

# Gestión de la calidad en el desmantelamiento de instalaciones nucleares <sup>1</sup>

O. H. Garonis

Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico Constituyentes.

Avda. General Paz 1499, San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Dirección de Estudios de Posgrado, Avenida Medrano 951, (C1171AAQ), Buenos Aires, Argentina

E-mail: garonis@cnea.gov.ar

## Resumen

Internacionalmente, las organizaciones que realizan el desmantelamiento de instalaciones nucleares, cumplen con los requisitos de seguridad establecidos por los cuerpos regulatorios y, algunas de ellas, realizan sus actividades bajo un sistema de aseguramiento de la calidad.

Este trabajo establece una normalización, a través de un Documento de Especificación de Requisitos, para los sistemas de gestión de las organizaciones que realizan el desmantelamiento de instalaciones nucleares integrando y compatibilizando aspectos de los sistemas de gestión de la calidad, ambiental, de seguridad y salud ocupacional, y todos los requerimientos de la industria nuclear recomendados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

## Abstract

*Internationally, the decommissioning organizations of nuclear facilities carry out the decommissioning according to the safety requirements established by the regulatory bodies. Some of them perform their activities in compliance with a quality assurance system.*

*This work establishes a standardization, through a Document of Requirement Specifications, for the management system of the nuclear facilities decommissioning organizations. It integrates some aspects of the quality, environmental, occupational safety and health management systems, and also makes these aspects compatible with all the requirements of the nuclear industry recommended for the International Atomic Energy Agency (IAEA).*

<sup>1</sup> Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por el autor para optar al grado de Magister en Gestión de la Calidad, bajo la dirección de T. Palacios y R. Corcuera.

## Introducción

El objetivo de este trabajo es elaborar un Documento de Especificación de Requisitos (DER) para la implementación de un Sistema de Gestión Integral (ISO 9001: 2000, ISO 14001: 1996, IRAM 3800: 1998, el código de OIEA 50 C/ SG-Q y la guía de seguridad Q-14), y generar la documentación de dicho sistema de gestión requerida en el DER para ser aplicada en organizaciones responsables de realizar desmantelamientos de instalaciones nucleares.

Las instalaciones nucleares en general, y en particular los reactores y las centrales nucleares, son diseñados, construidos, puestos en marcha, operados, clausurados, y desmantelados en el transcurso de su existencia. Al finalizar su vida útil, deben ser clausurados y desmantelados para dejar el sitio de su emplazamiento en condiciones de uso sin restricciones. Estas actividades requieren realizarse de modo de garantizar la seguridad de los trabajadores y de la comunidad, y la integridad del medio ambiente en el área de influencia.

En la Argentina existen muy pocos antecedentes de documentación referida al desmantelamiento de instalaciones nucleares, en primer lugar porque muy pocas instalaciones en la actualidad llegaron a la finalización de su vida útil y en segundo lugar porque en relación con las que fueron desmanteladas, si bien se siguió una planificación y las operaciones fueron realizadas de acuerdo a procedimientos específicos, éstas no se llevaron a cabo bajo un sistema de gestión de la calidad que hubiera permitido contar con los registros y los informes necesarios para agilizar los conocimientos de los que en la actualidad se encuentran estudiando las actividades de los procesos de esta naturaleza.

Un estudio realizado sobre la temática de gestión de la calidad en el desmantelamiento de instalaciones nucleares en el mundo (fueron visitados el Argonne National Laboratory de los Estados Unidos de Norteamérica, la empresa Enresa de España y el Centro de Estudios Nucleares SCK CEN de Bélgica, y se analizaron casos tales como los de Alemania, Italia, Inglaterra y Rusia), evidenció la inexistencia de un documento de especificación de requisitos de un sistema de gestión integral (SGI) que incluya requerimientos de gestión de la calidad, ambiental, de seguridad y salud ocupacional, en conjunto con los estándares de calidad de la industria nuclear. Si bien es cierto que todas las organizaciones siguen lineamientos que cubren los aspectos de gestión mencionados, los mismos no se encuentran normalizados en un documento único integrado y con la terminología compatibilizada adecuadamente.

Consecuentemente a ese análisis internacional, se propone en este trabajo realizar los desmantelamientos de las instalaciones nucleares con la aplicación de un sistema de gestión, partiendo de la base de hacerlo con los criterios de la gestión de la calidad. Se entiende por calidad cumplir con los requisitos de los clientes, ya sean los preestablecidos como también los implícitos que se originan a partir de sus expectativas.

## Desarrollo

En búsqueda de los objetivos mencionados en la introducción, fue necesario en primer lugar analizar e identificar a los clientes del servicio de desmantelamiento de una instalación nuclear, que resultaron ser tres sectores totalmente diferentes:

- El propietario (instalación privada) o responsable (instalación del Estado) de la instalación
- El organismo regulatorio
- La sociedad en su conjunto (actual y futura)

Posteriormente fue necesario conocer cuáles eran las expectativas o los requisitos implícitos que éstos esperan del desmantelamiento de una instalación nuclear y se determinó que sus expectativas, en general, eran:

- Realizar el desmantelamiento en forma planificada, segura y ordenada
- Cuidar la seguridad de los trabajadores
- Proteger al medio ambiente
- Asegurar los bienes y la vida de la sociedad en su conjunto

Conocidas estas premisas, el razonamiento desarrollado para determinar cuáles deberían ser los aspectos a integrar en el sistema de gestión fue el que se muestra en la Figura 1, que se explica a continuación. Se planteó el problema y la necesidad de realizar un sistema de gestión de la calidad; en consecuencia, se buscaba hacer calidad en el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Para realizar calidad en cualquier orden es necesario tener un objetivo claro, que en este caso era realizar el desmantelamiento con la más alta calidad. En función de ese objetivo se debían prefiar los requisitos pertinentes.

Cuando se planteó la necesidad de establecer requisitos, se generó la pregunta acerca de los criterios aplicables. Es allí donde se decidió utilizar los criterios de gestión integral, incorporando al sistema de gestión los aspectos ambientales, de seguridad y salud ocupacional y los de la industria nuclear, dados por los documentos del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Una vez definidos los criterios a desarrollar, la lógica implicaba que se deberían dejar plasmados en un documento, de manera tal que este documento pudiera usarse como referencia internacional para la realización del desmantelamiento de instalaciones nucleares en toda organización preestablecida para tal fin. Por lo tanto se decidió especificar los requisitos en un documento que fue denominado Documento de Especificación de Requisitos (DER).

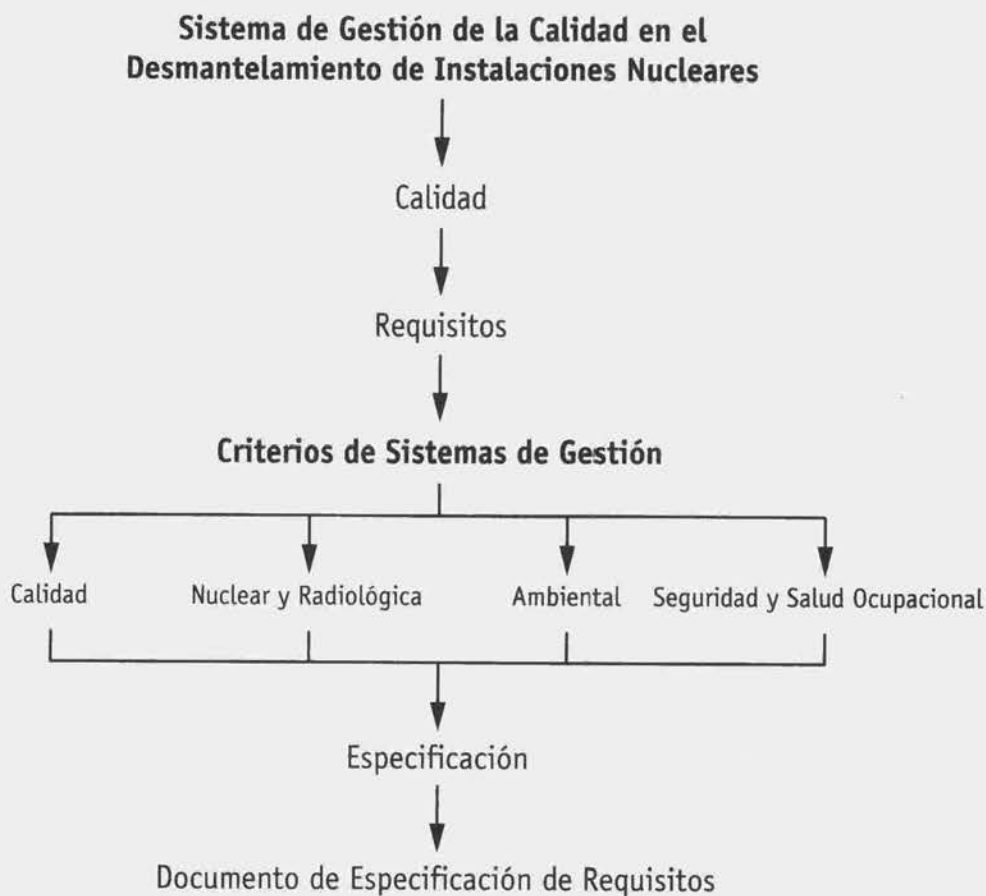


Figura 1: Esquema de razonamiento utilizado para el desarrollo del trabajo.

Siguiendo el mencionado razonamiento de trabajo se planteó el objetivo general para establecer los criterios y requisitos necesarios en relación con la implementación de un sistema de gestión integral en las organizaciones de desmantelamiento de instalaciones nucleares. A partir de ese objetivo se fijaron las metas propuestas:

1. Generar un Documento de Especificación de Requisitos (DER) para la implementación de un sistema de gestión integral
2. Elaborar la documentación general del sistema de gestión en una organización de desmantelamiento de instalaciones nucleares.

La primera parte de la secuencia de actividades fue la definición de los criterios del sistema de gestión. Posteriormente se llevó a cabo:

- Un análisis de las normativas existentes dentro del campo regulado en diversos países, así como también las normas de la temática en el campo voluntario
- La selección de las normas de gestión que se utilizarían para la elaboración del DER
- La generación del Documento de Especificación de Requisitos (DER) necesario como referencia a la hora de la implementación de un sistema de gestión en una organización cuya misión es ejecutar el desmantelamiento de instalaciones nucleares
- La elaboración de la documentación del sistema de gestión integral.

En el análisis se estudiaron normas tales como las regulatorias del Departamento de Energía (DOE) de los EEUU, las propias de la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina, las del Organismo de Gestión de Residuos Radiactivos de Bélgica (NIRAS/ ONDRAF) y el Cuerpo Regulatorio del Reino de Bélgica y también las del campo voluntario, entre ellas las normas internacionales de ISO (9001 del año 2000, 14001), Occupational Safety and Health Act Specification OSHAS 18001, IRAM 3800, además de una norma canadiense de Canadian Standard Association (CSA) que especifica requisitos para la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

La selección de las normas a aplicar en el sistema de gestión integral se basó en utilizar normas de gestión que en lo posible siguieran el ciclo de Demming (planear, hacer, verificar y actuar) y consecuentemente contemplaran en sus requisitos una filosofía de mejora continua, como se siguen en:

- ISO 9001:2000, Sistema de gestión de calidad
- ISO 14001:1996, Sistema de gestión ambiental
- IRAM 3800:1998, Sistema de seguridad y salud ocupacional
- 50 SG/C-Q:1996, Aseguramiento de la calidad para instalaciones nucleares
- 50 SG/C-Q -14:1996, Aseguramiento de la calidad en el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Además, todas estas normas son muy modernas y vigentes en la actualidad; las normas internacionales ISO 9001 e ISO 14001 son las de mayor difusión en el mundo.

Establecidos los criterios de gestión y seleccionadas las normas a seguir como lineamientos del sistema de gestión integral, se procedió a la generación de una Matriz de Integración de Requisitos (MIR) de la cual se muestran, en la Tabla 1, los títulos de los principales capítulos y un ejemplo de la compatibilización de un requisito. Tal matriz sirvió como herramienta para el estudio, análisis, integración y compatibilización de todas las normas en cuestión para definir los requisitos que han de ser implementados en las organizaciones responsables de efectuar el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Tabla 1. Muestra de la compatibilización de las normas para el capítulo de gestión de la calidad.

Ítem	Título / Requisito	ISO 9001	ISO 14001	IRAM 3800	50-C/SG-Q	50-C/SG-Q <sub>14</sub>
1	<b>Sistema de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad y salud ocupacional</b>	4	4	4	2	2
1.1	<b>Requisitos generales</b>					
	La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad y salud ocupacional de acuerdo con los requisitos de este documento.	4.1	4.1	4.0	201	201
	La organización debe:					
	a) identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión y su aplicación a través de la organización;					202
	b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos;					203
	c) determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control de estos procesos son eficaces;	4.1	4.3.1	4.3.1	201	203
	d) asegurar la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos;					204
	e) medir, realizar el seguimiento y analizar estos procesos;					
	f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.					
	El sistema de gestión debe demostrar la integración de los siguientes tres principios:					
	a) la dirección proporciona la planificación, enfoque, recursos y apoyo para alcanzar los objetivos de la organización;			4.3.1	203	204
	b) el personal técnico trabaja para lograr la calidad adecuada;					
	c) el personal de seguimiento evalúa la eficacia de los procesos de gestión y la realización del trabajo.					
	La organización debe gestionar los procesos de acuerdo con los requisitos de este documento y debe ser de consideración fundamental la seguridad nuclear.					
	En los casos en que la organización elija contratar externamente cualquier proceso que afecte la conformidad del servicio con los requisitos, la organización debe asegurar el control sobre tales procesos.	4.1	4.1		204	206
	El control de dichos procesos contratados externamente debe identificarse en el sistema de gestión.					

	<b>Requisitos de la documentación</b>					
	<b>Generalidades</b>					
	La documentación del sistema de gestión debe incluir:					
	a) declaraciones documentadas de una política de la calidad, ambiental y de seguridad y salud ocupacional y de los objetivos del sistema de gestión;					
	b) un manual que contenga las políticas de gestión de la calidad, ambiental y de seguridad y salud ocupacional;					
	c) los procedimientos documentados, estipulando criterios operativos, necesarios para cubrir situaciones en las que su ausencia podría conducir a desviaciones de las políticas y los objetivos;	4.2	4.4.4			205
1.2				4.4.4	209	
	d) los documentos requeridos por la organización para la planificación, operación y control eficaz de sus procesos;	4.2.1	4.4.6			337
	e) los registros requeridos por este documento.					
	Sobre la finalización del desmantelamiento o sobre la finalización de una fase del desmantelamiento donde habrá una espera considerable antes del comienzo de la siguiente fase, la organización responsable debe realizar un informe de desmantelamiento final.					
	<b>Manual del sistema de gestión</b>					
	La organización debe establecer y mantener un manual de gestión que incluya lo siguiente:					
	a) el alcance del sistema de gestión, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión;			4.4.4		
	b) los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión integral, o una referencia a los mismos;	4.2.2	4.3.4		201	201
	c) una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión integral;			4.4.6		
	d) la designación de la responsabilidad por el logro de los objetivos y las metas de cada función y nivel pertinentes de la organización;					
	e) los medios y los plazos para que los objetivos sean logrados.					
	<b>Control de los documentos</b>					
	Los documentos requeridos por el sistema de gestión integral deben controlarse.					
	Los documentos tales como procedimientos, instrucciones, especificaciones y planos, u otros que describen procesos, especifican requisitos deben ser preparados, verificados, revisados, aprobados y distribuidos.					
	Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:					
1.3	a) aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su edición;				209	221
	b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario así como para llevar a cabo su reaprobación;					
	c) asegurar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;	4.2.3	4.4.5	4.4.5	205	222
	d) asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso;					
	e) asegurar que los documentos permanecen legibles y son fácilmente identificables;					



- f) asegurar que se identifican los documentos de origen externo y que se controla su distribución;
- g) evitar el uso no intencionado de documentos obsoletos, y para aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por alguna razón cualquiera;
- h) asegurar que la documentación esta disponible y en un lenguaje apropiado para los usuarios.

Todos los documentos mencionados en el plan de desmantelamiento deben ser codificados dentro del plan con una identificación del estado de emisión.

Ellos deben ser considerados como controlados dentro del sistema de gestión.

Cualquier alteración y modificación a los documentos que se mencionan en el plan deben ser controladas y aprobadas de la misma forma que el documento original.

#### Control de los registros

Deben establecerse y mantenerse registros para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión integral.

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables.

Debe establecerse un **procedimiento documentado** para definir los controles necesarios para la identificación, codificación, recolección, archivo, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención y disposición de los registros

208

223

1.4

4.2.4 4.5.3 4.5.3 210

El proceso de desmantelamiento podría continuar por décadas. A lo largo de este extendido período el sistema de gestión debe continuar para asegurar que los registros son mantenidos adecuadamente y transferidos si los responsables de la organización cambian entre las distintas fases.

224

225

Los registros requeridos generados durante el desmantelamiento se documentan en el procedimiento correspondiente.

#### Revisión de la situación inicial

La organización debe llevar adelante una revisión inicial de sus condiciones y disposiciones existentes para la gestión de seguridad y salud ocupacional. La revisión debe comparar las condiciones y disposiciones existentes en la organización con:

- a) los requisitos de la legislación vigente sobre seguridad radiológica, industrial y de la salud ocupacional;
- b) las guías existentes de gestión de seguridad radiológica e industrial y salud ocupacional disponibles dentro de la organización;
- c) la mejor práctica y desempeño en el sector de empleos de la organización y de otros sectores apropiados (por ejemplo tomados de comités consultivos de seguridad radiológica, industrial y de la salud ocupacional y guías de asociaciones nucleares);
- d) la eficacia de los recursos existentes dedicados a la gestión de seguridad radiológica, industrial y de la salud ocupacional.

4.1

214

1.5

Los componentes de la instalación y los sistemas deben ser formalmente transferidos desde la organización de operación a la de desmantelamiento.

Esta transferencia debe asegurar que:

- Las no conformidades y otros registros abiertos han sido identificados y documentados
- La documentación de operación esta completa
- Las condiciones de la instalación están definidas

Esa matriz está compuesta por la totalidad de los requisitos de las cinco normas, iniciándose como punto de partida la descripción de los requisitos de la norma ISO 9001: 2000, por ser la más moderna de las cinco y la de mayor difusión entre las diversas industrias de todo el mundo. Posteriormente se realizó la integración y compatibilización de las normas ISO 14001 e IRAM 3800 respectivamente, de estructuras bastante similares a ISO 9001, para luego sí integrar las normas de OIEA, cuyas diferencias en cuestiones de terminología y en algunos casos conceptuales son considerables.

## Resultados y Discusión

Una vez completada la integración y compatibilización de los criterios y requisitos en la matriz MIR, se concluye en la segunda columna de la matriz con el Documento de Especificación de Requisitos (DER) necesarios para la aplicación del sistema de gestión integral en la organización de desmantelamiento.

A continuación se describe una síntesis del contenido del DER, para que se pueda apreciar el enfoque de los criterios compatibilizados de las normas aplicadas:

**1. Sistema de Gestión Integral.** Este capítulo se divide en dos títulos:

- **Requisitos generales:** se requiere que la organización establezca, implemente y mantenga un sistema de gestión integral que contemple los aspectos de calidad ambiental, seguridad y salud ocupacional y los requerimientos de la industria nuclear.

- **Requisitos de la documentación:** se subdivide en cuatro puntos. El primero establece requisitos generales sobre la documentación. El segundo establece que la organización debe poseer un manual de gestión integral que fije las políticas, los objetivos y las metas, y defina las responsabilidades y funciones de todos los miembros de la organización; el tercero, que la organización tenga un procedimiento documentado para realizar el proceso de control de documentos. Finalmente, el cuarto exige que la organización cuente con un procedimiento documentado para el control de todos sus registros.

Revisión de la situación inicial: requiere que la organización en su planificación realice una revisión de la situación inicial en las instalaciones a desmantelar en cuanto a los aspectos de seguridad y salud ocupacional.

**2. Responsabilidad de la Dirección.** Este capítulo contiene seis puntos:

- **Compromiso de la dirección:** se exige que la dirección de la organización se comprometa con el sistema de gestión y la provisión de los recursos necesarios para su implementación eficaz.

- **Enfoque al cliente:** se requiere a la dirección de la organización de desmantelamiento que sus actividades tengan un claro enfoque en los clientes.

- **Política integral:** se exige que la dirección fije una política de gestión integral y que la misma sea difundida y conocida por todos los trabajadores de la organización.

- **Planificación:** la dirección debe planificar el sistema de gestión y fijar los objetivos y metas periódicamente.

- **Responsabilidad, autoridad y comunicación:** contempla tres aspectos. Primero, definir claramente las responsabilidades y autoridades de la organización. Segundo, designar un representante de la dirección para informar sobre el estado del sistema de gestión; y tercero, implantar un sistema eficaz de comunicación interna.

- **Revisión por la dirección:** se exige a la dirección revisar periódicamente el sistema de gestión integral, teniendo en cuenta aspectos como las no conformidades, las auditorías anteriores, etc.

**3. Gestión de los Recursos**

- **Suministros de recursos:** se requiere que se determinen y se proporcionen los recursos necesarios para el sistema de gestión y las actividades principales del desmantelamiento.

- **Recursos humanos:** se especifica que la organización tenga el personal suficiente y con la formación, la concientización y la competencia necesarias para llevar a cabo sus actividades.

- **Infraestructura:** se requiere que la organización de desmantelamiento tenga la infraestructura necesaria para realizar las actividades de desmantelamiento.



- **Ambiente de trabajo:** requiere tener en cuenta las condiciones de trabajo del personal, aspectos ergonómicos y un ambiente de trabajo adecuado.

**4. Realización del Desmantelamiento.** Este capítulo del DER contiene nueve puntos:

- **Planificación de desmantelamiento:** requiere que todas las actividades sean planificadas antes de ejecutarse y sean revisadas y aprobadas por personal autorizado y por personal de seguridad.

- **Procesos relacionados con el cliente:** se establecen tres requerimientos: primero, determinar los requisitos relacionados con el desmantelamiento; segundo, revisar los requisitos relacionados con el desmantelamiento con el fin de verificar la capacidad de la organización de poder cumplirlos; tercero, implantar un sistema eficaz de comunicación externa.

- **Diseño y desarrollo:** el DER exige planificar el proceso de diseño y desarrollo de las técnicas de desmantelamiento, determinar los datos de partida, listar y registrar los resultados del diseño, revisar, verificar y cuando sea necesario validar las técnicas diseñadas. Por último, registrar todos los cambios que se produzcan antes, durante y después del proceso de diseño y desarrollo.

- **Compras:** requiere asegurarse que los proveedores de los productos a comprar sean evaluados y pertenezcan al registro de proveedores seleccionados, definir claramente la información de la compra y verificar que el producto comprado fue el requerido.

- **Servicio de desmantelamiento:** contempla requisitos en cinco aspectos: primero, que la organización instrumente un proceso de control de las operaciones; segundo, validar los procesos especiales que no se pueden controlar durante su realización; tercero, identificar y trazar todos los materiales derivados del desmantelamiento; cuarto, proteger de pérdidas, deterioros y daños los bienes del cliente que se podrían llegar a utilizar; quinto, preservar todos los materiales producto del desmantelamiento durante su manipuleo, embalaje, almacenamiento, transporte y disposición.

- **Control de los equipos de medición y seguimiento:** requiere que los equipos de medición contemplen las condiciones metrológicas adecuadas para su uso, que sean identificados unívocamente junto con su estado de calibración, y se registren todas las novedades para cada uno de ellos.

- **Preparación y respuestas ante emergencia:** exige que la organización tenga un procedimiento ante cualquier emergencia y un plan de respuesta ante una emergencia en la instalación a desmantelar.

- **Seguridad industrial:** establecer una política y procedimientos para prevenir acciones de riesgo y difundir a todo el personal los procedimientos de seguridad pertinentes.

- **Seguridad radiológica y nuclear:** determinar la cantidad y la naturaleza del material fisible, conocer los niveles más altos de radiación de la instalación, los peligros de criticidad existentes, el manejo de los residuos radioactivos, entre otros.

**5. Medición, Análisis y Mejora.** Se compone de cinco puntos:

- **Generalidades:** requiere que la organización de desmantelamiento planifique e implemente procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora, respecto a las operaciones de desmantelamiento y al sistema de gestión.

- **Seguimiento y medición:** contiene requisitos acerca de cuatro aspectos. Primero: exige medición y seguimiento de la satisfacción de los clientes. Segundo: exige medición y seguimiento del sistema de gestión a través de las auditorías internas. Tercero: medición y seguimiento de los procesos principales y de apoyo de la organización. Cuarto, exige medición y seguimiento en las operaciones del desmantelamiento.

- **Control de no conformidades:** establece que la organización tenga una política y un procedimiento para realizar el tratamiento de las no conformidades en las operaciones del desmantelamiento, así como también de las desviaciones del sistema de gestión.

- **Análisis de datos:** requiere que la organización analice los datos relevantes de la organización registrados, para verificar los indicadores que hacen a los procesos críticos y así conocer las tendencias de los mismos.

- **Mejora:** se establecen requisitos referidos a tres aspectos: primero, la implantación de un proceso de mejora en todos los procesos de la organización; segundo, fijar políticas y tener procedimiento de acciones correctivas para evitar que las no conformidades encontradas no vuelvan a ocurrir; tercero, tener un procedimiento de ac-

ciones preventivas para encontrar potenciales fallas que pudieran ocurrir en el proceso de desmantelamiento, con el fin de evitar que sucedan.

El DER puede ser aplicable tanto para una instalación menor (un reactor de investigación), como también para una central nuclear de potencia, ya que los criterios requeridos deben ser considerados en cualquier tipo de instalación nuclear, con la salvedad de la exclusión de los requisitos que no sean aplicables, con la justificación correspondiente en el Manual de Gestión Integral, la que recaería en la responsabilidad de la autoridad regulatoria pertinente la correcta consideración y la evaluación de dicha justificación.

Ante cualquier eventualidad del cierre de una instalación nuclear, que debiera ser desmantelada rápidamente, resulta muy ventajoso contar con un documento como el DER, pensado y elaborado con el fin de dejar claramente definidos cuáles son los criterios y los requisitos para realizar en forma ordenada y cuidadosa la etapa final de la vida de una instalación nuclear. Si imprevistamente surgiera esa decisión de desmantelar una instalación nuclear, el DER sería el documento guía para la implementación de los criterios de seguridad, calidad, ambiental y salud ocupacional. Además, también el DER facilitaría las actividades de los organismos reguladores, pudiendo utilizarlo, como lista de verificación de cumplimiento, incluyendo los requerimientos gubernamentales, para otorgar las licencias correspondientes.

El DER no sólo está pensado para la rápida implementación de un sistema de gestión integral en las organizaciones de desmantelamiento, sino que intenta incrementar las actividades de planificación y mejora continua, con el fin de disminuir los costos de operación.

Cumplidos los criterios establecidos y definidos los requisitos en el DER, se continuó con la elaboración de la documentación pertinente para el sistema de gestión integral en el DER, con el fin de ser aplicados en la organización del Subprograma de Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares (SPDIN) de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Actualmente, está siendo implementado dentro de la organización del SPDIN, lo que demuestra su factibilidad de implementación y su utilidad para que los responsables de gestión de la calidad de las organizaciones de desmantelamiento de las instalaciones nucleares puedan tener la facilidad y la practicidad de contar con un documento guía de implementación de un sistema de gestión integral.

La documentación del sistema de gestión integral fue desarrollada y posteriormente aprobada por el jefe del SPDIN hasta el nivel de los procedimientos generales del sistema de gestión integral. Se compone de un manual de gestión integral y 25 procedimientos generales. [Tabla 2]

Tabla 2. Listado de documentos generales del sistema de gestión integral.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
MC-00	Manual de Gestión de la Calidad	PO-13	Validación de procesos
PO-01	Control de los documentos	PO-14	Identificación y trazabilidad
PO-02	Control de los registros	PO-15	Preservación de materiales
PO-03	Elaboración de planes de desmantelamiento	PO-16	Equipos de medición y seguimiento
PO-04	Comunicación interna y externa	PO-17	Respuesta ante emergencias
PO-05	Revisión por la dirección	PO-18	Seguridad radiológica e industrial
PO-06	Capacitación	PO-19	Auditoría interna
PO-07	Orden y limpieza	PO-20	Control de residuos
PO-08	Cambios del personal de control	PO-21	Control de producto no conforme
PO-09	Requisitos legales	PO-22	Análisis de datos para la mejora
PO-10	Relación con los clientes	PO-23	Acciones correctivas y preventivas
PO-11	Diseño y desarrollo	PO-24	Aspectos ambientales
PO-12	Compras	PO-25	Evaluación de riesgos

Además se listaron todos los planes específicos [Tabla 3] que deberán cumplirse para cada instalación en particular a ser desmantelada, los que harán referencia a las instrucciones de trabajo respectivas para cada operación a efectuarse.

Tabla 3. Listado de planes de la calidad específicos

CÓDIGO	PLAN DE LA CALIDAD
P1PO-03	PLAN DE DESMANTELAMIENTO
P2PO-03	PLAN DE MANTENIMIENTO
P3PO-03	PLAN DE INSPECCIÓN FINAL
P4PO-03	PLAN DE RESTAURACIÓN DEL LUGAR
P1PO-06	PLAN DE CAPACITACIÓN
P1PO-07	PLAN DE ORDEN Y LIMPIEZA
P1PO-11	PLAN DE DISEÑO Y DESARROLLO
F2PO-16	PLAN DE CALIBRACIÓN DE EIME
P1PO-17	PLAN DE RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA
P1PO-18	PLAN DE SEGURIDAD
P1PO-19	PLAN ANUAL DE AUDITORIA
P1PO-20	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
P1PO-22	PLAN DE MEJORA CONTINUA
P1PO-25	PLAN DE ACCIÓN DE CONTROL DE RIESGOS

## Conclusiones

El estudio realizado sobre la temática de gestión de la calidad en el desmantelamiento de instalaciones nucleares en el mundo (que incluyó visitas al Argonne National Laboratory de los Estados Unidos de Norteamérica, la empresa Enresa de España, y el Centro de Estudios Nucleares SCK CEN de Bélgica, y análisis de los casos de Francia, Italia, Inglaterra y Rusia) evidenció la no existencia de un documento que especificara los requisitos de un sistema de gestión integral (SGI) y que incluyera requerimientos de gestión de la calidad, ambiental, de seguridad y salud ocupacional, conjuntamente con los estándares de calidad de la industria nuclear. Si bien es cierto que en todas las organizaciones se siguen lineamientos respecto a los aspectos de gestión mencionados, los mismos no se encuentran normalizados en un documento único integrado y con la terminología compatibilizada con los estándares internacionales.

Del estudio de las normas a aplicar resultaron como las más convenientes y adecuadas ISO 9001:2000, ISO 14001:1996, IRAM 3800:1998, el código del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) 50 C/SG-Q, y la guía de seguridad Q-14.

Para llegar a la integración y la compatibilización de los criterios, conceptos y pautas de los cinco documentos se utilizó una metodología implementada a través de una matriz de integración de requisitos, con el fin de realizarlo de la forma más segura, ordenada y concisa. De esta forma, se obtuvo en la columna de requisitos la compatibilización y la integración de los requerimientos necesarios para la implementación de un sistema de gestión integral destinado a organizaciones de desmantelamiento.

Con el objeto de validar el Documento de Especificación de Requisitos (DER) se llevó a cabo la elaboración de documentos (Manual de gestión integral y procedimientos operativos del SGI) que se desprenden de los requisitos del DER, en forma genérica para una organización de desmantelamiento y luego, por decisión de las autoridades del Subprograma de Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares, se aprobaron dichos documentos para la implementación en el Subprograma.

Quedan algunos temas para seguir trabajando en el futuro, ya que ante la actual imposibilidad de encontrarse una instalación nacional en proceso de cierre y desmantelamiento no se han podido validar la totalidad de las políticas y los procedimientos planificados.

Se estima conveniente, bajo la aprobación de las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica, enviar al DER como propuesta de norma de gestión integral para el desmantelamiento de instalaciones nucleares a los organismos de normalización ISO y/o IRAM, y también hacer su presentación ante el Organismo Internacional de Energía Atómica, a efectos de considerar su eventual publicación en su serie de documentos técnicos.

## Referencias

- ARN, Autoridad Regulatoria Nuclear, Norma AR 3.17.1 rev. 2, "Desmantelamiento de centrales nucleares", Buenos Aires, Argentina, (2001).
- ARN, Autoridad Regulatoria Nuclear, Norma AR 3.6.1 rev. 2, "Sistema de calidad de reactores de potencia", Buenos Aires, Argentina, (2001).
- CSA, Canadian Standards Association, N286.6-98, "Decommissioning Quality Assurance for Nuclear Power Plants", Etobicoke, Canada, 1998.
- ENRESA S.A., "[http://www.enresa.es/index\\_40.html](http://www.enresa.es/index_40.html)", Madrid, España, 2002.
- HARRINGTON, James, "El Coste de la Mala Calidad", Madrid, España, 1990.
- IAEA, International Atomic Energy Agency, Código 50-C/SG-Q, "Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and other Nuclear Installations", Viena, Austria, (1996).
- IAEA, International Atomic Energy Agency, Guía de Seguridad Q-14 "Quality Assurance in decommissioning", Viena, Austria, (1996).
- IAEA, International Atomic Energy Agency, Safety Series N° 111-G 1.1, "Classification of radioactive waste", Viena, Austria, (1994).
- IAEA, International Atomic Energy Agency, Technical Reports Series N° 399 "Organization and management for decommissioning of large nuclear facilities", Viena, Austria, (2000).
- IAEA, International Atomic Energy Agency, Technical Reports Series N° 382, "Design and construction of nuclear power plants to facilitate decommissioning", Viena, Austria, (1997).
- IAEA, International Atomic Energy Agency, Technical Reports Series N° 373, "Decommissioning techniques for research reactors", Viena, Austria, (1994).
- IRAM (Instituto Argentino de Normalización), norma IRAM 3800 "Sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional. Requisitos", Buenos Aires, Argentina, (1998).
- ISO, International Organization for Standardization, norma ISO 14001 "Sistemas de gestión ambiental. Especificaciones y directivas para su uso", Ginebra, Suiza, (1996).
- ISO, International Organization for Standardization, norma ISO 9001 "Sistema de gestión de la calidad. Requisitos", Ginebra, Suiza, (2000).
- ISO, International Organization for Standardization, futura norma ISO/CD 3 19011 "Lineamientos sobre las auditorías de los sistemas de gestión de la calidad y ambiental", Ginebra, Suiza, (2000).
- ISO, International Organization for Standardization, norma ISO 9004 "Sistema de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño", Ginebra, Suiza, (2000).
- ISO, International Organization for Standardization, norma ISO 9000: "Sistema de gestión de la calidad. Conceptos y vocabulario", Ginebra, Suiza, (2000).
- JURAN / GRYNIA, "Análisis y planeación de la calidad", Tercera Edición, Mc Graw-Hill / Interamericana de México, Naucalpan de Juárez, México, 1993.
- MEZARA UP, John; "Quality assurance (QA) plan for the decontamination and disassembly of the Janus facility", Argonne National Laboratory, Chicago, Estados Unidos, (1996).
- PORRO, E.; Informe Técnico, "Desmantelamiento del RA-2" (Comisión Nacional de Energía Atómica, Unidad de Actividad de Reactores y Centrales Nucleares), Buenos Aires, Argentina, (2001).
- SEGADO, R.; MENOSSI, C., Apunte del curso "Seguridad radiología", ARN, Buenos Aires, Argentina, (1999).
- UKAEA, "<http://www.ukaea.org.uk/stages/dl.htm>", Reino Unido de Gran Bretaña, (2000).