-SGI-028	0	FO- Control de requisitos para la Disposición final de CCGG y servicios soporte	Registro del control de cambios de los requisitos para DF de CCGG y servicios asociados al proceso. FO-SGI-028
FO-SGI-031	0	Informe de control de parámetros durante almacenamiento, registro del control de procesos e ingreso a la base de inventarios. Registro de salidas NC o Anormalidades.	Registro de control de procesos (FO-SGI-028) y el ingreso los parámetros a la base del inventario constituye la liberación de cada CCGG. Emisión de informe FO-SGI-031	
Etapa priorizada como 3	IT-SGI-004	0	IT- Procedimiento de seguimiento, medición y análisis del SGI	Instructivo para reunir las actividades y operaciones críticas, sometidas a análisis de riesgos, de peligros para el SS&SO, oportunidades de mejora y controles operacionales. Depende de la planificación y análisis de riesgos (6 a 6.1.2.3) Identificar los registros y documentos de seguimiento de cada riesgo, oportunidad y las mediciones y análisis para mitigarlos. Realizar seguimiento de esos registros, documentos.
	FO-SGI-032	0	FO Encuesta de satisfacción del cliente	FO Encuesta de satisfacción del cliente. Análisis y seguimiento de la encuesta. Complementa con las partes interesadas, responsabilidades del cliente (generador), retroalimentación y envío de informes. (PO-SGI-017, FO-SGI-024)
	IT-SGI-004	0	IT- Procedimiento de seguimiento, medición y análisis del SGI	Incluyendo al cliente en el seguimiento (FO-SGI-032) medición y análisis del IT-SGI-004. Completando con el FO-SGI-001 listado de requisitos y el alcance definido para el análisis de las partes interesadas. Aplicar los criterios de seguimiento y análisis del IT.
	FO-SGI-032	0	FO Encuesta de satisfacción del cliente	
	DD-SGI-006	0	DD - Tabla de las partes interesadas, la política para la satisfacción y el alcance de las partes interesadas	

Tabla 29. Mapa de los documentos del SGI. (página 6 de 6)

Mapa de Documentos				
EP	Código	Rev.	Tipo Nombre del Documento	Comentario
Etapa priorizada como 3	PO-SGI-023	0	PO- Auditorias del SGI	Describir etapas del proceso de auditorías, programa de auditorías, objetivos, agenda, lista de verificación, designación del equipo auditor. Informe de auditoria
	FO-SGI-033	0	FO- Cronograma de auditorias	
	FO-SGI-034	0	FO- Agenda de auditoría y lista de verificación	
	FO-SGI-035	0	FO- Informe de auditoria	
	FO-SGI-036	0	FO-Lista de verificación	
	PO-SGI-024	0	PO- Revisión por la Comisión Directiva (AD)	Describe el proceso de revisión x la comisión directiva, las entradas: registros, documentos, objetivos, planes, etc. para la revisión, los responsables, la comunicación del informe, el seguimiento del informe. Cronograma de revisiones
	FO-SGI-037	0	FO- Informe de revisión x la dirección	
	FO-SGI-038	0	FO- Cronograma de revisión x la dirección	
	IT-SGI-005	0	IT - Tratamiento de no conformidades, incidentes, acciones correctivas, preventivas	IT Instructivo para establecer responsables del tratamiento, análisis, toma de acciones de no conformidad (incidentes) según análisis FO -Formulario para el análisis de causa raíz y plan de seguimiento, calidad FO -Plan de calidad, plan de seguimiento de NC y acciones, responsables, fechas y firmas.
	FO-SGI-039	0	FO-Análisis de causa raíz	
	FO-SGI-040	0	FO- Plan de calidad	

7.9 Implementación de los documentos

Al confeccionar el mapa de los documentos del SGI, se interrelacionaron requisitos de cada uno de los distintos sistemas de gestión que conforman el SGI y se mantuvo el criterio de priorización desarrollado en las secciones 7.7.1 y 7.7.2.

7.9.1 Diagrama de Gantt - implementación escalonada

La implementación escalonada propone que cada documento del SGI podría generarse y liberarse gradualmente. De acuerdo con el orden de priorización, se esquematizaron los distintos capítulos del SGI en el diagrama de Gantt. (ver Tabla 30).

Se detalla a continuación la forma de construcción del Gantt. No se describen tareas y sub tareas; en su lugar se reemplazaron las tareas por los incisos, secciones y capítulos del SGI. En algunos casos se consideró la generación de los documentos de un capítulo completo; en otros, solo algunas secciones de un mismo capítulo del SGI.

Se omitieron, por simplicidad en el diagrama, los pasos, los recursos y el tiempo involucrados en la generación de un documento, su revisión, aprobación y liberación, suponiendo que la liberación coincide con el final de la etapa en el diagrama.

El tiempo asignado en cada sección o capítulo, se tomó en relación a la información requerida para generar cada uno de los documentos, el tiempo y los recursos necesarios para obtener dicha información en base a los requisitos y temas abarcados.

Se muestra entonces, en el Gantt la relación y la secuencia que vincula a los incisos, secciones y capítulos del SGI y las etapas de priorización EP#1, EP#2 y EP#3. Se recomienda visualizarlo junto con el Mapa de Documentos del SGI de la sección 7.8.1, para poder relacionar cada ítem del SGI del diagrama con los documentos propuestos

Tabla 30. Diagrama de Gantt- implementación propuesta para los documentos del SGI. (hoja 2 de 3)

	i	# SGI	Item	Duración	Comienzo	Fin	gregar nueva column	27 NOV 16									
								V	S	D	L	M	X	J	V	S	
39		7.1.6	Conocimientos de la organización	7 días	mar 5/7/16	mié 13/7/16											
40																	
41		7.2*	Competencia*	40 días	lun 4/7/16	vie 26/8/16											
42																	
43		7.5	Informacion documentada	0 días	lun 8/2/16	lun 8/2/16											
44		7.5.1	Generalidades	1 día	lun 18/1/16	lun 18/1/16											
45		7.5.2	Creacion y actualizacion	7 días	mar 19/1/16	mié 27/1/16											
46		7.5.3	Control de la informacion documentada	7 días	jue 28/1/16	vie 5/2/16											
47																	
48		5	Liderazgo	0 días	lun 15/8/16	lun 15/8/16											
49		5.1	Liderazgo y compromiso	0 días	mié 3/8/16	mié 3/8/16											
50		5.1.1	Generalidades	1 día	jue 14/7/16	jue 14/7/16											
51		5.1.2	Enfoque al cliente	1 día	vie 15/7/16	vie 15/7/16											
52		5.2	Politica de SGI	0 días	lun 15/8/16	lun 15/8/16											
53		5.2.1	Establecimiento de la politica	15 días	jue 14/7/16	mié 3/8/16											
54		5.2.2*	Comunicación de la politica*	7 días	jue 4/8/16	vie 12/8/16											
55		5.3	Roles, responsabilidades y autoridades de la organización	15 días	lun 4/7/16	vie 22/7/16											
56		5.4	Participacion y consulta	7 días	lun 25/7/16	mar 2/8/16											
57																	
58		6	Planificacion	0 días	mar 6/6/17	mar 6/6/17											
59		6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	0 días	mar 9/5/17	mar 9/5/17											
60		6.1.1	Generalidades	10 días	lun 24/4/17	vie 5/5/17											
61		6.1.2	Identificacion y evaluacion de riesgos	0 días	lun 24/4/17	lun 24/4/17											
62		6.1.2.1	Identificacion de riesgos	15 días	jue 2/3/17	mié 22/3/17											
63		6.1.2.2	Evaluacion de riesgos	15 días	jue 23/3/17	mié 12/4/17											
64		6.1.2.3	Identificación de oportunidades	7 días	jue 13/4/17	vie 21/4/17											
65		6.1.4	Planificacion para tomar accion	20 días	mar 25/4/17	lun 22/5/17											
66		6.2	Objetivos y planificacion para lograrlos	0 días	mar 23/8/16	mar 23/8/16											
67		6.2.1	Objetivos	15 días	mar 21/6/16	lun 11/7/16											
68		6.2.2	Planificacion para lograr objetivos	30 días	mar 12/7/16	lun 22/8/16											
69		6.3	Planificacion de los cambios	20 días	mar 9/5/17	lun 5/6/17											
70																	
71		8	Operación	0 días	mié 16/11/16	mié 16/11/16											
72		8.1	Planificacion y control operacional	0 días	lun 12/9/16	lun 12/9/16											
73		8.1.1	Jerarquia de controles	7 días	jue 2/3/17	vie 10/3/17											
74		8.2	Requisitos para los productos y servicios	0 días	lun 12/9/16	lun 12/9/16											
75		8.2.1	Comunicación con el cliente	1 día	lun 18/7/16	lun 18/7/16											

Tabla 30. Diagrama de Gantt- implementación propuesta para los documentos del SGI. (hoja 2 de 3)

	# SGI	Item	Duración	Comienzo	Fin	regar nueva column	27 nov '16										
							V	S	D	L	M	X	J	V	S		
76	8.2.2	Determinacion de los requisitos para los productos y servicios	7 días	mar 9/8/16	mié 17/8/16												
77	8.2.3*	Revisión de los requisitos para productos y servicios*	7 días	jue 18/8/16	vie 26/8/16												
78	8.2.4	Cambios en los requisitos para productos y servicios	10 días	lun 29/8/16	vie 9/9/16												
79																	
80	8.5	Produccion y provision de servicios	0 días	mié 16/11/16	mié 16/11/16												
81	8.5.1	Control de la producción y de la provisión del servicio	30 días	lun 12/9/16	vie 21/10/16												
82	8.5.2*	Identificación y trazabilidad*	7 días	lun 24/10/16	mar 1/11/16												
83	8.5.3*	Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos*	1 día	mar 30/9/16	mar 30/9/16												
84	8.5.4	Preservación	7 días	mié 2/11/16	jue 10/11/16												
85	8.5.5	Actividades posteriores a la entrega	7 días	vie 11/11/16	lun 21/11/16												
86	8.5.6*	Control de los cambios*	7 días	lun 24/10/16	mar 1/11/16												
87	8.6	Liberación de los productos y servicios	5 días	mié 2/11/16	mar 8/11/16												
88	8.7	Control de las salidas no conformes	5 días	mié 9/11/16	mar 15/11/16												
89																	
90	9	Evaluación de desempeño	0 días	lun 8/5/17	lun 8/5/17												
91	9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	0 días	vie 30/12/16	vie 30/12/16												
92	9.1.1	Generalidades	1 día	mié 16/11/16	mié 16/11/16												
93	9.1.2	Satisfacción del cliente	15 días	jue 17/11/16	mié 7/12/16												
94	9.1.3	Análisis y evaluación	15 días	jue 8/12/16	mié 28/12/16												
95	9.1.4	Evaluación del cumplimiento de los requisitos	1 día	jue 29/12/16	jue 29/12/16												
96																	
97	9.2	Auditoría interna	0 días	lun 29/8/16	lun 29/8/16												
98	9.2.1	Objetivos	1 día	mar 23/8/16	mar 23/8/16												
99	9.2.2	Proceso de auditoría	3 días	mié 24/8/16	vie 26/8/16												
100																	
101	9.3	Revisión por la dirección	0 días	lun 8/5/17	lun 8/5/17												
102	9.3.1	Generalidades	7 días	lun 8/2/16	mar 16/2/16												
103	9.3.2	Entradas de la revisión por la dirección	3 días	lun 24/4/17	mié 26/4/17												
104	9.3.3	Salidas de la revisión por la dirección	7 días	jue 27/4/17	vie 5/5/17												
105																	
106	10	Mejora	0 días	mar 23/8/16	mar 23/8/16												
107	10.1	Generalidades	0 días	lun 8/5/17	lun 8/5/17												
108	10.2	No conformidad y acción correctiva	0 días	lun 29/2/16	lun 29/2/16												
109	10.2.1	Incidente, no conformidad y acción correctiva	15 días	lun 8/2/16	vie 26/2/16												
110	10.3	Mejora continua	0 días	lun 8/5/17	lun 8/5/17												
111	10.3.1	Objetivos	0 días	mar 23/8/16	mar 23/8/16												
112	10.3.2	Proceso de mejora continua	1 día	mar 23/8/16	mar 23/8/16												

7.10 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del SGI

Con el objetivo de analizar la sensibilidad del Sistema de Gestión Integrado (SGI) ante eventos externos, se confeccionó una matriz o cuadro de análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas (FODA), que es una herramienta para evaluar el estado de situación del SGI, como si se tratará de un producto al momento de su implementación o lanzamiento.

Entre las consideraciones externas, se definieron las categorías: tecnología; el marco legal; marco político; marco económico, partes interesadas (Sociedad) y el medio ambiente, donde pueden ubicarse los eventos posibles. Aunque el marco ambiental se encuentre entre las categorías del ámbito externo de la matriz FODA, se lo ha tomado como fuera del enfoque del presente trabajo y no se incluirá en el análisis posterior. Las casillas que aparecen coloreadas en la matriz FODA (Tabla 31) representan los resultados de las categorías externas que se suponen superadas en el enfoque del trabajo, ya que formarían parte de un análisis global. Quedan entonces para el análisis las categorías externas: tecnología, marco legal y partes interesadas.

Entre las categorías internas se consideraron: los recursos humanos; la factibilidad de la implementación; la planificación estratégica; los costos asociados y la eficiencia y eficacia del SGI.

Se definió un evento posible para cada categoría, alineado con las premisas y suposiciones del planteo del trabajo. Luego, para evaluar el impacto de cada evento se consideró un escenario pesimista y un escenario optimista (Ver Tabla 31), se asignó un valor de impacto: alto (3), medio (2) y bajo (1). Los resultados de este análisis se discutirán en el Apartado 9, Conclusiones.

Tabla 31. Matriz FODA

FODA		Condiciones Externas: Política, Sociedad, Economía, Marco regulatorio y normativo, Avances tecnológicos												
		Oportunidades						Amenazas						
Condiciones internas: Organización, SGI	Fortalezas	Tecnología	Marco Político	Marco Económico	Medio Ambiente	Partes interesadas - Sociedad	Marco legal (ISO 45001)	Tecnología	Marco Político	Marco Económico	Medio Ambiente	Partes interesadas - Sociedad	Marco legal (ISO 45001)	
		RRHH	3				1	1						
		Planificación estratégica	2				3	1						
		Implementación	1				1	1						
		Costos	1				1	1						
	Eficacia y Eficiencia	1				1	3							
	Debilidades	RRHH							3					2
		Planificación estratégica							3					1
		Implementación							3					1
		Costos							1					1
Eficacia y Eficiencia								1					3	

Categorías Externas - Eventos

Tecnología - Se toma una decisión sobre la disposición final: directa o reprocesamiento.

Marco legal - DIS/ISO 45001:2016. Cambios de normas regulatorias, leyes.

Partes interesadas - Difusión social: consenso o rechazo.

Marco Político - Posponer la decisión de definir la disposición final de los CCGG.

Marco Económico - Fondos para financiar la gestión de los CCGG inducida la implementación del SGI.

Medio Ambiente - Energía Nuclear impacto + sobre el Cambio Climático y las energías sustentables.

Impacto

3 alto

2 medio

1 bajo

Categorías Internas - Eventos

RRHH: Capacitación de los recursos en las distintas áreas: seguridad, radioprotección, gestión, calidad, técnicas específicas.

Planificación estratégica: plan y objetivos.

Implementación: Factibilidad de la implementación.

Costos: Costos asociados a la capacitación, mano de obra, recursos, demoras de planificación e implementación, otros.

Eficiencia & Eficacia: funcionamiento del SGI, mejora continua.

7.11 Sistema de Gestión Integrado - Normas de referencia (capítulo 2)

Las normas de referencia del Sistema de Gestión Integrado se detallan en la Tabla 32.

Tabla 32. Normas de referencia del Sistema de Gestión Integrado (hoja 1 de 2)

Normas de referencia	
DIS/ISO 45001:2016	Occupational Health and Safety Management System (2016) Terms and definitions
DIS/ISO 45001:2016	Occupational Health and Safety Management System (2016) Requirements with guidance for use
ISO 9000:2015	Norma Internacional ISO 9001 (2015) Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario
ISO 9001:2015	Norma Internacional ISO 9001 (2015) Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos
PAS 99:2012	PAS99 (2012) Specification of common management system requirements as a framework for integration.
AR 10.12.1 rev2	Autoridad Regulatoria Nuclear (2008) Gestión de residuos radiactivos
AR 0.0.1 rev2	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Licenciamiento de instalaciones clase I
AR 0.11.1 rev2	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Licenciamiento de personal de instalaciones clase I
AR 0.11.2 rev2	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas
AR 6.1.1 rev1	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas clase I
AR 6.1.2 rev1	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones clase I
AR 10.1.1 rev3	Autoridad Regulatoria Nuclear (2001) Norma básica de seguridad radiológica
AR 6.1.1 rev1	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Norma de protección física de materiales e instalaciones nucleares
AR 0.11.3 rev1	Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Reentrenamiento de personal de instalaciones Clase I
AR 10.14.1 rev1	Autoridad Regulatoria Nuclear (1995) Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear

Tabla 32. Normas de referencia del Sistema de Gestión Integrado (hoja 2 de 2)

Normas de referencia	
Requisitos de Seguridad Específicos N° SSR5	Organismo Internacional de Energía Atómica (2012) Disposición Final de Desechos Radiactivos de Actividad Alta. Requisitos de Seguridad Específicos N° SSR5
Specific Safety Guide N° SSG14	International Atomic Energy Agency (2011) Geological disposal facilities for radioactive waste. Specific safety guide N° SSG14
Safety Guide N° GSR 3.5	International Atomic Energy Agency (2009) The management system for nuclear installations. Safety guide N° GSR 3.5
Requisitos de Seguridad Específicos N° GSR3	Organismo Internacional de Energía Atómica (2011) Sistema de gestión de instalaciones y actividades. Requisitos de Seguridad Específicos N° GSR3
Requisitos Generales N° GSR parte 5	Organismo Internacional de Energía Atómica (2010) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales N° GSR parte5
Guía de Seguridad N° WSG2.6	Organismo Internacional de Energía Atómica (2009) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de Seguridad N° WSG2.6
Requisitos de Seguridad Específicos N° GSR5	Organismo Internacional de Energía Atómica (2009) Gestión Previa a la Disposición Final de Desechos Radiactivos. Requisitos de seguridad específicos N° GSR5
Safety Guide N° GSG3.4	International Atomic Energy Agency (2008) The management system for facilities and activities. Safety guide N° GSG3.4
Safety Guide N° GSG3.1	International Atomic Energy Agency (2006) Application of the management system for facilities and activities. Safety guide N° GSG3.1

7.12 Sistema de gestión integrado. Términos y definiciones del SGI (capítulo 3)

Acondicionamiento de residuos radiactivos: operaciones que transforman los residuos radiactivos en una forma adecuada para el transporte, almacenamiento o disposición final. [7]

Ajuste: un asiento efectuado en un informe o en un registro contable que indique una diferencia remitente-destinatario o material no contabilizado. [9]

Almacenamiento de residuos radiactivos: ubicación segura de los residuos radiactivos en un sitio en forma temporaria [7].

Alta dirección persona o grupo de personas que dirige y controla una organización (3.2.1) al más alto nivel. [11]

Aptitud psicofísica: compatibilidad adecuada, evaluada por el médico examinador, entre el profesiograma psicofísico de una función especificada y el conjunto de cualidades y condiciones psicofísicas del postulante a dicha función. [2]

Área controlada: lugar de trabajo donde se requiere, en condiciones normales de operación, que los trabajadores apliquen procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para prevenir la dispersión de la contaminación radiactiva, y en la que se requieren medidas específicas para prevenir exposiciones potenciales. [4]

Área de balance de material: una zona situada dentro o fuera de una instalación en la que:

- a) Pueda determinarse en cada transferencia la cantidad de materiales nucleares que entren o salgan de cada área de balance de material.
- b) Pueda determinarse cuando sea necesario, de conformidad con procedimientos especificados, el inventario físico de los materiales nucleares en cada área de balance de material; para que se puede determinar el balance de material para fines de la aplicación del SNCC. [9]

Área supervisada: lugar de trabajo donde las condiciones radiológicas deben mantenerse bajo supervisión aun cuando no se requieran rutinariamente procedimientos especiales. [6]

Área vital: toda área donde se encuentren equipos, dispositivos o sistemas que puedan ser vulnerables a actos intencionales tales como el sabotaje o la mera intrusión cuando sea razonablemente posible generar en ella accidentes con consecuencias radiológicas severas. [8]

Autoridad regulatoria: la Autoridad Regulatoria Nuclear según lo establecido en la Ley N° 24.804 denominada Ley Nacional de la Actividad Nuclear. [6]

Autorización de práctica no rutinaria: documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a su titular, bajo ciertas condiciones y por un lapso expresamente determinado, a efectuar una práctica no rutinaria. [6]

Autorización específica: certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se autoriza a una persona, que posee Licencia Individual, a ejercer una función especificada, en una Instalación Clase I determinada. [2]

Barreras múltiples: sistemas que emplean dos o más barreras independientes para aislar los residuos radiactivos del ambiente accesible al hombre. Las barreras pueden ser de índole geológica, de ingeniería o combinaciones de ambas. [7]

Cambio de inventario: un aumento o disminución de la masa de materiales nucleares en un área de balance de material, en términos de lotes, tal cambio comprenderá sólo uno de los siguientes:

a) **Aumentos**

- a) Importaciones.
- b) Entradas de procedencia nacional: entradas de otras zonas de balance de materiales o entradas en el punto inicial de la aplicación del SNCC.
- c) Producción nuclear: producción de materiales fisiónables especiales en un reactor.
- d) Exenciones anuladas: reanudación de la aplicación del SNCC a materiales nucleares anteriormente exentos de ella.

b) **Disminuciones**

- a) Exportaciones.
- b) Envíos a otras áreas de balance de material.
- c) Pérdidas nucleares: pérdida de materiales nucleares debida a su transformación en otros elementos o isótopos como consecuencia de reacciones nucleares.
- d) Materiales descartados medidos: materiales nucleares que se han medido o estimado sobre la base de mediciones y que han sido dispuestos de forma tal que no son apropiados para su ulterior uso en actividades nucleares.
- e) Desechos retenidos: materiales nucleares que se consideran por el momento irrecuperables y se conservan almacenados.
- f) Exenciones: exención de la aplicación del SNCC a materiales nucleares.
- g) Otras pérdidas: por ejemplo, pérdidas accidentales o robos. [9]

Cantidad significativa: la cantidad aproximada de material nuclear a partir de la cual no se puede excluir la posibilidad de que se fabrique un arma nuclear incluyendo cualquier proceso de conversión involucrado. Salvo que la Autoridad determine otra cosa, los valores son: a). Para el plutonio (conteniendo menos del 80% de plutonio-238), 8 kg del elemento. Para el uranio-233, 8 kg del isótopo. Para el uranio con un enriquecimiento del 20% o más, 25 kg del isótopo 235.d). Para el uranio con un enriquecimiento inferior al 20%, 75 kg del isótopo 235.e). Para el torio, 20000 kg del elemento. [9]

Capacitación complementaria: capacitación teórico-práctica complementaria de la formación básica, cuyo objeto es impartir conocimientos de carácter introductorio a la formación especializada. [2]

Capacitación específica: conocimientos y experiencia necesarios para el desempeño adecuado de una función especificada en una instalación Clase I determinada. [2]

Cierre definitivo: conjunto de actividades autorizadas por la Autoridad Regulatoria llevadas a cabo al final de la etapa de operación de una instalación destinada a la disposición final de residuos radiactivos.[7]

Concentración derivada en aire (DAC): para un dado radionucleido, es el cociente entre el valor del límite anual de incorporación de ese radionucleido y 2500 m³ de aire. [4]

Confinamiento de residuos radiactivos: aislación de los radionucleidos contenidos en los residuos radiactivos, del ambiente accesible al hombre y restricción de su liberación al mismo. [7]

Contexto de la organización: combinación de cuestiones internas y externas que pueden tener un efecto en el enfoque de la organización (3.2.1) para el desarrollo y logro de sus objetivos (3.7.1) [11]

Consecuencia radiológica severa en protección física: cualquier hecho originado en actos intencionales mencionados en el criterio 10, que implique dispersión atmosférica de material radiactivo y por el cual el miembro del público más expuesto pueda recibir una dosis que exceda de 1 milisievert (mSv). [8]

Construcción: proceso que comprende la ejecución de obras civiles de la instalación Clase I, el montaje de sus componentes, equipos y sistemas, así como la realización de las pruebas respectivas. Tal

ejecución excluye los trabajos de preparación y excavación del sitio del emplazamiento, y se considera iniciada cuando se procede a la colada de hormigón correspondiente. [1]

Corrección: un asiento efectuado en un informe o en un registro contable para rectificar un error identificado o reflejar una medición mejorada de una cantidad ya inscrita en el registro o informe. [9]

Datos de origen: todos aquellos datos, registrados durante las mediciones o las calibraciones o utilizados para deducir relaciones empíricas, que identifican a los materiales nucleares y proporcionan los datos del lote. Los datos de origen pueden comprender, por ejemplo, la masa de los compuestos, los factores de conversión para determinar la masa del elemento, la densidad relativa, la concentración en elementos, los cocientes o relaciones isotópicas, la relación entre el volumen y las lecturas manométricas, y la relación entre el plutonio producido y la potencia generada. [9]

Datos del lote: la masa total de cada elemento de material nuclear, y en el caso del plutonio la masa del elemento expresada en gramos y cuando proceda su composición isotópica, en el caso del uranio enriquecido la masa de uranio total expresada en gramos y la suma de las masas de U- 235 y U-233 también expresada en gramos, y en el caso de torio uranio natural o empobrecido, la masa del elemento expresada en kilogramos. En los informes se sumarán las masas de los distintos ítems del lote redondeando el resultado final a la unidad más próxima. [9]

Diferencia remitente-destinatario: la diferencia entre la cantidad de materiales nucleares de un lote declarado por el área de balance de material que lo remite y la cantidad medida en el área de balance de material que lo recibe. [9]

Disposición final de residuos radiactivos: Ubicación segura de los residuos radiactivos, sin el propósito de recuperarlos, en instalaciones o sitios licenciados para ese fin. [7]

Dosis equivalente ambiental, H*(d): Dosis equivalente en la esfera ICRU1 -a la profundidad d - cuando se encuentra en un campo de radiación alineado y expandido, en el radio opuesto al sentido del campo alineado. Cuando la radiación es penetrante, se adopta $d = 10$ mm.[4]

Dosis: medida de la radiación recibida o absorbida por un órgano o cuerpo. Se utilizan, según el contexto, las magnitudes denominadas dosis efectiva, dosis equivalente, dosis colectiva y dosis efectiva comprometida. Los términos calificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés. [4]

Efluente radiactivo: cualquier material radiactivo líquido, gaseoso o en forma de aerosol procedente de una instalación, que la Entidad Responsable somete a control antes de su descarga al ambiente de manera que la actividad descargada resulte compatible con los límites establecidos por la Autoridad Regulatoria. [5]

Enriquecimiento: el cociente entre la suma de las masas de los isótopos U- 233 y U- 235, y la masa total del uranio. [9]

Entidad responsable: aquella organización responsable por una instalación u otro lugar que utilice, procese, produzca, transfiera, reciba, almacene o posea por sí o por otro, materiales nucleares o materiales o equipos de interés nuclear y a la cuál esta norma le asigna responsabilidad por el cumplimiento efectivo de los procedimientos y medidas de contabilidad y control establecidos por la Autoridad. [9]

Entrenamiento en el trabajo: desempeño transitorio de una función especificada para la cual se solicita autorización específica, bajo la supervisión y responsabilidad de personal autorizado. El desempeño transitorio podrá llevarse a cabo en la misma instalación Clase I donde luego se ejercerá permanentemente la función especificada, o en otra instalación similar. [2]

Exposición potencial: exposición no programada que puede ocurrir como resultado de un accidente en una Instalación o en una práctica no rutinaria, debido a fallas de equipos, errores de operación u otros sucesos de carácter aleatorio. [6]

Factor de ocupación: fracción del año laboral (2 000 horas) en la que una persona ocupa un determinado local. [4]

Formación básica: estudios universitarios o técnicos acordes con el nivel requerido para una función genérica. [2]

Formación especializada: estudios especializados acordes con el nivel requerido para una función genérica. [2]

Fuerza de respuesta: conjunto de hombres y medios que pueden concurrir en apoyo del sistema de protección física. [8]

Función especificada: conjunto de tareas necesarias para la operación de una dada instalación Clase I, cuyo desempeño implica tomar decisiones que podrían incidir sobre la seguridad de esa instalación. [2]

Función genérica: tipo de función que se realiza en una instalación Clase I para la que se requiere licencia individual. [2]

Funcionamiento normal: operación de una instalación Clase I dentro de los límites y condiciones operacionales especificados, incluidos el estado de parada, el funcionamiento en régimen, la parada, la puesta en marcha, el mantenimiento, las pruebas y, en el caso de reactores nucleares, la recarga de combustible. [3]

Generadora de residuos radiactivos: instalación controlada por la Autoridad Regulatoria en la que, debido a su operación, se producen residuos radiactivos y en la que se pueden realizar cualesquiera de las actividades incluidas en la Gestión de Residuos Radiactivos, excepto la disposición final. [7]

Gestión de residuos radiactivos: conjunto de actividades, relativas al manejo administrativo y operativo de residuos radiactivos, que incluye registro, clasificación, segregación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y disposición final. [7]

Gestionadora de residuos radiactivos: instalación en la que se realiza la gestión de los residuos radiactivos transferidos por las instalaciones generadoras de residuos radiactivos, incluyendo la disposición final de tales residuos. [7]

Grupo crítico: grupo de población representativo de los individuos más expuestos y homogéneo en cuanto a los parámetros que influyen en las dosis recibidas, durante la operación normal o en caso de accidentes, en una instalación o práctica no rutinaria. [5]

Incidente operacional: proceso operacional que produce una alteración del funcionamiento normal pero que, debido a la existencia de características de diseño apropiadas, no ocasiona daños significativos a los elementos de importancia para la seguridad ni conduce a situaciones accidentales. [3]

Instalación Clase I: instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa. Comprende las siguientes subclases: Reactores Nucleares de Potencia, Reactores Nucleares de Producción e Investigación, Conjuntos Críticos, Instalaciones nucleares con potencial de criticidad, Aceleradores de Partículas con energía $E > 1$ MeV (excepto los aceleradores de uso médico), plantas de irradiación, plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas, gestionadora de residuos radiactivos, instalaciones minero fabriles que incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación. [1]

Instalación Clase II: instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación. [6]

Instalación Clase III: instalación o práctica que sólo requiere registro. [6]

Instalación nuclear: instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material fisiónable, excluyendo instalaciones minero fabriles. [1]

Instalación radiactiva: instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material radiactivo no fisiónable. [1]

Instalación relevante: toda instalación clasificada en la Clase I. [1]

Instalación significativa: cualquier instalación, depósito transitorio o prolongado o contenedor de transporte donde, en razón de su inventario radiactivo, sea razonablemente concebible que puedan inducirse, por actos intencionales, accidentes con consecuencias radiológicas severas. [8]

Instalación: instalación nuclear, instalación radiactiva, instalación minero fabril o acelerador de partículas. [1]

Intervención: toda acción tendiente a reducir la exposición o la posibilidad de exposición a fuentes que no formen parte de una práctica controlada o que se hallen sin control, a consecuencia de un accidente. [6]

Inventario contable: de un área de balance de material es la suma algebraica del inventario físico más reciente, más todos los cambios que hayan tenido lugar en el inventario después de efectuado el inventario físico. [9]

Inventario físico: la suma de todas las cantidades medidas o estimadas sobre la base de una medición de todos y cada uno de los lotes de material nuclear presentes en un momento dado en un área de balance de material, obtenida de acuerdo con procedimientos especificados. [9]

Inventario integrado anual: Integral temporal de la actividad presente en la instalación a lo largo de un año. [5]

Justificación: análisis mediante el cual se evalúa si las actividades realizadas en una práctica originan un beneficio neto positivo para la sociedad. [6]

Licencia de Construcción: documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable, bajo ciertas condiciones, para que inicie la construcción de una instalación Clase I. [1]

Licencia de Operación: documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable, bajo ciertas condiciones, para que opere una instalación Clase I. [1]

Licencia de puesta en marcha: documento por medio del cual la Autoridad Competente autoriza a la Entidad Responsable de una instalación nuclear Clase I, bajo ciertas condiciones, a que inicie las actividades de su puesta en marcha. [1]

Licencia de retiro de servicio: documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable, bajo ciertas condiciones, para que lleve a cabo todas las etapas necesarias hasta alcanzar el retiro de servicio de una instalación Clase I. [1]

Licencia individual: certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se reconoce la capacidad técnico-científica de un individuo para desempeñar una función dada en una Instalación Clase I. [2]

Licencia: documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, la operación de una instalación o la ejecución de una dada etapa de la vida de dicha instalación. Estas etapas pueden ser la construcción, puesta en marcha, retiro de servicio o cualquier otra que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario licenciar. [6]

Límite anual de incorporación: actividad de un dado radionucleido cuya incorporación da lugar a una dosis efectiva comprometida igual al límite anual de dosis efectiva. [6]

Límite de dosis: valor establecido por la Autoridad Regulatoria, de la dosis efectiva o de la dosis equivalente, que no debe ser superado durante un período determinado. [6]

Lote: una porción de materiales nucleares que se manipula como una unidad a efectos de la contabilidad en un punto clave de medición y para el cual la composición y la cantidad se definen por un solo conjunto de especificaciones o mediciones. Dichos materiales nucleares pueden hallarse a granel o distribuidos en una serie de ítems distintos. [9]

Masa efectiva: una magnitud especial referente a materiales nucleares utilizada en la aplicación del SNCC. La masa efectiva, expresada en kilogramos es: a) Para el plutonio, su masa. b) Para el uranio empobrecido con un enriquecimiento no superior al 0,005 y para el torio su masa multiplicada por 5×10^{-5} . c) Para el uranio con un enriquecimiento superior al 0,005 e inferior al 0,01 su masa multiplicada por 1×10^{-4} . d) Para el uranio con un enriquecimiento del 0,001 como mínimo su masa multiplicada por el cuadrado del enriquecimiento. [9]

Material no contabilizado: la diferencia entre el inventario contable y el inventario físico. [9]

Material protegido: el uranio 233 (U-233), el uranio 235 (U-235), el plutonio 239 (Pu-239), el plutonio 241 (Pu-241) y combinaciones de estos nucleídos, o cualquier otro material que la Autoridad Regulatoria decida incluir. El uranio con un enriquecimiento inferior al 1% no queda comprendido en esta definición, sin perjuicio de las prácticas de gestión prudente que corresponda aplicar. [8]

Material, instalación y equipo de interés nuclear: el material distinto del material nuclear, la instalación o el equipo que la Autoridad especifique como tal. [9]

Materiales nucleares: Pu-239, U-233, uranio enriquecido en los isótopos 235 ó 233, uranio conteniendo una mezcla isotópica igual a la encontrada en la naturaleza, uranio empobrecido en el isótopo 235, torio con pureza nuclear o cualquier material que contenga uno o más de los anteriores y además cualquier otro material que la Autoridad estipule en el futuro. Se excluyen de esta definición los minerales y la ganga. [9]

Médico examinador: médico designado por la Entidad Responsable y reconocido por la Autoridad Regulatoria, con apoyo profesional suficiente para establecer los profesiogramas psicofísicos de las funciones especificadas y evaluar la aptitud psicofísica de los postulantes [2]

Monitoreo: conjunto de mediciones e interpretación de los resultados, que se realiza para evaluar la exposición a la radiación. [6]

Optimización: procedimiento para reducir tanto como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos, la dosis colectiva originada en una Instalación o en una práctica. [4]

Organismo gubernamental: Gendarmería Nacional Argentina (GNA) la que asesorará y asistirá a la Autoridad Regulatoria y actuará, en el marco de la legislación vigente, bajo las instrucciones del Responsable por la Protección Física, coordinando las operaciones de recuperación de instalaciones significativas y materiales protegidos. [8]

Otro lugar: cualquier lugar, distinto de una instalación que contenga o utilice materiales nucleares en cantidades iguales o inferiores a un kilogramo de masa efectiva. [9]

Parte interesada persona u organización (3.2.1) que puede afectar, verse afectada o percibirse como afectada por una decisión o actividad. [10 y 11]

Plan de emergencia: conjunto de acciones planificadas para mitigar las consecuencias radiológicas de un accidente en una Instalación Clase I. [6]

Práctica: toda tarea con fuentes de radiación que produzca un incremento real o potencial de la exposición de personas a radiaciones ionizantes, o de la cantidad de personas expuestas. [6]

Política de la organización: intenciones y dirección de una organización (3.2.1), como las expresa formalmente su alta dirección (3.1.1) [10, 11]

Profesiograma psicofísico: conjunto de cualidades y condiciones psicofísicas mínimas necesarias para desempeñar, en forma adecuada, una función especificada. [2]

Protección física: conjunto de medidas destinadas a prevenir, a evitar y a responder, con un grado razonable de seguridad, actos intencionales que tengan por finalidad: a). El robo, hurto, sustracción o dispersión indebida de material protegido. b). El sabotaje o aun la mera intrusión en una instalación significativa cuando sea razonablemente posible generar en ella accidentes con consecuencias radiológicas severas. [8]

Punto clave de medición: un punto en que los materiales nucleares se encuentren en una forma tal que puedan medirse para determinar el flujo o inventario de materiales. Por lo tanto, los puntos clave de medición comprenden, sin quedar limitados a ellos, los puntos de entrada y los puntos de salida de materiales nucleares (incluidos los materiales descartados medidos) y los puntos de almacenamiento de las áreas de balance de material. [9]

Punto estratégico: un punto seleccionado durante el examen de la información sobre el diseño en el que, en condiciones normales y cuando se combina con la información obtenida en todos los puntos estratégicos considerados conjuntamente, pueda obtenerse y verificarse la información necesaria y suficiente para la aplicación del SNCC. Un punto estratégico puede comprender cualquier punto en el que se realicen mediciones clave en relación con la contabilidad del balance de materiales en el que se apliquen medidas de contención y de vigilancia. [9]

Reentrenamiento: realización periódica de cursos y prácticas, por parte del personal que desempeña funciones especificadas en una instalación Clase I determinada, con el objeto de mantener actualizados sus conocimientos y aptitudes para el eficaz desempeño de sus funciones, principalmente ante situaciones no rutinarias incluyendo las accidentales postuladas. [2]

Registro: documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, a operar aquellas instalaciones en las que las dosis en los trabajadores y en el público, son poco significativas tanto en operación normal como en situaciones accidentales. 37. Responsable: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una Instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria. [6]

Residuos radiactivos: materiales para los cuales no se prevé ningún uso ulterior y que contienen sustancias radiactivas con valores de actividad tales que exceden las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria para su dispersión en el ambiente. [7]

Responsable por la protección física: persona bajo cuya dirección se encuentra la instalación significativa, el depósito o el transporte de material protegido y a quien la entidad responsable le asigna la responsabilidad directa por la protección física. [8]

Responsable primario: aquella persona a quien la Entidad Responsable le asigna la responsabilidad directa por la seguridad radiológica y nuclear y la contabilidad y control cubierta por esta norma. [9]

Restricción de dosis: restricción prospectiva de las dosis individuales, relacionada directamente con la fuente que la produce, y que sirve como confín para la optimización de la protección y la seguridad de la fuente. [6]

Retiro de servicio: conjunto de actividades autorizadas por la Autoridad Regulatoria llevadas a cabo al final de la etapa de operación de una instalación Generadora de Residuos Radiactivos, y cuando corresponda a instalaciones de tratamiento, acondicionamiento o almacenamiento de las Generadoras de Residuos Radiactivos. [7]

Secuencia accidental: serie de fallas que eventualmente pueden acontecer a partir de la ocurrencia de un evento iniciante. [6]

Sistema de calidad: conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar el nivel de calidad de una Instalación o de una práctica. [6]

Sistema de protección física: conjunto de personas y medios disponibles en forma permanente con capacidad para prevenir, retardar o evitar los actos intencionales mencionados en el criterio 10. [8]

Sistema para la disposición final de residuos radiactivos: instalación diseñada y licenciada para el confinamiento de los residuos radiactivos. [7]

Situación accidental: alteración grave de una situación operacional que puede conducir a consecuencias radiológicas significativas para las personas expuestas a radiación, si los correspondientes sistemas de seguridad no funcionan según se ha previsto en el diseño. [3]

Situación operacional: situación definida como funcionamiento normal o incidente operacional. [3]

Titular de licencia: persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una Instalación Clase I o Clase II. [7]

Titular de práctica no rutinaria: persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una Autorización de Práctica no rutinaria. [6]

Titular de registro: persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado un Registro para una Instalación Clase III. [6]

Tratamiento de residuos radiactivos: operaciones realizadas con el fin de modificar las características de los residuos radiactivos en forma apropiada para su gestión. [7]

Zona controlada: área comprendida por un perímetro claramente señalizado y controlada por la Entidad Responsable. [8].

Zona interior: zona comprendida dentro de una zona protegida en la que se utilizan o almacenan materiales protegidos incluidos en la categoría I de la tabla de clasificación de material protegido. [8]

Zona protegida: zona sometida a constante vigilancia (por personal de guardia o medios técnicos o ambos), circundada por una barrera física y con un número limitado de accesos controlados. [8]

Referencias

- [1] AR 0.0.1 Licenciamiento de instalaciones clase I
- [2] AR 0.11.1 Licenciamiento de personal de instalaciones clase I
- [3] AR 0.11.2. Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas
- [4] AR 6.1.1 Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas clase I
- [5] AR 6.1.2 Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones clase I
- [6] AR 10.1.1 Norma básica de seguridad radiológica
- [7] AR 10.12.1 Gestión de residuos radiactivos
- [8] AR 10.13.1 Norma de protección física de materiales e instalaciones nucleares
- [9] AR 10.14.1Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear
- [10] DIS/ISO45001:2016 Terms and definitions
- [11] ISO9000:2015 Términos y definiciones

7.13 Sistema de gestión integrado. Requisitos regulatorios del SGI (capítulo 4)

El capítulo 1. Objetivo y aplicación del Sistema de Gestión Integrado, donde el objetivo se desarrolló en la sección 7.5.1 y el alcance del SGI en la sección 7.5.2. El capítulo 2. Normas de referencia, se desarrolló en la sección 7.11. El capítulo 3. Términos y definiciones del SGI, se desarrolló en la sección 7.12.

En la presente sección se desarrollan los Requisitos Regulatorios del Sistema de Gestión Integrado. Se presentan de manera independiente del resto de los requisitos del SGI, con el objetivo de visualizarlos al inicio de cada capítulo del SGI según la propuesta para su implementación. Se sitúan en el capítulo 4 del SGI, según la estructura elegida para el SGI. Los requisitos regulatorios pueden ubicarse dentro del SGI, de acuerdo con la tabla de trazabilidad del Anexo IV. El resto de los requisitos del SGI se desarrolla en la sección siguiente, 7.14.

AR 10.12.1 Gestión de residuos radiactivos

Criterios generales

RR1. Los residuos radiactivos deben ser gestionados en forma tal que, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, se asegure un nivel aceptable de protección radiológica de los trabajadores y del público, y de preservación del ambiente.

RR2. Los residuos radiactivos deberán mantenerse aislados del ambiente accesible al hombre el tiempo necesario para que hayan decaído suficientemente utilizando barreras múltiples adecuadas, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

RR3. Los sistemas de protección radiológica utilizados en la gestión de residuos radiactivos deben estar optimizados, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, teniendo en cuenta la reducción de las dosis efectivas, el costo de las diversas opciones factibles, las incertezas asociadas al largo plazo y las restricciones de dosis aplicables.

RR4. Los efluentes generados en la gestión de residuos radiactivos podrán ser liberados al ambiente cumpliendo con la normativa específica de la Autoridad Regulatoria sobre descarga de efluentes radiactivos.

RR5. Para gestionar como residuo radiactivo materiales que contienen sustancias sujetas a salvaguardias, se requerirá una previa autorización particular de la Autoridad Regulatoria.

RR6. La transferencia de residuos radiactivos de una instalación Generadora a una instalación Gestionadora de Residuos Radiactivos deberá realizarse acorde a procedimientos previamente aprobados a tal efecto por la Autoridad Regulatoria.

Criterios específicos para la Generadora de Residuos Radiactivos

RR7. El titular de Licencia, el titular de registro o el titular de práctica no rutinaria de una Generadora de Residuos Radiactivos será responsable del manejo seguro de los residuos radiactivos generados debido a la operación, hasta su transferencia a la Gestionadora de Residuos Radiactivos.

RR8. En las instalaciones Generadoras de Residuos Radiactivos deberá realizarse, cuando corresponda, el registro, caracterización, segregación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y transporte de los residuos radiactivos siempre que se cuente con la autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

RR9. El titular de Licencia de una Generadora de Residuos Radiactivos no podrá efectuar el retiro de servicio de la instalación hasta tanto todos los residuos radiactivos almacenados en la misma sean transferidos a la Gestionadora de Residuos Radiactivos.

RR10. El titular de Licencia de una Generadora de Residuos Radiactivos deberá llevar inventarios de los residuos radiactivos generados, los almacenados y los transferidos a la Gestionadora de Residuos Radiactivos, manteniendo permanentemente actualizado dichos inventarios durante la etapa de operación de la instalación, e informando periódicamente a la Autoridad Regulatoria. En el momento del retiro de servicio de la instalación, deberá remitir todos los registros a la Autoridad Regulatoria.

RR11. El titular de Licencia, el titular de registro o el titular de práctica no rutinaria de una Generadora de Residuos Radiactivos podrá delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas de manejo de los residuos radiactivos generados, pero mantendrá en su totalidad las responsabilidades correspondientes.

Criterios específicos para la Gestionadora de Residuos Radiactivos

RR12. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos podrá realizar la disposición final de los residuos radiactivos si ha decidido no efectuar un tratamiento ulterior de los mismos y si cuenta con la previa autorización de la Autoridad Regulatoria.

RR13. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos deberá llevar a cabo evaluaciones apropiadas de seguridad de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos en las etapas de diseño, construcción, operación y cierre definitivo, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

RR14. La evaluación del impacto radiológico de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos deberá tener en cuenta un escenario normal, donde se considera que se cumplen los objetivos de diseño, y la situación resultante de eventos disruptivos concebibles durante el período de aislamiento previsto.

RR15. En las evaluaciones del escenario normal, las dosis estimadas que recibirán las generaciones futuras no deberán exceder las restricciones de dosis establecidas al inicio del período de aislamiento. Dichas evaluaciones de seguridad, en términos de dosis, riesgo u otros indicadores de seguridad apropiados para los períodos de aislamiento requeridos, deberán ser realizadas a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

RR16. Los riesgos asociados a eventos disruptivos concebibles durante el período de aislamiento previsto no deberán exceder los niveles de riesgo aceptable establecidos al realizarse el diseño del Sistema para la Disposición Final de Residuos Radiactivos.

RR17. Para demostrar la seguridad del sistema de disposición final, no podrá utilizarse el resultado de mediciones ambientales posteriores al cierre definitivo de dicho sistema.

RR18. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos deberá llevar inventarios de los residuos radiactivos transferidos por las Generadoras de Residuos Radiactivos, los almacenados y los dispuestos en forma definitiva, manteniendo permanentemente actualizados dichos inventarios durante la etapa de operación de la instalación, e informando periódicamente a la Autoridad Regulatoria. En el momento del cierre definitivo de la instalación, deberá remitir todos los registros a la Autoridad Regulatoria.

RR19. El cierre definitivo de una instalación para la disposición final de residuos radiactivos, o de un

sistema particular de dicha instalación, deberá contar con la autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

RR20. La Entidad Responsable de una Gestoradora de Residuos Radiactivos continuará manteniendo su responsabilidad durante las tareas de cierre definitivo y, cuando corresponda a posteriori, durante el período de control administrativo autorizado por la Autoridad Regulatoria.

RR21. La Entidad Responsable de una Gestoradora de Residuos Radiactivos podrá delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas de gestión.

AR 10.1.1. NORMA BÁSICA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

D. CRITERIOS GENERALES

RR22. Sólo se podrá operar una Instalación o llevar a cabo una práctica cuando esté licenciada o registrada por la Autoridad Regulatoria.

RR23. Sólo se podrá realizar una práctica no rutinaria, si se cuenta con una Autorización de práctica no rutinaria otorgada por la Autoridad Regulatoria.

RR24. Las INSTALACIONES CLASE I llamadas también Instalaciones Relevantes comprenden las siguientes subclases:

- 1) reactores nucleares de potencia
- 2) reactores nucleares de producción e investigación.
- 3) conjuntos críticos.
- 4) instalaciones nucleares con potencial de criticidad.
- 5) aceleradores de partículas con $E > 1$ MeV (excepto los aceleradores de uso médico).
- 6) plantas de irradiación fijas o móviles.
- 7) plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
- 8) gestoradora de residuos radiactivos.
- 9) instalaciones minero fabriles que incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.

RR25. Las instalaciones no comprendidas en los Criterios N° 47, 48 y 49 serán evaluadas caso por caso y clasificadas por la Autoridad Regulatoria de acuerdo con el riesgo radiológico y a la complejidad tecnológica asociados.

RR26. En el caso de que existan nuevos elementos de juicio y que nuevas evaluaciones técnicas así lo justifiquen, la Autoridad Regulatoria podrá cambiar la clasificación de una Instalación.

RR27. El solicitante de una Licencia, Registro o Autorización de Práctica no rutinaria, deberá presentar a la Autoridad Regulatoria, la documentación técnica necesaria para evaluar la seguridad radiológica de la Instalación o de la práctica no rutinaria, con el alcance y la antelación que ésta determine.

RR28. El Titular de una Licencia, Registro o Autorización de práctica no rutinaria no podrá iniciar ninguna modificación de una Instalación o de una práctica no rutinaria que altere las características de diseño u operación en base a las cuales ésta fue licenciada o autorizada, respectivamente, sin autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

D2. RESPONSABILIDADES POR LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA

RR29. La responsabilidad por la seguridad radiológica de las Instalaciones o prácticas señaladas en los Criterios N° 47, 48 y 49, y de las prácticas no rutinarias recae en el titular de licencia, registro o autorización de práctica no rutinaria, según corresponda.

RR30.Lo establecido en esta norma y en las normas y requerimientos que de ella se deriven son condiciones mínimas que debe cumplir el titular de licencia, de registro o de Autorización de práctica no rutinaria y su cumplimiento no lo exime de la responsabilidad de llevar a cabo toda otra acción necesaria para mejorar la seguridad radiológica.

RR31.Los trabajadores son responsables del cumplimiento de los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores, la del público y en el caso de las exposiciones médicas, la de los pacientes y acompañantes voluntarios.

D2.1. INSTALACIONES CLASE I

RR32.Sólo podrán iniciarse las actividades correspondientes a una etapa de una Instalación Clase I cuando la Instalación cuente con la licencia correspondiente a dicha etapa.

RR33. La Entidad Responsable debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad de la Instalación Clase I cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.

RR34. La Entidad Responsable puede delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas inherentes a la seguridad radiológica de una Instalación Clase I, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

RR35. La Entidad Responsable debe designar a un Responsable Primario a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

RR36.La Entidad Responsable debe prestarle al Responsable Primario todo el apoyo que necesite y debe realizar una supervisión adecuada, para garantizar que todas las etapas de una Instalación Clase I se lleven a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.

RR37.La Entidad Responsable y el Responsable Primario deben facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.

RR38.La Entidad Responsable deberá asegurar que el organigrama de operación esté cubierto por personal debidamente capacitado y, en los casos que se determine, tal personal cuente con la licencia individual y la autorización específica correspondientes.

RR39.Todo cambio en la organización de la Entidad Responsable que pueda afectar su capacidad para afrontar las responsabilidades que se han definido anteriormente requiere, para que las licencias de las Instalaciones Clase I afectadas mantengan su vigencia, una aceptación formal previa de tales cambios por parte de la Autoridad Regulatoria.

D2.4. PRÁCTICAS NO RUTINARIAS

RR40.El Titular de Práctica no rutinaria debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad durante el desarrollo de la misma, cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.

RR41.El Titular de Práctica no rutinaria puede delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas inherentes a la seguridad radiológica, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

RR42.El Titular de Práctica no rutinaria deberá garantizar que el personal involucrado en dicha práctica esté adecuadamente capacitado para la función que le compete y, en los casos que la Autoridad Regulatoria así lo determine, dicho personal deberá contar con un Permiso Individual.

RR43.El Titular de Práctica no rutinaria debe garantizar que las operaciones se lleven a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.

RR44.El Titular de Práctica no rutinaria debe facilitar en todo momento la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.

D3. SEGURIDAD RADIOLÓGICA

RR45.Se deben justificar las prácticas, efectuar la optimización de la protección radiológica, respetar los límites de dosis y las restricciones de dosis establecidos, y prevenir adecuadamente la posibilidad de accidentes.

RR46.En la evaluación de seguridad de una práctica deben considerarse la exposición de los trabajadores, la del público y, en el caso de exposiciones médicas, adicionalmente, la de los pacientes y acompañantes voluntarios.

D3.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

RR47.Toda práctica que se introduzca debe estar justificada.

RR48.En el caso de exposición médica, la justificación de la práctica debe ser efectuada por el médico responsable de su prescripción.

RR49.Las prácticas ya establecidas pueden dejar de estar justificadas, si se demuestra que ya no existe un beneficio neto positivo originado en la continuación de dicha práctica.

RL50.No se consideran justificadas las prácticas que involucren la adición de material radiactivo en alimentos, bebidas, cosméticos u otros elementos del mismo tenor que puedan ser incorporados al organismo de las personas.

RR51.No se consideran justificadas las prácticas que involucren usos juzgados como superfluos de material radiactivo en productos de empleo corriente tales como juguetes, adornos personales o elementos decorativos, salvo que un análisis específico demuestre lo contrario.

D3.2. OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

RR52.Los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, de manera que las dosis resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.

RR53.Cuando los estudios de optimización se realicen mediante un análisis diferencial costo-beneficio se utilizará un valor del coeficiente de proporcionalidad entre el costo social y la dosis colectiva, de 10 000 dólares estadounidenses por Sievert hombre.

RR54.Cuando el diseño de los sistemas de protección radiológica asegure que, en condiciones normales de operación, ningún trabajador puede recibir una dosis efectiva superior a 5 milisievert en un año, que ningún miembro del público puede recibir una dosis efectiva superior a 100 microSievert en un año, y que la dosis efectiva colectiva debida a un año de operación es inferior a 10 Sievert hombre, no es necesario demostrar que los sistemas están optimizados, salvo que la Autoridad Regulatoria lo solicite expresamente.

RR55.En las prácticas que involucren la exposición médica de pacientes debe optimizarse el empleo de equipos y técnicas para que las dosis innecesarias, a los fines del procedimiento, resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable.

D3.3. LÍMITES Y RESTRICCIONES DE DOSIS

RR56. Durante la operación normal de una Instalación o la realización de una práctica, ningún individuo debe ser expuesto a dosis de radiación superiores a los límites establecidos. Estos límites de dosis se aplican a cada trabajador y a miembros del público. En el caso de exposición del público, los límites se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.

RR57. Para computar la dosis efectiva total a comparar con los límites correspondientes, se deben sumar la dosis efectiva en un año debida a exposición externa y la dosis efectiva comprometida debida a incorporaciones en ese mismo año.

RR58. Para el caso de límites adicionales para el cristalino o la piel, expresados en dosis equivalente, se computa la dosis equivalente en esos tejidos debida a la exposición externa y, cuando corresponda, se le debe sumar a esta dosis equivalente, la dosis equivalente comprometida debida a las incorporaciones, en un año, en el tejido u órgano correspondiente.

RR59. La dosis efectiva comprometida, en los casos de los trabajadores y del público, se debe calcular integrando las tasas de dosis debidas a una incorporación sobre 50 años y 70 años, respectivamente, siguientes a la incorporación.

RR60. En el cómputo de las dosis recibidas por los trabajadores y miembros del público, no deben incluirse las dosis originadas en la exposición médica ni las provenientes del fondo natural de radiación.

RR61. Los límites de dosis no se aplican a las dosis debidas a exámenes o tratamientos médicos.

D.3.3.1 LÍMITES Y RESTRICCIONES DE DOSIS PARA LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

RR62. Para los trabajadores los límites de dosis son los siguientes:

El límite de dosis efectiva es 20 milisievert en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 milisievert en 5 años), no pudiendo excederse 50 milisievert en un único año. El límite de dosis equivalente es 150 milisievert en un año para el cristalino y 500 milisievert en un año para la piel.

RR63. Para los trabajadores expuestos a incorporación de radón 222 y sus productos de decaimiento de período corto, el límite es 14 milijoule hora por metro cúbico en un año (4 WLM en un año) de energía alfa potencial.

RR64. Los límites de dosis para trabajadores se aplican a la dosis que ha sido comprometida durante un año de trabajo, y la manera de verificar el cumplimiento de tales límites, es la siguiente:

$$\frac{H_p(0,07)}{L_{D,T}} \leq 1$$
$$\frac{H_p(10)}{20\text{mSv}} + \sum_j \frac{I_j}{I_{Lj}} \leq 1$$

$H_p(0,07)$: dosis equivalente personal a una profundidad de la piel 0,07 milímetros integrada en un año (ver Guía Regulatoria GR1/AR 10.1.1.)

$H_p(10)$: dosis equivalente personal a una profundidad de la piel 10 milímetros desde la superficie de la piel, integrada en un año (ver Guía Regulatoria GR1/AR 10.1.1.)

$L_{D,T}$: límite de dosis equivalente en piel o cristalino.

I_j : incorporación del radionucleido j en un año.

$I_{L,f}$ límite anual de incorporación para el radionucleido j , resultante de dividir 20 milisievert por el factor dosimétrico de dosis efectiva comprometida, para trabajadores, por unidad de incorporación de dicho radionucleido (Guía Regulatoria GR1/AR 10.1.1.)

RR65. Para las mujeres embarazadas se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Toda trabajadora tan pronto conozca o presuponga su estado de gravidez debe notificarlo inmediatamente al responsable de la instalación o de la práctica.

- Con el objetivo de que la dosis en el feto no exceda el límite correspondiente para miembros del público, desde el momento en que es declarada la gravidez, las condiciones de trabajo deben ser tales que resulte altamente improbable que la dosis equivalente personal, $H_p(10)$, en la superficie del abdomen exceda 2 milisievert, y que la incorporación de cada radionucleido involucrado exceda 1/20 del límite anual de incorporación respectivo, durante todo el período que resta de embarazo.

Se debe cumplir:

$$\frac{H_p(10)}{2\text{mSv}} + \sum_j \frac{20I_j}{I_{L,j}} \leq 1$$

$H_p(10)$: dosis equivalente personal a una profundidad de la piel 10 milímetros desde la superficie de la piel, integrada en un año (ver Guía Regulatoria GR1/AR 10.1.1.)

I_j : incorporación del radionucleido j en el periodo de gravidez.

$I_{L,f}$ límite anual de incorporación para el radionucleido j , resultante de dividir 20 milisievert por el factor dosimétrico de dosis efectiva comprometida, para trabajadores, por unidad de incorporación de dicho radionucleido (Guía Regulatoria GR1/AR 10.1.1.)

RR66. No se admite la exposición ocupacional de menores de 18 años.

RR67. Para estudiantes de 16 a 18 años de edad, que en sus estudios requieran el uso de fuentes radiactivas, el límite anual de dosis efectiva es 6 milisievert y el límite anual de dosis equivalente es 50 milisievert para el cristalino y 150 milisievert para la piel.

RR68. La Autoridad Regulatoria podrá establecer en la Autorización de práctica no rutinaria o en la Licencia de operación, restricciones de dosis para la exposición ocupacional en los casos que considere apropiado.

D3.3.2. LÍMITES Y RESTRICCIONES DE DOSIS PARA LA EXPOSICIÓN DE MIEMBROS DEL PÚBLICO

RR69. Los límites de dosis para miembros del público se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.

RR70. El límite de dosis efectiva es 1 milisievert en un año y los límites anuales de dosis equivalente son 15 milisievert para el cristalino y 50 milisievert para la piel.

RR71. Para una instalación en particular, la Autoridad Regulatoria podrá establecer en la Autorización de práctica no rutinaria o en la Licencia de operación, restricciones de dosis para las dosis individuales de los miembros del público y para las dosis colectivas, las que actuarán restringiendo el proceso de optimización.

D4. EXPOSICIONES POTENCIALES

RR72. En el diseño u operación de una Instalación Clase I, Clase II o en la realización de una práctica no rutinaria, se debe prevenir la ocurrencia de accidentes, así como mitigar sus consecuencias radiológicas en el caso de que estos ocurran.

RR73. Para estimar el riesgo radiológico de una Instalación Clase I y en los casos que se justifique, se deben analizar todas las secuencias accidentales previsibles, incluyendo las fallas dependientes, las combinaciones de fallas y las situaciones que excedan las bases de diseño.

RR74. En el diseño de una Instalación Clase I en los casos que se justifique, debe asegurarse que la probabilidad anual de ocurrencia de una secuencia accidental, con implicancias radiológicas para los trabajadores y la dosis efectiva resultante en el trabajador más expuesto, no definan un punto en la zona no aceptable de la Figura 1. Si el número N de secuencias accidentales fuese mayor que 10, los valores de la escala de ordenadas de la Figura 1, deben ser divididos por la relación N/10 antes de representarse al citado punto.

RR75. El diseño de una Instalación Clase I en los casos que se justifique, debe asegurar que la probabilidad anual de ocurrencia de una secuencia accidental, con implicancias radiológicas para los miembros del público y la dosis efectiva resultante en el grupo crítico, no definan un punto en la zona no aceptable de la Figura 2. Si el número N de secuencias accidentales fuese mayor que 10, los valores de la escala de ordenadas de la Figura 2 deben ser divididos por la relación N/10 antes de representarse al citado punto.

RR76. Puede simplificarse el tratamiento de las secuencias accidentales eligiendo a una secuencia accidental para representar a un grupo de ellas. En este caso debe seleccionarse aquella secuencia accidental que dé lugar a la peor consecuencia radiológica de las del grupo, y el análisis debe tener en cuenta la suma de las probabilidades anuales de ocurrencia de las secuencias accidentales que componen el grupo.

D5. GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

RR77. En la evaluación del impacto radiológico de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos se debe tener en cuenta un escenario normal y la situación resultante de posibles eventos disruptivos durante el período de aislamiento previsto.

RR78. En la evaluación de seguridad de un escenario normal las dosis estimadas que recibirán las generaciones futuras no deberán exceder las restricciones de dosis establecidas al inicio del período de aislamiento de los residuos radiactivos.

RR79. No pueden utilizarse los resultados de mediciones ambientales posteriores al momento de la eliminación para demostrar la seguridad del sistema de disposición final.

D6. REQUERIMIENTOS OPERATIVOS

RR80. El titular de Licencia, Registro o Autorización de práctica no rutinaria debe presentar, ante la Autoridad Regulatoria, los objetivos y compromisos que se adoptarán en materia de seguridad radiológica, definiendo las jerarquías y relaciones de todo el personal involucrado en la ejecución de tales compromisos.

RR81. La operación de las Instalaciones y la realización de las prácticas no rutinarias debe planificarse de modo tal que las dosis resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable.

RR82. Los procedimientos operativos deben estar escritos y mantenerse actualizados.

RR83. No se debe afectar a tareas que supongan o puedan suponer exposición a radiaciones ionizantes, a trabajadores que no hayan recibido la capacitación correspondiente.

RR84. Se debe asegurar el adecuado reentrenamiento periódico del personal.

D6.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

RR85. Se deben delimitar y clasificar las áreas de trabajo según la experiencia operativa y las características de la Instalación.

RR86. En las áreas controladas debe implementarse la delimitación mediante barreras físicas apropiadas, la señalización, el control de accesos y el monitoreo individual del personal.

RR87. Las áreas supervisadas deben estar individualizadas con señalización adecuada y las condiciones de trabajo deben revisarse periódicamente, y normalmente es suficiente con tener una evaluación dosimétrica de su personal en base a mediciones del área involucrada.

D6.3. REGISTROS PERSONALES

RR88. Cuando la Autoridad Regulatoria lo requiera, el Responsable Primario de una Instalación Clase I y el responsable de una Instalación Clase II o de una práctica no rutinaria deben llevar registros individuales de cada trabajador expuesto en áreas controladas, los que estarán a disposición de la Autoridad Regulatoria. En estos registros se debe consignar la siguiente información:

- la índole de las tareas que realiza el trabajador.
- el tipo de radiación y contaminación a la que se halla expuesto.
- el resultado de la evaluación de las dosis ocupacionales debidas a la exposición externa y a la incorporación de material radiactivo.
- los resultados de los reconocimientos médicos.

RR89. Los registros mencionados en el Criterio N° 128 se deben conservar durante 30 años posteriores al momento en que el trabajador haya cesado en las tareas que provocaron exposición a radiaciones. Cuando la organización responsable de la Instalación o de la práctica no rutinaria cese en su actividad, dichos registros deberán ser remitidos a la Autoridad Regulatoria.

RR90. Todas las dosis recibidas en situaciones accidentales se deben registrar distinguiéndolas claramente de las dosis recibidas en operación normal.

RR91. El Responsable Primario de una Instalación Clase I o el Responsable de una Instalación Clase II o de una práctica no rutinaria deben llevar, además de los registros mencionados en el Criterio N° 128, aquellos registros particulares que en cada caso determine la Autoridad Regulatoria.

D7. PLANES Y PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

RR92. Toda Instalación Clase I debe poseer un Plan de Emergencia Interno. Aquellas instalaciones en las que las consecuencias radiológicas de un accidente puedan ser significativas para miembros del público deben contar, además, con un Plan de Emergencia Externo. Ambos Planes de Emergencia deberán contar con la aprobación de la Autoridad Regulatoria.

RR93. El Responsable Primario debe mantener actualizado y operativo el plan de emergencia.

RR94. Se deben realizar simulacros de aplicación del plan de emergencia cuya periodicidad será establecida por la Autoridad Regulatoria.

RR95. En las Instalaciones Clase II y en las prácticas no rutinarias deben preverse procedimientos de emergencia para poder enfrentar situaciones anormales que involucren material radiactivo.

D8. INTERVENCIONES

RR96. La presente norma se aplica a los siguientes casos de intervención:

- Situaciones crónicas de exposición a ciertas fuentes naturales de radiación que así lo requieran.
- Situaciones crónicas de exposición debidas a la contaminación radiactiva proveniente de prácticas o accidentes ocurridos en el pasado.
- Situaciones accidentales.
- Cualquier otra situación de intervención así considerada por la Autoridad Regulatoria.

RR97. Sólo se considera justificada una intervención si se prevé que con ella se obtiene una mejora de la situación.

RR98. Cuando la situación en la cual la dosis proyectada puede exceder el umbral de los efectos determinísticos severos, la intervención se encuentra generalmente justificada.

RR99. Una vez decidida la intervención, los niveles a los cuales se interviene y el tiempo durante el cual se mantiene la intervención deben surgir de un análisis de optimización. Los límites de dosis establecidos para las prácticas no son aplicables a situaciones de intervención.

RR100. En el caso de contaminación de alimentos y cuando la intervención (retiro del consumo) esté justificada, los niveles de intervención son los resultantes de un análisis genérico de optimización como los niveles que a modo de ejemplo se muestran en la Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1. salvo que un análisis específico de optimización demuestre lo contrario.

RR101. Si la concentración en los alimentos no supera los valores establecidos en el Codex Alimentarius (ver Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1.) no se debe evitar o restringir el libre tránsito y comercio de tales alimentos.

RR102. Cuando la concentración promedio anual de radón en el interior de viviendas exceda 400 becquerel por metro cúbico se deben adoptar soluciones de ingeniería para ventilar los ambientes y reducir la emanación del gas.

D8.1. EXPOSICIÓN DE PERSONAS QUE EJECUTAN LAS INTERVENCIONES

RR103. Cuando la dosis efectiva proyectada supere 100 milisievert, las tareas a cumplir en operaciones de intervención deben ser voluntarias. Los voluntarios deberán ser informados previamente acerca de los riesgos involucrados en la ejecución de las tareas de intervención.

RR104. Las situaciones de intervención que impliquen la exposición de voluntarios a una dosis efectiva que exceda 1 sievert o dosis equivalente en piel superior a 10 Sievert, sólo pueden ser justificadas si se trata de salvar vidas humanas.

RR105. La participación de un mismo trabajador en más de una intervención debe, en todos los casos, estar especialmente autorizada por el Responsable de la Instalación o práctica no rutinaria, según corresponda.

RR106. Cuando se estime que un trabajador ha recibido una dosis efectiva superior a 100 milisievert durante una intervención, se debe efectuar una evaluación médica y dosimétrica previo a su reintegro al trabajo.

RR107. El responsable de la Instalación o práctica no rutinaria debe decidir si dicho trabajador puede continuar afectado a tareas que impliquen exposición a la radiación.

D9. COMUNICACIONES

RR108. El responsable de una Instalación Clase I, Clase II o de una práctica no rutinaria debe comunicar a la Autoridad Regulatoria la información que ésta establezca para cada caso y dentro de los plazos fijados, debiendo detallar como mínimo lo siguiente:

- Los valores de dosis efectiva, dosis equivalente y, en caso de corresponder, dosis efectiva comprometida y dosis efectiva colectiva, del personal ocupacionalmente expuesto.
- Cuando corresponda, los valores de liberación de material radiactivo al ambiente, detallando los radionucleidos involucrados y la actividad descargada.
- Cuando corresponda, la cantidad de residuos radiactivos generados y los transferidos a la Gestoradora de Residuos Radiactivos.
- Los apartamientos de la operación normal que hubiesen provocado, o pudiese haber provocado, incrementos significativos de las dosis ocupacionales o de las descargas de material radiactivo al ambiente.
- Los resultados del monitoreo ambiental alrededor de la Instalación cuando esto corresponda.

D10. TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

RR109. El transporte de materiales radiactivos se debe realizar de acuerdo con las reglamentaciones específicas que indique la Autoridad Regulatoria.

AR 10.13.1 NORMA DE PROTECCION FISICA DE MATERIALES E INSTALACIONES NUCLEARES rev1

D. CRITERIOS GENERALES

RR110. La existencia de un sistema de protección física adecuado es condición necesaria para la realización de cualquier operación que involucre materiales o instalaciones protegidos.

RR111. Cuando el sistema contemple la protección física de materiales protegidos deberá preverse la adecuada interacción con el sistema nacional de contabilidad y control de dichos materiales.

RR112. Para definir los potenciales actos intencionales caracterizados en el criterio 10 y las secuencias accidentales que pudieran desatar, se asumirá que los presuntos autores disponen de medios convencionales. El diseño de los sistemas de protección física no contemplará medidas directas para repeler el asalto formal por parte de grupos militares o paramilitares.

RR113. El sistema de protección física deberá ser acorde con el nivel de protección que corresponda aplicar y deberá ajustarse a los siguientes criterios generales:

- a) Se debe brindar la flexibilidad necesaria para permitir aumentar o disminuir la intensidad de las medidas de acuerdo con las circunstancias.
- b) Ninguna medida de protección física irá en desmedro de la seguridad radiológica y nuclear.
- c) Ninguna medida de vigilancia y seguridad destinada al resguardo de bienes patrimoniales irá en desmedro de las de protección física.
- c) El énfasis de los sistemas de protección física estará puesto en la prevención y en la disuasión, particularmente mediante el uso de medidas pasivas.
- d) En el diseño de los sistemas de protección física deberá lograrse una adecuada complementación entre los medios técnicos y los procedimientos operativos.
- e) Los procedimientos operativos de protección física deberán establecerse de manera tal que sea minimizada cualquier interferencia con los trabajos que normalmente realiza el personal de operación.

RR114. En el diseño del sistema de protección física deberá contemplarse:

- a). La determinación de objetivos, que comprenderá:
 - La caracterización de la instalación, compuesta de una memoria descriptiva que incluirá diagramas de flujo de procesos, de planta, lista de materiales y equipos, incluyendo los correspondientes a protección física, ubicación geográfica y todo elemento gráfico que permita lograr un mejor conocimiento de la misma.
 - La definición del tipo de amenaza a la que se supone estará sometida la instalación.
 - La identificación de objetivos donde presumiblemente puedan concretarse las acciones

- intencionales descritas en el criterio 10.
- b). La inclusión de medidas destinadas a:
- La detección de ingresos no autorizados (intrusión), la que incluirá evaluación de alarma, medios de comunicación y visualización de alarmas, control de accesos, etc. (se incluirán organización, procedimientos y entrenamiento de los medios utilizados, de corresponder).
 - La demora a la intrusión mediante guardias y barreras (perimetrales, estructurales y consumibles).
 - La respuesta a los actos intencionales referidos en el criterio 10, incluyendo su organización, procedimientos y entrenamiento, medios de comunicación y tiempo de respuesta a partir de una señal de alarma.
- c). Los métodos utilizados para la evaluación del diseño del sistema de protección física y sus resultados.
- d). La fuerza de respuesta que acudirá en apoyo del sistema de protección física y los medios de comunicación con tal fuerza.

RR115. El sistema de protección física comprenderá, en general, los siguientes aspectos:

- a. Distribución en planta, vías de acceso, barreras de contención e identificación de zonas o áreas a proteger;
- b. Disposición de equipos e instrumentos de protección física y procedimientos para el control periódico de los mismos;
- c. Control de accesos, incluidos sus procedimientos.
- d. Procedimientos de vigilancia habitual y extraordinaria;
- e. Instrucción del personal;
- f. Organización del personal encargado de la protección física, incluyendo el procedimiento de selección capacitación y entrenamiento;
- g. Procedimientos y medios utilizados para el resguardo de la información referida en el criterio 22.

RR116. El sistema de protección física debe contemplar la adecuada reserva de la información que pueda presumiblemente ser utilizada en la comisión de los actos intencionales descritos en el criterio 10. La información específica sobre cada sistema de protección física será clasificada y en particular aquella que describa aspectos claves de un sistema recibirá el más alto nivel de clasificación.

RR117. Las operaciones que se ejecuten en caso de que el sistema de protección física sea superado serán determinadas conforme a las prioridades y modalidades que establezca el Responsable por la Protección Física.

D2. NIVELES DE PROTECCIÓN FÍSICA

RR118. Los niveles de protección física se establecerán de conformidad con los siguientes principios básicos:

- a. El tipo, las características y la cantidad de material protegido involucrado, así como también
 - b) -si fuera el caso- su accesibilidad en función de la tasa de dosis esperable en su entorno
 - c) de no existir blindaje.
- a. La posibilidad de inducir accidentes con consecuencias radiológicas severas en una instalación significativa, mediante actos intencionales.

RR119. En la aplicación del principio enunciado en 24.a., se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- a) Se prestará particular atención a aquellos materiales protegidos que permitan, en el estado en que se encuentran, iniciar o mantener una reacción nuclear en cadena auto sostenida sin moderadores especiales.
- b) Las medidas de protección física se aplicarán al almacenamiento de materiales protegidos, entendiendo por almacenamiento cualquier depósito de estos materiales, ya sea inicial, intermedio o terminal, o su almacenamiento en tránsito durante su transporte. Al transporte se le aplicarán medidas equivalentes al almacenamiento.

RR120. En la aplicación del principio enunciado en 24.b. se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- a) Los sistemas de protección física deberán diseñarse para cada instalación significativa teniendo en cuenta sus características y las de su emplazamiento, así como el resultado de la evaluación efectuada conjuntamente con especialistas en seguridad nuclear.
- b) La Entidad Responsable, con el concurso de especialistas en seguridad nuclear y protección física, identificará las estructuras, sistemas y componentes de la instalación significativa que sean considerados vitales.
- c) Los sistemas de protección física que se adopten para cada instalación significativa deberán ser compatibles con los sistemas de seguridad radiológica y nuclear, incluyendo los planes para eventuales emergencias radiológicas.
- d) En lo posible, la distribución de áreas vitales se efectuará de forma tal que queden separadas de las demás, para que el acceso a aquéllas esté limitado al número de personas necesario y, cuando las circunstancias lo permitan, deberán estar limitados por una barrera física.
- e) El nivel de protección física en instalaciones significativas en las cuales sea posible inducir accidentes con consecuencias radiológicas severas se establecerá proporcionalmente a la dosis que podría recibir el miembro del público más expuesto.
- f) La determinación de la dosis que podría recibir el miembro del público más expuesto se calculará empleando los criterios indicados en las normas de aplicación en materia de seguridad radiológica y nuclear, sin considerar los posibles efectos resultantes de las medidas dirigidas a mitigar, a corto plazo, consecuencias radiológicas.

RR121. En caso de transporte de materiales radiactivos que no sean materiales protegidos se aplicarán los siguientes criterios:

- a. No se requerirá la aplicación de medidas de protección física cuando se transporten bultos del "Tipo A"*, "industriales"* o "exentos"*; ni cuando se trate de transportes de bultos "Tipo B"* cuyo contenido radiactivo sea inferior a "30 A1"* ó "30 A2"*, según corresponda.
- b. Cuando el contenido radiactivo sea superior a "30 A1 o 30 A2"* e inferior a "3000 A1 ó 3000 A2"*, según corresponda, sólo se utilizarán métodos apropiados de notificación, para confirmar la remisión y la entrega del material en término.
- c. Cuando el contenido radiactivo exceda de los valores indicados en b. se exigirá un sistema de comunicaciones durante todo el transporte y, en función de las características de los bultos, la aplicación de medidas adicionales cuando resulte aconsejable (vehículos de características especiales, contenedores adicionales, vehículos escolta, etc.). * De conformidad con la reglamentación vigente para transporte de material radiactivo.

D2.1. EN INSTALACIONES SIGNIFICATIVAS

RR122. Se aplicará el nivel más alto de protección física (nivel de protección I) a aquellas instalaciones significativas en las cuales sea posible inducir accidentes con consecuencias radiológicas severas con una dosis superior a 1 sievert (Sv). En las instalaciones significativas bajo nivel de protección I, los elementos vitales estarán comprendidos y ubicados dentro de un área vital, la cual debe quedar localizada dentro de una zona protegida.

RR123. Se aplicará un nivel medio de protección física (nivel de protección II) cuando la dosis a que se hace referencia en 28. se encuentre comprendida entre 50 y 1000 milisievert (mSv). Las instalaciones significativas bajo nivel de protección II estarán en una zona controlada, los elementos vitales estarán - en la medida de lo posible- en una zona protegida.

RR124. Se aplicará el nivel más bajo de protección física (nivel de protección III) cuando la dosis a que se hace referencia en 28. se encuentre comprendida entre más de 1 y menos de 50 milisievert (mSv). Las instalaciones significativas bajo nivel de protección III estarán situadas dentro de una zona controlada y el acceso a elementos vitales quedará restringido a personal especializado.

RR125. Toda instalación que no se encuadre en alguno de los niveles indicados quedará exenta de la aplicación de medidas de protección física, salvo que, por el material protegido involucrado, le sea

aplicable el principio enunciado en el criterio 24.a. sus respectivos criterios, sin perjuicio de las prácticas de gestión prudente que corresponda aplicar.

D2.2. EN ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MATERIALES PROTEGIDOS SEGÚN LA CATEGORIZACIÓN DE LA TABLA ANEXA

RR126. Los niveles de protección física que deben ser aplicados al material protegido durante su almacenamiento incluyen:

- a) Para los materiales protegidos comprendidos en la categoría III, almacenamiento dentro de una zona controlada, cuyo acceso esté controlado.
- b) Para los materiales protegidos comprendidos en la categoría II, almacenamiento dentro de una zona protegida.
- c) Para los materiales protegidos comprendidos en la categoría I, almacenamiento dentro de una zona interior donde el acceso quede restringido a personas cuya identidad haya sido comprobada y que se encuentre bajo vigilancia por personal de guardia que se mantenga en estrecha comunicación con la fuerza de respuesta. Las medidas adoptadas al respecto, deben tener como objetivo la detección y prevención de cualquier ataque o asalto, intrusión, hurto o sustracción indebida.

D3. RESPONSABILIDADES

RR127. La Entidad Responsable debe tomar todas las medidas razonables y compatibles con sus posibilidades para asegurar la protección física de los materiales protegidos y las instalaciones significativas.

RR128. La Entidad Responsable debe designar un Responsable por la Protección Física por cada instalación significativa o por cada transporte o depósito de material protegido, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

RR129. El simple cumplimiento de las normas o directivas, aún de aquéllas emanadas de la Autoridad Regulatoria, no exime a la Entidad Responsable ni al Responsable por la Protección Física de las responsabilidades a su cargo en materia de protección física.

RR130. La Entidad Responsable podrá delegar, total o parcialmente, la ejecución de las medidas de protección física, pero no así la responsabilidad que le incumbe.

RR131. Todo cambio en la organización de la Entidad Responsable que pudiera directa o indirectamente afectar la capacidad de afrontar sus responsabilidades en materia de protección física requerirá la previa aprobación de la Autoridad Regulatoria.

RR132. La Entidad Responsable deberá presentar a la Autoridad Regulatoria, con la suficiente antelación, toda la documentación técnica necesaria, incluidos los procedimientos operativos, para demostrar -a satisfacción de ésta- que se han alcanzado los niveles de protección física exigidos en relación a instalaciones o materiales protegidos.

RR133. La Entidad Responsable deberá realizar auditorías para verificar la correcta implementación de los sistemas de protección física como así también de la continuidad y adecuación de las medidas en el tiempo.

RR134. La Entidad Responsable y el Responsable por la Protección Física deberán establecer y mantener en adecuadas condiciones de funcionamiento un sistema de comunicaciones con la Fuerza de Respuesta y el Organismo Gubernamental.

RR135. La Entidad Responsable debe adoptar todas las medidas razonables para asegurar la confidencialidad de la información que presumiblemente pueda ser útil izada en la comisión de actos intencionales descriptos en el criterio 10, en particular la referida a los sistemas de protección física útil izados o proyectados (ver criterio 22).

AR 0.0.1. LICENCIAMIENTO DE INSTALACIONES CLASE I

D. CRITERIOS

RR136. No podrá iniciarse la construcción, la puesta en marcha, la operación o el retiro de servicio de una instalación Clase I sin una previa licencia de construcción, de puesta en marcha, de operación o de retiro de servicio, según corresponda, solicitada por la Entidad Responsable y otorgada por la Autoridad Regulatoria.

RR137. La Entidad Responsable es la organización responsable por la seguridad radiológica y nuclear de una instalación Clase I. Esa responsabilidad implica además que la Entidad Responsable debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades a favor de la seguridad de la instalación Clase I cumpliendo, como mínimo, las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria. Esta responsabilidad se extiende al desarrollo de la instalación Clase I comprendiendo las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y retiro de servicio.

RR138. El cumplimiento de las normas y requerimientos no exime a la Entidad Responsable de su responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear de la instalación Clase I.

RR139. La Entidad Responsable podrá delegar total o parcialmente la ejecución de tareas necesarias para la seguridad radiológica y nuclear de una instalación Clase I, pero mantendrá en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

RR140. La vigencia de una licencia referente a una instalación Clase I está supeditada al cumplimiento -por parte de la Entidad Responsable- de las condiciones estipuladas en la misma, de las normas dictadas por la Autoridad Regulatoria y de los requerimientos emitidos por esta autoridad. La inobservancia de uno o más de estos requisitos podrá ser causal para que la Autoridad Regulatoria proceda a suspender o cancelar la vigencia de la licencia de que se trate.

RR141. Todo cambio en la organización de la Entidad Responsable que pueda afectar su capacidad para afrontar las responsabilidades que se han definido anteriormente requerirá, para que las licencias de las instalaciones Clase I afectadas mantengan su vigencia, una aprobación formal de la Autoridad Regulatoria.

RR142. La Entidad Responsable designará al Responsable Primario de una instalación Clase I, quien será el responsable directo de la seguridad radiológica y nuclear, así como del cumplimiento de las licencias, normas y requerimientos. La Entidad Responsable prestará al Responsable Primario todo el apoyo que necesite y realizará una supervisión adecuada para garantizar que la instalación Clase I se opere en condiciones seguras y conforme a los términos de la licencia de operación.

RR143. Previamente a la solicitud de la licencia, la Entidad Responsable presentará a la Autoridad Regulatoria, con la antelación que esta determine, la documentación técnica necesaria para que tal autoridad pueda evaluar la seguridad radiológica y nuclear de la instalación Clase I.

RR144. Las licencias de construcción y de puesta en marcha determinarán las etapas cuya iniciación esté condicionada al consentimiento expreso de la Autoridad Regulatoria. En tales oportunidades la prosecución de la construcción o la puesta en marcha de la instalación Clase I quedará sujeta al cumplimiento de los requerimientos que para caso establezca la Autoridad Regulatoria.

AR 0.11.1 Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I

D1. Generales

RR145. Para ejercer una función especificada en una instalación Clase I determinada, el personal permanente o contratado, debe poseer la licencia individual y la autorización específica que correspondan, ambas otorgadas por la Autoridad Regulatoria.

RR146. La persona que posea una licencia individual podrá solicitar a la Autoridad Regulatoria, con el acuerdo de la Entidad Responsable, una autorización específica para desempeñar una función especificada. Eventualmente podrá solicitar una autorización específica para otra función especificada siempre que la nueva función requiera acreditar la misma capacidad técnico-científica que la reconocida por su licencia individual.

RR147. La persona que posea más de una autorización específica, sólo podrá desempeñar una única función especificada por vez. En el caso de reactores nucleares de potencia no podrá desempeñar más de una función especificada por jornada laboral.

RR148. Las funciones especificadas correspondientes al organigrama de operación de una instalación Clase I determinada serán propuestas por la Entidad Responsable y aprobadas por la Autoridad Regulatoria.

RR149. Las funciones genéricas y su naturaleza dependerán de las características de cada tipo de instalación Clase I y del organigrama de operación que para cada una de estas instalaciones apruebe la Autoridad Regulatoria.

D2. Obtención y Validez de una licencia individual

RR150. La persona que solicite una licencia individual debe satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Poseer formación básica⁷.
- b) Haber realizado la capacitación complementaria, cuando corresponda, a propuesta de la Entidad Responsable y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria
- c) Acreditar la formación especializada.

RR151. La formación básica debe estar certificada mediante un título reconocido por la Autoridad Regulatoria que acredite la condición de profesional o técnico, según corresponda. La capacitación complementaria debe estar certificada por organismos educativos competentes reconocidos por la Autoridad Regulatoria.

RR152. La formación especializada debe acreditarse mediante la aprobación de un examen que, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, demuestre la posesión de los conocimientos técnico científicos requeridos para la función genérica de que se trate.

RR153. El postulante que no aprobará el examen mencionado en el criterio N° 25 sólo podrá rendir un nuevo examen una vez que hayan transcurrido noventa (90) días corridos contados a partir de la fecha del primer examen. En el caso que nuevamente no aprobará, podrá rendir otro examen luego de transcurrido un año como mínimo.

RR154. La licencia individual es intransferible y tiene validez permanente. Podrá ser revocada por la Autoridad Regulatoria en el caso que se evidencie falsedad u omisión en los datos declarados en la solicitud de la licencia individual.

D3. Obtención y validez de una autorización específica

RR155. Para poder desempeñar una función especificada en una instalación Clase I, la persona propuesta por una Entidad Responsable para obtener una autorización específica debe satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Poseer licencia individual apropiada para la función genérica en el tipo de instalación Clase I involucrada.
- b) Poseer certificado de aptitud psicofísica correspondiente a la función especificada.

⁷ primario, secundario, terciario

c) Haber realizado satisfactoriamente la capacitación específica y el entrenamiento en el trabajo adecuados para desempeñar la función especificada en la instalación Clase I de que se trate.

RR156. El cumplimiento de los requisitos establecidos en el criterio N° 28c se acreditará de la siguiente forma:

a) La capacitación específica debe determinarse mediante la aprobación de un examen que, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, demuestre la posesión de los conocimientos necesarios para desempeñar la función especificada correspondiente.

b) El entrenamiento en el trabajo debe ser certificado por el personal calificado bajo cuya supervisión se haya efectuado y debe ser refrendado por la Entidad Responsable de la instalación donde se realizó dicho entrenamiento. Las certificaciones del entrenamiento en el trabajo deben estar reconocidas por la Autoridad Regulatoria.

c) Excepcionalmente, el período efectivo de entrenamiento en el trabajo podrá extenderse hasta un 50% del plazo fijado inicialmente en el programa correspondiente.

RR157. El postulante que no aprobara el examen mencionado en el criterio N° 29a sólo podrá rendir un nuevo examen una vez que hayan transcurrido noventa (90) días corridos contados a partir de la fecha del primer examen. En el caso que nuevamente no aprobará, podrá rendir otro examen luego de transcurrido un año como mínimo.

RR158. Las autorizaciones específicas tendrán una validez máxima de dos (2) años supeditada a la del certificado de aptitud psicofísica. Además, podrán ser modificadas, suspendidas o revocadas por la Autoridad Regulatoria, conforme a lo establecido en los criterios N° 34 y N° 35.

D4. Renovación de una autorización específica

RR159. El trámite de renovación de una autorización específica debe ser iniciado con una antelación de treinta (30) días corridos contados a partir de la fecha de vencimiento de tal autorización. Para solicitar esta renovación, su titular debe presentar a la Autoridad Regulatoria:

a) La solicitud de renovación de la autorización específica.

b) El certificado de aptitud psicofísica.

c) La certificación de la Entidad Responsable de la instalación Clase I, que atestigüe el efectivo y correcto desempeño de la función especificada y el cumplimiento y aprobación del programa de reentrenamiento oportunamente presentado a la Autoridad Regulatoria.

RR160. Si el titular no desempeñara efectivamente la función especificada durante el lapso de vigencia de la autorización específica, la Autoridad Regulatoria podrá exigir un examen y/o una prueba de desempeño para considerar la renovación correspondiente.

D5. Modificación, suspensión o revocación de una autorización específica

RR161. Las autorizaciones específicas podrán ser modificadas, suspendidas o revocadas por la Autoridad Regulatoria si se advirtiera:

a) Violación u omisión del cumplimiento de normas o requerimientos o de la licencia de operación de la instalación.

b) Desempeño inadecuado de la función especificada.

c) Que no se haya ejercido la función especificada durante un período de un año o más.

d) Cualquier comportamiento del titular de la autorización específica que, a juicio de la Autoridad Regulatoria, pueda afectar la operación segura de la instalación.

e) Falsedad u omisión en los datos declarados en la solicitud de la autorización específica.

RR162. A la persona que no aprobase la evaluación del reentrenamiento anual, la Autoridad Regulatoria le suspenderá la validez de su autorización específica y le concederá un plazo adecuado para completar el programa de reentrenamiento. Si esta segunda instancia no se cumpliera le será revocada su autorización específica, en tal caso podrá iniciar la gestión para solicitar una nueva.

D6. Capacitación específica y entrenamiento en el trabajo

RR163. Los programas de capacitación específica, de entrenamiento en el trabajo y, si correspondiera, de reentrenamiento deben asegurar suficientes conocimientos actualizados y entrenamiento para un desempeño satisfactorio de las funciones especificadas.

RR164. La capacitación específica del personal debe ajustarse a los programas correspondientes oportunamente presentados por la Entidad Responsable a la Autoridad Regulatoria y debe ser certificada por la Entidad Responsable.

RR165. Además de los programas de capacitación específica del personal, la Entidad Responsable debe someter a consideración de la Autoridad Regulatoria: la duración de los cursos, las calificaciones que se exigirán para la aprobación de los mismos y el procedimiento de evaluación y certificación de la capacitación específica del personal.

RR166. Los programas de capacitación específica deben incluir, entre otros, los temas contenidos en la documentación mandatoria indicada en la licencia de operación de la instalación Clase I.

RR167. El entrenamiento en el trabajo debe ser el que corresponde a la función especificada de que se trate.

D7. Registros

RR168. La Entidad Responsable debe mantener un archivo actualizado de la documentación del personal que posea licencia individual y autorización específica, en lo referente a formación básica, capacitación complementaria, formación especializada, aptitud psicofísica, capacitación específica, entrenamiento en el trabajo y cursos de reentrenamiento,

AR 0.11.3 Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas

D. Criterios generales

RR169. Los postulantes a obtener o renovar la autorización específica deben poseer una aptitud psicofísica tal que les permita desempeñar apropiadamente la función especificada.

RR170. La aptitud psicofísica debe estar certificada por un médico examinador mediante un certificado de aptitud psicofísica. Si tal certificación se expide con algún condicionamiento especial, éste deberá constar en el certificado correspondiente.

RR171. La Entidad Responsable debe designar a un médico examinador, para la ejecución del examen de aptitud psicofísica a los postulantes a obtener o renovar la autorización específica.

RR172. La Entidad Responsable debe hacer todos los esfuerzos posibles para verificar que las personas autorizadas mantengan la aptitud psicofísica que fuera requisito para el otorgamiento o renovación de la autorización específica. En particular, debe promover la realización de exámenes de verificación, cuando haya razonable evidencia que la aptitud psicofísica pudiera haber disminuido en forma significativa.

RR173. El médico examinador debe, en consulta con la Entidad Responsable, establecer los profesiogramas psicofísicos de las funciones especificadas para las cuales dicha entidad solicita el otorgamiento o la renovación de la autorización específica, teniendo en cuenta el horario de trabajo que desarrollará el postulante.

RR174. La Entidad Responsable debe informar al médico examinador, cuales son las responsabilidades y tareas inherentes a cada una de las funciones especificadas que correspondan. En particular, deberá

informar sobre la descripción de las tareas y el ambiente de trabajo, incluyendo las tareas previstas en potenciales situaciones accidentales; la información debe ser lo suficientemente detallada como para establecer sin dificultades, el profesiograma psicofísico de la función especificada.

RR175. La Entidad Responsable debe informar al médico examinador, cual es la función especificada que cumplirá la persona examinada. En el caso de renovaciones, el informe deberá contener una descripción del comportamiento de la persona verificado desde el primer examen, incluyendo su actuación en incidentes operacionales o en situaciones accidentales. Asimismo, debe remitir al médico examinador, la información adicional que éste solicite para poder realizar la evaluación.

RR176. Para la evaluación de la aptitud psicofísica el médico examinador deberá considerar no sólo las tareas asignadas en situaciones operacionales a la persona examinada, sino también las tareas previstas en situaciones no rutinarias, incluyendo las situaciones accidentales postuladas.

RR177. El examen de aptitud psicofísica tendrá por objeto verificar que la persona examinada posee, en el grado requerido por la función especificada propuesta, las siguientes condiciones generales:

- Estabilidad emocional y psíquica, así como capacidad de reacción;
- Agudeza de los sentidos que permita una capacidad normal de recepción de la información hablada y escrita, y de toda otra información audible, visible o palpable en la forma en que la proporcionen los aparatos o dispositivos previstos para ello, así como una capacidad de expresión que permita una comunicación rápida y segura;
- Capacidad física, de potencia motora, de campo de movimientos y de destreza de movimientos, tal que le permitan ejecutar adecuadamente las tareas asignadas.

RR178. Para otorgar el certificado de aptitud psicofísica el médico examinador debe, en el grado requerido por el profesiograma psicofísico de la función especificada, verificar el cumplimiento de las condiciones que correspondan. En la Guía Regulatoria GR 3/AR 0.11.2. se describen condiciones que pueden ser seguidas con este propósito.

AR 0.11.3. REENTRENAMIENTO DE PERSONAL DE INSTALACIONES CLASE I

Criterios generales

RR179. La Entidad Responsable debe asegurar un adecuado reentrenamiento del personal que desempeña funciones especificadas en una instalación Clase I.

RR180. La Entidad Responsable debe proponer a la Autoridad Regulatoria -durante el primer trimestre de cada año calendario- la nómina del personal que será reentrenado durante ese año, así como el programa de reentrenamiento correspondiente. La propuesta original podrá ser modificada por la Entidad Responsable, en caso de ser necesario.

RR181. El programa de reentrenamiento debe contener la lista de los cursos que se dictarán durante el año calendario para cada función especificada, sus respectivos cronogramas, el temario a desarrollarse en cada uno de tales cursos y los docentes designados para el dictado y evaluación de los mismos.

RR182. La Entidad Responsable llevará a cabo el reentrenamiento del personal que proponga en el año calendario. Cuando así lo considere la Autoridad Regulatoria requerirá la inclusión de temas adicionales específicos, la ampliación de la nómina de personal a ser reentrenado o modificar la nómina de docentes e instructores propuestos.

RR183. El temario de los cursos de reentrenamiento debe incluir, como mínimo, los siguientes temas:

- Revisión y actualización de conceptos teóricos básicos sobre las características técnicas de la instalación Clase I, y de aspectos prácticos sobre su funcionamiento.
- Análisis de las modificaciones que se hubieren realizado en estructuras, componentes, equipos o sistemas importantes para la seguridad.

- Estudio de cambios que se hubieren producido en la documentación mandatoria.
- Revisión del procedimiento o plan de emergencia y análisis de los resultados de su aplicación durante simulacros.
- Análisis de las situaciones de apartamiento de las condiciones normales de operación que produzcan o puedan producir una exposición injustificada a la radiación, que hubieren ocurrido últimamente en la propia instalación, o en otras instalaciones semejantes (nacionales o extranjeras).
- Estudio de las situaciones de apartamiento de las condiciones normales de operación previsibles que pudieren ocurrir en la instalación, incluyendo el análisis de los eventos iniciantes, de las acciones preventivas y correctivas a seguir en cada caso, y de las eventuales consecuencias radiológicas.
- Conceptos sobre cultura de la seguridad, incluyendo el análisis y discusión de casos prácticos que permitan el desarrollo de actitudes positivas hacia la seguridad y la prioridad de esta última frente a otras cuestiones.

RR184. Las tareas destinadas a impartir experiencia práctica a ser efectuadas en instalaciones Clase I -excepto reactores nucleares de potencia- serán determinadas por la Entidad Responsable acorde con las características de dichas instalaciones.

D.3. Evaluaciones del Personal Reentrenado

D.3.1. Evaluaciones del Personal Reentrenado de Instalaciones Clase I, excepto Reactores Nucleares de Potencia.

RR185. Al término del reentrenamiento, y dentro del año calendario, la Entidad Responsable debe efectuar una evaluación del personal reentrenado, para lo cual constituirá una mesa examinadora a satisfacción de la Autoridad Regulatoria. En los casos que así lo considere, la Autoridad Regulatoria integrará la mesa examinadora.

D.3.3. Resultado de las evaluaciones del personal reentrenado

RR186. A la persona que no aprobase la evaluación del reentrenamiento anual, la Autoridad Regulatoria le suspenderá la validez de su autorización específica y le concederá un plazo adecuado para completar el programa de reentrenamiento. Si esta segunda instancia no se cumpliera le será revocada su autorización específica y, en tal caso, la persona podrá gestionar una nueva.

NORMA AR 10.14.1. GARANTÍAS DE NO DESVIACIÓN DE MATERIALES NUCLEARES Y DE MATERIALES, INSTALACIONES Y EQUIPOS DE INTERÉS NUCLEAR

C. REQUERIMIENTOS GENERALES

RR187. No se podrá recibir, utilizar, procesar, producir, almacenar, transferir o poseer, según se aplique materiales nucleares, o materiales, instalaciones, o equipos de interés nuclear sin la debida Licencia o Autorización otorgada por la Autoridad en el contexto de la presente norma.

RR188. La Entidad Responsable solicitante de la Licencia o Autorización a que se refiere el punto 1 precedente deberá suministrar a la Autoridad, como mínimo, la siguiente información:

- Las características generales de la instalación u otro lugar, su propósito y capacidad nominal.
- Una descripción de la forma y el diagrama de flujo del material nuclear, y del material de interés nuclear si correspondiere, así como la disposición de los principales equipos que utilicen, produzcan o traten material nuclear.
- Una descripción de las características de la instalación u otro lugar atinentes a la contabilidad del material nuclear y a las medidas de contención y vigilancia, si las hubiese.
- Los procedimientos que se propone adoptar en la instalación u otro lugar para la contabilidad y control de los materiales nucleares y materiales o equipos de interés nuclear, con especial atención a las áreas de balance de material, mediciones de flujo y toma de inventario físico.

RR189. Además, la Entidad Responsable solicitante de la licencia deberá suministrar a la Autoridad toda otra información que ésta requiera.

RR190. La Entidad Responsable designará para las instalaciones u otros lugares un Responsable Primario quien será el responsable directo por el cumplimiento de lo estipulado en la presente norma y en la Licencia o Autorización correspondiente y de las normas y requerimientos que pueda dictar la Autoridad en el futuro.

RR191. El cumplimiento de esta norma y de lo estipulado en la Licencia o Autorización, no exime a la Entidad Responsable de realizar todo lo razonable y compatible con sus posibilidades para dar cuenta en cualquier momento de los materiales nucleares o materiales o equipos de interés nuclear bajo su responsabilidad.

RR192. La Entidad Responsable podrá delegar total o parcialmente la ejecución de las tareas necesarias para el objetivo de esta norma, pero manteniendo en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

RR193. Todo cambio en la organización de la Entidad Responsable que pudiera afectar su capacidad para afrontar las responsabilidades establecidas en estas normas requerirá para que la vigencia de las Licencias o Autorizaciones no se vea afectada, una aprobación formal de la Autoridad.

RR194. La intención de introducir cambios significativos que afecten la información de base sobre la cual fue otorgada la Licencia o Autorización, deberá ser notificada con suficiente antelación a la Autoridad a fin de que ésta pueda examinar los mencionados cambios antes de que sean introducidos. Las informaciones consideradas "significativas", serán las especificadas en la respectiva Licencia o Autorización.

RR195. Las actividades licenciadas o autorizadas en virtud de esta norma deberán llevarse a cabo dentro de las condiciones estipuladas por el SISTEMA NACIONAL DE CONTABILIDAD Y CONTROL (SNCC), que se describe en el ANEXO I a esta norma.

7.14 Sistema de gestión integrado. Requisitos. (capítulo 4)

Los requisitos del sistema de gestión integrado se detallan a continuación, responden a la estructura elegida para SGI y por ello comienzan a partir del capítulo 4. Contexto de la organización y de su contexto.

El capítulo 1. Objetivo y aplicación del Sistema de Gestión Integrado, donde el objetivo se desarrolló en la sección 7.5.1 y el alcance del SGI se desarrolló en la sección 7.5.2. El capítulo 2. Normas de referencia, se desarrolló en la sección 7.11. El capítulo 3. Términos y definiciones del SGI, se desarrolló en la sección 7.12. El Capítulo 4. Contexto de la organización, a partir de este capítulo, se desarrollan los requisitos regulatorios del SGI, en la sección 7.14 y el resto de los requisitos del SGI, se desarrollarán en la presente sección.

4. Contexto de la organización

4.1 Conocimiento de la organización y de su contexto

La organización debe determinar las cuestiones (problemas) externas e internas que son (relevantes) pertinentes para su propósito y su dirección estratégica y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión integrado. La organización debe realizar el seguimiento y la revisión de la información sobre estas cuestiones externas e internas.

4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

4.2.1 Debido a su impacto o impacto potencial en la capacidad de la organización de proporcionar de forma coherente productos y servicios y actividades relacionadas con el trabajo realizado que satisfagan los requisitos: necesidades y expectativas del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, la organización debe determinar:

- a) las partes interesadas: sus trabajadores y las otras partes interesadas, que son pertinentes al sistema de gestión integrado;
- b) los requisitos: las necesidades y expectativas de estas partes interesadas y esas otras partes interesadas que son pertinentes para el sistema de gestión de la calidad.
- c) ¿Cuál de estas necesidades y expectativas se convierten en requisitos legales aplicables y otros requisitos?

La organización debe realizar el seguimiento y la revisión de la información sobre estas partes interesadas y sus requisitos pertinentes.

RG6 - Satisfacción de las partes interesadas

a) La AD tendrá en cuenta las expectativas de las partes interesadas en las actividades e interacciones de los procesos del SG con el fin de aumentar el grado de satisfacción de las partes interesadas y garantizar al mismo tiempo que la seguridad no se vea comprometida.

b) Deben tenerse en cuenta al desarrollar el SG varias consideraciones relativas a la satisfacción de las expectativas de las partes interesadas presentes y futuras: el operador, el órgano regulador, los proveedores, los gobiernos nacionales y locales, el público. Deben cumplirse los requisitos del O regulador, mientras que expectativas y preferencias de otras partes interesadas pueden no ser cumplidas por completo. Ítems de relevancia a ser considerados son: (a) los aspectos jurídicos de la DFRR: las

leyes estatales o provinciales y reglamentos, regulaciones de salud ocupacional, los reglamentos de materiales peligrosos, regulaciones mineras; (B) las disposiciones de protección y seguridad física que pueden ser necesarios, de los materiales radiactivos nucleares y otros; (C) las limitaciones operacionales, incluidas las derivadas de acuerdos con las autoridades u organizaciones locales o logística que operan; (D) La adecuación de las actividades realizadas por las organizaciones que llevan a cabo los pasos en la GpDF; (E) la actitud del público, preocupaciones y expectativas sobre la seguridad y la protección del medio ambiente en relación con las actividades de DF de residuos en el largo plazo (por aspectos tales como el proceso de selección y evaluación del sitio, la adecuación y fiabilidad de sistemas de organización y financieros, el grado de confianza en la protección de la salud pública y el medio ambiente en relación con los residuos instalaciones de eliminación, la capacidad de responder a los problemas que puedan surgir durante el período de control institucional activo, y la seguridad y protección del medio ambiente durante las fases de cierre y post-cierre); (F) Las preocupaciones del público sobre ampliación de las restricciones sobre el uso de la tierra y los recursos geológicos; (G) Otras preocupaciones de las partes interesadas (por ejemplo, las expectativas culturales sobre las horas de trabajo y la composición de la fuerza de trabajo, las expectativas sociales acerca de la distribución de riesgos y beneficios, limitaciones económicas si las actividades nucleares tienen un alcance más amplio, pero son a pequeña escala, las decisiones políticas acerca de las actividades para el desarrollo sostenible).

4.3 Determinación del alcance del SGI

La organización debe determinar los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión de la calidad para establecer su alcance.

Cuando se determina este alcance, la organización debe considerar:

- a) las cuestiones externas e internas referidas en el apartado 4.1;
- b) los requisitos de las partes interesadas pertinentes referidos en el apartado 4.2;
- c) los productos y servicios, actividades relacionadas con el trabajo realizado de la organización

El alcance del sistema de gestión integrado de la organización debe estar disponible y mantenerse como información documentada. El alcance debe establecer los tipos de productos y servicios cubiertos y proporcionar la justificación de los requisitos que la organización determine que no son aplicables para el sistema de gestión integrado y que los mismos no afectan la capacidad o la responsabilidad de la organización de asegurarse la conformidad de sus productos y servicios y del aumento de la satisfacción del cliente.

RG1 - Requisitos generales

Se establecerá un sistema de gestión, que se aplicará, evaluará y mejorará de manera continua. El sistema se ajustará a los objetivos de la organización y contribuirá a su consecución. El sistema de gestión estará destinado principalmente al logro y la mejora de la seguridad, al: Agrupar de manera coherente todos los requisitos para la gestión de la organización; describir las medidas sistemáticas y preestablecidas necesarias para dar la debida seguridad de que se satisfacen todos estos requisitos; asegurar que los requisitos relacionados con la salud, el medio ambiente, la seguridad física y la calidad, así como con los elementos económicos, no se consideran separadamente de los Requisitos de seguridad, a fin de ayudar a evitar sus posibles efectos negativos en la seguridad.

La seguridad será la consideración primordial dentro del sistema de gestión, por encima de todas las demás exigencias.

El sistema de gestión se identificará e integrará con los requisitos contenidos en la presente publicación: los requisitos legales y reglamentarios del estado miembro; todos los requisitos oficialmente acordados con las partes interesadas (conocidas también como “interesados directos”); todas las demás publicaciones de Requisitos de seguridad del OIEA pertinentes, tales como las relativas a la preparación y respuesta en caso de emergencia y la evaluación de la seguridad; los requisitos previstos en otros códigos y normas pertinentes aprobados para su uso por la organización (GpDF) GSG3.4 (2.2) a)

recomienda ISO 9000:200 SGC e ISO 14001:2004 SGMA (*), b) guías regulatorios y legales c) prácticas y estándares de la industria nuclear d) practicas propias de la organización.

La organización deberá poder demostrar que cumple eficazmente los requisitos inherentes a su sistema de gestión. Para cualquier código, norma y requisito útil izado en el diseño y desarrollo del SG. se deberá incorporar sistemas y procesos al SG para cumplir y demostrar el cumplimiento de los mismos.

El SG debe ser desarrollado para cubrir todos los aspectos de instalaciones de DF y las actividades asociadas independientemente si son actividades individuales o compuestas. Incluida las evaluaciones de seguridad llevadas a cabo para evaluar aspectos de la instalación relevantes para la seguridad y la protección del medio ambiente, y la estructura y presentación de los argumentos y las pruebas de seguridad en el caso de la seguridad la instalación de eliminación de residuos.

El SG debe asegurar que la IDG y las actividades relacionadas cumplirán con todos los requisitos desde el primer momento. E incluir medidas en caso de que no se cumplan hasta el final de control institucional activo.

El SG debe incluir planes y preparativos para continuar durante el tiempo requerido para mantener el control institucional activo de la IDF. El SG debe planificarse para largos periodos de operación, para la extensión de operación, pre cierre y post cierre, para la supervisión continua de los residuos, simulacros de emergencia y su actualización postcierre. El SG deberá ajustarse a futuros avances tecnológicos y cambios en los criterios de aceptación de residuos que puedan afectar la operación de la IDF.

RG2 - Cultura de la seguridad

El SG apoyara el entendimiento común de los aspectos claves de la seguridad dentro de la organización (comunicación). Previsión de medios (recursos) para el desempeño seguro y eficaz de las tareas de las personas, su interacción, tecnología y la organización (ambiente de trabajo)

4.4 - SGI y sus procesos

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de integrado, incluidos los procesos necesarios y sus interacciones. La organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y el sistema de gestión de SS&SO y su aplicación a través de la organización, y debe determinar:

- a) los elementos de entrada requeridos y los elementos de salida esperados de estos procesos;
- b) la secuencia e interacción de estos procesos;
- c) los criterios, métodos, incluyendo las mediciones y los indicadores del desempeño relacionados, necesarios para asegurarse la operación eficaz y el control de estos procesos;
- d) los recursos necesarios y asegurarse de su disponibilidad;
- e) la asignación de las responsabilidades y autoridades para estos procesos;
- f) los riesgos y oportunidades de acuerdo con los requisitos del apartado 6.1, y planificar e implementar las acciones adecuadas para tratarlos;
- g) los métodos para realizar el seguimiento, mediciones, cuando sea apropiado, y evaluación de los procesos y, si es necesario, los cambios en los procesos para asegurarse de que se logran los resultados previstos;
- h) oportunidades de mejora de los procesos y del sistema de gestión de la calidad y SS&SO.

La organización debe mantener información documentada en la medida necesaria para apoyar la operación de los procesos y retener la información documentada en la medida necesaria para tener la confianza de que los procesos se realizan según lo planificado.

RG3 - Aplicación escalonada de los requisitos relativos al sistema de gestión

Para la adecuada utilización de recursos, los requisitos relativos al SG se aplicarán escalonadamente en función de las consideraciones: importancia y complejidad; peligros y posible impacto (riesgo) asociados a elementos económicos, seguridad tecnológica, seguridad física y calidad, medioambiente de cada producto y actividad; posibles consecuencias si un producto falla o una actividad no se ejecuta correctamente.

Los recursos relativos al SG se aplicarán de manera escalonada a productos y procesos.

La organización debe identificar la relación de importancia de las actividades, instalaciones y equipos que participan en el cumplimiento de la seguridad, salud, medioambiente, calidad y económica de la DF, teniendo relevancia la seguridad y protección del medioambiente. El recurso se asignará y el control de los procesos se diseñará según la importancia de la actividad, equipo, instalación establecidos. Los controles pueden variar para actividades e instalaciones de DF.

La gestión eficaz y eficiente de la DF de residuos para reunir requisitos de salud y seguridad, seguridad nuclear, calidad, medioambiente y factores económicos, implica la aplicación selectiva de controles sobre factores como: (A) Las cantidades y peligros potenciales (radiológicos y no radiológicos, por ejemplo química) de los residuos, y el grado necesario de aislamiento;(B) la capacidad de dispersión y la movilidad de las formas de residuos involucrado y la es necesario grado de contención;(C) La experiencia con, y la madurez de la tecnología de eliminación de residuos y la potencial para futuros avances; (D) La fiabilidad de los equipos y su función en relación con la seguridad y la protección del medio ambiente; (E) El grado de incertidumbre sobre la evolución futura de la geología ambientales y de ingeniería barreras; (F) Consideración de las actividades humanas futuras, según el caso; (G) La complejidad y grado de normalización de las actividades; (H) La novedad y la madurez de las actividades; (I) El tamaño de la organización, el número y la complejidad de las interfaces y la cultura de la seguridad; (J) La incertidumbre sobre el futuro percepción pública de los riesgos de radiación y desecho radioactivo; (K) La incertidumbre sobre la futura política del gobierno en la industria nuclear y gestión de residuos radiactivos.

Un enfoque diferenciado puede ser adoptado (sobre la base de los resultados de un estudio de riesgo y operatividad (HAZOP) evaluación) en la aplicación de los requisitos del SG en actividades de DF como: (A) El nivel de detalle de las IT y documentos de apoyo; (B) Nivel de cualificación y formación de los trabajadores; (C) Cantidad, el detalle y tiempos de retención de registros; (D) La necesidad de, y el nivel de detalle en los cuadernos de bitácora, formales; (E) Nivel de detalle y la frecuencia de las pruebas, la vigilancia y la inspección; (F) Equipo que se incluirán en el control de estado de la instalación; (G) los indicadores clave de rendimiento que deben medirse; (h) los requisitos de calibración del equipo; (I) Necesidad de controlar el estado de los equipos, los residuos y la integridad emplazadas las instalaciones; (J) La trazabilidad de los artículos, incluidos los envases de residuos; (K) La disponibilidad y las condiciones de almacenamiento de materiales y el control de los registros asociados; (L) Nivel de información y autoridad para actuar en no conformidades e implementar acciones correctivas; (M) Alcance, la frecuencia y el detalle de las evaluaciones; (N) su alcance, frecuencia y detalle de las auditorías de las instalaciones para supervisar los procesos operativos y niveles de seguridad y protección del medio ambiente;(O) La necesidad de, y el detalle de, la vigilancia ambiental

La clasificación tiene por objeto guiar el grado de control aplicado a un elemento en relación con la importancia de su función requerida. La clasificación no debe ser útil izado como justificación para no aplicar todos los elementos del sistema de gestión necesarias o controles de calidad requeridos, o para llevar a cabo menos que adecuadas evaluaciones técnicas de los elementos que son menos evidentemente importante para el cumplimiento de la seguridad, salud, medio ambiente, seguridad, calidad y los requisitos económicos. La clasificación no debe utilizarse para sancionar menos de prácticas adecuadas. La clasificación no significa excluir la determinación de la idoneidad de cualquier actividad que afecte la calidad o la seguridad. **Grading** significa hacer la rigurosidad de los controles por el cual la adecuación de tales actividades se evalúa con la importancia de las actividades.

RS19 - Sistemas de gestión

Se aplicarán sistemas de gestión¹², para asegurar la garantía de calidad, a todas las actividades, sistemas y componentes relacionados con la seguridad a lo largo de todas las etapas del desarrollo y la explotación de una instalación de disposición final. Los niveles de garantía aplicables a cada elemento guardarán proporción con su importancia para la seguridad.

Un sistema de gestión apropiado que incluya programas de garantía de calidad contribuirá a aumentar la confianza en que se cumplen los requisitos y criterios pertinentes respecto de la selección y evaluación del emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación, el cierre y la seguridad posterior al cierre. Las actividades, los sistemas y los componentes pertinentes se han de determinar a partir de los resultados de evaluaciones sistemáticas de la seguridad. El grado de atención prestado a cada aspecto debe guardar proporción con su importancia para la seguridad. El sistema de gestión debe cumplir las normas de seguridad del OIEA pertinentes relativas a los sistemas de gestión.

El sistema de gestión especifica el papel de la gestión y la estructura orgánica que debe emplearse al poner en práctica los procesos que afecten a todas las actividades relacionadas con la seguridad. También especifica las responsabilidades y facultades de los distintos miembros del personal y organizaciones que participan en la gestión y puesta en práctica de los procesos y en la evaluación de la calidad de toda la labor relativa a la seguridad.

Si bien el entorno de una instalación de disposición final es importante para la seguridad, no puede ser diseñado ni fabricado, sino sólo caracterizado, y solo de forma limitada. Los elementos del sistema de gestión que garantizan la calidad de los procesos pertinentes relacionados con la seguridad deben diseñarse teniendo en cuenta la naturaleza del entorno.

El diseño, la caracterización y la evaluación de una instalación de disposición final deben incluir varias etapas consecutivas y, en ocasiones, solapadas con un grado creciente de detalle y precisión. No obstante, probablemente exista siempre cierto grado de incertidumbre irreducible que es imposible eliminar. La importancia de esa incertidumbre se determina al analizar la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria.

El sistema de gestión de una instalación de disposición final debe prever la elaboración y conservación de pruebas documentales que demuestren que se ha logrado la calidad de los datos necesaria; que los componentes se han suministrado y utilizado de acuerdo con las especificaciones pertinentes; que los bultos de desechos y los desechos sin embalar cumplen los requisitos y criterios establecidos, y que se han colocado correctamente en la instalación de disposición final. El sistema de gestión también debe garantizar la recopilación de toda la información que es importante desde el punto de vista de la seguridad y que se registra en todas las etapas del desarrollo y la explotación de la instalación, y la conservación de dicha información. Esta información es importante para realizar toda nueva evaluación de la instalación en el futuro.

5 – Liderazgo

5.1 Liderazgo y compromiso

5.1.1 Generalidades

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto del sistema de gestión de la calidad y al sistema de S&SO:

- a) asumiendo la responsabilidad y obligación de rendir cuentas en relación: a la eficacia del sistema de gestión de la calidad y a la protección de la salud y la seguridad laboral de los trabajadores;
- b) asegurando que se establezcan la política de la calidad, la política de SS&SO y sus objetivos y que estos sean compatibles con el contexto y la dirección estratégica de la organización;
- c) asegurándose de la integración de los requisitos del sistema de gestión de la calidad y SS&SO en los procesos de negocio de la organización;

- d) promoviendo el uso del enfoque a procesos y el pensamiento basado en riesgos;
- e) asegurando que los recursos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y SS&SO estén disponibles;
- f) comunicando la importancia de una gestión de la calidad y SS&SO eficaz y conforme con los requisitos del sistema de gestión de la calidad y SS&SO;
- g) asegurando que el sistema de gestión de la calidad y SS&SO logre los resultados previstos;
- h) involucrando, dirigiendo y apoyando a las personas, asegurar la participación activa de los trabajadores, y, cuando existen, los trabajadores 'representantes y que no requieran la consulta y la identificación y eliminación de obstáculos o barreras a la participación para contribuir a la eficacia del SG;
- i) promoviendo la mejora continua de sus sistemas de gestión (para mejorar el desempeño de SS&SO mediante la identificación sistemática y la adopción de medidas para hacer frente a no conformidades, las oportunidades y los peligros y riesgos relacionados con el trabajo, incluyendo las deficiencias del sistema)
- j) apoyando otros roles pertinentes de la dirección, para demostrar su liderazgo aplicado a sus áreas de responsabilidad.
- k) desarrollar, dirigir y promover una cultura de la organización que apoya el sistema de gestión de SS&SO.

5.1.2 Enfoque al cliente

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al enfoque al cliente asegurándose de que:

- a) se determinan, se comprenden y se cumplen los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;
- b) se determinan y se consideran los riesgos y oportunidades que pueden afectar a la conformidad de los productos y los servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente;
- c) se mantiene el enfoque en el aumento en la satisfacción del cliente.

5.2 Política de la calidad

5.2.1 Establecimiento de la política de calidad y SS&SO

La alta dirección debe establecer, revisar y mantener la política de la calidad, la política de SS&SO que con los trabajadores de todos los niveles de la organización (5.4 y 5.3) que:

- a) sea apropiada al propósito y al contexto de la organización;
- b) proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad y SS&SO;
- c) incluya el compromiso de cumplir los requisitos aplicables;
- d) incluya el compromiso de mejora continua del sistema de gestión de la calidad y del Sistema S&SO, incluye el compromiso del control de los riesgos de SS&SO la jerarquía de controles (véase 8.1.2);
- e) incluya el compromiso de proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para la prevención de lesiones relacionadas con el trabajo y la mala salud y es adecuado para el propósito, el tamaño y el contexto de la organización y de la naturaleza específica de sus riesgos de SS&SO y las oportunidades de SS&SO;
- f) incluye un compromiso de participación de los trabajadores y cuando existen, representantes de los trabajadores, en los procesos de toma de decisiones en el sistema de gestión de SS&SO.

5.2.2 Comunicación de la política

La política de la calidad y la política de SS&SO debe:

- a) estar disponible y mantenerse como información documentada;
- b) comunicarse, entenderse y aplicarse dentro de la organización;
- c) estar disponible para las partes interesadas pertinentes, según corresponda;
- d) ser revisada periódicamente para asegurar que sigue siendo pertinente y apropiada.

RG7 - Políticas institucionales

La AD establecerá las políticas de la organización que deberán ajustarse a las actividades e instalaciones de la organización.

El SG DF RR debe especificar la necesidad de crear y revisar periódicamente las políticas de las organizaciones involucradas y los acuerdos para hacerlo. Políticas de la organización para las instalaciones y las actividades de DFRR deben cubrir no sólo la seguridad, la salud, el medio ambiente, la seguridad, la calidad y los aspectos económicos, sino también los elementos enumerados en el párrafo. 3.7 GSG3.4 (3.5).

Para la revisión de políticas debe tenerse en cuenta: (a) Cambios en la legislación en materia de medio ambiente y gestión de residuos. (B) Cambios en los reglamentos o el regulador responsable de la gestión de residuos y el medio ambiente. (c) Cambios en las políticas nacionales de desechos o para el medio ambiente. (D) Cualquier cambio en la política nacional de recursos (por ejemplo, teniendo en cuenta el combustible gastado como un recurso o, alternativamente, como los residuos; los cambios en los costos relativos de la obtención de nuevas reservas de uranio reprocesado de combustible gastado frente). (E) Los acontecimientos internacionales (por ejemplo, normas, convenciones, acuerdos sobre intercambio de información). (F) Los avances tecnológicos (por ejemplo, más eficiente de reprocesamiento de combustible, envases de residuos más eficaz). (G) Las lecciones aprendidas de la experiencia, incluida la experiencia adquirida en otras operaciones de eliminación de residuos. (H) no conformidades, acciones correctivas y preventivas y resultados de las evaluaciones. (i) Los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales.

5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes se asignen, se comuniquen y se entiendan en toda la organización (como información documentada) Los trabajadores en cada nivel de la organización debe asumir la responsabilidad de aquellos aspectos del sistema de gestión de SS&SO sobre los que tienen el control.

La Alta dirección debe asignar la responsabilidad y autoridad para:

- a) asegurarse de que el sistema de gestión de la calidad y SS&SO se ajustan a los requisitos de normas internacionales;
- b) asegurarse de que los procesos están generando y proporcionando las salidas previstas;
- c) informar en particular a la AD del desempeño del sistema de gestión de la calidad y SS&SO, las oportunidades de mejora;
- d) asegurarse de que se promueva el enfoque al cliente en toda la organización;
- e) asegurarse de que la integridad del sistema de gestión de la calidad y de SS&SO se mantiene cuando se planifican e implementan cambios en el sistema de gestión de la calidad y en el SS&SO.

RS1 - Responsabilidades gubernamentales

El gobierno debe establecer y mantener un marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad apropiado en el que deberán asignarse claramente las responsabilidades respecto del emplazamiento, diseño, construcción, explotación y cierre de una instalación de disposición final de desechos radiactivos. Ello comprenderá: la confirmación a escala nacional de la necesidad de distintos tipos de instalaciones de disposición final; la especificación de las etapas de desarrollo y concesión de licencias de distintos tipos de instalaciones; y la clara asignación de responsabilidades, la obtención de recursos financieros y de otra índole, y el establecimiento de funciones de reglamentación independientes relativas a una instalación de disposición final planificada.

Este requisito se deriva de un principio establecido en los Principios fundamentales de seguridad. También está estipulado en la Convención conjunta. Los requisitos para el establecimiento de un sistema nacional de gestión de desechos radiactivos. Todo proyecto relativo a la disposición final de desechos radiactivos, especialmente al desarrollo de una instalación de disposición final de desechos

radiactivos de actividad alta y período largo, se debe examinar especialmente en el marco de esta infraestructura debido al período relativamente prolongado que se precisa para desarrollar instalaciones de este tipo.

Entre los aspectos que se deben tener en cuenta figuran los siguientes:

- a) definición de la política nacional para la gestión a largo plazo de los desechos radiactivos de distintos tipos;
- b) establecimiento de responsabilidades jurídicas, técnicas y financieras claramente definidas para las organizaciones que participarán en el desarrollo de las instalaciones de gestión de desechos radiactivos, incluidos todos los tipos de instalaciones de disposición final;
- c) garantía de la idoneidad y seguridad de las disposiciones financieras para cada instalación de disposición final;
- d) definición de todo el proceso de desarrollo, explotación y cierre de las instalaciones de disposición final, incluidos los requisitos jurídicos y reglamentarios (por ejemplo, condiciones de la licencia) en cada etapa, y los procesos para la adopción de decisiones y la participación de las partes interesadas.
- e) garantía de que se sigue disponiendo de los conocimientos especializados científicos y técnicos necesarios tanto para el explotador como para apoyar los exámenes reglamentarios independientes y otras funciones de examen a nivel nacional;
- f) definición de las responsabilidades jurídicas, técnicas y financieras y, de ser necesario, establecimiento de las disposiciones institucionales previstas para el período posterior al cierre, incluida la vigilancia y la garantía de la seguridad física nuclear de los distintos tipos de desechos que han sido sometidos a disposición final.

RS2 - Responsabilidades del órgano regulador

El órgano regulador establecerá los requisitos reglamentarios necesarios para el desarrollo de distintos tipos de instalaciones de disposición final de desechos radiactivos y estipulará los procedimientos para atender a los requisitos relacionados con las diversas etapas del proceso de concesión de licencias. También determinará las condiciones para el desarrollo, explotación y cierre de cada instalación de disposición final y llevará a cabo las actividades que sean necesarias para garantizar que se cumplan las condiciones.

Las normas generales para la protección de las personas y el medio ambiente suelen establecerse en una política o en la legislación nacional. El órgano regulador tiene que formular requisitos reglamentarios específicos para cada tipo de instalación de disposición final de desechos radiactivos, incluido cada uno de los tipos previstos, sobre la base de la política nacional y teniendo debidamente en cuenta el objetivo y los criterios de seguridad. El órgano regulador tiene que proporcionar orientaciones acerca de la interpretación de la legislación nacional y los requisitos reglamentarios, según sea necesario, y acerca de lo que se espera del explotador respecto de cada instalación de disposición final.

El órgano regulador ha de entablar un diálogo con los productores de desechos, los explotadores de la instalación de disposición final y las partes interesadas con el fin de asegurar que los requisitos reglamentarios sean apropiados y factibles. También ha de mantener a personal competente, adquirir capacidad para realizar evaluaciones independientes y llevar a cabo actividades de cooperación internacional, según sea necesario, a fin de desempeñar sus funciones de reglamentación.

El órgano regulador tiene que documentar los procedimientos que utiliza para evaluar la seguridad de cada tipo de instalación de disposición final, los procedimientos que se espera que los explotadores sigan en el contexto de la concesión de licencias, las decisiones importantes previas a la concesión y las solicitudes de licencia. También tiene que documentar los procedimientos que sigue al examinar los documentos presentados por los explotadores para evaluar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios.

Del mismo modo, con respecto a cada instalación de disposición final, el órgano regulador tiene que establecer los procedimientos que se espera que siga el explotador para demostrar el cumplimiento de las condiciones establecidas en relación con el desarrollo y la explotación de la instalación. El órgano regulador también tiene que establecer los procedimientos que aplica para evaluar el cumplimiento de las condiciones en todas las fases del desarrollo, la explotación y el cierre de la instalación.

RS3 - Responsabilidades del explotador

El explotador de una instalación de disposición final de desechos radiactivos será responsable de la seguridad de ésta. El explotador realizará evaluaciones de la seguridad y elaborará y mantendrá una justificación de la seguridad, y realizará todas las actividades necesarias para la selección y evaluación del emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación y el cierre y, si es necesario, la vigilancia tras el cierre, de conformidad con la estrategia nacional, en cumplimiento de los requisitos reglamentarios y en el marco de la infraestructura jurídica y de reglamentación.

El explotador tiene que ser responsable del desarrollo de una instalación de disposición final que sea factible y segura y de demostrar su seguridad, en consonancia con los requisitos del órgano regulador. Esta tarea debe realizarse teniendo en cuenta: las características y cantidades de los desechos radiactivos que se someterán a disposición final; el emplazamiento o los emplazamientos disponibles; las técnicas de extracción, excavación, construcción e ingeniería disponibles; y la infraestructura jurídica y de reglamentación y los requisitos reglamentarios. El explotador ha de encargarse también de elaborar una justificación de la seguridad sobre cuya base se deben tomar decisiones sobre el desarrollo, la explotación y el cierre de la instalación de disposición final

El explotador debe realizar o encargar la ejecución de las actividades de investigación y desarrollo necesarias para garantizar y demostrar que las operaciones técnicas previstas pueden llevarse a cabo de manera práctica y en condiciones de seguridad. Asimismo, el explotador debe realizar o encargar la realización de las actividades de investigación necesarias para estudiar, entender y apoyar el conocimiento de los procesos de los que depende la seguridad de la instalación de disposición final. También tiene que realizar todas las investigaciones necesarias sobre los emplazamientos y los materiales, así como evaluar su adecuación y obtener todos los datos necesarios para los fines de la evaluación de la seguridad.

El explotador debe establecer las especificaciones técnicas que estén justificadas por la evaluación de la seguridad con el fin de garantizar el desarrollo de la instalación de disposición final de conformidad con la justificación de la seguridad. Esto debe incluir los criterios de aceptación de los desechos y otros controles y límites que se deben aplicar durante la construcción, la explotación y el cierre.

El explotador debe conservar toda la información relacionada con la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria correspondiente a la instalación de disposición final, así como los registros de inspección que demuestren el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y de las propias especificaciones del explotador. Esas informaciones y registros se deben conservar al menos hasta que se demuestre que la información ha sido sustituida o hasta que la responsabilidad de la instalación de disposición final se traspase a otra organización. Tal situación se da, por ejemplo, al cerrar la instalación, momento en que toda la información y los registros pertinentes deben transferirse a la entidad que asume la responsabilidad de la instalación y de su seguridad.

El explotador debe cooperar con el órgano regulador y facilitar toda la información que éste pueda solicitar. La necesidad de conservar los registros durante un tiempo prolongado se debe tener en cuenta al seleccionar el formato y los medios que se utilizarán para los registros.

RG5 - Compromiso del personal directivo

El proceso para cumplir con las responsabilidades de la alta dirección (AD) en relación con la DF de residuos estarán sujetos a los requisitos del GSR3, las recomendaciones del GSG3.4 y GSG3.1

El personal directivo de todos los niveles demostrará su compromiso con respecto del establecimiento, la aplicación, la evaluación y la mejora continua del SG y asignará suficientes recursos para la ejecución

de estas actividades. Informará al personal de la necesidad de que se ajuste a dichos valores y expectativas de comportamiento, del cumplimiento de los requisitos del SG, fomentando la participación de todas las personas en la aplicación y la mejora continua del SG.

El personal directivo superior establecerá valores: individuales, institucionales y las expectativas de comportamiento de la organización en apoyo de la aplicación del SG y dará ejemplo en la promulgación de tales valores y expectativas. Se cerciorará que esté claramente definido cuándo y cómo se adoptarán decisiones dentro del SG y quién las tomará.

La dirección debe reconocer que la DF de residuos afecta a toda la vida útil de una IDF construida en el medio natural y que operara como se anticipó por un largo periodo de tiempo. Políticas y principios internacionales para DFRR, normas y estándares de la industria en la actualidad constituyen un SG aceptado evolucionarán durante un período prolongado de tiempo y puede afectar a cualquier aspecto de la DFRR nacional. Las decisiones políticas como la reprocesamiento del combustible, las innovaciones y avances tecnológicos: separación y transmutación por ejemplo pueden dar lugar a cambios fundamentales en la estrategia global de gestión de residuos. Sin embargo, la gestión conservará su responsabilidad por todas las actividades en todo momento, y el compromiso continuo de la gestión seguirá siendo un requisito previo para garantizar la seguridad y la protección de la salud humana y el medio ambiente.

RG9 - Responsabilidad y facultades respecto del sistema de gestión

La AD será responsable en última instancia del SG y se asegurará de su establecimiento, aplicación, evaluación y mejora continua. Las personas directamente subordinadas a la AD tendrán responsabilidades y facultades específicas con respecto a: (a) la coordinación del establecimiento y la aplicación del sistema de gestión, (b) así como a su evaluación y su mejora continua; (c) la presentación de informes sobre el comportamiento del sistema de gestión, incluida su influencia en la seguridad y la cultura de la seguridad, y sobre las necesidades de mejoras; (d) la resolución de posibles conflictos entre los requisitos y dentro de los procesos del sistema de gestión.

La organización retendrá la responsabilidad general del SG en los casos en que una organización externa participe total o parcialmente en la labor de desarrollo del SG.

La alta dirección debe asegurarse que todas las actividades y fases están cubiertos de manera integral y coherente a la hora de definir los derechos y que están cubiertos de forma continua a lo largo del tiempo y que comprende la seguridad asociada, la salud, el medio ambiente, la seguridad, la calidad y los factores económicos.

RE1-Responsabilidades del explotador

Los explotadores se encargarán de la seguridad de las instalaciones y actividades de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. El explotador efectuará evaluaciones de seguridad y elaborará una justificación de la seguridad, y velará por que se realicen las actividades necesarias para el emplazamiento, diseño, construcción, puesta en servicio, explotación, parada y clausura en cumplimiento de los requisitos jurídicos y reglamentarios.

Según la complejidad de las operaciones y la magnitud de los peligros asociados con la instalación o las actividades de que se trate, el explotador debe garantizar un nivel adecuado de protección y seguridad por diversos medios, entre ellos:

- a) Demostración de la seguridad mediante la justificación de la seguridad, y para una instalación o actividad existente, mediante exámenes de seguridad periódicos;
- b) Demostración de la protección del medio ambiente mediante una evaluación de los impactos ambientales;
- c) Derivación de límites, condiciones y controles operacionales, incluidos criterios de aceptación de desechos, para ayudar a garantizar que la instalación de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos realice sus operaciones de conformidad con la justificación de la seguridad;
- d) Preparación y aplicación de procedimientos operacionales adecuados, incluida la

monitorización;

- e) Aplicación de buenas prácticas de ingeniería;
- f) Garantía de que el personal esté capacitado y tenga la cualificación y competencia necesarias y, en los casos pertinentes, posea la licencia requerida del órgano regulador;
- g) Establecimiento y aplicación del sistema de gestión;
- h) Mantenimiento de los registros e informes que exige el órgano regulador, entre ellos los necesarios para garantizar la rendición de cuentas y la rastreabilidad de los desechos radiactivos en todos los distintos procesos de la gestión de desechos radiactivos;
- i) Creación y mantenimiento de un mecanismo de suministro y garantía de suficientes recursos financieros para dar cumplimiento a sus responsabilidades;
- j) Elaboración de un plan de preparación y respuesta para casos de emergencia;
- k) Examen de peligros no radiológicos y cuestiones ordinarias de salud y seguridad.

El explotador está obligado a establecer y mantener una sólida cultura de la seguridad mediante un sistema de gestión eficaz y una consagración demostrada a la seguridad por parte del personal directivo superior.

El explotador está obligado a establecer y mantener planes de preparación y respuesta ante emergencias en proporción a los peligros asociados con las instalaciones y actividades relacionadas con los desechos radiactivos, y a comunicar oportunamente los incidentes importantes para la seguridad al órgano regulador y otras partes interesadas, según corresponda.

Cuando proceda, el explotador puede delegar la labor asociada con las responsabilidades antes mencionadas a otras organizaciones, pero en él debe seguir recayendo la responsabilidad y el control generales.

El explotador se encarga de aplicar las medidas que garanticen un nivel apropiado de seguridad física.

El explotador se encarga de aplicar los sistemas de gestión a todas las etapas y elementos de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos.

El explotador se encarga del establecimiento y aplicación de la estrategia global de gestión de los desechos que se generan, y de brindar las garantías financieras necesarias, teniendo en cuenta las interdependencias entre todas las etapas de la gestión de desechos, las opciones disponibles y la política nacional de gestión de desechos radiactivos.

La información sobre los cambios de propiedad de los desechos o sobre los cambios en las relaciones entre el propietario y el titular de la licencia debe hacerse llegar al órgano regulador.

5.4 Participación y consulta

La organización debe, establecer, implementar y mantener proceso (s) para la participación (incluida la consulta) en el desarrollo, planificación, ejecución, evaluación y acciones para la mejora del sistema de SS&SO Gestión de los trabajadores en todos los niveles y funciones aplicables, y, cuando existen, representantes de los trabajadores. La organización debe:

- a) proporcionar mecanismos, el tiempo, la formación y los recursos necesarios para la participación;
- b) facilitar el acceso oportuno a la información clara, comprensible y relevante sobre el sistema de gestión de SS & SO;
- c) identificar y eliminar los obstáculos o barreras a la participación y minimizar los que no se puede quitar;
- d) dar énfasis adicional a la participación de los trabajadores no directivos en lo siguiente:
 - 1) determinar los mecanismos para su participación y consulta;
 - 2) la identificación de peligros y evaluación de riesgos (véase 6.1, 6.1.1, 6.1.2 y);
 - 3) acciones para controlar los peligros y riesgos (véase 6.1.4);

- 4) la identificación de las necesidades de competencia, formación y evaluación de la formación (véase 7.2)
 - 5) la determinación de la información que debe ser comunicada y cómo esto debe hacerse (ver 7.4);
 - 6) la determinación de las medidas de control y su uso efectivo (ver 8.1, 8.2, y 8.6);
 - 7) la investigación de incidentes y no conformidades y determinar las acciones correctivas (véase 10.1);
- e) dar énfasis adicional a la inclusión de los trabajadores no directivos en consulta relacionada con lo siguiente:
- 1) determinar las necesidades y expectativas de las partes interesadas (véase el punto 4.2);
 - 2) establecer la política (véase 5.2);
 - 3) la asignación de roles organizacionales, responsabilidades, responsabilidades y autoridades según sea el caso (véase el punto 5.3);
 - 4) determinar cómo aplicar los requisitos legales y otros requisitos (véase 6.1.3);
 - 5) el establecimiento de objetivos de S & SO (véase 6.2.1);
 - 6) la determinación de los controles aplicables para la contratación externa, la adquisición y contratistas (véase 8.3, 8.4, y 8.5);
 - 7) la determinación de lo que debe ser monitoreado, medido y evaluado (véase 9.1.1);
 - 8) planificar, establecer, implementar y mantener un programa (s) de auditoría (véase 9.2.2); establecer un proceso de mejora continua (ver 10.2.2).

6 Planificación para el sistema de gestión de la calidad

6.1 Acciones para tratar riesgos y oportunidades

6.1.1 Generalidades

Al planificar el sistema de gestión de la calidad y SS&SO, la organización debe considerar las cuestiones referidas en el apartado 4.1 y los requisitos referidos en el apartado 4.2, y determinar los riesgos y oportunidades que es necesario tratar con el fin de:

- a) asegurar que el sistema de gestión de la calidad y SS&SO pueda lograr los resultados previstos;
- b) aumentar los efectos deseables
- c) prevenir o reducir efectos indeseados
- d) lograr la mejora continua.

La organización debe planificar:

La organización debe considerar la participación efectiva de los trabajadores (véase el punto 5.4) en el proceso de planificación y, en su caso, la participación de otras partes interesadas. Al determinar los riesgos y oportunidades que necesitan ser abordados, la organización debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) las acciones para abordar estos riesgos (peligros y riesgos asociados) y oportunidades;
- b) los requisitos legales aplicables y otros requisitos (véase 6.1.3);
- c) riesgos (véase 6.1.2.3) y oportunidades (véase 6.1.2.4) relacionados con el funcionamiento del sistema de gestión de SS&SO que puede afectar a la consecución de los resultados deseados.
- d) la manera de:
 - 1) integrar e implementar las acciones en sus procesos del sistema de gestión de la calidad y SS&SO;
 - 2) evaluar la eficacia de estas acciones.

Las acciones tomadas para tratar los riesgos y oportunidades deben ser proporcionales al impacto potencial en la conformidad de los productos y los servicios.

La organización debe evaluar los riesgos e identificar las oportunidades que son relevantes para el resultado previsto del sistema de gestión de SS&SO asociados con los cambios en la organización, sus

procesos, o el sistema de gestión de SS&SO. En el caso de los cambios planificados, permanentes o temporales, esta evaluación se llevará a cabo antes de implementar el cambio (véase 8.2).

La organización debe mantener la información documentada de su:

- SS&SO riesgos y oportunidades de PRL que deben abordarse;
- Procesos necesarios para hacer frente a los riesgos y oportunidades (véase 6.1.1 a 6.1.4) en la medida necesaria para tener la confianza de que se llevan a cabo como estaba previsto.

RG8 - Planificación

3.10 La AD establecerá metas, estrategias, planes y objetivos (MEPO) que sean coherentes con las políticas de la organización, de manera integrada para comprender y manejar sus defectos colectivos en la seguridad. Velará por establecer objetivos mensurables para aplicar ME y planes mediante procesos apropiados a distintos niveles de la organización. Se cerciorará de examinar los MEPO periódicamente en función de los objetivos y que se adopten medidas para corregir las desviaciones y proceder según estas.

3.11 Para los planes, metas y objetivos que definen la estrategia para lograr la seguridad integrada, la salud, el medio ambiente, la seguridad, la calidad y objetivos económicos para las instalaciones y las actividades de DFRR, deben considerarse aspectos a largo plazo como: (a) proporcionar una adecuada (pueden necesitar ser revisado periódicamente durante los períodos de funcionamiento que pueden extenderse durante décadas la suficiencia de recursos para el mantenimiento) los recursos para el mantenimiento futuro; (B) La preservación de la tecnología y la gestión del conocimiento y transferirlo a personas que engrosen las actividades en el futuro; (C) de retención o la transferencia de la propiedad de las instalaciones de eliminación de residuos; (D) Planificación de la sucesión de los recursos humanos técnicos y de gestión; (E) Seguir los arreglos para interactuar con las partes interesadas.

6.1.2 Identificación del peligro y evaluación de riesgos de SS&SO

6.1.2.1 Identificación de peligros

La organización debe establecer, implementar y mantener un procedimiento para la identificación proactiva en curso de los peligros que surjan. El proceso tendrá en cuenta, pero no se limitan a:

- a) Las actividades y situaciones rutinarias y no rutinarias, incluyendo el examen de:
 - 1) infraestructura, equipos, materiales, sustancias y las condiciones físicas del lugar de trabajo;
 - 2) los riesgos que surgen como resultado del diseño de productos incluidos en la investigación, desarrollo, prueba, producción, montaje, construcción, prestación de servicios, el mantenimiento o la eliminación;
 - 3) factores humanos;
 - 4) cómo se hace realmente el trabajo;
- b) las situaciones de emergencia;
- c) personas, incluyendo el examen de:
 - 1) los que tienen acceso al lugar de trabajo y sus actividades, incluidos los trabajadores, contratistas, visitantes y otras personas;
 - 2) los que están en las proximidades del lugar de trabajo que pueden ser afectados por las actividades de la organización;
 - 3) los trabajadores en un lugar que no están bajo el control directo de la organización;
- d) otras cuestiones, incluida la consideración de:
 - 1) el diseño de las áreas de trabajo, procesos, instalaciones, maquinaria / equipos, procedimientos operativos y la organización del trabajo, incluyendo su adaptación a las capacidades humanas;

- 2) situaciones que ocurren en el entorno del lugar de trabajo causada por las actividades relacionadas con el trabajo bajo el control de la organización;
- 3) situaciones no controladas por la organización y que se producen en el entorno del lugar de trabajo que pueden causar lesiones relacionadas con el trabajo y la mala salud de las personas en el lugar de trabajo;

- e) los cambios reales o propuestos en la organización, sus operaciones, procesos, actividades y sistema de gestión de S & SO (véase 8.2);
- f) los cambios en el conocimiento y la información sobre, los peligros;
- g) los incidentes del pasado, interno o externo a la organización, incluidas las emergencias, y sus causas;
- h) la organización del trabajo y los factores sociales, incluyendo la carga de trabajo, las horas de trabajo, el liderazgo y la cultura de la organización

6.1.2.2 Evaluación de riesgos de SS&SO y otros riesgos para el sistema SS&SO

La organización debe establecer, implementar y mantener uno de los procesos: a) evaluar los riesgos de SS&SO de los peligros identificados, teniendo en cuenta los requisitos legales aplicables y otros requisitos y la eficacia de los controles existentes;

b) identificar y evaluar los riesgos relacionados con el establecimiento, implementación, operación y mantenimiento del sistema de gestión de SS&SO que puede ocurrir a partir de los problemas identificados en 4.1 y las necesidades y expectativas identificadas en 4.2.

La metodología de la organización (es) y los criterios para la evaluación de riesgos de SS&SO se definirán con respecto al alcance, la naturaleza y el tiempo, para asegurar que sea proactivo en lugar de reactivo y se utiliza de una manera sistemática. Estas metodologías y criterios deberán mantenerse y conservarse como información documentada

6.1.2.3 Identificación de oportunidades de SS&SO y otras oportunidades

La organización debe establecer, implementar y mantener procesos para identificar:

- a) las oportunidades para mejorar el desempeño de SS&SO teniendo en cuenta: 1) cambios en la organización, sus procesos o sus actividades previstas; 2) oportunidades para eliminar o reducir los riesgos de SS&SO; 3) la oportunidad de adaptar el trabajo, la organización del trabajo y el ambiente de trabajo para los trabajadores;
- b) las oportunidades para mejorar el sistema de gestión de SS&SO.

6.1.3 Determinación de los requisitos legales aplicables y otros requisitos

La organización debe establecer, implementar y mantener un proceso para:

- a) determinar y tener acceso a arriba-hasta la fecha los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba que son aplicables a sus peligros y riesgos de SS&SO;
- b) determinar cómo estos requisitos legales y otros requisitos se aplican a la organización y lo que necesita ser comunicado (véase 7.4);
- c) tomar estos requisitos legales y otros requisitos a la hora de establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente su sistema de gestión de SS&SO. La organización debe mantener y conservar la información documentada sobre sus requisitos legales aplicables y otros requisitos y se asegurará de que se actualiza para reflejar los cambios.

6.1.4 Planificación para tomar medidas

La organización debe planificar:

a) medidas encaminadas a: 1) frente a estos riesgos y oportunidades (véase 6.1.2.3 y 6.1.2.4); 2) hacer frente a los requisitos legales aplicables y otros requisitos (véase 6.1.3); 3) preparar y responder a situaciones de emergencia (véase 8.6);

b) la forma de: 1) integrar e implementar las acciones e sus procesos del sistema de gestión de SS&SO u otros procesos de negocio; 2) evaluar la eficacia de estas acciones. La organización debe tener en cuenta la jerarquía de controles (véase 8.1.2) y salidas del sistema de gestión de SS&SO (ver 10.2.2) en la planificación para tomar medidas.

Al planificar sus acciones de la organización debe considerar las mejores prácticas, las opciones tecnológicas, requisitos financieros, operacionales y de negocio y las limitaciones

6.2 Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos

6.2.1 Objetivos

La organización debe establecer objetivos de la calidad y SS&SO en las funciones, niveles y los procesos necesarios para el SGC y para lograr una mejora continua en el desempeño de SS&SO. Los objetivos de la calidad y SS&SO deben:

- a) ser coherentes con la política de la calidad y consistentes con la política SS&SO;
- b) ser medibles;
- c) tener en cuenta los requisitos aplicables y otros requisitos;
- d) ser pertinentes para la conformidad de los productos y servicios y para el aumento de la satisfacción del cliente;
- e) ser objeto de seguimiento;
- f) ser comunicados;
- g) ser actualizados, según sea apropiado;
- h) tener en cuenta los resultados de la consulta con los trabajadores, y, cuando existen, los representantes de los trabajadores;
- i) tener en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos de SS&SO y las oportunidades de SS&SO y otros riesgos y oportunidades;

La organización debe mantener información documentada sobre los objetivos de la calidad y del SS&SO.

6.2.2 Planificación para lograr los objetivos

Al planificar como lograr sus objetivos de la calidad y SS&SO, la organización debe determinar:

- a) lo que se va a hacer;
- b) qué recursos se requerirán;
- c) quién será responsable;
- d) cuándo se finalizará;
- e) cómo se evaluarán los resultados
- f) la forma en que se medirá a través de indicadores (si es posible) y supervisado, incluyendo la frecuencia;
- g) cómo las acciones para alcanzar los objetivos de SS&SO se integrará en los procesos de negocio de la organización.

La organización debe mantener y conservar la información documentada sobre los objetivos y planes para alcanzarlos SS&SO.

6.3 Planificación de los cambios

Cuando la organización determine la necesidad de cambios en el sistema de gestión de la calidad y véase 4.4) el cambio se llevará a cabo de manera planificada. La organización debe considerar:

- a) el propósito del cambio y sus consecuencias potenciales;
- b) la integridad del sistema de gestión de la calidad;

- c) la disponibilidad de recursos;
- d) la asignación o reasignación de responsabilidades y autoridades.

7 Soporte

7.1 Recursos

7.1.1 Generalidades

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de la calidad y SS&SO.

La organización debe considerar:

- a) las capacidades y limitaciones de los recursos internos existentes;
- b) qué se necesita obtener de los proveedores externos.

RG10 - Suministro de recursos

La AD determinará la cantidad de recursos necesarios y proporcionará los recursos requeridos para ejecutar las actividades de la organización y para establecer, aplicar, evaluar y mejorar continuamente el SG. La información y los conocimientos de la organización se gestionarán como un recurso.

RG11 - Recursos humanos y competencias individuales

La AD determinará la competencia requerida de las personas a todos los niveles y ofrecerá capacitación y *programas de formación* para alcanzar el nivel de competencia necesario. Se hará una evaluación de la eficacia de las medidas adoptadas. Se alcanzará y mantendrá la competencia adecuada. Los programas de formación, procedimientos y planes de sucesión deben establecerse para garantizar que el dominio adecuado es alcanzado y mantenido y evitar la posible pérdida de conocimiento, la experiencia práctica y conocimientos técnicos en el tiempo. La formación y el reciclaje deben incluir la familiarización con el sistema de gestión de las instalaciones y actividades para la eliminación de residuos.

La AD se cerciorará de que las personas tengan la competencia requerida para desempeñar las tareas que se les asigna y que comprendan el impacto de sus actividades en la seguridad. Deberán haber recibido la enseñanza y capacitación apropiadas, y deberán haber adquirido las aptitudes, los conocimientos y las experiencias necesarias para asegurar su competencia. La formación y las necesidades de nueva formación deben ser revisadas de forma planificada y actualizarse cuando sea necesario para responder a los cambios en las tecnologías para la gestión de residuos, requisitos legales y reglamentarios, así como otros factores asociados con las actividades de eliminación de residuos. Mediante la capacitación se garantizará que las personas sean conscientes del interés y la importancia de sus actividades y de la manera como éstas contribuyen a la seguridad y al logro de los objetivos de la organización.

Reentrenamiento debe estar dispuesto para garantizar que el personal comprende adecuadamente las implicaciones de los cambios tales como: (a) Las modificaciones de los materiales (por ejemplo, el cambio del proveedor de hormigón, acero o arcilla amortiguación) y en los equipos; (b) La instalación de nuevos equipos (por ejemplo, aparatos de elevación, sistemas de ventilación); (c) Los cambios en los procedimientos (por ejemplo, colocación de residuos y relleno); (d) Cualquier restricción o la relajación de los controles (por ejemplo, sobre el número de paquetes de residuos que pueden presentarse en cualquier momento dado); (e) La introducción de puntos de control adicionales (por ejemplo, la prueba suplementaria de material procedente de nuevas fuentes); (f) Los cambios en los requisitos reglamentarios.

A lo largo de la vida útil de una IDFRR o la duración de las actividades de eliminación de residuos, la experiencia acumulada, incluyendo las lecciones aprendidas de incidentes y eventos, deben revisarse periódicamente y se utiliza en la revisión de los programas de formación y en la toma de decisiones futuras.

La planificación de recursos humanos para las actividades de DFRR de larga duración debe incorporar medidas para garantizar la disponibilidad permanente de un número suficiente de personal competente. Esto incluye cualquier fase extendida de precierre después de las operaciones han cesado, pero antes del cierre, y el período de control institucional activo durante la fase posterior al cierre, cuando la situación aparentemente estática puede dar lugar a una degradación inadvertida del nivel previsto de recursos humanos. Esto puede influir en las decisiones sobre los niveles necesarios de personal y la educación, las capacidades y experiencia del personal nuevo. El personal que realiza el trabajo en posiciones definidas importantes para la seguridad y protección del medio ambiente deben ser autorizados (por ejemplo, licencia) como es requerido por la autoridad competente correspondiente.

La fiabilidad y la eficacia de las instalaciones y actividades para la DFRR dependerán de todo el personal de todas las organizaciones involucradas. En todo momento, se debe llevar a cabo su trabajo asignado competentemente y con una clara comprensión de las consecuencias para la seguridad y protección del medio ambiente de sus tareas.

RG13 - Recursos financieros

Deben ser especificados los mecanismos de financiación para las actividades de DFRR y deben establecerse las responsabilidades, mecanismos y calendarios para proporcionar los fondos antes que sean necesarios. En particular, los fondos que serán necesarios deben garantizarse antes de la terminación de la práctica que genera los residuos. De acuerdo con el principio de quien contamina paga, el generador de los residuos financiaría su gestión.

El SG de DFRR debería incluir para hacer frente a varios problemas de financiación:

(a) Por diversas razones (por ejemplo, la quiebra, suspensión de negocio), puede que no sea factible obtener los fondos necesarios del generador de residuos, sobre todo si los fondos no se dejaron de lado en el momento se han recibido los beneficios de la actividad que genera el residuo, o si la propiedad de los residuos (por ejemplo, la propiedad de las fuentes radiactivas gastadas importados) se ha transferido a otras partes. La necesidad de aplicar el «quien contamina, paga" y los medios apropiados para aplicar el principio a través de un mecanismo fiscal podría considerarse en estos casos.

(b) Si los fondos son provenir de fuentes públicas, esto va a competir con otras demandas de fondos públicos, y puede ser difícil tener acceso a los fondos adecuados en el momento oportuno.

(c) Puede ser difícil hacer estimaciones realistas de los costos para las instalaciones y las actividades de eliminación de residuos que todavía están en la etapa de planificación y para los que no se ha acumulado experiencia.

(d) Puede ser difícil estimar los costes previstos para las actividades que sólo se iniciarán en el largo plazo, ya que dependerá en gran medida de las suposiciones hechas sobre las tasas de inflación futuras, las tasas de interés de los bancos y los avances tecnológicos.

(e) Puede ser difícil establecer los factores de riesgo y contingencia adecuados para ser incorporados en las estimaciones de los costos futuros, debido a la incertidumbre asociada con los cambios imprevisibles de futuro en las demandas sociales, los imperativos políticos, la opinión pública y la naturaleza de los eventos no planificados que puede requerir recursos para lidiar con ellos.

(f) los gastos tienden a aumentar, sobre todo en ausencia de competencia comercial.

Se debe considerar para cada flujo de residuos a si los acuerdos comerciales están en su lugar, y si es así, lo que son y cuánto tiempo estará en vigor. Esto permitirá al operador para adaptar los acuerdos financieros apropiadamente, teniendo en cuenta los otros problemas de financiación mencionadas.

7.1.2 Personas

La organización debe determinar y proporcionar las personas necesarias para la implementación eficaz de su sistema de gestión de calidad y para la operación y control de sus procesos.

7.1.3 Infraestructura

La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios.

RG12 - Infraestructura y entorno de trabajo

La AD determinará, preverá, mantendrá y reevaluará la infraestructura y el entorno de trabajo necesarios para que las instalaciones y actividades se ejecuten de manera segura y para facilitar el cumplimiento de los requisitos para la DFRR que requerirán recursos en las áreas de finanzas, recursos humanos y la infraestructura y el medio ambiente de trabajo. La alta dirección debe ser responsable de hacer los arreglos para proporcionar recursos adecuados para las instalaciones y actividades para la DFRR, para satisfacer las exigencias impuestas por la seguridad, la salud, el medio ambiente, la seguridad, la calidad y los aspectos económicos relacionados con la gama completa de actividades, así como el largo duración de las actividades.

Debe considerarse en el diseño de IDFRR, la posibilidad de incorporar medidas para facilitar la operación a largo plazo, el mantenimiento de los equipos, el cierre de las actividades de la facilidad y tras el cierre DFRR.

Para las actividades de DFRR a largo plazo, los futuros requisitos de infraestructura deben ser especificados y se deben hacer planes para asegurar que éstos se cumplan. En esta planificación, se debe considerar a la continua necesidad de suministros asegurados de materiales adecuados, servicios de apoyo y repuestos para equipos que eventualmente ya no se fabrican, para la modernización de equipos para cumplir con las nuevas regulaciones y hacer mejoras operativas y para la evolución y la obsolescencia inevitable de software.

7.1.4 Ambiente para la operación de los procesos

La organización debe determinar, proporcionar y mantener el ambiente necesario para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios.

7.1.5 Recursos de seguimiento y medición

7.1.5.1 Generalidades

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para asegurarse la validez y fiabilidad de los resultados cuando se realice el seguimiento y la medición para verificar la conformidad de los productos y servicios con los requisitos. La organización debe asegurarse que los recursos proporcionados:

- a) son adecuados para el tipo específico de actividades de seguimiento y medición realizadas;
- b) se mantienen para asegurarse de idoneidad continuada para su propósito.

La organización debe conservar la información documentada apropiada como evidencia de que los recursos de seguimiento y medición son idóneos para su propósito.

7.1.5.2 Trazabilidad de las mediciones

Cuando la trazabilidad de las mediciones sea: un requisito o es considerada por la organización como parte esencial para proporcionar confianza en la validez de los resultados de la medición, el equipo de medición debe:

- a) Calibrarse o verificarse, o ambas a intervalos especificados, o antes de su utilización, contra patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales; cuando no existan tales patrones debe conservarse como información documentada la base útil izada para la calibración o la verificación;
- b) identificarse para determinar el estado;
- c) protegerse contra ajustes, daño o deterioro que pudieran invalidar el estado de calibración y los posteriores resultados de la medición.

La organización debe determinar si la validez de los resultados de medición previos se ha visto afectada de manera adversa cuando el equipo de medición se considere no apto para su propósito previsto, y debe tomar las acciones adecuadas cuando sea necesario.

7.1.6 Conocimientos organizativos

La organización debe determinar los conocimientos necesarios para la operación de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios. Estos conocimientos deben mantenerse y ponerse a disposición en la medida en que sea necesario. Cuando se abordan las necesidades y tendencias cambiantes, la organización debe considerar sus conocimientos actuales y determinar cómo adquirir o acceder a los conocimientos adicionales necesarios y a las actualizaciones requeridas.

7.2 Competencia

La organización debe:

- a) determinar la competencia necesaria de las personas que realizan, bajo su control, un trabajo que afecta a su desempeño y eficacia del SGC;
- b) asegurarse de que estas personas sean competentes, basándose sobre la educación, formación o experiencia apropiadas;
- c) cuando sea aplicable, tomar acciones para adquirir la competencia necesaria y evaluar la eficacia de las acciones tomadas;
- d) conservar la información documentada apropiada, como evidencia de la competencia.
- e) determinar la competencia necesaria de la persona (s) que hace el trabajo con arreglo a sus trabajadores de control que afectan o pueden afectar a su rendimiento de SS&SO;

7.3 Toma de conciencia

La organización debe asegurarse de que las personas que realizan el trabajo el control de la organización tomen conciencia de:

- a) la política de la calidad, la política SS&SO;
- b) los objetivos de la calidad pertinentes;
- c) su contribución a la eficacia del sistema de gestión de la calidad y SS&SO, incluyendo los beneficios de una mejora del desempeño.
- d) las implicaciones de no cumplir los requisitos del sistema de gestión de la calidad;
- e) su contribución a la eficacia del sistema de gestión de SS&SO y las consecuencias de que no cumple con los requisitos del sistema de gestión de SS&SO, incluyendo las consecuencias reales o potenciales, de sus actividades de trabajo,
- f) La información y los resultados de la investigación de incidentes relevantes; los peligros y riesgos que son relevantes para ellos de SS&SO.

7.4 Información y Comunicación

La organización debe determinar la necesidad de la información y las comunicaciones internas y externas pertinentes al sistema de gestión de la calidad y al sistema de gestión de SS&SO, que incluyan:

- a) Qué comunicar;
- b) cuándo comunicar;
- c) a quién comunicar;
- d) cómo comunicar;
- e) quién comunica.
- f) en lo que va a informar, cuándo informar, para qué y la forma de informar entre los diversos niveles y funciones de la organización, con los contratistas y visitantes a los lugares de trabajo, con otras partes interesadas o externas. Cómo responder a las comunicaciones.

La organización debe definir los objetivos a alcanzar mediante la información y la comunicación, y evaluará si se han cumplido esos objetivos.

La organización debe tener en cuenta aspectos de diversidad (por ejemplo, el idioma, la cultura, la alfabetización, la discapacidad), cuando existan, al considerar sus necesidades de información y comunicación. La organización debe asegurarse de que, en su caso, se consideran las opiniones de las partes interesadas externas sobre asuntos pertinentes al sistema de gestión de SS&SO.

RG30 - Comunicación

En el establecimiento de los procesos de comunicación internos y externos utilizados para las instalaciones de eliminación de residuos, se debe reconocer que puede necesitar ser sostenida durante un largo período de tiempo la comunicación.

La comunicación interna debe abarcar aspectos tales como:

- (A) La política de gestión, objetivos y estrategia;
- (B) El sistema de gestión y los procesos y procedimientos para la realización de actividades de eliminación de residuos asociados;
- (C) El estado actual de las actividades de eliminación de residuos y planes para el futuro;
- (D) Cuestiones técnicas y de calidad (por ejemplo, problemas que tienen implicaciones a largo plazo y su resolución, mejoras planificadas e innovaciones);
- (E) cuestiones radiológicas (por ejemplo, las tendencias de la dosis y de emisiones al medio ambiente, evaluación de los accidentes y otros incidentes);
- (F) Los problemas regulatorios y legales (por ejemplo, nuevos requisitos para la gestión de residuos, los requisitos relacionados con la radiación y los requisitos ambientales, y las medidas previstas para cumplir con los requisitos).

La comunicación externa debe incluir información sobre aspectos tales como:

- (A) Estado actual de las operaciones y planes para el futuro;
- (B) la salud y la seguridad y el medio ambiente, la seguridad y el impacto económico de las actividades de eliminación de residuos;
- (C) Los cambios en los mecanismos de gestión y la continuidad de la gestión responsable;
- (D) El mantenimiento de los recursos financieros adecuados para apoyar las actividades de eliminación de residuos;
- (E) Las oportunidades para, y los resultados de, la participación del público en la toma de decisiones;
- (F) Las respuestas a las preguntas y preocupaciones.

La información relativa a las metas económicas, así como a las relacionadas con la seguridad tecnológica, la salud, el medio ambiente, la seguridad física y la calidad, se comunicará a las personas competentes dentro de la organización y, cuando proceda, a otras partes interesadas.

Se establecerán comunicaciones internas, a los diversos niveles y funciones de la organización, acerca de la aplicación y eficacia del sistema de gestión.

7.5 Información documentada

7.5.1 Generalidades

El Sistema de gestión de la calidad y el sistema SS&SO de la organización debe incluir:

- a) la información documentada requerida por normas internacionales
- b) la información documentada que la organización ha determinado que es necesaria para la eficacia del sistema de gestión de la calidad y SS&SO. y cómo se va a recibir y mantener la información documentada del SS&SO.

RG4 - Documentación del sistema de gestión

La documentación del SG incluirá: las declaraciones de principios de la organización; una descripción del SG; de la estructura de la organización; descripción de las responsabilidades, funciones, niveles de autoridad e interacción de los encargados de la gestión, ejecución y aprobación de trabajos; descripción de los procesos e información complementaria que explique cómo se prepararán, revisarán, ejecutarán, registrarán, evaluarán y mejorarán.

La documentación del sistema de gestión se elaborará de tal manera que sea comprensible para los que la utilizarán. Los documentos deberán ser legibles y fácilmente identificables, y deberán estar disponibles en el lugar en que se vayan a utilizar. La documentación del sistema de gestión reflejará: Las características de la organización y sus actividades; las complejidades de los procesos y sus interacciones.

El funcionamiento de una instalación de eliminación de residuos puede continuar durante un período prolongado de tiempo, posiblemente varias décadas. Las actividades de cierre y post-cierre en la instalación no podrán comenzar durante muchas décadas después. Ambas prácticas de gestión y procesos operativos pueden evolucionar de manera significativa. Particular, se debe prestar atención a garantizar que los documentos utilizados para controlar los procesos de trabajo siguen siendo relevantes, actuales, comprensible y disposición de las diversas organizaciones y en las situaciones en las que son y serán utilizadas.

7.5.2 Creación y actualización

Al crear y actualizar la información documentada, la organización debe asegurarse de que lo siguiente sea apropiado:

- a) la identificación y descripción (por ejemplo, título, fecha, autor o número de referencia);
- b) el formato (por ejemplo, idioma, versión del software, gráficos) y los medios de soporte (por ejemplo, papel, electrónico);
- c) la revisión y aprobación con respecto a la conveniencia y adecuación.

RG28 - La transferencia de información entre las organizaciones y para las generaciones futuras

Cuando la responsabilidad de la gestión de una IDFRR se transfiere de una organización a otra, los registros de información acerca de la instalación que se refieren a la seguridad y protección del medio ambiente deben ser puestos a disposición de la organización sucesora. La información que se transfiere entre las organizaciones se debe establecer en un documento de interfaz que describe y especifica las interacciones entre las organizaciones.

La información sobre una IDFRR y su contenido puede tener que ser transferido a las generaciones sucesivas. Para hacer posible que las generaciones futuras puedan leer, comprender e interpretar la información, la información contextual debe conservarse y transmitirse (por ejemplo, política de regulación de los residuos; justificación de los argumentos y opciones para la seguridad y la protección del medio ambiente, el lenguaje y la terminología técnica, la comprensión científica; métodos para la recolección, análisis e interpretación de las mediciones), así como los datos reales registrados. Se debe considerar que la información, los soportes de grabación, equipos y sistemas que serán necesarios para garantizar en la medida de lo posible que la información estará disponible en el futuro. Ningún enfoque es probable que tenga todas las características deseables necesarias para lograr este objetivo ideal. Por ejemplo, un simple enfoque sólido como la grabación en el papel no puede ofrecer la capacidad de almacenar grandes cantidades de datos que son posibles en los sistemas de información tales como microfichas o en el almacenamiento basado en ordenador. Tales sistemas tienen mucha más capacidad de almacenamiento, pero que pueden ser más frágiles o pueden basarse en tecnologías que pueden quedar obsoletos en periodos de tiempo relativamente cortos.

7.5.3 Control de la información documentada

La información documentada requerida por el sistema de gestión de la calidad y SS&SO por normas internacionales se debe controlar para asegurarse de que:

- a) esté disponible y sea idónea para su uso, dónde y cuándo se necesite;
- b) esté protegida adecuadamente (por ejemplo, contra pérdida de la confidencialidad, uso inadecuado, o pérdida de integridad).

Para el control de la información documentada, la organización debe tratar las siguientes actividades, según sea aplicable:

- a) distribución, acceso, recuperación y uso;
- b) almacenamiento y preservación, incluida la preservación de la legibilidad;
- c) control de cambios (por ejemplo, control de versión);
- d) conservación y disposición.

La información documentada de origen externo, que la organización ha determinado que es necesaria para la planificación y operación del sistema de gestión de la calidad y SS&SO se debe identificar, según sea apropiado, y controlar. La información documentada conservada como evidencia de la conformidad debe protegerse contra modificaciones no intencionadas.

RG23 - Procesos genéricos del sistema de gestión - Control de documentos

Se controlará el proceso de elaboración de documentos. Todas las personas que participan en la preparación, revisión, examen o aprobación de documentos deberán haber sido designadas expresamente y deberán ser competentes para desempeñar esas tareas, y tendrán acceso a la información apropiada para poder fundamentar sus aportaciones o decisiones. Se velará por que los usuarios de los documentos conozcan y utilicen los documentos apropiados y correctos.

Las modificaciones efectuadas en los documentos serán revisadas y registradas y serán objeto del mismo grado de aprobación que los documentos mismos. Los documentos deben ser revisados periódicamente y puestos al día como equipo, tecnología de la información, las prácticas industriales y los requisitos regulatorios evolucionan. Para el control a muy largo plazo de los documentos, la posible evolución del lenguaje y los niveles de educación entre generaciones también debe tenerse en cuenta.

RG25 - Control de registros

Los registros se especificarán en la documentación del proceso y serán objeto de control. Todos los registros deberán estar completos y deberán poderse leer, identificar y recuperar fácilmente.

El período de conservación de los registros y los materiales y especímenes de ensayo conexos deberá establecerse con arreglo a los requisitos estatutarios y las obligaciones en materia de gestión de los conocimientos de la organización. Se utilizarán registros que garanticen su legibilidad durante todo el período de conservación especificado para cada uno de ellos.

Es necesario que los registros donde se describen los productos de desecho gestionado sean creados con anterioridad a la su eliminación, para implementar poder prever y planificar la opción de su eliminación de residuos previsto y para otras necesidades previsibles. La información debe ser manejada para preservar el conocimiento de los resultados de las etapas de tratamiento de residuos, manejo y almacenamiento anteriores. Estos registros deben incluir información sobre:

- (A) El origen de los residuos y los procesos que la generaron;
- (B) Las formas físicas y químicas y propiedades de los residuos;
- (C) El tipo de envase;
- (D) La actividad específica y total de radionucleidos (dentro de los criterios de aceptación para la eliminación de residuos);

- (E) La tasa de dosis equivalente a la superficie del paquete;
- (F) El nivel de contaminación de la superficie del envase;
- (G) El coeficiente de lixiviación de los residuos radiactivos tratada;
- (H) El peso total de los envases residuales;
- (I) La fecha de llenado del envase o período.

Los registros también deben ser creados y retenidos para describir la historia de la IDFRR y actividades relacionadas. En estos registros suelen incluir:

- a) las autorizaciones de las instalaciones (por ejemplo, licencias) emitida por el órgano regulador;
- b) los certificados de puesta en servicio;
- c) Descripción del sistema;
- d) El estudio de seguridad y / o evaluación de la seguridad (en algunos Estados, éstos se incluyen en los informes que están preparadas para demostrar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios);
- e) El estudio de impacto ambiental;
- f) El diseño de la instalación de eliminación de residuos;
- g) Las especificaciones técnicas y modificaciones;
- h) Los cálculos de diseño y dibujos;
- i) Los cambios de diseño aprobados;
- j) El diseño y revisión de pares informes;
- k) Los informes de verificación y validación para el diseño de las instalaciones;
- l) El análisis técnico, evaluaciones e informes;
- m) Los registros conforme a obra;
- n) Los registros de adquisición para los sistemas, estructuras y componentes;
- o) Los procedimientos de operación;
- p) Los procedimientos de emergencia;
- q) Emplazamiento planes;
- r) Transferencia de registros de medidas de gestión de residuos anteriores, incluyendo el tratamiento de residuos, manejo y almacenamiento;
- s) Los registros generados durante la operación, cierre y tras el cierre de las fases, incluyendo los registros de paquetes de residuos emplazadas;
- t) La evaluación, inspección y verificaciones relativas a todos los procesos y fases;
- u) No conformidades y acciones correctivas en relación a todos los procesos y fases;
- v) La formación y cualificación del personal en relación a todos los procesos y fases.

La administración debe decidir si los registros de paquetes de residuos y registros de las instalaciones de eliminación de residuos deben ser almacenados juntos en la instalación de eliminación de residuos o por separado en diferentes lugares.

RG26 - La retención de registros

Debe preverse un mecanismo para asegurar que los registros se mantienen durante el período de tiempo durante el cual se considera que los residuos gestionados continúan siendo un problema para la seguridad, la protección de la salud humana y el medio ambiente, y la seguridad. Los periodos de retención pueden variar dependiendo de la naturaleza de las instalaciones y actividades en las que se hayan generado los residuos y sobre las vidas medias de los radionucleidos involucrados (por ejemplo, para los residuos procedentes de un laboratorio de medicina nuclear en lugar de residuos de alta actividad resultantes de la reelaboración de nuclear gastado combustible), y deben ser aprobados como es requerido por las autoridades nacionales correspondientes o órgano regulador.

Los registros para una IDFRR que deben ser retenidos por un período prolongado deben ser objeto de una revisión sistemática regular para examinar las consecuencias de los cambios que han ocurrido en los requisitos reglamentarios y en circunstancias legislativas, organizativas, técnicas y científicas.

Los registros de una IDFRR que deben ser retenidos por un período prolongado se deben almacenar de una manera que minimice la probabilidad y consecuencias de la pérdida, daño o deterioro debido a eventos impredecibles, tales como incendios, inundaciones u otros fenómenos naturales o humanos

iniciados. arreglos de almacenamiento de los datos debe cumplir con los requisitos establecidos por las autoridades nacionales o el órgano regulador. Este estado de retención debe ser reevaluado periódicamente. Cuando los eventos impredecibles conducen a la destrucción inadvertida de registros, el estado de los expedientes de la supervivencia debe ser examinada y la importancia de su retención y su período de retención necesaria debe ser reevaluado.

RG27 - Soportes de grabación y mantenimiento de registros

La calidad de los soportes de grabación y las condiciones de almacenamiento de los registros relativos a instalaciones de eliminación de residuos debe ser tal que la información se mantendrá durante todo el período de retención requerido. Los registros de valor permanente deben ser almacenados en los materiales de la más alta calidad de archivo disponible. Cuando los registros se conservan por vía electrónica, los registros deben ser recuperables y legibles para todo el período de retención requerido. Esto puede requerir actualizaciones periódicas del software, o el uso de un sistema o forma de control no propio. Con independencia de los medios de almacenamiento utilizados, se debe considerar que el almacenamiento de varias copias en varios lugares diferentes con sistemas de protección independientes.

8. Operación

8.1 Planificación y control operacional

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios para cumplir con los requisitos para la provisión de productos y servicios, y para implementar las acciones determinadas en el apartado 6, mediante:

- a) La determinación de los requisitos para los productos y servicios;
- b) Establecimiento de criterios para:
 - 1) los procesos;
 - 2) la aceptación de los productos y servicios;
- c) la determinación de los recursos necesarios para lograr la conformidad con los requisitos de los productos y servicios;
- d) la implementación del control de los procesos de acuerdo con los criterios;
- e) la determinación, manteniendo y la conservación de la información documentada en la extensión necesaria para:
 - 1) tener confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado
 - 2) demostrar la conformidad de los productos y servicios con sus requisitos.
- f) la determinación de situaciones en las que la ausencia de información documentada podría llevar a desviaciones de la política de SS&SO y los objetivos de SS&SO;
- g) la adaptación del trabajo a los trabajadores.

La salida de esta planificación debe ser adecuada para las operaciones de la organización. La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario. La organización debe asegurarse de que los procesos contratados externamente estén controlados (véase 8.4.) En los lugares de trabajo con varios empleadores, la organización debe implementar un proceso para la coordinación de las partes pertinentes del sistema de gestión de SS&SSO con otras organizaciones.

RE4 - Generación y control de desechos radiactivos

Todos los desechos radiactivos se individualizarán y controlarán. La generación de desechos radiactivos deberá mantenerse al nivel más bajo posible.

Antes de la construcción de una instalación, desde la fase de diseño, y durante toda la vida útil de la instalación, deben tenerse en cuenta las medidas necesarias para controlar la generación de desechos radiactivos, tanto en función de su volumen como de su contenido de radiactividad, en la selección de los materiales utilizados para su construcción y en el control de los materiales y la selección de los procesos, el equipo y los procedimientos empleados a lo largo de su explotación y clausura. Las medidas de control suelen aplicarse en el orden siguiente: reducir la generación de desechos, reutilizar los elementos con arreglo a lo previsto inicialmente, reciclar los materiales y, por último, considerar las opciones de disposición final de los materiales como desechos.

Para mantener el volumen y el contenido radiactivo de los desechos producidos en el nivel mínimo posible, deben elaborarse planes minuciosos en relación con el emplazamiento, el diseño, la construcción, la puesta en servicio, la explotación, la parada y la clausura de las instalaciones en que se generan los desechos.

Para mantener al mínimo posible la generación de desechos radiactivos debe aplicarse la opción de la reutilización y el reciclado de los materiales, siempre que se cumplan los objetivos de protección.

La descarga autorizada de efluentes y la dispensa de los materiales del control reglamentario, luego de algún procesamiento apropiado y/o de un período de almacenamiento suficientemente prolongado, junto con la reutilización y el reciclado del material, pueden ser un método eficaz para reducir la cantidad de desechos radiactivos que necesite un ulterior procesamiento o almacenamiento. El explotador debe velar por que estas opciones de gestión, si se aplican, estén en conformidad con las condiciones y los criterios establecidos en los reglamentos o por el órgano regulador. El órgano regulador también debe asegurarse de que el explotador tome debidamente en cuenta los peligros no radiológicos al aplicar esas opciones.

RE5 - Caracterización y clasificación de desechos radiactivos

En las diversas etapas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos los desechos serán caracterizados y clasificados de conformidad con los requisitos establecidos o aprobados por el órgano regulador.

Los desechos radiactivos deben caracterizarse en función de sus propiedades físicas, mecánicas, químicas, radiológicas y biológicas. La caracterización sirve para proporcionar información relativa al control del proceso y dar garantías de que los desechos o bultos de desechos cumplirán con los criterios de aceptación para el procesamiento, el almacenamiento, el transporte y la disposición final. Las características pertinentes de los desechos deben registrarse para facilitar su gestión posterior. Los desechos radiactivos pueden clasificarse con fines distintos, y en las etapas sucesivas de la gestión de desechos se pueden utilizar diferentes sistemas de clasificación. La clasificación más corriente es la que se realiza desde la perspectiva de su futura disposición final.

RE6 - Procesamiento de desechos radiactivos

Los materiales radiactivos para los cuales no se prevé ninguna otra utilización, y con características que los hacen inconvenientes para descarga autorizada, utilización autorizada o dispensa del control reglamentario, se procesarán como desechos radiactivos. El procesamiento de desechos radiactivos se basará sobre el examen apropiado de las características de los desechos y de las exigencias que imponen las diferentes etapas de su gestión (tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final). Los bultos de desechos se diseñarán y producirán de modo que los materiales radiactivos queden debidamente contenidos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de accidente que pudieran ocurrir en la manipulación, el almacenamiento, el transporte y la disposición final de los desechos.

El objetivo principal del procesamiento de desechos radiactivos es aumentar la seguridad produciendo una forma de desecho, con o sin embalaje, que cumpla con los criterios de aceptación para el

procesamiento, el transporte, el almacenamiento y la disposición final de los desechos en condiciones de seguridad. Los desechos deben acondicionarse en una forma segura y pasiva para su almacenamiento o disposición final lo antes posible. El procesamiento de los desechos radiactivos puede producir efluentes aptos para su descarga autorizada o material apto para su uso autorizado o dispensa del control reglamentario.

Los desechos deben procesarse de manera tal que se garantice la seguridad en condiciones normales de funcionamiento, que se adopten medidas para impedir que ocurran incidentes o accidentes y que se tomen las disposiciones necesarias para mitigar las consecuencias en caso de que ocurra un accidente. El procesamiento debe ser compatible con el tipo de desechos, la necesidad potencial de almacenarlos, la opción de disposición final prevista y los límites, las condiciones y los controles establecidos en la justificación de la seguridad y en la evaluación de los impactos ambientales.

Para el procesamiento de desechos radiactivos de distintos tipos se aplican varios métodos. Deben examinarse las opciones adecuadas y evaluar la conveniencia de su aplicación. Dentro del enfoque general relativo a la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos deben tomarse decisiones con respecto a la medida en que hay que procesar los desechos, teniendo en cuenta las cantidades, la actividad y la naturaleza física y/o química de los desechos radiactivos que han de ser tratados, las tecnologías disponibles, la capacidad de almacenamiento y la existencia de una instalación de disposición final (DF).

Los desechos radiactivos deben procesarse de manera que la forma de desechos resultante pueda almacenarse y recuperarse con seguridad de la instalación de almacenamiento hasta su disposición final definitiva.

El explotador debe adoptar disposiciones para determinar y evaluar los desechos y bultos de desechos que no cumplan las especificaciones y requisitos de procesamiento para su manipulación, transporte, almacenamiento o disposición final seguros, y para aplicar medidas en relación con esos desechos y bultos de desechos.

Deben tomarse en consideración las consecuencias de las actividades relacionadas con los desechos secundarios (tanto radiactivos como no radiactivos) creados durante el procesamiento.

RE7 -Almacenamiento de desechos radiactivos

Los desechos se almacenarán de modo que puedan ser inspeccionados, supervisados, recuperados y conservados en condiciones adecuadas para su gestión ulterior. Se tendrá debidamente en cuenta el período de almacenamiento previsto, y en la medida posible se aplicarán elementos de seguridad pasiva. Para un período prolongado en particular, se adoptarán medidas para prevenir la degradación de la contención de los desechos.

En el contexto de la gestión de desechos radiactivos, por almacenamiento se entiende la colocación temporal de los desechos radiactivos en una instalación que disponga de aislamiento y vigilancia adecuados. El almacenamiento debe tener lugar entre las etapas básicas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos y dentro de esas etapas. El almacenamiento facilita la etapa posterior de la gestión de desechos radiactivos, actúa como factor amortiguador entre las etapas de gestión de desechos y dentro de esas etapas; sirve para dar tiempo a la desintegración de los radionucleidos antes de su dispensa o descarga autorizada; o se utiliza para mantener los desechos generados en situaciones de emergencia a la espera de las decisiones sobre su gestión futura.

El diseño de la instalación de almacenamiento depende del tipo de desechos radiactivos, sus características, peligros conexos, inventario radiactivo y período de almacenamiento previsto.

El almacenamiento es, por definición, una medida provisional, pero puede durar varios decenios. La intención de almacenar los desechos radica en la posibilidad de recuperar los desechos para su dispensa, procesamiento o disposición final en un momento posterior, o en el caso de los efluentes, para su descarga autorizada.

En las actividades periódicas de vigilancia, inspección y mantenimiento de los desechos y de la instalación de almacenamiento deben tomarse las disposiciones necesarias para garantizar su integridad

continua. La idoneidad de la capacidad de almacenamiento debe examinarse periódicamente, teniendo en cuenta la generación de desechos pronosticada, tanto del funcionamiento normal como de posibles incidentes, la vida prevista de la instalación de almacenamiento y la disponibilidad de opciones de disposición final.

Cuando se proponga almacenar desechos radiactivos por un período prolongado, debe tomarse en consideración la protección de las generaciones presentes y futuras de conformidad con los Principios Fundamentales de Seguridad.

RE8 - Criterios de aceptación de desechos radiactivos

Los bultos de desechos y los desechos sin embalaje que sean aceptados para procesamiento, almacenamiento y/o disposición final estarán en conformidad con criterios compatibles con la justificación de la seguridad.

Deben elaborarse criterios de aceptación de desechos que especifiquen las características radiológicas, mecánicas, físicas, químicas y biológicas de los bultos de desechos y los desechos sin embalaje que vayan a ser procesados, almacenados o sometidos a disposición final; por ejemplo, su contenido de radionucleidos o límites de actividad, su producción de calor y las propiedades de la forma de desechos y el embalaje.

La adhesión a los criterios de aceptación de desechos es esencial para la manipulación y almacenamiento seguros de los bultos de desechos y los desechos sin embalaje durante la operación normal, para la seguridad en posibles condiciones de accidente y para la seguridad a largo plazo de la disposición final posterior de los desechos.

Los procedimientos de los explotadores para la recepción de los desechos deben contener disposiciones para la gestión segura de los desechos que incumplen los criterios de aceptación, como, por ejemplo, la adopción de medidas correctoras o la devolución de los desechos.

RE9 – Procesamiento del combustible gastado

El combustible gastado no acondicionado debería almacenarse de conformidad con las orientaciones facilitadas en las referencias. [7–9]. En los párrafos 5.19–5.27 figuran recomendaciones para la gestión segura del combustible gastado durante su procesamiento y cuando esté almacenado después de haber sido acondicionado.

Las actividades de procesamiento del combustible gastado comprenden su clasificación y la preparación del combustible para su acondicionamiento y el acondicionamiento mismo. Según el método de disposición final escogido, se puede colocar elementos del combustible gastado directamente en un contenedor sin más acondicionamiento. En general, el acondicionamiento entraña procesos mecánicos como el desmontaje de los elementos combustibles en varillas de combustible y el embalaje de las varillas de combustible, tal como son o cortadas en secciones más pequeñas, en un contenedor para su disposición final.

Se debería efectuar una clasificación para asegurar que el combustible que se reciba es apropiado para el proceso de acondicionamiento escogido. Por ejemplo, se deberían tomar medidas para detectar el combustible averiado y verificar los cálculos sobre el quemado del combustible y la potencia térmica. Se recomienda estudiar medidas para controlar los riesgos que conlleven los radionucleidos volátiles que pueda liberar el combustible gastado en la consolidación de varillas de combustible, sobre todo si las varillas han sido cortadas.

Si la opción seleccionada para el combustible gastado consiste en encerrar en una vaina el combustible para su contención (método que no se recomienda para la contención primaria), habría que prever los medios necesarios para preservar la integridad de la vaina del combustible durante su procesamiento y almacenamiento y para tratar adecuadamente el combustible averiado. Habría que prestar especial atención a la elaboración de procedimientos de manipulación y la selección del equipo de manipulación para preservar la integridad de la vaina del combustible. Además, habría que prever un método alternativo, por ejemplo, el uso de cápsulas selladas, para la contención primaria de las sustancias radiactivas.

Se recomienda (debería) asegurar la subcriticidad en las instalaciones de procesamiento de combustible gastado; para ello, habría que estudiar la configuración geométrica de los materiales fisibles manipulados, su concentración, el inventario total y la presencia de materiales reflectantes y moderadores. Se debería sopesar cuidadosamente todo crédito que se dé al quemado de combustible para garantizar la prudencia en materia de seguridad con respecto a la criticidad. Habría que evaluar las secuencias de sucesos conducentes a configuraciones del combustible anormales tanto respecto de los estados operacionales como de las condiciones de accidente.

Se recomienda dar especial atención en el diseño de una instalación de procesamiento de combustible gastado a las consecuencias de una redistribución o un cambio de la configuración geométrica del material moderador, la introducción de material moderador o los cambios en la configuración de los absorbentes de neutrones resultantes de sucesos iniciadores internos o externos como la introducción de agua. Si no se puede asegurar la subcriticidad en esas condiciones, se recomienda disponer medidas preventivas como la fijación de límites operacionales a las cantidades de materiales que se tratarán.

Se recomienda prever lo necesario para ayudar a identificar los bultos averiados que contengan combustible gastado y repararlos. Se debería usar métodos de prueba y evaluación no destructivos para identificar los bultos averiados y se tendría que disponer de técnicas para repararlos (por ejemplo, resoldar el precinto de una cápsula si el precinto no cumple los requisitos).

Almacenamiento de combustible gastado acondicionado

Muchas de las orientaciones dadas se aplican al almacenamiento de combustible gastado acondicionado. Además, muchas de las recomendaciones antes analizadas para acondicionar combustible gastado también valen para el almacenamiento de combustible gastado acondicionado. Comprenden medidas para preservar la integridad de la vaina del combustible si se ha previsto que la vaina sea la contención primaria de los materiales radiactivos y que asegure una disposición segura, subcrítica, del combustible gastado acondicionado mediante su configuración geométrica o el empleo de absorbentes de neutrones. Se recomienda, el empleo de una contención primaria alternativa si se detecta que la vaina del combustible es defectuosa. También se debería estudiar el uso de monitores de neutrones y procedimientos de manipulación especiales para evitar que se formen posibles configuraciones críticas. Se recomienda establecer sistemas para detectar y tratar los bultos que contengan combustible gastado que se averíen durante su almacenamiento.

RS5 - Medios pasivos para la seguridad de la instalación de disposición final

El explotador evaluará el emplazamiento y diseñará, construirá, explotará y cerrará la instalación de disposición final de modo que se garantice, en la mayor medida posible, la seguridad por medios pasivos y se reduzca al mínimo la necesidad de adoptar medidas tras el cierre de la instalación.

En la fase operativa de una instalación de disposición final de desechos radiactivos se deben aplicar ciertas medidas activas de control. No obstante, cuando elementos pasivos como el blindaje y la contención, que proporciona el embalaje, pueden ofrecer seguridad, ésta debe estar garantizada por esos medios pasivos.

En cierta medida, la seguridad de una instalación de disposición final puede depender de algunas medidas futuras como los trabajos de mantenimiento o la vigilancia. Sin embargo, es preciso reducir al mínimo posible esa dependencia debido a la posibilidad de que no se adopten o se dejen de aplicar las medidas de seguridad que dependen de medidas futuras, como los trabajos de mantenimiento o la vigilancia. La probabilidad acumulativa de que fallen esas medidas de seguridad aumentará de forma gradual. Además, y en consonancia con los Principios fundamentales de seguridad, el objetivo de la disposición final de desechos radiactivos es la descarga en la mayor medida posible de la responsabilidad por la seguridad que incumbe a los productores de desechos y al explotador, reduciendo así al mínimo las responsabilidades que deben asumir las entidades sucesoras o que se transfieren a éstas.

En el caso de una instalación de disposición final geológica, es posible adoptar medidas para la seguridad tras la clausura mediante elementos pasivos. Asimismo, se pueden adoptar medidas para la

seguridad de una instalación de disposición final en pozos barrenados tras el cierre mediante elementos pasivos, gracias a la formación geológica hospedante. En el caso de una instalación de disposición final cerca de la superficie, quizá sea necesario aplicar medidas como el mantenimiento, la monitorización o la vigilancia durante un tiempo tras el cierre para garantizar la seguridad.

La aplicación de elementos pasivos para garantizar la seguridad de una instalación de disposición final tras el cierre supondrá el cierre adecuado de la instalación y el fin de la necesidad de su gestión activa. El cese de la gestión significa que la instalación de disposición final, con el peligro radiológico conexo, ha dejado de estar sometida a un control activo. El comportamiento de las barreras naturales y artificiales es el que ofrece seguridad tras la clausura, en el caso de una instalación de disposición final cerca de la superficie, junto con controles institucionales.

En la práctica, aun en los casos en que los elementos pasivos constituyan el medio principal para ofrecer una garantía de seguridad razonable, en el período posterior al cierre quizás sea necesario aplicar controles institucionales, incluidas restricciones al uso de las tierras, y un programa de monitorización.

RS6 - Conocimiento de las instalaciones de disposición final y confianza en la seguridad

El explotador de una instalación de disposición final deberá obtener un conocimiento adecuado de las características de la instalación y su entorno y de los factores que influyen en la seguridad tras el cierre durante períodos convenientemente prolongados, de modo que pueda lograrse suficiente confianza en la seguridad.

Se debe asegurar la confianza mediante los resultados de la evaluación de la seguridad de una instalación de disposición final. Es preciso determinar las características de la instalación y de su entorno que ofrecen seguridad, además de los factores que podrían ser perjudiciales. Tiene que demostrarse que la caracterización y comprensión de estos elementos y factores son suficientemente adecuadas. Todas las incertidumbres deben tomarse en consideración en la evaluación de la seguridad.

El objetivo de esta demostración es demostrar, con un alto grado de confianza, que la instalación de disposición final y su entorno pueden ofrecer la contención y el aislamiento que se precisan durante los períodos previstos. Ciertas características de la instalación de disposición final y su entorno pueden contribuir a la seguridad, aunque quizá sean menos cuantificables, como la lejanía del emplazamiento. El razonamiento con respecto a estos factores debe basarse en argumentos más cualitativos, y esos factores proporcionan un margen de seguridad.

Es preciso conocer las características de una instalación de disposición final y de cómo ésta funcionará a lo largo del tiempo a fin de poder demostrar la fiabilidad de ciertas características del diseño. Esta demostración se ve facilitada si esas características de diseño son sólidas (es decir, si su comportamiento es poco sensible a posibles eventos y procesos que causen alteraciones). Es preciso obtener suficientes pruebas de su viabilidad y eficacia antes del inicio de las actividades de construcción.

A este respecto, la gama de posibles eventos y procesos que causan alteraciones y que es razonable incluir en esas consideraciones debe ser objeto de acuerdo por el órgano regulador y de una aprobación posterior mediante su inclusión en la justificación de la seguridad. Estas consideraciones permiten llegar a saber si tales sucesos y procesos podrían o no provocar alteraciones que se tradujeran en la pérdida generalizada de las funciones de seguridad.

El conocimiento del comportamiento del sistema de disposición final y sus elementos y procesos de seguridad evoluciona a medida que se acumulan más datos y se desarrollan los conocimientos científicos. Cuando empieza a elaborarse el concepto, los datos que se obtengan y el grado de conocimiento adquirido deben asegurar suficiente confianza para poder comprometer recursos destinados a nuevas investigaciones. Antes del inicio de la construcción, durante la colocación de los desechos y al cerrar la instalación, el grado de conocimiento debe ser suficiente para dar apoyo a la

justificación de la seguridad a fin de cumplir los requisitos reglamentarios aplicables a la fase del proyecto de que se trate.

Al establecer esos requisitos reglamentarios, es preciso reconocer la existencia de diversos tipos y componentes de incertidumbres inherentes a la modelización de sistemas ambientales complejos. También se debe reconocer que existen importantes incertidumbres inevitables asociadas a la proyección del comportamiento de un sistema de disposición final con el tiempo.

RS10 -Vigilancia y control de los elementos de seguridad pasiva

Se aplicará un grado adecuado de vigilancia y control para proteger y mantener los elementos de seguridad pasiva, en la medida en que sea necesario, de modo que puedan desempeñar las funciones que se les ha asignado en la justificación de la seguridad en relación con la seguridad tras el cierre.

En el caso de la disposición final geológica y de la disposición final de desechos radiactivos de actividad intermedia, los elementos de seguridad pasiva (barreras) deben ser suficientemente sólidos para que no sea necesaria su reparación ni mejora. La seguridad a largo plazo de una instalación de disposición final de desechos radiactivos no debe depender del control institucional activo. En el caso de las instalaciones de disposición final cerca de la superficie, incluidas las destinadas a los desechos radiactivos derivados de la extracción y el tratamiento de minerales, se podrían establecer medidas de vigilancia y control de la instalación de disposición final. Esas medidas podrían ser, entre otras, restricciones al acceso de personas y animales, la inspección de las condiciones físicas, la conservación de capacidades de mantenimiento adecuadas, y la vigilancia y la supervisión como método de comprobación de que el funcionamiento es el especificado (es decir, verificar las degradaciones). El objetivo de la vigilancia y la supervisión no es medir los parámetros radiológicos sino garantizar la aplicación ininterrumpida de las funciones de seguridad.

RS11- Desarrollo escalonado y evaluación de las instalaciones de disposición final

Las instalaciones de disposición final de desechos radiactivos se desarrollarán, explotarán y cerrarán siguiendo una serie de etapas. Cada una de ellas tendrá el apoyo, según sea necesario, de evaluaciones iterativas del emplazamiento, de las opciones para el diseño, la construcción, la explotación y la gestión, y del funcionamiento y la seguridad del sistema de disposición final.

El método escalonado con respecto al desarrollo de una instalación de disposición final de desechos radiactivos se refiere a las etapas que imponen el órgano regulador y los procesos de adopción de decisiones políticas. Este método se adopta con el fin de brindar la oportunidad de garantizar la calidad del programa técnico y la adopción de decisiones conexas. Para el explotador, proporciona un marco en que puede fomentarse suficiente confianza en la viabilidad y seguridad técnicas de la instalación de disposición final en cada etapa de su desarrollo.

Debe crearse y mejorarse la confianza mediante estudios iterativos de diseño y seguridad a medida que avanza el proyecto. El proceso debe prever: la recopilación, el análisis y la interpretación de los datos científicos y técnicos pertinentes; la elaboración de diseños y planes operacionales; y la elaboración de la justificación de la seguridad para la fase operacional y posterior al cierre. El proceso escalonado da acceso a todas las partes interesadas a los principios básicos de seguridad de la instalación de disposición final. De este modo se facilitan los procesos pertinentes de toma de decisiones que permiten al explotador avanzar hasta la siguiente etapa importante del desarrollo de la instalación, hasta llegar a su explotación y, por último, a su cierre.

El método escalonado respecto del desarrollo de una instalación de disposición final también ofrece oportunidades para la realización de un examen técnico independiente y un examen reglamentario, así como para la participación política y pública en el proceso. La naturaleza de los exámenes y la participación dependerán de las prácticas nacionales y de la instalación en cuestión. Los exámenes técnicos realizados por el explotador y el órgano regulador, o en su nombre, podrán centrarse en la

selección del emplazamiento y las opciones de evaluación y diseño, la idoneidad de la base y los análisis científicos, así como en la determinación de si se han cumplido las normas y los requisitos de seguridad. En exámenes de mayor envergadura se podrán considerar, por ejemplo, otras opciones de gestión de desechos, el proceso de selección y evaluación del emplazamiento y aspectos relativos a la aceptabilidad por el público. Se deben realizar exámenes técnicos con anterioridad a la selección de la opción de disposición final, a la selección del emplazamiento, a la construcción y a la explotación. También se deben realizar exámenes periódicos durante la explotación de la instalación y tras el cierre, hasta que venza la licencia de la instalación.

RS12- Explotación de una instalación de disposición final

Se procederá a la explotación de la instalación de disposición final de conformidad con las condiciones de la licencia y los requisitos reglamentarios pertinentes a fin de mantener la seguridad durante el período operacional, y de modo tal que se preserven las funciones de seguridad previstas en la justificación de la seguridad que son importantes para la seguridad tras el cierre.

Todas las operaciones y actividades importantes para la seguridad de una instalación de disposición final deben estar sujetas a limitaciones y controles y deben existir planes de emergencia. Los diversos procedimientos y planes deben documentarse, y la documentación ha de estar sometida a procedimientos de control apropiados. En la justificación de la seguridad se deben examinar y justificar las disposiciones relativas al diseño y a la gestión operacional que se utilizan para garantizar el logro del objetivo y los criterios de seguridad expuestos en la sección 2. Además, el órgano regulador o el explotador pueden establecer criterios específicos para la instalación.

En la justificación de la seguridad también se debe demostrar que los peligros y otros riesgos radiológicos para los trabajadores y los miembros de la población en condiciones de funcionamiento normal y ante incidentes operacionales previstos se han reducido al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse. Se debe mantener un control activo de la seguridad mientras la instalación de disposición final permanezca sin precintarse, lo que puede incluir un período prolongado después de la colocación de los desechos y antes del cierre final de la instalación.

El material fisionable, de haberlo, debe estar gestionado y colocado en la instalación de disposición final con una configuración que permanezca en estado subcrítico. Esto puede lograrse de diferentes maneras, entre las que figuran la distribución apropiada del material fisionable durante el acondicionamiento de los desechos y el diseño correcto de los bultos de desechos. Se deben realizar evaluaciones de la posible evolución del peligro de criticidad tras la colocación de los desechos, incluso después del cierre.

RS13 -Cierre de una instalación de disposición final

El cierre de una instalación de disposición final se efectuará de modo tal que se cumplan las funciones de seguridad cuya importancia después del cierre se haya demostrado en la justificación de la seguridad. Los planes para el cierre, incluida la transición una vez concluida la gestión activa de la instalación, deberán estar bien definidos y ser viables, a fin de que pueda procederse al cierre en condiciones de seguridad en el momento oportuno.

La seguridad de una instalación de disposición final después del cierre dependerá de una serie de actividades y elementos del diseño, que pueden incluir el terraplenado y el precintado o el taponado de la instalación de disposición final. El cierre se debe tener en cuenta en el diseño inicial de la instalación, y los planes correspondientes y los diseños de los precintos o taponados se deben actualizar a medida que se desarrolle el diseño de la instalación. Antes de iniciar las actividades de construcción, deben existir pruebas suficientes de que el terraplenado, el precintado y el taponado funcionarán según lo previsto para cumplir los requisitos del diseño.

El cierre de la instalación de disposición final se deberá efectuar de conformidad con las condiciones establecidas al respecto por el órgano regulador en la autorización de la instalación, prestándose particular atención a cualquier cambio en la responsabilidad que pueda producirse en esta etapa. En la

medida en que sea compatible con ello, la instalación de elementos relacionados con el cierre podrá realizarse en paralelo con las operaciones de colocación de desechos. El terraplenado y la colocación de precintos o taponos podrán aplazarse por un tiempo después de terminada la colocación de los desechos, por ejemplo, para vigilar la situación con el fin de evaluar aspectos relacionados con la seguridad posterior al cierre o por motivos asociados a la aceptabilidad pública. Si la aplicación de esos elementos se va a efectuar un tiempo después de terminada la colocación de los desechos, se deben tener en cuenta las repercusiones para la seguridad durante la explotación y después del cierre en la justificación de la seguridad.

La disponibilidad de los recursos técnicos y financieros necesarios para lograr el cierre debe estar garantizada mediante los requisitos 1 a 3.

RG14 – (Ejecución de los procesos) Establecimiento de los procesos

Todos los procesos de gestión y de trabajo necesarios para satisfacer la seguridad, la salud, el medio ambiente, la seguridad, la calidad y los requisitos económicos relacionados con la DFRR deben ser identificados, desarrollados, implementados, mantenidos y apropiadamente mejorados de manera controlada. Deben presentarlas pruebas necesarias para demostrar que los objetivos de seguridad y de protección del medio ambiente se reunieron a lo largo de la larga vida útil de una IDFRR.

Se determinarán los procesos del SG necesarios para alcanzar las metas, prever los medios para el cumplimiento de todos los requisitos y entregar los productos de la organización, y se planificará, aplicará, evaluará y mejorará continuamente el establecimiento de tales procesos.

Se determinarán la secuencia e interacciones de los procesos y se determinarán y aplicarán los métodos necesarios para garantizar la eficacia tanto de la ejecución como del control de los procesos.

En el establecimiento de cada proceso se velará por qué: se especifiquen y aborden los requisitos del proceso, tales como los aplicables en materia económica, reglamentaria, estatutaria y jurídica, así como en relación con la seguridad tecnológica, la salud, el medio ambiente, la seguridad física y la calidad. Se determinen los peligros y riesgos, junto con las medidas de mitigación necesarias. Se determinen las interacciones con los procesos interrelacionados. Se determinen las aportaciones del proceso. Se describa el flujo del proceso. Se determinen los productos del proceso. Se establezcan los criterios de medición aplicables al proceso.

Las actividades de las distintas personas o grupos de personas que participan en un solo proceso, así como las interrelaciones entre ellas, se planificarán, controlarán y gestionarán de manera que se asegure la comunicación eficaz y la asignación de responsabilidades bien definidas.

RS15 - Programas de monitorización en una instalación de disposición final

Se ejecutará un programa de monitorización antes de la construcción y explotación de la instalación de disposición final y durante ellas, así como tras su cierre, si así está previsto en la justificación de la seguridad. Este programa se diseñará para recopilar y actualizar la información necesaria para los fines de protección y seguridad. Se obtendrá información para confirmar que imperan las condiciones necesarias para la seguridad de los trabajadores y los miembros de la población y la protección del medio ambiente durante el período de explotación de la instalación. La monitorización también se realizará para confirmar la ausencia de toda condición que pudiera afectar a la seguridad de la instalación tras su cierre.

- a) La monitorización debe realizarse en cada etapa del desarrollo y la explotación de la instalación de disposición final. Son objetivos del programa de monitorización:
- b) obtener información para evaluaciones posteriores;
- c) garantizar la seguridad operacional;
- d) garantizar que las condiciones en la instalación para su explotación son conformes a la evaluación de la seguridad;
- e) confirmar que las condiciones son conformes a la seguridad después del cierre.

En las referencias figuran orientaciones al respecto. Los programas de monitorización deben diseñarse y ejecutarse de modo que no disminuya el nivel global de seguridad de la instalación después del cierre.

En un documento TECDOC⁸ del OIEA figura un examen de la monitorización en relación con la seguridad de las instalaciones de disposición final geológica después del cierre. Los planes de monitorización destinados a garantizar la seguridad después del cierre deben elaborarse antes de la construcción de la instalación de disposición final geológica para indicar las posibles estrategias de monitorización. No obstante, los planes deben ser flexibles y, si es necesario, deberán ser revisados y actualizados durante el desarrollo y la explotación de la instalación.

RS16- Período posterior al cierre y controles institucionales

Se elaborarán planes para el período posterior al cierre con el fin de definir el control institucional y las disposiciones para mantener la disponibilidad de la información sobre la instalación de disposición final. Tales planes serán compatibles con los elementos de seguridad pasiva y formarán parte de la justificación de la seguridad que sirva de base para conceder la autorización de cerrar la instalación.

La seguridad a largo plazo de una instalación de disposición final de desechos radiactivos no debe depender del control institucional activo. Incluso la violación de los elementos de seguridad pasiva no puede justificar que se excedan los criterios de intervención. Además, la seguridad de la instalación de disposición final no debe depender únicamente de los controles institucionales. Éstos no pueden ser el componente único o principal de la seguridad de una instalación de disposición final cerca de la superficie. La capacidad de los controles institucionales de hacer las aportaciones a la seguridad prevista en la justificación de la seguridad debe estar demostrada y justificada en ella.

El riesgo de intrusión en una instalación de disposición final de desechos radiactivos se puede reducir en escalas temporales más prolongadas que las previstas para los controles activos empleando controles pasivos, como la conservación de la información mediante marcadores y archivos, incluidos los archivos internacionales.

Los controles institucionales de una instalación de disposición final de desechos radiactivos deben ofrecer garantías adicionales sobre la seguridad y la seguridad física nuclear de la instalación. Por ejemplo, se pueden adoptar disposiciones para impedir el acceso de intrusos al emplazamiento y aplicar una monitorización en el período posterior a la explotación que permita la alerta temprana en caso de migración de radionucleidos desde la instalación de disposición final antes de que lleguen a los límites del emplazamiento.

Las instalaciones de disposición final cerca de la superficie suelen estar diseñadas partiendo del supuesto de que el control institucional se debe aplicar durante un período determinado. En el caso de los desechos de período corto, ese período deberá ser de varias decenas a cientos de años tras el cierre. Esos controles serán de carácter activo o pasivo. En el caso de la disposición final cerca de la superficie de desechos derivados de la extracción y el procesamiento de minerales que contengan radionucleidos de período muy largo y que por lo general abarcan grandes volúmenes, las concentraciones de la actividad deben limitarse de manera que no haya que depender del control institucional activo constante como medida de seguridad. Los desechos con concentraciones de actividad superiores a las limitaciones deben someterse a disposición final bajo la superficie del terreno.

La situación de una instalación de disposición final después del período de control institucional activo es distinta del levantamiento del control reglamentario del emplazamiento de una instalación nuclear tras la clausura en la medida en que la liberación del emplazamiento de una instalación de disposición final para su uso irrestricto no suele estar contemplada. El lugar donde se encuentra el emplazamiento y el diseño de la instalación deben reducir las probabilidades de intrusión.

En el caso de las instalaciones de disposición final cerca de la superficie, los criterios de aceptación de desechos limitarán las consecuencias de la intrusión humana a los criterios especificados, aun cuando se pierda el control del emplazamiento. La restricción de dosis aprobada en relación con las dosis que

reciben los miembros de la población se aplica a la evolución normal prevista del emplazamiento tras el período de control institucional.

Las instalaciones de disposición final geológica no deben depender del control institucional a largo plazo tras el cierre como medida de seguridad (véase el requisito 5). Sin embargo, los controles institucionales pueden contribuir a la seguridad al eliminar o reducir la probabilidad de acciones humanas que pudieran involuntariamente interferir con los desechos o degradar los elementos de seguridad del sistema de disposición final geológica. Los controles institucionales pueden también contribuir a aumentar la aceptación por el público de la disposición final geológica.

Es posible que las instalaciones de disposición final no se cierren hasta pasados varios decenios o más tras el inicio de las operaciones. Los planes sobre posibles controles futuros y el período durante el cual se aplicarían pueden al principio ser flexibles y de carácter conceptual, pero es preciso elaborarlos y perfeccionarlos a medida que la instalación se acerca al cierre. También se deben tener en cuenta: los controles del uso local de la tierra; las restricciones o la supervisión y monitorización del emplazamiento; los registros locales, nacionales e internacionales; y la utilización de marcadores superficiales y/o subsuperficiales duraderos. Se deben adoptar disposiciones para transmitir la información sobre la instalación de disposición final y su contenido a las generaciones futuras, a fin de que se puedan tomar decisiones futuras sobre la instalación de disposición final y su seguridad.

Mientras esté en vigor la licencia de la instalación, el explotador debe aplicar controles institucionales. Está previsto que la responsabilidad por toda medida de seguridad pasiva relacionada con el control institucional que sea necesaria tras la expiración de la licencia se deberá transferir al Gobierno al nivel que corresponda.

RS18 - Requisitos relativos a las medidas de seguridad física nuclear

Se aplicarán medidas que garanticen un enfoque integrado de las medidas de seguridad tecnológica y de seguridad física nuclear en la disposición final de desechos radiactivos.

Cuando se requieran medidas de seguridad física nuclear para prevenir el acceso no autorizado de personas y la retirada no autorizada de materiales radiactivos, se deben aplicar medidas de seguridad tecnológica y de seguridad física nuclear mediante un enfoque integrado. El grado de seguridad física debe estar en proporción al nivel de peligro radiológico y la naturaleza de los desechos.

RS20 - Instalaciones de disposición final existentes

La seguridad de las instalaciones de disposición final existentes se evaluará periódicamente hasta la expiración de la licencia. Durante este período, también se evaluará la seguridad cuando se haya planificado una modificación importante para la seguridad o en el caso de que se produzcan cambios en las condiciones de la autorización. En el caso de que no se cumpla cualquiera de los requisitos expuestos en la presente publicación de Requisitos de Seguridad, se adoptarán medidas para mejorar la seguridad de la instalación, habida cuenta de los factores económicos y sociales.

La evaluación periódica de la seguridad de una instalación de disposición final debe tener por objetivo la evaluación general de la situación de la protección y la seguridad en la instalación. Debe incluir un análisis de la experiencia operacional adquirida y las posibles mejoras que se podrían introducir, teniendo en cuenta la situación imperante y cualquier novedad tecnológica o cambio que se pueda dar en el control regulador. Las evaluaciones periódicas de la seguridad no pueden sustituir las actividades de análisis, control y vigilancia que se realizan constantemente en las instalaciones de disposición final.

Es posible que las instalaciones de disposición final que no se construyeron aplicando las normas de seguridad actuales no cumplan todos los requisitos de seguridad establecidos en la presente publicación de Requisitos de Seguridad. Al evaluar la seguridad de esas instalaciones pueden hallarse indicios de que no se cumplirán los criterios de seguridad. En esos casos, se deben adoptar medidas razonables para mejorar la seguridad de la instalación de disposición final. Son opciones posibles la retirada parcial o

íntegra de los desechos de la instalación, la realización de mejoras técnicas, o la instauración o la mejora de controles institucionales. La evaluación de esas opciones debe incluir aspectos técnicos, sociales y políticos más amplios.

RG16 - Gestión de los procesos

Para cada proceso se designará una persona con la facultad y responsabilidad de: establecer y documentar el proceso, así como mantener la documentación de apoyo necesaria, Asegurar la interacción eficaz entre los procesos interrelacionados; Asegurar que la documentación relativa al proceso sea coherente con los documentos existentes; Asegurar que los registros requeridos para demostrar el logro de los resultados del proceso se especifiquen en la documentación pertinente; Vigilar el comportamiento del proceso e informar al respecto; Promover la mejora del proceso; Asegurar que el proceso, incluidas todas las modificaciones ulteriores, se ajuste a las metas, estrategias, planes y objetivos de la organización.

Para cada proceso se especificarán las actividades de inspección, ensayo, verificación y validación, los criterios para su aceptación y las responsabilidades respecto de su ejecución. Para cada proceso se especificará si estas actividades serán realizadas por personas o grupos de personas distintos de los que las realizaron inicialmente.

Se evaluará cada proceso para asegurar que se mantenga su eficacia.

Las actividades en el marco de cada proceso se llevarán a cabo en condiciones controladas, utilizando los procedimientos aprobados, las instrucciones, los planos u otros medios apropiados que se revisen periódicamente para asegurar su idoneidad y eficacia. Los resultados se compararán con los valores previstos.

El control de los procesos subcontratados a organizaciones externas se determinará dentro del sistema de gestión. La organización retendrá en estos casos la responsabilidad general.

RG17 - Control y gestión de procesos específicos de la Disposición final de residuos radiactivos Diseño de procesos de trabajo

En el diseño de los procesos de trabajo, la secuencia detallada de los pasos en las actividades de eliminación de residuos y tareas relacionadas. Habría que definir los procesos de trabajo específicos; por ejemplo: (A) La planificación detallada de las investigaciones geológicas de exploración para maximizar la cantidad de información recogida y para reducir al mínimo la interrupción de la integridad del medio geológico; (B) la excavación precisa de cavidades subterráneas para minimizar el daño a la geología de la zona; (C) Protección de los paquetes de residuos y contenedores de la degradación antes de la instalación está cerrada, particularmente durante períodos antes de emplazamiento; (D) El uso de herramientas especiales para su manejo y técnicas, ropa de protección o instalaciones relacionadas con la protección radiológica; (E) Emplazamiento en las instalaciones de paquetes (bolsa/tambores/canister) eliminación de residuos y el uso de los dispositivos de manipulación asociados; (F) Requisitos para el seguimiento y la recuperabilidad in situ;(G) análisis y ensayos de equipos (por ejemplo, métodos o materiales).

En experimentos y pruebas a escala piloto que se llevan a cabo antes del desarrollo a gran escala de una instalación de eliminación de residuos, el objetivo debe ser: (A) Determinar, en lo posible, donde las mediciones directas o extrapolación de las mediciones se pueden utilizar para cuantificar las características importantes de la instalación después de su cierre; (B) Identificar aquellas variables que son fundamentales para lograr un comportamiento aceptable a largo plazo del edificio y su contenido.

RG18- El control de los procesos de trabajo

Los procesos de trabajo que afectan a los requisitos de seguridad, salud, medio ambiente, seguridad, calidad y económicos de instalaciones y actividades para la eliminación de residuos deben ser controlados de manera que:

- (A) Los requisitos aplicables, incluidas las condiciones ambientales, parámetros físicos, características del equipo y el personal, las competencias están satisfechos;
- (B) Todas las variables del procedimiento se mantengan dentro de los criterios de aceptación especificados.

En el control de los procesos de trabajo utilizados hasta la fase de cierre, se debería tener para la ocurrencia de eventos naturales (por ejemplo, terremotos) y los procesos naturales (por ejemplo, movimiento del agua subterránea) a lo largo de toda la vida útil de la instalación. Esto incluye la fase posterior al cierre cuando la protección de las personas y el medio ambiente deben garantizarse para la instalación sellado por medio de barreras pasivas de ingeniería y procesos naturales, en lugar de supervisión humana continua y una posible intervención. El control de los procesos de trabajo se puede lograr a través del diseño del proceso de trabajo, validación, el uso de procedimientos operativos e instrucciones de trabajo, vigilancia y supervisión de procesos y de los artículos y de prueba.

RG19 - La validación de los procesos de trabajo

La validación de los procesos de trabajo, en lo posible, debe incluir:

- (A) La determinación de las variables de proceso que deben ser controlados para asegurar la adecuación de la instalación de eliminación de residuos, así como de los paquetes de residuos emplazados en las instalaciones de eliminación de residuos;
- (B) El establecimiento de los límites o tolerancias para las variables de proceso;
- (C) La determinación de los métodos de control adecuados para las variables de proceso, incluyendo la frecuencia de muestreo y ensayo de la instalación de eliminación de residuos y su contenido requerido.

La validación de procesos debe realizarse de conformidad con los procedimientos documentados y aprobados, y los resultados deben ser reportados, informes y registros apropiados deberán ser puestos a disposición de todas las gestiones posteriores responsables de la instalación de eliminación de residuos. Históricamente, donde una instalación de eliminación de residuos se ha cerrado, pero los procesos e instalaciones de trabajo útilizado antes del cierre no fueron validados, la gestión de la instalación de eliminación de residuos debería utilizar toda la información disponible y tomar todas las medidas posibles para verificar que los procesos fueron adecuadamente caracterizado, evaluado y controlado por la organización que era responsable de obtener la autorización para cerrar el centro

8.1.1 Jerarquía de controles

La organización debe establecer un proceso y determinar los controles para lograr la reducción de los riesgos de SS&SO utilizando la siguiente jerarquía:

- a) eliminar el peligro;
- b) sustituir con materiales menos peligrosos, procesos, operaciones o equipos;
- c) utilizar los controles de ingeniería;
- d) el uso de controles administrativos;
- e) proporcionar y asegurar el uso de equipos de protección individual adecuados.

8.2 Requisitos para los productos y servicios

8.2.1 Comunicación con el cliente

La comunicación con los clientes debe incluir:

- a) Proporcionar la información relativa a los productos y servicios;
- b) Tratar las consultas, contratos o los pedidos, incluyendo los cambios;
- c) obtener los puntos de vista y las percepciones de los clientes, incluyendo las quejas de los clientes;
- d) obtener la retroalimentación de los clientes relativa a los productos y servicios, incluyendo las

quejas de los clientes

- e) manipular o controlar la propiedad del cliente;
- f) establecer los requisitos específicos para las acciones de contingencia, cuando sea pertinente.

8.2.2 Determinación de los requisitos relativos a los productos y servicios

Cuando se determinan los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes, la organización debe asegurarse:

- a) los requisitos para los productos y servicios se definen, incluyendo
 - 1) cualquier requisito legal y reglamentario aplicable,
 - 2) aquellos considerados necesarios por la organización
- b) La organización puede cumplir con declaraciones acerca de los productos y servicios que ofrece.

RG24 - Control de productos

Las especificaciones y los requisitos correspondientes a los productos, incluidas todas las modificaciones ulteriores, deberán ajustarse a las normas establecidas e incorporar los requisitos aplicables. Se determinarán y controlarán los productos que tengan interconexión o interactúen entre ellos.

Las actividades de inspección, ensayo, verificación y validación se concluirán antes de la aceptación, aplicación o utilización operacional de los productos. Los instrumentos y el equipo utilizados para estas actividades serán apropiados desde el punto de vista del alcance, tipo, exactitud y precisión.

La organización confirmará que los productos cumplen los requisitos especificados y se cerciorará de que su funcionamiento sea satisfactorio.

Los productos se suministrarán de tal forma que se pueda verificar que cumplen los requisitos.

Se efectuarán controles para asegurar que los productos no eluden las actividades de verificación requeridas.

Se identificará cada producto con el fin de asegurar su uso apropiado. Cuando la rastreabilidad es un requisito, la organización deberá controlar y registrar la identificación asignada a cada producto.

Los productos deberán manipularse, transportarse, almacenarse, mantenerse y utilizarse de la manera especificada a fin de evitar que sufran daños, se pierdan, se deterioren o se utilicen de manera fortuita.

RE2 -Interdependencia

Se tendrá debidamente en cuenta la interdependencia entre todas las etapas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, así como el impacto de la opción de disposición final prevista.

Debido a la interdependencia entre las diversas etapas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, todas las actividades comprendidas entre la generación de los desechos radiactivos y su disposición final, incluido su procesamiento, han de considerarse como partes de una entidad mayor, y los elementos de gestión de cada etapa deben seleccionarse de modo que sean compatibles con los de las demás. Ello debe lograrse principalmente mediante requisitos y enfoques gubernamentales y reglamentarios. Es particularmente importante considerar los criterios de aceptación establecidos para la disposición final de los desechos o los criterios previstos para la opción de disposición final más probable.

Además, hay relaciones entre las medidas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos y las operaciones en que se generan los desechos o los materiales radiactivos que pueden reciclarse o reutilizarse. Es necesario que las personas encargadas de una etapa en particular de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, o de una operación en que se generen desechos, reconozcan debidamente estas interacciones y relaciones para que la seguridad y la eficacia de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos puedan considerarse de manera integrada. Para ello se tendrán en cuenta la definición de las corrientes de desechos, la caracterización de los desechos y las consecuencias del transporte y la disposición final de los desechos. Hay dos cuestiones en particular que exigen atención: la compatibilidad (es decir, adoptar medidas para facilitar

otras etapas y evitar que se tomen decisiones en una etapa que afecten negativamente a las opciones de que se dispone en otra); y la optimización (o sea, evaluar las opciones generales para la gestión de desechos tomando en cuenta todas las clases de interdependencia). La utilización de información de buena calidad bien tramitada resulta fundamental para ambos aspectos.

Al examinar las posibles opciones para el procesamiento de los desechos, hay que tener cuidado de evitar exigencias contradictorias que puedan poner en peligro la seguridad. Con un enfoque integrado no procede optimizar una de las etapas de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos si con ello se imponen limitaciones importantes en las etapas posteriores o se excluyen opciones viables.

RE3 - Sistemas de gestión

Se aplicarán sistemas de gestión para todas las etapas y elementos de la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos.

Para garantizar la seguridad de las instalaciones de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos y el cumplimiento de los criterios de aceptación de los desechos, han de aplicarse sistemas de gestión al emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación, el mantenimiento, la parada y la clausura de esas instalaciones y a todos los aspectos del procesamiento, la manipulación y el almacenamiento de los desechos. Los elementos importantes para el funcionamiento seguro, y que se consideran en el sistema de gestión, han de determinarse en función de la justificación de la seguridad y de la evaluación de los impactos ambientales. Estas actividades deben sustentarse mediante un sistema de gestión eficaz que establezca y mantenga una sólida cultura de la seguridad.

RE10 -Sistema de contabilidad y control de materiales nucleares

En el diseño y explotación de las instalaciones de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, en el caso de las instalaciones que son objeto de acuerdos sobre la contabilidad de materiales nucleares, se aplicará el sistema de contabilidad y control de materiales nucleares de modo que no se ponga en peligro la seguridad de la instalación.

El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares depende de medidas de vigilancia activa y controles que exigen el acceso a materiales e instalaciones que pueden tener consecuencias concomitantes desde el punto de vista de la exposición a las radiaciones y de la posible reducción de las disposiciones de contención y aislamiento. Estos aspectos deben analizarse en el diseño y la explotación de la instalación.

RE11 – Registros

El explotador de una instalación debería establecer un procedimiento de (control) llevanza y mantenimiento de la documentación y los registros adecuados de conformidad con el programa de garantía (gestión) de calidad. En la Guía de seguridad Q3, se formulan recomendaciones sobre control y registro de documentos. El alcance y el nivel de detalle de los registros dependerán del riesgo y/o la complejidad de la operación propuesta y deberían ser aprobados por el órgano regulador.

Los registros tendrán diferentes períodos de utilidad. Los requisitos imponen que los registros relativos a la instalación de gestión de desechos, los desechos mismos y el cumplimiento de los criterios de aceptación para la disposición final de los desechos se conserven durante el período que requiera el órgano regulador.

Esos registros deberían contener:

- a) Los datos necesarios para levantar un inventario nacional de desechos;
- b) Los datos necesarios para la clasificación de los desechos;
- c) Los registros de los procesos de control del tratamiento, el embalaje y el acondicionamiento;
- d) Los documentos comprobantes de la adquisición de los contenedores necesarios para confinar los desechos durante determinado período (por ejemplo, en un repositorio);

- e) Las especificaciones de los bultos de desechos y los registros de auditoría de los distintos contenedores y bultos;
- f) Las pautas del comportamiento en explotación;
- g) Los incumplimientos de las especificaciones de los bultos de desechos y las medidas adoptadas para corregirlos;
- h) Los registros de la vigilancia;
- i) Los resultados de las evaluaciones de la seguridad;
- j) Las instrucciones de funcionamiento por escrito;
- k) Todos los demás datos que exija el órgano regulador.

El registro de la clasificación de los desechos debería contener la información siguiente acerca de los desechos:

- a) La fuente o el origen;
- b) La forma física y química;
- c) La cantidad (volumen y/o masa);
- d) Las características radiológicas (la concentración de la actividad, la actividad total, los radionucleidos existentes en los desechos y sus proporciones relativas);
- e) La clasificación atendiendo al sistema nacional de clasificación de los desechos;
- f) Los riesgos químicos, patógenos u otros que los desechos presenten y las concentraciones de materiales que encierren riesgos;
- g) Cualquier manipulación especial que sea necesaria por preocupaciones acerca de la criticidad, la necesidad de eliminar el calor de desintegración o campos de radiación notablemente elevada.

RE12 – Gestión de la calidad (Garantía de la calidad)

Es preciso que el explotador de la instalación de que se trate establezca y ejecute un programa de garantía de calidad de la gestión previa a la disposición final de los HLW, de conformidad con los requisitos y recomendaciones sobre la garantía de calidad y atendiendo a lo que exija el órgano regulador. Dicho programa tiene por finalidad garantizar que: a) Las instalaciones y el equipo de gestión previa a la disposición final de los HLW han sido diseñados, construidos, puestos en servicio, explotados y clausurados de conformidad con las especificaciones y los requisitos apropiados de una explotación segura; b) Las fases de la gestión previa a la disposición final de los HLW, desde su generación hasta su acondicionamiento, facilitan el cumplimiento de los requisitos de aceptación conocidos o previstos para el almacenamiento y la disposición final de los desechos; c) Se observan los reglamentos y las condiciones de autorización.

El programa de garantía de calidad debería abordar los elementos de la gestión, comprendidas las actividades de planificación y establecimiento de previsiones y plazos e incluido el empleo de los recursos. Esos elementos deberían estar documentados en el plan (o descripción) del programa de garantía de calidad y habría que registrar los resultados de las actividades. En el plan se debería especificar claramente las responsabilidades y facultades del personal y las organizaciones que intervengan. El plan debería ser presentado al órgano regulador para su aprobación.

Los sistemas y los componentes relacionados con la seguridad tecnológica deberían gestionarse atendiendo a la importancia que tengan para la explotación segura de las instalaciones de gestión previa a la disposición final de HLW. La amplitud de la garantía de calidad aplicada al diseño, la fabricación, la construcción y el funcionamiento de esos componentes y sistemas debería guardar relación con su importancia para la seguridad tecnológica.

Se recomienda asegurar que los bultos de desechos se preparen con arreglo a los requisitos para la aceptación de los desechos en una instalación de almacenamiento o para su disposición final. Se deberían evitar las faltas de conformidad de los bultos de desechos, especialmente con respecto a las actividades que pudiesen dar lugar a una falta de conformidad irreversible de no ejecutarse correctamente. Esto se puede lograr mediante un programa de garantía de calidad, comprendidos los procedimientos de aplicación, de las siguientes actividades: a) La clasificación de los HLW; b) La

elaboración de las especificaciones de los bultos de HLW; c) La aprobación del proceso de acondicionamiento de los HLW; d) La confirmación de las características de los bultos de HLW; e) El examen de los registros del control de la calidad.

En cuanto a los HLW procedentes del reprocesamiento de combustible gastado, se debería seguir un programa de clasificación para evaluar la idoneidad de los HLW pre tratados y/o tratados para el proceso de acondicionamiento elegido, así como para optimizar la composición de los desechos solidificados (es decir, el cuerpo de desechos). Habría que establecer una composición de referencia del cuerpo de desechos (con los apropiados niveles de tolerancia), comprendidas las características que habría que verificar. Se deberían evaluar las propuestas de desviaciones de esa composición de referencia o del programa de clasificación para determinar su posible efecto en la calidad de los bultos de desechos. Se tendría que evaluar las posibles desviaciones y, si no menoscaban la seguridad tecnológica del bulto de desechos y su aceptación en la instalación de almacenamiento o disposición final, puede ser apropiado aceptar el bulto de desechos.

Las especificaciones de un bulto de HLW deberían concretar los requisitos de aceptación de los desechos con miras a su manipulación, transporte, almacenamiento y, en la medida de lo posible, disposición final. El explotador debería elaborar un proceso de acondicionamiento que dé lugar a la producción de bultos de desechos dentro de las especificaciones y una parte de ese proceso tendría que ser determinar qué parámetros habría que controlar y qué valores son esenciales para asegurar la producción de bultos de desechos de conformidad con las especificaciones.

Las especificaciones de los HLW deberían comprender: a) Con respecto de los HLW líquidos: las características y propiedades de los desechos tratados antes del acondicionamiento; y las características, las propiedades y los valores que limitan los parámetros de los desechos acondicionados (es decir, el cuerpo de desechos y cualquier cápsula y/o contenedor). b) En cuanto al combustible gastado: las características, propiedades y valores que limitan los parámetros del combustible gastado que se reciba y el combustible gastado acondicionado (es decir, el combustible gastado en una forma apropiada y cualquier cápsula y/o contenedor conexo).

Habría que establecer y llevar registros de calidad de cada bulto de HLW acondicionado, registros que se deberían cotejar con las especificaciones para determinar la aceptabilidad del bulto de desechos. Se debería elaborar un registro de los resultados del examen y conservarlo durante un período especificado que apruebe el órgano regulador. Si un bulto de desechos no cumpliera las especificaciones o los requisitos de aceptación de los desechos, habría que registrar la índole de la falta de conformidad y las decisiones adoptadas para aplicar las apropiadas medidas correctivas. El explotador debería elaborar un plan de solución de las faltas de conformidad antes de que se inicien las operaciones de acondicionamiento de los HLW.

Puede que no sea factible o aconsejable muestrear HLW procedentes del reprocesamiento de combustible gastado durante su procesamiento y almacenamiento. Ahora bien, los registros generados en todas las fases de la gestión previa a la disposición final de los desechos pueden ser importantes para demostrar que los bultos de desechos cumplen las especificaciones. Esos registros deberían asegurar la trazabilidad de las características de los desechos desde su recolección hasta su almacenamiento, pasando por su procesamiento. Se debería establecer un sistema de documentación que comprendiese la creación de esos registros. Estos son ejemplos del contenido de esos registros del control de calidad de los bultos de desechos: a) Los datos de la clasificación de los desechos generados; b) Los valores de los parámetros de los procesos esenciales para los HLW durante su tratamiento previo, tratamiento y acondicionamiento; c) Los registros de la calibración del equipo y los sistemas de control de los procesos; d) La clasificación del cuerpo de desechos y el correspondiente contenedor (por ejemplo, certificados de los materiales del contenedor y su tapa y soldaduras o precintos, comprendidas las pruebas de control de calidad y sus registros); e) Los valores de los parámetros de vigilancia importantes; f) La identificación de las ubicaciones de los bultos de desechos y de almacenamiento. Estos datos pueden corresponder a determinados bultos de desechos o a todos los bultos de desechos de una tanda de procesos uniformes.

Si no hay una instalación de tratamiento o acondicionamiento, puede ser necesario almacenar los HLW durante largos períodos. También puede necesitarse un largo período de almacenamiento antes de la

disposición final si no se cuenta con una instalación de disposición final de HLW o si se ha dejado tiempo para que disminuya la potencia térmica. En tales casos, se debería diseñar el programa de garantía de calidad para asegurar el sostenimiento de la calidad y la integridad de los productos de desechos y que los registros, así como el marcado y el etiquetado, de los bultos de desechos sean de calidad suficiente para identificar, mantener y preservar esa información.

Se recomienda elaborar un programa de auditoría que comprendiese disposiciones en materia de autoevaluaciones y evaluaciones independientes (auditorías). Habría que realizar esas evaluaciones para determinar si el programa y los planes de gestión previa a la disposición final de los HLW cumplen los requisitos aplicables y confirmar que determinadas actividades están abarcadas por los procedimientos y que el programa se ejecuta correctamente. Habría que efectuar auditorías de los procesos para verificar si los procesos de gestión de los desechos se llevan a cabo dentro de los parámetros especificados, de conformidad con los procedimientos de la explotación segura y con los requisitos establecidos por el órgano regulador en una licencia o una autorización de otro tipo.

Las auditorías del proceso deberían centrarse en: a) Asegurarse de que no se han cambiado variables importantes de los procesos desfavorablemente con respecto a los valores establecidos cuando se efectuó la evaluación original de la seguridad tecnológica; b) Asegurarse de que se realizan las inspecciones y mediciones obligatorias y de que se conservan los registros; c) Verificar si durante el traslado y el almacenamiento de los desechos se mantiene la trazabilidad de éstos; d) Asegurarse de que la instrumentación útil izada para vigilar o controlar el procesamiento de los desechos no se haya degradado con el uso, ni haya sido modificada sin aprobación, y de que se efectúa una recalibración de los instrumentos a intervalos apropiados según las especificaciones u otros requisitos aplicables; e) Asegurarse de que los valores de todos los parámetros importantes de los bultos de desechos se mantienen dentro de los límites establecidos; f) Asegurarse de que la instalación se explota conforme a los supuestos de la evaluación de la seguridad tecnológica; g) Asegurarse de que sólo se utilizan contenedores apropiados que hayan sido sometidos a prueba para verificar su adecuación a la finalidad, y dentro de las especificaciones originales de los parámetros de las pruebas, conforme a lo que exijan los reglamentos aplicables o recomienden las pertinentes orientaciones; h) Asegurarse de que hay un programa satisfactorio de formación del personal para mantenerle informado de los requisitos de seguridad y el control de los procesos.

Las auditorías de los productos comprenden el examen del cuerpo de desechos, el contenedor de los desechos o el bulto de desechos, normalmente con métodos no destructivos. Deberían realizarse cuando la organización auditora lo considerase necesario. El explotador de la instalación de disposición final puede efectuar otras auditorías para evaluar el cumplimiento de los requisitos en materia de disposición final.

Habría que realizar, según procediera, actividades de investigación y desarrollo con miras a la gestión previa a la disposición final de los HLW para proporcionar toda confirmación que se precise de las propiedades y características importantes para la seguridad.

RS4 -Importancia de la seguridad en el proceso de desarrollo y explotación de una instalación de disposición final

Durante el proceso de desarrollo y explotación de una instalación de disposición final de desechos radiactivos, el explotador deberá conocer la importancia y las repercusiones desde el punto de vista de la seguridad de las opciones disponibles en relación con la instalación, a fin de ofrecer un grado de seguridad optimizado en la fase operacional y después del cierre.

El desarrollo y la explotación de instalaciones de disposición final de desechos radiactivos pueden prolongarse durante un período de varios años o varios decenios. Se prevé que las decisiones clave, como las referentes a la selección y evaluación del emplazamiento, y al diseño, la construcción, la explotación y el cierre de la instalación de disposición final, se adopten a medida que avance el proyecto.

En este proceso, las decisiones se toman en función de la información disponible en cada momento, que puede ser cuantitativa o cualitativa, y de la confianza que pueda depositarse en esa información.

Las decisiones sobre el desarrollo, la explotación y el cierre de la instalación se ven limitadas por factores externos, entre los que cabe citar los siguientes: políticas y preferencias nacionales, la capacidad de las instalaciones existentes de almacenamiento y disposición final para dar cabida a los desechos, y la disponibilidad de emplazamientos y formaciones geológicas adecuados para acoger nuevas instalaciones previstas de disposición final. Es preciso crear un grado suficiente de confianza en la seguridad de cada instalación de disposición final antes de adoptar decisiones.

En cada momento de decisión importante se deben estudiar y tomar en consideración las consecuencias desde el punto de vista de la seguridad de las opciones de diseño y operacionales existentes para la instalación de disposición final. La garantía de la seguridad tanto en la fase operacional como después del cierre es la cuestión más importante que se ha de tener en cuenta en cada momento de toma de decisiones. Si hay más de una opción que puede ofrecer el nivel de seguridad requerido, se deberán tener en cuenta también otros factores, como, por ejemplo, la aceptabilidad del público, el costo, la propiedad del emplazamiento, la infraestructura y las rutas de transporte existentes.

Se debe tomar en consideración la ubicación de la instalación lejos de importantes recursos minerales conocidos, aguas geotérmicas y otros recursos subsuperficiales valiosos a fin de reducir el riesgo de intrusión humana en el emplazamiento y las posibilidades de que el uso de la zona circundante sea incompatible con la instalación. La seguridad de la instalación se debe tener en cuenta en todas las etapas del proceso de adopción de decisiones para garantizar la optimización de la seguridad en el sentido en que se analiza en el apéndice.

RS7 - Funciones múltiples de seguridad

El entorno se seleccionará, las barreras artificiales de la instalación de disposición final se diseñarán y la instalación se explotará de tal manera que se garantice la aplicación de seguridad mediante funciones múltiples de seguridad. La contención y el aislamiento de los desechos se llevarán a cabo mediante varias barreras físicas del sistema de disposición final. El buen funcionamiento de esas barreras físicas se logrará por medio de varios procesos físicos y químicos junto con diversos controles operacionales. Se demostrará la capacidad de las distintas barreras y controles junto con la de todo el sistema de disposición final para funcionar tal como se prevé en la justificación de la seguridad. El funcionamiento general del sistema de disposición final no dependerá indebidamente de una única función de seguridad.

Las barreras artificiales y físicas que constituyen el sistema de disposición final son entidades físicas, como la forma del desecho, el embalaje, el relleno, y el entorno y la formación geológica hospedantes. Se puede desempeñar una función de seguridad mediante una propiedad o proceso físico o químico que contribuya a la contención y el aislamiento, por ejemplo: la impermeabilidad al agua; la corrosión, disolución, tasa de lixiviación y solubilidad limitadas; la retención de radionucleidos y el retraso de la migración de radionucleidos.

Los controles activos también pueden desempeñar funciones de seguridad o contribuir a crear confianza en las barreras naturales y artificiales y las funciones de seguridad. La presencia de varios elementos físicos y de otra índole que desempeñan funciones de seguridad proporciona garantías de que aun cuando alguno de ellos no funcione plenamente como está previsto (por ejemplo, debido a un proceso imprevisto o un suceso improbable), quede suficiente margen de seguridad.

Los elementos físicos y sus funciones de seguridad pueden ser complementarios y funcionar de forma combinada. El funcionamiento de un sistema de disposición final depende, por tanto, de diferentes elementos físicos y otros elementos que desempeñan funciones de seguridad, que actúan en distintos intervalos de tiempo. Por ejemplo, las funciones del bulto del desecho y de la formación geológica hospedante de una instalación de disposición final geológica pueden variar en distintos períodos.

En la justificación de la seguridad se deben explicar y justificar las funciones que desempeña cada elemento físico y otras características. También se deben determinar los períodos durante los cuales se prevé que los componentes físicos u otros elementos desempeñen sus distintas funciones, así como las funciones de seguridad alternativas o adicionales de que se dispone si un elemento físico no funciona plenamente u otra función de seguridad no se cumple.

RS8 - Contención de los desechos radiactivos

Las barreras artificiales, incluidos la forma del desecho y el embalaje, se diseñarán, y el entorno se seleccionará, de forma que se posibilite la contención de los radionucleidos asociados a los desechos. Se aplicarán medidas de contención hasta que la desintegración radiactiva haya reducido considerablemente el peligro que plantean los desechos. Además, en el caso de los desechos generadores de calor, se aplicarán medidas de contención mientras los desechos sigan produciendo energía térmica en cantidades que pudieran afectar negativamente al funcionamiento del sistema de disposición final.

La contención de los desechos radiactivos supone la elaboración de un diseño de una instalación de disposición final que impida o reduzca al mínimo la emisión de radionucleidos. Quizás sean inevitables las emisiones de pequeñas cantidades de radionucleidos gaseosos y de pequeñas fracciones de otras especies muy móviles de algunos tipos de desechos radiactivos. No obstante, en la evaluación de la seguridad debe demostrarse que esas emisiones son aceptables. Pueden proporcionar contención las características de la forma del desecho y el embalaje, así como las características de otros componentes artificiales del sistema de disposición final y el entorno y la formación geológica hospedantes.

La contención de los radionucleidos en la forma del desecho y el embalaje durante un período definido tiene que asegurar la desintegración in situ de la mayoría de los radionucleidos de período más corto. En el caso de los desechos de actividad baja, esos períodos serán del orden de varios cientos de años; en el de los desechos de actividad alta, el período sería de varios miles de años. Cuando se trate de desechos de actividad alta, también hay que asegurar que cualquier migración de radionucleidos fuera del sistema de disposición final sólo se produciría tras la reducción sustancial del calor producido por la desintegración radiactiva.

Los desechos radiactivos procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales pueden incluir radionucleidos con períodos de semidesintegración muy largos. Se debe prestar particular atención al hecho de garantizar la integridad de las características de contención de las instalaciones de disposición final para esos desechos durante los períodos correspondientes. Si los niveles de actividad de los desechos pudiesen superar los criterios relativos a las dosis y/o los riesgos en lo que se refiere a la intrusión humana en esas instalaciones, será preciso estudiar otras opciones de disposición final, por ejemplo, la disposición final de los desechos debajo de la superficie, o la separación del contenido de radionucleidos que sea causa de la dosis más alta, según se determine en la justificación de la seguridad correspondiente a la instalación de disposición final.

La contención es extremadamente importante en el caso de los desechos radiactivos muy concentrados como los desechos de actividad intermedia y los desechos vitrificados derivados del reprocesamiento de combustible, o en el del combustible nuclear gastado. También se debe prestar atención a la durabilidad de la forma de los desechos. Los desechos de la más alta concentración deben colocarse en una configuración de contención diseñada para conservar su integridad durante un período suficientemente largo para que la mayoría de radionucleidos de período más corto puedan desintegrarse y para que la generación de calor conexas se reduzca considerablemente. Esa contención quizá no sea factible o necesaria en el caso de los desechos de actividad baja. Se debe demostrar, mediante la evaluación de la seguridad, que la capacidad de contención del bulto de desechos es apropiada para el tipo de desechos y el sistema general de disposición final.

RS9 - Aislamiento de los desechos radiactivos

La instalación de disposición final se emplazará, diseñará y explotará de forma que se ofrezcan elementos destinados a aislar los desechos radiactivos de las personas y de la biosfera accesible. Los elementos tendrán por objetivo proporcionar aislamiento durante varios cientos de años en el caso de los desechos de período corto y al menos varios miles de años en el de los desechos de actividad intermedia y alta. De este modo, se tomarán en consideración la evolución natural del sistema de disposición final y los eventos que perturben el funcionamiento de la instalación.

En el caso de las instalaciones cerca de la superficie, el aislamiento debe lograrse gracias a la ubicación y el diseño de la instalación de disposición final y a los controles operacionales e institucionales. En el caso de la disposición final geológica de desechos radiactivos, el aislamiento se logra principalmente gracias a la formación geológica hospedante como consecuencia de la profundidad de la disposición final.

Por aislamiento se entiende un diseño que permita mantener los desechos y los peligros asociados a ellos separados de la biosfera accesible. También se entienden los diseños destinados a reducir al mínimo la influencia de factores que pudieran reducir la integridad de la instalación de disposición final. Es preciso evitar los emplazamientos y lugares de elevada conductividad hidráulica. Se debe dificultar el acceso a los desechos sin, por ejemplo, infringir los controles institucionales aplicables a la disposición final cerca de la superficie. Por aislamiento también se entiende la adopción de medidas que prevean una movilidad muy lenta de radionucleidos para impedir su migración desde las instalaciones de disposición final.

La ubicación de una instalación de disposición final en una formación geológica estable brinda protección a la instalación contra los efectos de procesos geomorfológicos, como la erosión y la glaciación. La instalación de disposición final debe estar situada lejos de zonas sobre las que se sepa que contienen recursos minerales subterráneos importantes u otros recursos valiosos. De este modo se reducirá la probabilidad de alteración involuntaria de la instalación y se evitará una situación en que los recursos no estén disponibles para su explotación.

En algunos casos quizás no sea posible ofrecer garantías suficientes de la separación de la biosfera accesible, debido a fenómenos como la subpresión, la erosión y la glaciación. En esos casos, y si la actividad restante de los desechos sigue siendo importante en el momento en que se den esos fenómenos, se debe evaluar la posibilidad de intrusión humana al determinar el grado de aislamiento facilitado.

Quizás sea inevitable que, a lo largo de períodos de varios miles de años o más, se dé la migración de una parte de los radionucleidos de período más largo y más móviles de los desechos depositados en una instalación de disposición final geológica (o en otras instalaciones que puedan contener radionucleidos de período más largo, como las instalaciones de pozos barrenados). Los criterios de seguridad que se deben aplicar al evaluar esas posibles emisiones se exponen en el párrafo. 2.15. Hay que obrar con cautela al aplicar los criterios para períodos lejanos en el futuro. Más allá de esos períodos, las incertidumbres relacionadas con las estimaciones de dosis son tan grandes que es posible que los criterios dejen de ser una base razonable para adoptar decisiones. En el caso de períodos tan prolongados después del cierre, tal vez convenga aplicar indicadores de seguridad distintos de las estimaciones de la dosis o el riesgo individual, por lo que se debe tomar en consideración su uso.

RS14 - Aceptación de desechos en una instalación de disposición final

Los bultos de desechos y los desechos sin embalar que se acepten para su colocación en una instalación de disposición final se ajustarán a criterios que sean plenamente conformes a lo indicado en la justificación de la seguridad de la instalación de disposición final en explotación y después del cierre, y que se deriven de dicha justificación.

Los requisitos y criterios de aceptación de desechos para una instalación de disposición final determinada deben garantizar la manipulación segura de los bultos de desechos y de los desechos sin embalar en condiciones de funcionamiento normal y ante incidentes operacionales previstos. También

deben asegurar el cumplimiento de las funciones de seguridad para la forma de los desechos y los embalajes de los desechos en relación con la seguridad a largo plazo. Son ejemplos de posibles parámetros para los criterios de aceptación de desechos las características y los requisitos de comportamiento de los bultos de desechos y de los desechos sin embalar destinados a la disposición final, como los límites de contenido o de actividad de los radionucleidos, la producción de calor y las propiedades de la forma de los desechos y el embalaje.

Es preciso elaborar modelos y/o someter a ensayo el comportamiento de las formas de los desechos para garantizar la estabilidad física y química de los diferentes bultos de desechos y los desechos sin embalar en las condiciones previstas en la instalación de disposición final, y para asegurarse de que se comporten adecuadamente en caso de incidentes operacionales previstos o accidentes.

Los desechos destinados a la disposición final se deben caracterizar a fin de facilitar suficiente información para asegurar el cumplimiento de los requisitos y criterios de aceptación de desechos. Se deberá disponer lo necesario para verificar que los desechos y los bultos de desechos que se reciban para la disposición final cumplan esos requisitos y criterios y, de no ser así, para confirmar que la entidad productora de los desechos o el explotador de la instalación de disposición final adopten medidas correctoras. El control de calidad de los bultos de desechos debe realizarse, empleando principalmente para ello registros, ensayos previos al acondicionamiento (por ejemplo, de los contenedores) y controlando el proceso de acondicionamiento. Los ensayos posteriores al acondicionamiento y la necesidad de medidas correctoras deben limitarse en la mayor medida posible.

RS17 - Consideraciones sobre el sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares

En el diseño y la explotación de instalaciones de disposición final sometidas a acuerdos relativos a la contabilidad y el control de materiales nucleares, se tomará en consideración el hecho de garantizar que la seguridad no sea vea en peligro debido a la aplicación de medidas requeridas en virtud del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares.

El sistema de contabilidad y control de materiales nucleares se aplica a los materiales que incluyen cantidades significativas de material fisible en forma potencialmente extraíble. Es probable que esos materiales, si se declaran como desechos, requieran una disposición final en una instalación de disposición final geológica por razones de seguridad a largo plazo. La colocación en una instalación de disposición final geológica también proporcionaría seguridad física nuclear pasiva a largo plazo y sería coherente con el objetivo de las salvaguardias nucleares del OIEA. Por consiguiente, el requisito se aplica en particular a las instalaciones de disposición final geológica¹⁰.

Los sistemas nacionales de contabilidad y control de materiales nucleares se crearon principalmente para contabilizar los materiales nucleares, a fin de detectar su posible desviación con fines no autorizados o desconocidos a corto y mediano plazo. Tal como están organizadas actualmente, las actividades de salvaguardias nucleares del OIEA dependen de una supervisión y controles activos.

Durante la explotación de una instalación de disposición final de desechos que contenga material fisible, la supervisión con fines de salvaguardias del OIEA tiene por objeto garantizar la continuidad de los conocimientos sobre los materiales fisibles y la ausencia de toda actividad no declarada en el emplazamiento en relación con esos materiales. En el caso de algunos desechos radiactivos, como el combustible nuclear gastado, ciertos requisitos de salvaguardias deben aplicarse incluso después del precintado de los desechos en una instalación de disposición final geológica.

En una instalación de disposición final geológica cerrada, las salvaguardias nucleares del OIEA podrían, en la práctica, aplicarse a distancia (por ejemplo, mediante vigilancia por satélite, fotografías aéreas, supervisión microsísmica y arreglos administrativos). Se deben evitar los métodos intrusivos, que podrían comprometer la seguridad posterior al cierre.

Puesto que las salvaguardias nucleares del OIEA están sometidas a supervisión internacional, su continuación podría aumentar la confianza en la longevidad de los controles administrativos, lo que también ayudaría a evitar la alteración involuntaria de la instalación de disposición final geológica. La continuación de las inspecciones de salvaguardias y de la monitorización después del cierre de una instalación de disposición final geológica puede, por lo tanto, contribuir a aumentar la confianza en la seguridad posterior al cierre. En el documento IAEA- TECDOC-909, se presenta un examen de los aspectos relativos a la interconexión entre los sistemas de contabilidad y control de materiales nucleares (y las salvaguardias nucleares del OIEA) y la gestión de desechos radiactivos.

RS19 - Sistemas de gestión

Se aplicarán sistemas de gestión, para asegurar la garantía de calidad, a todas las actividades, sistemas y componentes relacionados con la seguridad a lo largo de todas las etapas del desarrollo y la explotación de una instalación de disposición final. Los niveles de garantía aplicables a cada elemento guardarán proporción con su importancia para la seguridad.

Un sistema de gestión apropiado que incluya programas de garantía de calidad contribuirá a aumentar la confianza en que se cumplen los requisitos y criterios pertinentes respecto de la selección y evaluación del emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación, el cierre y la seguridad posterior al cierre. Las actividades, los sistemas y los componentes pertinentes se han de determinar a partir de los resultados de evaluaciones sistemáticas de la seguridad. El grado de atención prestado a cada aspecto debe guardar proporción con su importancia para la seguridad. El sistema de gestión debe cumplir las normas de seguridad del OIEA pertinentes relativas a los sistemas de gestión.

El sistema de gestión especifica el papel de la gestión y la estructura orgánica que debe emplearse al poner en práctica los procesos que afecten a todas las actividades relacionadas con la seguridad. También especifica las responsabilidades y facultades de los distintos miembros del personal y organizaciones que participan en la gestión y puesta en práctica de los procesos y en la evaluación de la calidad de toda la labor relativa a la seguridad.

Si bien el entorno de una instalación de disposición final es importante para la seguridad, no puede ser diseñado ni fabricado, sino sólo caracterizado, y sólo de forma limitada. Los elementos del sistema de gestión que garantizan la calidad de los procesos pertinentes relacionados con la seguridad deben diseñarse teniendo en cuenta la naturaleza del entorno.

El diseño, la caracterización y la evaluación de una instalación de disposición final deben incluir varias etapas consecutivas y, en ocasiones, solapadas con un grado creciente de detalle y precisión. No obstante, probablemente exista siempre cierto grado de incertidumbre irreducible que es imposible eliminar. La importancia de esa incertidumbre se determina al analizar la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria.

El sistema de gestión de una instalación de disposición final debe prever la elaboración y conservación de pruebas documentales que demuestren que se ha logrado la calidad de los datos necesaria; que los componentes se han suministrado y utilizado de acuerdo con las especificaciones pertinentes; que los bultos de desechos y los desechos sin embalar cumplen los requisitos y criterios establecidos, y que se han colocado correctamente en la instalación de disposición final. El sistema de gestión también debe garantizar la recopilación de toda la información que es importante desde el punto de vista de la seguridad y que se registra en todas las etapas del desarrollo y la explotación de la instalación, y la conservación de dicha información. Esta información es importante para realizar toda nueva evaluación de la instalación en el futuro.

8.2.3 Revisión de los requisitos relacionados con los productos y servicios

La organización debe asegurarse de que tiene la capacidad de cumplir los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes. La organización debe llevar a cabo una revisión antes de comprometerse a suministrar los productos y servicios a un cliente, para incluir:

- a) los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de

entrega y las posteriores a la misma;

- b) los requisitos no establecidos por el cliente, pero necesarios para el uso especificado o previsto, cuando sea conocido;
- c) los requisitos legales y reglamentarios adicionales aplicables a los productos y servicios;
- d) las diferencias existentes entre los requisitos de contrato o pedido y los expresados previamente.

La organización debe asegurarse de que se resuelven las diferencias existentes entre los requisitos de aceptación del contrato o pedido y los expresados previamente. La organización debe confirmar los requisitos del cliente, cuando el cliente no proporcione una declaración documentada de sus requisitos. La organización debe conservar la información documentada, cuando sea aplicable:

- a) Sobre los resultados de la revisión,
- b) Sobre cualquier requisito nuevo para los productos y servicios.

8.2.4 Cambios en los requisitos de productos y servicios

La organización debe asegurarse de que, cuando cambien los requisitos para los productos y servicios, la información documentada pertinente será modificada, y de que las personas pertinentes sean conscientes de los requisitos modificados.

8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios

8.3.1 Generalidades

La organización debe establecer, implementar y mantener un proceso de diseño y desarrollo que sea adecuado para asegurarse de la posterior provisión de productos y servicios.

RG15 - Estrategia para el desarrollo de los procesos de gestión y de trabajo integrados

En el desarrollo de los procesos del SG y procesos de trabajo para las IDFRR y las actividades asociadas, el operador debe integrarlos con la estrategia general del programa de gestión de residuos y los criterios para los productos de desecho y residuos de envases que se establecieron para, y ha logrado por, las actividades que generaron los productos de desecho para ser eliminados. Requisitos se establecen sobre la ubicación y el desarrollo de instalaciones de eliminación de residuos, y las recomendaciones se proporcionan en las referencias. Los requisitos básicos para la protección radiológica se establecen en las referencias y se establecen los requisitos para la preparación y respuesta de emergencia.

A medida que mejora el enfoque para el desarrollo de una estrategia de gestión de residuos, todo el proceso por el cual se generan residuos debe ser considerado, así como la su posterior tratamiento, almacenamiento y eliminación de los residuos. Por este medio, se desarrollará un proceso global integrado. El desarrollo de los procesos detallados para la gestión de residuos debe estar asociado con el proceso de evaluación de la seguridad, y el acoplamiento de diseño-evaluación de los procesos debe ser iterativo; por ejemplo:

- (A) las especificaciones del producto de residuos provisional deben desarrollarse cuando toda la secuencia de actividades de gestión de residuos se concibió por primera vez;
- (B) El nivel de seguridad y protección del medio ambiente proporcionado por varias combinaciones de procesos, productos de desecho y las características de las instalaciones que se supone que sea posible deben evaluarse;
- (C) La viabilidad de la aplicación deben evaluarse los diferentes diseños;
- (D) Un conjunto de supuestos revisada debe ser de entrada en una nueva evaluación de la seguridad.

El ciclo de diseño-evaluación debe repetirse, por lo general varias veces, lo que se traducirá en un conjunto de procesos, productos de desecho, las especificaciones de las instalaciones y las evaluaciones de seguridad asociados que guiarán el desarrollo de todo el conjunto de actividades de gestión de residuos.

Debería considerarse la posibilidad de que se necesitan datos y en qué variabilidad y la incertidumbre en los datos son aceptables para lo siguiente:

- (A) Para la caracterización de los residuos lo suficiente en cada paso (si es posible) en el programa general de gestión de los residuos;
- (B) Para que sea válida durante un periodo prolongado de almacenamiento de productos de desecho;
- (C) Antes, durante y después de las operaciones, para eliminar los residuos.

Debe tenerse en cuenta que las variaciones no reconocidos previamente (por ejemplo, en la composición de los flujos de residuos o en las propiedades de absorción de los materiales de relleno y alojar medios geológica) podría obligar al ajuste del diseño de las instalaciones o en las especificaciones de los materiales que se utilizarán para los residuos productos, sellos y relleno.

8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo

Al determinar las etapas y controles para el diseño y desarrollo, la organización debe considerar:

- a) la naturaleza, duración y complejidad de las actividades de diseño y desarrollo;
- b) las etapas de proceso requeridas, incluyendo las revisiones de diseño y desarrollo aplicables;
- c) las actividades requeridas de verificación y validación de diseño y desarrollo
- d) las responsabilidades y autoridades involucradas en el proceso de diseño y desarrollo;
- e) las necesidades de controlar las interfaces entre las personas que participan activamente en el proceso de diseño y desarrollo;
- f) la necesidad de la participación activa de los clientes y usuarios en el proceso de diseño y desarrollo;
- g) los requisitos de la posterior provisión de productos y servicios;
- h) el nivel de control del proceso de diseño y desarrollo esperado por los clientes y otras partes interesadas pertinentes;
- i) la información documentada necesaria para demostrar que se han cumplido los requisitos del diseño y desarrollo.

8.3.3 Elementos de entrada para el diseño y desarrollo

La organización debe determinar, los requisitos esenciales para los tipos específicos de productos y servicios a diseñar y desarrollar. La organización debe considerar:

- a) Los requisitos funcionales y de desempeño;
- b) La información proveniente de actividades previas de diseño y desarrollo similares;
- c) los requisitos legales y reglamentarios;
- d) normas o códigos de prácticas que la organización se ha comprometido a implementar;
- e) las consecuencias potenciales de fallar debido a la naturaleza de los productos y servicios;

Las entradas deben ser adecuadas para los fines de diseño y desarrollo, estar completas y sin ambigüedades. Las entradas de diseño y desarrollo contradictorias deben resolverse. La organización debe conservar la información documentada sobre las entradas del diseño y desarrollo.

8.3.4 Controles del diseño y desarrollo

La organización debe aplicar controles al proceso de diseño y desarrollo para asegurarse de que:

- a) Se definen los resultados a lograr;
- b) Se realizan las revisiones para evaluar la capacidad de los resultados del diseño y desarrollo para cumplir los requisitos;
- c) Se realizan actividades de verificación para asegurarse de que las salidas del diseño y desarrollo cumplen los requisitos de las entradas;
- d) Se realizan actividades de validación para asegurarse de que los productos y servicios resultantes satisfacen los requisitos para su aplicación especificada o uso previsto.
- e) Se toma cualquier acción necesaria sobre los problemas determinados durante las revisiones o las actividades de verificación y validación.

- f) Se conserva la información documentada de estas actividades.

8.3.5 Salida del diseño y desarrollo

La organización debe asegurarse de que las salidas del diseño y desarrollo:

- a) cumplen los requisitos de las entradas,
- b) son adecuadas para los procesos posteriores para la provisión de productos y servicios;
- c) incluyen o hacen referencia a los requisitos de seguimiento y medición, cuando sea apropiado y a los criterios de aceptación;
- d) especifican las características de los productos y los servicios que son esenciales para su propósito previsto y su provisión segura y correcta.
- e) La organización debe conservar la información documentada sobre salidas de diseño y desarrollo.

8.3.6 Cambios del diseño y desarrollo

La organización debe identificar, revisar y controlar los cambios hechos durante el diseño y desarrollo de los productos y servicios, o posteriormente en la medida necesaria para asegurarse de que no haya un impacto adverso en la conformidad con los requisitos.

La organización debe conservar la información documentada sobre:

- a) los cambios del diseño y desarrollo,
- b) los resultados de las revisiones,
- c) la autorización de los cambios,
- d) las acciones tomadas para prevenir los impactos adversos.

8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente

8.4.1 Generalidades

La organización debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente son conformes a los requisitos. La organización debe determinar los controles a aplicar a los procesos, productos y servicios suministrados externamente cuando:

- a) los productos y servicios de proveedores externos están destinados a incorporarse dentro de los propios productos y servicios de la organización;
- b) los productos y servicios son proporcionados directamente a los clientes por proveedores externos en nombre de la organización;
- c) un proceso o una parte de un proceso es proporcionado por un proveedor externo como resultado de una decisión de la organización

La organización debe determinar y aplicar criterios para la evaluación, la selección, el seguimiento del desempeño y la reevaluación de los proveedores externos basándose en su capacidad para proporcionar procesos o productos y servicios de acuerdo con los requisitos.

La organización debe conservar información documentada de estas actividades y de cualquier acción necesaria que surja de las evaluaciones.

8.4.2 Tipo y alcance del control

La organización debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afectan de manera adversa la capacidad de la organización de entregar productos y servicios conforme de manera coherente a sus clientes. La organización debe:

- a) Asegurarse de que los procesos suministrados externamente permanecen dentro del control de su sistema de gestión de calidad;
- b) Definir los controles que pretende aplicar a un proveedor externo y los que pretende aplicar a las salidas resultantes;

- c) Tener en consideración:
 - 1) El impacto potencial de los procesos, productos y servicios suministrados externamente en la capacidad de la organización de cumplir regularmente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables,
 - 2) La eficacia de los controles aplicados por el proveedor externo.
- d) Determinar la verificación, u otras actividades necesarias para asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos.

8.4.3 Información para los proveedores externos

La organización debe asegurarse de la adecuación de los requisitos antes de su comunicación al proveedor externo. La organización debe comunicar a los proveedores externos sus requisitos para:

- a) los procesos, productos y servicios a proporcionar;
- b) la aprobación de:
 - 1) productos y servicios;
 - 2) métodos, procesos o equipo;
 - 3) La liberación de productos y servicios;
- c) la competencia, incluyendo las calificaciones requerida de las personas;
- d) las interacciones del proveedor externa con la organización;
- e) el control y el seguimiento del desempeño del proveedor externo a aplicar por parte de la organización;
- f) las actividades de verificación o validación que la organización, o su cliente, pretenden llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo.

8.4.4 Gestión del cambio

La organización debe establecer un procedimiento para la ejecución y el control de cambios planificados que afectan al rendimiento de SS&SO, tales como:

- a) nuevos productos, procesos o servicios;
- b) las modificaciones a los procesos de trabajo, procedimientos, equipo o estructura organizativa;
- c) las modificaciones a los requisitos legales aplicables y otros requisitos;
- d) los cambios en el conocimiento o información sobre los peligros y relacionados de SS&SO riesgos;
- e) evolución de los conocimientos y la tecnología.

La organización debe controlar los cambios temporales y permanentes para promover SS&SO oportunidades y para asegurarse de que no tienen un impacto negativo en el rendimiento de SS&SO. La organización debe revisar y las consecuencias de los cambios no deseados, la adopción de medidas para mitigar los efectos adversos, según sea necesario, incluso abordando las oportunidades potenciales (véase el capítulo 6).

RG31 - Gestión de los cambios institucionales

Los cambios instituciones se evaluarán y clasificarán en función de su importancia para la seguridad, y cada cambio deberá justificarse. La puesta en práctica de esos cambios se planificará, controlará, comunicará, supervisará, vigilará y registrará a fin de garantizar que la seguridad no se vea comprometida.

Los programas y organizaciones de gestión de residuos que deben continuar por mucho tiempo, pueden cambiar sus roles y responsabilidades para la seguridad y la protección del medio ambiente. Las responsabilidades pueden cambiar entre los Estados (por ejemplo, tras la modificación de los acuerdos sobre la repatriación de los residuos de reprocesamiento de combustible o de fuentes selladas gastadas). Sistemas de gestión de instalaciones y actividades para la DFRR deben ser diseñados para asegurar la continuidad en la gestión de las instalaciones y actividades, y debe ser capaz de hacer frente a los posibles cambios en la siguiente, por ejemplo:

- (A) las políticas de uso del suelo en relación con los requisitos para el control institucional;
- (B) La propiedad de las instalaciones y tratamiento de residuos;
- (c) Modalidades de gestión;
- (D) El órgano regulador.

Cuando se cambian los mecanismos de gestión de las instalaciones de DFRR (por ejemplo, si los organismos públicos se privatizan, si se crean nuevas organizaciones, si las organizaciones existentes se combinan o se reestructuran, si se trasladan responsabilidades entre las organizaciones, o si las organizaciones que operan sometidos a una reorganización interna de la estructura de gestión o reasignación de recursos), se debe considerar la posible necesidad de reestructurar el sistema de gestión.

8.4.5 Tercerización

La organización debe asegurarse de que los procesos externalizados que afectan a su sistema de gestión de SS&SO se controlan. El tipo y el grado de control que deben aplicarse a estos procesos debe estar definido dentro del sistema de gestión de SS&S&SO, donde el proceso se lleva a cabo en el lugar de trabajo.

RG29 - Compras

Los proveedores de productos se seleccionarán sobre la base de los criterios especificados, y su desempeño deberá evaluarse.

En los documentos de adquisición se establecerán y especificarán los requisitos relativos a las compras. Antes de utilizarse un producto, la organización comprobará que éste cumple dichos requisitos. En los documentos de adquisición se especificarán los requisitos para la notificación y resolución de las disconformidades.

En la planificación de la contratación, se debe considerar la disponibilidad y calidad de los equipos, materiales (cemento, por ejemplo, y el relleno) y otros elementos importantes para la seguridad y protección del medio ambiente durante las largas fases de la vida útil de una instalación de eliminación de residuos. También debe tenerse en cuenta las políticas fiscales y la disposición y los controles financieros que puedan ser necesarias. Recomendaciones adicionales sobre compras se proporcionan en el Apéndice I.

8.4.6 Contratación

La organización debe establecer controles para asegurar que la adquisición de bienes (por ejemplo, productos, materiales o sustancias peligrosas, materias primas, equipos y servicios) se ajustan a los requisitos del sistema de gestión de SS&SO.

8.4.7 Contratistas

La organización debe establecer procesos para identificar y comunicar los peligros y evaluar y controlar los riesgos de SS&SO, que surge de la:

- a) las actividades y operaciones de los contratistas a los trabajadores de la organización;
- b) las actividades y operaciones de la organización a los trabajadores de los contratistas;
- c) las actividades y operaciones de los contratistas a otras partes interesadas en el lugar de trabajo;
- d) «actividades y operaciones a los contratistas de trabajadores contratistas.

La organización debe establecer y mantener procedimientos para asegurar que los requisitos del sistema de gestión de SS&SO de la organización se cumplan los contratistas y sus trabajadores. Estos procesos incluirán los criterios de SS&SO para la selección de los contratistas. preparación y respuesta de emergencia

8.4.8 Preparación y respuesta ante emergencias

La organización debe identificar las posibles situaciones de emergencia; evaluar SS&SO riesgos asociados a estas situaciones de emergencia (véase 6.1.2) y mantener un proceso para evitar o reducir al mínimo los riesgos de SS&SO de posibles situaciones de emergencia, incluyendo:

- a) el establecimiento de una respuesta planificada a las situaciones de emergencia y en particular los primeros auxilios;
- b) efectuar pruebas periódicas y el ejercicio de la capacidad de respuesta de emergencia;
- c) la evaluación y, en su caso, la revisión de la preparación para emergencias procesos y procedimientos, incluyendo después de la prueba y, en particular después de la aparición de situaciones de emergencia;
- d)
- e) la comunicación y suministro de información relevante para todos los trabajadores y en todos los niveles de la organización en sus funciones y responsabilidades;
- f) el suministro de capacitación para la prevención de emergencias, primeros auxilios, preparación y respuesta;
- g) la comunicación de la información pertinente a los contratistas, visitantes, servicios de emergencia, autoridades gubernamentales, y, en su caso, la comunidad local. En todas las etapas del proceso de la organización debe tener en cuenta las necesidades y capacidades de todas las partes interesadas pertinentes y asegurar el compromiso de su organización. Deberá mantener y retener información documentada sobre el proceso y sobre los planes para hacer frente a posibles situaciones de emergencia

8.5 Producción y prestación del servicio

8.5.1 Control de la producción y de la prestación del servicio

La organización debe implementar la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable:

- a) la disponibilidad de la información documentada que defina:
 - 1) características de los productos a producir, los servicios a prestar, o las actividades a desempeñar;
 - 2) los resultados a alcanzar, que defina las características de los productos y servicios;
- b) la disponibilidad y el uso de los recursos de seguimiento y medición adecuados;
- c) la implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas para verificar que se cumplen los criterios para el control de los procesos o sus salidas, y los criterios de aceptación para los productos y servicios;
- d) el uso de la infraestructura y el entorno adecuados para la operación de los procesos;
- e) la designación de personas competentes, incluyendo cualquier calificación requerida;
- f) la validación y revalidación periódica de la capacidad para alcanzar los resultados planificados de los procesos de producción y de prestación del servicio, cuando las salidas resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores;
- g) la implementación de acciones para prevenir los errores humanos,
- h) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

RG20 - Procesos especiales

Los procesos especiales son los procesos para los que:

(A) La salida del proceso depende en gran medida del control del proceso o la habilidad de los operadores, o ambos (por ejemplo, resultados de la inspección de radio ensayo);

(B) No es posible confirmar plenamente la conformidad de la producción con los criterios de aceptación especificados por la inspección o pruebas después de que el proceso se ha llevado a cabo y la salida está todavía bajo control (por ejemplo, el relleno de una instalación de eliminación de residuos).

Procesos especiales asociados con la eliminación de residuos incluyen:

- a) Examen no destructivo y prueba de paquetes de residuos (por ejemplo, la radiografía en tiempo real o de otro tipo, técnicas de rayos gamma y de neutrones radio análisis);
- b) La acción correctiva (por ejemplo, el cierre de soldadura de las tapas en los embalajes) para contenedores de residuos que no cumplan con los requisitos especificados;
- c) Los métodos de análisis a distancia, incluyendo los métodos de muestreo (por ejemplo, para la colocación controlada de materiales de relleno en los campos de alta radiación alrededor emplazadas paquetes de residuos).

Todos los procesos especiales utilizados deben ser validados (es decir, demostró ser eficaz utilizando métodos y condiciones que sean representativos de la aplicación prevista, según lo atestiguado por un experto en la disciplina), y cualquier limitación deben ser documentados.

En la validación de técnicas de rayos gamma o neutrones radio análisis no destructivos:

- (A) Los algoritmos para validar el contenido de radionucleidos deben ser validados con datos empíricos;
- (B) Los objetos a medir (por ejemplo, paquetes de residuos) deben exhibir propiedades de atenuación y propiedades moderadoras de acuerdo con los estándares utilizados en el desarrollo del método o la calibración del equipo; errores
- (C) Ensayo deben ser cuantificados para cada material que se desea medir.

Los procesos especiales deben ser realizados por personal cualificado y deben estar autorizados de conformidad con los procedimientos aprobados. Los resultados deben ser registrados. Cuando existan normas industriales se aplican a los procesos especiales, los requisitos de tales normas deben ser respetadas. Cuando se realiza algún cambio en muestras ambientales y condiciones, métodos, equipos y calificación del personal, los procesos especiales deben ser revalidados.

RG21 - Inspección y pruebas

Inspección y pruebas son elementos importantes para el control de los procesos de trabajo. Deberían ser previstas, documentadas, ejecutadas y grabadas para garantizar que los parámetros importantes de la eliminación de residuos son controlados, y que las condiciones de la instalación en el cierre cumplen con las especificaciones de diseño. Los criterios de aceptación deben ser especificados para cada paso de inspección en los procesos de trabajo utilizados en todas las etapas de la vida útil de una instalación de eliminación de residuos y en las actividades asociadas.

Si sería difícil o imposible verificar los procesos de trabajo sobre el resultado o si esto sería demasiado tarde, el diseño del flujo de trabajo debe incluir puntos 'mantener' a la que la aceptabilidad de los resultados importantes debe ser verificada antes de que avance el trabajo. Los procedimientos deben especificar que el trabajo no debe ir más allá puntos de espera hasta que el personal de control designados ha confirmado su aceptabilidad. El grado de independencia del personal de inspección debe ser proporcional a la importancia que se inspecciona para la seguridad y protección del medio ambiente de los parámetros. puntos de espera se puede renunciar si completa la justificación por motivos de seguridad y protección del medio ambiente o la calidad está documentado y aprobado.

Las inspecciones llevadas a cabo como parte de las actividades de eliminación de residuos deben incluir:

- (A) En el proceso de inspección de la instalación de eliminación de residuos durante la construcción;
- (B) La inspección final de la instalación antes se aceptan paquetes de residuos;
- (C) La inspección en la fuente de los elementos importantes para la seguridad y protección del medio ambiente para los que la calidad es difícil de verificar a la recepción;
- (D) Inspección a la recepción de los elementos importantes para la seguridad y la protección del medio ambiente, incluyendo la verificación de la certificación y la documentación relacionada;
- (E) La inspección y prueba de la recepción, de las características de artículos de calidad comercial que son importantes para la seguridad y la protección del medio ambiente;

- (F) La inspección de los elementos instalados que son importantes para la seguridad, la protección del medio ambiente o el aislamiento de residuos, incluyendo el testimonio de los equipos y / o el sistema de pruebas de funcionamiento;
- (G) después de la instalación de inspección de aceptación de las estructuras, sistemas y componentes están aceptando de esta manera;
- (H) En inspección durante el proceso de colocación de residuos y procesos de relleno;
- (I) Inspección (por ejemplo, mediante ensayos no destructivos o la radiografía en tiempo real) de los paquetes de residuos destinados a la eliminación (por ejemplo, tras la recepción en las instalaciones de eliminación de residuos, durante el almacenamiento en espera de eliminación o después del reenvasado, si es necesario), incluyendo cualquiera de inspección completa o al azar inspección por muestreo;
- (J) En el proceso de inspección de los procesos de reacondicionamiento de residuos;
- (K) La inspección regular para verificar la operatividad de los equipos o sistemas utilizados para la prevención, detección o mitigación de accidentes.

La organización que opera para la gestión de residuos puede realizar por sí mismo las inspecciones internas en el curso de controlar y mejorar sus procesos. Otros órganos (como el órgano regulador u organizaciones independientes o expertos) pueden llevar a cabo de forma independiente inspecciones externas para mantener la confianza de que la entidad explotadora está llevando a cabo sus operaciones en una manera o estado aceptable de paquetes y materiales de desecho.

Se deben establecer procedimientos para garantizar que los paquetes de residuos destinados exclusivamente y aceptados se emplazaron en la instalación, y que sólo los materiales y equipos (por ejemplo, hormigón, relleno, sellos) se utilizan que tienen las propiedades requeridas para tolerar las condiciones que prevalecerán en la instalación en la fase posterior al cierre. identificación duradera debe mantenerse en envases de residuos y en la documentación trazable a los paquetes. Los procedimientos deben incluir la transferencia de la identificación si se reenvasado de residuos. Emplazamiento de los paquetes de residuos en las instalaciones de eliminación de residuos
Después de los paquetes de residuos se han recibido en la instalación de eliminación de residuos y antes de que se emplazaron, se deben tomar medidas para garantizar que:

- (A) Los paquetes de residuos cumplen los criterios de aceptación de residuos de la instalación (por ejemplo, actividad específica y total en los paquetes, contaminación de la superficie, el campo de radiación en la superficie del paquete, el peso del paquete, la cantidad limitada de agentes movilizar en forma de residuos, la cantidad limitada de líquido);
- (B) Los envases de residuos estén debidamente identificados;
- (C) Los envases de residuos no muestran signos de deterioro inaceptable;
- (D) La documentación necesaria y los registros (por ejemplo, el inventario de radionucleidos, propiedades relevantes de las formas de residuos emplazadas) están disponibles y aceptables para que la estabilidad futura de los residuos, las propiedades radiológicas y las presiones internas en los paquetes de residuos puede ser estimada o determinada;
- (E) Todos los procesos de pre-requisitos se han cumplido de manera satisfactoria;
- (F) Las tasas de dosis y de contaminación de la superficie cumplen con los requisitos;
- (G) medidas de control de la criticidad de material fisible están en su lugar, son eficaces y son mantenidos;
- (H) El movimiento previsto de los paquetes de residuos dentro de la instalación de eliminación de residuos puede realizarse con seguridad, la criticidad inadvertida está impedido y exposiciones ocupacionales se reducen al mínimo.

Procedimientos que rigen la gestión de los residuos colocadas antes del cierre deben, cuando sea necesario, prever una supervisión de la integridad del envase, el estado de funcionamiento de cualquier refrigeración térmica requerida y aparatos de supervisión y alarma, el estado de funcionamiento de otros equipos para la detección y mitigación de accidentes, y la legibilidad de la identificación de los paquetes de residuos.

RG22 -Recuperabilidad antes o después del cierre

Los bultos (combustible gastado + canister = bulto o paquete) de desechos pueden tener que ser recuperados (por ejemplo, debido a las amenazas a la integridad de paquetes y / o debido a las desviaciones extraordinarias de las condiciones estimadas en la evaluación de la seguridad) y reubicados en el lugar original o donde sea necesario. Se deben establecer procedimientos para garantizar que los paquetes de residuos se pueden identificar, localizar y acceder después de que se han colocado, si el concepto de eliminación de residuos incluye medidas para facilitar la recuperabilidad antes o después del cierre.

8.5.2 Identificación y trazabilidad

La organización debe utilizar los medios apropiados para identificar las salidas, cuando sea necesario, para asegurar la conformidad de los productos y servicios.

La organización debe identificar el estado de las salidas con respecto a los requisitos de seguimiento y medición a través de la producción y prestación del servicio.

La organización debe controlar la identificación única de las salidas cuando la trazabilidad sea un requisito, y debe conservar la información documentada necesaria para permitir la trazabilidad.

8.5.3 Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos

La organización debe cuidar la propiedad perteneciente a los clientes o a proveedores externos mientras esté bajo el control de la organización o esté siendo utilizado por la misma.

La organización debe identificar, verificar, proteger y salvaguardar la propiedad de los clientes o de los proveedores externos suministrada para su utilización o incorporación dentro de los productos y servicios.

Cuando la propiedad de un cliente o de un proveedor externo se pierda, deteriore o de algún otro modo se considere inadecuada para su uso, la organización debe informar de esto al cliente o proveedor externo y conservar la información documentada sobre lo ocurrido.

8.5.4 Preservación

La organización debe preservar las salidas durante la producción y prestación del servicio, en la medida necesaria para asegurarse de la conformidad con los requisitos.

8.5.5 Actividades posteriores a la entrega

La organización debe cumplir los requisitos para las actividades posteriores a la entrega asociadas con los productos y servicios.

Al determinar el alcance de las actividades posteriores a la entrega que se requieren, la organización debe considerar:

- a) los requisitos legales y reglamentarios,
- b) las consecuencias potenciales no deseadas asociadas a sus productos y servicios;
- c) la naturaleza, el uso y la vida útil prevista de sus productos y servicios;
- d) los requisitos del cliente;
- e) retroalimentación del cliente;

8.5.6 Control de los cambios

La organización debe revisar y controlar los cambios de la producción o la prestación del servicio en la extensión necesaria para asegurarse de la continuidad en la conformidad con los requisitos.

La organización debe conservar información documentada que describa los resultados de la revisión de los cambios, las personas que autorizan el cambio y de cualquier acción que surja de la revisión.

8.6 Liberación de los productos y servicios

La organización debe implementar las disposiciones planificadas, en las etapas adecuadas, para verificar que se cumplen los requisitos de los productos y servicios.

La liberación de los productos y servicios al cliente no debe llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas, a menos que sea aprobado de otra manera por una autoridad pertinente, y cuando sea aplicable, por el cliente.

La organización debe conservar información documentada sobre la liberación de los productos y servicios. La información documentada debe incluir:

- a) Evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación;
- b) Trazabilidad a las personas que autorizan la liberación;

8.7 Control de las salidas no conformes

La organización debe asegurarse de que las salidas que no sean conformes con sus requisitos se identifiquen y se controlen para prevenir su uso o entrega no intencionada.

La organización debe tomar las acciones adecuadas basándose en la naturaleza de la no conformidad y en su efecto sobre la conformidad de los productos y servicios. Esto se debe aplicar también a los productos y servicios no conformes detectados después de la entrega de los productos, durante o después de la provisión de los servicios.

La organización debe tratar las salidas no conformes de una o más de las siguientes maneras:

- a) corrección;
- b) separación, contención, devolución o suspensión de la provisión de los productos y servicios;
- c) informar al cliente;
- d) obtención de la autorización para su aceptación bajo concesión,

Debe verificarse la conformidad con los requisitos cuando se corrigen las salidas no conformes

La organización debe conservar información documentada que:

- a) Describa la no conformidad
- b) Describa las acciones tomadas
- c) Describa todas las concesiones obtenidas
- d) Identifique la autoridad que decide la acción con respecto a la no conformidad.

9. Evaluación del desempeño

9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

9.1.1 Generalidades

La organización debe determinar:

a qué necesita seguimiento y medición;

- 1) los requisitos legales aplicables y otros requisitos;
- 2) sus actividades y operaciones relacionadas con los peligros identificados y los riesgos de SS&SO; riesgos y oportunidades de SS&SO;
- 3) controles operacionales;
- 4) objetivos de SS&SO de la organización;

Los objetivos del SS&SO de la organización;

- a) los criterios con los que la organización va a evaluar su desempeño de SS&SO;
- b) los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según sea aplicable, para asegurar resultados válidos;
- c) cuando se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición;
- d) cuando se deben analizar y evaluar los resultados del seguimiento y la medición. y comunicado

La organización debe evaluar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad. La organización debe conservar la información documentada apropiada como evidencia de los resultados. La organización debe asegurar, en su caso, que los equipos de seguimiento y medición están calibrados o verificados y se utilizan y se mantienen en su caso.

9.1.2 Satisfacción del cliente

La organización debe realizar el seguimiento de las percepciones del cliente del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas. La organización debe determinar los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar esta información.

9.1.3 Análisis y evaluación

La organización debe analizar y evaluar los datos y la información apropiados que surgen por el seguimiento y la medición. Los resultados del análisis deben utilizarse para:

- a) la conformidad de los productos y servicios;
- b) el grado de satisfacción del cliente;
- c) el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad;
- d) si lo planificado se ha implementado de forma eficaz;
- e) la eficacia de las acciones tomadas para abordar riesgos y oportunidades;
- f) el desempeño de los proveedores externos;
- g) la necesidad de mejoras en el sistema de gestión de la calidad.

Los resultados del análisis y la evaluación también se deben utilizar para proporcionar elementos de entrada a la revisión por la dirección.

RG32 - Medición, evaluación y mejora

Los procedimientos para la medición, evaluación y mejora aplicables a la gestión y el control de la eliminación de residuos están sujetos a los requisitos establecidos y las recomendaciones que se presentan en esta Guía de seguridad y previstas en las referencias debe ser considerado. Cabe señalar que la evaluación se discute en esta sección una evaluación de los sistemas de gestión; no es la misma que la evaluación de la seguridad para una instalación de eliminación de residuos mencionados en los apartados anteriores.

RG33 - Vigilancia y medición

Se vigilará y medirá la eficacia del SG con el fin de confirmar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados previstos y determinar las oportunidades de mejoras. El seguimiento y medición de la eficacia del SG deben ser considerados para todas *las fases de la vida de la IDFRR*. La planificación debe hacerse para asegurar que se continuarán estas actividades durante el funcionamiento prolongado y durante la posible fase posterior al cierre de control institucional activo.

RG34 – Autoevaluación - *La evaluación de los procesos de gestión*

La AD y el personal directivo a todos los demás niveles de la organización realizarán autoevaluaciones para analizar la ejecución de los trabajos y la mejora de la cultura de la seguridad.

En la evaluación de los procesos de gestión de una IDFRR, se debe considerar:

(A) Cualquier cambio en la estructura de la organización o en la asignación de responsabilidades y pasivos financieros que podrían tener un efecto sobre la gestión y control de las actividades de eliminación de residuos. Tales cambios tendrán que ser consideradas a nivel nacional e incluso, posiblemente, el nivel internacional.

(B) La continuación de las evaluaciones durante largos períodos de funcionamiento y períodos de control institucional activo en las fases posteriores al cierre.

RG35 – La evaluación de los procesos de trabajo

Deben ser confirmados los siguientes factores al evaluar los procesos de trabajo utilizados en una IDFR:

- (A) Durante la fase de evaluación del lugar: todos los datos de exploración se pueden remontar a su origen, y las incertidumbres asociadas están adecuadamente descritos y explicados.
- (B) Durante la fase de diseño: la comprensión de las características geológicas naturales, el diseño de la instalación y la evaluación de la seguridad de las instalaciones se están desarrollando al mismo tiempo, y las descripciones finales son adecuadas y coherentes entre sí.
- (C) Durante la fase de construcción:
 - 1) La máxima cantidad posible de información está siendo recopilada sobre:
 - La naturaleza, antes de que se incumplan, de las formaciones geológicas que se encontrarán.
 - La respuesta de la formación geológica y de las condiciones geoquímicas y geohidrológicas las perturbaciones inducidas por las actividades de construcción.
 - 2) Las actividades de construcción se llevan a cabo de forma reactiva para optimizar la distribución de la instalación real en relación con la formación geológica host.
 - 3) Los materiales de construcción son de la calidad requerida.
 - 4) Las obras de construcción cumplir con los requisitos de diseño.
- (D) Durante la fase de operación:
 - 1) Todos los requisitos previos se cumplen antes de que se emplaza a los residuos (por ejemplo, paquetes de residuos se cotejarán con los criterios de aceptación y los criterios se satisfacen).
 - 2) de residuos es de ser emplazado de acuerdo con los requisitos.
- (E) Durante las fases de pre-cierre y tras el cierre extendidos:
 - 1) El relleno, sellado y otras actividades asociadas con el cierre de la instalación se está llevando a cabo de acuerdo con las suposiciones hechas en la evaluación de la seguridad.
 - 2) Medidas requeridas (por ejemplo, monitoreo del agua subterránea) se están realizando y los registros asociados son objeto de mantenimiento.
 - 3) la instrumentación de Seguimiento no se ha degradado en el servicio prolongado y no ha sido modificado sin control de cambio adecuado.
 - 4) La evaluación de la seguridad está siendo revisada periódicamente de una manera sistemática, planificada y actualiza según sea necesario a la luz de los datos acumulados, y se están tomando las acciones necesarias para garantizar el comportamiento seguro y continuo de la instalación y sus contenidos.
 - 5) La información sobre el estado de la instalación de eliminación de residuos se conserva durante las transferencias jurisdiccionales de la instalación.

RG36 - Evaluación independiente

Periódicamente se realizarán evaluaciones independientes, en nombre del personal directivo superior, con miras a: Evaluar la eficacia con que los procesos cumplen y logran las metas, las estrategias, los planes y los objetivos; Determinar la idoneidad de la ejecución y dirección de los trabajos; Analizar la cultura de la seguridad de la organización; Supervisar la calidad de los productos; Determinar las oportunidades de mejoras.

Se establecerá una dependencia institucional encargada de realizar evaluaciones independientes. Esta dependencia contará con las facultades necesarias para cumplir sus responsabilidades.

Las personas encargadas de las evaluaciones independientes no analizarán su propio trabajo.

El personal directivo superior estudiará los resultados de las evaluaciones independientes, adoptará las medidas que se requieran, y registrará y comunicará sus decisiones, justificándolas.

Las evaluaciones para verificar la aplicación y eficacia del SG de una IDFR pueden ser realizadas por:

- (A) Una unidad organizativa dentro de la propia organización de la eliminación de residuos, siempre que los evaluadores no evalúan su propio trabajo, son independientes de la presión de los costes de producción o la presión y son independientes de la línea de gestión responsable de la gestión y ejecución del proceso que se está evaluando;
- (B) El generador de los residuos;

- (C) Otras organizaciones en el programa de gestión de residuos servido por la instalación de eliminación de residuos;
- (D) Las autoridades nacionales competentes y las organizaciones internacionales;
- (E) Una organización separada empleada por el generador de los residuos;
- (F) Una o más organizaciones calificadas equivalentes en una revisión por pares.

9.1.4 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos

La organización debe planificar, establecer, implementar y mantener un proceso de evaluación del cumplimiento de los requisitos legales aplicables y otros requisitos (véase 6.1.3).

La organización debe:

- a) determinar la frecuencia y el método (s) por el cual se evaluará el cumplimiento;
- b) evaluar el cumplimiento;
- c) tomar medidas si es necesario, de conformidad con el 10,1;
- d) mantener el conocimiento y la comprensión de su estado de cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos;
- e) retener la información documentada del resultado (s) de evaluación del cumplimiento.

9.2 Auditoría interna

9.2.1 Objetivos de la auditoría

La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados, para proporcionar información acerca de si el sistema de gestión de la calidad y SS&SO:

- a) Es conforme con:
 - 1) los requisitos propios de la organización para su sistema de gestión de la calidad,
 - 2) los requisitos de esta Norma Internacional;
- b) se implementa y mantiene eficazmente.
- c) las necesidades de la organización de su sistema de gestión de SS&SO, incluyendo la política de
- d) SS&SO y los objetivos de SS&SO;

9.2.2 Proceso de auditoría

La organización debe:

- a) planificar, establecer, implementar y mantener uno o varios programas de auditoría que incluyan la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y la elaboración de informes, que deben tener en consideración la importancia de los procesos involucrados, los cambios que afecten a la organización y los resultados de las auditorías previas;
- b) definir los criterios de la auditoría y el alcance para cada auditoría;
- c) seleccionar los auditores y llevar a cabo auditorías para asegurarse de la objetividad y la imparcialidad del proceso de auditoría;
- d) asegurarse de que los resultados de las auditorías se informan a la dirección pertinente;
- e) realizar las correcciones y tomar las acciones correctivas adecuadas sin demora injustificada;
- f) conservar la información documentada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y los resultados de auditoría.
- g) evaluación de desempeño y mejora los resultados (véanse los numerales 9 y 10);
- h) significativos riesgos de SS&SO, riesgos y oportunidades de SS&SO;
- i) garantizar que los hallazgos de auditoría relevantes se recogen a los trabajadores pertinentes, y, cuando existen, los representantes de los trabajadores, y las partes interesadas pertinentes;

9.3 Revisión por la dirección

9.3.1 Generalidades

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión de la calidad de la organización a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación, eficacia y alineación continuas con la dirección estratégica de la organización.

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión de SS&SO de la organización a intervalos para asegurarse de su conveniencia, adecuación y revisión por la dirección eficaz. El deberá incluir la consideración de planeado:

- a) el estado de las acciones de las revisiones previas de gestión;
- b) los cambios en cuestiones externas e internas que son relevantes para el sistema de gestión de SS&SO, incluyendo:
 - 1) los requisitos legales aplicables y otros requisitos;
 - 2) los riesgos de SS&SO de la organización, los riesgos y las oportunidades de SS&SO;
- c) el grado en que la política de SS&SO y los objetivos de SS&SO se han cumplido;
- d) información sobre el desempeño de SS&SO, incluyendo las tendencias en:
 - 3) incidentes, no conformidades, acciones correctivas y continua
 - 4) mejora;
 - 5) la participación de los trabajadores y las salidas de consulta;
 - 6) Los resultados de seguimiento y medición;
 - 7) resultados de la auditoría;
 - 8) los resultados de la evaluación de la conformidad;
 - 9) SS&SO riesgos, riesgos y oportunidades de SS&SO;
- e) la comunicación (s) pertinente con las partes interesadas;
- f) oportunidades para la mejora continua;

9.3.2 Entradas de la revisión por la dirección (gestión de la opinión)

La revisión por la dirección debe planificarse y llevarse a cabo incluyendo consideraciones sobre:

- a) el estado de las acciones de las revisiones anteriores por la dirección previas;
- b) los cambios en las cuestiones externas e internas que sean pertinentes al sistema de gestión de la calidad;
- c) la información sobre el desempeño y eficacia del sistema de gestión de la calidad, incluidas las tendencias relativas a:
 - 1) la satisfacción del cliente y la retroalimentación de las partes interesadas pertinentes;
 - 2) el grado en que se han logrado los objetivos de calidad;
 - 3) el desempeño de los procesos y conformidad de los productos y servicios;
 - 4) las no conformidades y acciones correctivas;
 - 5) los resultados de seguimiento y medición;
 - 6) los resultados de las auditorías;
 - 7) el desempeño de proveedores externos;
- d) riesgos y oportunidades de SS&SO;
- e) la comunicación pertinente con las partes interesadas;
- f) la adecuación de los recursos;
- g) la eficacia de las acciones tomadas para tratar los riesgos y las oportunidades (véase 6.1);
- h) las oportunidades de mejora.

9.3.3 Salidas de la revisión por la dirección

Las salidas de la revisión por la dirección deben incluir las decisiones y acciones relacionadas con:

- a) las oportunidades de mejora;
- b) cualquier necesidad de cambio en el sistema de gestión de la calidad;
- c) las necesidades de recursos.
- d) conclusiones sobre la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de SS&SO;

La organización debe conservar información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección. La organización debe comunicar los resultados pertinentes de la revisión por la dirección de sus trabajadores pertinentes y, cuando existen, los representantes de los trabajadores (ver 7.4.).

RG37 - Revisión del sistema de gestión

El sistema de gestión se revisará a intervalos previstos con el fin de asegurar su idoneidad y eficacia continuas y su capacidad para facilitar la consecución de los objetivos establecidos de la organización.

La revisión abarcará, pero no exclusivamente, los siguientes elementos: Resultados prácticos de todas las evaluaciones; Resultados obtenidos y objetivos alcanzados por la organización y sus procesos; Disconformidades y medidas correctoras y preventivas; Enseñanzas aprendidas de otras organizaciones; Oportunidades de mejoras.

Se determinarán, evaluarán y remediarán oportunamente las deficiencias y obstáculos.

La revisión determinará la necesidad de introducir cambios o mejoras en las políticas, las metas, las estrategias, los planes, los objetivos y los procesos.

En la realización de exámenes previstos del sistema de gestión, se debe tener en cuenta si la estructura y el contenido del sistema de gestión siguen siendo apropiado, adecuado y eficaz, especialmente durante las fases de pre cierre y tras el cierre prolongados (por ejemplo, el período de activa prolongado control institucional). En estas revisiones del sistema de gestión, debe tenerse en cuenta la experiencia de la gestión de la instalación de eliminación de residuos y de la experiencia de otras instalaciones de eliminación de residuos, tanto en el Estado como en otros Estados.

Las revisiones del sistema de gestión de una organización de la eliminación de residuos deben ser realizadas:

(A) En todos los aspectos del sistema de gestión sobre una base periódica programada (por ejemplo, no menos de una vez cada tres años). La frecuencia sólo debe ser reducido, especialmente durante una fase prolongada, como la fase posterior al cierre, con justificación y con el acuerdo del órgano regulador.

(B) Cada vez que hay cambios importantes en la organización o la legislación aplicable.

(C) Siempre que hay grandes cambios en las actividades de eliminación de residuos.

(D) Cada vez que se detectan condiciones adversas significativas a la calidad en el sistema de gestión.

(E) Para verificar la idoneidad de las medidas correctivas que se ha implementado.

Los comentarios pueden ser enfocados en, por ejemplo:

(A) se evaluaron las actividades de eliminación de residuos en el marco del control de la organización.

(B) El funcionamiento de la instalación de eliminación de residuos, tal como se determina por medidas directas o indirectas sobre el rendimiento de los sistemas de ingeniería y comportamientos físicos naturales e inducidos (por ejemplo, el movimiento de las aguas subterráneas, la respuesta geológica a la carga de calor en la instalación debido a los residuos). El rendimiento se evaluó en comparación con las especificaciones técnicas, la evolución real de los residuos y la instalación de eliminación de residuos con el tiempo en comparación con sus características iniciales originales y su evolución esperada, y la evaluación de la seguridad de la instalación

10. Mejora

10.1 Generalidades

La organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente.

Esta debe incluir;

- a) mejorar los productos y servicios para cumplir los requisitos; así como considerar las necesidades y expectativas futura;
- b) corregir, prevenir o reducir los efectos no deseados;
- c) mejorar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

RG42 - Mejoras

Se determinarán las oportunidades de mejorar el sistema de gestión y se seleccionarán, planificarán y registrarán las medidas destinadas a mejorar los procesos.

Los planes de mejoras incluirán disposiciones para el suministro de suficientes recursos. Las medidas de mejora se vigilarán mientras dure su aplicación y se verificará la eficacia de las mejoras efectuadas.

La experiencia y las lecciones aprendidas de incidentes y eventos y de conocimiento acumulado deben revisarse periódicamente y deben ser utilizados para decidir sobre las mejoras en el sistema de gestión y las actividades de eliminación de residuos propios. Evaluación comparativa de la interacción con otros operadores a nivel regional, nacional e internacional, según proceda y sea posible, también puede dar lugar a ideas para mejorar la consideración que merecen. Los planes de acción deben ser desarrolladas para identificar cómo, cuándo y dónde se pueden hacer mejoras al sistema de gestión y procesos de trabajo. Estos planes deben especificar cómo se evaluarán las mejoras con el fin de demostrar que se han alcanzado.

10.1 No conformidad y acción correctiva

Cuando ocurra una no conformidad, incluida cualquiera originada por las quejas, la organización debe:

- a) reaccionar ante la no conformidad, y según sea aplicable.
 - 1) tomar acciones para controlarla y corregirla;
 - 2) hacer frente a las consecuencias;
- b) evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir ni ocurra en otra parte, mediante:
 - 1) la revisión y el análisis de la no conformidad;
 - 2) la determinación de las causas de la no conformidad;
 - 3) la determinación de si existen no conformidades similares, o que potencialmente puedan ocurrir;
- c) implementar cualquier acción necesaria;
- d) revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;
- e) si fuera necesario, hacer cambios al sistema de gestión de la calidad.

La organización debe conservar información documentada, como evidencia de:

- a) la naturaleza de las no conformidades y cualquier acción tomada posteriormente;
- b) los resultados de cualquier acción correctiva.

RG38 - Disconformidades y medidas correctoras y preventivas

Se determinarán las causas de las disconformidades y se adoptarán medidas correctoras para evitar que se vuelvan a producir.

Los productos y procesos que no se ajusten a los requisitos especificados se determinarán, separarán, controlarán y registrarán, y se notificarán al personal directivo competente de la organización. Se evaluará el impacto de las disconformidades, y los productos o procesos disconformes serán: Aceptados; Reelaborados o corregidos dentro de un plazo especificado; o Rechazados y descartados o destruidos para evitar que se utilicen de manera fortuita.

Las concesiones que se hagan para permitir la aceptación de un producto o proceso disconforme deberán autorizarse. Los productos o procesos reelaborados o corregidos deberán someterse a inspección para demostrar su conformidad con los requisitos o los resultados previstos.

Se determinarán y aplicarán medidas correctoras para eliminar las disconformidades. Se determinarán y adoptarán medidas preventivas para eliminar las causas de posibles disconformidades.

Se seguirá de cerca y se notificará al personal directivo competente de la organización la situación y eficacia de todas las medidas correctivas y preventivas.

Se determinarán las posibles disconformidades que podrían menoscabar el desempeño de la organización. A estos efectos, se utilizará la retroinformación recibida de otras organizaciones, tanto internas como externas, se recurrirá a los adelantos técnicos y las investigaciones, se intercambiarán conocimientos y experiencias, y se utilizarán técnicas que permitan determinar las mejores prácticas.

RG39 - No conformidades

Un procedimiento debe ser establecido para controlar los elementos y procesos no conformes; esto debe incluir:

- (A) La segregación de los elementos no conformes para evitar que sean utilizados o transferidos a otra organización antes de la no conformidad se resuelve;
- (B) La identificación positiva de los elementos no conformes y equipos de proceso (por ejemplo, el etiquetado, el etiquetado, las etiquetas engomadas, marcando);
- (C) Resolución de la no conformidad (por ejemplo, re trabajo, reparación, uso como es o rechazar) y la determinación de las causas de la no conformidad para que las acciones correctivas se pueden tomar para evitar que la no conformidad vuelva a ocurrir.

Las consecuencias de la no conformidad de un artículo deben ser evaluados para determinar si el artículo puede ser aceptado y utilizado como tal o si debe ser reelaborado o reparado para que vuelva en conformidad con los requisitos especificados. Si ninguna de estas opciones es posible, el artículo debe ser rechazado (por ejemplo, paquetes de residuos devueltos a su fuente).

En el caso de un paquete de residuos para los que la reparación ni el rechazo es una opción viable, puede necesitar ser dado a rehacer el paquete, por reenvasado, embalaje excesivo o tomar otras medidas para que vuelva dentro de los requisitos para la eliminación de residuos como se especifica en consideración los criterios de aceptación. Cualquier incumplimiento (por ejemplo, un fallo en el diseño, material de embalaje defectuoso o daño inducido por la operación de colocación) que se detecta después de que los residuos hayan sido emplazados debe remediar en la medida de lo posible. Si la rectificación del incumplimiento no es posible, las consecuencias para la eliminación de residuos deben ser objeto de un análisis detallado y las posibles consecuencias identificados deben ser tratados por otros medios.

Un proceso debe ser desarrollado para preparación para responder con flexibilidad en caso de que se encuentran las características de la formación geológica de acogida encontrado a desviarse significativamente de lo que se esperaba.

RG40 - Acciones correctivas

Los datos no conformidad deben ser analizados periódicamente para identificar las tendencias de calidad y deben ser reportados al gerente responsable de la revisión y la acción correctiva para eliminar las causas subyacentes de las no conformidades.

RG41- Acciones preventivas

En el caso de los depósitos subterráneos, debido a la naturaleza irreversible de molestar a una geología anfitrión, el coste y la dificultad de recuperación de los residuos después de su emplazamiento, y la finalidad pretendida de eliminación de residuos, un gran énfasis debe colocarse en el establecimiento de procedimientos para la identificación de potenciales no conformidades y para la adopción de medidas para prevenir su aparición. Se debe tener cuidado para optimizar los métodos de trabajo al comienzo de cada fase, por ejemplo:

- (A) Para la producción de envases de residuos, e iniciar lo antes posible: la capacitación de los productores de residuos en las condiciones para la aceptación en las instalaciones de eliminación de residuos.
- (B) Para la evaluación del sitio: maximizar el conocimiento extraído de la exploración no invasiva de un sitio.
- (C) Para el diseño de: coordinar de manera efectiva la interacción entre las actividades de diseño de la instalación, la caracterización del sitio y evaluación de la seguridad.
- (D) Para la construcción: perturbar la formación geológica de acogida lo menos posible y dejándolo intacto en torno a grandes discontinuidades y zonas de debilidad estructural.
- (E) Para la operación: emplazar los paquetes de residuos intacta, emplazando a la densidad de relleno previsto y montar los retenes de forma fiable.

(F) Para la fase de post-cierre: hacer el seguimiento extendido tan eficaz y eficiente como sea posible. Una cuidadosa atención debe prestarse cuando se modifican las disposiciones organizativas.

10.2.1 Incidentes, no conformidades y acciones correctivas

La organización debe planificar, establecer, implementar y mantener un proceso para gestionar las incidencias y no conformidades, incluyendo la presentación de informes, investigación y adopción de medidas. Cuando se produce un incidente o una no conformidad, la organización deberá:

- a) reaccionan de manera oportuna a la incidencia o no conformidad, y en su caso:
 - 1) tomar medidas directas para controlar y corregirlo;
 - 2) hacer frente a las consecuencias;
- b) evaluar, con la participación de los trabajadores (véase 5.4) y la participación de otras partes interesadas pertinentes, la necesidad de medidas correctivas para eliminar la causa (s) raíz del incidente o no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir o se produce en otro lugar, por:
 - 1) una revisión del incidente o no conformidad;
 - 2) determinar las causas del incidente o de no conformidad;
 - 3) determinar si existen incidentes similares, no conformidades, o podrían producirse;
- c) revisar la evaluación de riesgos de SS&SO y los riesgos, según corresponda (véase 6.1);
- d) determinar e implementar las medidas necesarias, incluyendo la acción correctiva, de acuerdo con la jerarquía de los controles (véase 8.1.2) y la gestión del cambio (véase 8.2);
- e) revisar la eficacia de las acciones correctoras emprendidas;
- f) realizar cambios en el sistema de gestión de SS&SO, si es necesario. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos o efectos potenciales de los incidentes o no conformidades encontradas.

La organización conservará información documentada como evidencia de:

La naturaleza de los incidentes o no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente;
- los resultados de las medidas correctivas, incluida la eficacia de las medidas adoptadas.

La organización debe comunicar esta información se ha documentado que los trabajadores pertinentes, y, cuando existen, los representantes de los trabajadores, y las partes interesadas pertinentes.

10.3 Mejora continua

La organización debe mejorar continuamente la conveniencia, la adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad. La organización debe considerar los resultados del análisis y la evaluación, y las salidas de la revisión por la dirección, para determinar si hay necesidades y oportunidades que deben considerarse como parte de la mejora continua.

10.3.1 Objetivos la mejora continua

La organización debe mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión de SS&SO a:

- a) prevenir la ocurrencia de incidentes y no conformidades;
- b) promover una cultura positiva de seguridad y salud ocupacional;
- c) mejorar el desempeño de SS&SO.

La organización debe asegurar la participación de los trabajadores, en su caso, en la aplicación de sus objetivos de mejora continua.

10.3.2 Proceso de mejora continua

La organización debe planificar, establecer, implementar y mantener un proceso continuo de mejora que tiene en cuenta los resultados de las actividades descritas en esta norma internacional.

La organización debe comunicar los resultados de la mejora continua de sus trabajadores pertinentes, y, cuando existen, los representantes de los trabajadores. La organización conservará información documentada como evidencia de los resultados de la mejora continua.

8. Futuras líneas de trabajo

Con el objetivo de optimizar⁸ y compatibilizar⁹ la disposición final de los combustibles gastados basada sobre la interdependencia, se planteará como futura línea de trabajo partir del proceso principal de disposición final directa y ampliarlo, considerando el reprocesamiento y abarcando la totalidad de los combustibles gastados de las centrales nucleares existentes y aquellas que van construirse en nuestro país.

“Se tendrá debidamente en cuenta la interdependencia entre todas las etapas de la gestión previa a la disposición final (GpDF) de los desechos radiactivos, así como el impacto de la opción de la disposición final (DF) prevista” SGI 8.2.2 (RE2- Interdependencia)

8.1 Disposición final de los combustibles gastados de CNA I

Punto de partida: los requisitos comprendidos en el sistema de gestión integrado (SGI) para la disposición final (DF) directa de los combustibles gastados de Central Nuclear Atucha I. La Figura 23 muestra el diagrama del proceso de disposición final directa (I), el proceso agregando la etapa de gestión previa (GpDF) en el diagrama (II) y en el diagrama (III), sumando al proceso las etapas de reprocesamiento y vitrificación.

Será imprescindible considerar futuros avances obtenidos en todas y cada una de las áreas asociadas a la disposición final, especialmente en materia de caracterización, reprocesamiento y vitrificación, para actualizar e incorporar al proceso principal y a los requisitos del SGI.

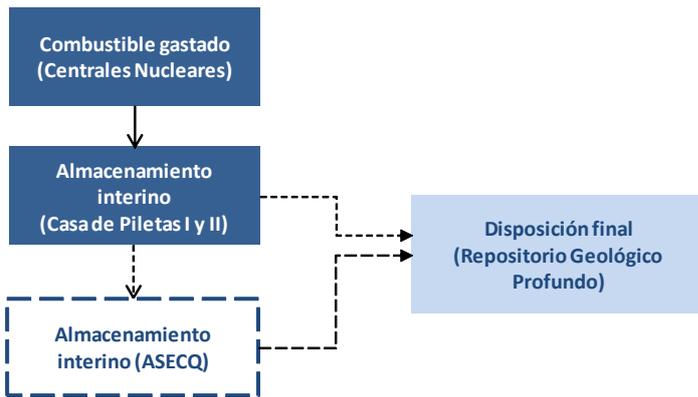
Los nuevos requisitos podrían agregarse antes de la implementación del SGI o bien luego de una revisión del mismo. En ambos casos se recomienda volver a analizar las guías y normas aplicables, para poder considerar e incorporar aquellos requisitos relativos a la caracterización, el reprocesamiento y la vitrificación de los combustibles gastados y de los productos obtenidos del reprocesamiento: residuos radiactivos sólidos y residuos líquidos vitrificados, ambos de alto nivel de actividad, que impactarán en la etapa de gestión previa a la disposición final.

En los diagramas de la Figura 24 no se esquematizó la corriente de los residuos radiactivos de medio y bajo nivel de actividad generados en el reprocesamiento.

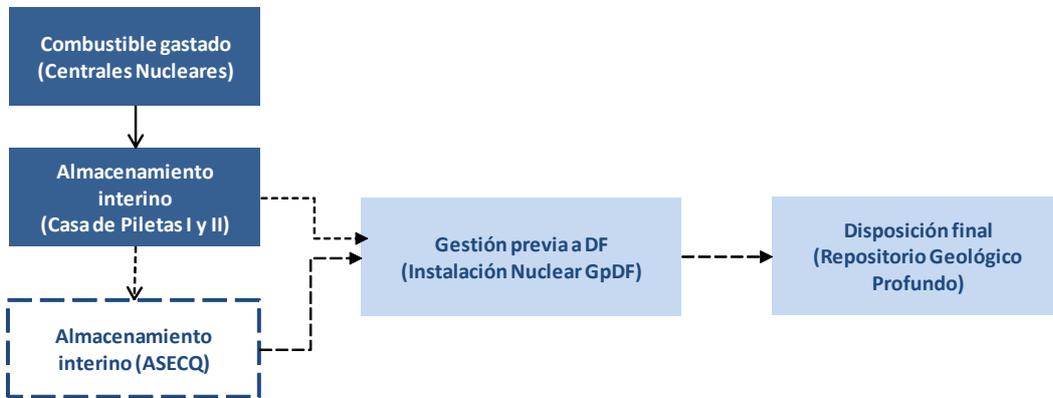
⁸ Optimización: evaluación de las opciones generales para la gestión de desechos tomando en cuenta todas las clases de interdependencia.

⁹ Compatibilidad: adopción de medidas para facilitar otras etapas y evitar que se tomen decisiones en una etapa que afecten negativamente a las opciones de que se dispone en otra.

I) DDB Disposición Final Directa - para los CCGG de Atucha I (sin reprocesamiento)



II) DDB Disposición final con GpDF - para los CCGG de Atucha I (sin reprocesamiento)



II) DDB Disposición final con GpDF - para los CCGG de Atucha I con reprocesamiento

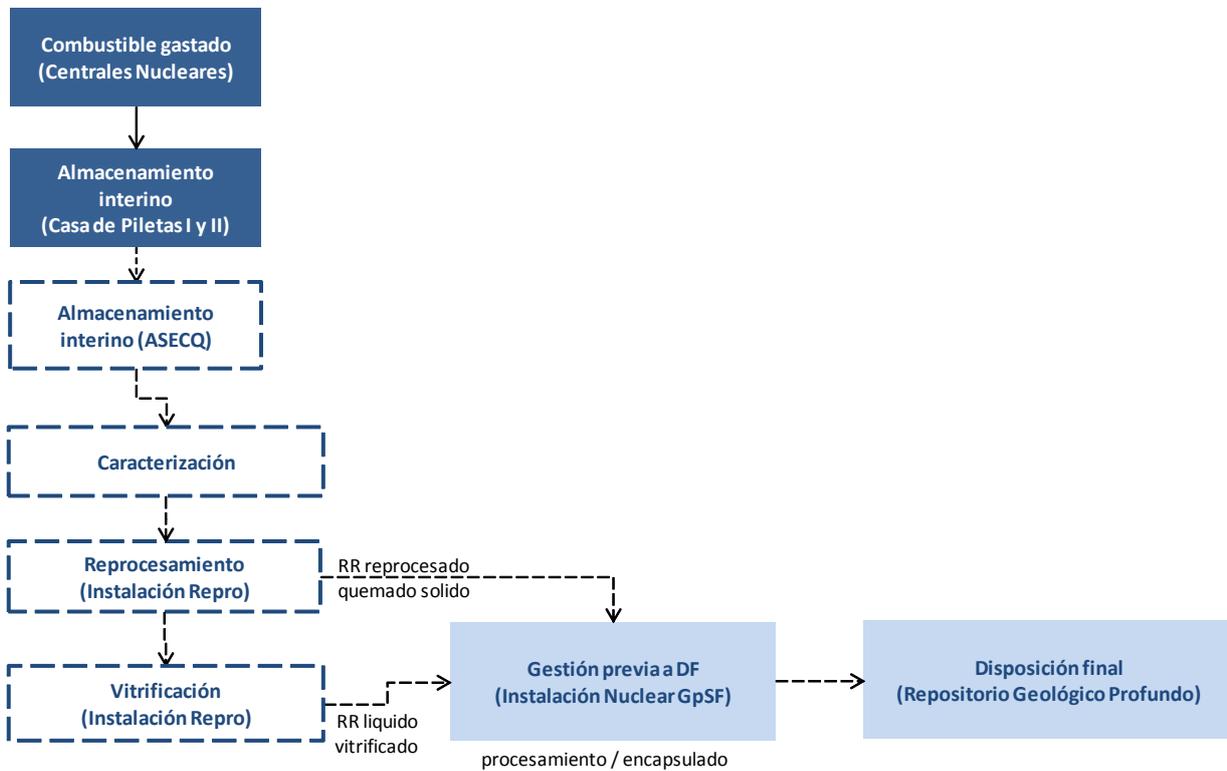


Figura 24. Secuencia de Diagramas de Bloques para la gestión de los combustibles de CNA I.

8.2 Gestión de la totalidad de los combustibles gastados

Punto de partida. La instalación de reprocesamiento y vitrificación está construida, operando para el reprocesamiento de combustibles gastados de la Central Nuclear Atucha I. Se considerará que la 4ª y la 5ª central nuclear, se construirán en el mismo predio que CNA-I y II, es decir en Lima, provincia de Buenos Aires.

Al igual que en la sección anterior, será imprescindible considerar futuros avances obtenidos en todas y cada una de las áreas asociadas a la disposición final, en especial en materia de caracterización, vitrificación y reprocesamiento, para agregar en las etapas correspondientes del proceso principal (ver Figura 25) y en los requisitos del SGI.

Los nuevos requisitos podrían agregarse antes de la implementación del SGI o bien durante una revisión del mismo. En ambos casos deberán considerarse e incorporarse aquellos requisitos de la gestión relativos al reprocesamiento y la vitrificación de los combustibles gastados, los relativos a los residuos sólidos quemados obtenidos, los residuos líquidos vitrificados, los requisitos relativos a la aceptación de las matrices vítreas y aquellos requisitos específicos necesarios para la caracterización de los combustibles gastados y de los residuos radiactivos líquidos y sólidos resultantes del reprocesamiento, que impactarían en la etapa de gestión previa a la disposición final (GpDF).

Recordando que la interdependencia de las etapas es importante, vale destacar que el orden y la planificación propuestos para el reprocesamiento de cada combustible gastado impactarán no sólo en la etapa de gestión previa, sino también en la disposición final, ya que definirán la entrada al repositorio de cada residuo radiactivo líquido vitrificado y residuo radiactivo sólido resultante del combustible gastado ya reprocesado; al mismo tiempo definirán la secuencia de llenado del mismo (ver sección 2.6.2.2, Planificación). Se omitirá en este análisis la relación existente entre el rendimiento del reprocesamiento, las características de cada combustible gastado y el grado de quemado, que influirán en la generación de los residuos radiactivos de alto nivel que luego serán gestionados en el repositorio, pero que deberían contemplarse como aspectos de la interdependencia.

En el diagrama de la Figura 25 no se consideró la corriente de los residuos radiactivos de medio y bajo nivel de actividad que se generan del reprocesamiento.

IV) DDB Disposición final con GpDF - para todos los CCGG con reprocesamiento

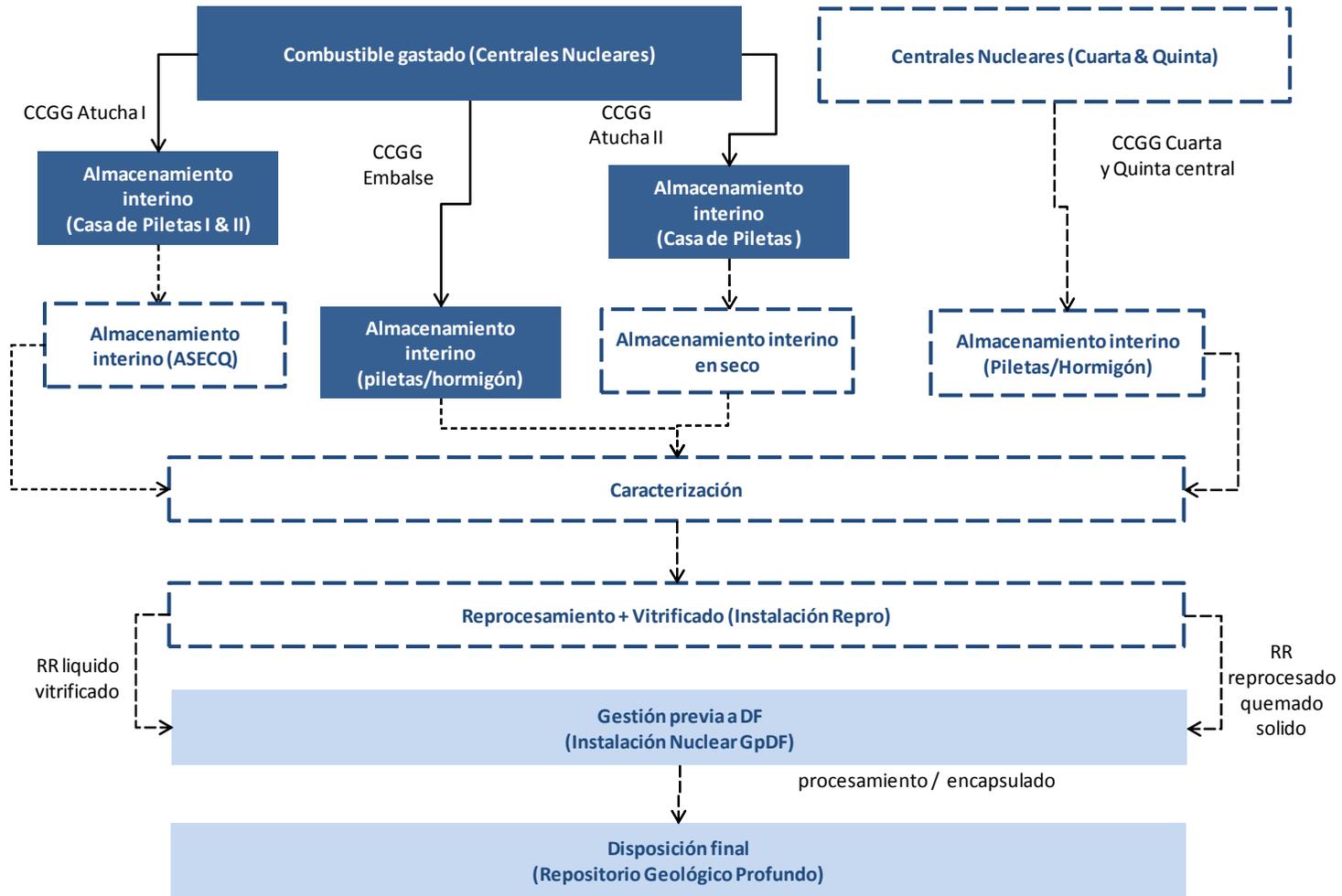


Figura 25. Diagrama de bloques para la gestión de los combustibles gastados de las centrales existentes y por construir en Argentina.

9. CONCLUSIONES

Abordar el diseño de un Sistema de Gestión Integrado para un repositorio geológico profundo, destinado al almacenamiento definitivo de los residuos radiactivos de alto nivel de actividad de la República Argentina, planteó múltiples desafíos. Uno de ellos se encontró en el proceso de disposición final, que no estaba definido. Se decidió por la opción de no reprocesamiento de los combustibles gastados con el objetivo de obtener un proceso lo más simple y sencillo posible, con la menor cantidad de etapas y de mínima complejidad.

Quedaba pendiente la definición de las etapas que unirían el almacenamiento interino actual de los combustibles gastados en las centrales nucleares con la disposición final dentro del repositorio. La solución se encontró en la bibliografía relacionada con la disposición final, a través de la cual se pudieron identificar las actividades más relevantes y necesarias para la gestión, que definieron las etapas intermedias entre el almacenamiento transitorio y la entrada al repositorio.

El siguiente paso, era definir el proceso principal y las áreas relevantes involucradas dentro del repositorio, que también se logró resolver mediante la consulta a la bibliografía especializada. Las áreas fueron delineadas sobre la base de la experiencia adquirida en instalaciones nucleares relevantes y en plantas de manufactura tradicional.

Una vez resueltos estos temas, que fueron parte de las consideraciones del planteo del problema del presente trabajo, fue posible completar el proceso principal de disposición final sobre el que está basado el modelo de sistema de gestión integrado.

El modelo de Sistema de Gestión Integrado (SGI) propuesto y desarrollado en el presente trabajo está basado sobre el ciclo de Deming y en el enfoque en procesos. Se estructuró con referencia a una norma certificable, lo que lo convierte en un sistema de gestión integrado certificable, según la norma PAS 99:2012.

El diseño de los documentos converge en un mapa de documentos compacto que consta de 45 documentos y 40 registros. La interrelación entre requisitos permite relacionar más de un sistema de gestión y sus requisitos dentro de un mismo documento, así como ubicar cada requisito dentro del SGI mediante las tablas de trazabilidad, sin perder la relación con el sistema de gestión de origen.

El modelo del Sistema de Gestión Integrado está compuesto por 2 sistemas de gestión certificables, según la norma ISO 9001:2015 y la norma DIS/ISO 45001:2016 para los sistemas de

gestión de calidad (SGC) y el sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional (SG SSS&SO), respectivamente. El Sistema de Gestión Integrado (SGI) está también compuesto por dos sistemas de gestión basados sobre guías de la Organización Internacional de Energía Atómica, el sistema de gestión de seguridad nuclear (SGN) y el sistema de gestión del repositorio (SG).

Finalmente, se completan los requisitos del SGI con el listado de requisitos regulatorios, que se presenta en forma independiente y separado del resto de los requisitos, con la idea de identificar los requisitos regulatorios al inicio de cada etapa de la implementación propuesta. Todos ellos pueden ubicarse dentro del SGI mediante las tablas de trazabilidad sin perder su origen (Anexo IV, sección 10.4).

Cada uno de los sistemas de gestión, mantiene su individualidad e independencia, lo que permite su revisión y auditoría por separado. Se puede gestionar cada sistema desde su gerencia, departamento o jefatura, según se haya definido dentro de la estructura organizacional tradicional, como por ejemplo la de CNEA. Al mismo tiempo, se pueden coordinar desde una nueva área generada para representar el SGI, como se propone en los organigramas de las Figuras 21 y 22 del presente trabajo.

El modelo del SGI (capítulo 7) se acompaña con el diseño de los documentos, plasmado en el mapa de los documentos del SGI (Tabla 29). Se propone la implementación priorizada y escalonada en tres partes, que se acoplan al final de la etapa de la construcción del repositorio y las etapas de licenciamiento. Se origina así una implementación gradual de los documentos, que se esquematiza mediante un diagrama de Gantt (Tabla 30). El mismo diagrama puede emplearse como herramienta de seguimiento del SGI una vez implementado, si se agregan los tiempos reales de cada etapa. Si se incluyen los objetivos pueden utilizarse como herramienta de seguimiento y control del Plan Estratégico para la Gestión de Residuos Radiactivos de Alta Actividad (PEGRRAA).

Tal como se expuso en el planteo del problema, se consideraron superadas varias decisiones y aspectos del marco económico y político, que influyen significativamente en la planificación estratégica de la gestión de los combustibles gastados y, por ende, en la construcción de un repositorio geológico profundo, al igual que en la implementación de un sistema de gestión integrado para el proceso de su disposición final.

A lo largo del análisis de las normas vigentes y de los sistemas de gestión propuestos para su integración (sección 4.3.1), se descartó el sistema de gestión ambiental, en el entendimiento de que su alcance es mayor y excede el alcance del sistema de gestión integrado propuesto. Sin embargo, no se perdió de vista la relevancia de la gestión ambiental, incluyendo la evaluación y el impacto ambiental, el monitoreo y los controles de cada etapa que abarca desde la elección del sitio hasta el período post-

clausura del repositorio. Dentro del marco ambiental, se considera que la generación de energía eléctrica a partir de energía nuclear es una alternativa de generación de energía limpia, que contribuye al desarrollo sustentable y atenúa los efectos responsables del cambio climático.

Los resultados del Análisis FODA dependen fuertemente de los escenarios previstos en cada caso. Se detallan a continuación las principales conclusiones.

Tecnología - Se toma una decisión sobre la disposición final: directa o con reprocesamiento

Escenario optimista: la decisión sobre la disposición final directa de los combustibles gastados se corresponde con las premisas establecidas para el planteo del problema. Es una oportunidad para la implementación del SGI, que tendría un fuerte impacto en la formación de los recursos humanos, ya que la propuesta prevé en forma escalonada la elaboración de la documentación y la capacitación. La decisión también impactaría de manera moderada en la planificación estratégica y de manera baja en la factibilidad de implementación del SGI.

Escenario pesimista: la decisión sobre la disposición final con reprocesamiento de los combustibles gastados implicaría la necesidad de reevaluar los requisitos del SGI e incluir nuevas etapas en el proceso. También impactaría negativamente en la formación de los recursos humanos, pues las acciones de capacitación en materia de reprocesamiento se llevaron a cabo hace unos 30 años y resulta imprescindible su actualización. Finalmente, también impactaría en la planificación estratégica, pues sería necesario sumar al reprocesamiento como proceso operativo, incluyendo la construcción de instalaciones para su ejecución.

Marco legal - DIS/ISO 45001:2016. Cambios de normas regulatorias y leyes

Escenario optimista: se puede asumir que la versión definitiva de la norma ISO 45001 se ajusta a lo previsto en su versión preliminar, y que solo existen cambios de versión en otras normas y leyes consideradas. Aunque se supone que tanto la legislación municipal como la provincial están alineadas con el proyecto de construcción del repositorio, es posible prever cambios en su redacción. En este caso, solo se consideraría que este factor impacta fuertemente en la eficacia y eficiencia del SGI, pero que no implicaría la necesidad de contar con recursos humanos extras, porque la revisión de los documentos del SGI y de sus requisitos es una condición necesaria para el funcionamiento y la evolución del sistema. En este caso particular, dependerá de cuán fácil de manejar o revisar, sea el diseño de los documentos y de la trazabilidad de los requisitos.

Escenario pesimista: el Sistema de Gestión Integrado se desarrolló sobre la base de la versión preliminar de la norma ISO 45001:2016, que tiene prevista la difusión de su versión definitiva para marzo 2018, en momentos en que el presente trabajo está en su etapa final de redacción. Este cambio representa una amenaza, en razón de su impacto, si esta versión definitiva de la norma se emita. Una alternativa aplicable sería su reemplazo por la versión vigente de las normas OHSAS 18001, pero ello impactaría fuertemente en los recursos humanos a emplear en la modificación de la propuesta del SGI. También podría eliminarse el sistema de seguridad y salud ocupacional del SGI, hasta que se publique la versión formal de la Norma ISO 45001:2016, aunque ello restaría eficacia del modelo original.

Partes interesadas - Difusión social: consenso o rechazo

Escenario optimista: si por medio de la difusión social las partes interesadas dan su consenso al proyecto, estarían dadas las condiciones para la implementación del SGI. Se considera que este factor impactaría fuertemente, acelerando todo lo relacionado con la planificación estratégica.

Escenario pesimista: aun contando con la difusión social, sin el consenso de las partes interesadas no podría llevarse a cabo la planificación estratégica o el proyecto de construcción del repositorio. Obviamente, la implementación del SGI sería inviable.

Se desprenden del análisis del FODA una serie de conclusiones particulares. En primer lugar, es importante destacar que la planificación estratégica y la capacitación de los recursos humanos en función del tiempo constituyen un aspecto de relevancia en la implementación exitosa del Sistema de Gestión Integrado propuesto para la disposición final de los combustibles gastados en un repositorio geológico profundo.

Se hace evidente que, aunque se produjeran cambios en las normas y las regulaciones vigentes, la eficacia y la eficiencia del sistema radican en la posibilidad de mantener la individualidad y la independencia de los requisitos, de su trazabilidad dentro del SGI y de su interrelación dentro de los documentos. Tales consideraciones son igualmente válidas aun si se sumara al proceso de disposición final, el reprocesamiento. El sistema está sostenido por la robustez del diseño de los documentos, ya sea para su implementación, su evolución o su revisión.

Se desprende de lo expuesto que deberían existir una serie de eventos y decisiones, excluyentemente ligados al entorno político y relacionadas con la definición de la política de nuestro país en materia de gestión de residuos radiactivos, como así también la difusión y la comunicación de

la planificación estratégica para lograr el apoyo y el consenso social, sin perder de vista el contexto económico y su marco legal. Tal sucesión de eventos y decisiones deberían enmarcarse dentro de un proceso de aprendizaje (gestión del conocimiento) y desarrollo tecnológico (transferencia técnica) acorde, para poder llevar a la práctica la implementación del Sistema de Gestión Integrado propuesto.

Ha sido mencionada a lo largo de esta tesis la necesidad de elaborar hipótesis de trabajo que establecieran premisas en torno a las condiciones del marco global, los aspectos técnicos específicos y las alternativas que quedan aún por definirse respecto del tema abordado. Estas condiciones sirvieron de base para delinear el proceso principal, y de ninguna manera representan restricciones o limitaciones al desarrollo del modelo, cuya aplicación podría extenderse a otras áreas. En conclusión, es posible sostener que el presente trabajo constituye una contribución válida en el desarrollo de una metodología de análisis para el diseño y la implementación de un sistema de gestión integrado.

10. Anexos

10.1 Anexo I -Listado de documentos del Organismo Internacional de Energía Atómica

Documentos seleccionados para el primer análisis marcados en color gris. **Criterio de búsqueda:** Nuclear Safety & Security/ Radioactive Waste Disposal Facilities / Show all applicable Safety Standards.

Recuperado <http://www-ns.iaea.org/standards/documents/default.asp?s=11&l=90&sub=40&vw=9#sf>. /último acceso: mayo 2016.

- **Safety Fundamentals**

Fundamental Safety Principles

Series No. SF-1, published Tuesday, November 07, 2006. English, Full Text (266 kb).

This publication is also available in French Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

- **General Safety Requirements**

The Management System for Facilities and Activities

Series No. GS-R-3, published Friday, 21 July, 2006.

English, Full Text, (299 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety

Series No. GSR Part 1 (Rev. 1), published Monday, 29 February, 2016.

English, Full Text, (593 kb).

Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards

Series No. GSR Part 3, published Saturday, 19 July, 2014.

English, Full Text, (1694 kb).

This publication is also available in Russian, Arabic, Chinese.

Safety Assessment for Facilities and Activities

Series No. GSR Part 4 (Rev. 1), published Monday, 29 February, 2016.

English, Full Text, (639 kb).

Predisposal Management of Radioactive Waste

Series No. GSR Part 5, published Tuesday, 19 May, 2009.

English, Full Text, (552 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Decommissioning of Facilities

Series No. GSR Part 6, published Tuesday, 08 July, 2014.

English, Full Text, (409 kb).

This publication is also available in Russian, Arabic, Chinese.

Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency

Series No. GSR Part 7, published Thursday, 12 November, 2015.

English, Full Text, (847 kb).

- **General Safety Guides**

Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency

Series No. GS-G-2.1, published Wednesday, 23 May, 2007.

English, Full Text, (1070 kb).
This publication is also available in Spanish.

Application of the Management System for Facilities and Activities
Series No. GS-G-3.1, published Friday, 28 July, 2006.
English, Full Text, (745 kb).
This publication is also available in Russian

The Management System for Technical Services in Radiation Safety
Series No. GS-G-3.2, published Wednesday, 02 July, 2008.
English, Full Text, (378 kb).
This publication is also available in French, Russian.

The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste
Series No. GS-G-3.3, published Wednesday, 02 July, 2008.
English, Full Text, (510 kb).
This publication is also available in Russian

Classification of Radioactive Waste
Series No. GSG-1, published Monday, 28 December, 2009.
English, Full Text, (895 kb).
This publication is also available in Spanish, Russian.

Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency
Series No. GSG-2, published Thursday, 17 March, 2011.
English, Full Text, (1515 kb).
This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic.

The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste
Series No. GSG-3, published Thursday, 18 April, 2013.
English, Full Text, (1300 kb).
Use of External Experts by the Regulatory Body

Series No. GSG-4, published Thursday, 21 February, 2013.
English, Full Text, (621 kb).
Justification of Practices, Including Non-medical Human Imaging

Series No. GSG-5, published Friday, 17 October, 2014.
English, Full Text, (656 kb).

Occupational Radiation Protection
Series No. RS-G-1.1, published Wednesday, 13 October, 1999.
English, Full Text, (243 kb).
This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides
Series No. RS-G-1.2, published Tuesday, 02 November, 1999.
English, Full Text, (316 kb).
This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation
Series No. RS-G-1.3, published Tuesday, 28 September, 1999.
English, Full Text, (307 kb).
This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Building Competence in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources
Series No. RS-G-1.4, published Tuesday, 08 May, 2001.

English, Full Text, (123 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection

Series No. RS-G-1.8, published Monday, 22 August, 2005.

English, Full Text, (1064 kb).

This publication is also available in Spanish.

Categorization of Radioactive Sources

Series No. RS-G-1.9, published Monday, 15 August, 2005.

English, Full Text, (561 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment

Series No. WS-G-2.3, published Friday, 15 September, 2000.

English, Full Text, (171 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

Predisposal Management of Low and Intermediate Level Radioactive Waste

Series No. WS-G-2.5, published Wednesday, 30 April, 2003.

English, Full Text, (334 kb).

This publication is also available in Spanish, Russian.

Predisposal Management of High Level Radioactive Waste

Series No. WS-G-2.6, published Wednesday, 30 April, 2003.

English, Full Text, (344 kb).

This publication is also available in Spanish, Russian.

Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents

Series No. WS-G-3.1, published Thursday, 01 March, 2007.

English, Full Text, (344 kb).

This publication is also available in Spanish.

Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices

Series No. WS-G-5.1, published Wednesday, 08 November, 2006.

English, Full Text, (381 kb).

This publication is also available in Spanish, Russian.

Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material

Series No. WS-G-5.2, published Tuesday, 24 February, 2009.

English, Full Text, (817 kb).

This publication is also available in Russian.

Storage of Radioactive Waste (no incluida en el primer análisis)

Series No. WS-G-6.1, published Tuesday, 28 November, 2006.

English, Full Text, (412 kb).

This publication is also available in Spanish, Russian.

- **Specific Requirements**

Disposal of Radioactive Waste

Series No. SSR-5, published Thursday, 05 May, 2011.

English, Full Text, (802 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Arabic, Chinese.

- **Specific Safety Guides**

Organization and Staffing of the Regulatory Body for Nuclear Facilities
Series No. GS-G-1.1, published Thursday, 05 September, 2002.

English, Full Text, (154 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Chinese.

Review and Assessment of Nuclear Facilities by the Regulatory Body
Series No. GS-G-1.2, published Thursday, 05 September, 2002.

English, Full Text, (194 kb).

This publication is also available in French, Russian, Chinese.

Regulatory Inspection of Nuclear Facilities and Enforcement by the Regulatory Body
Series No. GS-G-1.3, published Friday, 06 September, 2002.

English, Full Text, (204 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Chinese.

Documentation for Use in Regulating Nuclear Facilities

Series No. GS-G-1.4, published Monday, 09 September, 2002.

English, Full Text, (176 kb).

This publication is also available in French, Spanish, Russian, Chinese.

The Management System for the Disposal of Radioactive Waste

Series No. GS-G-3.4, published Tuesday, 01 July, 2008.

English, Full Text, (429 kb).

This publication is also available in Russian.

The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste
Series No. GSG-3, published Thursday, 18 April, 2013.

English, Full Text, (1300 kb).

Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste (no fue incluida en el primer análisis)

Series No. SSG-1, published Wednesday, 16 December, 2009.

English, Full Text, (1302 kb).

Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste

Series No. SSG-14, published Wednesday, 21 September, 2011.

English, Full Text, (1091 kb).

The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste

Series No. SSG-23, published Friday, 28 September, 2012.

English, Full Text, (1155 kb).

Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste (no fue incluida en el primer análisis)

Series No. SSG-29, published Friday, 21 March, 2014.

English, Full Text, (925 kb).

Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities

Series No. SSG-31, published Thursday, 22 May, 2014.

English, Full Text, (491 kb).

10.2 Anexo II -Listado de los requisitos del sistema de gestión de seguridad nuclear

10.2.1 Listado de requisitos de entrada (RE) a la disposición final (GpDF)

Requisitos de entrada	
Responsabilidades del Explotador	RE1
Interdependencia	RE2
Sistema de gestión	RE3
Generación y control de desechos radiactivos	RE4
Caracterización y clasificación de desechos radiactivos	RE5
Procesamiento de desechos radiactivos	RE6
Almacenamiento de desechos radiactivos	RE7
Criterios de aceptación de desechos radiactivos	RE8
Procesamiento de combustibles gastados	RE9
Sistema de contabilidad y control de materiales nucleares	RE10
Registros	RE11
Aseguramiento de la calidad	RE12

10.2.2 Listado de requisitos de seguridad (RS) para la etapa de disposición final

Requisitos de seguridad		Requisitos de seguridad	
Responsabilidades gubernamentales	RS1	Desarrollo escalonado IDF	RS11
Responsabilidad del regulador	RS2	Explotación de IDF	RS12
Responsabilidad del explotador	RS3	Cierre IDF	RS13
Seguridad explotación de la IDF	RS4	Aceptación de DR en IDF	RS14
Medios pasivos de seguridad	RS5	Monitorización IDF	RS15
Confianza de seguridad IDF	RS6	Post cierre controles institucionales	RS16
Funciones múltiples	RS7	Sistema de contabilidad y control de material nuclear	RS17
Contención de DR	RS8	Seguridad física nuclear	RS18
Aislamiento DR	RS9	Sistema de gestión	RS19
Vigilancia y control seguridad pasiva	RS10	Instalaciones existentes	RS20

10.2.3 Listado de requisitos de gestión (RG) para la Disposición final

Requisitos de gestión DF		Requisitos de gestión DF	
Requisitos generales	RG1	Recuperabilidad antes y después del cierre	RG22
Cultura de la seguridad	RG2	Procesos genéricos de gestión- control de documentos	RG23
Aplicación escalonada de los requisitos del sistema de gestión	RG3	Control de productos	RG24
Documentación del SG	RG4	Control de registros	RG25
Compromiso de AD	RG5	Retención de registros	RG26
Satisfacción partes interesadas	RG6	Soportes de grabación y mantenimiento de registros	RG27
Políticas institucionales	RG7	Transferencia de información entre organización y generaciones futuras	RG28
Planificación	RG8	Compras	RG29
Responsabilidades y facultades respecto del SG	RG9	Comunicación	RG30
Suministro de recursos	RG10	Gestión de cambios institucionales	RG31
RRHH y competencias individuales	RG11	Medición, evaluación y mejora	RG32
Infraestructura y entorno de trabajo	RG12	Vigilancia y medición	RG33
Recursos financieros	RG13	Autoevaluación- evaluación de los procesos de gestión	RG34
Establecimiento de los procesos	RG14	Evaluación de los procesos de trabajo	RG35
Estrategia para desarrollo de procesos de gestión y de trabajos integrados	RG15	Evaluación independiente	RG36
Gestión de los procesos	RG16	Revisión del sistema de gestión	RG37
Control y gestión de procesos específicos DF - Diseño de procesos de trabajo	RG17	Disconformidades, medidas correctivas y preventivas	RG38
El control de procesos de trabajo	RG18	No conformidades	RG39
Validación de los procesos de trabajo	RG19	Acciones correctivas	RG40
Procesos especiales	RG20	Acciones preventivas	RG41
Inspección y pruebas	RG21	Mejoras	RG42

10.3 Anexo III- Listado de requisitos del sistema de gestión de calidad (SGC) y del sistema de seguridad y salud ocupacional (SS&SO)

Requisitos de calidad y SS&SO		Requisitos de calidad y SS&SO	
Contexto de la organización y de su contexto	4	Personas	7.1.2
Comprensión de la organización y de su contexto	4.1	Infraestructura	7.1.3
Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	4.2	Ambiente para la operación de los procesos	7.1.4
Determinación del alcance del SGC y SS&SO	4.3	Recursos de seguimiento y medición	7.1.5
SGI y sus procesos	4.4	Generalidades	7.1.5.1
Liderazgo	5	Trazabilidad de las mediciones	7.1.5.1
Liderazgo y compromiso	5.1	Conocimientos de la organización	7.1.6
Generalidades	5.1.1	Competencia	7.2
Enfoque al cliente	5.1.2	Toma de conciencia	7.3
Política de calidad y SS&SO	5.2	Comunicación	7.4
Establecimiento de la política	5.2.1	Información documentada	7.5
Comunicación de la política	5.2.2	Generalidades	7.5.1
Roles, responsabilidades y autoridades de la organización	5.3	Creación y actualización	7.5.2
Participación y consulta	5.4	Control de la información documentada	7.5.3
Planificación	6	Operación	8
Acciones para abordar riesgos y oportunidades	6.1	Planificación y control operacional	8.1
Generalidades	6.1.1	Jerarquía de controles	8.1.1
Identificación y evaluación de riesgos	6.1.2	Requisitos para los productos y servicios	8.2
Identificación de riesgos	6.1.2.1	Comunicación con el cliente	8.2.1
Evaluación de riesgos	6.1.2.2	Determinación de los requisitos para los productos y servicios	8.2.2
Identificación de oportunidades	6.1.2.3	Revisión de los requisitos para productos y servicios	8.2.3
Determinación de requisitos legales y otros requisitos	6.1.3	Cambios en los requisitos para productos y servicios	8.2.4
Planificación para tomar acción	6.1.4	Diseño y desarrollo de productos y servicios	8.3
Objetivos y planificación para lograrlos	6.2	Generalidades	8.3.1
Objetivos	6.2.1	Planificación del diseño y desarrollo	8.3.2
Planificación para lograr objetivos	6.2.2	Entradas del diseño y desarrollo	8.3.3
Planificación de los cambios	6.3	Controles del diseño y desarrollo	8.3.4
Soporte	7	Salidas del diseño y desarrollo	8.3.5
Recursos	7.1	Cambios del diseño y desarrollo	8.3.6
Generalidades	7.1.1	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	8.4

Anexo III- Listado de requisitos del sistema de gestión de calidad (SGC) y del sistema de seguridad y salud ocupacional (SS&SO) continuación.

Requisitos de calidad y S&SO		Requisitos de calidad y SS&SO	
Generalidades	8.4.1	Generalidades	9.1.1
Tipo y alcance del control	8.4.2	Satisfacción del cliente	9.1.2
Información para proveedores externos	8.4.3	Análisis y evaluación	9.1.3
Gestión del cambio	8.4.4	Evaluación del cumplimiento de los requisitos	9.1.4
Tercerización	8.4.5	Auditoría interna	9.2
Contratos	8.4.6	Objetivos	9.2.1
Contratistas	8.4.7	Proceso de auditoría	9.2.2
Preparación y respuesta ante emergencias	8.4.8	Revisión por la dirección	9.3
Producción y provisión de servicios	8.5	Generalidades	9.3.1
Control de la producción y de la provisión del servicio	8.5.1	Entradas de la revisión por la dirección	9.3.2
Identificación y trazabilidad	8.5.2	Salidas de la revisión por la dirección	9.3.3
Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos	8.5.3	Mejora	10
Preservación	8.5.4	Generalidades	10.1
Actividades posteriores a la entrega	8.5.5	No conformidad y acción correctiva	10.2
Control de los cambios	8.5.6	Incidente, no conformidad y acción correctiva	10.2.1
Liberación de los productos y servicios	8.6	Mejora continua	10.3
Control de las salidas no conformes	8.7	Objetivos	10.3.1
Evaluación de desempeño	9	Proceso de mejora continua	10.3.2
Seguimiento, medición, análisis y evaluación	9.1		

10.4 Anexo IV – Tabla de trazabilidad de los requisitos R Calidad y SS&SO, RE, RS, RG y los R Regulatorios, la codificación del SGI y la priorización de cada ítem por etapa (EP#). SGI – Contexto de la organización (capítulo 4)

Items	Requisitos Calidad y S&SO	Requisitos de entrada (GdDF)	Requisitos seguridad DF	Requisitos gestión DF	Requisitos Regulatorios	Requisitos del SGI	EP#
Contexto de la organización	4					RSGI 4	2
Comprensión de la organización y de su contexto	4.1					RSGI 4.1	
Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	4.2			RG6		RSGI 4.2	
Determinación del alcance del SGI*	4.3*			RG1; RG2			
SGI y sus procesos*	4.4*		RS19	RG3			
Liderazgo	5					RSGI 5	
Liderazgo y compromiso	5.1					RSGI 5.1	
Generalidades	5.1.1						
Enfoque al cliente	5.1.2						
Política de SGI	5.2			RG7		RSGI 5.2	
Establecimiento de la política	5.2.1						
Comunicación de la política*	5.2.2*						
Roles, responsabilidades y autoridades de la organización	5.3	RE1	RS1, RS2, RS3	RG5; RG9	RR7 a RR21; RR29 a RR36; RR80: RR108; RR148; RR150; RR127 a RR135; RR187 a RR195	RSGI 5.3	
Participación y consulta	5.4						2,3
Planificación	6			RG8		RSGI 6	2
Acciones para abordar riesgos y oportunidades	6.1				RR40 a RR43; RR46; RR47 a RR55; RR81	RSGI 6.1	
Generalidades	6.1.1						
Identificación y evaluación de riesgos	6.1.2				RR72 a RR76		
Identificación de riesgos	6.1.2.1						

Anexo IV - Tabla para ubicar los requisitos de cada sistema del SGI y los requisitos regulatorios, priorizados por etapa (EP#) (continuación)

Items	Requisitos Calidad y S&SO	Requisitos de entrada (GdDF)	Requisitos seguridad DF	Requisitos gestión DF	Requisitos Regulatorios	Requisitos del SGI	EP#	
Evaluación de riesgos	6.1.2.2						2	
Identificación de oportunidades	6.1.2.3							
Determinación de requisitos legales y otros requisitos	6.1.3				RR1 a RR6; RR40 a RR42; RR45, RR77 a RR79	6.1.3	1	
Planificación para tomar acción	6.1.4					RSGI 6.1.4	2	
Objetivos y planificación para lograrlos*	6.2*					RSGI 6.2		
Objetivos*	6.2.1*							
Planificación para lograr objetivos	6.2.2							
Planificación de los cambios	6.3							
Soporte	7					RSGI 7	1	
Recursos	7.1			RG10; RG13		RSGI 7.1		
Generalidades	7.1.1					7.1.1		
Personas	7.1.2			RG11	RR43;	7.1.2		
Infraestructura	7.1.3			RG12	RR22 a RR28; RR136; RR110 a RR126	7.1.3		
Ambiente para la operación de los procesos	7.1.4				RR56 a RR71	7.1.4		
Recursos de seguimiento y medición*	7.1.5					7.1.5		
Generalidades	7.1.5.1*					7.1.5.1		
Trazabilidad de las mediciones*	7.1.5.2*					7.1.5.1		
Conocimientos de la organización	7.1.6					7.1.6		
Competencia*	7.2*				RR38; RR83, RR84; RR145 a RR186	RSGI 7.2		
Toma de conciencia	7.3					RSGI 7.3		2
Información y Comunicación	7.4			RG30		RSGI 7.4		
Información documentada	7.5			RG4	RR82; RR88 a RR91	RSGI 7.5		
Generalidades	7.5.1							

Anexo IV - Tabla para ubicar los requisitos de cada sistema del SGI y los requisitos regulatorios, priorizados por etapa (EP#) (continuación)

Items	Requisitos Calidad y S&SO	Requisitos de entrada (GdDF)	Requisitos seguridad DF	Requisitos gestión DF	Requisitos Regulatorios	Requisitos del SGI	EP#
Creación y actualización	7.5.2			RG28			2
Control de la información documentada	7.5.3			RG23, RG24, RG25, RG26, RG27			
Operación	8					RSGI 8	
Planificación y control operacional	8.1	RE4, RE5, RE6, RE7, RE8, RE9	RS5, RS6, RS10, RS11, RS12, RS13, RS15, RS16, RS18, RS20	RG14, RG16, RG17, RG18, RG19		RSGI 8.1	
Jerarquía de controles	8.1.1						
Requisitos para los productos y servicios	8.2						
Comunicación con el cliente	8.2.1						
Determinación de los requisitos para los productos y servicios	8.2.2	RE2, RE3, RE10, RE11, RE12	RS4, RS7, RS8, RS9, RS14, RS17, RS19				
Revisión de los requisitos para productos y servicios*	8.2.3*						
Cambios en los requisitos para productos y servicios	8.2.4					8.2.4	
Diseño y desarrollo de productos y servicios	8.3			RG15		8.3	
Generalidades	8.3.1					8.3.1	
Planificación del diseño y desarrollo	8.3.2					8.3.2	
Entradas del diseño y desarrollo*	8.3.3*					8.3.3	
Controles del diseño y desarrollo	8.3.4					8.3.4	
Salidas del diseño y desarrollo*	8.3.5*					8.3.5	
Cambios del diseño y desarrollo*	8.3.6*					8.3.6	
Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente*	8.4					8.4	
Generalidades	8.4.1*					8.4.1	
Tipo y alcance del control	8.4.2					8.4.2	
Información para proveedores externos	8.4.3					8.4.3	
Gestión del cambio	8.4.4			RG31	RR39	8.4.4	
Tercerización	8.4.5			RG29		8.4.5	
Contratos	8.4.6					8.4.6	
Contratistas	8.4.7					8.4.7	
Preparación y respuesta ante emergencias	8.4.8				RR92 a RR107	8.4.8	

Anexo IV - Tabla para ubicar los requisitos de cada sistema del SGI y los requisitos regulatorios, priorizados por etapa (EP#) (continuación)

Items	Requisitos Calidad y S&SO	Requisitos de entrada (GdDF)	Requisitos seguridad DF	Requisitos gestión DF	Requisitos Regulatorios	Requisitos del SGI	EP#
Producción y provisión de servicios	8.5					8.5	2
Control de la producción y de la provisión del servicio	8.5.1			RG20, RG21, RG22		8.5.1	
Identificación y trazabilidad*	8.5.2*					8.5.2	
Propiedad perteneciente a los clientes o proveedores externos*	8.5.3*					8.5.3	
Preservación	8.5.4						
Actividades posteriores a la entrega	8.5.5						
Control de los cambios*	8.5.6*					8.5.6	1,2,3
Liberación de los productos y servicios*	8.6*						2
Control de las salidas no conformes*	8.7*						
Evaluación de desempeño	9					RSGI 9	3
Seguimiento, medición, análisis y evaluación*	9.1					RSGI 9.1	
Generalidades	9.1.1*						
Satisfacción del cliente	9.1.2						2,3
Análisis y evaluación	9.1.3			RG32, RG33, RG34, RG35, RG36			3
Evaluación del cumplimiento de los requisitos	9.1.4					9.1.4	
Auditoría interna	9.2				RR37, RR44		
Objetivos	9.2.1						
Proceso de auditoría*	9.2.2*						
Revisión por la dirección	9.3			RG37			
Generalidades	9.3.1						
Entradas de la revisión por la dirección	9.3.2						
Salidas de la revisión por la dirección*	9.3.3*						
Mejora	10			RG42		RSGI 10	
Generalidades	10.1						
No conformidad y acción correctiva*	10.2*			RG38, RG39, RG40, RG41		RSGI 10.2	
Incidente, no conformidad y acción correctiva	10.2.1						
Mejora continua	10.3					RSGI 10.3	
Objetivos	10.3.1						
Proceso de mejora continua	10.3.2						

11. Glosario

AEN: Agencia de Energía Nuclear, es un organismo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico fundada 1958 al que pertenecen todos los miembros de la OCDE. <http://www.minetad.gob.es/energia/nuclear/OrganismosInternacionales/> ultimo acceso: junio 2017.

ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear, es el organismo nacional argentino dedicado a la regulación en materia de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y seguridad física. <http://www.arn.gov.ar/> ultimo acceso: mayo 2017.

AREVA: el grupo Areva es un conglomerado multinacional francés, líder en el sector de la energía nuclear, creado en 2001 a partir de la fusión que se acordó el 30 de noviembre de 2000 de las empresas CEA-Industrie, Cogema, Framatome ANP y FCI. El nombre Areva se inspirado en el Real Monasterio Trapista de Santa María, en Arévalo, España. AREVA está organizada en dos entidades separadas, cada una con un Comité Ejecutivo encargado de dirigir las operaciones: NewCo COMEX y AREVA NP COMEX. La nueva AREVA cubre las operaciones del ciclo del combustible. AREVA NP incluye reactores y combustible. <http://www.areva.com/EN/group-749/provide-access-to-cleaner-safer-and-more-economical-energy-to-as-many-people-as-possible.html/> ultimo acceso: marzo 2017.

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica, es un organismo autárquico dependiente del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Sus facultades y funciones están establecidas principalmente en la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.804). <http://www.cnea.gov.ar/organizacion/> ultimo acceso: junio 2017.

CUE: Consejo de la Unión Económica Europea, creado en 1958 con sede en Bruselas, Bélgica. El Consejo es el principal órgano de decisión de la Unión Europea junto con el Parlamento Europeo. Representa a los Gobiernos de los Estados miembros, adoptar la legislación europea y coordinar las políticas de la UE. Sus funciones: Negociar y adoptar la legislación de la UE, junto con el Parlamento Europeo, a partir de las propuestas de la Comisión Europea. -Coordina las políticas de los Estados miembros. Desarrolla la política exterior y de seguridad, siguiendo las directrices del Consejo Europeo. Celebra acuerdos entre la UE y otros países u organizaciones internacionales. Junto con el Parlamento Europeo, aprueba el presupuesto de la UE. Los ministros de cada país de la UE se reúnen para debatir, modificar y adoptar leyes y coordinar las políticas nacionales. Cada ministro tiene competencias para asumir compromisos en nombre de su Gobierno en relación con las actuaciones acordadas en las reuniones. http://europa.eu/european-union/about-eu/countries/member-countries/belgium_es/ ultimo acceso: junio 2017.

CANDU: Canadian reactor de uranio natural de tubo de presión (PTR) moderado de agua pesada. El nombre se compone de: CAN. Para Canadá, D para el término técnico óxido de deuterio, es decir, agua pesada y U para el combustible de uranio. Reactor de agua pesada. Reactor enfriado y/o moderado con agua pesada. Ejemplo: CANDU, CNA I, Argentina.

Canister: (en la tecnología nuclear), la designación para el bloque de vidrio -incluida su carcasa metálica soldada hermética a los gases fabricada en acero inoxidable- de residuos vitrificados de alta actividad. Un recipiente contiene aproximadamente 400 kg de producto de vidrio con 16% de residuos radiactivos. <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/canister.htm/> ultimo acceso: mayo 2017.

CNNC: Corporación Nuclear Nacional de China, es una empresa estatal bajo la gestión directa del gobierno central. Ha establecido un marco completo de la industria de tecnología nuclear y ha construido con éxito la primera planta de energía nuclear de la República Popular China. Es un elemento principal de las fuerzas nucleares estratégicas nacionales y del desarrollo de la energía nuclear. Realiza misiones para garantizar la seguridad nacional y facilitar el desarrollo económico interno. http://en.cnncc.com.cn/2016-02/01/c_49164.htm/ultimo acceso: marzo 2017.

Fennovoima, Hanhikivi: Hanhikivi -1 o FH1 será una central nuclear, el nombre proviene de la península de Hanhikivi, al norte del mar Báltico en Finlandia. Destinada a producir electricidad en 2024 para sus propietarios a precio de costo de producción. Fennovoima (es una empresa finlandesa de energía nuclear establecida por un consorcio de empresas finlandesas de energía e industriales) y RAOS Project, filial de Rusatom Energy International (es la corporación nuclear nacional de la Federación Rusa que reúne a cerca de 350 empresas nucleares e instituciones de investigación y desarrollo. Con 70 años de experiencia en el campo nuclear, proporciona servicios nucleares integrales que van desde el enriquecimiento de uranio hasta el tratamiento de residuos nucleares) tienen un contrato de suministro de plantas para la central nuclear Hanhikivi 1. <http://www.fennovoima.com/en/hanhikivi-1-project/>ultimo acceso: marzo 2017

Flamanville-3, Francia: la primera planta de Generación III de la nueva generación de reactores franceses y la centésima entre los reactores de AREVA en todo el mundo. Las autoridades y los servicios públicos franceses lanzaron su programa de renacimiento nuclear, teniendo en cuenta que 2020, la flota original de centrales nucleares del país comenzará a entrar en la fase de clausura. <http://www.areva.com/EN/operations-2397/france-flamanville-3.html/> ultimo acceso: marzo 2017.

Hualong-One: Hualong-1, HL-1 o HPR1000. HPR1000 es una planta nuclear avanzada (NPP) reúne las características de una filosofía activa y pasiva del diseño de la seguridad, desarrollada por la corporación nuclear nacional de China (CNNC). El diseño evolutivo basado sobre la tecnología probada del actual reactor de agua presurizada, incorpora características avanzadas, incluyendo un núcleo de ensamble de combustible de 177 cargas con conjuntos de combustible CF3, sistemas de seguridad activa y pasiva, medidas integrales de prevención y mitigación de accidentes graves, protección mejorada contra eventos externos y capacidad mejorada de respuesta a emergencias. El diseño de HPR1000 cumple con los requisitos internacionales de utilidad para reactores avanzados de agua ligera y los últimos requisitos de seguridad nuclear y aborda las cuestiones de seguridad relacionadas con el accidente de Fukushima. Junto con su excelente seguridad y economía, HPR1000 ofrece una solución excelente y viable para los mercados de energía nuclear tanto nacionales como internacionales. Ji Xing, Daiyong Song, Yuxiang Wu (2016) HPR1000: Advanced Pressurized Water Reactor with Active and Passive Safety. *China Nuclear Power Engineering. Volumen 2. March 2016.*

Metal pesado: medida útil del rendimiento en el ciclo del combustible nuclear es la energía obtenida por unidad de masa de combustible, conocida como la combustión del combustible. La combustión se especifica comúnmente en megawatts-día o gigawatts-día de producción térmica por tonelada métrica de metal pesado (MWdT / MTHM o GWdT / MTHM). Esta es una notación engorrosa para uso repetido, y representamos GWdT / MTHM en una forma más compacta como GWd / t (gigawatts-día por tonelada). En unidades de energía estándar, $1 \text{ GWd} = 8,64 \cdot 10^{13} \text{ Joules (J)}$. Para la mayoría de los reactores, el "metal pesado" en el combustible original es uranio, en forma de óxido de uranio (UO_2). Alrededor del 12% de la masa del combustible es oxígeno y, por lo tanto, hay una distinción entre la masa de metal pesado y la masa del combustible. El metal pesado en el combustible gastado extraído del reactor sigue siendo principalmente uranio, pero también incluye isótopos de plutonio y - en una pequeña extensión - otros elementos transuránicos. Típicamente, la masa de metales pesados es aproximadamente 3% o 4% menos en el combustible gastado que en el combustible inicial debido a la

fisión. <https://www.briangwilliams.us/nuclear-energy-3/basic-unit-for-burnup-gwdt-per-mthm.html>/ultimo acceso: junio 2017.

OIEA: El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA o IAEA por su sigla en inglés) pertenece a las organizaciones internacionales conexas al sistema de las Organización de las Naciones Unidas (ONU). El Organismo Internacional de Energía Atómica es el principal foro mundial de cooperación científica y técnica en el uso pacífico de la tecnología nuclear. Establecido por las Naciones Unidas en 1957 como organización independiente, el OIEA presta sus servicios a 168 estados miembros. Su objetivo es asegurar que la asistencia prestada no se utilice con fines militares, establecer normas de seguridad nuclear y protección ambiental, ayudar a los países miembros mediante actividades de cooperación técnica y alentar el intercambio de información científica y técnica sobre la energía nuclear. <https://www.iaea.org/es/> ultimo acceso: julio 2017.

PWR: (pressurized water reactor) reactor de agua a presión utiliza un recipiente de presión del reactor para contener el combustible nuclear, el moderador, las barras de control y el refrigerante. Se enfrían y se moderan mediante agua líquida de alta presión. A esta presión, el agua hierve a aproximadamente 350 °C. Esta alta presión es mantenida por el presurizador. La temperatura de entrada del agua es de aproximadamente 290 °C. El agua (refrigerante) se calienta en el núcleo del reactor a aproximadamente 325 °C a medida que el agua circula a través del núcleo. <http://www.nuclear-power.net/pwr-pressurized-water-reactor/>ultimo acceso: junio 2017.

12. Referencias

Ley 25279 Convenciones. Publicada en el Boletín Oficial el 4 de agosto de 2000.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2011) Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión de Combustibles Gastados y sobre Seguridad en la de Desechos Radiactivos. Cuarto Informe Nacional. Argentina.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2017) Informe sobre las centrales nucleares IV y V. Buenos Aires, Argentina.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2015) Plan Estratégico 2015-2025. Buenos Aires, Argentina.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2010) Plan Estratégico 2010-2019. Buenos Aires, Argentina.

International Atomic Energy Agency (2017) Nuclear Technology Review 2017. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2016) Nuclear Technology Review 2016. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2015) Nuclear Technology Review 2015. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2013) Nuclear Technology Review 2013. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2008) The management system for facilities and activities. Safety guide N° GS-G-3.4. Vienna, Austria.

Organismo Internacional de Energía Atómica (2012) Disposición Final de Desechos Radiactivos de Actividad Alta. Requisitos de Seguridad Específicos N° SSR-5. Viena, Austria¹⁰.

Organismo Internacional de Energía Atómica (2010) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales N° GSR parte 5. Viena, Austria.

Organismo Internacional de Energía Atómica (2009) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de seguridad N° WS-G-2.6. Viena, Austria.

Organismo Internacional de Energía Atómica (20015) Clasificación de desechos radiactivos. Guía de seguridad general N° GSG-1. Viena, Austria.

¹⁰ Material consultado en español, citado como (OIEA, 2012).

- Nuclear Waste Management Organization (2015) Programs Around the World for Managing Used Nuclear Fuel. Ontario, Canadá.
- Autoridad Regulatoria Nuclear (2013) Manual del Curso de Protección Radiológica -Nivel técnico. Buenos Aire, Argentina.
- Norma Internacional ISO 9001 (2015) Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
- PAS 99 (2012) Specification of common management system requirements as a framework for integration.
- Ciallella, N.R. (1997a). Eliminación de residuos radiactivos de alta actividad. *Ciencia Hoy* N° 42 vol. 7 1997, 19-42.
- Ciallella, N R. (1997b). Residuos Radiactivos de Alta Actividad: consideraciones sobre su eliminación final. *Seguridad Radiológica* N°16 199, 7-42.
- Gonzales A.J. & Migliori de Beninson A. (1984). La transferencia de tecnología en la eliminación de residuos radiactivos: la experiencia argentina. *CNEA Energía Nuclear* N°15, 1984. 33-35.
- Jin-Seop Kim, Sang-Ki Kwon, Marcelo Sanchez & Gye-Chun Cho (2011) Geological storage of high level nuclear waste. *KSCE Journal of Civil Engineering* 2011 15(4) 721-737.
- Pahissa, M. (2007). Gestión final del combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad: situación y tendencias en el mundo. *CNEA Año 7-Numero 27-28. julio/diciembre 2007*.
- Palacios, E.; Ciallella, N, Petraitis, E. (1990) Proyecto Argentino para la eliminación final de residuos radiactivos de alta actividad. *CNEA –REPO 43 1989.3-9*.
- Beuter O., Luna Davila H., Maset E., Furriel M., Casals L. & Quiros H. (2015) First experience in basic design of a dry storage facility for spent fuel in Argentina. ASECQ Project of Atucha I NPP: Spent fuel dry storage basic and final design. *International Conference of Management of Spent Fuel from Nuclear Power Reactors – An Integrated Approach to the Back-end of the Fuel Cycle*. 15-19 June, 2015.Vienna, Austria.
- Migliori de Beninson, A; Palacios, E. (mayo, 1983) Política en materia de gestión de desechos y su aplicación en Argentina. *International Conference on Radioactive Waste Management*. CNEA, Washington, EE.UU.
- Moliterno, G.; Beuter, O.; Frediani, J.M.; Zanni, J.P.; Oyola, J.P.& Vizcaino, P. (2010) Atucha I: NPP Spent fuel dry storage conceptual design. *3rd International Seminar on Spent Fuel Storage 2010*. (CRIEPI Conference) Tokio, Japón.

- Palacios, E.; Matar, J.A.; Preucca, J.C.; Preisz, G.E. (mayo, 1983) Bases conceptuales para la construcción de un repositorio en Argentina. *International Conference on Radioactive Waste Management*. CNEA, Washington, EE.UU.14p.
- Rey, F. C, Ramilo, L.B, Gómez de Soler, S. M. & Coppari, N.R. (2007) Consideraciones particulares del combustible nuclear. *CNEA. Boletín Energético. Año X-número 19-1º semestre 2007*.
- Varani, J.L.; Petraitis, E.J.; Vazquez, A. (noviembre, 1981) Vitricación de residuos líquidos de alta actividad. *X Reunión Científica de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear*. CNEA, Bahía Blanca, Argentina.
- Andreotti, J. I. (2013). En el invierno de 2013 la Central Nuclear ATUCHA II estará en marcha y conectada a la red. ¿Habrá que alegrarse o preocuparse? Central Nuclear Atucha II. ¿Como funciona una central nuclear? Recuperado: <http://egresadoselectronicaunc.blogspot.com.ar/2013/05/en-el-invierno-de-2013-la-central.html>. ultimo acceso: julio 2017.
- Blason, R., Chiaraviglio R. & Martin, H. (2012) El uranio es energía. Energía es calidad de vida. El ciclo de combustible nuclear en Argentina. CNEA, Córdoba. <http://es.slideshare.net/CNEA/energia-atmica-cordoba-ciclo-combustible-nuclear>. ultimo acceso: enero 2017.
- Beuser. M. (1982). El problema de los residuos radiactivos. *Tribuna Libre*. El país. Recuperado: https://elpais.com/diario/1982/06/16/sociedad/393026401_850215.html.ultimo acceso: septiembre 2018.
- CNEA, 2017.Organización/Organigrama. Recuperado: <http://www.cnea.gov.ar/organigrama/> ultimo acceso: julio de 2017
- Mari Lahti & Veli-Matti Ämmälä (2014) Operators view on safeguards implementation on new types of facilities, encapsulation plant and disposal facility. *Linking Strategy, Implementation and People*. Simposio llevado a cabo Symposium on International Safeguards, International Atomic Energy Agency, Vienna. <https://www.iaea.org/safeguards/symposium/2014/home/e proceedings/sg2014-sslides/000103.pdf>. ultimo acceso: dic.2016.
- Posiva, (2017a). Final disposal. Radioactive Waste Management. Waste of Nuclear Reactor. Recuperado:http://www.posiva.fi/en/final_disposal/nuclear_waste_management/what_is_nuclear_waste#.WXUjiLavFdg. ultimo acceso: julio 2017.
- Posiva, (2017b). Final Disposal. Safety. Release barriers. Recuperado: http://www.posiva.fi/en/final_disposal/safety#.WXUln7avFdg. ultimo acceso: julio 2017.

Posiva, (2017c). Final Disposal. Basics of the disposal. Release barriers. Bedrock. Recuperado: http://www.posiva.fi/en/final_disposal/basics_of_the_final_disposal#.WXUmxavFdg. ultimo acceso: julio 2017.

13. Bibliografía general consultada

Ley 25279 Convenciones. Publicada en el Boletín Oficial el 4 de agosto de 2000.

Ley 25018 Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos. Publicada en el Boletín Oficial el 23 de octubre de 1998.

Ley 24804 Ley Nacional de la Actividad Nuclear. Publicada en el Boletín Oficial el 25 de abril 1997.

Ley 17048 Daños Nucleares. Convención de Viena. Publicada en el Boletín Oficial el 16 de diciembre 1966.

Ley 22498 Energía Atómica. Comisión Nacional de Energía Atómica. Publicada en el Boletín Oficial el 28 de diciembre de 1956.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2008) Gestión de Residuos Radiactivos. AR 10.12.1 rev2. Publicada en el Boletín Oficial N° 22/08 el 3 de abril de 2008. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Exposición Ocupacional de Instalaciones Radiactivas Clase I. AR 6.1.1 rev1. Publicada en el Boletín Oficial N°36/01 el 15 de enero de 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Licenciamiento de Personal de Instalaciones Clase I. AR 0.11.1 rev1. Publicada en el Boletín Oficial N°36/01 el 15 de enero de 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Limitación de Efluentes Radiactivos de Instalaciones Radiactivas Clase I. AR 6.1.2 rev1. Publicada en el Boletín Oficial N° 36/01 el 15 de enero de 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Requerimientos de Aptitud Psicofísica para Autorizaciones Específicas. AR 0.11.2 rev2. Publicada en el Boletín Oficial N° 36/01 el 15 de enero 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Licenciamiento de Instalaciones Clase I. AR 0.0.1 rev2. Publicada en el Boletín Oficial N° 39/01 el 22 de enero de 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Norma de Protección Física de Materiales e Instalaciones Nucleares. AR 10.13.1 rev1. Publicada en el Boletín Oficial N°03/02 el 5 de marzo de 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2002) Rentrenamiento del personal de instalaciones Clase I. AR 0.11.3 rev1. Publicada en el Boletín Oficial N°36/01 el 15 de enero de 2002. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (2001) Norma Básica de Seguridad Radiológica. AR 10.1.1 rev3. Publicada en el Boletín Oficial N°22/01 el 20 de noviembre de 2001. Buenos Aires, Argentina.

Autoridad Regulatoria Nuclear (1995) Garantías de no desviación de materiales nucleares y de materiales, instalaciones y equipos de interés nuclear. AR 10.14.1 rev0. Publicada en el Boletín Oficial N°60/95 el 8 de junio de 1995. Buenos Aires, Argentina.

DIS ISO 45001:2016 Occupational Health and Safety Management System - Requirements with guidance for use. Recuperdo: <http://www.iso45001assessment.com/draft-international-standard-iso-45001.html>

International Atomic Energy Agency (2014) Safety of nuclear fuel reprocessing facilities. Specific Safety Guide. DS360 draft 1.6, 8 julio 2014. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2011) Geological disposal facilities for radioactive waste. Specific safety guide N° SSG-14. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2009) The management system for nuclear installations. Safety guide N° GSR-3.5. Vienna, Austria.

International Atomic Energy Agency (2006) Application of the management system for facilities and activities. Safety guide N° GS-G-3.1. Vienna, Austria.

Norma Internacional ISO 9001 (2015) Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

Norma Internacional ISO 9000 (2015) Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario.

Norma Internacional ISO 9001 (2008) Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

Occupational Health and Safety Assessment Series 18001 (2007) Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

Organismo Internacional de Energía Atómica (2011) Sistema de gestión de instalaciones y actividades. Requisitos de Seguridad Específicos N° GSR-3. Viena, Austria.

- Organismo Internacional de Energía Atómica (2010) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos. Requisitos generales N° GSR parte 5. Viena, Austria.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2009) Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de alta actividad. Guía de Seguridad N° WS-G-2.6. Viena, Austria.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2009) Gestión Previa a la Disposición Final de Desechos Radiactivos. Requisitos de seguridad específicos N° GSR-5. Viena, Austria.
- PAS 99 (2008) Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración.
- UNE 66177 (2005) Sistemas de gestión. Guía para la integración de sistemas de gestión.
- Winfried Koelzer (2013) Glossary of nuclear terms. Berlín, Republica Federal Alemana.
- Ji Xing, Daiyong Song, Yuxiang Wu (2016) HPR1000: Advanced Pressurized Water Reactor with Active and Passive Safety. China Nuclear Power Engineering. Volumen 2. March 2016.
- Pahissa, M. (2009) Gestión final del combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad: situación y tendencias en el mundo. *CNEA Año 9-número 35-36. julio/diciembre 2009.*
- Pahissa, M. (2008) Gestión final del combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad: situación y tendencias en el mundo. Parte II. *CNEA Año 8-número 29-30. enero/junio 2008.*
- Pahissa, M. (2007) Gestión final del combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad: situación y tendencias en el mundo. *CNEA Año 7-número 27-28. julio/diciembre 2007.*
- Acosta, A.; Barrios Romero, K.; Bordenabe, C.; Gil Alboleda, L.; Tori Otto, C. (abril, 2014) “Comparación normas UNE66177:2005 y PAS99:2012” J. López (Decano), Seminario - Gestión de los procesos de una organización. Maestría en Ingeniería de la Calidad. UTN BA, Buenos Aires.
- Vilela, F. (agosto, 2016) Despliegue de los requisitos de un sistema de gestión integrado. Aplicado a la disposición final de residuos radiactivos de alta actividad en Argentina. J. López (Decano), Trabajo final integrador. Especialización en Ingeniería de la Calidad. UTN BA, Buenos Aires.
- Ciallella, N.; Petraitis, E. (noviembre, 1988) Evaluación de alternativas para la eliminación de residuos radiactivos de alta actividad. *XVI Reunión Científica de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear.* Mendoza, Argentina.

<https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/canister.htm>/ultimo acceso: mayo 2017.

<http://egresadoselectronicaunc.blogspot.com.ar/2013/05/en-el-invierno-de-2013-la-central.html>.
Esquema de una central nuclear. ultimo acceso: enero 2017.

http://en.cnn.com.cn/2016-02/01/c_49164.htm/ ultimo acceso: marzo 2017.

http://europa.eu/european-union/about-eu/countries/member-countries/belgium_es/ ultimo acceso: junio 2017.

<http://www.aveva.com/>

<http://www.arn.gov.ar/>

<https://www.briangwilliams.us/nuclear-energy-3/basic-unit-for-burnup-gwdt-per-thm.html/>ultimo acceso: junio de 2017.

<http://www.cnea.gov.ar>

<http://www.enresa.es>

<http://www.fennovoima.com/en/hanhikivi-1-project/>ultimo acceso: marzo 2017.

<https://www.foronuclear.org/es/energía-nuclear/faqas-sobre-energía/capítulo-9>.

<http://www.gestiopolis.com/integracion-sistemas-gestión-calidad-ambiental-seguridad-salud-trabajo/>

<http://www.minetad.gob.es/energia/nuclear/OrganismosInternacionales/>ultimo acceso: junio 2017.

<http://www.na-sa.com.ar/es/centrales>. ultimo acceso: enero 2017.

<http://www.nuclear-power.net/pwr-pressurized-water-reactor/>ultimo acceso: junio 2017.

<https://www.nwmo.ca>.

<http://www.posiva.fi>.

https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2017/04/Normas_Legales_Vigentes_sobre_SST/
ultimo acceso: septiembre 2018.

<http://www.skb.com>.

<https://unlp.edu.ar/frontend/media/26/8626/c8a353edcb9ce432738ec0b0947ee0b1/>ultimo acceso:
septiembre 2018