

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS PARA UN SISTEMA  
INTEGRADO DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS  
RADIATIVOS EN EL PERÚ”**

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO  
EN: CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

ELABORADA POR:

**GENARO ARMANDO RODRÍGUEZ CARBAJAL**

ASESOR:

**MSc. PEDRO VALDIVIA MALDONADO**

**LIMA, PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Aida que dio luces en el diario vivir. A mis hijas Aleida, Natalia e hijo Darío, que el futuro les sea agradable y prometedor.

A mis padres Jesús y Ruperto y a mis hermanos que contribuyeron a hacer realidad los sueños.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la UNI, a la Unidad de Posgrado de la FIA, al IPEN. A la juventud estudiosa que me compromete. A mis colegas de trabajo y amigos que han contribuido a este itinerario.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEFINICIONES</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xx</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Antecedentes Bibliográficos</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 Descripción de la realidad problemática</b> .....	<b>8</b>
1.2.1 IPEN y el Plan de desarrollo nuclear	8
1.2.2 Aspectos controversiales	9
1.2.3 Criterios en la gestión de los residuos radiactivos	13
1.2.4 Características y medidas ante las fuentes de radiación	14
1.2.5 Usuarios de fuentes radiactivas	28
1.2.6 Otros aspectos de la gestión de los residuos radiactivos	30
<b>1.3 Formulación del problema</b> .....	<b>38</b>
<b>1.4 Justificación e importancia de la investigación</b> .....	<b>38</b>
1.4.1 Justificación de la investigación	38
1.4.2 Importancia de la investigación	39
<b>1.5 Objetivos</b> .....	<b>40</b>
1.5.1 Objetivo General	40
1.5.2 Objetivos Específicos	40
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	<b>40</b>
<b>1.7 Variables e Indicadores</b> .....	<b>41</b>
1.7.1 Variable independiente y dependiente	41
1.7.2 Indicadores	44
<b>1.8 Unidad de análisis</b> .....	<b>45</b>

<b>1.9</b>	<b>Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>46</b>
1.9.1	Tipo de investigación	46
1.9.2	Nivel de investigación	47
<b>1.10</b>	<b>Período de análisis .....</b>	<b>48</b>
<b>1.11</b>	<b>Fuentes de información e instrumentos utilizados .....</b>	<b>48</b>
1.11.1	Fuentes de información	48
1.11.2	Instrumentos utilizados	50
<b>1.12</b>	<b>Técnicas de recolección y procesamiento de datos .....</b>	<b>51</b>
1.12.1	Técnicas de recolección de datos	51
1.12.2	Procesamiento de datos	53
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>.....</b>	<b>55</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>.....</b>	<b>55</b>
<b>2.1</b>	<b>Las bases de la política y la estrategia .....</b>	<b>55</b>
<b>2.2</b>	<b>El sistema integrado .....</b>	<b>56</b>
2.2.1	La experiencia en la gestión minera	56
2.2.2	Componentes del sistema de gestión integrado	61
<b>2.3</b>	<b>El método empleado, formato y mapa conceptual .....</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>.....</b>	<b>73</b>
<b>DESARROLLO DEL TRABAJO DE LA TESIS</b>	<b>.....</b>	<b>73</b>
<b>3.1</b>	<b>Políticas en la gestión .....</b>	<b>73</b>
3.1.1	Política nuclear y residuos radiactivos	73
3.1.2	La política en el origen y desarrollo del Centro Nuclear	73
3.1.2.1	El Plan Inca	74
3.1.2.2	El acuerdo nacional y política del estado	76
3.1.2.3	Política de la OEA	80
<b>3.2.</b>	<b>Estrategias nacionales .....</b>	<b>84</b>
3.2.1	Conceptos	84
3.2.2	Clasificación de los residuos en la estrategia	85
3.2.3	Estrategia y gestión	90
<b>3.3.</b>	<b>Desarrollo de la gestión de residuos en la PGRR .....</b>	<b>97</b>
3.3.1	El sistema como un todo	97
3.3.2	Programa de Actividades	100
3.3.3	Gestión de los Recursos	103
3.3.4	Infraestructura operativa	111

3.3.5 Equipos e Instrumentación	115
<b>3.4 Normalización existente .....</b>	<b>120</b>
3.4.1 Marco Internacional	120
3.4.2 Marco Nacional	125
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>132</b>
<b>ANÁLISIS, RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....</b>	<b>132</b>
<b>4.1 Análisis de Resultados de la Investigación .....</b>	<b>132</b>
4.1.1 Resultados de la Investigación	132
4.1.2 Respuestas al Cuestionario de Políticas y Estrategias	139
4.1.3 Políticas	143
4.1.4 Estrategias	144
4.1.5 Análisis de los Resultados	145
<b>4.2. Contrastación de la Hipótesis .....</b>	<b>150</b>
4.2.1 Hipótesis y estrategia	150
4.2.2 Hipótesis general e inductiva	151
4.2.3 Variables e Indicadores	152
<b>4.3. Rol del Capital Humano .....</b>	<b>154</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>161</b>
Conclusiones	161
Recomendaciones	165
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>175</b>

## DEFINICIONES

**ABSORBENTE:** Cualquier material que absorba o detenga radiaciones ionizantes. Absorbentes fuertes de neutrones como boro, hafnio y cadmio son usados en las barras de control en los reactores. Plomo, concreto y acero atenúan los rayos gamma y neutrones en las defensas de un reactor nuclear.

**ACONDICIONAMIENTO:** Aquellas operaciones que generan un paquete de desecho apto para el manejo, transporte, almacenamiento y/o eliminación. El acondicionamiento podrá incluir convertir el desecho en una forma sólida, poner el desecho en contenedores y, si es necesario, proporcionar un sobre envase.

**ACTIVIDAD:** Expresión que indica la velocidad de radiación que dispone un radionúclido, traducido en el número de fotones o de desintegraciones por unidad de tiempo, y tiene como unidad actual, al Bequerel (Bq), y como unidad antigua el Curie (Ci). Siendo 1 Ci equivalente a  $3,7 \times 10^{10}$  Bq.

**ALMACENAJE:** Ubicar el desecho radioactivo en una instalación adecuada donde se provean el aislamiento, el control y protección del ambiente y del humano (por ejemplo, la supervisión) con la intención que el desecho se pueda encontrar para ser tratado, acondicionado y/o más adelante, eliminado.

**ANALIZADOR MULTICANAL:** Equipo electrónico que se utiliza para el análisis de amplitud de pulsos con empleo de un número de canales, el cual varía según los distintos modelos, así hay de 120, 256, 512, 1024, etc., hasta 4096 canales. En la estrategia del monitoreo de la radiación, se usa para la caracterización de los residuos líquidos y sólidos. Según sea el mayor número de canales mayor es la identificación de radioisótopos.

**AUTORIDAD REGULADORA:** Una autoridad o autoridades nombradas o de otra forma reconocidas por un gobierno para fines reguladores, en relación con la protección radiológica y la seguridad nuclear. En Perú es la OTAN y tiene como Autoridad Nacional al presidente del IPEN.

**AUTORIZACIÓN:** Un permiso concedido en un documento por la Autoridad Reguladora, a una persona jurídica que haya presentado una solicitud para realizar una práctica o cualquier otra acción mencionada en estas regulaciones. La autorización puede tomar la forma de una inscripción en un registro o de una licencia individual o de la instalación.

**BARRA ACTIVA:** Cuerpo de combustible nuclear en forma de barra, o sea, barra combustible dispuesto en un conjunto fino y largo, así preparado para su utilización en un reactor.

**CICLOTRÓN:** Equipo de uso médico, que acelera a alta velocidad partículas atómicas eléctricamente cargadas. Electrones, protones, neutrones y partículas alfa pueden ser acelerados cerca de la velocidad de la luz, para ser usados en investigaciones nucleares. Entre los aceleradores está además del ciclotrón, el betatrón, acelerador lineal y sincrotrón.

**CÓDIGO DE CONDUCTA:** Conjunto de invocaciones del OIEA, destacando las acciones destinadas a preservar la seguridad física y radiológica de las fuentes radiactivas.

**CONJUNTO CRÍTICO:** Conjunto que contiene cantidad suficiente de material fisionable y material moderador como para sustentar una reacción en cadena a un nivel de baja potencia. Esto permite el estudio del comportamiento de todos los componentes para varios tipos de material fisionable y para diferentes disposiciones geométricas.

**CULTURA DE LA SEGURIDAD:** El conjunto de características y actitudes de las entidades e individuos que establecen, como prioridad máxima, que los asuntos de protección y seguridad radiológica reciban la atención debida según sus aplicaciones e importancia.

**DESECHOS (RESIDUOS) RADIATIVOS:** Diversos productos provenientes de proceso de producción o servicios que han quedado fuera de uso, procediéndose a la gestión, comprendiendo, descargas, transporte, acondicionamiento y al almacenamiento temporal y definitivo.

**DRUM (CILINDRO ESTANDARIZADO):** Contenedor donde se encuentra la fuente radiactiva en forma sólida o como fuentes selladas en desuso,

**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD:** Una revisión de los aspectos de diseño y manejo de una fuente que es importante para la protección de personas o de la seguridad de la fuente, que incluye el análisis de las medidas de seguridad y protección adoptadas en las fases de diseño y funcionamiento de la fuente y, el análisis de riesgos asociados a condiciones normales y situaciones de accidentes.

**EXPOSICIÓN OCUPACIONAL:** Todas las exposiciones a las cuales estén expuestos los trabajadores durante su trabajo, con la excepción de exposiciones o de fuentes excluidas por estas regulaciones.



**FISIÓN:** Partición de un núcleo pesado en dos fracciones aproximadamente iguales (que son núcleos de elementos más livianos) acompañada por la liberación de una cantidad relativamente grande de energía y frecuentemente por uno o más neutrones. La fisión puede ocurrir espontáneamente, pero en reactores nucleares es causado por absorción de neutrones.

**FUENTE:** Cualquier material que cause exposición a la radiación, ya sea emitiendo radiación ionizante o liberando sustancias o materiales radioactivos.

**FUENTE SELLADA:** Material radioactivo que está (a) permanentemente encerrado en una cápsula, o (b) firmemente ligado y en forma sólida. La cápsula o material de una fuente sellada será lo suficientemente resistente a filtraciones en las condiciones de uso para la cual fue diseñada la fuente.

**GARANTÍA DE CALIDAD:** Todas esas acciones planeadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un artículo, proceso o servicio cumplirán con los requisitos de calidad, por ejemplo, aquellos que se mencionan en la licencia de operación a solicitar ante la OTAN.

**GRUPO CRÍTICO:** Un grupo de miembros del público razonablemente homogéneo con respecto a su exposición a una fuente de radiación y vía de exposición dadas, y característico de los individuos que reciben la dosis efectiva más alta o dosis equivalente (según el caso), por la vía de exposición de la fuente suministrada.

**INSCRIPCIÓN EN REGISTRO:** Una forma de autorización para prácticas de riesgos bajos o moderados en virtud de la cual, la persona jurídica responsable ha preparado y presentado a la Autoridad Reguladora, una evaluación de seguridad de las instalaciones y del equipo. La práctica o uso es autorizada con limitaciones o condiciones aplicables.

**INVENTARIO RADIATIVO:** Un registro detallado por fuente, el cual es llevado por el operador o por la Autoridad Reguladora conforme a estas regulaciones, el cual contiene información tales como cantidades físicas, actividad del residuo, marca, fabricante, procedencia y otros aspectos relacionados al uso y almacenamiento.

**LICENCIA:** Una autorización otorgada por la Autoridad Reguladora en función de la evaluación de la seguridad de una operación, instalación o practica con radiación, acompañada por requisitos y condiciones específicas, las cuales deberá cumplir el licenciado titular.

**LICENCIA DEL TITULAR:** Persona poseedora de una licencia actualizada otorgada para una práctica o fuente que tiene derechos y deberes reconocidos para esa práctica o fuente, particularmente en lo que atañe a la protección y seguridad.

**LÍMITE DE DOSIS:** El valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente a individuos de prácticas controladas, que no deberán ser rebasadas.

**MEDIDOR DE ESPESORES:** Equipo que emplea el método de absorción de partículas beta para determinar el peso por unidad de área en materiales laminados. La medición de espesores, o, más bien, el peso por unidad de superficie de los materiales laminados sujetos a calibración, se efectúa en forma diferencial, restando por oposición las intensidades de corriente que corresponde al estándar y a la muestra en ensayo. El equipo está constituido por un cabezal de medición que comprende, la cámara de ionización y la fuente radiactiva, el equipo electrónico y panel de control y la parte mecánica de colocación y desplazamiento de las muestras.

**NÚCLIDO:** Cualquier especie de átomo que existe por una medible extensión de tiempo. Un nucleído puede ser distinguido por su peso atómico, número atómico y estado de energía. El término es usado sinónima mente como isótopo. Un radionúclido es un nucleído radiactivo.

**PROTECCIÓN RADIOLÓGICA:** Disciplina que estudia los efectos de las dosis producidas por las radiaciones ionizantes y los procedimientos para proteger a los seres vivos de sus efectos nocivos.

**REACTOR NUCLEAR:** Equipo por medio del cual las reacciones de fisión en cadena pueden ser iniciadas, mantenidas y controladas. Su principal componente es la zona activa con el combustible fisionable y generalmente, posee moderador, reflector, protector y mecanismo de control.

**TRATAMIENTO:** Actividades que tienen como objetivo, beneficiar la seguridad y/o la economía por medio del cambio de las características del desecho. Los tres objetivos básicos del tratamiento son: (a) reducción del volumen, (b) eliminación de los radionúclidos de los desechos, (c) cambio de la composición. Después del tratamiento, el desecho podrá ser o no inmovilizado para alcanzar la forma correcta de desecho.

**URANIO AGOTADO:** Uranio que tiene un porcentaje de Uranio 235 menor que el 0,7 % que se halla en el uranio natural. Se encuentra en elementos combustibles usados o como subproducto ('colas') en la separación de isótopos de uranio.

**URANIO ENRIQUECIDO:** Uranio en el cual el porcentaje del isótopo fisionable, U235, ha sido acrecentado por encima del 0,7 % contenido en el uranio natural.

**VIGILANCIA:** La medición de la dosis o contaminación por razones relacionadas con la evaluación o control de la exposición a la radiación o sustancias radioactivas, y la interpretación de los resultados.

**Referencias:**

AIEA. Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. Safety Glossary, 2007.

Glosario de Términos Nucleares, Rodolfo Ghelfi, Horacio Rizzo, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina, 1967.

**ABREVIATURAS:**

<b>AEN</b>	Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE
<b>AN</b>	Acuerdo Nacional
<b>ARCAL</b>	Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología en la América Latina
<b>CNEA</b>	Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina
<b>CCCGSDR</b>	Convención Conjunta Combustible Gastado y de Seguridad con los Desechos Radioactivos
<b>DIGESA</b>	Dirección General de Salud del MINSA
<b>DOE</b>	Departamento de Energía de Estados Unidos de Norteamérica
<b>ENRESA</b>	Empresa Nacional de Residuos, España
<b>EURATOM</b>	Comunidad Europea de la Energía Atómica
<b>GTRI</b>	Iniciativa Regional de Reducción de Amenazas
<b>GRR</b>	Gestión de Residuos Radioactivos
<b>INES</b>	Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Estandarización
<b>INIS</b>	Sistema Internacional de Documentación Nuclear
<b>ICT</b>	Informe Científico Tecnológico, IPEN
<b>LANL</b>	Laboratorio Nacional de los Alamos
<b>MINEM</b>	Ministerio de Energía y Minas
<b>MINSA</b>	Ministerio de Salud
<b>NORM</b>	Materiales Radiactivas de Origen Natural
<b>OTAN</b>	Organismo Técnico de la Autoridad Nacional
<b>OIEA (IAEA en inglés)</b>	Organismo Internacional de Energía Atómica
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PGRR</b>	Planta de Gestión de Residuos Radiactivos
<b>PLDR</b>	Proyecto ley de Desechos Radiactivos
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PPR</b>	Planta de Producción de Radioisótopos
<b>RADWASS</b>	Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos
<b>RP-0</b>	Reactor de Potencia Cero
<b>RP-10</b>	Reactor de Potencia 10 MW
<b>RR</b>	Residuos Radioactivos
<b>RWMM</b>	Radiative Waste Management Registry

**WIPP**      Planta Piloto de Aislamiento de Residuos

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1	Escala INES, OIEA	11
Ilustración 1.2	Accidentes nucleares y radiológicos: Japón, Brasil, Perú	12
Ilustración 1.3	Fuentes de radiación de uso industrial	17
Ilustración 1.4	Centro Nuclear “RACSO”, distrito de Carabayllo, Lima	20
Ilustración 1.5	Generadores y residuos radiactivos en el Centro Nuclear	22
Ilustración 1.6	Medidores nucleares de uso industrial	26
Ilustración 1.7	Reserva de uranio en Puno y obtención de $U_3O_8$	27
Ilustración 1.8	Aplicaciones en medicina nuclear	28
Ilustración 1.9	Contenedores usados en la repatriación	33
Ilustración 1.10	Labores con Misión OIEA, Blindajes desmontados sin fuentes	34
Ilustración 2.1	Medidores nucleares	57
Ilustración 2.2	Optimización de la radiación	60
Ilustración 2.3	Formato Comparativo con la Guía de Seguridad OIEA	65
Ilustración 2.4	Formato de Gestión de Residuos en el Centro Nuclear	67
Ilustración 2.5	Formato de información básica de fuentes en desuso	68
Ilustración 2.6	Diagrama para obtener concentrado radiactivo	70
Ilustración 2.7	Personal y fuente radiactiva en la Planta siderúrgica	71
Ilustración 2.8	Mapa conceptual de la metodología desarrollada	72
Ilustración 3.1	Plan Inca	75
Ilustración 3.2	Relaciones internacionales y sectoriales	76
Ilustración 3.3	Instalación del Acuerdo Nacional y mesa directiva	79
Ilustración 3.4	Director General de la OIEA	83
Ilustración 3.5	Presencia nuclear en Argentina e Irán	84
Ilustración 3.6	Clasificación de residuos radiactivos AIEA	86
Ilustración 3.7	Sistema de gestión en la PGRR	92
Ilustración 3.8	Gestión de los residuos líquidos	93

Ilustración 3.9	Disposición final tipo Bore Hole	94
Ilustración 3.10	Sistema de gestión en España	95
Ilustración 3.11	Políticas y Estrategias desde el IPEN-PGRR	97
Ilustración 3.12	Arquitectura estratégica del IPEN	99
Ilustración 3.13	Equipo de la GRR 2000 al 2014	106
Ilustración 3.14	Misión de la OIEA, detección y desmontaje de fuentes	109
Ilustración 3.15	Participación en Cursos y Talleres	109
Ilustración 3.16	Infraestructura de la PGRR	113
Ilustración 3.17	Infraestructura operativa	114
Ilustración 3.18	Instalación y núcleo del RP(0)	115
Ilustración 3.19	Equipos adicionales en la gestión	117
Ilustración 3.20	Instrumental de protección radiológica	117
Ilustración 3.21	Contenedores metálicos para fuentes selladas	117
Ilustración 3.22	Movilidad donada y por adquirir en la PGRR	119
Ilustración 3.23	Pirámide legal	131
Ilustración 4.1	Lugar de la PGRR en la propuesta de estructura IPEN	138
Ilustración 4.2	Estructura orgánica actual del IPEN	139
Ilustración 4.3	Evento OIEA sobre Reactores de Investigación	147
Ilustración 4.4	Evento Regional OIEA-IPEN-PGRR, 2011	156
Ilustración 4.5	Exposición en el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú	157
Ilustración 4.6	Participación Exposición ECI Invierno 2014	157
Ilustración 4.7	Participación ICAP, local CIP, 2014	158
Ilustración 4.8	Participación en ICT, 2008-IPEN	158
Ilustración 4.9	Desmontaje de pararrayos radiactivos	159
Ilustración 4.10	Resultados de Análisis de Líquidos de la PPR	160

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Características de los radioisótopos de uso en el país	17
Tabla 1.2	Aplicaciones y usos de los Radioisótopos en el Perú	23
Tabla 1.3	Fuentes radiactivas repatriadas a los EEUU	32
Tabla 2.1	Fuentes, número y actividad gestionadas el 2011 (sector MEM)	58
Tabla 2.2	Características de las fuentes radiactivas procedentes de la Planta siderúrgica	71
Tabla 3.1	Residuos líquidos radiactivos y opciones de tratamiento y acondicionamiento	88
Tabla 3.2	Residuos sólidos radiactivos	89
Tabla 3.3	Opciones en los residuos gaseosos	90
Tabla 3.4	Extracto del Plan estratégico del IPEN, Referencia año 2013	96
Tabla 3.5	Programa Operativo (POI) de la PGRR, 2010	102
Tabla 3.6	Características de tipo de transporte utilizados en la PGRR	119
Tabla 4.1	Labores con las misiones OIEA y del DOE-EEUU	133
Tabla 4.2	Plan Anual de Actividades	136



**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 01</b>	Plan Estratégico Institucional IPEN 2010 – 2016, Editado en diciembre de 2009	175
<b>ANEXO 02</b>	Formato Tipo Encuesta a Usuarios de Material Radiactivo	182
<b>ANEXO 03</b>	Proyecto de Ley de Residuos Radiactivos	186
<b>ANEXO 04</b>	Requisitos comparativos con las Guías de Seguridad del OIEA	196
<b>ANEXO 05</b>	Convención Conjunta Sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos	198
<b>ANEXO 06</b>	Reunión de RLA 078: Fortalecimiento de la Infraestructura Nacional y el Marco Regulatorio para la Protección del Público y del Medio Ambiente y para la Gestión Segura de las Fuentes Radiactivas, Rio de Janeiro, Brasil, 22 a 26 de abril del 2013. Con Tabla del estado del almacenamiento en los países de América Latina	205
<b>ANEXO 07</b>	Niveles genéricos de Dispensa en las Descargas de los efluentes.	206

## RESUMEN

La gestión de los residuos radiactivos, como un sistema integrado desde sus políticas y estrategias inherentes, se sustenta en la necesidad del país de abordar la situación en que se encuentran. Examinarlos a la luz de la experiencia ganada en el IPEN y en los entornos internacionales, con los cuales se han venido resolviendo. Seguidamente, proyectar propuestas a fin de ofrecer al país opciones más viables de seguridad y sostenibilidad para reforzar y darle continuidad al uso de la energía nuclear y sus aplicaciones.

Alrededor de la gestión de los residuos radiactivos, se relacionan aspectos propios como IPEN, como con aquellos vinculados al medio internacional, a través de los organismos como el OIEA. Se reconoce que la actividad nuclear tiene varios periodos de evolución, que toma un auge importante en la segunda guerra mundial, luego en la producción núcleo eléctrico, las aplicaciones médicas en el periodo siguiente y últimamente con la prevención mediante la seguridad física y radiológica de las fuentes de radiación. Reflexionando, unificando el contenido de sus aplicaciones, encontramos la importancia que adquiere en los procesos del desarrollo productivo, en áreas claves de la economía y la investigación científica: la minería, la hidrología, la alimentación y últimamente el estudio ambiental ante el cambio climático, en donde la tecnología nuclear brinda medios adecuados para su prevención.

Los resultados obtenidos permiten ponderar su fuerza e implicancia de lo que constituye la integridad de la gestión, que toca a la superestructura estatal como al público afectado o favorecido con respecto a su uso. La gestión de los residuos, es el instrumento sobre el cual se da respuesta de protección radiológica ante el uso de la generación de energía con los productos que se derivan. Una gestión integrada basada en una política y estrategia coherente con el grado de desarrollo y seguridad permitirá el país encaminarse con pasos apropiados al desarrollo nuclear como un componente en la solución de los problemas industriales y tecnológicos existentes.

**PALABRA CLAVE:** Residuos radiactivos. Política nuclear. Estrategias sostenibles. Sistema de gestión.

## ABSTRACT

The management of radioactive waste, as an integrated system from its inherent policies and strategies, is based on the country's need to address the situation in which they find themselves. Examine them in the light of the experience gained in IPEN and in the international environments, with which they have been solved. Then, to propose proposals in order to offer the country more viable options of security and sustainability to reinforce and give continuity to the use of nuclear energy and its applications.

Around the management of radioactive waste, aspects such as IPEN are related, as well as those related to the international environment, through agencies such as the IAEA. It is recognized that nuclear activity has several evolutionary periods, taking a major boom in the second world war, then in the electric power production, medical applications in the following period and lately with prevention through the physical and radiological security of Sources of radiation. Reflecting, uniting the content of its applications, we find the importance it acquires in the processes of productive development, in key areas of economics and scientific research: mining, hydrology, food and ultimately the environmental study of climate change, where nuclear technology provides adequate means for its prevention.

The results obtained allow us to weigh its strength and implication of what constitutes the integrity of the management, which touches the state superstructure as the public affected or favored with respect to its use. Waste management is the instrument on which radiation protection response is given to the use of energy generation with the products that are derived. Integrated management based on a policy and strategy consistent with the degree of development and security will allow the country to take appropriate steps towards nuclear development as a component in the solution of existing acute health and technological problems

KEY WORD: Radioactive waste. Nuclear policy. Sustainable strategies. Management system.

## INTRODUCCIÓN

La Tesis, bajo un título amplio, indudablemente no puede dar por agotado en todos sus extremos lo que implica los residuos radiactivos, que constituye una preocupación hasta hoy no resuelta, ni en los países más avanzados en la tecnología, generados en el reactor nuclear, de investigación, de potencia y en las aplicaciones radiactivas. Mucho menos se tiene resuelto de manera integral, lo que constituye los accidentes nucleares y radiactivos, cuando estos sobrepasan los límites de control por la actividad humana, como se refleja en el reciente accidente de Fukushima. Se dará cuenta sobre el estado del desenvolvimiento desde la unidad especializada del Instituto Peruano de Energía Nuclear lo que ha sido, es y se proyecta como gestión integrada de la gestión de los residuos radiactivos en el Perú.

En el Capítulo I, Diagnóstico General de la Gestión de los Residuos Radiactivos, trata precisamente los peligros, riesgos, medios y respuestas técnica ocurridas en las acciones llevadas a efectos por la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR) del IPEN. Da cuenta de las características de los radioisótopos de interés médico e industrial y de investigación, de las características de las aplicaciones en el campo y el nivel de respuestas que se han ido presentando, diseñando el contenido formulando el problema a resolver, indicando el objetivo, la hipótesis, las variables e indicadores ajustados a la problemática. En todo ello sin dejar de lado el contexto internacional marcado por la intervención de la OIEA y las organismos como la CNEA de Argentina en la implementación de la infraestructura del Centro Nuclear.

El Capítulo II, Marco Teórico y Marco Conceptual; se orienta a precisar las bases de la política y la estrategia en la problemática establecida para desprender en forma interrelacionada con lo que se señala como el sistema integrado de gestión de los residuos radiactivos en el Perú. Planteándonos un sistema se indican los componentes para el caso y fundamentalmente trata de especificar el método empleado que podemos resumir en uno de analizar el desenvolvimiento de la política y la estrategia en el interior de la organización y proyectar la realidad en el

contexto nacional e internacional, expresada en la organización que es el Instituto Peruano de Energía Nuclear. Este capítulo condensa el mapa conceptual.

El Capítulo III, Políticas y Estrategias para la Gestión Integral de Residuos Radiactivos; este constituye el fundamento central del desarrollo y formulación del problema y como tal el que revela la consistencia de los argumentos teóricos y experimentales. La sustentación, repasa la breve historia de los antecedentes en el país de la política frente a la ciencia y la tecnología y la contrasta con la orientaciones seguidas en la que se inscribe la estrategia para la implementación de la policía, como la constitución del IPEN. En el estudio del sistema integrado se considera que el desarrollo nuclear disponga de la aceptación ante los problemas ambientales y de salud pública y ocupacional que presenta. Se añade al Capítulo algunas premisas en el desarrollo de la gestión de los residuos, que son la normalización existente en el ámbito internacional expresado por el OIEA y por la regulación nacional emitida por el Organismo Técnico de la Autoridad Nacional (OTAN) adscrito al IPEN.

El Capítulo IV, Análisis de Resultados de la Investigación y Contrastación de la Hipótesis; completa el estudio con un balance de los desarrollado, que proyecta los alcances del sistema integrado, contrastando los objetivos destacados. Se incorpora una relación ente los escenarios a corto, mediano y largo plazo, mostrando resultados de las condiciones del uso seguro de la radiación ionizante en las plantas y equipos de aplicación radiactiva que presentan en el uso final residuos. Se integra en ello la sensibilización y difusión de la información que se registra de acuerdo con la propia experiencia y las que han sido desarrolladas para los efectos de darle el cuerpo necesario al proyecto,

Completa el análisis las conclusiones y recomendaciones; estableciendo finalmente la contribución del proyecto y ponderar en el nivel correspondiente, que estas labores al frente de los residuos radiactivos, se tiene la oportunidad de asociar la metodología internacional y pueda ser extrapolable, a los medios en los cuales, desde el punto de vista ambiental puede ser útil. Se hace así las recomendaciones que contribuyan a viabilizar las conclusiones, de modo que sean apropiadas y

oportunas sin otra motivación que el contribuir al desarrollo de la actividad nuclear en el país con los fines pacíficos que han sido señalados.

## CAPÍTULO I

### **ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS, DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA, FORMULACIÓN DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS, HIPÓTESIS, VARIABLES E INDICADORES, UNIDAD DE ANÁLISIS, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN, FUENTES DE INFORMACIÓN E INSTRUMENTOS UTILIZADOS, TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.**

#### **1.1 Antecedentes Bibliográficos**

La amplitud de la bibliografía proviene de una participación en tanto miembro de IPEN, desde los años 1992 hasta el setiembre 2015 en las labores de la gestión de los residuos radiactivos en el Centro Nuclear "RACSO" y desde mayo de 1977 a 1991, en los Laboratorios de Química del Uranio establecido en la sede de la Avenida Canadá, San Borja, Lima. Al lado de estas actividades se hallan las participaciones en los eventos regionales y nacionales bajo el marco de la OIEA, con las instituciones de los países miembros de América Latina en la región y España, siendo la de mayor contribución las reflexiones en tanto jefe de la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos desde el año 2002 al 2014.

Los sustentos bibliográficos se asocian en el intercambio de conocimientos con la literatura especializada y la experiencia acumulada. El rol orientativo lo constituye el OIEA, que para destacar el significado, tomamos lo que indica la web: [www.oiea.org](http://www.oiea.org), "El OIEA es un editor líder en el campo nuclear. Sus más de 9,000 publicaciones científicas y técnicas incluyen estándares internacionales de seguridad, guías técnicas, actas de conferencias e informes científicos. Cubren la amplitud del trabajo del OIEA, centrándose en la energía nuclear, la radioterapia, la seguridad nuclear y física, la normativa nuclear, entre otros". No puede ser menos si las aplicaciones trascienden a todas las disciplinas científicas y tecnológicas y se constituye en un poder de magnitud internacional desde los centros políticos y gubernamentales establecidos.

Sobre la bibliografía utilizada se destaca los que constituyen planteamientos significativos que gravitan en el estudio y sobre las actividades con los residuos radiactivos:



a) Las “Normas Básicas de Estándares de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de la Fuentes de Radiación”, conocida mayormente como NBS, de fecha 1995, publicado en la Serie de Seguridad N° 115-1, del OIEA, con la suscripción de los organismos internacionales como la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Organismo Internacional del Trabajo (OIT), La Agencia de Energía Nuclear (NEA) constituyente de la Organización de Desarrollo y Cooperación Económica (OECD), Organización Panamericana de Salud (PAHO) Pan American Health Organization (PAHO) y la Organización Mundial de la Salud (WHO). Esta NBS asocia la seguridad nuclear y radiactiva con sus implicancias con la salud y el ambiente. Las NBS fueron ampliadas el año 2011, por la Junta de Gobernadores del OIEA el año 2011, la Junta de Gobernadores del OIEA, ap siguiendo “amplias consultas, informes y opiniones de organismos y entidades internacionales en el tema”, como la participación del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y en calidad de observadoras las organizaciones no gubernamentales como la Asociación Internacional de Protección Radiológica, Comisión Electrotécnica Internacional, Comisión Internacional de Unidades y Medidas, Radiológicas (ICRU) y Organización Internacional de Normalización (ISO). El OIEA, hace conocer que los Estados miembros “adopten disposiciones para el cumplimiento de estos Requisitos de Seguridad”, y “la necesidad de tomar en consideración la armonización periódica de los reglamentos y orientaciones nacionales con las normas y orientaciones establecidas internacionalmente”. Así es, como continua señalando que “los requisitos de seguridad radiológica tienen importantes repercusiones para la elaboración de políticas y la toma de decisiones”, remarcando que es “deseable que todos los Estados aprueben y apliquen esos requisitos”. Para el estudio realizado estas recomendaciones están contenidas en las políticas, estrategias y el sistema de gestión que se propone.

b) La “Convención Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre la Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos”, del año 1997, es otra bibliografía que da pie a la consistencia de los argumentos para establecer la política y la estrategia en la gestión de los residuos radiactivos,. Aquí el OIEA, componente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), no deja

dudas del “uso de la energía nuclear en el destino de los países y de la humanidad”, e insiste en que es labor de los entes institucionales, como el IPEN, de los países miembros, sintonicen la protección del medio ambiente con los impactos de la radiación ionizante, evidenciando un retraso con la Convención los países que no lo suscriben y otros que suscriben y no ratificado a nivel gubernamental, que es el caso de Perú. Los distanciamientos y discrepancias entre países en el marco del OIEA y fuera de ella, tienen su origen en la concentración del poder nuclear que van más lejos que el proclamado uso pacífico de las aplicaciones.

c) Un tercer texto, que integra la bibliografía para sostener el estudio son los “Principios de la Gestión de los Residuos Radiactivos”, contenido en la colección de seguridad N° 111-F del año 1996. Nos revela hasta dónde debe establecer el marco de la política y la estrategia desde la ruptura del núcleo atómico, desde los aspectos localizados del problema hasta consecuencias extraterritoriales y generacionales, indicando que es “preciso definir medidas apropiadas de seguridad y control”. Si esto fue difundido el año 1996, antes de los accidentes de Goiania, de Chernobil, con lo ocurrido posteriormente en Fukushima el 11 de marzo del 2011, estos principios cobran mayor exigencia acciones de prevención con el tratamiento de los residuos radiactivos.

Como los países miembros del OIEA, no caminan al igual que los propiciadores de la energía nuclear, se promueven eventos entre países de una región como la de América Latina, en la que un país se constituye de anfitrión. Para el estudio se destaca el evento denominado “Regulación en Materia de Gestión de los Desechos Radiactivos”, realizado en Abril del 2009, en Santo Domingo, República Dominicana. La importancia radica en el método de comparación de lo actuado por los organismos nacionales con relación a lo logrado por las Guías de Seguridad del OIEA, con lo que se constata las fortalezas, los distanciamientos y desencuentros en razón a los logros alcanzados y niveles de actuación de los países y el OIEA. Desde este evento nace el giro hacia la propuesta actual de tesis y de plantearse en el país, el proyecto de “Ley de Gestión de los Residuos Radiactivos”. En el Anexo se incluye los 24 requisitos comparativos.

En general, se ha señalado que la bibliografía es de alcance teórico y experimental, que permiten enlazar lo que se pretende con el sistema integrado para la gestión de los residuos radiactivos. Sin el mecanismo de asociación y relación entre los componentes del sistema, contenidos en una organización, no hay políticas o estrategias que tenga sostenibilidad. Los sistemas de gestión han ido evolucionando, alcanzando como lo evidencia las normas internacionales, del tipo ISO, que éstas responden mejor cuando están integradas. La evolución industrial y múltiple de procesos productivos y de servicios así lo exige. Los autores Zayas Ramos, Frometa Vázquez y Pérez Martínez, de: "*Los sistemas Integrados de gestión*", difundido en Contribuciones a la Economía de mayo 2008 en la web: [www.eumed.net/ce/2008b/rvm.htm](http://www.eumed.net/ce/2008b/rvm.htm), destacan que, "un sistema integral de gestión debe disponer: a) el proceso de calidad que influya sobre la mejora de productos, servicios y la satisfacción del cliente, b) la protección ambiental, incluyendo la protección contra la contaminación y los desechos, c) la seguridad y la salud en los puestos de trabajo, así como podría incluir también la seguridad de los productos, servicios, d) la integración, por tanto de dichos elementos en el sistema general de gestión de una organización". El estudio contiene estos elementos del sistema integrado y lo particulariza sobre los residuos radiactivos en su connotación nacional e internacional, donde la política y la estrategia obligan al mantenimiento y fortalecimiento de un sistema integrado de gestión con las características que nos señalan, como son los de; integralidad, compatibilidad, complementariedad, transversalidad, y representatividad, siendo esta última importante también, pues se trata de que los componentes del sistema articulado en cualquier punto del lazo que los une estén reflejando las características del todo que permiten llegar al objetivo. Ello nos dirá, bajo la observación, como se extrae del estudio, que tanto se ha avanzado y cuánto es lo que está faltando para lograrlo, y fundamentalmente qué camino es el apropiado en recursos y procedimientos para superar los obstáculos. La bibliografía nos ayuda en ese camino de ampliar y profundizar lo examinado.

## **1.2 Descripción de la realidad problemática**

### **1.2.1 IPEN y el Plan de desarrollo nuclear**

El IPEN es el instrumento político y estratégico para el desarrollo nuclear en el país. El IPEN para la gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado cuenta en su estructura interna de una Dirección de Servicios, en la cual se ubica la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR). Hasta el año 2002, la Dirección General de Instalaciones (DGI) que dirigía el Reactor de Potencia 10 (RP-10), dirigía a la PPR y ésta a la PGRR.

Un giro en el quehacer de IPEN, acorde con su política de racionalización del aparato estatal y de las directivas que desde el Ministerio de Economía Finanzas se hacían a las instituciones públicas, derivó a agenciarse de los llamados recursos propios, dando lugar a la Dirección de Servicios y ubicándose así a la PGRR bajo esta dependencia orgánica.

Con nuevos alcances y reorientando sus funciones, el IPEN se plantea la elaboración y aplicación del Plan Estratégico 2010-2016, en el cual se destacan incursionar y alcanzar los siguientes proyectos: el ciclotrón, la producción del Molibdeno-99 por fisión, y el proyecto de central nuclear, que mediante el Informe de Gestión del año 2013 observamos sus características de aplicación [1]. Se comprende que en tales alcances se encuentra implícito el lugar de los residuos radiactivos, materia de este texto. Una vista parcial del Plan Estratégico 2010-2016, se muestra en el **Anexo 01**.

Estos proyectos se han desarrollado al punto en que está próximo a operar el Ciclotrón mediante Convenio con ESSALUD, la producción de Molibdeno-99 por fisión presenta dificultades técnicas y el Proyecto de la Central Nuclear, no han merecido pronunciamientos adicionales por parte de entidades del sector y responsables políticos que refuercen lo indicado por el IPEN. Sin embargo, es de destacar la gestión para obtener los nuevos combustibles que aseguren la operatividad del reactor y el cumplimiento de suministrar los radioisótopos. Se ha suscrito un contrato de fabricación y entrega de 29 elementos combustibles para el RP 10 (22 estándares y 7 barras de control); la entrega tiene fecha, y en la firma

de la adquisición se encuentran la OIEA, Estados Unidos, Argentina y Perú. Lo que se observa en [www.ipen.gob.pe/site/noticias/2015/25112015.html](http://www.ipen.gob.pe/site/noticias/2015/25112015.html).

La importancia de este paso, se produce en circunstancias que los países asumen la tecnología nuclear a pesar de los problemas que confrontan entre los requerimientos energéticos y las consecuencias de malas prácticas en las que se incluyen los accidentes nucleares y radiactivos, así ventilar las formas del desarrollo nuclear está ligada a la política y estrategia en el sistema de gestión de los residuos. De lo que se trata entonces, es también precisar los criterios y reflexiones que permitan definir la opción más segura que corresponde a la naturaleza de los problemas que se presentan y las que se proyectan en el mediano y largo plazo en el país.

### **1.2.2 Aspectos controversiales**

En la Gestión de los residuos radiactivos, el planeamiento comienza con un diagnóstico de la situación que presenta el país en las aplicaciones nucleares y el uso de fuentes radiactivas, a fin de identificar las debilidades del sistema de gestión. Ello nos debe permitir hacer las propuestas que emergen, tomando en cuenta el nivel en que el desarrollo de la tecnología de gestión se encuentra en mundo y en el país. Se proyecta así las mejoras que de ello se deriven, evitando llegar a extremos que oscurezca la reflexión, o que inhabiliten un planeamiento, ligado sobre todo al grado en que nos encontramos y su viabilidad de desarrollo próximo. Por ser el tema sobre las Políticas y Estrategias a seguir para el mejoramiento del sistema en forma integral, no podemos evadir discrepancias con las decisiones que provienen de las entidades que gobiernan la protección de la salud y el ambiente en el país; con la salvedad de que se trata de buscar una respuesta apropiada al tema en cuestión.

Son motivos de preocupación y de constantes procesos de investigación, los riesgos asociados a las prácticas tecnológicas y médicas con radiaciones ionizantes. Están involucrados el operador o trabajador operacionalmente expuesto, el público en la forma de paciente, el llamado grupo crítico cuando se trata de evaluaciones de impacto al medioambiente por prácticas o ensayos nucleares. El

uso de las radiaciones, implica riesgos y ha significado problemas a la salud en la forma de acumulación de dosis radiactiva en personal operador y del público. El Perú registra el accidente de Yanango – Junín, ocurrido el 20 de febrero de 1999, a partir de una fuente de Iridio-192 usado en gammagrafía industrial. Otro accidente es el Goiânia - Brasil, del 13 de septiembre de 1987, con graves resultados a partir de una fuente de Cesio-137 usada en Teleterapia. Una situación de amplio impacto es el caso de la explosión de la Central Nuclear de Chernóbil, Ucrania, ocurrido cuando aún era de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

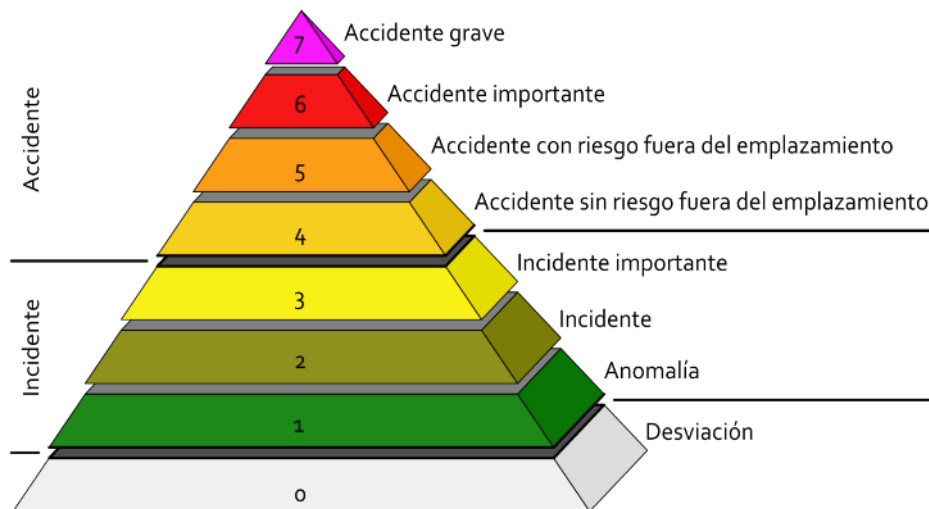
La gestión de los residuos radiactivos, es un indispensable complemento del ciclo de la generación de la energía nuclear y sus aplicaciones. Deriva la gestión en un producto inmovilizado radiactivo ubicado en un almacenamiento seguro, que la tecnología lograda por algunos países adopta la forma de un repositorio superficial o repositorio de corta, mediana y gran profundidad. Un aspecto que prevé la tesis es el disponer finalmente en una opción de repositorio de disposición final para fuentes radioactivas en desuso de largo período de semidesintegración.

Opciones previas se encuentran y son soluciones importantes como el reciclaje o el reproceso como en el caso del elemento combustible gastado. Evaluaciones previas a la gestión, son indispensables a fin de optimizarlas, así se establece que materiales considerados como residuos radiactivos se encuentren exentos [ 2 ] y de encontrarse en algún proceso de gestión, pueden ser desclasificados lo que deriva a excluirlo de un tratamiento posterior como residuo radiactivo. Es lo que ocurre principalmente con aquellos residuos que por su periodo de vida media decaen a las condiciones naturales. Valores de cantidades exentas son registrados en la normativa peruana e internacional, como el Reglamento de Seguridad Radiológica emitido por el IPEN, como D.S. 009- 1997. [ 3 ]

Las ilustraciones 1.1 y 1.2 muestran los niveles de accidentes y los generados cuando ocurren situaciones de anomalía e incidentes.

El contenido del proyecto de tesis, se apoya en las técnicas existentes en la Planta de Gestión de Residuos, incorporando aquello que sea ilustrativo y lo que señala y difunde los organismos especializados internacionales y nacionales, como la

OIEA y el IPEN. Se buscará plantear un escenario positivo de gestión integral, basándose en la adopción de políticas y de estrategias en las instancias correspondientes a los requerimientos de su implantación, dirigido a su manejo seguro, en todo el ciclo de su generación y/o aplicación: segregación, minimización, transporte, recepción, opciones de tratamiento (precipitación química, compactación, incineración) y el almacenamiento que puede ser temporal o definitivo para su disposición a través de un repositorio [ 4 ]. Con mención especial se encuentran las fuentes radiactivas en desuso que fueron repatriados a su país de origen mediante Convenio con el DOE - EE.UU. y que los elementos combustibles gastados sean repatriados al país fabricante.

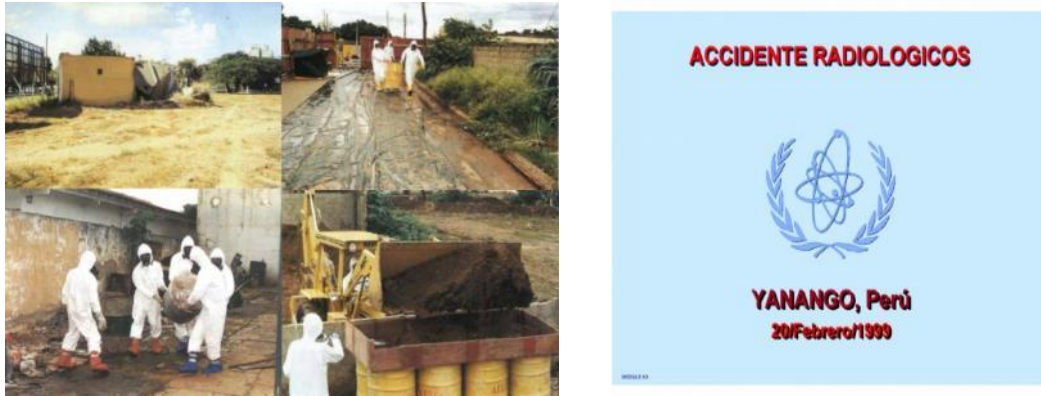


**Ilustración N° 1.1 Escala INES, OIEA**

Fuente: <https://www.iaea.org/ns/tutorials/regcontrol/appendix/app96.htm>



**Japón, Tratamientos de residuos líquidos en reactores siniestrados**



**Accidente Goiania, Brasil**

**Accidente de Yanango, Perú**

**Ilustración 1.2 Accidentes nucleares y radiológicos: Japón, Brasil, Perú**

**Fuente: [www.aiea.org/publications](http://www.aiea.org/publications)**

Interesa destacar que las políticas y estrategias tienen sus antecedentes en los planteamientos de política nacional e internacional, con el cual surge y se desarrollan las instalaciones nucleares. Un mecanismo de formulación de política nacional, a falta de otras, salvo la que inscriben los organismos vinculados a los sectores profesionales, es lo que se denomina el “Acuerdo Nacional”. Este se instala en el gobierno de Alejandro Toledo (2001-2006), allí destaca el curso a seguir con relación a las opciones energéticas y en especial a los problemas ambientales en la que se inscribe la gestión de los residuos radiactivos.

Desde la interrelación de instancias internacionales como nacionales, se tratan respuestas a problemas, por ejemplo el cambio climático, con políticas y estrategias gubernamentales. Desde el terreno de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, también es destacable como se sostiene y se aplica desde el Organismo Internacional de Energía Nuclear (OIEA), posiciones contenidas en convenios que indican a los estados miembros compromisos de realizar la gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear. Cabe tomar en cuenta las obligaciones de preveer y proteger el medioambiente y salud pública; como sostiene la Convención Conjunta en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (CCCGSDR), realizada en Viena el 5 de septiembre de 1997 [ 5 ].



Por tanto, la Tesis se nutre de avances internacionales que tenga incidencia sobre el país. Indudablemente que el nivel de preocupación de las aplicaciones nucleares y su impacto en el ambiente son de menor dimensión, pero no deja de tener sustento que el país tome las medidas protectoras en el terreno donde se presente y contar para ello, con una presencia política importante en el terreno de las aplicaciones de la energía nuclear. Tomaremos en cuenta que alrededor del IPEN se traduce lo que es y debiera ser las políticas y las estrategias hacia un sistema integrado de gestión de los residuos radiactivos. En el centro de la elaboración encontraremos preguntas sobre la importancia de las aplicaciones de la energía nuclear y la capacidad de respuesta que requiere la Gestión de los Residuos Radiactivos (GRR) en el Perú.

### **1.2.3 Criterios en la gestión de los residuos radiactivos**

Las políticas y estrategias se encuentran inmersas en las prácticas diversas de las aplicaciones de la energía nuclear, incluyendo las etapas del ciclo del combustible nuclear que tiene como inicio la minería de uranio, incluyendo o no el reprocesamiento del elemento combustible, aplicaciones que tiene gran connotación en la medicina y en la industria energética y minera. La preocupación se amplía en el escenario internacional, cuando estas aplicaciones alcanzan usos en fines militares y de otro modo con los accidentes nucleares y radiológicos, localizados en algunos casos y de gran impacto ambiental y humano en otros.

La secuencia de este conocimiento conlleva a los gobiernos, bajo los resultados de la segunda guerra mundial, a constituir organismos supranacionales, que teniendo a las Naciones Unidas como el principal centro de debate internacional, se integran otros organismos. El propósito es ventilar y de intervenir según corresponda, a fin de tratar y preveer los impactos negativos que pudieran derivarse, es así como se constituye el OIEA [ 6 ], que tiene como recomendaciones la de establecer tratados, convenios, procedimientos estandarizados, salvaguardas, procesa recomendaciones que permitan que las acciones en el campo nuclear sean prolijamente evaluadas y reconocidas.

La GRR, es el eslabón menos exigente al inicio de la carrera nuclear, siguieron prevenciones de mayor preocupación, para luego constituirse en una obligación. Al ventilar, tratar y resolver los Residuos Radiactivos (RR) con las técnicas que el medio permite en cada país, se constata que no es suficiente, se requiere la colaboración internacional por las repercusiones radiológicas, entre otras razones. Las radiaciones ionizantes si bien resuelve aspecto de salud y progreso tecnológico en los países, sin embargo, presentan un riesgo de seguridad pública. La seguridad pública se acentúa, a raíz del atentado a las torres gemelas del World Trade – EE. UU. en el año 2001, incorporando la seguridad física de las fuentes de radiación ionizante.

#### **1.2.4 Características y medidas ante las fuentes de radiación**

De todas las instalaciones de uso de material radiactivo en el Perú, el Centro Nuclear es el de mayor gravitación, está constituido en lo fundamental por dos instalaciones generadoras de residuos radiactivos, el Reactor de Potencia 10 MW (RP-10) y la Planta de Producción de Radioisótopos (PPR). Una tercera instalación, la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR) constituido como un centro nacional de tratamiento de residuos sólidos y líquidos, además de otorgar acondicionamiento y almacenamiento a las fuentes radiactivas en desuso recolectados en el territorio nacional. El IPEN tiene como objetivos, el desarrollo de la investigación nuclear a partir de la generación de neutrones, la producción de radioisótopos para uso médico y disponiendo las medidas de seguridad radiológica de alcance nacional, contando con la PGRR para asegurar la mitigación y control de los impactos adversos [ 7 ]

La PGRR, dispone de los medios en el nivel en que se ha podido constituir, fundamentalmente para residuos de muy baja, baja y mediana actividad, del tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento temporal de los productos acabados y recepcionados. La recepción lo es para todos los usuarios nacionales, y disponerlos finalmente en concordancia con la normativa emitida por el Organismo Técnico de la Autoridad Nacional (OTAN) y las recomendaciones internacionales [ 8 ].

La PGRR, ubicada en el Centro Nuclear, está preparada para la recepción de residuos sólidos y proceder a tratarlos mediante el decaimiento radiactivo natural, cuando son de vida media (período de semidesintegración) corta o muy corta. Dispone de equipo de compactación para materiales de desechos manipulables y apropiados para la reducción del volumen. Otro equipamiento es de incineración para materiales permitidos. Los residuos líquidos, luego de caracterizarlos radioquímicamente, se opta por alternativas adicionales, de retención, dilución, y descarga con concentraciones por debajo de los límites de exención indicados por el OTAN y mencionados en el Reglamento de Seguridad Radiológica. Otra vía en los líquidos, es la precipitación química, reservada para líquidos de mayor concentración de radioisótopos de períodos de semidesintegración intermedia y de toxicidad alta como el Cesio-137, Estroncio-90, o el Cobalto-60, que se generan en la fisión y activación neutrónica, en cuanto sus concentraciones indiquen valores superiores a los reglamentarios. Siguiendo con los residuos líquidos, estos una vez concentrados se combinan con cementos nacionales con agregados no metálicos quedando inmovilizados en un cilindro metálico uniforme y luego ser almacenados temporalmente o en forma definitiva en la misma PGRR [ 9 ] .

Las fuentes selladas en desuso, procedentes de las aplicaciones en la minería, industria, medicina y de investigación, poseen un curso propio al ser recolectadas, transportadas, acondicionadas (despojando los materiales no radiactivos y manteniendo su blindaje del propio equipo) hasta su inmovilización con cemento igualmente en un cilindro metálico estandarizado. Esta experiencia ha sido mejorada con la intervención de la misión de la OIEA (2015) y del Convenio con el GTRI (Iniciativa Regional de Reducción de Amenaza) – Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), el 2009 y 2010.

El acondicionamiento de las fuentes selladas en desuso, se ha constituido en una actividad de generación de recursos propios, posee dos opciones, de un lado las fuentes son acondicionadas, cubriéndose con mezcla de concreto, sin posibilidad de retirar la fuente. Otra forma lo es colocar la fuente radiactiva en un cilindro metálico previamente encofrado de cemento que permita el retiro del equipo, así se conserva la integridad de la fuente radiactiva. El acondicionamiento de las agujas de Radio-226 por su alta tasa de radiación, mereció un trato especial, al

colocar en el cilindro encofrado, un blindaje de plomo en los que se encuentra canes de acero inoxidable conteniendo las agujas que por su toxicidad las tapas quedan herméticamente soldadas. Las fuentes selladas radiactivas como el irradiador de Cesio-137 y cabezales de Cobalto-60 que superan las dimensiones de un cilindro uniforme, no se han acondicionado, se mantienen almacenadas para ser considerados en un programa de repatriación por el OIEA.

Lo señalado, nos revela de la importancia de un sistema integrado en la gestión, donde las funciones y actividades deben actuar en correspondencia con las políticas y estrategias establecidas y las que deben ser definidas y asumidas en el corto o mediano plazo.

La ilustración 1.3 nos permite observar algunas fuentes radiactivas en desuso sobre las cuales la gestión de los residuos se presenta, incluyendo el transporte especial.

De otro modo, podemos reconocer de la Tabla 1.1, las características de los principales radioisótopos que se presentan en el país, que alcanzan a ser gestionados como residuos radiactivos, que han sido recogidos de la información técnica referida [ 10 ] [ 11 ].



**Equipos de Ir-192**



**Medidor Nuclear Cs-127**



**Lixiviados de U-238,**



**Contenedor para Cobaltoterapia**



**Almacén de fuentes selladas en desuso**



Transporte de fuentes radiactivas desde la gran minería

Ilustración 1.3 Fuentes de radiación de uso industrial

Fuente: Informes técnicos de servicios realizados por la PGRR

Tabla 1.1 Características de los radioisótopos de uso en el país

Radioisótopo	Vida media	Emisores	Energía keV (% de emisión)	Actividad
Americio-241,	432 años	Alfa  Gamma	5388 (1) 5443 (13) 5486 (85) 14 (13) 18 (18) 60 (36)	11 kBq(*) hasta 185 kBq
Americio-241 / Berilio	432 años	Alfa  Gamma	5388 (1) 5443 (13) 5486 (85) 14 (13) 18 (18) 60 (36)	1,85 GBq hasta 11,1 TBq
		Electrón	63 (41) 84 (45)	

Cadmio-109	462,6 días	Gamma	87 (10) 22 (83) 25 (15) 88 (04)	37 MBq hasta 4 GBq en Analizadores de materiales
Carbono-14	5730 años	Beta	157 (100)	10 MBq hasta 3 GBq
Cobalto-60	5,27 años	Gamma  Beta	1173 (100) 1333 (100) 318 (100) 1491 < de 1	37 kBq hasta 1,85 PBq en un irradiador panorámico tipo IV
Estroncio-90	29,1 años	Beta	523 (< de 1) 546 (100) 2284 (100)	55 kBq hasta 37 GBq
Fósforo-32	14,3 días	Beta	1710 (100)	185 MBq hasta 2,2 GBq
Hierro-55	2,7 años	Gamma ó X	6 (25) 7 (3)	222 keV hasta 4 GBq. Analizador de materiales.
Iodo-131	8,04 días	Beta  Electrón  Gamma	248 (2) 334 (7) 606 (90) 46 (4) 330 (2) 284 (6) 365 (82) 637 (7)	370 kBq hasta 10 GBq en forma líquida para terapia en medicina nuclear
Iodo 125	60,1 días	Electrón  Gamma	4 (79) 23 (20) 31 (11) 27 (114) 31 (26) 36 (7)	3,7 MBq hasta 10 GBq

Iridio-192	74 días	Gamma	317 (83) 468 (48) 604 (8)	5,5 GBq hasta 8,88 TBq usado en Gammagrafía
Radio-226	1600 años	Alfa Gamma	4602 (6) 4784 (94) 186 (3)	37 kB hasta 300 MBq
Samario-153	1,95 días	Beta Gamma	634 (35) 703 (44) 807 (21) 41 (49) 47 (12) 103 (28)	3,7 hasta 7,4 GBq usado en forma líquida en terapia de medicina nuclear
Tecnecio-99m	6,02 horas	Beta Gamma	120 (9) 138 (1) 18 (6) 21 (1) 141 (89)	500 MBq hasta 74 GBq
Thorio-232	$1,4 \times 10^{10}$ años	Alfa Gamma	3830 (0,2) 3953 (23) 4010 (77) 12 (8) 59 (0,2) 125 (< de 1)	80kBq hasta 370 kBq en calibración e industrial
Tritio (H-3)	12,3 años	Beta	19 (100)	185 GBq hasta 7,5 GBq en forma sellada.
Plutonio-238	87,7 años	Alfa Gamma	5499 (71) 5456 (29) 16 (12) 44 (< de 1) 100 (< de 1)	314 GBq en medidores industriales, 240 GBq en prospección petrolera.

Uranio-238	4,5x10 <sup>9</sup> años	Alfa Gamma	4196 (77) 15 (9) 50 (< de 1)	Investigación industrial
------------	-----------------------------	---------------	------------------------------------	-----------------------------

**Fuente: Guía Práctica para la identificación de fuentes radiactivas y equipos que las contienen- Proyecto RLA/9/028 (ARCAL XX), [ 10 ] [ 11 ]**  
 (\*) 1 Bq = 1 desintegración por seg = 1 dps

El interés por el uso de la energía nuclear destaca en los años 1945, finales de la II Guerra Mundial y en el país Perú, tiene un hito en la aplicación del Programa de “Átomos para la Paz” que promueve el gobierno de EE. UU. a fines de 1950 y comienzos de 1960.

Continúa con la prospección de minerales radiactivos en la década de 1970 y 1980, y toma connotación con la inauguración y puesta en operación del Centro Nuclear [ 12 ], que se muestra en la Ilustración 1.4, con las principales instalaciones en la que se ubica la PGRR.



**Ilustración 1.4 Centro Nuclear “RACSO”, distrito de Carabayllo, Lima, Perú**

Fuente: [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe)

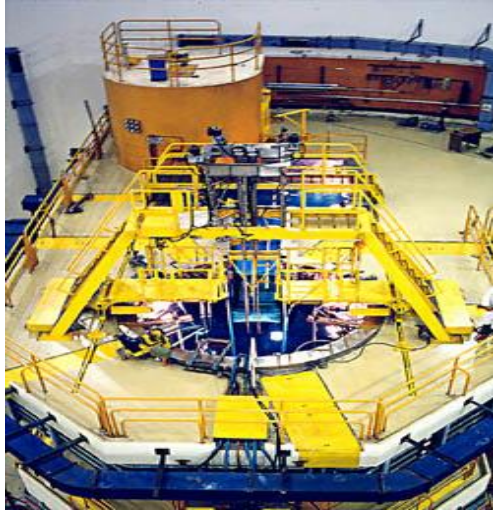
Siendo el Reactor RP-10, Reactor de Potencia de 10 MW (Mega Vatios térmicos), el de mayor interés en la seguridad radiológica y física, por los elementos combustibles en uso y gastados. Además porque genera las resinas gastadas producto del intercambio iónico y la retención de radioisótopos liberados de la fisión. Por los residuos líquidos acumulados en los tanques de decaimiento producto del



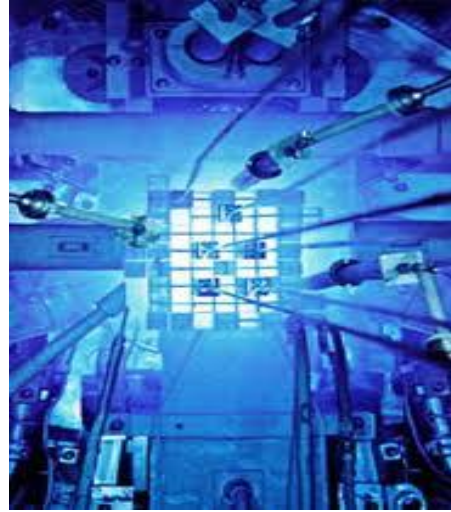
lavado de las resinas como de líquidos usados en laboratorios. Por los residuos sólidos diversos tanto de resultados de operaciones como de materiales metálicos o no, a ser descontaminados. La actividad en el Reactor genera un programa de respuesta ante situaciones accidentales o de emergencia, que demanda la intervención de equipos de respuesta en la que se inscribe la GRR. [ 13 ]

La Planta de Producción de Radioisótopos (PPR), es otro generador de residuos, como los residuos sólidos diversos, en los que se incluyen los canes de aluminio que constituyen los portas muestras de las sustancias químicas a irradiar para la obtención del Iodo-131, o el Tecnecio-99m. Los residuos biológicos utilizados en el control de calidad. Los residuos líquidos que se destinan a la planta de decaimiento y a la evaluación radioquímica, son resultados de los líquidos que han permitido la preparación de los radiofármacos, el lavado de materiales. Los gases y partículas volátiles son retenidos con filtros HEPA, que se constituyen finalmente en residuos sólidos. La Ilustración 1.5 complementa lo que son las fuentes de radiación en el Centro Nuclear.

La Celda Radioquímica de la PPR, concentra la mayor actividad de las muestras ya que los productos han sido recientemente irradiados y trasladados por el corredor caliente que se muestra en la misma ilustración 1.5, Las paredes de la celda son de ladrillos plomados y los líquidos generados fuera de la digestión o por el lavado se derivan a otra planta propia de decaimiento. El corredor caliente, sirve también para el almacenamiento de residuos sólidos, en forma temporal se coordina periódicamente su traslado a la PGRR.



**Reactor RP-10 "RACSO"**



**Núcleo del RP-10**



**Celda Radioquímica PPR**



**Residuos sólidos en la zona caliente de la PPR**

**Ilustración 1.5 Generadores y residuos radiactivos en el Centro Nuclear**

**Fuente: Recopilación Web: [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe)**

Como aplicaciones de la tecnología nuclear y los tipos de radioisótopos, asociados con variados niveles de complejidad técnica. Algunos de ellos han sido motivos de gestión por la PGRR y se muestra en la Tabla 1.2, cuya fuente de información se encuentra en los servicios realizados y en los que brinda el OIEA [ 14 ] [ 15 ] [ 16 ] [ 17 ].

**Tabla 1.2 Aplicaciones y usos de los radioisótopos en el Perú**

<b>Aplicaciones</b>	<b>Radioisótopos</b>	<b>Formas de uso</b>	<b>Lugares</b>
Reactores de fisión	U-238, U-235	Generación de neutrones	IPEN, Centro Nuclear
Producción de Radioisótopos	Tc-99m, I-131, Sm-153	Radiofármacos de uso médico	Centro Nuclear
Gammagrafía Industrial	Ir-192, Co-60	Ensayos No destructivos	Control de calidad en tuberías y estructuras metálicas
Detectores de humo:	Americio-241	Alarma contra incendio	Instalaciones con materiales inflamables
Pararrayos radiactivos:	Am-241, Ra-226; Xe-85	Campo de ionización en antenas	Centros estatales y privados en zonas de descargas de rayos.
Densímetros nucleares:	Cs-137, Am-241, Am-241/Berilio	Medidores de densidad, porosidad, humedad	Instalaciones de la gran minería, perfilaje de pozos petróleo y gas.
Medidores Nucleares:	Estroncio-90, Cesio-137, Cobalto-60,	Control de nivel, medición de flujo, densidad	Instalaciones mineras, industriales y fábricas de cemento
Medidores de espesores:	Estroncio-90, Americio-241	Pesaje de material.	Empresas embotelladoras

Braquiterapia	Radio-226, Cesio-137, Iridio-192	Implantación de agujas en oncología	Centros hospitalarios y clínicas con medicina nuclear
Irradiadores de Categorías I, II, III, y IV	Cesio-137; Cobalto-60	Preservación de alimentos, esterilización	Instalaciones agrícolas del SENASA, PIMU (Santa Anita), IPEN
Radiodiagnóstico	Tecnecio-99m, Iodo-131	Aplicaciones con radiofármacos	Centros hospitalarios y clínicas con medicina nuclear
Radioterapia	Cobalto-60, Iodo-131, Samario-152,	Teleterapia, cáncer en tiroides y paliativo al dolor	Centros hospitalarios y clínicas con medicina nuclear
Investigación / Enseñanza	Co-60; Cs-137, Am-241, Sr-90,	Análisis radio químico	Centros de investigación
Radio trazadores	Tritio (H-3), I-131,	Estudios hidrogeológicos en impacto ambiental	Zonas de pasivos mineros. Zonas de requerimientos de aguas.
Beta terapia	Sr-90, P-31, S-32.	Uso en medicina nuclear	Centros asistenciales privados
Analizador de minerales	Cadmio-109, Hierro-55	Fluorescencia de rayos X	Empresas Laboratorios especializados,

**Fuente: Recopilación de Informes de servicios técnicos PGRR**

La ilustración 1.6 representa a dos equipos radiactivos conteniendo por separado una fuente de Cs-137 y de Co-60, cada una con su contenedor de blindaje, listo para ser acoplado a la zona de irradiación, que puede ser un Tanque de almacenamiento de líquidos, sólidos, tuberías de transporte de mineral, lodo o líquidos. El sistema de detección es la parte complementaria y fundamental del proceso de registro de datos que permite cumplir con las decisiones de cambio, paradas o arranques del proceso. La fuente de Cobalto-60, corresponde a un equipo ya usado, desmontado, usado en las tolvas de planta de cemento, principalmente por su mayor penetración de la radiación ya que el Co-60 dispone de una energía mayor a 1 MeV (Mega electrón voltio) como emisor gamma con un porcentaje del 100%, que permite mayor penetración en el uso. Los medidores nucleares complementan su función con un sistema de detección electrónica al cual se asocia a cabinas de control remoto o no a fin de establecer respuestas automatizadas, que hacen ver de su importancia industrial.

Las fuentes radiactivas, según su procedencia y por las condiciones de sus labores, períodos de semidesintegración, disminución de la concentración (Actividad) radiactiva y sobre todo por sustitución tecnológica, pasan a la condición de desuso. Se conoce casos en que por cese de actividades, han ocurrido pérdidas y abandonos de material radiactivo con el aumento de riesgos que esto representa. [ 18 ]



**Fuente Cs-137**



**Fuente de Co-60**



**Desmontaje de fuente en desuso en minera Barrick, Ancash**

**Ilustración 1.6 Medidores nucleares de uso industrial**

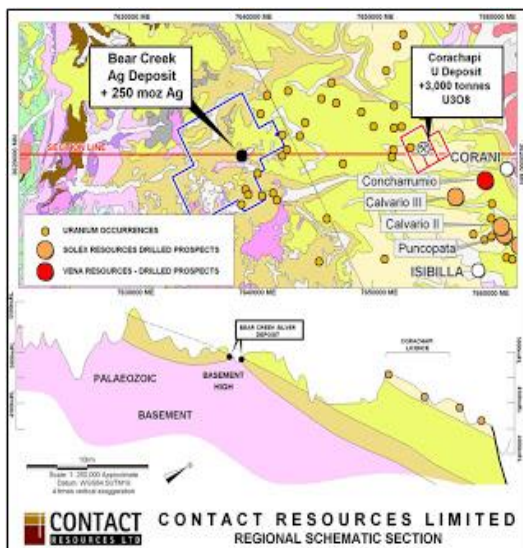
**Fuente: Informes técnico Servicios PGRR**

La minería de uranio, constituye una fuente también de residuos radiactivos sobre lo cual ha merecido y merece especial atención, por las repercusiones radiológicas en el medio, si es que sus actividades no son inicialmente previstas [ 19 ]. Hay alternativas de solución que provee la legislación minera y en el caso de la minería de uranio, también los requisitos de operación, como de clausura son exigentes. Labores de prospección fueron realizadas en la provincia de Macusani, provincia de Carabaya, región Puno, donde algunas zonas han sido consideradas como propicias para la exploración, luego que fueran reconocidas su potencial uranífero por el IPEN, en la década del 80. Alrededor de estas labores y de las nuevas acciones privadas, hay acciones de prevención y tratamiento líquidos lixiviantes de mineral de uranio, que han sido registrados en el Informe Científico Tecnológico del IPEN 2009 [ 20 ]. Es importante reconocer la obtención del Trióxido de uranio ( $U_3O_8$ ) y las proyecciones de obtención por una empresa privada, que se muestran en la ilustración 1.7

La secuencia de transformación del  $U_3O_8$  hacia el uranio metálico, no ha sido realizada y ello a la luz de los requerimientos energéticos, ha sido una grave omisión que pone en una situación debilitada la actuación del estado en lo concerniente a disponer de capacidad propia para investigar, preparar y resolver opciones energéticas viables. El ciclo de producción del elemento combustible

requiere una gestión que tenga como resultado el control del Radio-226, que liberando radiación alfa deviene en gas Radón-222.

En la minería de uranio va a ser necesarias medidas de remediación que hacen extensivo largos periodos de vigilancia radiológica. La consecuencia del gas radón como parte de las emisiones ionizantes constituye una de las mayores causas de cáncer en las zonas urbanizadas y de minería subterránea [ 21 ] [ 22 ] [ 23 ] [ 24 ].



Prospección de Uranio Puno

**Ilustración 1.7 Reserva de uranio en Puno y obtención de  $U_3O_8$ , 1985**

**Fuente. Web minería en Puno**



Obtención de  $U_3O_8$ , IPEN

**Fuente: Informe DMP 1985**

La presencia de la gestión de residuos radiactivos en las actividades hospitalarias con radioisótopos, denominada de medicina nuclear, es otro campo de atención de la gestión de los residuos radiactivos y se centra en dos líneas de labores; las de medicina nuclear con fuentes abiertas predominantemente líquidas y las de fuentes selladas usadas en Teleterapia y Braquiterapia. Sus áreas de trabajo demandan que las actividades se realicen bajo control radiológico asegurando el menor riesgo. Encontramos en estas aplicaciones, que son de alcance público, proviene de la presencia de radioisótopos de vida media corta como el Iodo-131,



Tecnecio-99m, Samario-153 utilizados según los casos en radiología intervencionista, radiología pediátrica, mamografía, Tomografía Computarizada, para el diagnóstico y terapia, según como se orienta la evaluación clínica.

En la Radioterapia se utilizan técnicas de cobaltoterapia, braquiterapia de baja tasa y alta tasa de dosis se cuenta con los radioisótopos de Cobalto-60, Cesio-137 y el Iridio-192. El mayor centro de atención en el uso médico de las radiaciones es el Centro de Medicina Nuclear, que se encuentra en las instalaciones del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), del sector salud (MINSA). En estas instalaciones se generan residuos sólidos, líquidos y volátiles que caracteriza al Iodo-131, todos ellos procedentes principalmente de lo que se denomina radiofármacos.

Estas instalaciones requieren de zonas aireadas y de retención en campanas radiactivas de productos volátiles. No se tiene aún planes de gestión de residuos en los recientemente instalados Ciclotrones que produce principalmente el Flúor-18 [ 25 ].



**Ilustración 1.8 Aplicaciones en medicina nuclear**

**Fuente: Centro Medicina Nuclear, Envases y Examen con I-131, [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe).**

### **1.2.5 Usuarios de fuentes radiactivas**

Son más de 50 empresas generadoras de residuos con las que se frecuentan de una u otra forma, como por ejemplo cuando en los almacenes de CORPAC, no han sido retirados por los importadores sus productos radiactivos, o como ocurre de otro modo con las fuentes no utilizadas, abandonadas, que se encuentran sin registro fuera de instalaciones apropiadas.



Una relación de empresas, recopilada de los informes técnicos de la PGRR en las cuales se han procedido de la gestión de materiales radiactivos en condiciones de desuso, se muestra a continuación. Mayor información se encuentra en [www.inpen.gob.pe/site/regulacion/inspeccion.htm](http://www.inpen.gob.pe/site/regulacion/inspeccion.htm)

Aeropuertos del Perú (CORPAC)	ICCGSA
ALEPH Groups & Asociados SAC	INGE RAD Service S.A.
Aviación del Ejército	INMUNE S.A.
Banco Central de Reserva	JJC Contratistas Generales S.A.,
Cementos Pacasmayo S.A.A.,	Knight Piesold Consultores,
Certificaciones del Perú (CERPER) ,	Med Nuclear Perú, SAC,
Cervecería Backus	Metalúrgica Peruana (MEPSA)
Cesel S.A. ,	Minera BARRICK S. A.
Cía de Minas Buenaventura S.A.A.,	Minera YANACocha S R.L.
Cía. Química Industrial del Pacífico S.A.,	MINSUR S.A.,
COIPSA	Minera San Vicente,
Compañía minera Milpo S.A.A.,	NDT Engineering S.A.C.,
Compañía minera Antamina S.A.,	Nuclear Medic Center S.A.C.,
Compañía minera Poderosa S.A.,,	Oftalmología YOSHIYAMA
Compañía minera ARES	PETROPERU
COSAPI S.R.L.,	Pluspetrol Perú Corporation S.A.,
CSD- HOCHSCHILD	QUALITEST International Service,
Doe Run del Perú, Oroya/Cobrizo,	RADIONCOLOGIA
ELECTROPERU S.A.,	SEGURATOM S.R.L,
Empresa de generación eléctrica EGEMSA,	SENASA
Empresa minera Los Quenuales S.A.,	Servicios industriales de la marina
Empresa Siderúrgica del Perú S.A.,	Servipetrol Perú S.A.,
ENAPU	Schlumberger del Perú
End Perú S.A.C.,	Síntesis Química
Full Quality S.A.	SGS del Perú S.A.C,
Genelectric S.A.,	Sociedad minera Cerro Verde SAA.
Gloria S.A.,	Sociedad minera El Brocal
Gold Fields la CIMA S.A.,	Southern Perú Copper Corporation
HALLIBURTON del Perú S.A.,	Tabacalera Nacional
Hospital Nacional Guillermo Almenara, ESSALUD,	Tecnicontrol Ingeniería S.A.,
Hospital Nacional Rebagliatti, ESSALUD,	TECPRO Electrónica S.A.C.,

Hospital Militar Central	Unidad Oncológica, Chiclayo.
Hospital Nacional Arzobispo Loayza, MINSA	Universidad Nacional de Ingeniería
Hospital Almanzor Aguinaga, Lambayeque	Universidad Cayetano Heredia
Hospital Regional Honorio Delgado, Arequipa,	Votorantim Metais, Cajamarca.

**Fuente: Recopilación Informes de Servicios PGRR**

Son entidades públicas y privadas que bajo consideraciones anotadas, proceden a solicitar el servicio de recolección y <gestión de fuentes radiactivas para su almacenamiento o bien provisional o en el mayor de los casos, en forma definitiva.

Cabe destacar aquello que se denomina Pasivos Radiactivos, como las agujas de Radio-226, que se encuentran aún en algunos centros sanitarios, ya que la OTAN considera que con estas fuentes de radiación no deben procederse a realizar prácticas de tratamiento médico. Los “pasivos”, incluyen a los pararrayos radiactivos, que en un número importante se encuentran en el territorio nacional, en instalaciones públicas y privadas, que no adoptan medidas de disposición con la PGRR. Un aspecto adicional, son aquellas que se denominan fuentes huérfanas, que son las que quedan en estado de abandono sin el control del operador y regulador, constituyéndose en alto riesgo cuando no se cuenta con el control correspondiente [ 26 ].

**1.2.6 Otros aspectos de la gestión de los residuos radiactivos**

La repatriación de fuentes selladas radiactivas ha sido una labor que no estuvo planeada al interior de la PGRR, pero si lo estuvo desde el exterior, bajo la intervención del DOE-EE.UU y el Laboratorio Nacional de Los Álamos (LANL) e IPEN. Se procedió a realizarse tomando en cuenta los que son de fabricación de Estados Unidos, ello ocurrió el año 2009 al 2010.

A estas experiencias, se suma lo que ha devenido en denominarse productos NORM (Natural Radiactive Material), es decir, productos naturales y también derivados de procesos de producción, cuya presencia radiactiva requiere

evaluaciones pues en algunos casos se tendrían que adoptar medidas de prevención, como en los casos de yacimientos de fosfatos, arenas volcánicas, y minerales de Cu, Fe y U, en los casos que impliquen concentraciones no exentas en los procesos de producción. Un aspecto particular son los llamados NORMT (Natural Occurrence Radiactive Material Technological), que se derivan de los procesos que se someten a los NORM. Una variación de estos materiales son las piezas metálicas que como chatarra presentan la probabilidad de ingresar a los hornos de fundición. Se reconoce presencia de Ra-226 en los tubos de perforación de pozo de petróleo. Las empresas siderúrgicas previenen con el empleo de pórticos de detección de radiación para separarlos del proceso de fundición a fuentes radiactivas en desusos vendidos como chatarra. [ 27 ] [ 28 ]

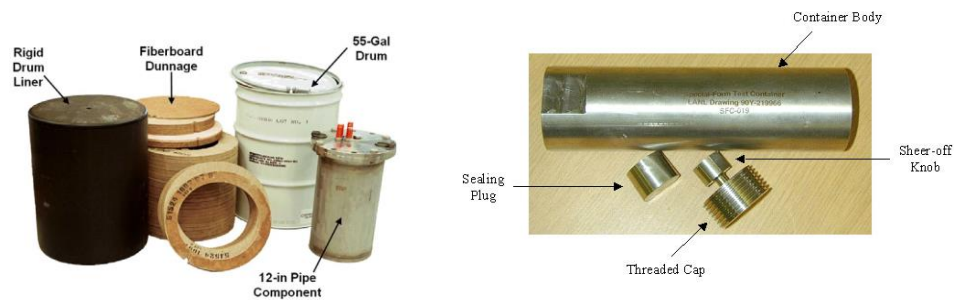
Durante la gestión, el transporte de los productos radiactivos constituye un medio fundamental para asegurar la procedencia y la seguridad de las fuentes, pero ella es vulnerable a accidentes y fallas. La calidad del transporte es donde se ha revelado debilidad de la entidad operadora de los residuos radiactivos. La experiencia de la repatriación mostró dos aspectos importantes para el transporte, uno el acondicionamiento de fuentes selladas en contenedores de blindaje y de otra forma las características del vehículo de transporte. [ 29 ]

La Tabla 1.3 da cuenta de las fuentes repatriadas a Estados Unidos mediante el Convenio entre el DOE-Laboratorio Los Álamos y el IPEN-PGRR, Este convenio comenzó desmontando fuentes radiactivas que estaban acondicionadas por cementación [ 30 ] y disminuir el inventario radiactivo en 541 fuentes, que fueran contenidas en 11 bultos entre ellos el cilindro metálico de 55 Gal (220 litros), y sus contenedores que se muestran en la ilustración 1.9 .

**Tabla 1.3 FUENTES RADIATIVAS REPATRIADAS A LOS ESTADOS UNIDOS**

Número de bulto	Radioisótopo (cantidad)	Actividad total (GBq) (Al 12 Nov 2010)
1	$^{137}\text{Cs}(50)$ ; $^{241}\text{Am-Be}(6)$ ; $^{109}\text{Cd}(2)$ ; $^{55}\text{Fe}(1)$	401,4
2	$^{137}\text{Cs}(37)$ ; $^{241}\text{Am-Be}(1)$	636,3
3	$^{226}\text{Ra}(42)$	5,1
4	$^{226}\text{Ra}(39)$	9,6
5	$^{226}\text{Ra}(100)$	19,3
6	$^{192}\text{Ir}(93)$	25,8
7	$^{192}\text{Ir}(27)$	25,0
8	$^{137}\text{Cs}(4)$ ; $^{241}\text{Am-Be}(7)$ ; $^{226}\text{Ra-Be}(1)$ ; $^{241}\text{Am-Be}(2)$	31,0
9	$^{137}\text{Cs}(24)$ ; $^{85}\text{Kr}(1)$ ; $^{109}\text{Cd}(1)$ ; $^{55}\text{Fe}(1)$ ; $^{90}\text{Sr} / ^{90}\text{Y}(4)$	81,4
10	$^{241}\text{Am-Be}(1)$ ; $^{241}\text{Am}(88)$	112,5
11	$^{241}\text{Am-Be}(4)$ ; $^{241}\text{Am}(5)$	318,0

Fuente: Informe Científico Tecnológico, IPEN 2011, M. Mallaupoma



**Contenedores de acero inoxidable para cápsulas de Ir-192/Ra-226/Am-241**



**Personal GTRI e IPEN operando y Confección final del cilindro de transporte**

**Ilustración 1.9 Contenedores usados en la repatriación**  
**Fuente. Informe Científico Tecnológico, IPEN 2011, M. Mallaupoma**

Como un antecedente gravitante, comprendiendo la importancia de resolver el nivel del inventario radiactivo, fue recurrir con los sustentos debidos, al apoyo del OIEA a través del proyecto RLA 078, a fin de contribuir al ordenamiento de las fuentes de radiación existentes en la PGRR.

El OIEA, destacó una misión de 04 especialistas procedentes de su Equipo, con el objetivo de procesar, una cantidad significativa, el desmontaje de fuentes radiactivas en desuso y a su acondicionamiento, liberando de los blindajes y permitir el reconocimiento físico y radiológico de cada fuente existente y almacenarlo con una reducción significativa de volumen, peso y riesgo radiológico, además de poner a disponibilidad el programa destinado al inventario radiactivo denominado RWMR (Radiactive Waste Management Registry).

Con esta acción, que no hubo repatriación, “se recuperaron 130 fuentes, las mismas que quedaron distribuidas en seis cápsulas de acero inoxidable, bloqueado en ambos extremos, cuyo número de fuentes se distribuyen en:

50 fuentes de Cs-137 (Actividad total: 4,300 Ci,  
24 fuentes de Co-60 (Actividad total: 0.650 Ci ;  
21 fuentes de Cd-109 (Actividad total: 300 mCi);  
34 fuentes de Sr-90 (Actividad total: 720 mCi);  
01 fuente de Fe-55 (Actividad total: 500 mCi)”

Las mismas que se encuentran almacenadas en la PGRR, la ilustración 1.10, muestran el número de blindajes que quedaron luego del desmontaje de las fuentes y parte del equipo de trabajo que en la que están dos miembros de la misión de la OIEA y personal de la PGRR. Informe Técnico del autor, julio 2015. PGRR.



**Ilustración 1.10 Labores con Misión de OIEA, Blindajes desmontados sin fuentes**

**Fuente: Información técnica PGRR**

Bajo estas consideraciones, se constata que la política, la estrategia, y como consecuencia los medios que utiliza, no se muestran aún consistentes como para integrarse a una dinámica de desarrollo mundial en este campo y de dotar de la seguridad suficiente al público en cuanto es débil su capacidad de respuesta integral [ 31 ]. Sobre la gestión de los residuos radiactivos, lo que debe estar claro es la importancia de las definiciones de las políticas y las estrategias a seguir. Es indispensable dotarse suficientes argumentos y medios que permitan responder a los retos tecnológicos del área nuclear y especialmente por las aplicaciones pacíficas y de servicio destinado al bienestar de la población y al desarrollo industrial del país.

A fin de evidenciar lo que queremos expresar, se dispone en el **Anexo 02**, el Formato – Encuesta, que se hiciera a usuarios de material radiactivo que recurren a la gestión de las fuentes radiactivas consideradas como residuos. El Formato contempla el recojo de información sobre los materiales radiactivos utilizados, cual es el nivel de coordinación y de problemas que se presentan con respecto a las fuentes y la capacidad de respuesta en forma periódica y en situaciones de emergencia. La información de la empresa que se toma como ejemplo, incluye una Tabla, con las características de 16 fuentes, todas ellas conteniendo Cobalto-60 como isótopo y de una sola marca la Endress & Hauser, ubicadas en el proceso seguido de la planta de cemento.

La mayoría de las fuentes registra como fecha de fabricación, el año 2000, teniendo el Cobalto-60, un período de vida media de 5,3 años, al 2016, tendría aproximadamente tres períodos de vida media, durante los cuales su Actividad ha decaído tres veces la mitad de su Actividad, por lo cual, dependiendo de la evaluación de la capacidad de registro, indicaría que las citadas fuentes están próximas a ser remplazadas o sustituidas por nuevas fuentes radiactivas, que de no ser gestionada por la PGRR, la empresa estaría repatriando la fuente a su proveedor. Aspectos que son informados y reconocidos por la OTAN [ 32 ].

La información es un elemento motivador, de la importancia de plantearse, hasta qué punto la política y la estrategia están interviniendo positiva o adversamente en la atención de las fuentes de radiación ionizante.

De todos los factores que intervienen en el uso de las radiaciones ionizantes desde fuentes nucleares y radiactivas, el planteamiento central a fin de encarar y resolver el problema de su uso, considerando la dimensión tecnológica y humana de su utilidad y sus riesgos; es compatibilizar su lugar en el escenario tecnológico con las necesidades de uso y protección que se tejen en su aplicación [ 33 ] [ 34 ]. Hacerla compatible, para las condiciones en que se desenvuelve el país, con las instancias estatales y las instituciones que se derivan en el campo de la protección y seguridad pública y ello pasa por el desarrollo de políticas y de estrategias, muchas de ellas afines a las instancias internacionales que las promueven. Se trata por tanto de responder a las siguientes preguntas:

- a) ¿Estamos en condiciones de informar que los residuos radiactivos están siendo resueltos satisfactoriamente con los principios de la seguridad radiológica, la seguridad física y la respuesta a las emergencias, en todos los lugares del país en los que se generen?
- b) ¿Es o no una buena decisión que las fuentes radiactivas importadas, luego de ser declarado en desuso, regresen al país de origen?
- c) ¿El estado debiera o no asumir el pasivo de materiales de desecho radiactivo presentes en las estaciones de pararrayos y centros hospitalarios a fin de cumplir la función de protección del público en esta materia?
- d) ¿La Autoridad reguladora OTAN, debiera o no independizarse del organismo operador, IPEN?
- e) ¿Es o no necesario que el IPEN se descentralice, estableciendo unidades orgánicas en las ciudades como Puno, Arequipa, Huancayo, La Libertad, Piura, etc., que permitan contribuir a promover y desarrollar el uso pacífico de la energía nuclear?
- f) ¿Es o no más trascendente privilegiar la investigación y formación de recursos humanos y tecnológicos propios, fortaleciendo el Reactor de Investigación RP-10?



- g) ¿Se debe o no asegurar las reservas estratégicas de minerales radiactivos para el momento en que el país incursione en la producción de energía núcleo eléctrico?
- h) ¿Cómo debiera abordar el Perú la disposición final de los residuos radiactivos de largo período de semidesintegración, incluyendo el combustible nuclear gastado proveniente del RP-10 y del RP-0?
- i) ¿La insuficiencia de políticas y estrategia en materia de los residuos, debilita o no los alcances del uso de la energía nuclear para el desarrollo del país?
- j) ¿Se aplican las recomendaciones en la gestión de residuos radiactivos que orienta el OIEA?

Estas interrogantes están sin resolver y los dispositivos existentes del periodo de creación del IPEN y las leyes que regulan el uso de las fuentes radiactivas, son insuficientes para ventilar estas preguntas [ 35 ]. En el caso de la minería es mucho más serio, pues la ley que rige a la explotación minera está orientada a la inversión privada que incluye a los minerales radiactivos, desplazando el rol del IPEN de operador a fiscalizador.

Resumiendo lo que está en juego, es que hay una realidad peruana y una intervención internacional en materia del uso de la energía nuclear y sus aplicaciones, en el cual el país, no puede soslayar. Cabe hacerse la pregunta ¿Podemos o no podemos asumir los retos que nos demanda las aplicaciones tecnológicas y asegurar la protección ambiental en el país con respecto a los residuos radiactivos? A la fecha y de ello podemos dar cuenta en el contexto de la tesis, que tal reto es desfavorable si no se disponen de los recursos presupuestales, técnicos y de personal que implican estas actividades. [ 36 ]

### **1.3 Formulación del problema**

La presencia de la actividad nuclear en el país, aún en la forma parcial como se presentan los residuos radiactivos que se generan, constituye un componente más de los problemas de impacto ambiental que nos toca resolver. De acuerdo a esta problemática identificada ¿Será necesario establecer un sistema integrado de gestión de los residuos radiactivos, donde se contemplen políticas y estrategias, a fin de establecer los mecanismos de protección del público y del ambiente?

### **1.4 Justificación e importancia de la investigación**

#### **1.4.1 Justificación de la investigación**

La Investigación, con las características que se presentan en su desarrollo, es plenamente justificable, dado que contiene el material en estudio, problemas teóricos y prácticos que trascienden el ámbito, local, regional y son de alcance internacional, dado que los impactos ambientales de las aplicaciones nucleares en la forma de residuos radiactivos, constituyen severos riesgos, de no ser prevenidos y controlados, según sean los tipos de isótopos, niveles de Actividad y volúmenes que se presenten.

Se justifica además, porque si bien es de conocimiento la naturaleza de las radiaciones, se evidencian distanciamientos de los generadores con la población usuaria y el público, sobre los efectos biológicos de la irradiación y la contaminación por los isótopos radiactivos. Las implicancias del uso de las radiaciones ionizantes, nos acompaña en la vida cotidiana con isótopos naturales y generados desde antes, ahora y en el futuro con mayor razón, ya que se elevan con los nuevos progresos tecnológicos del uso de la materia atómica.

Cobra mayor significación, la justificación del estudio, cuando se observa cómo las aplicaciones pacíficas, localizadas, éstas se trasladan a las políticas y estrategias internacionales de los países que pugnan por ser el centro de poder nuclear. No cabe evadir el escenario, pues estamos incursos en menor o mayor grado a la tecnología nuclear y en ello con los residuos radiactivos. No se justifica ocultar o

desconocer los principios, las operaciones e instrumentos regulatorios, pues ante su presencia inevitable no tendríamos las suficientes razones para prevenir, mitigar y aislar según los manejos apropiados del sistema de gestión.

Tan importante es hacer útil y explotar los recursos naturales y tecnológicos, como de otro lado igualmente necesario protegerse de las implicancias sanitarias y ambientales que genera la explotación de estos recursos. En nuestro caso se justifica el disponer los medios que permitan minimizar los impactos de los residuos radiactivos y lograr el objetivo de un manejo seguro de las aplicaciones y fuentes generadoras.

#### **1.4.2 Importancia de la investigación**

La importancia deviene de las connotaciones ambientales y humanas que implicarían el uso de los materiales nucleares y radiactivos cuando sus residuos en todas sus formas están fuera de control, como de las consecuencias directas sobre el público usuario cuando estas aplicaciones se asocian a prácticas indebidas no pacíficas. El accionar de la radiación proveniente de la estructura del núcleo, lleva a adoptar medidas preventivas y evaluaciones sistemáticas, radiométricas, debido a que gravitan en el ser humano con repercusiones biológicas, que debilitarían el enorme significado que brinda para el desarrollo de las naciones.

Es de destacar que opinar y plantearse las mejores opciones para el tratamiento de los residuos radiactivos, implica tener una comprensión de la importancia de responder en todos los planos que se presenta el uso de la radiación ionizante. Llama la atención que el IPEN haga conocer en su página web, [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe), un comunicado señalando que “desde el 9 de febrero del 2015, no se responsabiliza por la calidad y fidelidad del servicio de irradiación” que utiliza la Planta de Irradiación Multiuso de Santa Anita, Lima. Surge también la pregunta ¿Es que no se le da importancia a las consecuencias que devendría de una ausencia de control ante las decenas de Tera Becquerelios de Cobalto-60?. El estudio realizado destaca la importancia del uso y destino de los isótopos radiactivos con sus características de impacto, donde el Cobalto-60 por su alta energía e irradiación gamma y beta, si están fuera de control amenaza con derivar un fuerte impacto radiológico.

Existe otros casos por cierto que son motivos de enseñanzas dando pie a las reflexiones sobre accidentes pasados. Pero, el lugar destacado en el estudio está orientado a las políticas y estrategias seguidas y a ser mejoradas con el manejo de un sistema de gestión, integrado, lo que debe contribuir a que las decisiones de las instituciones responsables de gobierno mejoren en la respuesta sobre la seguridad de las fuentes de radiación.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

- Contribuir a lograr que la gestión de los residuos radiactivos, se enmarque en una política y estrategia que permita ser un factor coadyuvante en las aplicaciones pacíficas de la radiación ionizante, incluyendo las fuentes de radiaciones selladas y el combustible gastado del reactor de investigación.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Establecer que las políticas y estrategias sean sostenibles con medidas que permitan disponer en forma segura los materiales radiactivos que devengan como residuos, considerando su impacto en el público y el ambiente.
- Permitir que los niveles de respuesta por la unidad centralizada y especializada desarrollen las etapas de la gestión de los residuos en forma integral.
- Disponer de opciones de respuestas a las clausuras de instalaciones nucleares y radiactivas, como a las actividades mineras uraníferas

## **1.6 Hipótesis**

La Gestión de los residuos radiactivos, requiere de un sistema integrado; con políticas y estrategias respaldadas desde el estado, asociando medidas que se orienten a un manejo seguro, previniendo y controlando los efectos potenciales de

la radiación ionizante, en correspondencia con aplicaciones pacíficas orientadas al bienestar de la sociedad.

## **1.7 Variables e Indicadores**

### **1.7.1 Variables independiente y dependiente**

A los efectos de establecer las variables, de modo de darle mayor esclarecimiento a la Hipótesis, indicamos como variable independiente lo que se denomina: Gestiones de fuentes de radiación ionizante. Las gestiones se asocian a los servicios que se realizan a los usuarios de las fuentes de radiación que son potencialmente peligrosas para el público y ambiente y que no son consideradas exentas. El término exento, nos permite delimitar de acuerdo al reglamento, cuales se encuentra por arriba del límite de Actividad (expresado en Bq o múltiplos de Bq). Las opciones sobre el destino de los residuos generados por las fuentes de radiación, a lo cual denominamos sistema de gestión integrada, están fijadas por la política y la estrategia provenientes desde la esfera gubernamental como resultado de las relaciones institucionales del estado y del sector de energía y minas y los requerimientos de la sociedad por la seguridad ante la radiación ionizante.

Las variables dependientes son múltiples, ya que en cada gestión se tiene como datos unos más relevantes que otros; Actividad actualizada, Tasa de exposición, Volumen de sólido, Volumen de líquidos, Tipos de radioisótopo, Tipo de emisores, periodo de semidesintegración del isótopo presente, Categoría del transporte. De las variables mencionadas, las que reúnen mayor gravitación sobre la protección ante el público y el ambiente, es la Actividad y/o Actividad específica, mientras mayor es la Actividad mayor es el riesgo de afectar al organismo humano que interactúa. De allí que la estrategia a seguir, se evalúa principalmente sobre la Actividad, que se puede expresar en unidades de Bq, o en Ci.

Otra, variable que se considera con la información recepcionada, son los volúmenes que se gestionan y que se acumulan en el tiempo. Estos volúmenes

son los que permiten establecer el tamaño o el dimensionamiento del almacén, que como se estila, para los de bajas, media y alta Actividad puede ser de tipo superficial o de tipo repositorio. En las que se interviene en la definición, el período de semidesintegración que puede ser de corto, medio y largo periodo.

En relación a las evaluaciones realizadas se tiene la Tabla 3.5 del Programa POI de la PGRR del año 2010 donde se expresa los servicios (gestiones) realizados relacionado al número de fuentes radiactivas que se asocian a los usuarios externos al Centro Nuclear e IPEN. Las fuentes radiactivas están referidas a las fuentes selladas en desuso y a los servicios internos como residuos sólidos y líquidos. Los residuos líquidos son principalmente de origen nuclear, procedentes de las piscinas del Reactor RP-10 y laboratorios de investigación del propio Centro Nuclear, que bien podemos en el caso del tratamiento encontrar como variables la relación de Factores de Descontaminación (FA) y de Factor de Reducción de Volumen (FRV).

La Tabla 2.6, sobre la experiencia de gestión durante los años 2006 y 2011, evalúa el transporte realizado considerando el número de fuentes recolectadas, cuyo parámetro en la evaluación se destaca el volumen, lo que permite definir el tipo de vehículo para los servicios a usuarios.

En la Tabla 4.1, se registra las características de las fuentes selladas en desuso de una sola empresa, en la que se destaca fuentes de Am-241, con Actividad de 37 GBq y Cs-137, en la que una sola fuente de Cs-137, posee como Actividad 1110 GBq. Esta diferencia de Actividades contrasta con el periodo de semidesintegración de ellas, en las que el Am-241 es de 460 años, y el Cs-137 de 30 años; si tuviéramos que evaluar el tipo de almacenamiento para un periodo en la cual se acerca a las condiciones naturales, que se acercan a 10 periodos de vida media, las fuentes de Cs-137 demandarían 300 años y las de Am-241, 4 600 años, de este modo se deduce que el almacenamiento definitivo para las de Am-241 demanda un periodo significativo, de allí la disyuntiva entre una repatriación de fuentes o un almacenamiento propio .

En el Anexo 2, Formato tipo Encuesta, tabla 6.1, señala 16 fuentes radiactivas; 15 de Co-60 y 01 de Cs-137, por las condiciones en que se aplican, no se espera llegar a bajos niveles de Actividad para considerarse en desuso, se sustituyen por factores de corrosión, de sustitución tecnológica, terminan finalmente en desuso y gestionado como servicio en la PGRR, como ocurre con los usuarios en el territorio nacional.

El documento que resume el conjunto de los parámetros señalados, como la procedencia, marcas, fabricante, fechas y forma de aplicación, autorizaciones extendidas por la OTAN, es el Inventario Radiactivo, que mediante un Base de Datos, denominado Radiation Waste Management Registry (RWMR) que fuera actualizado con el concurso de la delegación de la OIEA, dando continuidad a la información técnica básica para el establecimiento de la estrategia de gestión de los residuos.

La gestión a lo que se refiere como servicios, comprende varias etapas que está presidida por la política y estrategia que implementa el IPEN a través de la Dirección de Servicios y ejecutada por la PGRR. No podría ser de otra manera, nadie incursiona en el campo de las aplicaciones nucleares, sin tener estrategia y política desde el Estado con sus instituciones y el gobierno especialmente. Requiere disponer de una posición de acompañamiento y respaldo a las acciones que se desprende del uso de la radiación. Es así que podemos decir que las tres variables; políticas, estrategias y gestión están integradas bajo un sistema que si bien no tiene el alcance que le debe disponer, no deja de estar presente, pues se ajusta con lo que se dispone en la normatividad vigente, con infraestructura y recursos para los objetivos planteados.

Esta recolección y transporte de las fuentes selladas radiactivas en desuso los puede hacer un usuario o entidad prestadora de servicio, autorizado por el OTAN y en ese caso, la gestión por parte de la PGRR, se ubica en la etapa de recepción para seguir lo que constituye el acondicionamiento, la inmovilización y el almacenamiento temporal o definitivo.

### 1.7.2 Indicadores

A través de las variables que hemos destacado, es posible establecer indicadores que nos permita evaluar la capacidad de respuesta en este caso de una planta de gestión de los residuos radiactivos.

Una alcance fundamental para establecer en qué medida la gestión de los residuos radiactivos constituye una acción merecedora del reconocimiento de la sociedad a los fines de su protección, radica en la Actividad (medida de la velocidad de desintegración), expresado en Bq equivalente a 1 dps (desintegración por segundo), que expresa lo que ha sido recolectadas en una gestión o en un periodo determinado, según el POI es anual y se monitorea mensualmente. Su importancia radica, que tal retiro del medio operativo o circundante implica liberar al público de potenciales riesgos a la salud.

Sin embargo, no es suficiente que una fuente radiactiva por la actividad alta sea la única que tenga respuesta de protección. Ocurre, que cada isótopo posee su energía y periodo de vida. Las fuentes alfas son de altas energía y largo periodo de decaimiento o de semidesintegración, sin embargo, están en uso con pequeñas cantidades de unidades de radiactividad. Isótopos que no emiten alfas, pero que su energía es alta es igualmente peligrosa tanto como beta o como gamma, en la práctica con las radiaciones se van encontrar también generadores de neutrones y de rayos X.

Un indicador indispensable para el personal ocupacionalmente expuesto (POE), es el que establece la dosimetría mediante el registro de la dosis mensual que acumula al año, se registra y se compara con el límite anual de dosis equivalente, que varía según las actividades que el personal realiza.

No es igual la radiación que recibe un personal que se encuentra en las zonas denominadas "calientes" es decir al lado de las fuentes de alta Actividad, que alcanza dosis cercanas al límite anual de 20 mSv y en algunos casos llegan a superar dicho límite, adoptándose medidas correctivas para continuar en sus labores. En el caso de la PGRR, no se han registrado casos de personal en el cual



se sobrepase el Límite anual. Habiendo ejercido el autor de la Tesis, 38 años de labores, inicialmente como químico en uranio y luego como especialista en residuos radiactivos no ha alcanzado ni superado los límites establecidos.

### **1.8 Unidad de análisis**

El estudio concibe la unidad de análisis, como la interrelación de las políticas, estrategias y los organismos que sostienen el sistema de gestión (operadores y reguladores), para hacer que los residuos radiactivos con todas las características inherentes, sean: recolectados, transportados, tratados, inmovilizados, almacenados en las condiciones seguras durante los periodos de semidesintegración de cada isótopo (s) presente (s). El análisis combina cada punto de estudio en el contexto de la problemática en cuestión y de las actividades que prevalecen para evaluar lo que es la política, la estrategia y el sistema de gestión; para indicar si son válidas o modificables, con el objetivo de mejorar la capacidad del país en asumir el uso de las aplicaciones nucleares y las fuentes de radiación para su desarrollo tecnológico.

En esta unidad, tiene un lugar especial la relación teoría y práctica, es decir, el estudio está sustentado con las actividades ejercidas en las labores de la gestión, confrontando políticas, evaluado estrategias, opciones y estableciendo los medios para permitir la viabilidad de las acciones a seguir.

El estudio tiene una base internacional que se integran en el marco nacional, político, estratégico y de gestión, que evoluciona desde su creación según la administración que preside. Este enfoque permite evaluar los sustentos operativos y normativos, que tiene y debe contener un organismo operador como la Planta de Gestión de los Residuos Radiactivos.

El estudio trata de alcanzar aspectos puntuales de la dimensión radiológica que se presenta en el país con el uso y aplicaciones de la energía nuclear, en donde gravita la minería y centros de salud especializada. A fin de hacer el sistema viable para su comprensión y operatividad, se define dos campos de procedencia de los residuos radiactivos; de un lado, los del ciclo del combustible nuclear con los residuos sólidos y líquidos, a las que se suma la exploración y producción de los

minerales radiactivos; de otro lado las aplicaciones radiactivas dadas por los radioisótopos de interés en el uso industrial. Así el estudio, combina todo el acercamiento posible entre las experiencias procesadas y los que son materia de interés internacional, lo que hace también que la unidad de análisis no descuide a la opinión pública sensible al uso de la energía nuclear.

La unidad del análisis responde por llegar a las conclusiones, motivados por el acercamiento a los usuarios que esperan avanzar en el uso seguro de las fuentes de radiación. Se añaden los Anexos que sirven al reforzamiento de los puntos tratados. El estudio entonces, hace ver que no solo es interpretativo, sino también encaminado a la modificación de las políticas y estrategias para un sistema integrado orientado a un manejo común con los estándares internacionales de gestión de los residuos radiactivos.

## **1.9 Tipo y nivel de investigación**

### **1.9.1 Tipo de investigación**

Los límites del sistema integrado están dados por el diagnóstico del material radiactivo existente en el territorio nacional y en los sectores productivos y de servicios y su devenir como residuos sólidos, líquidos o de fuentes selladas en desuso.

El tratamiento de los residuos, donde intervienen las disciplinas de la ingeniería convencional y nuclear, implica considerar el almacenamiento no solo para periodos inmediatos, cortos sino para períodos largos de vida como el Cesio-137 cercano a los 30 años, o el Radio-226 de 1620 años de período de semidesintegración, que luego de ocho a diez periodos la actividad de los radioisótopos se acerca a las condiciones naturales. Son estas preocupaciones las que son examinadas, a la luz de los alcances que dispone el OIEA y que en el país se traduce con la experiencia acumulada en la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos que se expresa en el denominado inventario radiactivo.

La diferencia con los otros tipos de residuos, es la propiedad radiactiva, que además de su periodo de vida, posee niveles de energía, emisores gamma, beta, alfa y de

neutrones, razones suficientes para evaluar las consecuencias de la radiación y sus efectos biológicos por medio de la dosis o tasa de dosis. La investigación no profundiza en las consecuencias ambientales y biológicas, radica principalmente en la política y la estrategia integradas en el sistema de gestión, en las que se enmarcan las aplicaciones pacíficas y que tienen connotación pública y ambiental, que obliga a las instituciones a dar respuesta con acciones preventivas y operativas, dado que la propiedad no termina con el uso sino que continua su decaimiento según el isótopo usado.

Así la Actividad radiactiva utilizada en una aplicación o la tasa de dosis de radiación reconocida por la instrumentación, por el tipo de investigación, le interesa destacar los fundamentos de la política y las condiciones de los usos de la radiación ionizante y cómo se sustentan las responsabilidades, cuando deviene como residuo radiactivo. De ello se deduce, que el tipo de investigación en el estudio realizado son los descriptivos, interpretativo y experimental en el campo tecnológico de las aplicaciones nucleares, para de este modo contribuir a evaluar y prever de una manera racional e integrada, las acciones idóneas a la preservación de las condiciones cercanas a la que se encontraron cuando estos materiales radiactivos no fueron utilizadas.

### **1.9.2 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación, está dado por la estrategia seguida y por seguir para darle seguridad a las fuentes de radiación. La estrategia, se asienta en una infraestructura condicionada por medios externos e internos, cuyas acciones deben relacionarse con la dimensión de las fuentes radiactivas activas y pasivas, o sea las que están en uso y las proyectadas. En el nivel de la investigación, la estrategia, va relacionado con las diferencias que existe entre los residuos sólidos y líquidos de periodos cortos o medianos periodos de vida, con lo que constituyen de vida muy larga como las barras del combustible nuclear gastado denominado así cuando su grado o tiempo de quemado ha sido vencido.

La estrategia de respuesta difiere por las características de estado, de actividad, de periodo de vida, de toxicidad que tipo de emisor, en el embalaje, en la contención, en el transporte y sobre todo en el almacenamiento que se define como temporal o

definitivo. El país, no dispone de almacenamiento definitivo para los materiales radiactivos de largo periodo de semidesintegración y alta actividad. La estrategia acompaña a la política y a un sistema integrado siendo puntuales sus respuestas, por la seguridad radiológica y física haciendo que las recomendaciones internacionales estén presentes en las actividades de gestión.

### **1.10 Período de análisis**

El periodo del análisis comprende fundamentalmente del 2010 al 2016, lapso en el cual es ejercida la Presidencia del IPEN por el Ing. Carlos Barreda Tamayo y la PGRR, estuvo jefaturada por el autor 2002 al 2014, recayendo a partir del 2015 en otra jefatura.

Por el carácter del estudio, el periodo no deja de considerar la evolución histórica del IPEN, que fuera fundada el año 1975, y que inaugura y desarrolla un Centro nuclear desde el año 1989, tiempo en los cuales, están presentes la política y la estrategia de quienes lo propiciaron dando un lugar a los residuos radiactivos.

### **1.11 Fuentes de Información e instrumentos utilizados**

#### **1.11.1 Fuentes de información**

Se implementan técnicas de evaluación por encuestas, cuestionarios, fotografía y documentación que sustentan la investigación. Esto con una suerte de relación con las entidades usuarias y personal involucrado, en donde se inicia el servicio de gestión o recolección de las fuentes de radiación. Cobra relevancia la Hoja de especificaciones técnicas en donde destaca la procedencia para tal propósito se direcciona la información por los usuarios internos que son los asociados al IPEN, y los usuarios externos, los que se hallan en las diferentes regiones del país, en donde los que toman importancia la comunicación virtual y telefónica. Cobra importancia el que la información técnica sea reconocida evaluada y formulada la gestión integrando aspectos de costo hacia los usuarios externos para proceder con el servicio.

La PGRR, se constituye por las circunstancias de participación del suscrito en la fuente principal de información. Cada servicio concluye con un informe técnico, resolviendo a través de un Acta de Recepción que el usuario queda liberado de responsabilidad ante el uso de las fuentes, por lo cual se formaliza la aplicación del mandato legal en la que se designa a la PGRR, como la única entidad encargada de centralizar los residuos radiactivos. Es de destacar que el estudio no está circunscrito a lo nacional, sino que se añaden la información internacional, desde la bibliografía como en la participación en eventos regionales. Un resumen de sus participaciones que son fuentes de información, los que siguen:

En las instalaciones del Centro Nuclear; Reactor RP-10 y Planta de Producción de Radioisótopos. En territorio nacional: Sociedad Minera Cerro Verde; Cemento Yura; Unidad Minera Cuajone; Refinería de Ilo-SPCC; Minera Shougang-Marcona; Aceros Arequipa (unidad metalúrgica de Pisco); Hospital Regional de Arequipa "Honorio Delgado"; Hospital Goyeneche de Arequipa; Minera Ares de Caylloma; Desmontaje y Recolección de Pararrayos Radiactivos en Ayacucho, Huancavelica, Huancayo, Cerro de Pasco; Minera Antamina; Minera Barrick; Empresa GERDAU-Siderúrgica de Chimbote; ENAPU Puerto Salaverry; Centro Minero Casapalca, Lima; PETROPERU-Talara; Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo de Chiclayo; Hospital Regional de Trujillo; Hospital Guillermo Almenara, Lima; Hospital Nacional Edgardo Rebagliati, Lima; Hospital Daniel Alcides Carrión-Callao.

Contraparte Peruana en Proyectos de Cooperación Técnica, con el Organismo Internacional de Ingeniería Atómica (OIEA). RLA 9078: "Mejoras en el marco regulatorio y las capacidades tecnológicas en la gestión de los residuos radiactivos" y RLA 8175. "Promover la seguridad y la eficiencia en las instalaciones y lugares contaminados radiactivamente". Años 2008 al 2015.

Becario en Curso Regional por la CNEA y el OIEA, en Química de Uranio, Obtención y Análisis del Trióxido de uranio ( $U_3O_8$ ), en las instalaciones de Mendoza, Córdoba y Buenos Aires, Argentina, 1984.

Becario UBA, CNEA, OIEA en el Curso Regional de Posgrado en Protección Radiológica, Buenos Aires, Argentina, 1995. Estadía en Centro Nuclear de Embalse-Córdoba, Instituto Balseiro de Bariloche, Argentina.

Becario por el OIEA, CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas) y ENRESA Empresa Nacional de Residuos, en Gestión de Residuos Radiactivos, Madrid, España 1999. Visitante en el Centro Nuclear de Vigo y del Centro de Almacenamiento de Residuos Radiactivos "El Cabril", Córdoba, España.

Participación en eventos regionales propiciados por OIEA y países de América Latina en: Montevideo-Uruguay, Bello Horizonte-Brasil, La Habana-Cuba, Santiago de Chile, Santo Domingo-República Dominicana; Taller de Modelamiento matemático en Impacto Ambiental en el Laboratorio Nacional de Los Álamos, Nuevo México, Estados Unidos.

#### **1.11.2 Instrumentos utilizados**

Como medios de apoyo y haciendo una herramienta útil en el manejo del sistema de gestión integral se hace uso del manejo informático para la administración de la Base de Datos que comprende la evaluación de la Actividad radiactiva como de la Dosis Ambiental y Ocupacional, lo que permite orientar y decidir las acciones técnicas y administrativas de los productos de desechos. Sirve de base para la obtención de la Dosis el Monitor o detector de la radiación que permite medir la cantidad de desintegraciones del o de los radioisótopos presentes, sea a nivel de contacto o a un metro de distancia a la fuente. También los hay instrumentos de campo, que permiten la identificación del tipo de isótopo por el rango de energía característico. Desde la Espectrometría de laboratorio, fija, nos permite reconocer el tipo de radioisótopo. Los alcances del manejo automático de los procesos, llevan a considerar instrumentos de alarma sonora o luminosa para identificar presencia radiactiva y en un alcance mayor, establecer mediciones en línea, para el caso de residuos líquidos, separar lo que constituyen de muy baja actividad, de otros de mayor actividad requeridos para inmovilizarlos y almacenarlos. Disponer de una versión actualizada de las primeras informaciones, se establece con el soporte informático y software aplicativo.

La instrumentación podemos dividirlos tanto en las operaciones de planta y en la bibliografía. En las operaciones se suma, la movilidad, los ladrillos de blindaje de plomo, las pantallas transparentes de atenuación de la radiación, embalajes y cofres blindados y sobre todo las cápsulas para las fuentes selladas cuando estas se han desmontado y reducidas significativamente su volumen. Y así, según como es el tipo de residuos, se tomará en cuenta incluso el grado de toxicidad y lo volátil que pueden ser los isótopos. En la bibliografía la documentación histórica y el servicio de la Biblioteca del Centro nuclear, ha contribuido y gravita en la elaboración del estudio.

## **1.12 Técnicas de recolección y procesamiento de datos**

### **1.12.1 Técnicas de recolección de datos**

La investigación para la confección de la tesis hace uso de las técnicas de recolección de datos a fin de que llegue a proporcionar una base informativa consistente, de tal modo que el lector tenga una visión y comprensión lo más cercana a la realidad sobre el accionar responsable de los actores involucrados con las políticas, estrategias y el sistema de gestión integrada. Las técnicas de recolección aplicada comienzan con los archivos y usuarios, procediendo a las constataciones de las acciones seguidas desde la constitución del IPEN, como parte de la Dirección de Seguridad Nuclear en 1975. Lectura, anotaciones, reflexiones, resúmenes, para ir redondeando la idea, la formulación, el contenido, los cuadros, las tablas, sirviendo a la PGRR, en forma grupal e individual. Gran contribución, ha sido el trabajo en equipo con el personal de la planta, pequeño en número pero de operatividad amplia. Los datos recolectados podemos mencionarlos como cualitativos y cuantitativos. El de mayor riesgo e importancia, es el caso de las fuentes selladas, para obtener el código o número de serie, cuya información establece la trazabilidad de la fuente con respecto a su itinerario del origen y su disposición final.

El intercambio de información con la comunicación virtual es otro de los medios utilizados en la recolección de datos, a nivel internacional se dispone de la web site del OIEA en los temas de residuos radiactivos. A ello los sigue las páginas

web de la CNEA-Argentina, del CNEN-Brasil y las ya señaladas, CIEMAT, ENRESA de España. Intercambios de puntos de vista, cartas, y documentos técnicos con los responsables nacionales en materia de Residuos radiactivos han seguido más allá de los eventos y la mejor oportunidad han sido cuando visitaban los expertos del OIEA a la PGRR a fin de evaluar las condiciones de seguridad física y radiológica y procesar las recomendaciones. Así ha sido el caso para la recolección y acondicionamiento de las fuentes de Radio-226, para la instalación de equipamiento donado para la cementación de concentrados radiactivos y para proyectar las posibilidades de un almacenamiento definitivo de materiales radiactivos en desuso.

Desde la interacción con la parte nacional, los datos recolectados han sido mucho más directos con visitas técnicas para ventilar en el lugar la naturaleza de la fuente y formas del servicio. En la forma virtual, con el mismo objetivo, la comunicación permite obtener ampliaciones de los casos presentados, a los cuales hay que añadir lo cursado con el organismo regulador a través de su responsable en las áreas de control documentario o de fiscalización, dado que el usuario debe comunicar por escrito la disponibilidad de las fuentes de radiación como residuo o en desuso.

Las características radiológicas de las fuentes, van acompañados de los aspectos físicos y es de destacar la procedencia de las fuentes de radiación, pues ello da información de su rol aplicativo y si se está cumpliendo o no con los requisitos de prevención y control reglamentario por parte del usuario. Con los datos disponibles, podemos establecer en qué medida está planteada y asumida la política, la estrategia y el sistema integrado por parte de los actores que intervienen en la gestión de los residuos radiactivos, así se prevé asumir responsabilidades coherentes con la seguridad física y radiológica.

La recolección de los datos cumple el objetivo cuando está digitalizada e informatizada. Este estudio, reconoce una evolución del registro del inventario radiactivo, al inicio con el Excel y luego seguido en los últimos años con Radiactive Waste Management Registry (RWMR), que se actualizó con la presencia de la misión de la OIEA el 2015, software que da cuenta del estado de las fuentes a partir de la recolección de los datos.



### 1.12.2 Procesamiento de Datos

Por la importancia del reconocimiento de los materiales radiactivos en condición de residuos, que es observado por el OIEA y tiene el respaldo de la Autoridad reguladora, que lleva su propio Sistema Información de la Autoridad Reguladora (RAIS), el mismo que tiene facultades de comparación de la información en tanto toda empresa usuaria es autorizada y licenciada para las prácticas y uso de las fuentes radiactivas. El soporte de información para el llenado de datos en el RWMR son las Hoja de especificaciones técnicas solicitadas a los usuarios. EL RWMR, consta de seis módulos como sigue: Instalación, registro de residuos, procesamiento, reporte, accesos restrictivos, personalización. Cada módulo contiene los datos de edición, aceptación y aprobación, según el radioisótopo y contaminantes.

El RWMR, contiene la matriz de proveedores, de generadores de residuos y el procesamiento realizado: Batching, Encapsulación, Inmovilización, Control de Calidad de la inmovilización, Empaquetado, Sobrembalaje, Embalaje, Pretratamiento, Tratamiento cada paso con sus respectivas Tablas Predeterminadas. El RWMR, según se confecciona, emite los Informe de residuos procesados, las fuentes selladas, los radioisótopos contenidos en los residuos tratados y almacenados, la historia del residuo, el volumen de residuo en almacenamiento y el volumen de desecho recibido.

Una muestra de la tabla de registro del material en desuso, se tiene en la figura

The screenshot displays the RWMR 3.2 Web interface. At the top, it shows the user's selected facility and department, and the user name 'Administrator'. The main navigation menu includes Administration, Regulatory System, Input, Query, Statistics, Tools, Message Box, Help, and Logout. The left sidebar contains a tree view of system modules, with 'Waste Records' and 'RWMR Waste Processing' highlighted. The main content area features a 'Select Waste' form with dropdown menus for Waste Type, Waste Generation, Waste State, Facility Name, Origin Type, and Status. Below the form is a table with the following data:

Waste ID	Waste Type	Generation Type	Origin	Waste State	Facility Name	Status and Location
test case pack2	Solid	Nonroutine	Generated by Processing	Processed	[Unknown]	Stored
test case pack1	Solid	Nonroutine	Generated by Processing	Processed	[Unknown]	Stored

At the bottom of the table, there are buttons for 'View', 'Add', 'Delete', and 'Query'.

El procesamiento de los datos, va acompañado de una buena comunicación entre los entes responsables, así como una interacción en cultura de seguridad con los organismos del sistema integrado.

La escala de medición es nominal y cuantificable. A falta de información y de responsable de su uso, se dice que son fuentes “huérfanas”, donde el aspecto de la seguridad lleva a adoptarse las medidas apropiadas de reconocimiento e identificación de la fuente en todo el ciclo de su aplicación. En lo nominal de los datos a considerar, están el número de serie, el blindaje, la forma química, física y el número de radioisótopos. En lo cuantificable, la Actividad radiactividad en unidades de GBq, la tasa de exposición en mSv, los volúmenes de sólidos y, líquidos en m<sup>3</sup>, el número para cada isótopo o el total. Se destaca en el procesamiento de los datos, tiene lugar los servicios que se realizan en los que se encuentran los realizados a las instalaciones del IPEN y las solicitadas por usuarios en el territorio nacional.

El RWMR, contribuye al reconocimiento y trazabilidad de las fuentes de radiación en desuso o de los residuos líquidos tratados o descargados. Su información permite la toma de decisiones para el destino final de las fuentes sean liberándolo del control o para continuar con el almacenamiento sea en condiciones temporales o en forma definitiva. Aun así este RWMR, no está acabado, la última versión puede ser mejorada o remplazada, todo está en la capacidad de los usuarios de disponer de su propia base de recolección y procesamiento, así es como los países desarrollan su propia base de datos con las particularidades y acciones que mejor contribuyan a la información, buscando alcanzar lo que la política, la estrategia y el sistema de gestión integrado persigue; que las condiciones ambientales sean mínimamente alterados por el uso de la tecnología nuclear, ya que sus beneficios de la aplicación son significativos en el campo de la energía, la salud y la industria.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1 Las bases de la política y la estrategia

El plantear las políticas y estrategias para la gestión, de modo que este sea un sistema integrado que involucre en el territorio nacional a todos los actores que intervienen, es reconocer que hay vacíos en los eslabones del sistema. En primer lugar, en la disponibilidad de los usuarios de los recursos técnicos y de respaldo que el estado debe brindar para asegurar su aplicación en condiciones de ventaja para con la seguridad ambiental y radiológica.

Se explica, en tanto que hay referentes en los países miembros de la comunidad del OIEA, que permite establecer cuanto y en qué proporción son estos vacíos que alcanzan a lo legal, operativo y tecnológico. Lo que nos lleva a decir que es un aspecto adicional a las condiciones en que se desenvuelve la economía y la política nacional, de mucha dependencia externa y de poco ingrediente en el valor agregado a los efectos de dotar la seguridad ambiental y pública que se patrocina.

A diferencia de otros sectores de actividad comercial o productiva, la actividad nuclear y radiactiva, coloca al país en un escenario de hecho internacional y como tal, este escenario debe ser bien manejado; expresándose desde la política exterior hasta el examen in situ de los peligros y riesgos que se presentan. Lo que es característico en los diversos gobiernos y autoridades, es que no hay tal acercamiento con la realidad, y alejados de ella, hay mucho que perder, pues la política y estrategia se diluye o se quedan sin implementar.

Esta política exterior, debe tener una clara participación en los hechos que trascienden del uso de la energía nuclear y cómo ella se administra y se aplica en el país, tanto de nivel industrial avanzado como en los de nivel parcialmente avanzado. Debemos reconocer que teniendo escaso desarrollo industrial que pueda competir con países del Norte, los niveles sobre los cuales se procesa las fuentes

radiactivas, poseen comunes características, esto es por las radiaciones ionizantes generadas.

Los principios de la gestión de los residuos radiactivos que sostiene el OIEA, no tienen que ser exclusivos para unos países, es necesario integrarlos a la comprensión nacional, no cabe que, por mediar restricciones de visión política y cultural, o por ausencia de liderazgo, estos principios, se constituyan poco contribuyentes a una práctica diaria de seguridad radiológica.

Se observa así, como, en más de una década no se ratifica la Convención Conjunta de los Residuos Radiactivos, y también se encuentra en el Congreso de la República, la propuesta de la OTAN y con una audiencia previa en el IPEN, un Proyecto de Ley de Desechos Radiactivos (PLDR), que a la fecha, más de 5 años, no ha sido tratado en el Congreso. Este PLDR, que se añade en el **Anexo 03**, vislumbra un acercamiento con la dinámica internacional y con las soluciones que se propone en el terreno nacional.

## **2.2 El sistema integrado**

### **2.2.1 La experiencia en la gestión minera**

La traducción sobre el camino recorrido, podemos encontrarlo en lo realizado con las gestiones en la actividad minera [ 37 ]. En la minería estas fuentes se encuentran principalmente en los procesos metalúrgicos y en el control químico, además de las actividades complementarias que requieren las operaciones de campo, como densímetros nucleares móviles. Estos equipos radiactivos se dividen en fijos y móviles. Los fijos son medidores de nivel, de flujo de masa y de composición física y química del mineral. Los móviles sirven en la determinación de la humedad y densidad del suelo. La ilustración 2.1, muestra un medidor de flujo de masa, con el detector que capta el nivel de la radiación no absorbida, que contiene Cesio-137 como fuente radiactiva. Un equipo de campo móvil, es el densímetro nuclear, que contiene Americio-241 aleado con Berilio para la emisión de neutrones y una fuente de Cesio-137 para la radiación gamma.



Medidor de Cs-137



Medidor de Am-241/Be y Cs-137

### **Ilustración 2.1: Medidores nucleares**

**Fuente: Curso CSEN de Medidores Nucleares**

Estos equipos radiactivos se gestionan como residuos cuando su Actividad se considera no útil o porque no son utilizadas por fallas, fugas, sustitución tecnológica o prohibición adoptada por el organismo regulador (OTAN). La no utilización de las fuentes radiactivas no elimina la presencia en sí misma de las propiedades físicas, químicas y radiológicas por los que fueron usadas. Estas propiedades se conservan en algunos casos en forma más riesgosas, pues no se le prestan la seguridad radiológica correspondiente. Por otro lado, si bien con el tiempo decae la radiactividad, este decaimiento se produce en periodos de siete a diez veces el periodo de vida media del radioisótopo. Compromete también a la seguridad, la toxicidad y el tipo de radiación, que ponen en riesgo al personal, sea por irradiación o contaminación, ya que esta suele tornarse de mayor riesgo cuando se ingiere o inhala en ambientes no controlados.

Según información disponible en la web [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe), los usuarios de fuentes de radiación ionizante en el país suman unos 3,730 que disponen más de 8,390 fuentes de radiación (rayos x, alfa, beta y gamma, neutrones). Los equipos de rayos X de uso médico alcanzan el 90 %, lo que llevaría aproximadamente unas trescientas fuentes radiactivas utilizadas fundamentalmente en la gran minería y por empresas que disponen de gran capacidad operativa, o que disponen de adelantos tecnológicos que los hacen indispensables para los sistemas de automatización e información en línea.

La Tabla 2.1 muestra el número de fuentes radiactivas en desuso y sus actividades de origen que fueron gestionadas como residuo en el Centro Nuclear durante el año 2011. El número de fuentes radiactivas no implica el número de equipos gestionados o servicios realizados, dado que algunos equipos contienen dos o más fuentes radiactivas. Así ocurre cuando se tiene que proporcionar mayor actividad a la fuente y, por consiguiente, mejorar el rendimiento en la detección y/o la optimización de la información. Durante la recolección, la fuente o fuentes radiactivas en desuso se recogen con el blindaje de su contenedor y, si es necesaria o dada la información del monitoreo de la radiación, se adaptan medidas adicionales de protección de blindaje y de embalaje que permitan darle la seguridad radiológica y física durante el transporte.

Los tipos de fuentes difieren de un año a otro, repitiéndose los radioisótopos más usados. El número de gestiones no siempre es el mismo, como las marcas o modelos, actividades y formas de uso. Como las reglas de la oferta y la demanda no rigen en el campo de los residuos, lo que prima fundamentalmente es el grado de responsabilidad ambiental y social que adquiere la empresa usuaria.

**Tabla 2.1 Fuentes, número y actividad gestionadas 2011 (sector MINEM)**

<b>Fuentes gestionadas-2011</b>		
<b>Radioisótopo</b>	<b>Número de fuentes</b>	<b>Actividad (GBq)</b>
<b>Cesio-137</b>	<b>16</b>	<b>217,176</b>
<b>Cobalto-60</b>	<b>3</b>	<b>677,1</b>
<b>Cadmio-109</b>	<b>21</b>	<b>15,54</b>
<b>Iridio-192</b>	<b>6</b>	<b>4665,8</b>
<b>Americio</b>	<b>5</b>	<b>5,365</b>
<b>Americio/Berilio</b>	<b>1</b>	<b>1,85</b>
<b>Hierro-55</b>	<b>1</b>	<b>1,48</b>
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>5584,311</b>

Fuente: Elaboración PGRR, Informe Anual 2011

Los usos son diversos. Las fuentes de Radio-226 están prohibidos, pero eventualmente se podrían encontrar en los pararrayos radiactivos. Una fuente usada para detectar densidad y humedad de suelos como el Californio-252, no se presenta aún en las actividades de gestión en el Perú, siendo este muy favorable, dado que su periodo de vida media es de 2,65 años frente a los 460 años del Americio-241. El Iridio-192, por su alta Actividad y corta vida, es muy útil en la técnica de gammagrafía industrial o de ensayos no destructivos para la inspección de soldaduras y por su corta vida media, se requiere gestionar estas fuentes; las dificultades se presentan en el transporte por la lejanía de sus operaciones, principalmente gasoductos. El Cesio-137 es el de mayor uso en minería por sus características radiológicas y porque su energía es apropiada para ser reconocida por el detector de radiación. El Cobalto-60 es adecuado para instalaciones en las cuales se requieren energías altas (1.173 y 1.333 MeV) que puedan atravesar placas de mayor espesor de acero, como las paredes de las tolvas de las cementadoras o las paredes de los tanques de sedimentación. Si el Americio-241 es un buen medidor nuclear para densidad de suelo, por la radiación alfa de corta distancia y alta energía; cuando es aleado con el Berilio, como Am-241/Be, permite actuar como un buen generador de neutrones que se caracteriza por su mayor penetración, energías altas (mayores de 5 MeV) y adecuado para las perforaciones en la exploración del gas y del petróleo.

En la práctica del uso de las fuentes de radiación en minería, esta Actividad tiene importancia para la deducción de la tasa de exposición presente y, por consiguiente, para las medidas a adoptar frente al riesgo, teniendo en cuenta la distancia de la fuente al operador. La fórmula:

$$\chi = A \cdot \Gamma / d^2 \quad [ 38 ]$$

Es una relación que transforma las magnitudes radiométricas (múltiplos de Bequerels) a dosimétricas (submúltiplos del sievert), por medio de la constante gamma ( $\Gamma$ ), tomando en cuenta la distancia (d) en metros. El Sievert (Sv) es una unidad alta, por lo que se usa mili (mSv) o micro sievert ( $\mu$ Sv). La constante

gamma es específica para cada radioisótopo y se encuentra en forma experimental. En el caso del Cesio-137, el valor de la constante  $\Gamma$  es 0.092 mSv/h para una fuente de 1 GBq a la distancia de un metro. Lo que nos indica que mientras menor es la distancia por decir en milímetros la Tasa de exposición se va eleva 1000 veces el valor a 1 GBq.

La referencia sobre la presencia de la dosis de radiación para el personal es lo que se muestra en la ilustración 4.7, donde las expresiones y unidades toman importancia. Para el caso del personal operador, el límite de dosis equivalente según la normatividad vigente es de 20 mSv/año y de 1 mSv para el público.



**Ilustración 2.2 Optimización de la radiación**

**Fuente: Conferencia IIMP, 2009, Lima.**

Para llegar a las condiciones operacionales optimizada y aceptable, las medidas en las áreas de operaciones por parte del personal son importantes, reduciéndose principalmente a tres factores que permiten minimizar las dosis. Estos son: a) el tiempo, b) la distancia y c) el blindaje. Como las fuentes selladas están diseñadas con su blindaje incorporado en el contenedor, las acciones a seguir tomarán en cuenta la distancia y el tiempo. En las condiciones en que las fuentes están operativamente instaladas (por tanto, están desbloqueadas y su radiación es máxima), el personal operador debiera disponer siempre el registro de la dosis presente. Los riesgos aumentan si se detectaran fuga(s) o caída(s) de la(s)



fuente(s). La pérdida o sustracción de una fuente constituye un acto dañino, pues el riesgo y los potenciales daños se van a ampliar al público y al ambiente.

Cuando las fuentes son retiradas del equipo como residuos radiactivos, la desinstalación debe realizarse en condiciones de cierre y hermeticidad de la misma, sin cogerla manualmente y realizando las operaciones en forma segura, lo que implica llevar a cabo la supervisión radiológica con la participación de un especialista u oficial de radio protección.

De lo señalado, se revela la relación existente con las políticas y las estrategias, con el sistema de gestión integrado que tienen como instrumento las acciones del plan anual de actividades que se asocia con el artículo 10 del proyecto de LGRR que indica "... establecer un Programa Nacional de Gestión". Esta relación nutre la importancia de establecer las proporciones de este programa y los medios que intervienen de modo de reconocer las fortalezas, las debilidades y sobre todo el poder mejorar las respuestas.

### **2.2.2 Componentes del sistema de gestión integrado**

En razón al método y considerando el lugar que adquiere la organización en el sistema integrado, resumo en tres componentes que le dan consistencia al sistema de gestión integrado, estos son:

- a) El Plan de actividades.** Lo que implica establecer el programa con el cual se aborda la actividad en el período sobre el cual se gesta la política y la estrategia. El Plan va estructurado según la sostenibilidad de los recursos y el cumplimiento de la política y la disponibilidad de la estrategia. Cabe mencionar que en España la Empresa Nacional de Residuos (ENRESA), que administra el Centro de Almacenamiento de "El Cabril", ubicado en Córdoba, España; para residuos de mediana y baja actividad, anualmente y por períodos, disponen de Plan de Gestión de Residuos Radiactivos en consulta y aprobación del Congreso Nacional Español.
- b) Implementación del Sistema de Control Calidad.** Es el componente básico que otorga la sostenibilidad del plan y la estrategia. Es el que dota de los medios

al sistema para el objetivo de disposición segura de los residuos radiactivos. En el caso de la gestión de los residuos, según las bases legales, la Autoridad Nacional hace entrega de la Licencia de la Instalación, solo si se dispone de las medidas propias de un sistema de calidad, razón por la cual, una instalación como la de GRR, tal Licencia integra aspectos de control de la calidad. El control de calidad incluye al personal, el mismo que debe ser calificado profesionalmente y contar con la Licencia Individual. Licencias estas, que tienen un procedimiento de evaluación y de examen que permita que las operaciones de la instalación estén respaldadas técnicamente. La calidad del sistema incluye desarrollar el Manual de Procedimientos que es uno de los aspectos, que mayor desarrollo ha tenido la PGRR [ 39 ].

- c) Administrar el Inventario radiactivo.** El inventario radiactivo, es el resultado de las acciones de gestión, resume las acciones de gestión, como consecuencia de los procesos de tratamiento, inmovilización, recolección de los residuos radiactivos en todas las formas, que se traduce en una fuente aislada, confinada y almacenada. La administración del inventario implica la respuesta sobre la cual la instalación nacional centralizada da cuenta al Organismo regulador y a las autoridades nacionales competentes. La respuesta por el Inventario, implica el número de fuentes radiactivas: por su procedencia, por sus aplicaciones, por el tipo de emisores de radiación, por su volumen, por el peso, por su toxicidad, por el tipo de transporte y almacenamiento, de modo que sea un objeto trazable. Da cuenta de la Actividad presente y la acumulada. Estableciendo también la categoría según el riesgo, el número de Fuentes almacenadas y de ellas las acondicionadas y no acondicionadas. El OIEA ha desarrollado el programa RWMR, el mismo que la PGRR dispone, luego de la misión técnica del 2015 de la OIEA [ 40 ].

Estableciendo un orden de orientación general, que inscriben las instituciones en el marco de la OIEA, se tiene lo que se viene planteando: Políticas, Estrategias, Programas, Planes, Actividades, Cronogramas, Responsabilidades. Según los niveles en que se encuentran la presencia de los residuos, estos alcanzan instalaciones muy bien dotadas, cumpliendo todo el ciclo de generación de residuos

con medidas de gestión y en otros casos, formulando proyectos y tentativas de implantación.

Como consecuencia de estos enunciados, los Estados Miembros en los que existan desechos radiactivos deberán seguir una política nacional de gestión de tales desechos en conformidad con los objetivos y los principios enunciados, así es como el OIEA, promueve el Establecimiento de un Sistema Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos, que está contenido en la Colección Seguridad N° 111-S-1, Publicación del Programa RADWASS, en la que se señala los Principios de GRR que fuera documento base para la Convención Conjunta.

Queda claro entonces, que el estado ha otorgado al IPEN, la responsabilidad de elaborar, y ejecutar los dispositivos legales que hacen del uso de las radiaciones una actividad controlada, y lo hace a través de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), que es de su competencia la presentación de nuevos dispositivos legales que lleven a un nivel mayor de ordenamiento de las actividades nucleares y radiactivas en el país, acorde con los dispositivos que emanan en forma de recomendaciones emitidos de convenciones o eventos de organismos en las que el Perú está inmerso, como son las Naciones Unidas (ONU) o el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En algunos casos, por la dimensión de los temas a tratar las iniciativas legales del IPEN, pasan por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), como al Congreso de la República, constatándose a la fecha, que se encuentra pendiente una Ley específica sobre los Residuos Radiactivos, propuesta de Proyecto realizada por la OTAN, en la que permitiría consolidar al IPEN en el manejo ambiental de los residuos radiactivos y reforzar la entidad centralizada nacionalmente de la PGRR con los medios presupuestales y humanos para la sostenibilidad de las acciones.

El sistema integrado es la correlación de todas las vías y formas que se orientan al objetivo de la seguridad del uso y en el desuso de las fuentes de radiación.

### **2.3 El método empleado, formato y mapa conceptual**

El proceso seguido en la elaboración del presente trabajo referente a las políticas y estrategias para un sistema de gestión de residuos radiactivos en el Perú, se orienta a los objetivos de lograr una consistente respuesta segura y de alcance nacional e internacional ante los problemas que plantea la tecnología nuclear. El desarrollo de la tecnología de avanzada, de punta se dice en el medio científico, es desigual y combinado, de formas básicas de comprensión y de intervención hasta disponer de lo más logrado en materia informativa y en su aplicación. No estamos en nuestra experiencia con toda la tecnología nuclear, pero la naturaleza de las aplicaciones comenzando con la fisión, los medidores nucleares de uso industrial y médico son las mismas, unos más tecnificados que otros, para algunos países de mayor connotación de poder que otros.

A fin de caracterizar lo seguido, resumo que es una investigación científica, dado que es coherente con la búsqueda de medidas de protección pública y ambiental; que es sistemática porque integra cada aspecto que implica la implementación de las políticas y estrategias; es ordenada según las pautas dadas por los organismos vinculantes; es verificable dado que expresa la experiencia actuante en el medio examinado y tiene objetivos propios que abarcan lo cotidiano como lo general de la problemática.

No hay desarrollo si no hay investigación, sino se cuenta con la capacidad y responsabilidad de dirección, por lo que en sus objetivos se dirigen a la asunción de los poderes de decisión de corte administrativo y organizacional, pues es el modo en que las comprensiones de las cosas pueden ejecutarse. Las organizaciones son como los humanos, nacen, progresan, alcanzan un pico y decaen, corresponde a los actores del tema sobreponerse y tener la continuidad porque así lo exigen los radioisótopos en el corto, mediano y largo plazo. El camino seguido trata de evitar que sea puramente descriptivo. Recurre al uso de los conceptos y a la teoría ganada con los medios y recursos disponibles muchas veces escasos, privilegiando la reflexión y el análisis crítico, rescatando los lineamientos del texto, basados en los principios, las normas y los procedimientos seguidos con la GRR.

La reflexión proviene desde el alcance internacional de la OIEA y en nuestro terreno reconoce dificultades de interacción entre reguladores, operadores y usuarios. En nuestro tema, juega un importante motivo el evento denominado RLA-9-062 “Regulación en material de gestión de los desechos radiactivos. Comparación de las regulaciones nacionales con los de la OIEA”, realizado en Santo Domingo, República Dominicana, en abril del 2009. En este evento los coordinadores de la OIEA, presentaron el Formato que desarrollado equivale a responder por cada país, si los requisitos de la Guía de Seguridad de la OIEA se cumplían, pudiendo ser Aceptable, Aceptable con restricciones y No aceptable. El Formato está hecho para que cada uno de los 24 requisitos, revele bajo comparación los logros y vacíos del sistema de gestión. La ilustración 2.3 es el Formato para el requisito 24. En el **Anexo 04**, se tiene el Formato indicando los 24 requisitos contemplando las etapas del sistema de gestión. [ 41 ]

**País: Perú**

Requisitos:	Ítem	Regulaciones de referencia	Observaciones	Sugerencias	Status final del análisis
Requisito N° 24: Desechos radiactivos de instalaciones en minería					( ) *
					( ) *
					( ) *
	Aspectos a ser considerados por el Operador				
	Aspectos a ser considerados por el Regulador				

\* (1) Aceptable : (2) Aceptable con restricciones: (3) No aceptable

**Ilustración 2.3 Formato Comparativo con la Guía de Seguridad OIEA**

En nuestro caso, una Guía de gestión segura, se inicia con la formulación del servicio. La política y la estrategia de la gestión comienzan con reconocer la existencia de la fuente de radiación a través de la información técnica radiológica de la fuente radiactiva, variando las características según los datos que se piden, procedencia, tipo de residuo y otros. Se muestran dos formatos, un formato para los usuarios del Centro Nuclear y otro de las fuentes radiactivas en desuso, procedentes de usuarios externos. Indicados como Ilustración 2.4 y 2.5 respectivamente.

Reuniendo la información se da inicio al plan de actividades para la gestión correspondiente, que es respondida según se muestra en la Ilustración 2.5, para los líquidos radiactivos. Todas las acciones deben estar según corresponda, en las valoraciones monetarias que la estructura de costo define para la gestión, los cuales se subdividirá en ingresos recaudados de usuarios de aplicaciones externas y otros nominativos para los usuarios internos del IPEN, cuya estructura de costo no se ejecuta. El desarrollo de estas actividades va sostenida por la OTAN cuando reconoce la Licencia de las operaciones y de almacenamiento de la instalación.

La ilustración 2.6 nos acerca al proceso a seguir desde residuos líquidos radiactivos, especialmente a los que provienen de las plantas de decaimiento del Reactor RP-10 y de la PPR. El diagrama de flujo trasmite los pasos y enlaces para lograr el objetivo de una cementación en cilindro metálico estandarizado, conteniendo el residuo o fuente concentrada con cemento, agua y aditivos. Esta práctica incluye que el tratamiento sea controlado, automatizado para cada etapa, hasta la separación del lodo radiactivo concentrado. Para el cementado se procede con otro equipo especialmente para combinar el lodo, el cemento, el agua en un cilindro estandarizado de 220 litros.

## GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS SÓLIDOS

### USUARIO INTERNO

#### ( RECOLECCIÓN )

FECHA :

Nº de  
REGISTRO :

RRSI-

**DATOS DEL USUARIO :**

NOMBRE

AREA :

RESPONSABLE :

TELÉFONO ( Anexo )  
:

**CLASIFICACIÓN :**

COMPRESIBLES    SI     NO   
:

INCINERABLES    SI     NO   
:

PUTRECIBLES    SI     NO   
:

**CARACTERÍSTICAS :**

CONTENEDOR		VOLUMEN ( L )	PESO ( Kg )	RADIONUCLIDOS CONTENIDOS	ACTIVIDAD ( GBq )	NIVEL RADIACION ( $\mu$ Sv/h )	
TIPO	Nº					En Contacto	A 1 metro

**OBSERVACIONES:**

ENTREGA:

Nombres y Apellidos

FIRMA :

Nº DNI :



RECIBE:

Nombres y Apellidos

FIRMA :

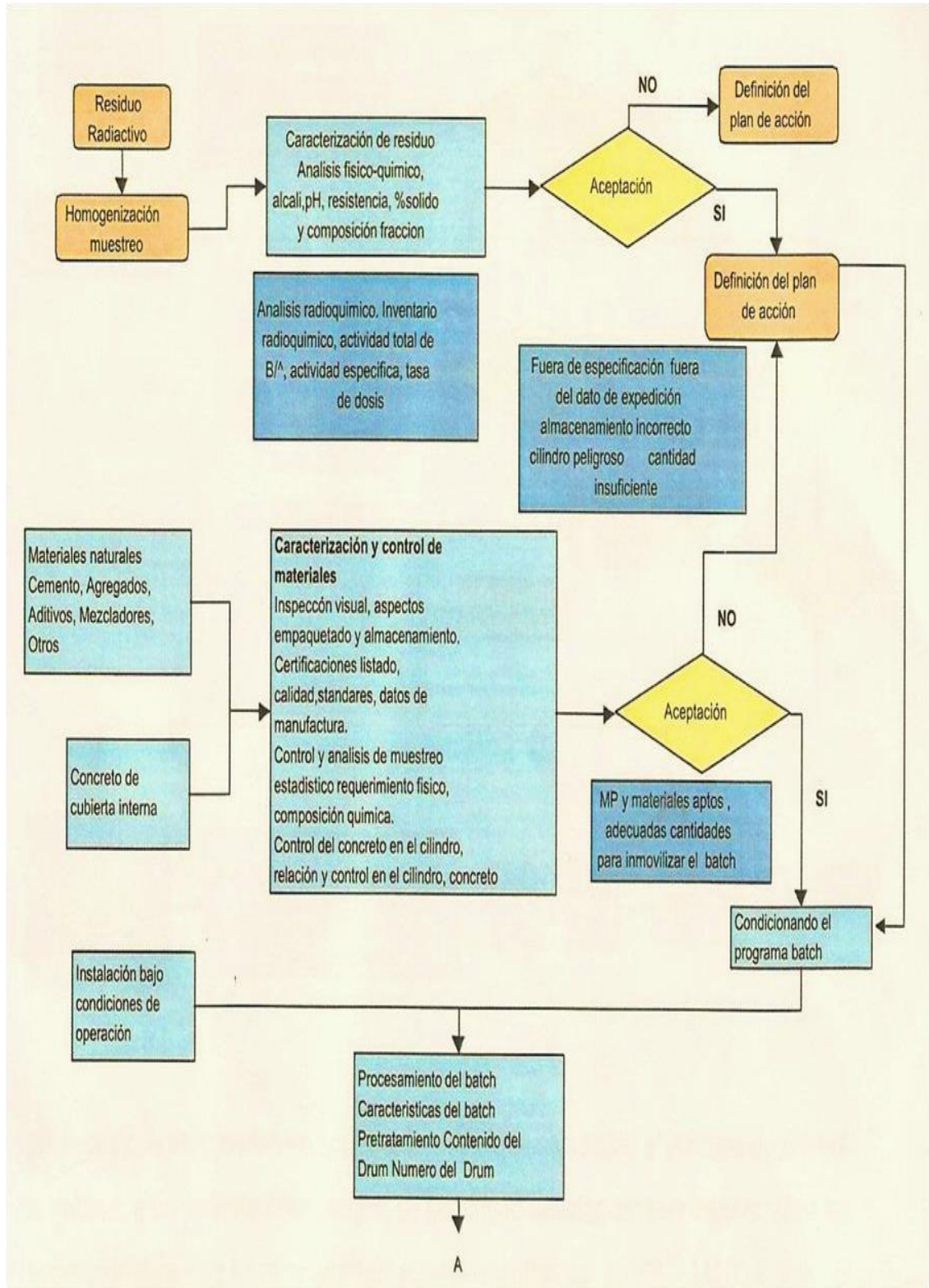
Nº DNI :

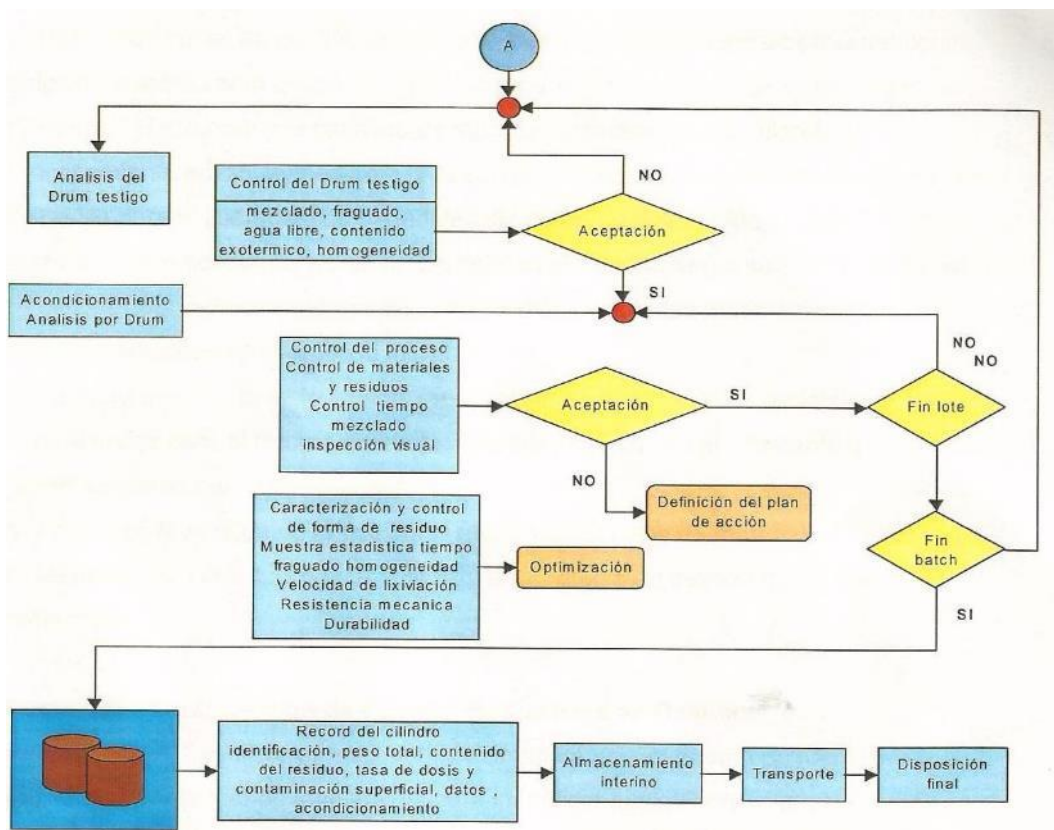
**Ilustración 2.4 Formato de Gestión de Residuos en el Centro Nuclear**

 <b>IPEN</b> Av. Canadá No. 1470 San Borja - Lima 41	<b>INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR</b> <b>CENTRO NUCLEAR " RACSO "</b> <b>DIRECCIÓN DE SERVICIOS</b> <b>DIVISIÓN DE GESTIÓN DE RESIDUOS RADIACTIVOS</b> Telf : 488 5040 - 488 5090 / Anexos: 258 - 259 Fax: 488 5050 anexo 281 e-mail: grodriguez@ipen.gob.pe	 <b>RACSO</b> <b>GRRR</b> Av. San Juan km 12 Carabaylo - Lima 06																																																																		
<b>GESTIÓN DE RESIDUOS RADIACTIVOS - FUENTES SELLADAS EN DESUSO</b> <b>( DATOS TÉCNICOS )</b>																																																																				
<b>DEL FABRICANTE DE LA FUENTE :</b> Razón Social : <input style="width: 100%;" type="text"/> Dirección : <input style="width: 60%;" type="text"/> País : <input style="width: 20%;" type="text"/> Teléfono : <input style="width: 20%;" type="text"/> Fax : <input style="width: 20%;" type="text"/> e-mail : <input style="width: 40%;" type="text"/>																																																																				
<b>DEL TITULAR DE LA AUTORIZACIÓN :</b> Razón Social : <input style="width: 60%;" type="text"/> N° RUC : <input style="width: 20%;" type="text"/> Dirección : <input style="width: 40%;" type="text"/> Dpto : <input style="width: 15%;" type="text"/> Prov : <input style="width: 15%;" type="text"/> Representante : <input style="width: 40%;" type="text"/> Cargo : <input style="width: 40%;" type="text"/> Teléfono : <input style="width: 15%;" type="text"/> Anexo : <input style="width: 10%;" type="text"/> Fax : <input style="width: 15%;" type="text"/> e-mail : <input style="width: 40%;" type="text"/> N° Registro de Instalación (*) <input style="width: 15%;" type="text"/> N° Licencia de operación (*) <input style="width: 15%;" type="text"/> N° Declaración en desuso de la fuente (*) <input style="width: 15%;" type="text"/>																																																																				
<b>DEL CONTACTO O SOLICITANTE DEL SERVICIO :</b> Razón Social : <input style="width: 60%;" type="text"/> N° RUC : <input style="width: 20%;" type="text"/> Dirección : <input style="width: 40%;" type="text"/> Dpto : <input style="width: 15%;" type="text"/> Prov : <input style="width: 15%;" type="text"/> Representante : <input style="width: 40%;" type="text"/> Cargo : <input style="width: 40%;" type="text"/> Teléfono : <input style="width: 15%;" type="text"/> Anexo : <input style="width: 10%;" type="text"/> Fax : <input style="width: 15%;" type="text"/> e-mail : <input style="width: 40%;" type="text"/> N° Autorización de prestación servicio (*) <input style="width: 15%;" type="text"/> N° Licencia individual (*) <input style="width: 15%;" type="text"/> N° Autorización de control operativo (*) <input style="width: 15%;" type="text"/>																																																																				
<b>DEL EQUIPO(S) Y FUENTE(S) :</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); text-align: center;"><b>EQUIPO / CONTENEDOR</b></td> <td>N° Equipo</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>N° Serie</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Dimensiones ( cm )</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Volumen ( l )</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Masa ( kg )</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Uso específico</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Prueba de hermeticidad (*)</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Nivel de radiación ( <math>\mu\text{Sv/h}</math> )</td> <td> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> <td style="width: 50%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">( <math>\mu\text{Sv/h}</math> )</td> <td style="text-align: center;">Un metro</td> </tr> </table> </td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); text-align: center;"><b>FUENTE (*)</b></td> <td>Marca</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>N° Serie</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Radionúclido</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Actividad ( GBq )</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Fecha ( dd / mm / aa )</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </table>			<b>EQUIPO / CONTENEDOR</b>	N° Equipo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Marca	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Modelo	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	N° Serie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Dimensiones ( cm )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Volumen ( l )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Masa ( kg )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Uso específico	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Prueba de hermeticidad (*)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Nivel de radiación ( $\mu\text{Sv/h}$ )	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> <td style="width: 50%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">( <math>\mu\text{Sv/h}</math> )</td> <td style="text-align: center;">Un metro</td> </tr> </table>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	( $\mu\text{Sv/h}$ )	Un metro	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>FUENTE (*)</b>	Marca	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	N° Serie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Radionúclido	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Actividad ( GBq )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Fecha ( dd / mm / aa )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>EQUIPO / CONTENEDOR</b>	N° Equipo	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Marca	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Modelo	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	N° Serie	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Dimensiones ( cm )	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Volumen ( l )	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Masa ( kg )	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Uso específico	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Prueba de hermeticidad (*)	<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																															
	Nivel de radiación ( $\mu\text{Sv/h}$ )	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> <td style="width: 50%;"><input style="width: 95%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">( <math>\mu\text{Sv/h}</math> )</td> <td style="text-align: center;">Un metro</td> </tr> </table>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	( $\mu\text{Sv/h}$ )	Un metro	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																												
<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>																																																																			
( $\mu\text{Sv/h}$ )	Un metro																																																																			
<b>FUENTE (*)</b>	Marca	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																
	N° Serie	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																
	Radionúclido	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																
	Actividad ( GBq )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																
	Fecha ( dd / mm / aa )	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																																																																
NOTA: Para mas fuentes adjuntar hoja <span style="margin-left: 150px;">(*) Adjuntar documento</span> <span style="margin-left: 100px;">1 mrem = 10 <math>\mu\text{Sv}</math></span> <span style="margin-left: 100px;">1 mCi = 37E-3 GBq</span>																																																																				
<b>OBSERVACIÓN :</b> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>																																																																				
Lugar y Fecha : <input style="width: 100%;" type="text"/> Lleno Formato : <input style="width: 100%;" type="text"/> <span style="float: right;">Firma : _____</span> <span style="display: block; text-align: center; font-size: small;">Nombres y Apellidos</span> <span style="float: right;">N° DNI : _____</span>																																																																				

**Ilustración 2.5 Formato de información básica de fuentes en desuso**







**Ilustración 2.6 Diagrama para obtener concentrado radiactivo**

**Fuente: Elaboración PGRR**

Disponiendo de los procedimientos, entonces el sistema de gestión contempla el Plan de Acción, el mismo que por los marcos del Plan estratégico y de la aplicación del Marco multianual expresado en el POI, es anual, con las características de Objetivos/Resultados. El Plan de Acción anual, es evaluado mensualmente y bajo seguimiento del equipo, desde el compromiso del Proyecto, permite hacer las labores en conjunto, donde la aplicación de los principios, de la política y de la estrategia se torna como el inicio y el fin de las labores.

Un Informe por el servicio realizado a la empresa Siderúrgica de Chimbote en febrero del 2015, Ilustración 2.7, nos permite observar en la Tabla 2.2, como son las características de las fuentes radiactivas usadas en la actividad industrial. La Información indica que no hay condiciones operativas en la Planta siderúrgica para permitir el uso de estas fuentes de radiación.

**Tabla 2.2: Características de las fuentes radiactivas procedentes de la Planta siderúrgica**

Nº	Aplicación	Marca	Modelo	Nº Serie	Isótopo	Actividad (GBq)	Peso (kg)	Tasa de dosis ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
								Con-tacto	A 1 m
01	Medidor – espesor	IGCI	410	H-511T	Am – 241	37	15	2.33	0.03
02	Medidor – espesor	IGCI	410	H-512T	Am – 241	37	15	2.2	0.03
03	Medidor – espesor	Measurex	--	978888-2	Am – 241	37	15	1.2	0.03
04	Medidor – espesor	Measurex	--	978888-1	Am – 241	37	15	1.25	0.03
05	Medidor – espesor	DMC Honeywell	--	97889	Cs – 137	1 110	150	100	5.01
06	Medidor – nivel	Ronan	EX6070A	--	Cs – 137	3.3 E-04	12	30	0.03
07	Medidor – nivel	Ronan	EX6086A	--	Cs – 137	3.3 E-04	0.6	30	0.03
08	Medidor – nivel	Ronan	EX6084A	--	Cs – 137	3.3 E-04	0.6	30	0.03
09	Medidor – nivel	Ronan	EX7171A	--	Cs – 137	3.3 E-04	0.6	30	0.03
10	Medidor – nivel	Ronan	--	--	Cs – 137	3.3 E-04	0.6	30	0.03

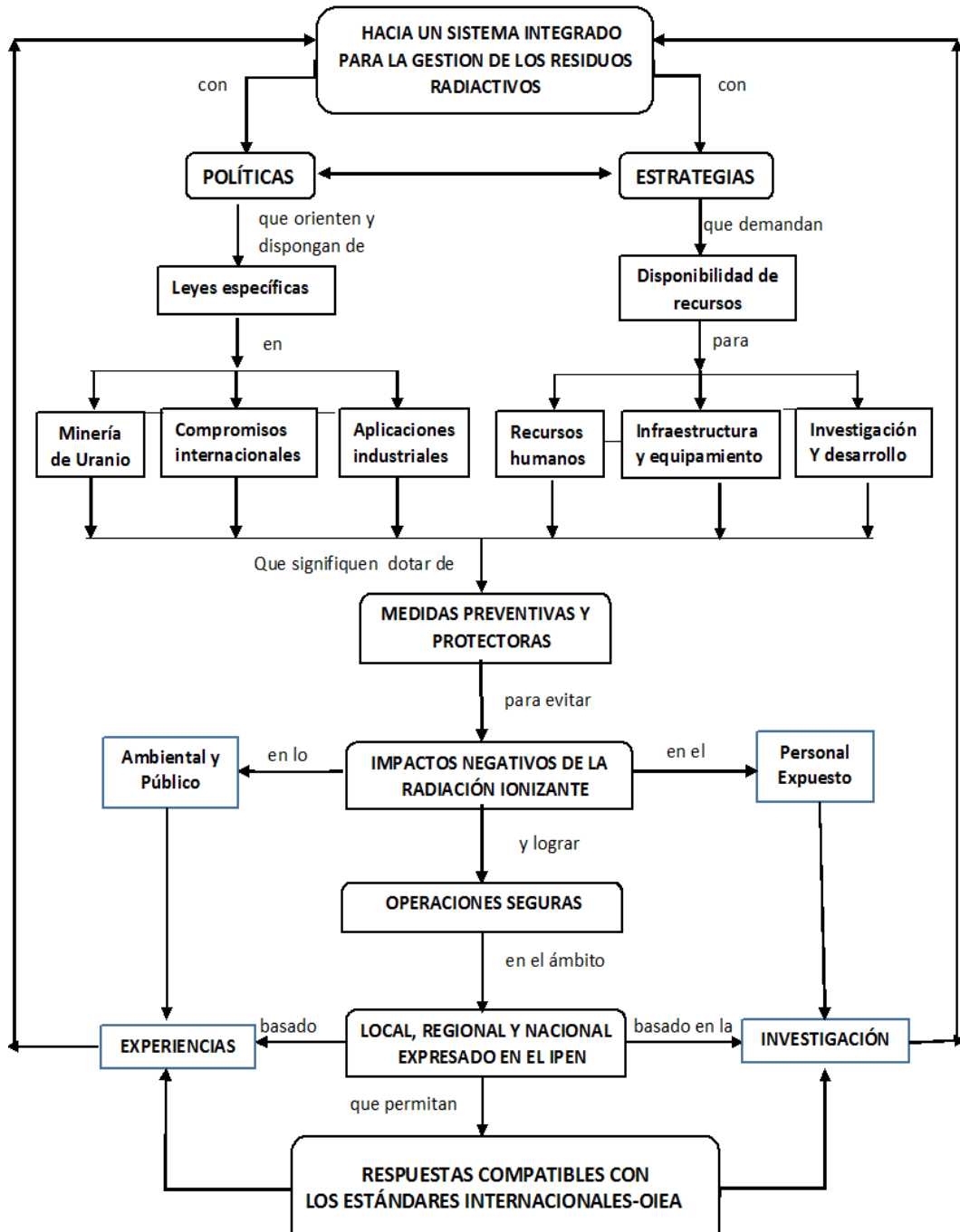
**Fuente: Servicio realizado el año 2015**



**Ilustración 2.7: Personal y fuente radiactiva en la Planta siderúrgica**

**Fuente: Informe de servicio a Empresa Gerdau-Síder Chimbote**

Como corolario se presenta un Mapa Conceptual, Ilustración 2.8, sobre la metodología seguida en torno al estudio desarrollado.



**Ilustración 2.8: Mapa Conceptual de la Metodología Desarrollada**

**Fuente: Elaboración propia**

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO DE LA TESIS

#### 3.1 Políticas en la gestión

##### 3.1.1 Política nuclear y residuos radiactivos

Los residuos radiactivos procedente de las aplicaciones nucleares y radiactivas, en cualquiera de sus estados de aplicación de la tecnología nuclear, debe responder cotidianamente por su estabilidad y porque es de interés público la política a seguir. Sin embargo, no es igual la política y la estrategia con los residuos radiactivos seguida por un país con alta tecnología nuclear, que uno como el nuestro. Lo nuestro se reduce a la existencia de algunos centros de generación, en la que destacan además del reactor, la presencia de fuentes selladas radiactivas de uso industrial y de ser explotable los yacimientos, la minería de uranio.

A pesar de esta desigualdad, no excluye todos los alcances que proveen el OIEA y la experiencia de los cuadros profesionales reunidos en la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN) y el IPEN, en lo que constituye el manejo sustentable y seguro de los residuos radiactivos [ 42 ] [ 43 ] [ 44 ]

##### 3.1.2 La política en el origen y desarrollo del Centro Nuclear

Como en toda respuesta sustentada, se debe observar el origen del desarrollo nuclear y ello está asociado directamente a la política, que equivale decir, a las bases ideológicas establecidas en las constituciones y que son asumidas por los gobiernos que se suceden. En el Perú, los acontecimientos de la actividad nuclear, tomaron forma para nuestro análisis en dos momentos, que son descritos seguidamente: a) La Firma del Convenio de Cooperación Perú Argentina, a partir del gobierno de Juan Velasco Alvarado y luego de Francisco Morales Bermúdez, b) El “Acuerdo Nacional” concordado en el gobierno de Alejandro Toledo

Manrique. Estos son dos momentos en que se muestra un conjunto de objetivos y requisitos de modo de implantar una política de desarrollo y de otro lado el de integrar las representaciones políticas y sociales que ameriten generar un plan sin mayores contradicciones o antagonismos.

### **3.1.2.1 El Plan Inca**

El Perú, surgido desde la República está basado en la división de poderes, centralizado nacionalmente en la representación congresal o gubernamental, donde no le son ajenos los problemas en que se debaten internacionalmente, es más constituye en lo fundamental, ejes de su política interna. No es casual, que la apertura hacia la energía nuclear, con sus aplicaciones y la proyección de una central nuclear, haya tomado fuerza en las bases iniciales del Gobierno de Velasco Alvarado, recordemos que este gobierno, debió legitimarse y lo hizo con bastante notoriedad, de los que fueron los gobiernos constituidos por medio electoral, que tuvo en el primer gobierno de Fernando Belaúnde Terry, un desarrollo nada consistente con la mayoría nacional, que derivara en respaldar a la cuestionada empresa de EE. UU. Internacional Petroleum Company (IPC), que explotaba hasta ese entonces la refinería de Petróleo en Talara, Piura.

Recordemos, en el origen del gobierno de Juan Velasco Alvarado, se halla elementos básicos de un programa científico nacional, así en el Plan Inca [ 45 ] [ 46 ] dado a conocer el 28 de julio 1974, se dice:

## **EL PLAN INCA**

### **A. FINALIDAD**

“La Revolución de la Fuerza Armada llevará a cabo un proceso de transformación de las estructuras económicas, sociales, políticas y culturales, con el fin de lograr una nueva sociedad, en la que el hombre y la mujer peruanos vivan con libertad y justicia. Esta revolución será nacionalista, independiente y humanista. No obedecer a esquemas o dogmas. Solo responderá a la realidad peruana”.

“Será nacionalista, por estar inspirada en los altos valores de la patria, en los intereses del pueblo peruano y en nuestra propia realidad; independiente, por no



estar ligada a ideologías existentes, partidos políticos, o grupos de poder y porque luchará contra toda dependencia; y humanista, porque considera la realización plena del hombre dentro de una comunidad solidaria, cuyos valores esenciales e inseparables son la justicia y la libertad”.

“La finalidad de la revolución será alcanzada mediante el cumplimiento de los cinco Objetivos generales que establece el Estatuto del Gobierno Revolucionario, los que, a su vez, deberán lograrse a través de un conjunto de objetivos específicos”.

LIMA, 03 DE OCTUBRE DE 1968



**Ilustración 3.1 Plan Inca**

**Fuente: Mensaje del gobierno en 1974**

Donde, en el tema de la Investigación científica y tecnológica para el Perú, dice:

“a. Situación

- (1) Incipiente investigación científica y tecnológica **que incrementa la dependencia del exterior**. (Los resaltados en negrita son del redactor)
- (2) No se desarrolla la capacidad de investigación”.

“b. Objetivo

**Una avanzada tecnología para impulsar nuestro desarrollo y reducir la dependencia”.**

“c. Acciones

(1) Crear un sistema que integre y racionalice los esfuerzos de investigación.

**(2) Crear los Centro de Investigación necesarios.**

(3) Imponer que las empresas destinen fondos para investigación. (...).”

Algunos de estos planteamientos fueron asumidos, unos desaparecieron como el INP (Instituto Nacional de Planificación) y otros se mantienen sin mucho dinamismo, como el IMARPE, INGEMMET, entre otros, siendo relevante PETROPERU.



**Ilustración 3.2 Relaciones internacionales y sectoriales**

**Fuente: Logos de Representaciones OIEA e IPEN**

### **3.1.2.2 El Acuerdo nacional y política de estado**

El Estado es el organismo básico de la sociedad, como tal, se dota para constituirse en el mayor instrumento del ordenamiento político, económico, social y de gobierno existente. Aunque este está seriamente afectado, por las circunstancias de cruce de elementos de rupturas, cuando sobrepasan los factores sociales a lo gubernamental o cuando los factores externos encauzan decisiones que alteran sobremanera la consistencia del Estado nacional. En muchos aspectos, el estado ha dejado de ser puramente nacional, está inmerso en la superestructura mundial de organismos que lo enlazan, en otro lo representan o en el extremo lo reemplazan.

El estado peruano, luego de tiempos de alteraciones en su evolución, a consecuencia de la debilidad heredada del periodo colonial y graves retrocesos de desarrollo, adoptó bajo el gobierno de Alejandro Toledo, el llamado Acuerdo



Nacional (AN). El AN, que viene a hacer un intento de armonizar el desarrollo económico y social del país, con un compromiso de política, llamada de gobernanza, que a la fecha se mantiene y que merece destacar, pues con ello podría sustentarse que la actividad nuclear en el país tiene sostenibilidad.

El AN, fue firmado el 22 de Julio del año 2002, que más allá de lo que significa, el Congreso de la República (representación de los sectores sociales actuantes), llevó a juntar en forma significativa instituciones presentes en el escenario nacional. Ello incluye a los partidos políticos, orientando a comprometerse a dotar al estado de las acciones de política que permita aplicarse sea cual fuera la representación gubernamental. Así se dice, que:

“El País debe ser respetuoso de la normativa, de los tratados y convenios internacionales y que las políticas gubernamentales de cualquiera de las representaciones surgidas debieran suscribirse para hacer un país viable logrando niveles de aceptación en cifras importantes de desarrollo económico y social”.

Es decir, se aspira a que no sea temporal, que no decaiga o se pierda al cambio de régimen o por causales no justificadas. Un punto de discusión y lo es ahora, si tales acuerdos superan a una respuesta mucho más consistente de representatividad social, como lo es una Asamblea Constituyente, que fuera convocada en el año 1979.

Una secuencia de lo que consiste el AN, se menciona en 32 políticas de Estado que se reúnen en 04 objetivos, que se mencionan:

- “A) Democracia y Estado de derecho,
- B) Equidad y justicia social,
- C) Competitividad del país** (la negritas es del autor) y
- D) Estado eficiente transparente y descentralizado”.

En el objetivo de la Competitividad del país, que es el de más cercano con el tema de las políticas que trata el texto, según el orden del AN son las que siguen:

- “17, Afirmación de la economía social de mercado;
- 18, Búsqueda de la competitividad, productividad y formalización de la actividad económica;
- 19, Desarrollo sostenible y gestión ambiental;**
- 20, Desarrollo de la Ciencia y Tecnología;
- 21, Desarrollo en infraestructura y vivienda;
- 22, Política de comercio exterior para la ampliación de mercados con reciprocidad;
- 23, Política de desarrollo agrario y rural”.

Destacando el punto del Desarrollo sostenible y gestión ambiental, el mismo que dice:

“Nos comprometemos a **integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú**. Nos comprometemos también a institucionalizar la gestión ambiental, pública y privada, para proteger la diversidad biológica, facilitar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, **asegurar la protección ambiental** y promover centros poblados y ciudades sostenibles; Lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida, especialmente de la población más vulnerable del país”, extraído de la web:

<http://www.acuerdonacional.pe/an/politicas/textoc19.htm>)

Con esta política, se busca alcanzar según el AN varios objetivos, se dice:

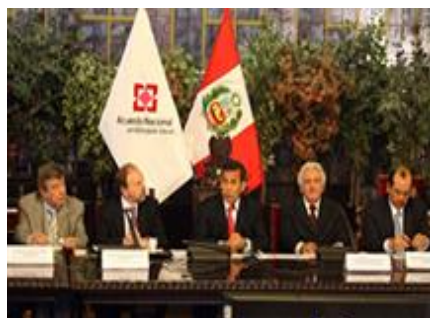
“(a) fortalecerá la institucionalidad de la gestión ambiental optimizando la coordinación entre la sociedad civil, la autoridad ambiental nacional, las sectoriales y los niveles de gestión descentralizada, en el marco de un **sistema nacional de gestión ambiental; (...)**”

“(e) incorporará en las cuentas nacionales la **valoración de la oferta de los recursos naturales y ambientales**, la degradación ambiental y la internalización de los costos ambientales; (...)

“(g) promoverá y evaluará permanentemente el **uso eficiente, la preservación y conservación del suelo, subsuelo, agua y aire**, evitando las externalidades ambientales negativas; (...)”

“(m) **cumplirá los tratados internacionales en materia de gestión ambiental**, así como facilitará la participación y el apoyo de la cooperación internacional para recuperar y mantener el equilibrio ecológico...” , desde la misma **Fuente: <http://www.acuerdonacional.pe/an/politicas/textoc19.htm>**

Suscribieron el AN, al inicio: “Acción Popular, Frente Independiente Moralizador, Partido Aprista Peruano, Perú Posible, Somos Perú, Unidad Nacional, Concilio Nacional Evangélico del Perú, Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (CONFIEP), Conferencia Episcopal Peruana, Coordinadora Nacional de Frentes Regionales, Confederación General de Trabajadores del Perú (Se retiró por acuerdo de su Asamblea Nacional de Delegados en el 2005), Mesa de Concertación para la Lucha Contra la Pobreza”. Se sumaron, posteriormente nuevos actores: Partido Nacionalista Peruano, Partido de Restauración nacional, CONVEAGRO, Solidaridad Nacional, Alianza para el Progreso, Fuerza 2011, Gana Perú, Partido Humanista Peruano y Siempre Unidos y no menos importante es destacar el rol que asumió la presencia externa, en la que destaca Eduardo Stein Barilla por la misión de la OEA.



***Ilustración 3.3: Instalación del Acuerdo Nacional y Mesa Directiva***

**Fuente: Mesa de reunión del AN. [www.acuerdonacional.pe](http://www.acuerdonacional.pe)**

### 3.1.2.3 Política de la OIEA

En Mayo de 2008 en Lima, Perú, se desarrolló un importante evento propiciado por el OIEA, y bajo el marco del Proyecto RLA de la OIEA, en la que participa el IPEN a través del PGRR, denominado “Políticas y Estrategias para la Gestión del Combustible Gastado y de los Desechos Radiactivos”, el mismo que contó con la participación del experto francés Jan-Marie POTIER, jefe de la Sección de Tecnología de Desechos Radiactivos de la OIEA. En su intervención sostenía:

“Todos los países tienen una política y una estrategia para la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos. Algunas veces con carácter formal – declaraciones separadas o políticas incluidas dentro de la legislación. Otras veces de manera informal – no están escritas, pero son ‘sobrentendidas’ para quienes están involucrados”.

Mencionaba, que; “la Política, es servir como fundamento en la preparación y desarrollo de la legislación relacionada con el tema. Indicaba una exigencia en el mundo, para que los países cuenten con una política nacional, según la Convención Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre la Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (CCCGSDR), vigente desde junio 2001, dando a conocer que es la única legislación internacional legalmente vinculante en el campo de la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos”.

Actualmente, 45 países han firmado la CCCGSDR, como partes contratantes. El texto indica que las partes deben haber definido las políticas de gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos, comprendiendo que los países reporten en sus informes nacionales (Artículo 32):

- a) Política de gestión del combustible gastado*
- b) Prácticas de gestión del combustible gastado*
- c) Política de gestión de los desechos radiactivos*
- d) Prácticas de gestión de los desechos radiactivos*
- e) Criterios empleados para definir y categorizar los desechos radiactivos, los*

*mismos que para la región se dispone de un ilustrativo estado de almacenamiento”. Ver **Anexo 05**.*

A partir de la participación en eventos propiciados por el OIEA a la región de América y el Caribe, se reconoce interpretaciones diferentes sobre qué se entiende por política nacional del combustible gastado y de los desechos radiactivos. La forma de evaluar el sustento de cada versión son las bases de la Política y la Estrategia destacando un marco común en torno a:

- a) Interés fundamental por la protección de la salud y el medio ambiente,*
- b) Obligaciones internacionales,*
- c) Necesidades y situaciones particulares de cada país”.*

Estos sustentos y experiencias, son recogidos del resultado internacional sobre la protección ambiental, contenidas en los “Principios Básicos para la Gestión de los Desechos Radiactivos”, y que son componentes de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA, No.111 F (1996), que se destaca en el apéndice de este Capítulo III, Marco Normativo internacional [ 47 ].

El lugar de la política en los niveles más altos de decisión, podemos observarla desde la documentación internacional como la CCCGSDR, del 5 de septiembre de 1997, realizado en Viena, Austria [ 48 ], allí se indica:

“En el establecimiento de una Política, debe estar considerada las circunstancias nacionales. La magnitud y escala del peligro asociado a los desechos radiactivos, el tipo y características de los desechos. Volúmenes de desechos actuales y futuros. Recursos humanos y financieros, así como la infraestructura nacional. Aplicación del enfoque gradual. Compatibilidad con instrumentos legales internacionales vinculantes y con otras políticas no nucleares, ejemplo para otros materiales peligrosos. Distribución geográfica de los desechos y la población. Algunos de los elementos fundamentales a considerar al establecer una Política Nacional (no todas son importantes para todos los países)”.

“En la Asignación de responsabilidades; la política nacional debe definir las organizaciones responsables de la regulación y de la gestión de los desechos radiactivos, Disponibilidad de recursos. La política nacional debe establecer los

mecanismos y disposiciones para garantizar los recursos humanos, financieros y de control”. También se incorpora aspectos de Seguridad Radiológica y Física, en los términos siguientes:

“La política nacional debe establecer los requisitos que garanticen la protección de la salud y el medioambiente y la protección y seguridad física de las instalaciones. La política nacional debe resaltar la necesidad de minimizar la generación de los desechos durante el diseño, la operación y la clausura de las instalaciones. La política nacional debe reflejar las decisiones nacionales relativas a la importación y exportación de desechos, teniendo como ejemplo el almacenamiento/disposición final. La política nacional debe indicar si el combustible gastado será reprocesado (recurso) o llevado a disposición final (desecho) o devuelto al proveedor. La política nacional debe identificar las disposiciones fundamentales para la gestión de las fuentes selladas en desuso y otros tipos de desechos radiactivos. En aquello que se ha denominado Materiales Radiactivos de Origen Natural (NORM), la política nacional debe indicar el régimen regulador aplicable a los NORM en el país”.

Especialmente, se instruye a la participación del público en el proceso de toma de decisiones, que es lo que compromete a los países firmantes el Convenio de Aarhus de junio de 1998 y en la aplicación del Desarrollo Sostenible dado en la Conferencia Cumbre de Río, con el concurso de las Naciones Unidas (ONU), realizado el 3 – 14 junio de 1992 [ 49 ].

En el caso de Perú, desde el contexto internacional y las responsabilidades nacionales, le cabe dar cuenta por la repatriación o no de los combustibles gastados y de las fuentes selladas radiactivas en desuso, si estas se ajustan o no a las condiciones fijadas por la normatividad actualizada o es una acción de política y de estrategia del fabricante o del país receptor para asumir un rol de prevención, claro está, en convenio o acuerdo con el país usuario..

Hay muchas decisiones aun de política que implica la participación del país como parte de la OIEA y del ejercicio gubernamental. Se sostiene que todos los países desarrollan aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, pero existen serias

contradicciones al respecto. Por ejemplo, Israel no ha firmado el tratado de no proliferación nuclear, los problemas que ello genera se ventilan en el marco de la ONU y su Consejo de Seguridad (CS). Estados Unidos ejerce predominio sobre las decisiones e incluso como en el caso de Irak, no necesitó de un acuerdo del Consejo de Seguridad para proceder con la invasión militar, con el argumento de que había fabricación de armas nucleares.

Desde el surgimiento de la historia nuclear, de bombas atómicas y de centrales nucleares, el problema de hegemonía, subordinación, control y supremacía estuvo planteado, también en América Latina y debe reconocerse la presencia de Argentina, y Brasil de lo bien que han avanzado en las aplicaciones de la energía nuclear.

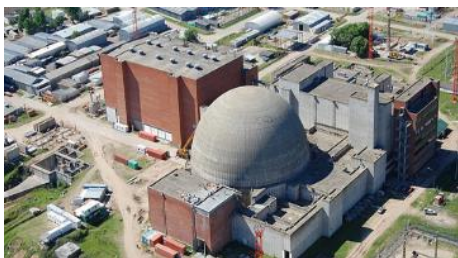
Como consecuencia, en la repatriación de fuentes radiactivas en desuso, radica un aspecto de la política que debe implantar la GRR. Debe dilucidarse si está en condiciones de orientarse con los organismos multilaterales a resolver con sus propios medios que se requieren; o se va a orientar a delegar a dichos organismos, lo que equivale decir a otros países, la exportación de los combustibles gastados y las fuentes selladas en desuso.



**Ilustración 3.4 Director General de la OIEA**

**Fuente: [www.aiea.org](http://www.aiea.org). Yukiya Amano**

Se cuenta ya con experiencias sobre esta materia y debemos asociar una respuesta coherente en el cual se comprenda la soberanía del país en el desarrollo de sus proyectos.



**Ilustración 3.5: Presencia nuclear en Argentina e Irán**

**Fuente: Central nuclear Atucha II**  
[www.cnea.gov.ar](http://www.cnea.gov.ar)

**Fuente: Combustibles nucleares en Irán.**  
[www.lavozdelsandinismo.com](http://www.lavozdelsandinismo.com)

## 3.2 Estrategias nacionales

### 3.2.1 Conceptos

La Estrategia es la traducción práctica de la política, es la herramienta, la hechura de la idea, de la palabra, de la teoría. Tal como se expresan las políticas, son las estrategias que la secundan. Con la estrategia se reflejan los recursos disponibles ganados u otorgados por la política. Si se dispone de los recursos, entonces define cómo los objetivos y requisitos serán alcanzados y cumplidos. Identifica las capacidades necesarias y de qué modo serán facilitadas. La estrategia vinculada por la política se implanta en el territorio nacional que posee más de un componente de origen externo. En las prácticas intervienen el operador como el regulador, el operador identifica las soluciones para implementar la política nacional y el regulador interviene como el representante legal para el desarrollo de la estrategia nacional, evalúa lo que el operador procesa en el manejo de los tipos y volúmenes de los residuos radiactivos. Finalmente, la función sustancial de la estrategia es dotarle, al sistema de gestión, los medios de integración.

La estrategia toma en cuenta la política nacional, las opciones existentes y los factores incidentes para encontrar las soluciones óptimas en la aplicación de sus funciones, considerando las circunstancias de su entorno y debe enfocarse hacia una solución del sistema integrado. Así visto, el almacenamiento actual de residuos sólidos y de fuentes selladas en desuso, en la PGRR, es solo una respuesta

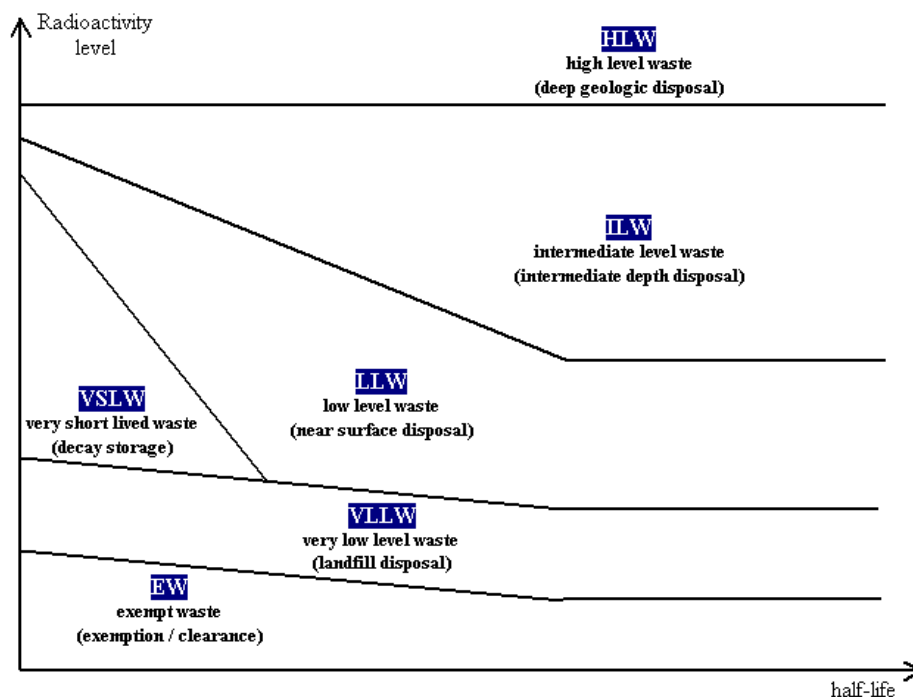


intermedia, que no lo inhibe de lograr la conformidad con la política nacional e internacional [ 50 ]. El almacén de los RR ha establecido con el concurso de los entres internos y externos, que el mismo sea centralizado, donde los usuarios que cuentan con fuentes selladas fuera de servicio, deberán hacer llegar a la PGRR-IPEN, dando connotación además a la seguridad física en toda práctica, que incluye el transporte de los RR. [ 51 ]

### **3.2.2. Clasificación de los residuos en la estrategia**

Con respecto a la clasificación de los residuos radiactivos, La ilustración 3.6, muestra una clasificación de los residuos, divulgado por el OIEA, especificando algunas precisiones del tipo de Actividad y de disposición final, tomado de Classification of Radioactive Waste. General safety Guide. 2009, IAEA [ 52 ]. Los procesos de tratamiento para Líquidos de Baja Actividad (LLW) se dirigen hacia la reducción del volumen y la eliminación de radionúclidos de la mayor parte de los residuos, dando lugar a una fase de concentrado, dirigido al acondicionamiento y una de sobrenadante que se pueden descargar directamente cuando se encuentran por debajo de las cantidades exentas [ 53 ]. Los tratamientos más comunes en los tratamientos de residuos líquidos radiactivos, [ 54 ] son:

- a) Químico, por Precipitación utilizando agentes acomplejantes como el Ferrocianuro de potasio, entre otros, según el radioisótopo de interés sanitario.
- b) Intercambio de iones: La extracción selectiva de resinas de intercambio iónico, que retienen los contaminantes y luego de saturada, la resina gastada debe ser posteriormente acondicionada.
- c) Métodos de Membrana: Procesos de ósmosis inversa, de nano y ultrafiltración, que en combinación con otros métodos de tratamiento (tratamiento químico o procesos de intercambio iónico) se pueden emplear para mejorar aún más la descontaminación de residuos líquidos radiactivos [ 55 ].



**Ilustración 3.6: Clasificación de residuos radiactivos AIEA**

Fuente: [pub.iaea.org/MTCD/.../PDF/Pub1419\\_web.pdf](http://pub.iaea.org/MTCD/.../PDF/Pub1419_web.pdf)

Desde la experiencia de la PGRR, se destaca en la Tabla 3.1 las opciones de tratamiento y acondicionamiento de los residuos líquidos.

Los residuos exentos, está considerado así porque son de muy baja actividad y se encuentra por debajo de las concentraciones regulatorias. Lo son principalmente de uso médico, y no se aplica por lo general tratamiento, pero es necesario evaluar su grado de toxicidad, el decaimiento y las concentraciones finales. [ 56 ].

Los residuos sólidos y líquidos también presentan condición de exención, que proviene de diferentes fuentes y se descarga al ambiente, siguiendo las pautas emitidas por la Autoridad Nacional de la OTAN. Según la clasificación por actividad se tiene que los clarificados resultados del tratamiento devienen en residuos de muy bajo nivel de Actividad (VLLW), de bajo nivel de actividad (LLW). En los casos de nivel intermedio de Actividad (ILW), bien se diluyen, se retienen para decaimiento o se vuelven al tratamiento para ser descargados al ambiente si cumplen concentraciones por debajo de los límites de la descarga. Los residuos

líquidos orgánicos siguen acciones especiales dependiendo de sus concentraciones y volúmenes [ 57 ]

En los residuos sólidos encontramos a las fuentes de radiactivas selladas, que también se presenta la clasificación de residuos muy bajo nivel (VLLW), bajo nivel (LLW), nivel intermedio (ILW) y alto nivel de Actividad (HLW), que se muestra en la Tabla 3.2.

Finalmente, la Tabla 3.3, detalla lo que ocurre con los residuos gaseosos y particulados según la clase de bajo nivel y nivel intermedio de Actividad de los residuos.

En la GRR se presenta además una diferencia entre lo que son residuos exentos y los residuos desclasificados. Como su nombre lo indica, los desclasificados son aquellos que devienen de prácticas en las cuales han procedido a decaer y alcanzan actividades por debajo de los límites establecidos por la Autoridad reguladora. Esta opción de desclasificación es extendida en instalaciones que realizando acciones significativas de descontaminación y de reducción de volumen, con los alcances de los equipamientos y recursos se logran un grado mayor de minimización de los residuos radiactivos, sin perjuicio de los dispositivos establecidos y de las normas básicas de seguridad con las fuentes de radiación.

Todos los tratamientos de acondicionamiento tienen además de las regulaciones propias de cada país según sus políticas, establecer programas ambientales en concordancia con la norma internacional ISO 14001. Se va a observar que la clasificación de los residuos, contribuye a que las políticas y las estrategias tengan el objetivo de alcanzar la seguridad radiológica pública y ambiental.

**Tabla 3.1: Residuos líquidos radiactivos y opciones de tratamiento y acondicionamiento [ 58 ]**

Tipo	Clase	Fuente	Tratamiento	Forma del concentrado	Acondicionamiento del concentrado
Líquidos	Exento	Fuentes diversas	Descarga al ambiente	No	N/A
	VSLW	Reactor, medicina, investigación	Planta de decaimiento	Descarga al ambiente	N/A
	VLLW	Clausura, Investigación, medicina, remediación	Decaimiento, Evaporación, P.M., I.I.	Concentrado de resinas gastadas membranas	Cementación
	LLW	Operación reactor y clausura. RL, Minería de U, Fabricación de combustible.	Precipitación Química, I.I. P.M, Evaporación	Lodos, resinas gastadas , membrana, concentrados	Cementación, bituminización, polimerización, contenedores de alta integridad.
	ILW	Operación reactor y clausura. Reprocesamiento de combustibles gastados	Precipitación Química, I.I. P.M., Evaporación	Lodos, resinas gastadas , concentrados	Cementación, bituminización
	HLW	Reprocesamiento de alta actividad	Evaporación	Líquidos, lodos	Vitrificación
	LILW orgánicos	Investigación, operación del reactor, reprocesamiento del combustible gastado	Incineración, sorción, destilación, oxidación en húmedo, hidrólisis alcalino	Filtros, sorbentes, líquido orgánico	Cementación, polimerización

Fuente: Recopilación bibliográfica AIEA, CNEA, IPEN

**Notas:** I.I. Intercambio Iónico P.M. Proceso de membrana R.I. Residuo líquido

N/A. No aplicable U Uranio

LILW orgánico: Líquido nivel intermedio

**Tabla 3.2: Residuos sólidos radiactivos [ 58 ]**

Tipo	Clase	Fuente	Tratamiento	Forma del Concentrado	Acondicionamiento del concentrado
Sólidos	VLLW	Remediación in situ, investigación, clausura, uso médico	Almacén por decaimiento	Sólido	N/A
	LLW	Operación del reactor y clausura, producción de isótopos y uso, fabricación y reprocesamiento de combustible.,	Compactación, supercompactación, incineración, fusión, fragmentación	Sólidos cenizas, lingotes	Suelos, empaques
	ILW	Operación del reactor y clausura, reprocesamiento de combustible gastado	Compactación, supercompactación, fragmentación	Sólido	Suelos, empaques
	HLW	Uso de fuentes radiactivas selladas	Encapsulación empaque	NO	N/A

**Fuente: Recopilación bibliográfica AIEA, CNEA, IPEN**

**Tabla 3.3: Opciones en los residuos gaseosos [ 54 ]**

Tipo	Clase	Fuente	Tratamiento	Forma del Concentrado	Acondicionamiento del Concentrado
GASEOSOS Y PARTICULADOS	LLW	Operación del reactor, producción de isótopos, procesamiento de residuos	Filtración, sorción, refregado	Filtros, lecho de sorción, líquidos	Compactación, encofrado, Cementación
	ILW	Reprocesamiento de combustible gastado, procesamiento de residuos	Filtración, sorción, refregado	Filtros, lecho de sorción, líquidos	Compactación, encofrado, Cementación

**Fuente: [www-pub.iaea.org/.../IAEAbooks/.../innovative waste treatment and conditioning technologies at nuclear power plans](http://www-pub.iaea.org/.../IAEAbooks/.../innovative_waste_treatment_and_conditioning_technologies_at_nuclear_power_plans).**

### 3.2.3 Estrategia y gestión

Para los residuos Radiactivos, establecer un sistema de gestión integrado, es un componente esencial en la política y estrategia. Una política o una estrategia tienen validez cuando ellas están ligadas, enlazadas, superponiendo unas a las otras y como tal, con los elementos que la acompañan, se constituyen en un sistema. Los problemas que implica la relación estado, público usuario y naturaleza de los residuos nucleares y radiactivos, requieren ser tratados de manera multidimensional, multidisciplinario, elevando a sus componentes, al nivel en que se ubica la tecnología y sus aplicaciones. Una base de sustento del sistema, va incluso más lejos que la política y la estrategia, son los Principios contenidos en la documentación técnica de la OIEA y que se reproduce en el punto correspondiente.

El sistema de gestión, tiene implícito por tanto un método, el mismo debe contribuir bajo los diferentes lineamientos de la teoría y de la práctica a la sostenibilidad integrada del sistema. Hecho un todo, acompañando la política del estado, al desarrollo tecnológico del país, el sistema de gestión de los residuos radiactivos,

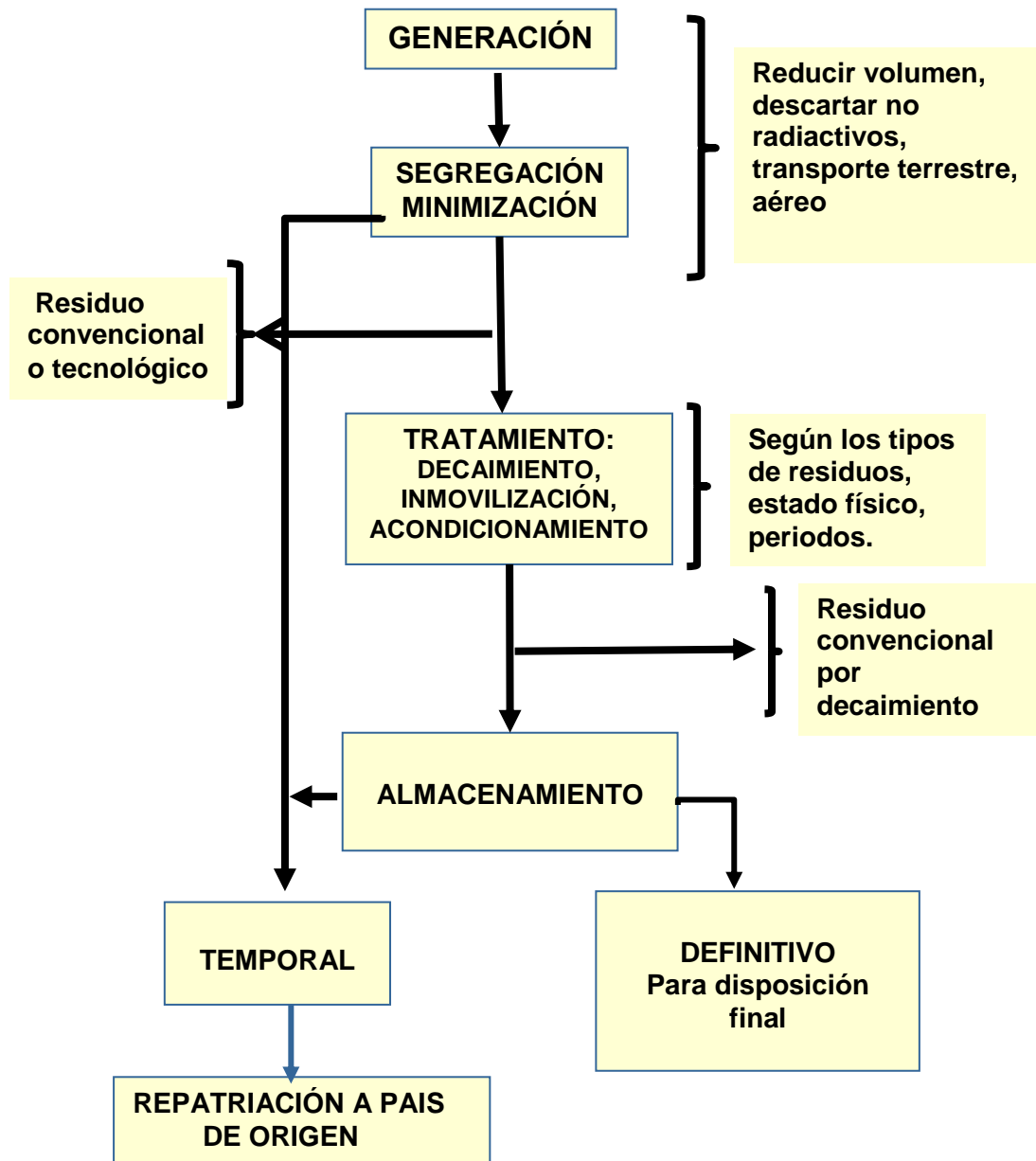
componente del sistema de gestión ambiental, son los emisarios de la calidad de respuesta y del quehacer predictivo y correctivo ante los problemas que se derivan del uso de las radiaciones ionizantes.

El sistema de gestión comprende al operador (la PGRR) y al regulador, (la OTAN), con campos definidos, interacción, considerando el conjunto de la política y la estrategia con sus expresiones del quehacer con los residuos. El sistema de gestión contiene a la estrategia de gestión, como ha devenido la experiencia en el periodo del 2005 al 2015, se resume en la ilustración 3.7, como elaboración de los procesos seguidos.

Alrededor de los residuos líquidos, el sistema de gestión ganado en la PGRR, ha tenido una secuencia previa de pruebas a escala de laboratorio que en el caso del autor, se refleja en la Tesis, del año 1996, para optar el título de Ingeniero Químico, bajo el nombre de “Estudio Técnico de los Residuos Líquidos Radiactivos en el Centro Nuclear “RACSO”. El tratamiento permite establecer la siguiente ilustración, en la que destaca las vías y opciones en relación con las concentraciones de Actividad, para derivar a la inmovilización de los concentrados, como para la descarga.

El establecimiento del mecanismo de automatización en los puntos claves del proceso, ha sido una contribución en la estrategia del tratamiento y del sistema de gestión, La ilustración 3.8 da cuenta de su lugar e importancia.

El sistema de gestión entonces debe ser integrado, pues no hay otra forma de abordar los sustentos teóricos y del desenvolvimiento en el terreno de la aplicación de la práctica con las radiaciones. Intervienen como se ha visto hasta las comunidades locales y regionales.



**Ilustración 3.7 Sistema de Gestión en la PGRR**

**Fuente: Elaboración propia, según la experiencia de la PGRR**

La gestión no es una lista de enunciados, sino una sincronización de acciones que partiendo de la política, continua con la estrategia y se cuenta así de los recursos, medios, infraestructura, y capacidades para absorber bajo control todas las derivaciones que se presentan; desde radioisótopos de muy corta vida hasta los de muy larga vida, que como se observará requieren almacenamientos apropiados



desde pequeñas áreas seguras para el decaimiento, como el disponerlas en forma subterránea asegurando con ayuda de los medios geológicos y de ingeniería, la protección del caso.

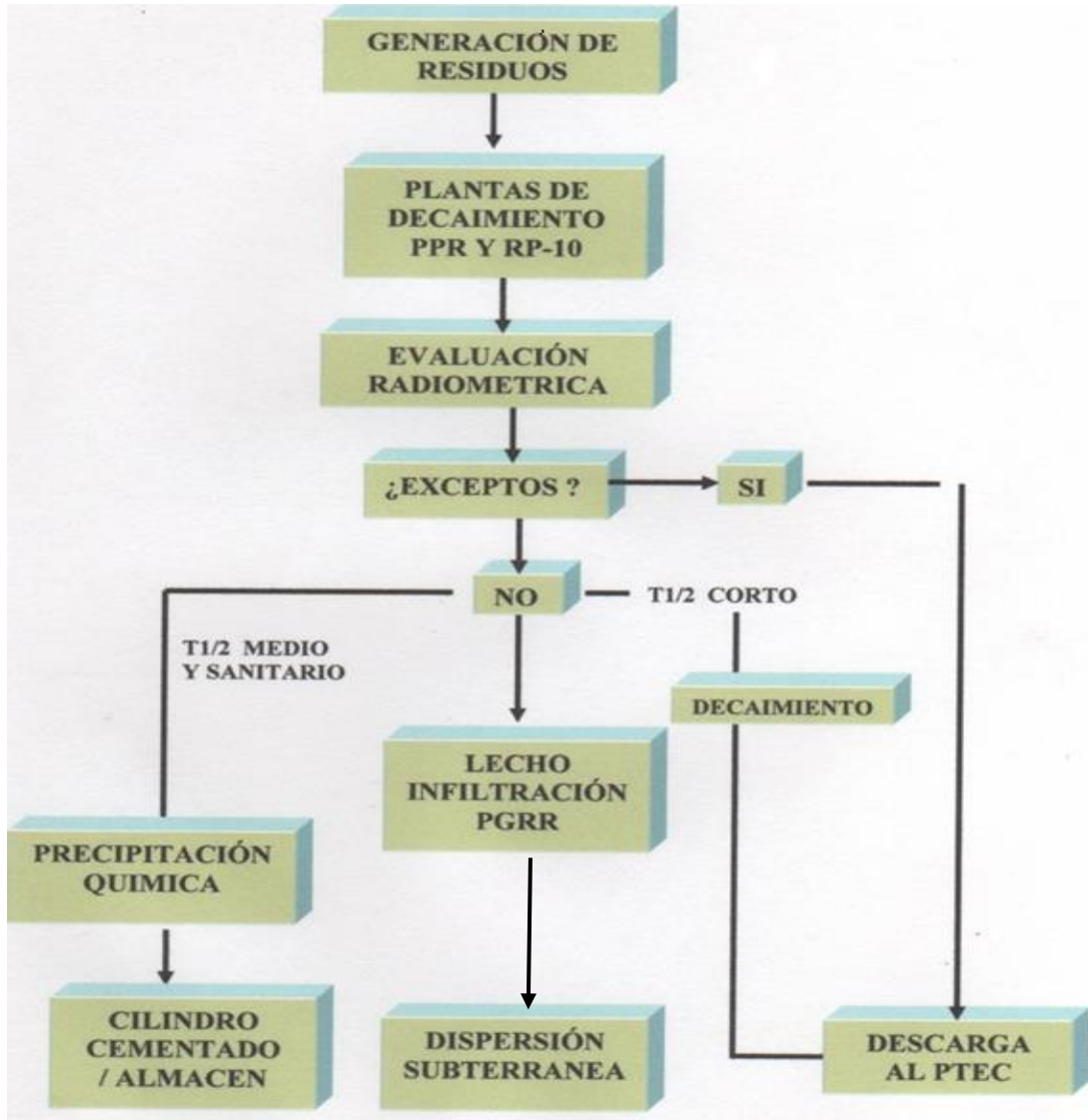
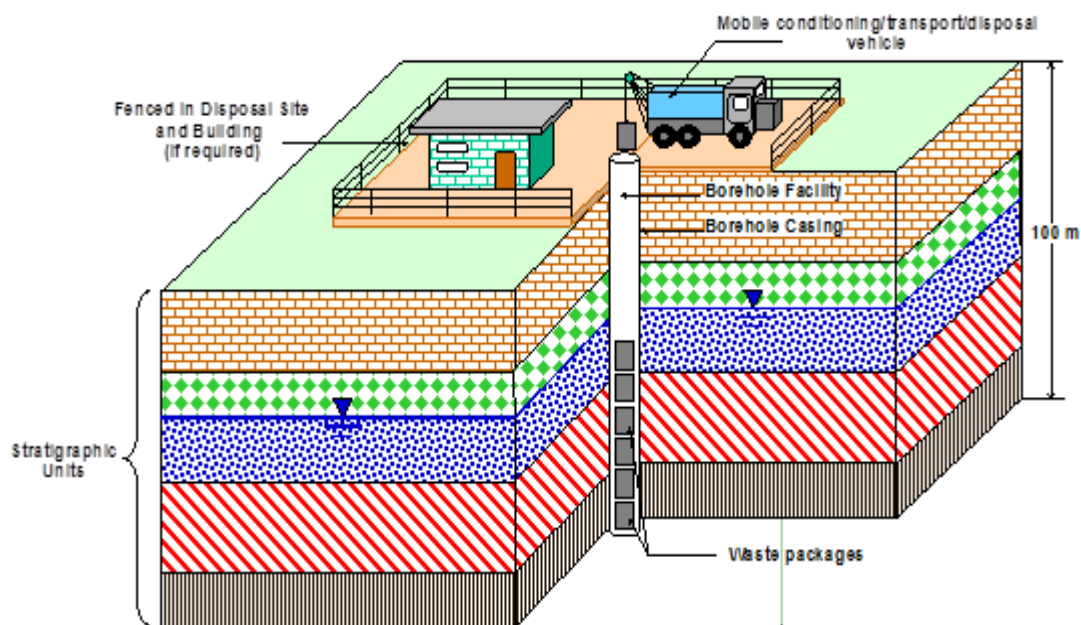


Ilustración 3.8: Gestión de los residuos líquidos

Fuente: Procedimiento de gestión de residuos líquidos de la PGR

La ilustración 3.9 nos muestra lo que constituye el concepto Bore Hole [ 59 ], planteado por el OIEA para los países como el nuestro, de alta difusión de fuentes alfas como el Radio-226, Americio-241 de larga vida media. El Bore Hole constituye un emplazamiento en un terreno que demanda estudios geológicos de localización y sistemas de acondicionamiento bajo superficie y que implica una infraestructura apropiada para el transporte, izaje, inmovilización y retención, **Anexo 06**.



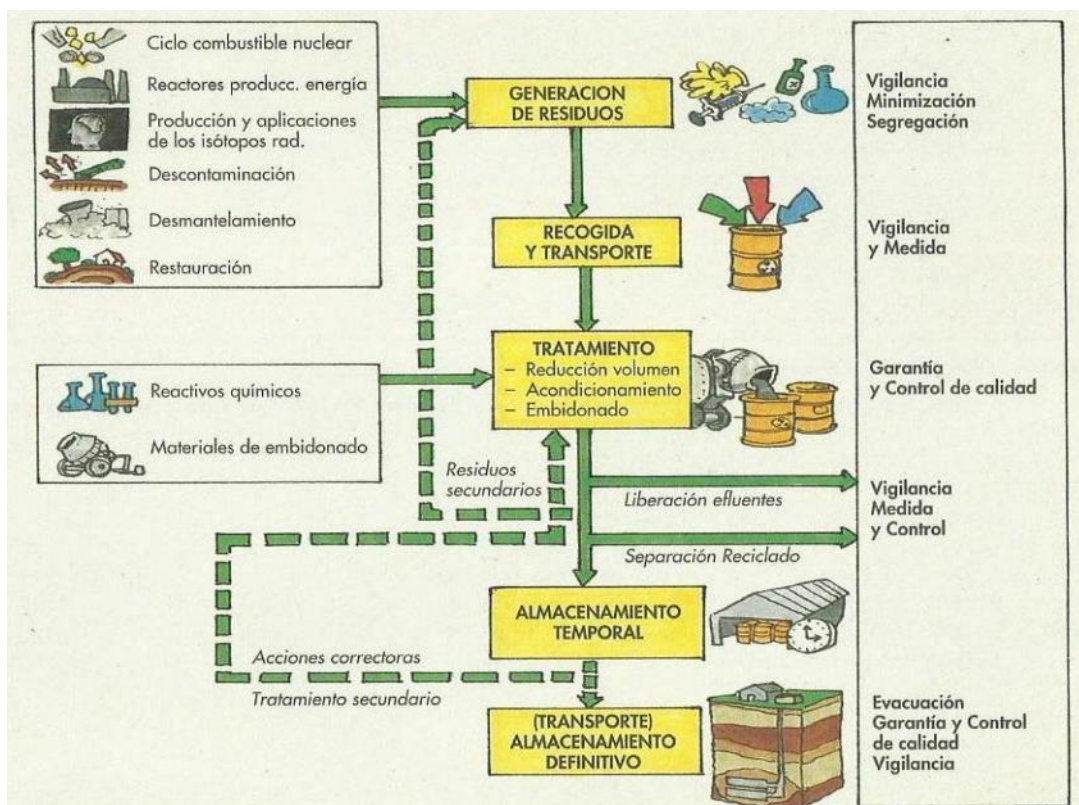
**Ilustración 3.9 Disposición final tipo Bore Hole**

**Fuente: [www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8207/BOSS](http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8207/BOSS)**

De otro modo, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de España, destaca lo que significa el sistema de gestión de los residuos y lo hace según la procedencia de los residuos destacando las opciones para los estados en que se encuentren y las formas finales de almacenamiento interino y definitivo.

Estas opciones nos permiten comparar lo que constituye el estado de las formulaciones y de infraestructura instalada en otros países con lo que se tiene y lo que se proyecta para la PGRR. La ilustración 3.10 reproduce la versión española [ 60 ].

En lo posible, la política y estrategia lo vinculamos a la traducción práctica, experimental del sistema de gestión. La traducción de la política y estrategia en el plano institucional se muestra en la siguiente Tabla 3.4 bajo el nombre de Plan estratégico 2010-2016 [ 61 ]. Se trata de una parte, un extracto referido al año 2013, que ilustra el grado de avance y evaluación del Plan que procesa anualmente lo que corresponde a la distribución presupuestal y al cumplimiento de las metas. El cuadro señalado, nos permite reconocer la forma de disponibilidad de los recursos y de los puntos estratégicos, los cuales han sido materia de avance y los que se han ido quedando ya en el camino. Como se sabe el estado a través del MEF, implanta sus planes operativos anuales en lo que se denomina Marco Macroeconómico Multianual.



**Ilustración 3.10: Sistema de gestión en España**

**Fuente: Texto Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), España.**

El IPEN, bajo este plan tiene lineamientos que en resumen restringe el cumplimiento de los propios objetivos trazados que al 2010, se decía que se ejecutaba:

a) El ciclotrón, b) Molibdeno por fisión, c) Irradiador frío aéreo, d) nucleoelectrico, y entre otras acciones cíclicas, se menciona la formación de “semilleros”. Con la ilustración del año 2013, se muestra poca gravitación en los puntos del proyecto nucleoelectrico, la producción de radioisótopos por molibdeno de fisión, y el programa semillero.

**Tabla 3.4: Extracto del Plan estratégico del IPEN, Referencia año 2013**

PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2010-2016					
TABLERO DE COMANDO-PERSPECTIVA FINANCIERA					
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	INDICADOR		2013 Evaluación de Ejecución Anual		INICIATIVA ESTRATEGICA
1. Incrementar el flujo de recursos financieros (fondos públicos, recursos propios, cooperación técnica y alianzas estratégicas)	Recursos Directamente	Prog. S/. 4,537,350 Ejec. S/. 5,168,387		113.91%	Establecer planes de negocios y estrategias de marketing
	Fondos Concursables	Prog. S/. 55,000		3907.74%	Formular proyectos de investigación y desarrollo, de alto valor agregado e impacto social.
		Ejec. S/. 2,149,257			
	Recursos Ordinarios	Prog. S/. 22,894,000		105.35%	Realizar estudios de mejoramiento de la eficiencia del gasto.
		Ejec. S/. 24,118,200			
	Donaciones y Transferencias	Prog. S/. 720,000		162.36%	Realizar estudios propuestas en concordancia con los lineamientos
Ejec. S/. 1,168,974					
Coop. Téc. Int. de Fondos no Concursables	Prog. S/. 1,200,000 Ejec. S/. 836,539		69.71%	Generar proyectos de alto valor agregado e impacto social, observando los lineamientos de las fuentes de cooperación.	
2. Utilizar la cooperación técnica internacional para la Gestión del Proyecto Nucleoelectrica, mediante acuerdos bilaterales.	Avance Acumulado	Prog. Construcción		***	Conformar grupo multisectorial
		Ejec. -			
3. Promover y participar en proyectos de instalación y operación segura de Ciclotrones, fomentando alianzas interinstitucionales.	Avance Acumulado	Prog. Operación		***	Firmar acuerdos con ESSALUD y otros, conformando grupos multisectorial
		Ejec. ***			
4. Utilizar la cooperación técnica internacional para la Gestión del Proyecto de Producción de Molibdeno 99 por fisión, mediante acuerdos multilaterales.	Avance Acumulado	Prog. Operación		0.00%	Suscribir convenio tripartito PER-ARG-BRA
		Ejec. 0			
5. Establecer estrategia de financiamiento para adquisición del Combustible Nuclear.	Avance Acumulado	Prog. ***		Ejecutado el 2011	Generar alternativas y ponerlas en practica.
		Ejec. ***			
6. Establecer e implementar una política de formación de "Semilleros" de Recursos Humanos Calificados	Grado de Especialización	Prog. 70%		57.14%	Implementar programas de "Semilleros" de Recursos Humanos
		Ejec. 40%			
	Nivel de Productividad	Prog. 70%		71.43%	Implementar programas de mejoramiento de la productividad a
		Ejec. 50%			
	Plan Anual de Capacitación con seguimiento posterior	Prog. 1		100.00%	Implementar anualmente Plan de Capacitación con énfasis en los "Semilleros"
		Ejec. 1			
Relación Personal Administrativo/ Personal Científico-tecnológico	Prog. 0.3 Ejec. 0.4		133.33%	Mantener equilibrio entre personal técnico y administrativo de alta calificación. Considerando a nuevo personal de "Semilleros"	

Fuente: web [www.ipen.gob.pe.transparencia/index\\_2013.html](http://www.ipen.gob.pe.transparencia/index_2013.html)

### 3.3 Desarrollo de la gestión de residuos en la PGRR

#### 3.3.1 El sistema como un todo

En la elaboración del plan estratégico 2010 al 2016, el IPEN hizo conocer mediante la página web, como anexas a las políticas y estrategias, un enfoque nacional gubernamental de relacionar los residuos o desechos radiactivos, DR en la ilustración 3.11

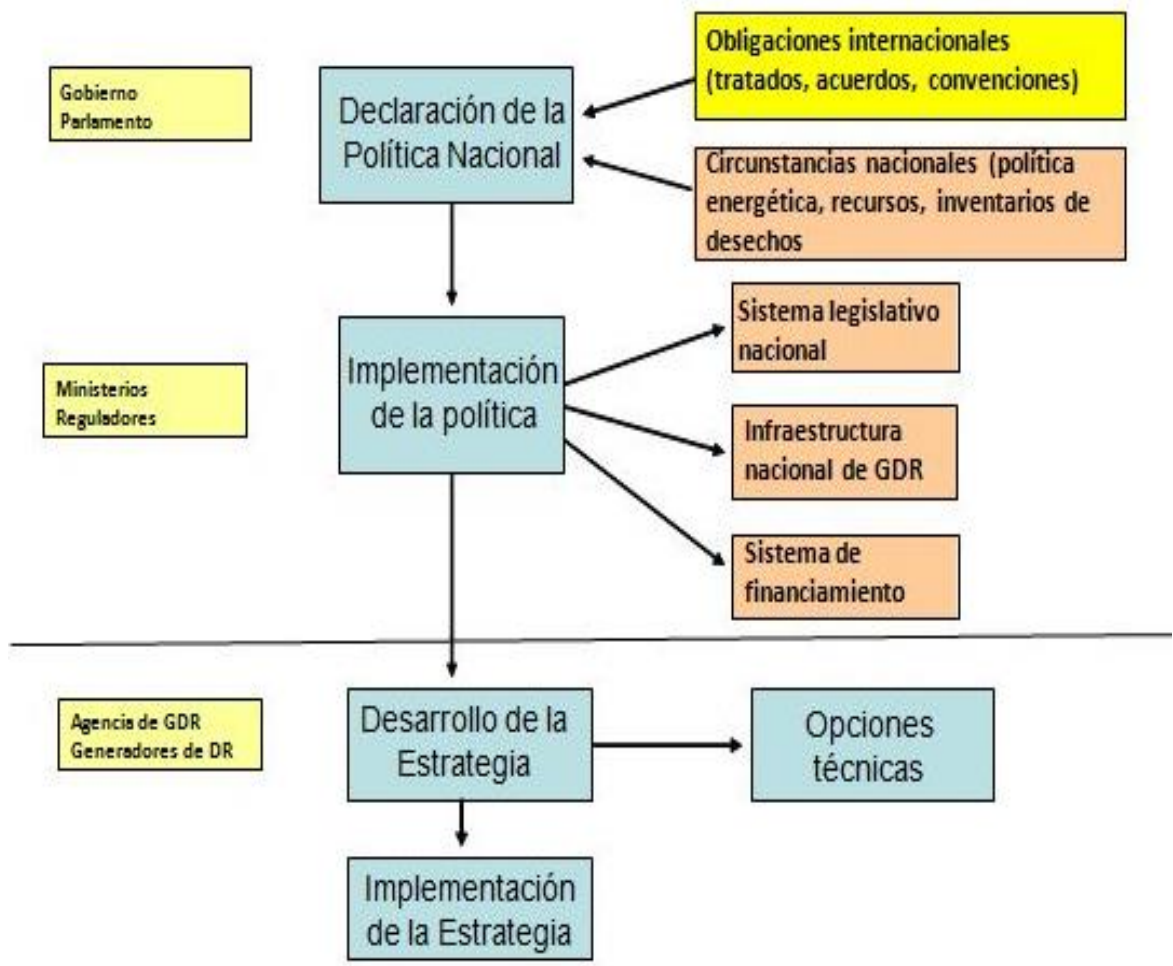


Ilustración 3.11: Políticas y Estrategias desde el IPEN-PGRR

Fuente: [www.ipen.gob.pe.planestrategico](http://www.ipen.gob.pe.planestrategico) 2010-2016

Si bien literalmente la CCCGSDR, vigente desde junio 2001, emitido por el OIEA, está presente en el marco de los sustentos de la OTAN, como en las actuaciones de la PGRR; sin embargo, no está debidamente integrado y con el respaldo que debiera ser, comenzando que el Congreso peruano debe emitir su voto como tal a fin de refrendar dicha Convención.

El Plan estratégico del IPEN, para el período 2010 al 2016, ha determinado 3 objetivos estratégicos y siguiendo el enfoque, fijar 25 objetivos que se han denominado inductores.

Los tres objetivos estratégicos definidos, se indican:

- I. “Desarrollar y aplicar la ciencia y tecnología nuclear, transfiriendo los conocimientos generados para mejorar la productividad y el bienestar del país.
- II. “Promover la generación de energía eléctrica de origen nuclear y el uso intensivo de las aplicaciones nucleares en los sectores productivos y de servicios del país.
- III. “Garantizar el uso seguro de la tecnología nuclear y de las radiaciones ionizantes.

Estos objetivos se relacionan al cumplimiento de acciones orientadas, algunas ya señaladas, por los siguientes ejes estratégicos:

- Central Nuclear de Potencia (Núcleo electricidad)
- Aceleradores de Partículas (Ciclotrón)
- Producción de Molibdeno 99 por fisión
- Investigación y Desarrollo

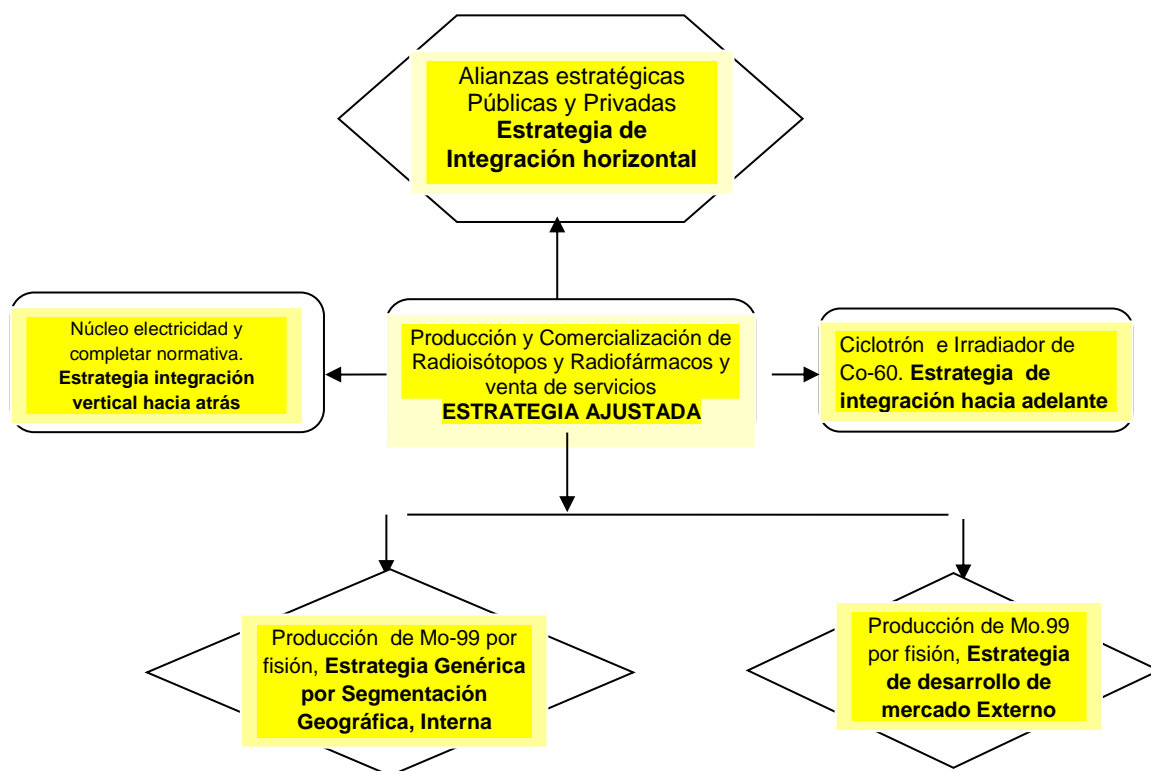
El Plan no obvia lo que constituye ya una obligación de las instituciones del Estado, la contribución activa y sostenida al mejoramiento social, económico y ambiental con el objetivo de mejorar su situación competitiva y el valor agregado que le asiste. Esta perspectiva de atenciones no son las mismas de una actividad privada empresarial y la otra, cuando lo realiza propiamente el Estado, que tiene



la misión de velar por la integridad del público y el ambiente, a diferencia del interés lucrativo del privado. Se menciona que una opción son las Asociaciones Públicas Privadas, que en el caso de lo nuclear, es indispensable el concurso directo del estado, como se reconoce en todos los países

A efectos de la medición de las políticas y estrategias, el IPEN presenta para los años 2010-2016, la Ilustración 3.12 que bajo el nombre de Arquitectura estratégica proyecta sus actividades y llama a reconocer varias estrategias, según se menciona:

- Estrategia de Integración horizontal
- Estrategia de Integración vertical hacia atrás
- Estrategia ajustada
- Estrategia de integración hacia adelante
- Estrategia genérica por segmentación
- Estrategia de desarrollo de mercado externo.



**Ilustración 3.12: Arquitectura estratégica del IPEN**

Fuente: [www.ipen.gob.pe.planestrategico](http://www.ipen.gob.pe.planestrategico) 2010-2016

El corolario del sistema, comenzando por las políticas y las estrategias, es obtener el producto radiactivo aislado, confinado, sellado y almacenado es decir seguro. La pregunta que surge es, ¿si está en condiciones el país, a través del IPEN, de asumir lo que se desprende para todo el ciclo del combustible nuclear y de las aplicaciones radiológicas?, la respuesta a esta interrogante ya podemos ir indicando que, tal cual se viene procediendo, no lo está, es necesario completar la política, mejorar las estrategias y disponer de los recursos para que el sistema integral sea correspondiente.

### **3.3.2. Programa de Actividades**

El desarrollo de las actividades en torno a la investigación planteada, se basa en las reflexiones y evaluaciones anuales y periódicas que suceden en un período que abarca del 2005 al 2015. Toma fuerza destacar el tema, luego de superar lo que fuera una primera propuesta de proyecto de Tesis “Bases de un Sistema de Gestión de los Residuos Radiactivos en el Perú”, en la medida que los eventos y connotaciones de política y de estrategia constituían elementos indispensables para disponer de un entendimiento y direccionamiento de las actividades. Fue así, como se va haciendo hincapié en las sustentaciones orales y escritas lo que se va comprendiendo de los problemas que contiene la gestión de los residuos radiactivos. Los Informes con el concurso del equipo de personal actuante, van reflejando lo que posteriormente es el actual Proyecto de Tesis.

La organización, en este caso el IPEN, traduce el lineamiento de política y planificación gubernamental, vía Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), a través del Plan Operativo Institucional (POI), anual. Si bien la organización de los recursos están orientados al cumplimiento del POI, no es menos cierto que en la medida que ello supone actividades que expresan la política y la estrategia nacional e institucional, es posible evaluarlos tomando en cuenta los resultados obtenidos y los medios utilizados. Pero, la evaluación no se reduce a la PGRR que es una expresión del todo, sino a la multiplicidad que gravita en su existencia y permanencia. De modo que nos lleva al IPEN, a la OIEA y a las instituciones del Estado pues se trata de un área que es una parte de la problemática ambiental



mundial como lo son los resultados del uso de la energía nuclear y sus aplicaciones.

La disponibilidad de los recursos a través de la organización, expresa lo que se pretende con las políticas y las estrategias. Al conjugar los puntos en cuestión, surge la necesidad de responder ¿Si es esta la organización que se requiere para atender los residuos radiactivos? O mejor todavía, ¿cuál es la organización que debiera constituirse a efectos de desarrollar una política y estrategia en la gestión de residuos como un sistema integrado? A diferencia del grupo laboral, el alcance que hago es que hay necesidad de modificar la estructura orgánica, de reorientar los objetivos y responder con la mejora de los recursos.

La Tabla 3.5 es el POI, que asigna a la meta de gestión de residuos a fin de resolver las acciones que le compete. La ilustración sirve para evidenciar el contraste de lo que se hace y bastante bien, con lo que se considera debe ser la GRR. El cumplimiento del POI del año 2010, como ejemplo no dista de lo proyectado, En el objetivo de número total de servicios sumados los de externos (fuentes radiactivas en desuso) y los servicios internos (instalaciones del Centro Nuclear) alcanzan el 81,25 %, en materia del número de fuentes llega al 100 % y en los ingresos alcanza el 98 %. Observemos en la tabla que no se contempla gestiones, sino servicios. El concepto de servicio es diferente a lo que está establecido como gestiones. El servicio tiene el carácter de consecución de ingresos recaudados, que tiene la restricción que por los servicios internos no hay ingresos monetarios. Como también, resta el objetivo central institucional, que es responder por la seguridad radiológica del público y del ambiente. Confrontado con estos requerimientos, algunos usuarios, no dudan en dejar para después las fuentes radiactivas, aspecto que fuera tratada con la Ley 28028 y de otro modo esperan que los montos por el servicio no sean cargados ante la “cortedad” de sus recursos. La experiencia en otros países, en el tema de los recursos es variable, en unos predomina las reglas del mercado, para países como Cuba, el servicio es asumido por el estado, y en Perú se han optado por ambas vías destacando aquello que por prevenir riesgos de seguridad, se han recolectado fuentes de usuarios que se les ha considerado precarios.

El POI, no contempla aspectos básicos que demanda la gestión, entre ellos los avances preparación de la capacidad de respuesta por; a) los combustibles gastados, b) el diseño del centro de almacenamiento de fuentes selladas, c) la investigación aplicada sobre los tipos de residuos y sus opciones de tratamiento y acondicionamiento, y d) la preparación de la respuesta ante los pasivos radiactivos ya señalados. Esto lleva a destacar, a los efectos de completar la investigación del proyecto a la reorientación de los recursos.

**Tabla 3.5: Programa Operativo (POI) de la PGRR, 2010**

ITEM	DESCRIPCION	OBJETIVO	RESULTADO	% RES/OBJ
1	SERVICIOS EXTERNOS	20	17	85
2	Servicios Internos prestados	12	9	75
3	Total de Servicios prestados	32	26	81,25
4	Nº de Fuentes Radiactivas en desuso gestionadas	120	120	100
5	Ingresos Recaudados (S/.)	110000	107945	98

**Fuente: Informe anual PGRR, 2010**

La Tabla 3.5, también nos revela que según el POI se alcanzan los objetivos, pero es limitado ante el sistema integrado que se propone. No trata por ejemplo lo que corresponde a los pasivos radiactivos ambientales como lo son los pararrayos radiactivos, las fuentes de radio-226 y los desbroces de terreno en zonas de favorabilidad uranífera. Por otro lado, las opciones de tratamiento, acondicionamiento y lo que corresponde por el almacenamiento temporal y definitivo.

Este proyecto constata la importancia de un nuevo marco organizacional. Se trata de modificar no solo el lugar de la PGRR, sino que la estructura del IPEN cambie hasta el punto de establecer un Consejo Directivo, representativo de los sectores involucrados con la seguridad radiológica y las aplicaciones nucleares. Que le den mayor consistencia científica y técnica a sus actividades. Este Consejo Directivo,

cabe establecer las Direcciones especializadas, en la cual tiene lugar la Gestión de los residuos radiactivos. La institución debe disponer de solvencia presupuestal, recursos de personal y capacidades tecnológicas para profundizar el desarrollo de investigación, que son objetivos para asegurar la política y estrategia, los mismos que tienen compromisos internacionales y nacionales indispensables a resolver, ya que atañe a la seguridad radiológica que tiene impacto en el público y el ambiente.

Nueva estructura orgánica del IPEN, que acompañe a la política y estrategia de abordar el tema nuclear, retomando en su estructura la Dirección de Recursos uraníferos, de tal modo que la prospección y exploración desde el estado tenga un lugar preferente, ya que ella constituye la base del ciclo del combustible nuclear. Así, la organización sería una organización dinámica, a la altura de los niveles de desarrollo alcanzado por países vecinos y que nos refuerza como país ante el mundo.

### **3.3.3 Gestión de los Recursos**

Con la investigación se estableció el lugar esencial que tiene en el sistema integrado, los recursos humanos, y como se destaca en la Ilustración 3.15, es un equipo de 04 profesionales, pequeño ante las funciones, actividades y perspectivas. Gran parte de la actividad están reflejadas en los Informes Científicos y Tecnológicos anuales que emite el IPEN, ya que se encuentra debidamente como revista indexada. Es un equipo versátil, que ocupa responsabilidades en la gestión interna y externa, tanto en labores de planta con el manejo de base de datos del inventario radiactivo o como contraparte de proyectos del OIEA. Los encuentros e informes semanales, mensuales, trimestrales como anuales permiten encarar los problemas y tratar de hacer las respuestas adecuadas.

En general el IPEN, dispone de un excelente plantel profesional y técnico, cómo lo indica la actualización del Plan estratégico 2010-2016 del IPEN en su análisis previo, este hace conocer en sus fortalezas y reconociendo en las amenazas la

ausencia de nuevos profesionales especializados. La formación de cuadros profesionales, más aún si se pretende construir una central nuclear, requiere períodos significativos de años. En el caso de la PGRR, un gestor de residuos, integra la protección radiológica en sus actividades y su actuación demanda aspectos multidisciplinarios que en España, implica un curso de doctorado. Hoy, con la proyección que orienta el OIEA, y propiciada por EE. UU.; también se ubica lo que constituye la seguridad física de las fuentes de radiación. La política y la estrategia adquieren consistencia y continuidad con los recursos humanos especializados y de la infraestructura instalada, sin los cuales los avances obtenidos quedan mediatizados.

En esta investigación el número promedio de participantes ha sido de cuatro. El mejor soporte para el equipo y por tanto a la elaboración del este Proyecto, ha sido la participación en los cursos, eventos, talleres, visitas técnicas, sesiones de trabajo en los países de América del OIEA y en el propio IPEN, a través de “Programas Regionales para América Latina y el Caribe” (RLA), o del “Acuerdo Regional de Cooperación con América Latina y el Caribe” (ARCAL). Participaciones fueron del autor, desde 1984 en las instalaciones de la CNEA-Argentina para el análisis físico, químicos e instrumental en los minerales de Uranio y en la obtención del  $U_3O_8$ . El año 1995 de marzo a septiembre, en el Curso de Post Grado de Protección Radiológica realizado por Convenio OIEA-CNEA-UBA en la Argentina. En 1999 en las instalaciones del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), y en la Empresa Nacional de Residuos (ENRESA), ubicados en Madrid, España, y que permitiera dos visitas técnicas al Centro de Almacenamiento de Residuos Radiactivos de “El Cabril” ubicado en la provincia de Córdoba, España. En marzo del 2002, en el taller de opciones de Almacenamiento de Combustibles Gastados, realizado en OIEA-CNEA, Córdoba, Argentina. En Montevideo-Uruguay, el año 2007 para tratar entre las representaciones de operadores y reguladores las políticas desarrolladas con los residuos radiactivos, En La Habana-Cuba para el Taller el año 2008, sobre la implementación del RLA en materia de los RR. En Abril del 2009 en Santo Domingo- República Dominicana, para tratar en la Reunión Regional RLA, la “Regulación en materia de gestión de los desechos radiactivos y

la comparación de las regulaciones nacionales con las Guías de Seguridad del OIEA”. La Jefatura en la PGRR, la ejerzo del 2001 a octubre del 2014.

Para que armonice los recursos humanos con la organización, y por tanto con un sistema de gestión integrado, se demanda algunos requisitos; el primero de los cuales constituye el actuar como equipo multidisciplinarios, con políticas y estrategias comunes, en donde el distanciamiento sea superable por la comprensión común de los problemas de seguridad en juego, el equipo tiene que ganar mutuamente una alta autoestima de sus valores y respuestas, asociándolo y reconociéndose cada eslabón en uno y el otro. No cabe las distorsiones, las desequilibrios, las separaciones entre los eslabones y los procesos, el sistema es manejable cuando se dispone de homogeneidad de criterios, cuando la calificación es compartida, cuando se respeta las funciones y las identidades, se mantiene la transparencia y se dispone de una ética pública y ambiental libre de compromisos ajenos. El sistema de gestión en los residuos radiactivos tiene diversificación que hay que anudarlo con los medios propios y renovados, requiere de un método científico de labores, no le cabe la verticalidad, sino el esclarecimiento, no se adapta al obsequio o el regalo, si no es al mandato de hacer seguro el sistema para permitir su viabilidad. No hay otra forma para el desarrollo nuclear. Los recursos humanos encaminados así responden para el sistema integrado. La formación de equipos multidisciplinarios en la gestión es una tarea pendiente, y si el camino está labrado y se conoce el derrotero, los objetivos son alcanzables.

En el Plan Estratégico del 2010 al 2016, se especificó que era un objetivo el dar acceso a jóvenes valores en el plan llamado “Semillero”, este plan está a paso muy lento, no tiene el contenido y la continuidad establecida. La proyección de los recursos humanos está débil. El personal formado inicialmente para el proyecto de Centro Nuclear, mediante el Convenio con la Argentina en 1980, unos migraron, otros se retiraron por los escasos sueldos, los que quedan están en edad avanzada. Se espera que lo logrado con la adquisición de nuevos elementos combustibles para el RP-10, que es uno de los puntos del Plan Estratégico 2010-2016, permita mejorar una respuesta con la preparación de nuevos valores reactualizando el plan Semillero.



**Ilustración 3.13: Equipo de la GRR 2000 al 2014**

**Fuente: PGRR**

Una lista significativa son los apoyos recibidos como PGRR, desde el inicio del Centro Nuclear durante su operatividad, que ha permitido proceder a encauzar lo que constituye las actividades de gestión, como a la materialización de la tesis. Interesa precisarlo en el sistema de gestión porque han ido definiendo la estrategia de atención a los residuos radiactivos. Así se tiene los siguientes hitos:

- a) Convenio Argentina- Perú, en la inauguración del Centro Nuclear. Selección del terreno y distribución de instalaciones. Construcción del edificio central, equipamiento básico como la compactadora de residuos sólidos, habilitación de trincheras de descarga de líquidos radiactivos, denominada lecho de infiltración.
- b) Cooperación técnica y equipamiento de OIEA, que permite el equipamiento de la Planta de Tratamiento Químico, constituido por sistema de almacenamiento, pre tratamiento, tratamiento, Inmovilización (cementación) de concentrados, descarga de líquidos descontaminados y almacenamiento interino.
- c) Cursos de Capacitación en el Extranjero, y en IPEN-PGRR, con el apoyo del OIEA, y los Programas regionales RLA, y ARCAL, incluyendo la participación en un taller de manejo del Programa de Trasferencia de Calor y Masa en los impactos de residuos radiactivos, conocido por sus siglas en inglés FEHM, realizado en el Laboratorio Nacional de Los Álamos-EE.UU, el

año 2002. Se resalta el Curso realizado el año 2009 denominado “Políticas y Estrategias en la Gestión de los Residuos Radiactivos”, destacando la ejecución del Curso Regional, “Gestión de Residuos Radiactivos en Centros Hospitalarios y Laboratorios de Investigación”, en septiembre del 2011, en Lima.

d) Respaldo operativo de las empresas a las cuales se han realizado los servicios de recolección de los materiales radiactivos en desuso, en las que destacan, las empresas mineras: Southern SPCC, Cerro Verde, Antamina, Barrick, Yscaycruz, Glencore-Casapalca, Volcán Mines (Cerro de Pasco, San Cristóbal), Shougang-Marcona, Ares, San Vicente-Junín, Planta siderúrgica de Aceros Arequipa en Pisco, Sider Chimbote-Gerdau. Centros Hospitalarios: Hospital Goyeneche Arequipa, Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa, Hospital Almanzor Aguinaga-Lambayeque, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), Instituto Nacional de Salud, Otras Empresas, para realizar labores en el desmantelamiento de pararrayos radiactivos en las ex antenas retransmisoras de BellSouth, las que hacen uso de gammagrafía industrial, a SOLEX, para el tratamiento y descarga de residuos líquidos procedentes de la lixiviación del uranio. Servicio al IRD (Instituto de Investigación y Desarrollo) de Francia, por material contaminado de Tritio y Carbono-14 retirado de su Laboratorio de ensayos instalado en el buque de investigación “Atlante”.

e) Asistencia Técnica del OIEA a través de una misión, propiciada en el marco del Proyecto RLA de “Reforzamiento del Marco Regulatorio Nacional y las Capacidades tecnológicas en la gestión de los Residuos Radiactivos”, constituida por 04 especialistas presididos por el Ing. Nuclear Juan Carlos Benítez y compartido con Juan Miguel Hernández García, Isis Fernández Gómez, y Ognjen Borovina. En ese mismo orden, responsable técnico, especialista en desmontaje, Oficial de radio protección y especialista en informática. Con las labores compartidas se alcanzaron resultados positivos en la reducción de volumen, la identificación de las fuentes y control de las fuentes, mejorando notablemente el inventario radiactivo y la instalación del programa Registro de Gestión de Residuos Radiactivos (RWMR) en la PGRR.

Las ilustraciones 3.14 y 3.15, son debidas a la participación y reforzamiento a lo ya mostrado en los capítulos anteriores.

Las entidades estatales, en ellas las instituciones descentralizadas como el IPEN, fundamentalmente giran alrededor del Presupuesto Público Nacional, toda vez que los ingresos directamente recaudados por el conjunto de las actividades de servicio y venta a usuarios no constituyen un porcentaje importante de lo que son los montos anuales en uso. Así las cosas, si no hay inversiones la investigación sostenida se hace restrictiva. Cada año disminuye las posibilidades de adquisiciones, pues se acortan las asignaciones y no se adquiere lo calendarizado. Sin embargo, No se puede desligar, que ellos han contribuido para centrar el tema, ya no en las partes técnicas propiamente, sino en lo que se refiere a las políticas y estrategias.

Estos trabajos técnicos, han sido con la contribución de practicantes, tesis que culminaron en Informes técnicos contenidos muchos de ellos en los Informes Científicos Tecnológicos anuales del IPEN. Una parte de los trabajos técnicos realizados, son los que siguen:

- Evaluación de matrices cementicias en la retención de radioisótopos de interés radio sanitarios.
- Tratamiento Químico de residuos líquidos radiactivos.
- Obtención de Factores de Descontaminación con agentes químicos en la precipitación de residuos radiactivos.
- Evaluación radioquímica de las descargas de líquidos descontaminados por precipitación química.

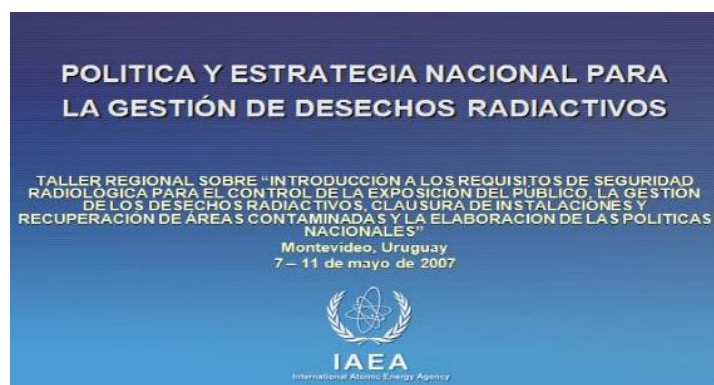




**Ilustración 3.14: Misión de la OIEA, detección y desmontaje de fuentes**  
**Fuente: Tomas in situ, reconocimiento de fuentes; fuente aislada de Cobalto-60 y contenedores para Cadmio-109 y Estroncio-90**



**Fuente: Centro de "El Cabril" ENRESA, Laboratorio de Actínidos, CIEMAT, España. Central nuclear EMBALSE, Provincia de Córdoba, Argentina**



**Taller Regional realizado en Montevideo Uruguay, 2007**

**Ilustración 3.15: Participación en Cursos y Talleres**

- Evaluación radiológica de los lodos radiactivos acumulados en la planta de desechos cloacales.
- Tratamiento de lixiviados procedente de minerales de Uranio y evaluación de las descargas luego de la precipitación y separación de los concentrados de uranio.
- Estudio técnico del tratamiento por resinas de intercambio de iones de líquidos contaminados radiactivamente.
- Estudio técnico de un repositorio para la disposición final de fuentes de radiación en el Centro nuclear.
- Almacenamiento de los combustibles gastados en el Centro Nuclear.
- Tratamiento de residuos líquidos por resinas de intercambio iónico.
- Evaluación de matrices cementicias en la retención de radioisótopos de interés radiosanitarios.
- Tratamiento Químico de residuos líquidos radiactivos.
- Automatización de la Planta de Tratamiento Químico.
- Obtención de Factores de descontaminación con agentes químicos en la precipitación de residuos radiactivos.
- Evaluación radioquímica de las descargas de líquidos descontaminados por precipitación química.
- Evaluación radiológica de los lodos radiactivos acumulados en la planta de desechos cloacales.
- Tratamiento de lixiviados procedente de minerales de Uranio y evaluación de las descargas luego de la precipitación y separación de los concentrados de uranio.
- Estudio técnico del tratamiento por resinas de intercambio de iones de líquidos contaminados radiactivamente.
- Estudio técnico de un repositorio para la disposición final de fuentes de radiación en el Centro nuclear.
- Almacenamiento de los combustibles gastados en el Centro Nuclear.
- Tratamiento de residuos líquidos por resinas de intercambio iónico.

Los que unidos, a la experiencia de participación con los usuarios a nivel nacional, contribuyen al reforzamiento de destacar las políticas y las estrategias, que debe responder por el conjunto de problemas de la generación de los residuos radiactivos y de otro lado a reconocer temas pendientes de investigación y elaboración, como:

- Investigación aplicada sobre las opciones de acondicionamiento de residuos

sólidos, líquidos, gaseosos.

- Respuestas de gestión por los pasivos ambientales y de Radio-226 y los procedentes de la minería de uranio.
- Diagnóstico y perspectivas del inventario radiactivo
- Elaboración de proyectos de disposición final para fuentes de radiación de baja y mediana actividad,
- Plan de Gestión de combustibles gastados del Centro Nuclear
- Confección de bases de datos propios para el inventario radiactivo,
- Planes de gestión sobre los proyectos de producción de Molibdeno (Mo-99) de fisión, producción de radioisótopos por Ciclotrón, entre otros.

Puntos que implica la ampliación de personal Profesional para el estudio y establecimiento de las especificaciones a resolver, también de personal técnico en área de mantenimiento de los equipos de tratamiento e inmovilización de residuos, como para el mantenimiento eléctrico y electrónico de los equipos e instrumental radiológico.

### **3.3.4 Infraestructura operativa**

Lo que diferencia a la gestión de los residuos radiactivos de los residuos convencionales y que lo hace diferente, es el carácter de la radiación ionizante; que está presente en la forma de emisores del núcleo del átomo, esta radiación decae con el tiempo, disminuye hasta alcanzar, luego de varios periodos, las condiciones cercanas a las naturales. De esta especial propiedad radiactiva, es que se van a disponer los equipamientos, materiales y la disposición de la infraestructura. Por ejemplo en la decisión de distribución de las instalaciones del Centro Nuclear, hay una diferencia de altura entre el reactor RP-10 y la planta de producción de radioisótopos con respecto a la PGRR. La descarga de líquidos inactivos del RP-10 y la PPR, se direcciona con ayuda de la gravedad hacia la planta de desechos comunes y de ser contaminados, se dirige mediante bombeo hacia las instalaciones de la GRRA.

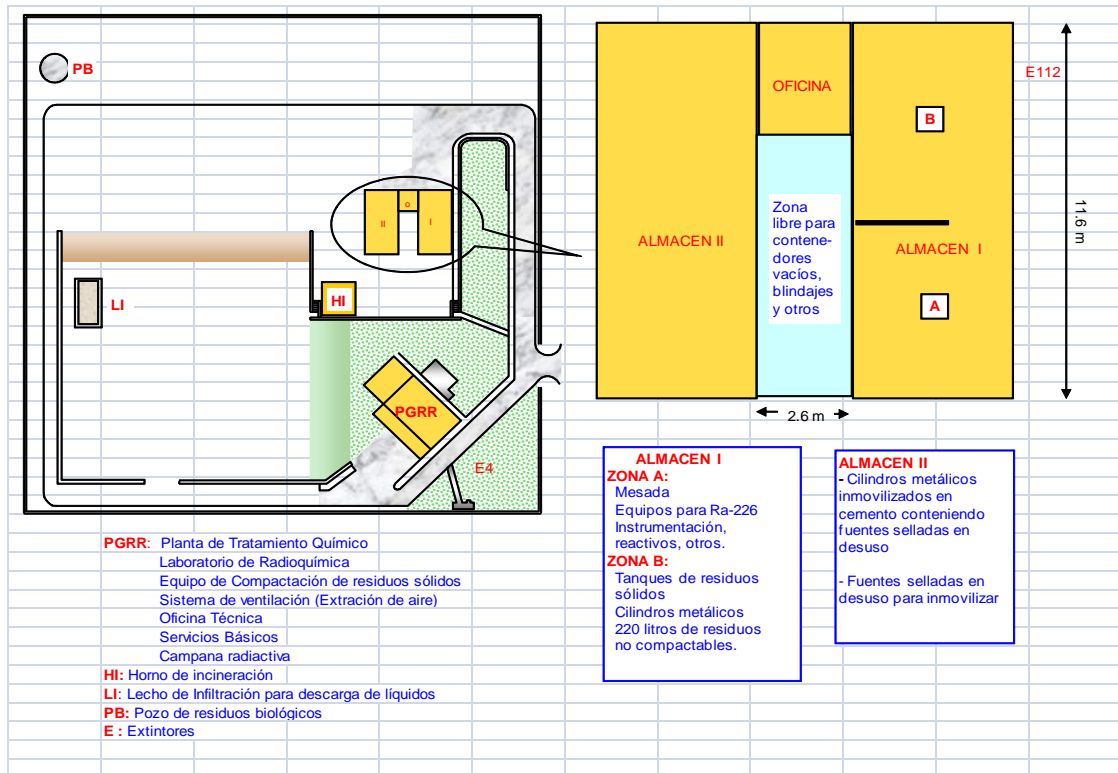
El equipamiento utilizado comprende, en orden a las fechas de instalación en los siguientes:

- Compactadora de residuos sólidos compatibles, constituido por materiales contaminados de prácticas en laboratorio o en planta, vestimenta, guantes, filtros, secantes, etc.
- Lecho de infiltración para residuos líquidos, constituido como una piscina de dimensiones 6 x 12 m y cubiertas de materiales de retención acompañado de un sistema de riego por goteo que complementa la seguridad.
- Planta de Tratamiento Químico, que fuera mejorado con el mecanismo de control automático, Consta de Bombas de succión e impulsión, válvulas de control, entre los tanques de almacenamiento que posee control de nivel mediante boyas. En el tanque de precipitación química lo es de vidrio Boro silicatado de 1 m<sup>3</sup> de capacidad, y con dos bombas, una de agitación vertical con separación de lodos concentrados radiactivos y otra de succión de los clarificados que luego de estar con actividades menores a los límites de evacuación se expulsa a descarga común. Los lodos concentrados se derivan a una mezcladora para procesar la cementación de los líquidos en un cilindro metálico estandarizado de 220 litros.
- Pozo de residuos biológicos para disposición final de animales de prueba de calidad de los radiofármacos.
- Sistema de inyección y extracción de aire en las áreas controladas del edificio central (planta de tratamiento químico, equipo compactador de residuos sólidos).
- Cementación de fuentes radiactivas en desuso en cilindros metálicos con equipamiento de albañilería, Tecele de izaje en pórtico para desplazamiento horizontal vertical. Balanza y carro portador.
- Incinerador de residuos sólidos, incinerables, a la cual se adapta bien para la eliminación del Carbono-14 desde los pequeños mililitros de líquidos procedentes del Instituto Nacional de Salud, Laboratorio de micro bacterias.

Las ilustraciones 3.16 y 3.17 indican la distribución de la infraestructura operativa y parte del equipamiento.

En otro escenario, se tiene que desde los años 1980 se halla en la sede Central del IPEN, la infraestructura básica del Reactor de Potencia Cero (RP-0), que está

compuesto por el núcleo, un tanque de agua, una fuente de neutrones y la sala de control. La fuente de neutrones sirve para iniciar la operación del reactor. Además, el RP-0 tiene un laboratorio con instrumentación para la medición de la actividad de muestras irradiadas con fines de operación y de investigación. El RP-O ha cumplido los objetivos de preparación de los cuadros profesionales y de investigación preliminar. Ha tenido ya un cierre de Laboratorio de medición por neutrones, ha ocurrido que los combustibles gastados se han trasladado a la piscina auxiliar del RP-10, y sería una de las instalaciones a tener que ser clausuradas de tomarse una medida de esta índole. La ilustración 3.18 muestra el RP-O.



**Ilustración 3.16: Infraestructura de la PGRR**

**Fuente. PGRR, Manual de Procedimientos**



**Ilustración 3.17: Infraestructura operativa**

**Fuente: Fotos in situ, Almacenes de materiales radiactivos y de cilindros cementados.**



**Planta de tratamiento químico**



**Pozo de residuos biológicos**



**Cámaras de Incinerador, Izaje y ubicación de fuentes, Acondicionamiento de Ra-226**



**Ilustración 3.18: Instalación y núcleo del RP(0)**

**Fuente:** web IPEN: [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe)

### **3.3.5 Equipos e Instrumentación**

Se trata de destacar el lugar y la importancia de los monitores de radiación y de control dosimétrico del equipo investigador. La gestión de los residuos no funciona sin el seguimiento a las fuentes de radiación, mediante los equipos de radiación y la dosimetría. Las operaciones no serían seguras, acorde con las prácticas de la protección radiológica y los niveles de seguridad recomendados ante los riesgos determinísticos o probabilísticos que se presentan.

El monitoreo implica instrumentación fija y móvil, individual y de área. Y, sobre todo es de destacar por el tipo de emisores que se presentan y del tipo de impacto. Entonces el Monitor de radiación, los hay según los tipos de emisores y las calidades mejoran cada vez, de lo que fue el antiguo Geiger Müller, al monitor de radiación que registra al detalle el tipo de o los tipos de emisores radiactivos presentes y del radioisótopo que interviene como lo es el Thermo Scientific, el Radiagem-multisonda; la PGRR, dispone de un Polymaster para emisores alfa, beta, gamma y rayos X. Está pendiente de disponer un monitor exclusivamente de neutrones.

Según como se presenten los casos, se cuentan con medios propios del equipo portátil: alarma, vista nocturna, radiación acumulada en el tiempo real, entre otros. La presencia de neutrones en las aplicaciones de la radiación, corresponde disponer de un dosímetro para neutrones, es el caso de las fuentes que emiten

radiación alfa sobre núcleos ligeros, como el Americio-231 y Plutonio-238 y que son utilizados en el perfilaje de pozos de petróleo. Como se recuerda la tasa de dosis generada por la emisión de neutrones es mayor que las que registran la radiación gamma.

El monitoreo individual que se expresa en el dosímetro también es ilustrativo su evolución y lo que se destaca ahora es el dosímetro electrónico que registra la tasa de dosis en tiempo real. Los dosímetros de lectura mediata son aquellos que van a ser leídos luego de un mes de práctica o cuando se coordina directamente con la empresa de dosimetría. Sin los dosímetros no hay prevención de la radiación, sin monitoreo no hay información radiológica. Sin estos instrumentos, los riesgos de una actividad peligrosa como las radiaciones, se acrecientan y devendría en acciones inapropiadas desde el punto de vista de la protección ocupacional que indica los dispositivos legales.

En las ilustraciones 3.19 y 3.20 se muestran equipos adicionales para el objetivo de la política y la estrategia, como el instrumental de protección radiológica utilizada en las actividades con fuentes de radiación. La traducción física del equipamiento y el instrumental, es llegar al producto que es el cilindro cementado conteniendo fuentes selladas gastadas o líquido contaminados radiactivamente, o cenizas reunidas de material tratado. La sucesivas acciones y sobre todo, con la experiencia de la repatriación de fuentes, que alcanzó a proceder con el desmontaje de fuentes ya almacenadas, ha llegado a establecerse que la fuente radiactiva cementada en un cilindro, no es lo mejor opción para el almacenamiento temporal. Se postula que la fuente debe estar en un contenedor visible, que permita observar el estado de la fuente y sus características visibles, que permita derivarse antes de su disposición final, a un reciclamiento o una acción de desmontaje de la propia fuente radiactiva como se muestra en la ilustración 2.21. Esta acción de un nuevo tipo de contenedor, aún no se cristaliza, habiéndose logrado precisar el diseño que debe disponerse, según la experiencia de Brasil.

En el equipamiento ha sido notorio, la ausencia de una movilidad específica para el transporte de las fuentes radiactivas.





**Pórtico para izaje con trolley, Montacargas y transporte manual**



**Blindajes: porta muestra, cabina de ladrillos de plomo y visor plomado.**

**Ilustración 3.19: Equipos adicionales en la gestión**



**Dosímetros de película y electrónico, monitores de radiación superficial y gamma**

**Ilustración 3.20: Instrumental de protección radiológica**



**Ilustración 3.21: Contenedores metálicos para fuentes selladas**

**Fuente: Información de la PGRR**

Al no disponerse del medio de transporte, las acciones se han visto debilitadas y por tanto la política y la estrategia basada en los principios y la actividad por un ordenamiento seguro en la gestión, ha tenido este punto débil que viene siendo mejorado de una parte con la donación de un vehículo en el marco del convenio con el Programa de Iniciativa Internacional para la Reducción de Amenazas (GTRI), que hiciera llegar al IPEN-PGRR. El vehículo posee una buena calidad de dispositivos para la supervisión y prevención radiológica y física; pero está destinado para fuentes de Categoría 1 (Irradiadores de Alta Actividad, Equipos utilizados en Teleterapia y que incluye a los combustibles gastados). Cabe recordar que el objetivo de GTRI del DOE de Estados Unidos, es reducir y proteger el material radiológico y nuclear vulnerable, localizado en áreas civiles, en varias regiones del mundo, previniendo ante la posibilidad que dicho material podría ser utilizado con propósitos que se ubican fuera del alcance de los usos pacíficos sobre lo cual está concebido el proyecto.

El transporte proporcionado por GTRI y recibido por IPEN-PGRR, resuelve el transporte para la categoría 1, que no constituyen el mayor número de fuentes de radiación que se encuentran en el país.

Las de mayor número de fuentes en desuso, dado por el registro de las actividades de transporte realizadas, son las que se indican en la Tabla 3.6, son las de Categoría 2, constituida por fuentes de radiografía industrial que usan Iridio-192 y de Braquiterapia de elevada tasa de dosis.

Las de Categoría 3, constituida por Densímetros nucleares industriales de actividad alta, que contiene Cesio-137, Cobalto-60 entre otros.

Las de Categoría, 4 que son los constituidos principalmente por fuentes de Braquiterapia y Densímetros nucleares sin fuentes de actividad alta.

Las de Categoría 5, compuesta por fuentes de diversas aplicaciones médicas y de investigación utilizadas con baja tasa de dosis como las fuentes de Braquiterapia y los analizadores de Fluorescencia por Rayos X (FRX). Sé observa que se necesita un camión con los requisitos de seguridad para las fuentes de las

categorías 2, 3, 4 y 5. La ilustración 2.22 muestra el tipo de vehículo donado para la categoría 1 y recepcionado desde el programa de GTRI y el vehículo que se requiere en la PGRR, según los alcances de los servicios realizados mostrados en la Tabla 3.6 durante los años del 2006 al 2011 y que continua.



**Camión para bultos de categoría 1 y 2**

**Camión Furgón hasta 2 Tn**

**Ilustración 3.22 Movilidad donada y por adquirir en la PGRR**

**Tabla 3.6: Características de tipo de transporte utilizados en la PGRR**

TRANSPORTE UTILIZADO		AÑOS						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Servicios con fuentes entregadas en CN "RACSO" por terceros		2	5	4	4	7	10	
Características	Peso (Kg)	505	31,2	113	31,8	194,2	449,8	
	Volumen (L)	242	6	41,2	67	360,2	201,3	
Servicios con fuentes transportadas de Lima y Callao		7	3	4	6	1		
Características	Peso (Kg)	4281,5	670	193,5	317,1	100		
	Volumen (L)	969,2	2 370	68	90,2	10		
Servicios con fuentes transportadas desde el interior del país		3	6	3		4	3	
Características	Peso (Kg)	378	504	1040,5		641,09	141,3	
	Volumen (L)	137	186	691		230,38	43	
	Lugar	Marcona		Cerro (03)	Ilo		Moquegua (2)	Huancavelica
		Chimbote		Junín	Cerro de P.		Puno	Moquegua
		Cerro de Pasco		Chimbote	Chimbote		Arequipa	Pacasma yo
				Marcona				

Servicios con fuentes transportadas por vía aérea							2
Características	Peso (Kg)						46
	Volumen (L)						6,2
	Lugar						Arequipa Tacna

**Fuente: Informes técnicos de la PGRR**

**Nota: Se han tomado los de mayor peso y volumen de cada servicio**

### 3.4 Normalización existente

#### 3.4.1 Marco Internacional

En torno a la actividad nuclear se presentan Acuerdos Internacionales entre los países en forma bilateral, multilateral o en el marco de la OIEA. En torno al Centro Nuclear, tiene connotación el Convenio entre Perú Argentina, para la preparación y construcción, inicialmente, por medio de formación de los cuadros profesionales y luego la construcción, misma en la que se incluye el suministro de los combustibles nucleares. Es de destacar para una revisión de los antecedentes normativos en el país, lo que destaca la Dra. Guilma Romero en el texto “Marco legal de la actividad nuclear en el Perú”, [ 60 ]

Sobre las acciones normativas, recomendaciones, tratados y convenios que se han ido integrando con las sucesivas medidas desde el OIEA y entidades que tienen presencia en el marco de las ONU; se destaca dos importantes y valiosos textos, uno es lo relacionado a los Principios en que se basa la gestión de los residuos radiactivos, contenido en la Colección Seguridad No. 111-F, OIEA, Viena, 1996, y la llamada “Normas Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación”, de la Colección Seguridad N° 115, OIEA, Viena 1995 [ 61 ]. Estas dos reúnen la base de la política y la estrategia, que debe alcanzarse en cada país que dispone de material nuclear y radiactivo. Pero, son los Principios en que se basa la gestión de los residuos radiactivos, la expresión de planteamientos de gran alcance considerando el problema ambiental mundial en que ubica. Se ventila el problema,

planteando orientaciones y medidas, que ayudan a decir lo poco y mucho de lo avanzado, para colocarnos en la exigencia de lo que se indica. Cabe hacer un resumen de cada planteamiento.

### **Principio 1: Protección de la salud humana**

La gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de tal forma que se garantice un nivel aceptable de protección de la salud humana.

Muchos de los peligros relacionados con los desechos radiactivos se asemejan a los relacionados con los desechos tóxicos que producen, por ejemplo, la minería y las plantas químicas, y que deben ser controlados. No obstante, la índole de los desechos radiactivos entraña otro peligro, a saber, la exposición potencial a las radiaciones ionizantes. Por tanto, es preciso alcanzar un nivel de protección aceptable.

### **Principio 2: Protección del medioambiente**

La gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de tal manera que ofrezca un nivel aceptable de protección del medioambiente.

La gestión segura de desechos radiactivos exige mantener lo más bajas que sea posible las liberaciones provenientes de los diversos procesos de gestión de desechos. El método más adecuado para la gestión de desechos radiactivos es la concentración y contención de los radio nucleídos, más que su dilución y dispersión en el medioambiente.

No obstante, como parte de la gestión de desechos radiactivos, está permitida la liberación de sustancias radiactivas dentro de límites autorizados en el aire, el agua y el suelo, y también mediante la reutilización de los materiales. Es preciso definir medidas apropiadas de seguridad y control.

### **Principio 3: Protección fuera de las fronteras nacionales**

La gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de forma que dé la seguridad de que se tengan en cuenta los posibles efectos sobre la salud humana y el medioambiente fuera de las fronteras nacionales. Este principio emana de una preocupación ética por la salud humana y el medioambiente de otros países. Se

basa en la premisa de que a todo país incumbe la obligación de actuar de manera responsable y como mínimo, no imponer a la salud de los habitantes y al medioambiente de otros países efectos más perjudiciales que los que se han considerado aceptables dentro de sus propias fronteras.

**Principio 4: Protección de las generaciones futuras**

La gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de tal forma que las repercusiones previstas para la salud de las generaciones futuras no sean mayores que las que sean aceptables actualmente. Este principio se deriva de una preocupación ética por la salud de las generaciones futuras.

**Principio 5: Cargas impuestas a las generaciones futuras**

La gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse de tal forma que no impongan cargas indebidas a las generaciones futuras. En la gestión de desechos radiactivos es sumamente importante tener en cuenta a las generaciones futuras. Este principio se basa en la consideración ética de que las generaciones que reciben los beneficios de una práctica deben asumir la responsabilidad de gestionar los desechos resultantes

**Principio 6: Marco jurídico nacional**

La gestión de desechos radiactivos deberá efectuarse dentro de un marco jurídico nacional apropiado que defina claramente las responsabilidades y establezcan funciones reglamentarias independientes.

**Principio 7: Control de la producción de desechos radiactivos**

La producción de desechos radiactivos deberá mantenerse al nivel más bajo posible, tanto en términos de actividad como de volumen, mediante la adopción de medidas de diseño y prácticas de explotación y clausura apropiadas

**Principio 8: Dependencia recíproca entre la producción y la gestión de desechos radiactivos**

Se deberá tener debidamente en cuenta la dependencia recíproca entre todas las etapas de la producción y la gestión de desechos radiactivos. Las etapas básicas de la gestión de desechos radiactivos, según el tipo de desecho, son el tratamiento

previo, el tratamiento, el acondicionamiento, el almacenamiento y la evacuación y disposición final. Todas estas etapas están unidas por una relación de dependencia recíproca. Las decisiones que se adopten en el curso de una etapa pueden excluir ciertas alternativas en una etapa ulterior o afectarla. Además, existen relaciones entre las etapas y las actividades de gestión que producen desechos o materiales radiactivos aptos para ser reciclados o reutilizados. Es conveniente que las personas encargadas de una etapa concreta de gestión de desechos o de una actividad que produzca desechos tengan adecuada conciencia de sus interacciones y relaciones, de modo que, en general, se logre un equilibrio entre la seguridad y la eficacia de la gestión de desechos radiactivos.

### **Principio 9: Seguridad de las instalaciones**

Durante la vida de las instalaciones de gestión de desechos radiactivos deberá velarse adecuadamente por su seguridad. Durante la selección del emplazamiento, el diseño, la puesta en servicio, la explotación, la clausura de una instalación y la construcción de un repositorio, debe otorgarse prioridad a las cuestiones de seguridad, la prevención de accidentes y la limitación de las consecuencias en caso de accidente. En el curso de este proceso característico se deberá prestar atención a las cuestiones de interés público.

Y, porque se señala más de una vez, no dejan de prestar interés los aspectos de la política y la estrategia que indica la CCCGSDR, realizada en Viena el 5 de septiembre de 1997. Se indica entre otros aspectos que los Requisitos generales de seguridad, cada Parte Contratante adoptará las medidas apropiadas para asegurar que en todas las etapas de la gestión de residuos radiactivos se protejan adecuadamente a las personas, a la sociedad y al medioambiente contra los riesgos radiológicos y otros riesgos. Con este fin, cada Parte Contratante adoptará: i) Asegurar que se preste la debida atención a la criticidad y a la remoción del calor residual producido durante la gestión de residuos radiactivos; ii) Asegurar que la generación de residuos radiactivos se mantenga al nivel más bajo posible.

Como consecuencia de estos enunciados, los Estados Miembros en los que existan desechos radiactivos deberán seguir una política nacional de gestión de

tales desechos en conformidad con los objetivos y los principios enunciados. Así es como el OIEA, promueve el establecimiento de un Sistema Nacional de Gestión de Desechos radiactivos, que está contenido en la Colección Seguridad N° 111-S-1, Publicación del Programa RADWASS, que establece las disposiciones administrativas necesarias en un país para garantizar la seguridad en la gestión de desechos y está orientado a reforzar la infraestructura jurídica y gubernamental en relación con la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte de materiales radiactivos.

Este Programa RADWASS, por sus siglas en inglés, cuya traducción al castellano se trata de las NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS. En 1996, el programa RADWASS fue modificado con el objetivo de ampliar su alcance, poniéndose un nuevo énfasis en las descargas y la restauración del medioambiente, y de reducir impactos ambientales. Los documentos RADWASS se clasifican en cuatro esferas temáticas: descargas, disposición final previa, disposición final y restauración del medioambiente. El Comité sobre Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos (WASSC) es un órgano permanente. Las Guías de seguridad constituyen otra versión de las publicaciones del RADWAAS, así se tiene: La guía SS111-G-1.1, Classification of Radioactive Waste, que establece un sistema de clasificación internacional de los desechos radiactivos sólidos. Alrededor del Programa participan unidades técnicas como el Comité Internacional de Protección Radiológica (ICRP en inglés). El año 1998, aprobó dos Guías de seguridad WS-G-2.1, titulada Decommissioning of Normas de seguridad WS-G-2.3, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment Nuclear Power Plants and Research Reactors, y la WS-G-2.2, titulada Decommissioning of Medical Industrial and Research Facilities. Los acontecimientos en los últimos años sobre los materiales nucleares asociados a accidentes, obligan a actualizar e incorporar alcances técnicos importantes frente a los residuos radiactivos.

Entonces, el Estado ha otorgado al IPEN la responsabilidad de elaborar y ejecutar los dispositivos legales, que hacen del uso de las radiaciones una actividad controlada, y lo hace a través de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), que le compete la presentación de nuevos dispositivos legales que lleven



a un nivel mayor de ordenamiento de las actividades radiológicas en el país, acorde con los dispositivos que emanan, en el plano nacional como internacional. Desde la PGRR, en la que asiste gran parte del llamado internacional sobre la gestión segura de los RR, es que constata la ausencia una ley específica sobre los RR, que es materia de evaluación y una de las razones por las cuales se justifica el Proyecto.

### **3.4.2 Marco nacional**

El Marco normativo sobre el que se integra la GRR, es amplio, tiene connotación internacional y nacional, tomando lugar en la política y la estrategia de los países miembros de la OIEA. La legislación expresión de la política y la estrategia, en el país adquiere su importancia mediante Decreto Ley N° 21094, Ley Orgánica del Sector Energía y Minas, del 04 de febrero de 1975, también determinada en su propia Ley Orgánica Decreto Ley N° 21875 del 5 de Junio de 1977, las mismas que superan a lo que inicialmente se denominara División de Sustancias Radiactivas, y Junta Control Energía Atómica. Con esta Ley el IPEN, precisa ser una Institución Pública Descentralizada del Sector Energía y Minas con la misión fundamental de normar, promover, supervisar y desarrollar las actividades aplicativas de la Energía Nuclear de tal forma que contribuyan eficazmente al desarrollo nacional. En el ámbito del control de la aplicación de las actividades relacionadas con radiaciones ionizantes, el IPEN actúa como Autoridad Nacional, velando fundamentalmente por el cumplimiento de las Normas, Reglamentos y Guías orientadas, para la operación segura de las instalaciones nucleares y radiactivas, basadas en la Ley 28028 Ley de Regulación del uso de Fuentes de Radiación Ionizante y su reglamento, así como en las recomendaciones del OIEA. Otros dispositivos normativos son:

**Reglamento de Seguridad Radiológica D.S. N° 009-97-EM.** El mismo que tiene correspondencia con las Normas Básicas de Seguridad que aprobara el OIEA en el año 1996, Este reglamento establece lo fundamental del quehacer radiológico y radiactivo con relación a sus aplicaciones en el país, da constitución, al Organismo Técnico de la Autoridad Nacional que se subordina a la Autoridad

Nacional (el Presidente de IPEN), y se integra a la Alta Dirección de IPEN. Establece pautas y restricciones que tiene prevalencia frente a otros dispositivos, y permite a los efectos de los RR, que se puede desdoblar en los procedentes de prácticas en instalaciones nucleares y las que provienen de las fuentes de radiación de equipos sellados y no sellados.

Así es como regula los llamados materiales exentos, en equipos, concentraciones bajas de Actividad y niveles de dosis que lo exoneran de los procedimientos de regulación desde el punto de vista ambiental y ocupacional. Señala que no está permitido evacuar desechos radiactivos al medioambiente, sin autorización previa de la Autoridad Nacional, de otra forma, el vertido de sustancias radiactivas al ambiente se efectuará solamente si estas han sido dispensadas o autorizadas específicamente, o si se han satisfecho las normas específicas aplicables aprobadas por la Autoridad Nacional. Prohíbe la importación y el movimiento de desechos radiactivos hacia o a través del territorio nacional.

**Ley 28028: Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante, del 26 de Junio del 2003.** Si bien este dispositivo es amplio y actualizado, no descarta al Reglamento de Seguridad Radiológica, en aquello que no lo reemplaza. La Ley y luego su reglamento es más específico, aborda aspectos comunes a las prácticas y va al detalle de su ejecución y control y en lo que corresponde los residuos radiactivos, lo integra como práctica a los fines de prevenir y proteger sus efectos nocivos, a la salud de las personas, el medioambiente y la propiedad. Indica más allá de la intención de la norma misma, que hay Obligación de cumplir Convenios Internacionales, “en las disposiciones de protección física y de salvaguardias, de conformidad con los Tratados Internacionales sobre materiales nucleares suscritos y ratificados por el Perú”.

**Reglamento de la Ley 28028, Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante (D.S. Nº 039-2008-EM).** Que dando continuidad a la Ley señalada, establece que en un periodo de 90 días, a partir de que el usuario ha declarado en desuso, tiene plazo para que proceda a la “reexportación a su país de origen o que proceda a gestionarlos en la Planta de Gestión de Desechos Radiactivos del IPEN”. Por la dimensión del ámbito de la Ley, se señala “que es

de aplicación en todas las personas natural o jurídica que realicen prácticas con fuentes de radiación ionizante tales como posesión, utilización, transferencia, adquisición, fabricación, modificación, mantenimiento, gestión de los desechos radiactivos, almacenamiento, transporte, importación, exportación, comercialización, minería, extracción y tratamiento de materiales nucleares, cierre, servicios relacionados y otras actividades con radiación ionizante. Las disposiciones del presente Reglamento se aplican en todo el territorio nacional”.

**Ley N° 27757: Ley de prohibición de la importación de bienes, maquinaria y equipos usados que utilicen fuentes radiactivas, 18 de junio 2002.** Que dispone las razones por los cuales quedan prohibido la importación de equipos usados, como también recibir donaciones de equipos con las características con las cuales se define la prohibición. Por consiguiente, el IPEN es el que otorga la autorización de importación y detalla en la Norma aquellos bienes y productos cuya importación está totalmente prohibida.

**Reglamento de la Ley 27757 (D.S. N° 001-2004-EM): “Prohibición de la Importación de Bienes, Maquinaria y Equipos Usados que utilicen Fuentes Radiactivas”.** Establece el mecanismo para acreditar la vida útil del bien (equipo) o producto a ser importado. Indica los bienes de importación prohibida a las Fuentes radiactivas selladas o abiertas de Radio-226, a los Pararrayos ionizantes (radiactivos) y a la Unidad de Teleterapia que utilice Cesio-137 para uso médico. Menciona como preámbulo a la Resolución Legislativa N° 26407 se aprobó el “Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio (OMC) y los Acuerdos Comerciales Multilaterales contenidos en el Acta Final de la Ronda Uruguay”, suscritos el 15 de abril de 1994, dentro de los cuales se encuentra el Acuerdo General de Comercio de Bienes de 1994, el "Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos y el Acuerdo sobre Procedimientos de Licencias de Importación”.

**Norma IR.001.2009 sobre “Requisitos de Seguridad Radiológica en Radiografía Industrial”, Resolución de Presidencia 147-09 IPEN/PRES.** Una de las prácticas más activas por su aplicación en los sistemas de tuberías y almacenamiento de petróleo y gas, son las fuentes de gammagrafía que usan

Iridio-192 y Cobalto-60, en inspecciones de soldadura como ensayo no destructivo.

La norma establece tales equipos por su alta actividad y efectos de la irradiación sean cuidadosamente utilizados y controlados, siendo mandatario el proceder al desuso cuando estas presentan fallas del equipo y condiciones operativas que exceden de los límites de años de uso, como de dosis operaciones. Para las condiciones de transporte, de almacenamiento como de gestión como fuente en desuso, son establecidos. Equipos de gammagrafía contienen blindaje de uranio empobrecido, los que deben ser declarados a fin de reportar ante los organismos pertinentes con fines de responder por las salvaguardas de materiales de procedencia nuclear. Se inscribe también el plan de emergencia para diferentes casos operativos y de transporte sobre estas actividades, en las cuales habidos accidentes reveladores de su peligrosidad, se instruye el llevar un programa de gestión de la calidad, ya que involucra además, el establecer las ventajas de la utilización de las placas gammagrafías y el monitoreo radiológico en sus actividades.

**Modificación a la Norma IR.001.2009. “Requisitos de Seguridad Radiológica en Radiografía Industrial“ (R.P. Nro.234-IPEN-PRES).** Establece que los equipos de radiografía con más de 10 años deben pasar por una revisión técnica y prohíbe el uso de equipos mayores de 20 años.

**Norma Técnica SF.001.2011 Requisitos de Seguridad Física en Fuentes Radiactivas aprobado con R.P. 131-11-IPEN/PRES.** A partir de los sucesos de las explosiones en la Torres de Centro financiero Wall Street, en Washington, EE. UU., las secuencias de conflictos en medio oriente, la seguridad en torno a las fuentes radiactivas, ha sido y es preocupación de las instancias internacionales es así también que en Perú, la OTAN ha formulado los requisitos de seguridad en torno a las fuentes radiactivas, que en la Planta de Gestión se haya procedido a instalar medias de seguridad muchos más exigentes toda vez que reúne el inventario nacional de fuentes en desuso almacenada e igualmente en variados centros de aplicación nuclear y radiológica. Ninguna fuente radiactiva deberá ser abandonada bajo ninguna circunstancia, bajo responsabilidad de la persona natural o jurídica a

cargo de la misma. Establece Categorías a las fuentes radiactivas como una relación de la Actividad (A) presente con la Actividad de Peligrosidad (D). Se indica los tipos de fuentes de Nivel de Seguridad desde uno (1) de mayor relación A/D hasta el nivel cinco (5) de baja relación A/D.

**Reglamento de protección física de materiales e instalaciones nucleares (D.S. Nro. 014-2002-EM), del 22 de Abril del 2002.** El mismo que da continuidad a los aspectos de la política internacional que ejerce el OIEA en los materiales nucleares cuando menciona la Resolución Legislativa N° 26376, de fecha 25 de octubre de 1994, que aprobó la “Convención sobre la Protección Física de Materiales Nucleares”, suscrita en Viena el 3 de marzo de 1980, Dice “que la referida Convención, por mandato del Artículo 55 de la Constitución Política del Perú, forma parte del derecho nacional y en virtud del procedimiento de aprobación al que ha sido sometida, tiene rango de ley; siendo pertinente dictar normas reglamentarias que permitan al Perú como Estado parte, velar por el cumplimiento de los criterios y principios contenidos en la Convención”. Este dispositivo, indica aspectos de las Barreras físicas de diseño, los términos de la Amenaza base de diseño, los planes de seguridad en el transporte, los planes de contingencia y de defensa en profundidad en el almacenamiento e instalaciones de uso de material nuclear y radiactivo.

**Norma Técnica IR. 002.2012 "Requisitos de Protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear" (R.P. 048-12-IPEN/PRES), del 23 de febrero 2012.** Las aplicaciones en medicina nuclear se basan en el radiodiagnóstico y Teleterapia, presentándose como fuentes selladas o abiertas y los hay desde baja hasta alta Actividad. Se indica que estas instalaciones deben contar con un ambiente exclusivo para almacenar, manipular, fraccionar y preparar los radiofármacos y las fuentes de radiación allí donde son aplicables. Los desechos radiactivos de todo tipo, sólido, líquido y gaseoso, deben ser gestionados adecuadamente, los sólidos recolectarse, segregarse en recipientes apropiados en diseño y completar con el etiquetado y registro de sus características radiológicas. Los líquidos evaluados antes de su descarga y reconociendo la ley de decaimiento radiactivo, según el período de vida media alcanzar las cantidades exentas de reglamento para su evacuación. Establece límites de Actividad para sustancias

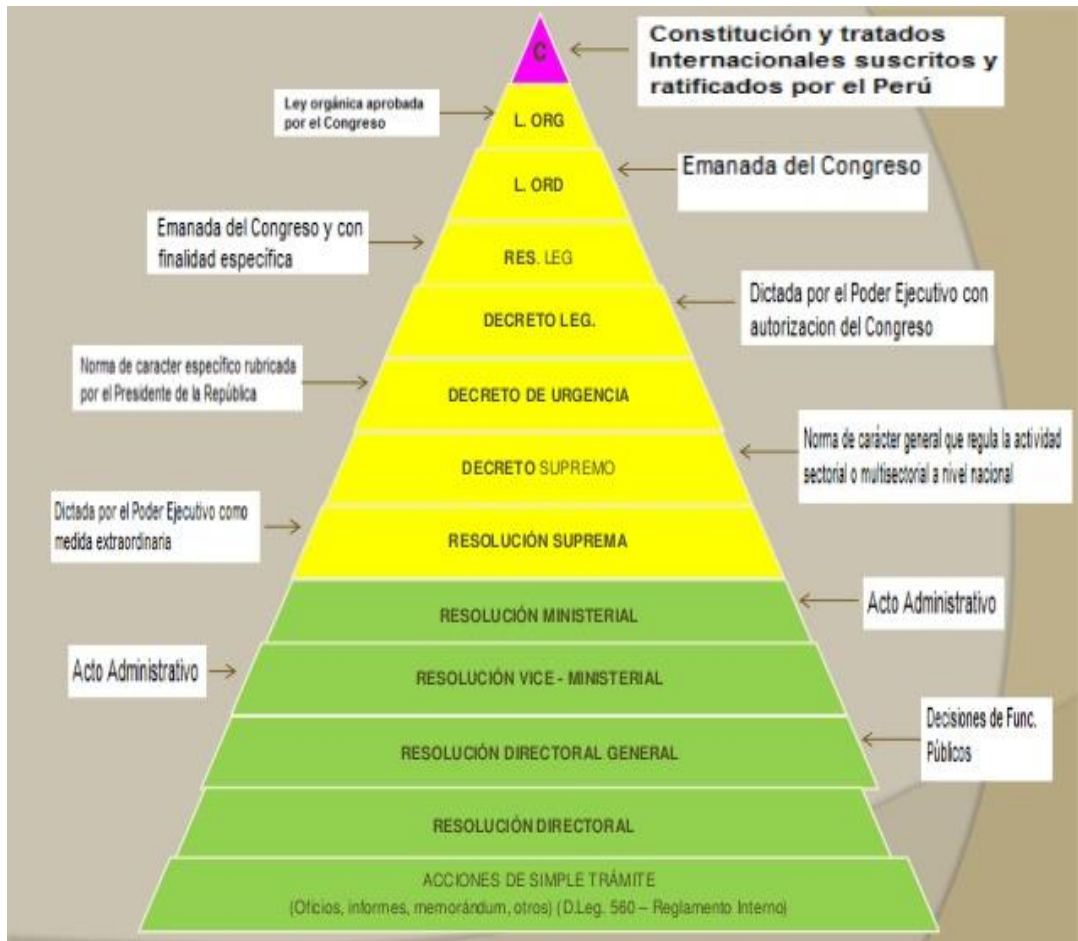
volátiles y la obligación de instalar la campana de extracción de gases con filtro de carbón activado. Este dispositivo es muy importante en la práctica médica y demanda su ejecución con la participación de profesionales en el campo de la protección radiológica, ya que involucra gran parte de la política y estrategia de gestión en las condiciones que se presentan en el país.

Otros dispositivos normativos, con relación a la gestión de los residuos radiactivos, son lo relacionado al transporte de materiales radiactivos, el mismo que está basado en la Resolución de Presidencia N<sup>o</sup> 131.11-IPEN/PRES, del 9 de julio 2011, que contempla las condiciones en que se desenvuelven las acciones de transporte de material radiactivo, en las que se ubican muy especialmente las fuentes de radiación que son utilizables en el territorio nacional en ambientes aislados como centros mineros, plantas cementadoras e instalaciones del sector salud. Presenta la interacción entre generadores, usuarios, responsables de la instalación, autoridades de transporte, policía nacional, entre otros, a fin de hacer del transporte un medio seguro frente a posibles accidentes o acciones selectivas. Esta norma invoca al Reglamento de Transporte de material radiactivo, emitido por el OIEA, en uno de sus Documentos técnicos, siendo destacable el de Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material – 2009 Edition. Safety Requirements No. TSR1. 2009.

Asociado al transporte se encuentra la Ley N<sup>o</sup> 28256, que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, en la que se incluye los materiales radiactivos y su Reglamento Nacional contenido en el Decreto Supremo N<sup>o</sup> 021-2008-MTC, del 10 de junio del 2008, que destaca obligaciones de seguridad como en el establecimiento de los requisitos de medio de transporte y sus conductores.

**Norma Técnica IR. 002.2009 Requisitos para la seguridad Radiológica en Minería e Instalaciones de Uranio y Torio o material sin procesar.** Orientado a las exposiciones ocupacionales, públicas y ambientales que se originan a partir de operaciones de exploración, laboreo y remoción de mineral, como las operaciones de mina o instalaciones para el procesamiento físico y químico de mineral, comprendiendo el cierre, definiendo las condiciones de gestión de los residuos radiactivos.

La siguiente ilustración 3.23 muestra el ordenamiento y jerarquía legal que en forma de pirámide se reconoce en el país.



**Ilustración 3.23 Pirámide legal**

**Fuente:** [www.es.slideshare/jerarquia-normativa-peruana](http://www.es.slideshare/jerarquia-normativa-peruana)

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS, RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

#### 4.4 Análisis de Resultados de la Investigación

##### 4.1.1 Resultados de la investigación

Un **primer punto**, de los resultados de la investigación, es alcanzar el proceso de reconocer las políticas y estrategias que han estado presentes desde el inicio de la formulación, que suman más de 42 años, con la presencia y rol del Organismo de la OIEA y de las Naciones Unidas y como países miembros como Argentina han dado lugar a los que es actualmente el IPEN y los organismos afines como el OTAN y la PGRR ubicado en el Centro Nuclear “RACSO”.

Con la constitución de una infraestructura básica y las variadas aplicaciones en el contacto nacional con las particularidades e su economía y presencia industrial, se ha constituido mecanismos de coordinación y de orientación hacia los fines de establecidos del aplicaciones pacíficas, al cual por su importancia, denominamos y buscamos que sea, un sistema integrado de gestión, en donde la política y la estrategia fluya hacia la afirmación y desarrollo como país.

El sistema integrado lo podemos reconocer en los resultados obtenidos tanto en el escenario institucional y nacional de las gestiones realizadas, como en la presencia de las misiones internacionales concurren a los fines de resolver temas no resueltos, en la gestión de los residuos radiactivos, como son las misiones del año 2009 con la intervención del DOE-EE. UU.; de otro lado, en el año 2015, por la misión de la OIEA.

Se muestra en Tabla 4.1, las acciones realizadas cuya avance se destacó en el Capítulo I, de modo tal, que se puedan extraer las experiencias que permitan



diseñar la política y estrategia a seguir, definiendo por consecuencia el rol que debe asumir los responsables nacionales como el IPEN y la OTAN.

**Tabla 4.1 Labores realizadas en torno a las misiones OIEA y DOE-EEUU**

Nº	Ítem	Entidad cooperante	
		OIEA- misión	GTRI- misión
1	Participantes	4	4
2	Fecha de labores	Jul-2015	Dic-2009
3	Responsable	Programa RLA	LANL
4	Desmontaje de cilindros	No aplicó	Aplica
5	Desmontaje de Fuentes	Aplica	Aplica parcialmente
6	Días de Operación	8	mayor de 10
7	Fuente radiactiva	Nº Fuentes	Nº Fuentes
	Cesio -137	50	115
	Cobalto-60	24	
	iridio-192		120
	Americio-241		93
	Americio-241/Be		21
	Radio-226		181
	Radio-226 /Be		1
	Estroncio-90	34	
	Hierro-55	1	1
	Cadmio-109	21	3
	Kriptón-85		1
	Sr-90/Ytrio-90		4
8	Total de fuentes acondicionadas	130	540
9	Total de Actividad en GBq	91,39	1665,4
10	Destino de las fuentes radiactivas	PGRR	LANL
11	Actividades adicionales	Reinstalación de RWMR	Transporte hacia WIPP-USA
12	Resultados radiológicos	Cero accidentes	Alto riesgo en desmontaje de cilindro

**Fuente: Elaboración propia.**

En el caso de la Misión de la OIEA, cabe ampliar lo que señala el responsable de la misión de la OIEA Ing. Nuclear, J. Carlos Benítez, al concluir sus labores:

“Se recuperaron 130 fuentes, distribuidas en:

Cápsula A000 - 47 fuentes de Cs-137 (Actividad total: 4 Ci);

Cápsula A001- 20 fuentes de Co-60 (Actividad total: 0.5 Ci);

Cápsula A002 - 4 fuentes de Co-60 (Actividad total: 150 mCi);

Cápsula A003 - 21 fuentes de Cd-109 (Actividad total: 300 mCi);

Cápsula A004 - 34 fuentes de Sr-90 (Actividad total: 720 mCi);

Cápsula A005 - 1 fuente de Fe-55 (Actividad total: 500 mCi);

Cápsula A006 - 3 fuentes de Cs-137 (Actividad total: 300 mCi)”

“Que hace un total de 91,39 GBq, considerando 01 Ci (un Curie) equivalente a 37 GBq”. Continúa el Informe:

“Las fuentes recuperadas fueron acondicionadas en cápsulas de acero inoxidable. Las cápsulas preparadas fueron colocadas dentro blindajes apropiados. Las cápsulas listas para soldadura fueron soldadas y en ese caso introducidas junto con su blindaje en tanques encamisados. Se midieron las tasas de dosis en contacto y a 1 m de distancia para las cápsulas”.

Y sobre la instalación del RWMR, dice: “La misión tuvo un alto grado de éxito, porque IPEN ahora es capaz de establecer adecuado registro de los residuos y el tratamiento de la información adecuada de la misma. El Registro está ahora centralizado por el IPEN y se puede utilizar incluso sus viejos ordenadores para introducir datos en el sistema. Esto es una ventaja muy grande para IPEN teniendo especialmente en cuenta que los representantes del OIEA en el mismo tiempo desmantelaron una gran cantidad de residuos radiactivos y lo procesó. Significa que IPEN tiene una buena posición para el establecimiento de un registro preciso y fiable de los residuos radiactivos”. Extracto del Informe remitido por J. Carlos Benítez, responsable de la misión. Julio 2015.

Un **segundo punto**, que amerita integrar a la discusión de los resultados es el cumplimiento del sistema de gestión integrado, el mismo que en la PGRR, se reconoce como limitado a los alcances que señala la Convención Conjunta y la experiencia alcanzada por países en la región.

Se dispone de la Política y estrategia, inscrita en el Plan estratégico 2010 al 2016 del IPEN, pero este plan alrededor del lugar que debiera ocupar la GRR, no está debidamente complementada, a fin de que se integre en los propósitos establecidos para el periodo; es así, porque se refleja en el marco de respuesta en recursos humanos y requerimientos no están afirmados, lo cual debilita el accionar de la PGRR hacia adentro, es decir, en el diseño y construcción de las mejores opciones de gestión de los residuos, tal cual están presentes como materiales y fuentes selladas radiactivas en todo el territorio nacional.

Desde el lugar en que se desenvuelve la PGRR, se dispone lo que constituye el Plan Anual de Actividades, ello porque no satisface reducir la inversión del presupuesto público en el Programa Operativo Institucional (POI), indicado en la Tabla 3.5. del Capítulo III. El desarrollo del Plan Anual de Actividades 2014 es un nivel de respuesta propia. Responde a los requerimientos de gestión con la mayor amplitud posible, contenido en la Tabla 4.2. Es más logrado por ser cercano a las políticas y estrategias, pero aún insuficiente para encarar lo que demanda la política y estrategia internacional que orienta el OIEA y lo que se requiere para el fortalecimiento y continuidad de la gestión de residuos en el país.

Se dice insuficiente aún, porque se constata que la PGRR mejoraría notablemente su capacidad de respuesta, en el caso de; a) disponer en calidad y cantidad de personal, b) disponer el medio de transporte afín a sus actividades, c) disponer de la instrumentación de radio protección actualizada. Con ello, cumplir las misiones internas y en el territorio nacional con los usuarios, los pasivos y la gestión de las fuentes selladas en desuso. Con estas medidas evitaríamos, lo que se observa con la delegación de sus funciones propias a empresas de prospección y exploración de uranio, o la de formar asociación con capital privado como el caso de la Planta de Irradiación Multi Uso (PIMU), o de otro modo cuando no se tiene claridad de la importancia del papel energético de la fuente núcleo eléctrico. En un momento, gobiernos pasados se planteó trasladar al IPEN como dependencia de la Presidencia de la República y hace unos cortos años atrás se intentó fusionar con otras instituciones descentralizadas para formar un solo ente de ciencia y tecnología, tales medidas no fueron aceptables por la comunidad interesadas y quedó en tentativas.

Tabla 4.2 Plan Anual de Actividades

Nº	ACCIONES EPECÍRCAS	UNIDAD POI	INDICADOR PGRR	ANUAL
1	Bases para un Estudio de Impacto Ambiental en la GRR	Plan de Calidad	Informe	1
2	Brindar bienes y servicios con calidad garantizada y precios competitivos	Plan de Servicios	Servicios Internos	38
			Servicios Externos	11
3	Establecer un Programa de Aseguramiento de Calidad de los Procesos de Gestión	Plan de Calidad	Manual de Control de Calidad	1
4	Optimizar el uso de los Laboratorios y Talleres de la Institución	Plan de Producción	Mediciones Radiométricas	120
			Operaciones PTQ	48
			Mantenimiento de equipos e instalaciones	20
			Acondicionamiento de fuentes RR	10
			Incineración de Residuos	4
5	Incrementar la producción de Bienes, Servicios e Investigaciones optimizando sus Costos para hacerlas más asequibles a los Grupos de Interés y Clientes.	Plan de Producción	Gestión de emisores Alfa	2
6	Acompañar y apoyar la demanda por la gestión de residuos radiactivos	Usuarios de Tecnología Nuclear	Interacciones con usuarios	90
7	Difundir la Tecnología Nuclear de Gestión de los Residuos Radiactivos a través de visitas y exposiciones técnicas	Asistentes Exposiciones T. Nuclear	Visitas a la PGRR	120
8	Institucionalizar la Cultura de Seguridad en todas las Actividades y Aplicaciones de la Energía Nuclear.	Sistema de Cultura de Seguridad	Ejecución de Plan de Emergencia	2
9	Promover el conocimiento de las Normas Específicas sobre Gestión de Residuos en todas las Empresas que brinden Servicios.	Plan de Promoción y Difusión	Cartas Informativas	2
10	Establecer canales de Promoción y Comunicación a usuarios de material radiactivo	Plan de Promoción y Difusión	Artículos de Difusión Técnica	4
11	Participación en Campañas de Promoción de la Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Nacional.	Plan de Promoción y Difusión	Conferencias, Cursos	6
12	Fomentar Programas de Investigación coordinado con Universidades y Facultades sobre la Tecnología de los Residuos Radiactivos	Plan de Promoción y Difusión	Tesistas/ Practicantes	2
13	Promover la Formulación de Proyectos de Inversión y Cooperación Técnica en Sectores Productivos y Sociales.	Plan de Gestión de Proyectos	Propuestas	2
14	Identificar a Clientes Potenciales por Sectores,	Estudio de Mercado	Nuevos clientes	4
15	Coordinaciones Técnicas con la OTAN-IPEN	Licencia PGRR	Vigencia de Licencia	3

Fuente: Elaboración PGRR, Enero 2014

Con respecto a la evaluación de dosis ocupacional, que es una variable específica en torno a estas labores, es de preocupación los efectos de la radiación sobre el personal ocupacionalmente expuesto, como se revela en los reportes mensuales de dosis del personal, esos se encuentran por debajo del límite de dosis establecido, como ocurrió en las labores que dan cuenta con las misiones del GTRI y del OIEA.

Un **tercer punto**, es lo que atañe a rescatar el Proyecto de Ley de Gestión de los residuos radiactivos, se ha dicho que el proyecto presentado ha perdido actualidad, pero hay que considerar que surgen nuevos escenarios políticos y debe tomarse iniciativas a nivel congresal y gubernamental a fin de que se encamine a la promulgación de una Ley de Residuos Radiactivos. Este, en su actualización, deberá fijar los criterios de política y de estrategia para un sistema integrado de gestión de los residuos radiactivos en el Perú. Comprendiendo todo lo derivado del ciclo del combustible nuclear como de las aplicaciones y mejorando en aquello que sea responsabilidades del estado, de los operadores y de los usuarios que es lo que se ha ido remarcando en el desarrollo del proyecto.

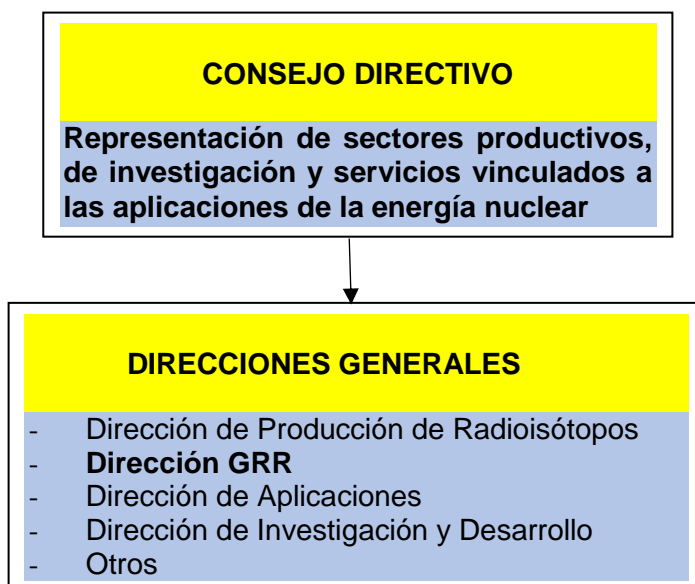
Desde la OTAN, se presentó en audiencia convocada por el IPEN, el Proyecto, como resultado de las recomendaciones en los eventos organizados por el OIEA a partir de los años 2005. El Proyecto entregado al Congreso no ha tenido el respaldo esperado, pues tiene fecha del 2010 y no se destaca aun en la Comisión correspondiente al sector de Energía y Minas. Como se muestra en el anexo, el Proyecto contiene 14 artículos, destacando como puntos relevantes; los Principios fundamentales, el Programa nacional de gestión, la creación de un Fondo de financiamiento de la gestión de los desechos radiactivos. Señalando que “el IPEN es el organismo competente para la gestión de los desechos radiactivos y coordinará todo lo relativo a su aplicación”.

Se indica que los generadores de dichos desechos “proveerán los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de manera oportuna y adecuada.”, también, “El IPEN propondrá la necesidad de emplazamiento de instalaciones para la disposición final de residuos radiactivos de alta, media o baja actividad”. Se crea “el Fondo para la Gestión y Disposición Final de los Residuos

Radiactivos”, para “... el financiamiento del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos a cargo del IPEN”.

La propuesta de Ley de Residuos Radiactivos, es importante en la política y la estrategia, viene a bien que sea tratada y aprobada por el Congreso, con enmiendas si es que hubiera lugar. Se plantea acciones desde la PGRR como establecer el Programa Nacional de Control

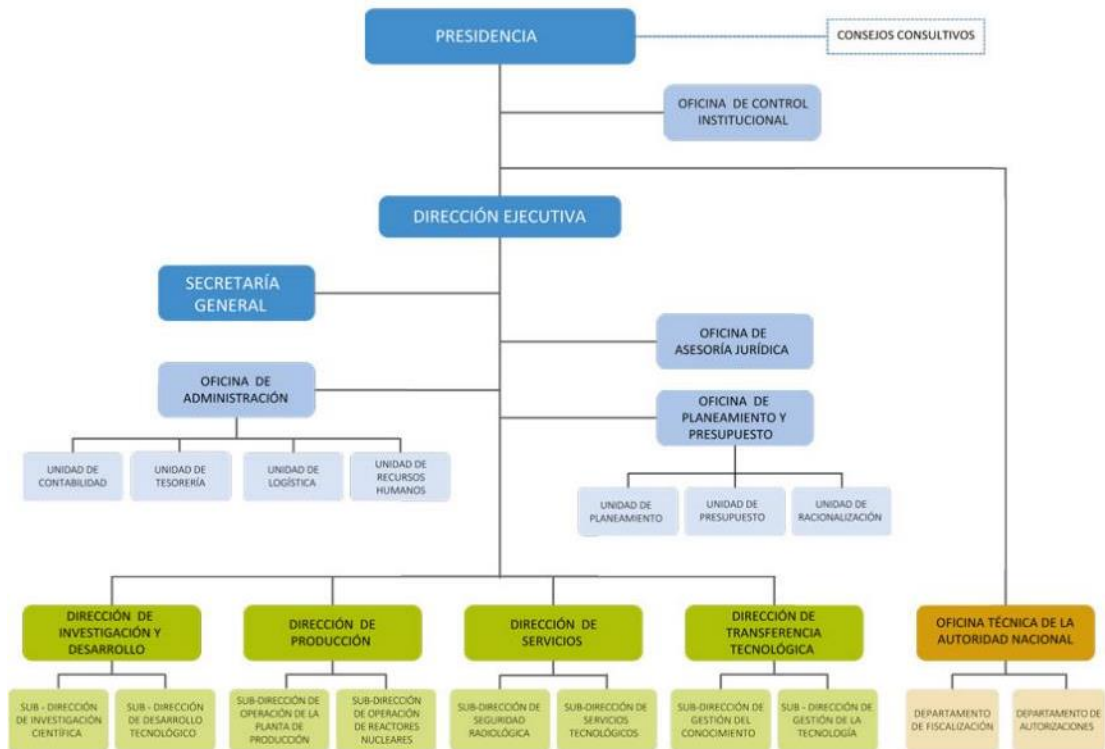
Cabe señalar que en el examen de la estructura orgánica del IPEN, hay una evidente diferencia con los organismos descentralizados existentes en cada sector ministerial. Como instituciones descentralizadas, estas contienen en su estructura un Consejo Directivo. El IPEN, no tiene esta estructura de Consejo Directivo y debiera tenerlo, disponiendo de una organización actualizada y dotándose de los instrumentos que le permitan ejercer la misión de desarrollo de las aplicaciones nucleares y radiactivas. Siendo así la PGRR debe tener el lugar de una Dirección General, que para mayor claridad se presenta en la Ilustración 4.1



**Ilustración 4.1: Lugar de la PGRR en la propuesta de estructura IPEN**

La ilustración 4.2 corresponde a la estructura orgánica actual del IPEN, sobre el cual hay observaciones que tienen que ver con la constitución de un Consejo

Directivo, la separación del organismo regulador y el posicionamiento de PGRR en el equipo de dirección.



**Ilustración 4.2 : Estructura orgánica actual del IPEN**

Fuente: [www.ipen.gob.pe/site/info\\_general/organizacion.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/info_general/organizacion.htm)

#### 4.1.2 Respuestas al cuestionario de Políticas y Estrategias

Se trata de prestar la mayor atención y desde el lugar del estado que le ha sido asignado, adoptar las medidas de política, estrategia y por consiguiente que graviten en el sistema de gestión integrado, de modo de alcanzar los objetivos.

Las políticas y las estrategias deben marchar sin descuidar el sistema de gestión integrado, que equivale a indicar los medios propios, los mecanismos disponibles para orientar y resolver el destino correspondiente de las fuentes radiactivas, cualquiera sea su procedencia y sus características. El IPEN tiene la experiencia de más de 30 años en el ejercicio de estas labores y de lo que se trata es de colocar estas funciones en el nivel que le corresponde, según el mensaje a los

países miembros, desde los organismos como el OIEA. Este OIEA, es trascendente y debe ser un factor fundamental para continuar dotándose de herramientas colectivas como el integrar el Código de Conducta, fortaleciendo la conciencia de que hay opciones de desarrollo en los países con la energía nuclear, que si bien están incursos riesgos e impactos negativos estos pueden, minimizarse y controlarse.

Las políticas y las estrategias deben ser tales que respondan ante las debilidades y ausencias, con sustituciones apropiadas. Llegado a este punto, el cuestionario planteado en el Capítulo I, queda respondido. Como en toda disciplina tecnológica, es importante el tiempo, la continuidad es un dilema, pero no imposible de cumplir más aún con los RR. Respondiendo al cuestionario, se tiene:

a) ¿Estamos en condiciones de informar que los residuos radiactivos están siendo resueltos satisfactoriamente con los principios de la seguridad radiológica, la seguridad física y la respuesta a las emergencias, en todos los lugares del país en los que se generen?

**Respuesta:** No estamos en condiciones de informar que los RR están siendo resueltos satisfactoriamente con los principios de la seguridad radiológica, la seguridad física y la respuesta a las emergencias, en todos los lugares del país en los que se generen. Presenta debilidades que deben subsanarse.

b) ¿Es o no una buena decisión que las fuentes radiactivas importadas, luego de ser declarado en desuso, regresen al país de origen?

**Respuesta:** Si, las fuentes radiactivas, declaradas en desuso deben ser repatriadas a su país de origen, por aquellas empresas compradoras, incluyendo los combustibles nucleares. Esto no impide al Perú que pueda desarrollar su propia opción de almacenamiento sobre las fuentes de radiación que se quedan en el país, por diferentes motivos, que los hay, como lo es la dificultad de las empresas suministradoras extranjeras o nacionales de recurrir a la repatriación por los costos involucrados y ausencias de compromiso ambiental.

c) ¿El estado debiera o no asumir el pasivo de materiales de desecho radiactivo presentes en las estaciones de pararrayos y centros hospitalarios a fin de cumplir la función de protección del público en esta materia?



**Respuesta:** El estado debe asumir a través de los medios que corresponde el pasivo de materiales como los pararrayos radiactivos, fuentes de radioterapia y otros remanentes a fin de cumplir la función protectora ante el público y el ambiente.

d) ¿La Autoridad reguladora OTAN, debiera o no independizarse del organismo operador, IPEN?

**Respuesta:** La Autoridad reguladora OTAN, debe ser un organismo regulador separado de la estructura interna del operador IPEN. La mayor autoridad debiera ser un representante especializado en el campo y tenga alcance con la Presidencia de la República. A la OTAN hay que otorgarle la importancia política y técnica que contiene disponiendo que sus funciones gocen de la autonomía frente al principal generador y operador de materiales nucleares y radiactivos.

e) ¿Es o no necesario que el IPEN se descentralice, estableciendo unidades orgánicas en las ciudades como Puno, Arequipa, Huancayo, La Libertad, Piura, etc., que permitan contribuir a promover y desarrollar el uso pacífico de la energía nuclear?

**Respuesta:** Si es necesario que el IPEN se descentralice, estableciendo unidades orgánicas cortas, en las ciudades como Puno, Arequipa, Huancayo, La Libertad, Piura, Ancash, Loreto, que permitan contribuir a promover, desarrollar el uso pacífico de la energía nuclear. En el caso de los residuos radiactivos, establecer en el terreno los mecanismos de control y protección sobre las fuentes de radiación selladas o abiertas. A estas evaluaciones, se integraría los productos NORM que se asocian a los recursos metálicos y no metálicos presentes en el territorio nacional.

f) ¿Es o no más trascendente privilegiar la investigación y formación de recursos humanos y tecnológicos propios, fortaleciendo el Reactor de Investigación RP-10?

**Respuesta:** Es indudablemente más trascendente privilegiar la investigación y formación de recursos humanos y tecnológicos propios, fortaleciendo el Reactor de Investigación RP-10, como los que se ha generado con el Acuerdo OIEA, IPEN el DOE, lo que debe llevar a reactualizar el programa Semillero que permite calificar y adiestrar a una nueva generación de futuros responsables del Proyecto de Central Nuclear de potencia.

g) ¿Se debe o no asegurar las reservas estratégicas de minerales radiactivos para el momento en que el país incursione en la producción de energía núcleo eléctrico?

**Respuesta:** A los fines de la preparación de cuadros científicos y de poner en marcha la central núcleo eléctrico en el país, los minerales uraníferos, deben ser considerados reservas estratégicas, destinado solo para uso en el Perú. Este paso implica varias medidas adicionales como disponer de una unidad exploratoria y de fabricación del combustible.

h) ¿Cómo debiera abordar el Perú la disposición final de los residuos radiactivos de largo período de semidesintegración, incluyendo el combustible nuclear gastado proveniente del RP-10 y del RP-0?

**Respuesta:** Efectivamente, aún no hay una decisión sobre el destino final de residuos que contienen radioisótopos de largo periodo de semidesintegración, ente los cuales se hallan el Am-241, Ra-226. Con los combustibles gastados no tendría por qué haberlo si por convenio está pactado el retorno al país fabricante, el problema sin embargo subsiste, si tales combustibles para el país le sirven para el reprocesamiento y uso en reactores de potencia. Una opción que se practica desde la OIEA para los de largo periodo es el repositorio bajo la superficie denominado Bore Hole, cuyo diseño ha sido mostrado. Mientras no hay repatriación del combustible gastado, la piscina auxiliar del RP-10 constituye un almacenamiento temporal y provisional, cuestión que viene sucediendo.

i) ¿La insuficiencia de políticas y estrategia en materia de los residuos, debilita o no los alcances del uso de la energía nuclear para el desarrollo del país?

**Respuesta:** En general hay un problema capital en el trato ambiental por parte de las empresas privadas y también en lo que toca a las empresas estatales, le toca asumir responsabilidades. Esto se expresa en insuficientes políticas y estrategias en materia de los residuos; pero es en los RR donde la respuesta de estado debe ser respetuosa del medioambiente e integral, el no hacerlo implica una grave omisión cuyas consecuencias debemos estar pensando, que mejor era no haber incursionado en esta área del conocimiento y de transformación de las bases energéticas y de mejoras tecnológicas.

j) ¿Se aplican las recomendaciones en la gestión de residuos radiactivos que orienta el OIEA?

**Respuesta:** En lo que compete a la GRR y de los combustibles gastado, hay recomendaciones que no se aplican. Estamos próximos a un nuevo gobierno y se espera que adopte un nivel de respuesta en esta materia saludable y óptima. Vivimos un período de la humanidad en muchos aspectos críticos y en lo que atañe a la seguridad radiológica con los RR, no debiera ser un aspecto secundario en las decisiones del estado y en especial del nuevo gobierno.

Se comprenderá que la política y estrategia integrada hacia la gestión de los combustibles gastados y los RR, son también cambiantes. Según los razonamientos de quienes toman las decisiones, en ese punto, es muy importante conocer el escenario que permita armonizar la política y la estrategia con la GRR. Ese escenario es fundamentalmente el que se ventila con el concurso de la comunidad científica y tecnológica, de modo que emitan también opinión sobre los caminos que se siguen y que deben prevalecer. De cualquier forma seguirá siendo que la prioridad de las decisiones será, por los que en el futuro resuelvan los problemas vitales del país y en ello, no hay duda que, la cuestión energética es vital para el desarrollo.

#### 4.1.3 Políticas

- Fortalecer las bases tecnológicas en materia de recursos humanos y de infraestructura que reafirme su posición de promover e implantar un nivel elevado de actuación en el terreno de la energía nuclear y sus aplicaciones pacíficas.
- Dotarse de los instrumentos legales internacionales y nacionales que le permitan afirmar su lugar en el contexto de las aplicaciones nucleares incluyendo el núcleo eléctrico, en que la GRR sea debidamente contemplado.
- Disponer en forma específica de un **dispositivo legal** que revele el trato preferente de los RR en razón a la protección ocupacional, del público y del medio ambiente considerando en ella los recursos presupuestales indispensables para la implementación de la estrategia de gestión integrada de los residuos radiactivos.
- Revisar la estructura orgánica del IPEN y del lugar de la PGRR, a fin de actualizarla y dinamizarla acorde con la problemática tecnológica y ambiental a resolver,

considerando además que la entidad promotora y el organismo regulador (OTAN), no debiera estar en una misma organización.

- Alertar a la opinión pública sobre la necesaria adopción de medidas que puedan implicar el cierre o clausura de instalaciones nucleares y radiactivas, debido a vencimiento de fecha de licencia de operaciones, como acciones de prevención ante riesgos de accidentes radiológicos.
- Promover en las instancias gubernamentales, sectoriales e instituciones de la ciencia y la tecnología un amplio sentido de preocupación por el desarrollo nuclear en el país y con ello de la cultura de seguridad, que permita convencer de su viabilidad presente y futura.
- Retomar desde el IPEN, con el respaldo de Ministerio de Energía y Minas, la prospección, exploración y obtención de lo que constituye el ciclo del combustible nuclear.

#### **4.1.4 Estrategias**

- Ratificar a nivel congresal la aprobación de la adhesión del Perú a la CCCGDR
- Lograr la aprobación a nivel congresal del Proyecto de Ley de Desechos Radiactivos, contemplado ya con una propuesta de OTAN y mejorada con los alcances de este Proyecto.
- Establecer a nivel de IPEN, un Consejo Directivo, en forma tal que le permita desarrollar su carácter multidisciplinario constituyéndose en un ente referencial en ciencia y tecnología, con capacidad de interacción a nivel internacional con las aplicaciones nucleares y radiológicas bajo el entorno del OIEA.
- Constituir Oficinas regionales que permiten interaccionar y atender de manera directa los problemas que sobre la actividad radiológica y de gestión de residuos se presentan en los usuarios de diferentes sectores productivos y de servicios.
- Constituir una Dirección General del Ciclo del combustible nuclear en la organización del IPEN.
- Diseñar y presupuestar la construcción de un repositorio tipo Bore Hole para fuentes de baja actividad y largo periodo de semidesintegración.
- Establecer una Comisión técnica institucional, que permita resolver los casos de pasivos radiactivos existentes en el territorio nacional.

- Establecer los mecanismos de capacitación y participación internacional del personal profesional y técnico en el área de su competencia.
- Habilitar y confeccionar opciones de tratamiento y acondicionamiento de materiales radiactivos y de fuentes selladas en desuso en condiciones que garanticen la aplicación del sistema de gestión, privilegiando el posicionamiento de una tecnología propia.
- Integrar en el sistema de gestión las medidas de clausura o cierre de actividades con materiales nucleares y radiactivos que involucren una amenaza de riesgo de grave impacto social y ambiental.

#### 4.1.5 Análisis de los resultados

El análisis centraremos en los tres puntos anotados en los resultados, los mismos que fundamental la protección del público y el ambiente por el impacto de los RR.

A saber:

- a) Interacción con la política y la estrategia global del OIEA en materia de los RR.
- b) Establecimiento del sistema de gestión basado en el fortalecimiento de la PGRR
- c) Reelaboración y puesta en Agenda del Congreso de la República el proyecto de Ley de Gestión de Residuos Radiactivos en el Perú.

Sobre el punto **a) interacción con la política y la estrategia global del OIEA en materia de los residuos radiactivos**, cabe decir que el Perú como miembro de la OIEA y con sus antecedentes destacables en materia de las relaciones internacionales no debe soslayar el pronunciamiento a nivel congresal, por la ratificación de la CCCGSDR, en la medida que su contenido coloca en una dimensión apropiada lo que constituye las obligaciones y responsabilidades de los estados miembros de la OIEA y que estando de acuerdo con los principios allí contenidos permite integrar la problemática internacional del uso de las radiaciones ionizantes en un campo no menos peligrosos que son los RR.

El ser miembro de la OIEA, se ve disminuida sin la reafirmación con el contenido de la Convención Conjunta. La suscripción debe ir acompañada por la aprobación congresal y de ese modo integrar la política y estrategia internacional a la actividad

nacional. Es diferente abordar los desechos radiactivos desde el marco de la OIEA, que el recibir atenciones de un país cuyos problemas son de otra gravitación como lo indican en el programa del GTRI. Los organismos públicos y sus representantes están llamados de saber y resolver lo que está de por medio con los RR. Ello no está distante, los más de 25 años de existencia del Centro Nuclear tiene planteado en un corto o mediano plazo lo que implica la Clausura o cierre de tal o cual instalación, que involucra un periodo de adopción de medidas de desmantelamiento, almacenamiento y vigilancia [ 64 ].

El marco internacional, en el uso nuclear de las radiaciones, es el que decide prácticamente el curso de nuestras actividades. Pero, no debe ser una participación seca, adaptada, debe ser actuante, reflexiva, crítica, con ello bien es un aliado en todas las labores de la gestión. Por tanto, el punto no se reduce solo a la Convención Conjunta solamente, hay otros temas pertinentes enmarcados también hacia los residuos y el combustible gastado que merecen ser cubiertos con una amplia visión de futuro, entre otros, el Código de Conducta [ 65 ], Cultura de seguridad, investigación ampliada al desarrollo.

La ilustración 4.3, es el evento “Conferencia Internacional sobre Reactores de Investigación: Gestión Segura y Utilización Eficaz”, evento de finales del año 2015, organizado por el OIEA donde participan más de 300 delegados representantes de 56 Estados miembros y 3 Organizaciones Internacionales con la finalidad de discutir los avances tecnológicos que contribuyen en las áreas de la ciencia relacionada con los reactores nucleares de investigación.

Esta información implica según IPEN, a la “Formulación del Plan Estratégico de Utilización del Reactor RP-10 para el período 2017 – 2020”. Todo está bien, pero, cuando se aleja de la agenda o se relega a un segundo plano los RR, entonces estamos descuidando uno de los aspectos cruciales en las aplicaciones de la energía nuclear, que se expresa como se destaca que en la formulación del Plan estratégico, no se contempla el lugar de los residuos radiactivos, así se explica además la ausencia de la representación de la PGRR en la elaboración correspondiente.



**Ilustración 4.3 Evento OIEA sobre Reactores de Investigación**

**Fuente: Web [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe)**

Sobre el punto **b) Establecimiento del sistema de gestión basado en el fortalecimiento de la PGRR,**

Sin un sistema integrado, es distanciar la política y la estrategia del terreno en el cual se actúa para la prevención del uso de las aplicaciones nucleares y radiactivas, cómo se ha visto, es indetenible en el tiempo, todo el esfuerzo está orientado en que ella sea con fines pacíficos. Los riesgos serán mayores si la política y la estrategia vengan de afuera y no sea como producto de las motivaciones nacionales y que se expresan en el sistema integrado, ya que el mismo equivale a la existencia de una organización, de una institución, que centralice y ejecute lo que está presente en el territorio nacional.

Sistema de gestión que tiene que velar por el mandato de protección del medio ambiente y el público según lo que corresponde a las bases legales establecidas. En tanto que es el IPEN el organismo responsable de contener y aplicar la política y la estrategia; podemos señalar que los resultados no han sido del todo satisfactorio, como se ha señalado, la estructura orgánica del IPEN, se encuentra limitada en su proyección hacia la necesidad de avanzar en su desarrollo industrial y energético, ya que no se apoya en lo que constituye un organismo descentralizado del estado, que tiene un Consejo Directivo. El Consejo Directivo fiscaliza, orienta, amplía el campo de acción, hoy está restringido la funcionalidad de la gestión de residuos, cuando lo integrado y la proyección del

Centro Nuclear a la preparación de un Reactor Nuclear de Potencia Nucleoeléctrica, no está proyectado.

Sobre el punto **c) Reelaboración y puesta en agenda del Congreso de la República PLDR**, a la luz de nuevos acontecimientos, debe dar valor a indispensables medidas adicionales como la sostenibilidad presupuestal para la cobertura de recursos humanos y de fortalecimiento de la infraestructura operativa. Hay sin embargo, medidas previas a resolver conjuntamente con el organismo regulador y los usuarios, es el caso del diagnóstico del inventario radiactivo existente a nivel nacional tanto en el activo como en el pasivo y su progresión en el tiempo. Lo que quiere decir que hay que hacer un nuevo proyecto institucional y acompañarla de acciones políticas previas, desde la divulgación interna, externa, sectorial y multisectorial de una o de varias representaciones políticas a fin de facilitar la comprensión y aprobación de la ley, que tendrá el marco de un nuevo gobierno.

El nuevo proyecto, debe dar pie a ubicar, en la organización IPEN, a la PGRR en el nivel de Dirección. Que los presupuestos sean fundamentalmente del estado para las actividades programadas anualmente y aprobadas entre el sector y del congreso. Que de constituirse un fondo especial, este esté destinado hacia el estudio y construcción del repositorio para la disposición final de los desechos radiactivos de aquellos que según la clasificación, responder por los de periodicidad media y larga, que sea compatible con el inventario radiactivo de fuentes en desuso y las que están en uso. La adopción de medidas de repatriación de material nuclear y radiactivo no anula dicha construcción.

Como consecuencia en la elaboración del Plan estratégico del 2016 hacia adelante, el IPEN deberá comprender en su equipo de trabajo al personal involucrado en la GRR.

Se trata de hacer funcionar el sistema y tener la continuidad correspondiente dada la propiedad de la radiación que alcanza periodos muy largos en unos casos para alcanzar el decaimiento completo. Se considera a los efectos de diseño, que este sea unos 10 veces los años de la vida media del radioisótopo, es decir, que si el



Cesio-137 tiene 30 años de vida media, y es la fuente de mayor uso en la industria minera, el período de almacenamiento debiera establecerse para unos 300 años. El centro de almacenamiento al cual llegan las fuentes repatriadas, la Planta Piloto de Aislamiento de Residuos (WIPP) ubicado en Nueva México, está diseñado para 100 mil años, en tanto repositorio de gran profundidad, orientado a residuos conteniendo elementos transuránicos y de residuos provenientes de armamento nuclear y de las centrales nucleares.

Finalmente, como corolario del proceso seguido, se trata de disponer en condiciones seguras el producto radiactivo sea en condiciones de líquido concentrado o como fuente sellada radiactiva en desuso. Esto es, el resultado de la inmovilización en cemento que hasta el año 2009 se procedía con las fuentes radiactivas en desuso. Con la repatriación y la intervención del OIEA, se produce el desmontaje. Corresponde optar la variante de almacenar la fuente de forma tal, que ubicada en una celda que se diseña, permita verificar el contenido y permitir el retiro de la fuente para los fines de repatriación o el cumplimiento de los requisitos de disposición final que está por establecerse y que se enuncia en este proyecto.

En nuestro caso, considerando el inventario radiactivo y los tipos de fuentes radiactivas, una opción de que se enunciara y para mayores precisiones, es lo denominado como Bore Hole, que se muestra en el Capítulo 2, el diseño contempla lo que constituye el inventario y las formas finales del acondicionamiento, definiendo la profundidad del repositorio. Hay por consiguiente, consistentes razones por el cual, la actualización y aprobación de la Ley de residuos radiológicos se proceda, de modo de ubicar en el nivel adecuado lo que se denomina la protección del medio ambiente y el público de los efectos que se derivan de la radiación ionizante.

## 4.2 Contratación de la hipótesis

### 4.2.1 Hipótesis y estrategia

Con el desarrollo establecido, a partir del diagnóstico, el método seguido y con los análisis de los resultados, podemos establecer que la hipótesis indicada permite acercarnos a la realidad de los problemas observados cuyas opciones se perfilan como alternativa de mejoramiento. Se dice como hipótesis que:

“La Gestión de los residuos radiactivos, requieren de un sistema integrado; con políticas y estrategias respaldadas desde el estado, asociando medidas que se orienten a un manejo seguro, previniendo y controlando los efectos potenciales de la radiación ionizante, en correspondencia con aplicaciones pacíficas orientadas al bienestar de la sociedad”.

No hay otra manera de proceder en el país, que el hacer un sistema integrado de gestión de los residuos radiactivos, con un respaldo importante desde el Estado. Este respaldo tuvo su trascendencia en el inicio y funcionamiento del Centro Nuclear, que requirió inversión, recursos humanos y sobre todo cooperación internacional. En el caso de la PGRR, en lo concerniente a las fuentes selladas en desuso, la exportación hacia EEUU, como el desmontaje físico-radiológico de las fuentes de sus blindajes y almacenamiento bajo inventario del RWMR, hacen ver que el sistema integrado es un todo; desde las aplicaciones nucleares y radiactivas en los medios más alejados del país, hasta los centros de decisión internacional y que su consistencia se valora en función al aislamiento, recolección, transporte, tratamiento, acondicionamiento temporal y definitivo de las fuentes de radiación en sus formas sólidas, líquidas, y de fuentes selladas en desuso.

Acercarse a la realidad del o de los temas tratados es una de las funciones de la hipótesis con los cuales se confronta. Nos dice Mario Bunge en “La Ciencia, su método y su filosofía”, 1960, Buenos Aires, Siglo Veinte [ 66 ].

“La investigación no es errática sino metódica, solo que no hay una sola manera de sugerir hipótesis no se nos imponen por la fuerza de los hechos, sino que son inventadas para dar cuenta de los hechos”. También, “La metodología es normativa en medida en que muestra cuáles son las reglas de procedimiento que pueda aumentar la probabilidad de que el trabajo sea fecundo”. De otro modo, “Desde luego el soporte racional, no es garantía de verdad; si lo fuera, las teorías fácticas serían invulnerables a la experiencia”.

La hipótesis es inherente a la investigación, una veces se menciona como tal y otras está implícito, no lo requiere, se usa premisas, juicios, acercamientos, como para decir finalmente; “La investigación es una empresa multilateral que requiere el más intenso ejercicio de cada una de las facultades psíquicas y que exige un concurso de circunstancias sociales favorables, por este motivo, todo testimonio personal, perteneciente cualquier periodo, y por parcial que sea, puede echar alguna luz sobre algún aspecto de la investigación”.

El texto se esmera en presentar logros y propuestas desde el OIEA, desde la OTAN y bases normativas vinculantes que contrasta con lo que disponemos. No es una igualdad lo que se busca, ello no deviene de la noche a la mañana, es un proceso, en el cual la política, la estrategia y el sistema integrado va ganado posicionamiento en las estructuras institucionales del estado, del gobierno y en la cultura colectiva a fin de la protección del ambiente y la salud humana. Superar el contraste es motivador y necesario el logro.

#### **4.2.2 Hipótesis general e inductiva**

La hipótesis empleada, es general e inductiva; general por cuanto emplea todos los elementos posibles para concatenar e inducir los antecedentes en un desarrollo ilustrativo de los acontecimientos que presiden a la gestión de los residuos radiactivos. En si mismo, esta inducción, es una relación de causa y efecto entre cada una de las opciones con que está diseñado el texto: política, estrategia y sistema integrado de gestión. Esta causalidad se evalúa en el tiempo con los actores principales: OIEA dando el marco internacional y el IPEN asumiendo el rol nacional al cual se subordina la PGRR.

El diagnóstico presentado es la mejor referencia para reconocer el componente inductivo de la hipótesis, nos presenta los hechos a los cuales debemos darle atención y respuesta, es lo que destaca Roberto Hernández S.; Carlos Fernández C., Pilar Baptista L. en su texto Metodología de la Investigación [ 67 ]; cuando dice; “Correlación y causalidad son conceptos asociados pero distintos. Para poder establecer causalidad, se requiere que antes se haya demostrado correlación”.

La tesis no lo es todo, en un nuevo tiempo, bajo condiciones políticas determinadas, variaran seguro la estrategia y los medios y la forma para la implementación y operación de los residuos radiactivos. La labor de investigación se hace así indetenible, evoluciona, cambia, cuando están de por medio otros componentes que la sociedad se plantea ante los problemas de la aplicación de la energía nuclear.

La pregunta que se enunciaría sería, ¿Cuál es la política, la estrategia y el sistema integrado que sostiene el autor de la Tesis?, la respuesta es, que establece un primer paso de análisis para establecer con criterios más amplios de los que se ha venido manejando el tema de los residuos radiactivos en el país. El análisis realizado no lo es todo, pero que trata de colocar en el nivel adecuado para enarbolar obligaciones que deben posesionarse en el nivel más alto de la política internacional y nacional del país los RR, que no es otra que el de la sostenibilidad del desarrollo económico y tecnológico respetando el medio ambiente y la población toda.

#### **4.2.3 Variables e indicadores**

Se optó por el número de gestiones como la variable independiente tomando en cuenta lo que señala, el texto Metodología de la Investigación ya citado, “Cuando el investigador tiene varias alternativas para definir operacionalmente una variable, debe elegir la que proporcione mayor información sobre la variable, que capte mejor la esencia de ella, se adecue más al concreto y sea más precisa”; como se ha expuesto esta variable independiente, desprende las otras variables dependientes que se han expresados, en los casos de la empresa no metálica

(**Anexo 2-Tabla 1.6**), en la gestión realizada a la empresa siderúrgica (**Tabla 2.2**), a las acciones emprendidas con las misiones del GTRI y de los resultados de la misión de la OIEA (**Tabla 4.1**), y está presente en cada uno de los servicios realizados en los años en que se basa el estudio.

El uso de las variables, implican el recurrir a los indicadores que en el caso de la protección radiológica, que constituye el objetivo como país, al cual sirve fin de la labor de gestión de los residuos radiactivos es, qué cantidad de Dosis equivalente o de Dosis equivalente efectiva, es o ha sido liberada, retirada del acceso del público y del ambiente, procediendo a que estas fuentes de radiación sean aisladas, acondicionadas, almacenadas y controladas, con las labores que traduce la PGRR-IPEN.

Si bien el Inventario con las misiones señaladas, se ha mejorado, tanto en la forma de exportación al país fabricante con la iniciativa de EEUU, como en el desmontaje del blindaje in situ de las fuentes selladas con la cooperación de la OIEA, se presenta un buen número según el inventario general expresado por los usuarios a nivel nacional, bajo inspección por parte de la OTAN. De otro lado, los llamados pasivos radiactivos que están pendientes de atención. Pasivos que merecen una especial gestión, como son los de minería de uranio, los pararrayos radiactivos de Am-241, o las agujas de Ra-226, que han sido declarados fuera de uso.

Este Inventario radiactivo de los materiales radiactivos fuera de uso, bajo control de la PGRR, reúne las variables tanto independientes y dependientes. La Actividad en GBq, que constituye la variable independiente, es dinámica, acumulativa, desclasificadora y como se ha señalado también deviene en exenta, todo esto por las características de la variación de decaimiento en el tiempo. La condición de exentas permite el retiro de las condiciones de almacenamiento. Podemos decir que la política, la estrategia y el sistema de gestión se expresan en un manejo del Inventario radiactivo. A través de ello, se evalúa en qué estado se encuentra la estrategia a seguir, tanto asumiendo las consecuencias de la estrategia de desclasificación como de otro lado el aspecto más exigente de asumir el almacenamiento en todo el tiempo de decaimiento para las fuentes de largo periodo de semidesintegración.

Como nos indica el texto, “Recursos metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. Técnicas para Investigar” [ 68 ], de José Alberto Yuni y Claudio Ariel Urbano, “La metodología es por lo tanto, un saber que se va modificando en relación con la aparición de nuevas técnicas, de nuevos instrumentos, de nuevos modelos conceptuales y de modos innovadores de indagar los fenómenos de la realidad”. “...es en cierto modo, la “filosofía” del proceso de investigación e incluye los supuestos y valores que sirven como base de los aspectos procedimentales de que se sirve el investigador para obtener la información, interpretar datos y alcanzar determinadas conclusiones teóricas”.

También en el texto Guía Protocolo de Investigación, del Dr. Msp Antonio Vásquez Hidalgo [ 69 ]. Marzo 2012, <https://es.slideshare.net/antares2000a/guia-protocolo-de-investigacion>, *indica* “La prospectiva tecnológica es una combinación de pensamiento creativo, visiones expertas y escenarios alternativos que contribuyen a la planificación estratégica”. “El futuro es por definición desconocido pero en las actividades de prospectiva se utilizan juicios u opiniones de expertos para obtener una visión del mismo”.

Todo ello nos lleva a señalar que lo desarrollado cumple lo que constituye un trabajo de investigación a nivel de maestría, pues explora desde el nivel internacional y nacional y sus particularidades lo que constituye la gestión integrada de los residuos radiactivos, basados en una política y estrategia.

### **4.3 Rol del capital humano**

Ganar a la opinión pública, sobre los proyectos y problemas que genera la energía nuclear, es de mucha importancia. Los organismos propiciadores que presiden las aplicaciones, se esmeran cuidadosamente para que ella se dote de la mejor imagen promoviendo la tecnología e interactuando a escala global. Como ocurre en muchos casos, el direccionamiento no siempre es el adecuado, ya que no se trata con las comunidades directamente involucradas y si estas están alejadas, como país, como poblado, el desplazamiento en las decisiones que deben ser compartidas, se perturba aún más.

Hay serias repercusiones en la opinión pública que se heredan de las explosiones nucleares como del armamentismo, que a pesar de los tratados o convenios, sigue latente como amenaza, porque no es un asunto que se resuelve solo con las declaraciones o acuerdos y si hay controversias serias de tipo ideológico, territorial, el aspecto de la amenaza nuclear es latente. Entonces aplicar las reglas de una gestión integral involucra el desarrollo de prácticas sustentables y válidas para el bienestar y la salud de la población, es adversa a una práctica armamentista, es un llamado a la paz y duradera. Esta comprensión va de la mano con el hecho de que la energía núcleo eléctrica proveniente de centrales nucleares cubre un porcentaje cercano al 20 % de la energía que se utiliza en el mundo, y que ella, a diferencia de los combustibles fósiles no contribuye con productos de contaminación atmosférica y del cambio climático. Y, no solo como fuente energética, sino en el mejoramiento de las condiciones de vida y de progreso dadas su intervención en los aspectos de la salud, nutrición, uso de los recursos naturales y en el manejo y control ambiental.

Desde la constitución del Centro Nuclear, hubo y hay programas de acercamiento y de captación positiva de la comunidad cercana, a fin de que con el apoyo y colaboración, de atención sanitaria, acceso vehicular, visitas de difusión. Ello es corto para lo que esperan de una entidad estatal. Desde ya la instalación del Centro nuclear, por la carretera de acceso desde Puente de Piedra al distrito de Carabayllo, ha gravitado en una modificación de condiciones de vida, cuya evaluación habría que ponderar. De terreno agrícola que era la zona, ha pasado a ser una ruta urbanizable. Contribuye a ello otros problemas agrícolas principalmente limitaciones de recurso hídrico y requerimientos agrarios insatisfechos que han trasladado decisiones hacia valorizar los terrenos para hacerlas urbanizables.

Desde el área de los RR, la prevención, el control, la mitigación, es un tema especial de respuesta ante la comunidad. Se pierde credibilidad, cuando no se destaca la información técnica con sus análisis y resultados, si bien se encuentran en las publicaciones como el Informe Científico del IPEN, este es anualmente y destinado a un sector de la comunidad científica y no está al alcance de muchos miembros de la población vecina. Es necesario disponer de una publicación especial a la comunidad en forma más accesible a su capacidad lectora. Planteándose el

concurso de medios informativos ágiles, es también una gran forma de acceder al conocimiento y reacción positiva en donde la comunidad perciba y participe de los alcances del desarrollo.

Con estas observaciones, paso a mostrar parte lo que ha sido la difusión y alcance de las actividades, que adquiere la GRR con relación a la tecnología nuclear y ambiental.

En las ilustraciones que siguen, son los aspectos de difusión de la tecnología de los residuos radiactivos, de un lado con la participación de la OIEA e IPEN y de otro con entidades culturales y de alcance nacional en sectores como la minería y la educación universitaria.

La ilustración 4.4, muestra a los participantes y organizadores del “Curso Regional de Capacitación para Operadores y Reguladores en Residuos Hospitalarios y de Laboratorios de Investigación Biológica”, realizado los días 5 al 9 de septiembre del 2011, en las instalaciones del Hotel José Antonio, Miraflores, Lima. En el curso participaron 04 ponentes de la OIEA, Rubemar Ferreira, Brasil; Belén Fernández, España; J. Carlos Benítez, Cuba-OIEA; Alfredo Biaggio, Argentina y la contribución del IPEN a través de la CTAI y RR. PP. La parte nacional concurren representaciones de DIGESA, OTAN, PGRR, entre otros, siendo el responsable nacional el autor del presente Proyecto.



**Ilustración 4.4 Evento Regional en Lima IPEN-GRR-OIEA, 2011**

**Fuente: web IPEN [www.ipen.gob.pe](http://www.ipen.gob.pe)**



La ilustración 4.5 se muestra la exposición realizada en el Auditorio del Instituto de Ingenieros Minas del Perú (IIMP), en septiembre del 2012, con el tema de “La Gestión de los Residuos Radiactivos en la Actividad Minera”, que fuera motivo de difusión instantánea en la cadena Minería On line. del IIMP. Esta conferencia también mereció un artículo en la Revista “MINERIA” de septiembre del 2012, en el Informativo semanal del IIMP N° 154, del 23 de agosto 2012 y en la Revista especializada PROACTIVO, edición N° 96, del 15 de septiembre del 2012.



**Ilustración 4.5 Exposición en el IIMP**

La ilustración 4.6, es la participación como ponente en el Encuentro Científico Internacional de Invierno del 2014, con el tema de Gestión de Residuos Radiactivos”.



**Ilustración 4.6 Exposición ECI Invierno 2014**

La Ilustración 4.7, es la exposición con el tema de “Trabajos con Fuentes Radiactivas”, realizado en el Colegio de Ingenieros, el 2014



Ilustración 4.7, Exposición por el ICAP, 2014

La ilustración 4.8, muestra la participación “Informe Científico Tecnológico- IPEN”, que se publica anualmente, donde el número del 2008, contiene el artículo “Evaluación Radiométrica de Lodos en la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales (PTEC)”, ubicado en el Centro Nuclear [ 70 ].



IPEN

Informe Científico Tecnológico 2008

### Evaluación radiométrica de lodos en la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales (PTEC)

Genaro Rodríguez\*, Walter Cruz, Álvaro Aguirre, Mario Mallaupoma  
 Planta de Gestión de Residuos Radiactivos, Instituto Peruano de Energía Nuclear,  
 Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Ilustración 4.8 Participación en ICT, 2008-IPEN

La ilustración 4.9, son los desmontajes realizados de los pararrayos radiactivos de las transferidas a telefónica en las regiones altoandinas.



**Ilustración 4.9 Desmontaje de pararrayos radiactivos**

**Fuente: Informe Técnico PGRR**

La ilustración 4.10, son los resultados de análisis emitidos por el Laboratorio de Control Ambiental del IPEN, en fecha de Febrero del 2013, mediante un Analizador multicanal gamma de amplia Resolución y mediante Software GENIE 2K, en los líquidos procedentes de la PPR, en el cual se reconoce la presencia de Molibdeno-99 y Tecnecio-99m, con actividades sumamente bajas, por lo cual se concluye su condición de dispensa de tratamiento, factible de descarga de los efluentes.

**Anexo 07.**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: C:\GENIE2K\CAMFILES\M1302\M1302-008.CNF

Report Generated On : 08/02/2013 03:20:48 PM  
 Sample Title : M1302-008  
 Sample Description : Agua PPR  
 Sample Identification :  
 Sample Type : Agua  
 Sample Geometry : C9x3  
 Peak Locate Threshold : 2.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 1 - 8196  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8196  
 Identification Energy Tolerance : 2.000 keV  
 Sample Size : 6.000E-003 L  
 Sample Taken On : 08/02/2013 12:00:00 AM  
 Acquisition Started : 08/02/2013 02:39:52 PM  
 Live Time : 1000.0 seconds  
 Real Time : 1022.6 seconds  
 Dead Time : 2.21 %

Energy Calibration Used Done On : 08/02/2013  
 Efficiency Calibration Used Done On : 08/02/2013  
 Efficiency ID : G2-C9x3

Peak Analysis Report 08/02/2013 03:21:05 PM Page 1

Errors quoted at 1.000 sigma  
 Nuclide Identification Report 08/02/2013 03:21:17 PM Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: M1302-008  
 Nuclide Library Used: C:\GENIE2K\CAMFILES\PPR.NLB

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (uCi/L)	Activity Uncertainty
MO-99	0.965	140.51*	88.70	1.289E+000	4.705E-002
		181.06*	6.20	9.947E-001	2.350E-001
		366.43*	1.37	6.208E+000	8.847E-001
		739.58*	12.80	1.049E+000	1.298E-001
		778.00*	4.50	4.691E-001	2.656E-001
TC-99m	0.934	140.51*	89.06	6.063E+000	2.219E-001

\* = Energy line found in the spectrum.  
 Energy Tolerance : 2.000 keV  
 Nuclide confidence index threshold = 0.30  
 Errors quoted at 1.000 sigma

#### Ilustración 4.10 Resultados de Análisis de Líquidos de la PPR

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Cabe señalar a la luz de la obtención de los resultados señalados, que los objetivos tanto generales como específicos han sido alcanzados, en la medida del reconocimiento de las fortalezas y debilidades de la política y estrategia en un sistema integrado de gestión. Se resumen las siguientes conclusiones:

1. Indicamos como Objetivo General, el “Contribuir a lograr que la Gestión de los Residuos Radiactivos, se enmarque en una política y estrategia que permita ser un factor coadyuvante en las aplicaciones pacíficas de la radiación ionizante...”. Efectivamente, debe observarse además de ser un tema nacional, obliga a una comprensión internacional. Cabe decir desde el momento en que los problemas que se presentan desde el punto de vista de un accidente o mal uso de fuentes radiactivas compromete las fronteras nacionales y eventualmente afectan a nuevas generaciones. De allí la importancia de la ratificación desde el Congreso de la República, de la “Convención Conjunta de la Seguridad de los Combustibles Gastados y de la Seguridad de los Desechos Radiactivos”, aprobado por los países miembros del OIEA de la cual formamos parte
2. El primer objetivo específico dice, “Establecer que las políticas y estrategias sean sostenibles con medidas que permitan disponer en forma segura los materiales radiactivos que devengan como residuos, considerando su impacto en el público y el ambiente”. Sobre lo cual se concluye, que los residuos radiactivos, según la clasificación y derivación de las actividades en el Centro nuclear y sus aplicaciones en el territorio nacional, pueden devenir en peligros potenciales al público y al medioambiente. La característica de la radiación ionizante continua presente, según sea el periodo de vida media, la actividad radiactiva y los tipos de emisor generado en el núcleo del átomo. Lo que implica mejorar la política y la estrategia en correspondencia a las situaciones de riesgo.

3. Un segundo objetivo específico, dice: “Permitir que los niveles de respuesta por la unidad centralizada y especializada desarrolle las etapas de la gestión de los residuos en forma integral”. Y como conclusión, se tiene que las políticas y estrategias son sostenibles en el tiempo, cuando se asocian a la confección e implementación de su sistema integrado de gestión de los residuos radiactivos. Cabe por ello la reflexión y proceder con medidas que permitan disponerlos en forma segura en todas las etapas para su acondicionamiento y almacenamiento, considerando sus riesgos de impacto en el público y el ambiente.
4. Un tercer objetivo específico, expresa, “Disponer de opciones de respuestas a las clausuras de instalaciones nucleares y radiactivas, como a las actividades mineras uraníferas”, que en correspondencia con el diagnóstico de la existencia de instalaciones nucleares y radiactivas, el Perú presenta un amplio número de usuarios, de localización en el territorio nacional y de fuentes radiactivas de variados tipos y usos, ante las cuales, la Planta de Gestión de Residuos Radiactivos requiere mayor apoyo en recursos humanos y de presupuesto, para las soluciones de gestión incluyendo respuestas al almacenamiento con consideraciones geológicas y de clausura o cierre de instalaciones.
5. Con los organismos internacionales como el OIEA, y el reconocimiento de los medios utilizados o no, por los usuarios nacionales constituyen, la base para la elaboración de un plan nacional de respuesta en todas las fases del sistema de gestión de los residuos radiactivos. La formación sistemática e integrada de los cuadros profesionales, en su interacción con la variación del inventario radiológico.
6. Desde el Congreso de la República, a fin de acompañar con las recomendaciones y las necesidades nacionales, se requiere promulgar un instrumento de política y de estrategia como el señalado en el proyecto de Ley de Residuos Radiactivos. Esto permitirá potenciar recursos presupuestales, infraestructura e instrumental, como encaminar obligaciones a los usuarios y organismos reguladores resolver con integridad los residuos radiactivos.

7. La gestión del sistema, cuyo objetivo es disponer el producto inmovilizado acondicionado, requiere de un almacenamiento definitivo bajo la forma de un repositorio de tipo Bore Hole, el mismo que demanda diseño, localización y habilitación.
8. Los usuarios de material radiactivo y de fuentes selladas radiactivas que son consideradas en desuso, de acuerdo con la Ley 28028, tiene tres meses para proceder a la gestión de residuos destinando a la PGRR. Esta Ley es muy positiva para integrar a los usuarios, pero es mucho más importante su vigilancia a fin de que se cumpla con este mandato, que incluye la presencia del regulador en las áreas de los usuarios.
9. El IPEN, es la institución descentralizada del estado, del sector de energía y minas, que concentra la experiencia y capacidades de asumir una política y estrategia de gestión de los residuos radiactivos, acorde con las recomendaciones internacionales y la normatividad establecida en el país. La PGRR, en su plano específico asume la función de identificar y minimizar los riesgos existentes y potenciales, apoyándose en el sistema de gestión integrado de los residuos radiactivos y como tal en su estructura orgánica le cabe un lugar acorde a la dimensión nacional de sus intervenciones.
10. Es en el marco del OIEA, y en las relaciones bilaterales con el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la PGRR; ha logrado reducir y acondicionar fuentes selladas radiactivas, así como reactualizar la base de datos de su Inventario radiactivo denominado Radioactive Waste Management Registry (RWMR), acciones destinadas al reforzamiento de la gestión de los residuos radiactivos contando con recursos humanos, e infraestructura propia.
11. En el marco de un convenio bilateral, entre IPEN y la Iniciativa Internacional para la Reducción de Amenazas (GTRI) sostenido por el Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos de Norteamérica, se ha integrado una opción muy importante con la repatriación de fuentes radiactivas selladas en desuso. Esta acción es gravitante en el manejo del inventario radiactivo e

insuficiente a los fines del sistema de gestión que se desarrolla en este proyecto.

12. La PGRR dispone de un Manual de Procedimientos que debe orientarse a la inclusión de un programa de Garantía de calidad, integrando la evaluación del sistema de gestión con el de impacto ambiental considerando las herramientas del OIEA como el instrumento marco de evaluación de la seguridad (SAFRAN), además de las ISO 9000 e ISO 14000.
13. Ante la existencia de pasivos radiactivos, constituidos por fuentes de Am-241, Ra-226 y resultados de minería de uranio, han sido utilizados o han quedado fuera de control, deben establecerse medidas de recolección y almacenamiento centrado en los pararrayos y agujas de braquiterapia; en el caso del Uranio, completar acciones de mitigación y aislamiento en las zonas de exploración. Acciones preventivas similares deberán adoptarse con los productos Natural Occurrence Radiactive Materials (NORM) y sus derivados, previos reconocimientos.
14. De forma general se puede concluir que el Proyecto cumple con el objetivo general y los específicos planteados al identificar la situación actual y las necesidades de la Gestión de Desechos Radiactivos y Fuentes en Desuso en el país. Como tal la PGRR, debe elaborar un plan de atenciones y medidas para el desarrollo de las mismas a partir de los logros y experiencias que se ha expuesto y que pueden ser transferidas por quienes están incursos en la protección del público y el medioambiente.



## Recomendaciones

1. Disponer de un equipo multidisciplinario en la elaboración del Plan estratégico 2016 al 2021 que incluya a especialistas de la PGRR, y contenga sustancialmente los aspectos que contiene la CCCGSDR
2. Constituir una Comisión especial de IPEN, OTAN y PGRR, que reelabore el proyecto de Ley de Gestión de Desechos Radiactivos, en la que contenga los sustentos de las políticas y estrategias de un sistema integrado de gestión de residuos radiactivos.
3. Establecer plazos de elaboración de la documentación base que sustente la Ley de Gestión de Residuos radiactivos. Entre ellos: a) El Inventario de fuentes radiactivas en uso y en desuso, b) Plan Nacional de gestión de residuos radiactivos, c) Establecer los requerimientos de recursos humanos, d) Fijar las mejoras físicas y de protección radiológica, e) Proyectar el presupuesto necesario para la consistencia en la ejecución del dispositivo de ley, d) Recepcionar las opiniones o sugerencias de los usuarios, las entidades técnicas y el público,
4. Procesar en forma regular y sostenida una interrelación, en todos los aspectos que atañe a la gestión de los residuos radiactivos, con el Organismo OIEA y las entidades vinculadas como el Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología en la América Latina (ARCAL) y los programas regionales de cooperación técnica. Evaluar las participaciones, acuerdos, recomendaciones, capacitaciones, visitas, misiones, entre otras opciones institucionales.
5. Asimismo desarrollar una amplia interacción con los organismos nacionales desde la Presidencia, congreso, sectores ministeriales, gobiernos regionales, instituciones afines de ciencia y tecnología, a fin de encontrar las facilidades que permitan dar cursos a los planteamientos que se hagan desde el IPEN. Se destaca en esta labor la aprobación de una Ley de Residuos Radiactivos, la modificación de la estructura orgánica del IPEN que considere la existencia

de un Consejo Directivo y una Dirección General de Gestión de los Residuos radiactivos.

6. En particular, se recomienda continuar los esfuerzos a fin de que las Políticas y Estrategias propias como país, ponga en su lugar lo que constituye la evaluación de la seguridad física de sus instalaciones. Los apoyos externos deben ser de manera concluyente a los fines de la investigación y desarrollo de los aspectos de la tecnología nuclear y sus aplicaciones. En lo que corresponde a la seguridad física es de responsabilidad del estado y de sus instituciones el disponer de los medios apropiados para ello.
7. Promover desde los niveles correspondientes, los programas de divulgación pública a todos los usuarios, relacionado a la seguridad física y radiológica con materiales nucleares y radiactivos, en las condiciones que devengan como residuos radiactivos, de modo que tengan alcance nacional y acceso a los usuarios para establecer una acción común de prevención y control afin, utilizando guías de divulgación adecuadas a una lectura rápida y comprensible.
8. Promover la captación de personal especializado para cumplir en la elaboración del diseño de lo que se ha denominado repositorio de disposición final de los productos radiactivos de largo periodo de vida media.
9. La capacitación tecnológica en los residuos radiactivos es una de las características que debe tener siempre continuidad y progresividad, desde que es multidisciplinario, el reforzamiento debe también orientarse al Modelamiento Matemático para la evaluación del impacto de los materiales nucleares y radiactivos en la variedad de sus generaciones.
10. Prestar mucha atención al desarrollo de las experiencias en materia de los residuos radiactivos por países en la región, así como de la asesoría de especialistas del OIEA a fin de ampliar y darle consistencia a las medidas que se adopten con la política, la estrategia y el sistema de gestión integrado.

11. Integrar sistemáticamente las lecciones de las prácticas realizadas en torno al Acondicionamiento de los materiales y fuentes selladas radiactivas en desuso. Aplicar y controlar los criterios de dispensa y descargas para la minimización de los desechos radiactivos y como medida de protección del público y el medioambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **IPEN**, (2013). Informe de Gestión, Año 2013, Versión 1, PLPR. Disponible en [http://www.ipen.gob.pe/site/transparencia/index\\_2013.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/transparencia/index_2013.htm)

[2] **Ortiz, T.** (1995). Application of Exemption Principles to Material Resulting from the use of Radionuclides in Medicine, Industry and Research. Safety.

[3] **OTAN-IPEN.** (1997). Reglamento de Seguridad Radiológica, D.S. 009- 97-EM. Disponible en: [www.ipen.gob.pe/transparencia/otan.Leyes y Normatividad](http://www.ipen.gob.pe/transparencia/otan.Leyes y Normatividad)

[4] **Pahissa J.**, (1995). Origen y Características de los Residuos Radiactivos, Curso Regional OIEA, ENRESA, CIEMAT. Madrid, España.

[5] **IAEA**, (2006). Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management”, International Law Series No. 1, IAEA, Vienna.

[6] **OIEA.** (1956). Estatuto de la OIEA. Enmiendas del 28-12-1989, Disponible en <https://www.iaea.org/about/statute>

[7] **IPEN.** (1989). Información técnica de infraestructura y Productos, Disponible en: [www.ipen.gob.pe/site/index/index.htm](http://www.ipen.gob.pe/site/index/index.htm).

[8] **OTAN-IPEN** (2003). “Ley 28028, de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante”, del 26 de Junio del 2003. OTAN-IPEN y Reglamento de la Ley 28028, D.S. N° 039-2008-EM.

[9] **Herscovich, M.** (1995) “Opciones de Tratamiento de Residuos Líquidos de Baja Radiactividad”, Curso Regional OIEA, ENRESA, CIEMAT. Madrid, España.

[10] **ARCAL XX, OIEA**, (2000). “Guía Práctica para la Identificación de Fuentes Radiactivas y Equipos que las Contienen”, Proyecto RLA/9/028,

[11] **IAEA, (2007)**. "Identification of radioactive Sources and Devices", Nuclear Security Series N° 5, Reference Manual.

[12] **Frisancho, I.** (1991) Física Nuclear, CSEN-IPEN.

[13] **IAEA.** (1994), Technical Reports Series N° 373 "Decommission Techniques for Research reactors", Vienna,

[14] **IAEA.** (2001) TECDOC-1205 Management for the prevention of accidents from disused sealed radioactive sources, April.

[15] **Rodríguez, G.** (1996). Estudio Técnico de los Residuos Líquidos Radiactivos en el Centro Nuclear "RACSO", FIQT, UNI,

[16] **Anaya, O.** (2009). Producción de Fuente Sellada de Fósforo-32 para Uso Médico, FIQT, UNI.

[17] **OIEA,** (2003). Clausura de Instalaciones pequeñas médicas, industrial y de investigación, Serie de reportes Técnicos N° 414, Viena.

[18] **OIEA,** Serie de Reportes Técnicos N° 456, "Recuperación y Acondicionamiento de residuos sólidos radiactivos de instalaciones antiguas". 2007, Vienna,

[19] **Osores, J.** (2014). "Estudio Piloto para la Determinación de Niveles de Radón en Minas Subterráneas", Departamento de Control Ambiental, ICT, Seguridad IPEN.

[20] **Rodríguez, G.** (2009). Informe Científico Tecnológico 2009, "Tratamiento de líquidos lixiviados de uranio". Disponible en [www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/inf\\_cientific/cict2008.pdf](http://www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/inf_cientific/cict2008.pdf)

[21] **CNEA,** (2001). "Complejo Minero Fabril San Rafael, Actualidad y Perspectiva", agosto.

[22] **Bomben, A.**, (1989). Toxicología del Uranio, Boletín de la Sociedad Argentina de Radioprotección, CNEA Argentina.

[23] **SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**, (2001) Ley N° 27446. Promulgado el 20 de abril del 2001

[24] **OTAN-IPEN**, “Requisitos para la Seguridad Radiológica en Minería e Instalaciones de Uranio y Torio o Material sin Procesar. Orientado a las Exposiciones Ocupacionales, Públicas y Ambientales que se Originan a partir de Operaciones de Exploración, Laboreo”, Norma Técnica IR.002.2009, Resolución de Presidencia 147-09 IPÉN/PRES.

[25] **Zegarra, L.**, (2013) “Formulación de un Proyecto de Instalación de un Ciclotrón para la producción de radioisótopos de uso en Medicina Nuclear”. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico, FIQT, UNI.

[26] **IAEA**, (2009). Security of Radioactive Sources. Nuclear Security Series No. 11, 2009, Vienna.

[27] **IAEA**, (2013). TECDOC 1712 “Management of NORM Residues”, 2013, Vienna.

[28] **González, J., Pujol, L., Suárez, M.**, (2012). Procesos Recomendados para el Control de la Presencia de Material Radiactivo en Materiales Metálicos, Revista Radioprotección N° 72 VOL XIX, Sociedad Española de Radioprotección. España.

[29] **IAEA**. (2008). Security in the Transport of Radioactive Material. Nuclear Security Series N. 9.

[30] **Mallaupoma, M.** (2009). Des acondicionamiento de Fuentes Selladas en Desuso Colocadas en Matrices de Cemento, ICT, IPEN.

[31] **OIEA**, (2004) “Gestión Previa a la Disposición Final de Desechos Radiactivos, Incluida la Clausura, Requisitos de Seguridad, Viena,

[32] **Delattre D.**, (2000). Actualización de las RADWASS. Programa de Normas de Seguridad para la Gestión de los Desechos Radiactivos, Boletín OIEA, N° 42, Vol3, 2000.

[33] **OTAN-IPEN**, (2011). Norma Técnica SF.001.2011 Requisitos de Seguridad Física en Fuentes Radiactivas. Aprobado con R.P. 131-11-IPEN/PRES.

[34] **Colegio Oficial de Físicos**. (1989). Tratamiento y Gestión de Residuos Radiactivos. Editado por ENRESA, Madrid, España.

[35] **IPEN**, (1977). Ley Orgánica, Decreto Ley N° 21875, del 5 de julio de 1977. [www.ipen.gob.pe/transparencia/transparencia./ley\\_organica\\_21875.pdf](http://www.ipen.gob.pe/transparencia/transparencia./ley_organica_21875.pdf).

[36] **Espejo, J.** (1995). Consideraciones Sociales, Económicas y Necesidades de Recursos”, Curso Regional OIEA, ENRESA, CIEMAT. Madrid, España.

[37] **Rodríguez G.** (2012) LA GRR en la Actividad Minera, IIMP Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Revista Minería N° 420, setiembre 2012 e, Informativo semanal del IIMP N° 154, del 23 de agosto 2012.

[38] **IAEA**, (1994). “Decommissioning Techniques for Research Reactors”, Technical Reports Series N° 373.

[39] **PGRR-IPEN**, (2010) Garantía de Calidad en la Gestión de Fuentes Radiactivas Selladas en Desuso, Curso de entrenamiento, Octubre Lima Perú.

[40] **PGRR-IAEA**, (2015), Radioactive Waste Management Registry (RWMR), version actualizada. Disponible en: <https://www.iaea.org/ourwork/st/NE/NEFW/Technical-Areas/wts/information-RWMR.html>

[41] **OIEA**, (2009). Proyecto RLA/09/062, Reunión Regional sobre “Regulación en Materia de Gestión de los Desechos Radiactivos. Comparación de las regulaciones nacionales con las Guías de Seguridad del OIEA, 27-Abril al 1 de mayo del 2009, Santo Domingo, República Dominicana.

[42] **AIEA**, (2000). Annual Report enero a diciembre del 2000, [www.aiea.org](http://www.aiea.org)

[43] **Amano, Y.** (2014), El Accidente de Fukushima Daiichi, Informe del director General AIEA, 2014. [www.aiea.org](http://www.aiea.org)

[44] **OTAN-IPEN**, (2012). Norma Técnica IR.002.2012 Requisitos de Protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear (R.P. 048-12-IPEN/PRES), del 23 de febrero 2012.

[45] **Economía y Finanzas**, (2013). Plan Inca asumido por el Gobierno de Juan Velasco Alvarado 1968-1975 Disponible en: [http://economía-hoy.blockspot.pe\(2013/06/el-plan-inca.html](http://economía-hoy.blockspot.pe(2013/06/el-plan-inca.html).

[46] **Contreras C., Cueto M.** (2012) Radiografía del Plan Inca. Disponible en: [historiadelperu.carpetapedagogica.com/2012/12/radiografia-del-plan-inca.html](http://historiadelperu.carpetapedagogica.com/2012/12/radiografia-del-plan-inca.html).

[47] **OIEA**, (1996) Principios para la Gestión de Desechos Radiactivos, Colección Seguridad N° 111-F, Viena.

[48] **OIEA**, (1997) “Convención Conjunta sobre la Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos”, Viena.

[49] **ONU**, (1992) Declaración de Río de Janeiro, Junio, Brasil. [www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm](http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm)

[50] **OTAN-IPEN**. (2002). Reglamento de protección física de materiales e instalaciones nucleares (D.S. Nro. 014-2002-EM).



[51] **IAEA** (2009). Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material – 2009 Edition. Safety Requirements. TSR1. 2009.

[52] **IAEA**. (2009). Classification of Radioactive Waste, General Safety Guide, GSG-1, Vienna.

[53] **IAEA**, (2005). SAFETY STANDARDS SERIES No. RS-G-1.8, “Environmental and Source Monitoring for purposes of Radiation”, Vienna.

[54] **IAEA**, (2009). Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5, IAEA, Vienna.

[55] **IAEA BULLETIN**, (2000), “Soluciones al Problema de los Desechos”. Quaterly Journal of AIEA, Vol 42, Nº 3, Vienna.

[56] **OIEA**, (2004), “Aplicación de los Conceptos de Exclusión, Exención y Dispensa”. GUÍA DE SEGURIDAD Nº RS-G-1.7, Viena, Austria,

[57] **IAEA**, (2000) Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna.

[58] **IAEA**, (2004), “Innovative Waste Treatment and Conditioning Technologies at Nuclear Power Plants”. Tecdoc-1594 Disponible en: [www-pub.iaea.org/ MTCD/.../ PDF/ Te\\_1594\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/.../PDF/Te_1594_web.pdf). Vienna.

[59] **IAEA**, (2011), “Bore Hole Disposal of Dissused Sealed Sources”, TECDOC 1644, Vienna

[60] **CSN**, (1993) “Vigilancia y Control de los Residuos Radiactivos”, Madrid, España.

[61] **IPEN**, (2010). Plan Estratégico Institucional 2010-2016, Acceso el 10 Enero 2016. <http://www.ipen.gob.pe/transparencia/index/index.htm>

[62] **Romero, G.** (2001) Marco Legal de la Actividad Nuclear en el Perú, 1989-2001, Lima Perú.

[63] **OIEA**, (1995)., Normas Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación, de la Colección Seguridad N° 115, OIEA, Viena 1995

[64] **IAEA** (2001), Methods for the Minimization of Radioactiv Waste from Decontamination and Decomissioning of Nuclear Facilities”, Technical Reports seies N° 401, 2001, Vienna.

[65] **IAEA**. (2004). Código de Conducta Revisado sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas. IAEA/CODEOC/2004/Rev.1

[66] **Bunge M.**, (1960), “La Ciencia, su método y su filosofía”, Buenos Aires, Siglo Veinte.

[67] **Hernández R., Fernández C., Baptista P.**, (1997), “Metodología de la Investigación”; Mc Graw Hill, México.

[68] **Yuni J., Urbano C.** (2006), “Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. Técnicas para Investigar”, 2° edición, Editorial Brujas, Argentina.

[69] **Vásquez A.**, (2012), <https://es.slideshare.net/antares2000a/guia-protocolo-de-investigacion>

[70] **Rodríguez G.** (2008), Evaluación radiométrica de lodos en la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales (PTEC)”. Informe Científico tecnológico, IPEN.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 01: PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL IPEN 2010 – 2016, EDITADO EN DICIEMBRE DE 2009**

Presidente del IPEN: Ing. Carlos Barreda Tamayo

Directora Ejecutiva: Ing. Kattia Bohórquez Cairo

Comisión de Elaboración: CPC Walter Poma Torres Ing. Carlos Sebastián Calvo

Ing. Carlos Gayoso Caballero Lic. Fernando Hidalgo Palomino

Equipo Estratégico

1. Manuel Castro, 2. Tony Benavente, 3. Lorena Rengifo, 4. Marco Munive, 5. Mariano Vela, 6. Rolando Arrieta, 7. Agustín Zúñiga, 8. Anita Robles, 9. Olgger Anaya, 10. Marco Linares, 11. Elder Celedonio, 12. Rubén Rojas, 13. Antonio Prado, 14. Eduardo Medina, 15. Carlos del Valle, 16. Rossana Morales, 17. José Solis, 18. Marco Espinoza, 19. Eduardo Montoya, 20. Patricia Bedregal, 21. María Benites, 22. Jacinto Valencia

Diciembre de 2009

### **INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR FORMULACIÓN PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL 2010 – 2016**

#### **ÍNDICE**

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

1. Direccionamiento Estratégico
  - 1.1 Visión
  - 1.2 Misión
  - 1.3 Valores
  - 1.4 Objetivos Estratégicos
2. Diagnóstico
  - 2.1 Matriz de Evaluación de Factores Internos
  - 2.2 Matriz de Evaluación de Factores Externos
  - 2.3 Matriz Interna y Externa
3. Matriz FODA: Acciones Estratégicas

4. Matriz Producto / Cliente
5. Importancia y Valor de los Grupos de Interés o “Stakeholders”
6. Áreas y Líneas de Investigación
7. Objetivos Inductores y Objetivos Estratégicos
  - 7.1 Objetivos Inductores y Áreas Responsables
  - 7.2 Objetivos estratégicos y Acciones establecidas recomendables para alcanzarlos
8. Mapa Estratégico
9. Plan de Monitoreo y Control de la Gestión por Resultados
  - 9.1 Gestión por Resultados en cumplimiento de las directrices del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)
  - 9.2 Tablero de Comando de Objetivos, Indicadores y Metas
10. Estrategia de Comunicación
11. Conclusiones
12. Recomendaciones

**ANEXOS:**

- I. PRIORIZACION INTERSECTORIAL EN EL MARCO DEL PERFIL ESTRATÉGICO REGIONAL DEL OIEA, PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (PER) 2007 – 2013
- II. CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA “SEMILLEROS” PARA LA FORMACION DE RECURSOS HUMANOS CALIFICADOS EN EL IPEN
- III. ASPECTOS TECNICOS DE LA PRODUCCION DE Mo-99 POR FISION
- IV. PRESUPUESTO 2010 RESUMEN EJECUTIVO
- V. PLAN ESTRATÉGICO SECTORIAL MULTIANUAL DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

**INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR**  
**FORMULACIÓN PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL 2010 2016**

**PRESENTACIÓN**

Las aplicaciones de la ciencia y tecnología nucleares han reportado grandes beneficios para la humanidad, especialmente en el campo de la industria, la minería, la agricultura, la medicina y la generación de energía eléctrica limpia segura y económica.

En el Perú, se ha efectuado aplicaciones nucleares en diferentes sectores de la actividad económica productiva y de servicios. La especialización de profesionales y la infraestructura y equipamiento disponibles, han permitido el desarrollo y uso de la tecnología nuclear, fundamentalmente en los campos de la industria, minería, agroindustria, ambiental, hidrológico y de la salud.

Los avances de la investigación científica en general han dado lugar a técnicas que, complementándose con las nucleares, aceleran el progreso de la ciencia y tecnología; aspecto que coadyuva al desarrollo de la economía y el comercio internacional en los países que han mantenido de manera sostenida dichos progresos.

El conocimiento y la tecnología cada vez se desarrollan más rápidamente y demandan a las organizaciones diseñar planes estratégicos previsores de estas oportunidades para contribuir a la mejora de la competitividad del país y el bienestar de la población. La generación de valor agregado es la piedra angular no sólo para el desarrollo económico de los países, sino, incluso para su sostenibilidad.

En este contexto, el Instituto Peruano de Energía Nuclear ha determinado la formulación del Plan Estratégico 2010- 2016, que orientará su quehacer aportando a la satisfacción de necesidades sociales y económicas del país, contribuyendo a mejorar su nivel de competitividad.

La aplicación de radioisótopos, en los diversos campos productivos y de servicios, como la minería, industria y turismo, agropecuario, ambiental, energía eléctrica (núcleo electricidad), y en el campo de las aplicaciones médicas, serán los quehaceres principales, además de la transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos, y capacitación.

Lo más importante es que los trabajadores – científicos, ingenieros, y personal administrativo – tengan presente que para el éxito de este Plan Estratégico deben trabajar en estrecha colaboración con otras instituciones del Perú y del extranjero. Por otro lado, se evidencia la necesidad de fortalecer la relación Entidad Privada - Academia - Estado; específicamente entre instituciones de ciencia y tecnología, empresas productivas, sector salud, sector educación y otros grupos de interés, para el logro de los objetivos.

**INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR**  
**FORMULACIÓN PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL 2010 2016**  
**INTRODUCCIÓN**

El Plan Estratégico Institucional PEI 2004 – 2009 del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), finaliza en Diciembre de 2009. Ante ello la Alta Dirección del IPEN decidió la formulación del nuevo Plan Estratégico Institucional para el periodo 2010 – 2016.

El proceso de planeamiento estratégico del IPEN para el periodo 2010 - 2016, pretende alcanzar principalmente los siguientes objetivos:

- a. Redefinir la visión, misión y objetivos estratégicos de la institución. En base a los mismos, configurar las áreas de trabajo y generar una cartera de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, que sirva de documento guía a la administración actual y futura.
- b. Determinar los indicadores de gestión más adecuados, que permitan un mejor gerenciamiento de los procesos técnicos que desarrolla la institución. Para la formulación de esta importante herramienta de gestión, se efectuó la convocatoria

a profesionales de diversas áreas del IPEN, conformándose el “Equipo Estratégico”; el mismo que durante el proceso de formulación fue participativo y transparente en relación a los temas propuestos y definidos, tanto a nivel evaluación, como de análisis y de decisiones estratégicas. Las reuniones de trabajo fueron realizadas tipo Talleres, los que el personal de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto hizo la labor de facilitador.

Asimismo, se conformó la “Comisión del Elaboración” del PEI 2010 – 2016, la misma que elaboró el Plan de Trabajo a seguir para la formulación, así como el revisar, consolidar y finalmente elaborar el documento final.

En la formulación del PEI 2010-2016, se tuvo en cuenta la Evaluación del Plan Estratégico 2004-2009 del Instituto Peruano de Energía Nuclear y Plan de Implementación del Plan Estratégico 2010-2016, efectuada en el mes de diciembre de 2008, en la cual se destaca fundamentalmente lo siguiente:

- Existe débil uso de recursos de las alianzas estratégicas y la cooperación técnica internacional.
- El análisis y evaluación de la Misión, Visión y Valores Institucionales, demuestra que se requiere de urgente actualización de ellas, ya que se traducen en imprecisiones durante la aplicación de estrategias en la actualidad.
- Se debe mejorar el “Plan de Difusión y Comunicación del PEI”.
- Se debe restablecer y reforzar el “Mapa Estratégico” del PEI, estableciéndose este instrumento como uno de los referentes Institucionales para el monitoreo y análisis del cumplimiento de los Objetivos Institucionales, y para la toma de decisiones.
- Se debe elaborar el “Plan Estratégico de Comunicación” involucrando a todo el personal del IPEN.
- La estrategia a considerar en el futuro debe ser más agresiva de acuerdo a los resultados de la evaluación por la matriz de posición estratégica y evaluación de la acción.

- La alternativa del uso de la energía nuclear hace necesario el desarrollo de proyectos de instalación de centrales de potencia y de tecnología de combustibles nucleares.

El presente Plan es un documento flexible de gestión, que se irá adecuando al entorno y a la evolución interna permanente, por lo que se identifican claramente a los beneficiarios de los sectores productivos y de servicios y se establece una observancia plena de la gestión por resultados.





**INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR**

*Resolución de Presidencia*

N° 049-13-IPEN/PRES

Lima, 4 de marzo de 2013

**VISTO:** El Memorándum N° 056-13-PLPR de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto, sobre actualización del Plan Estratégico Institucional 2010 - 2016, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Resolución de Presidencia N° 306-09-IPEN/PRES, se aprobó el Plan Estratégico Institucional 2010 - 2016;

Que, con Resolución de Presidencia N° 192-10-IPEN-PRES, se incluyó el Anexo VI. "Arquitectura Estratégica" y se sustituyó el Índice del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2010 - 2016;

Que, mediante el documento del visto, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto remite a Dirección Ejecutiva la propuesta de actualización correspondiente a los "Proyectos Institucionales en el Marco del Proyecto Programático País" correspondiente al folio N° 41 del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2010 - 2016;

Que, en virtud de lo antes expuesto, resulta procedente proceder a sustituir el folio N° 41 del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2010 - 2016;

De conformidad con lo dispuesto en el Reglamento de Organización y Funciones del IPEN, aprobado por Decreto Supremo N° 062-2005-EM;

Con los vistos del Director Ejecutivo; del Director (a.i.) de la Oficina de Asesoría Jurídica, y; del Director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto;

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.-** Sustituir el folio cuarenta y uno (41) del Plan Estratégico Institucional (PEI), cuyo texto, como anexo, forma parte integrante de la presente Resolución.

**Artículo Segundo.-** Publíquese la presente resolución en la página web institucional.

**REGISTRESE Y COMUNIQUESE**

CARLOS BARREDA TAMAYO  
 Presidente  
 Instituto Peruano de Energía Nuclear

**ANEXO 02: FORMATO TIPO ENCUESTA A USUARIOS DE MATERIAL  
RADIOACTIVO. CASO XYZ**

**FORMATO DE DATOS DE INTERES**

Fecha: .....02..../.Set.../.2002....

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

**1.1 Funcionario (a):** Ing. JCG; Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

**1.2 Nombre de la Entidad o Empresa:** No metálica

**1.3 Dirección de la Instalación:** Perú

**1.4 Teléfono/Fax:** nnnnnn **Email:** xx@yy.zz.pe

**1.5 Posee Licencia la Instalación:** Si ( X ) No ( ) **Fecha de emisión:**

**1.6 Número de personal que labora con material radiactivo:** Directamente 04

**II. DE LOS MATERIALES RADIOACTIVOS Y USOS**

**2.1 Descripción de materiales en uso (se adjunta lista adicional NDR)**

Radioisótopos	Actividad Máxima (Bq)	Forma Física o Química	Tasa de Dosis (*) máxima (mSv/h)	Aplicaciones o usos

(\*) Con las fuentes en operación o abierta.

**2.2 Ha realizado la instalación medidas de mejoramiento en blindajes, pisos, ventilación, capacitación, instrumentación u otros, luego de la aprobación por la Autoridad Nacional (AUNA), a fin de reducir tasas de dosis en los trabajadores. SI ( X ) NO ( )**

**¿De qué tipo?** Las fuentes son selladas y los accesos a las mismas es restringido, además de estar señalizado según Norma.

**Han sido evaluadas estas mejoras por personal experto:** SI ( X ) NO ( )

**Existe respuesta positiva del personal por estas mejoras:** SI ( X ) NO ( )

### III. DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

#### 3.1 Que tipo de residuos se generan:

Fuentes selladas en desuso (X) Residuos Sólidos: ( ) Residuos Líquidos ( )  
Radioisótopos: ..... Actividad máxima (Bq): .....

**3.2 Periodicidad de generación:** No determinado **Peso (Volumen):**.... Kg (L)

#### 3.3 Que destino se otorga a las fuentes radiactivas luego de sus aplicaciones:

Decaimiento in situ: ( ) Descarga al ambiente luego del decaimiento: ( )  
Tratamiento físico o químico y evacuación in situ: ( )  
Evacuación coordinada con IPEN, PGRR: ( X )

### IV. PROTECCIÓN DEL TRABAJADOR Y DEL PÚBLICO

**4.1 Tiene nombrado un Oficial de Radio Protección:** Sí ( X ) NO ( )  
Posee Licencia Individual por IPEN-AUNA: Sí ( X ) NO ( )  
Experiencia: 05 años Grado de Instrucción: Superior

**4.2 Lleva registro de DOSIS del personal expuesto:** Sí ( ) NO ( X )(\*)  
Cuál es la mayor Dosis Equivalente registrada en el mes de agosto: .....mSv.  
Máxima Dosis Equivalente acumulada en todo el año 2001: ..... mSv.

**4.3 Aplica Programas de Control con las fuentes radiactivas:** Sí ( ) NO ( )(\*)  
**Está escrito y al alcance de la AUNA y del personal:** Sí ( ) NO ( )  
**Está basado en la Norma de Control de Calidad ISO 9000:** Sí ( ) NO ( )  
(\*) Se está implementando ISO 9000.  
Otra(s) Norma(s):.....

**4.4 Hace monitoreo:** Sí ( X ) NO ( ) **Poseen Registro:** Sí ( X ) NO ( )  
**Posee plan de manejo ambiental según ISO 14 000:** Sí ( ) NO ( )(\*)  
(\*) No se ha implementado ISO 14000

### V. EMERGENCIA Y RECOMENDACIONES

**5.1 Posee Plan de Emergencia ante accidentes radioactivos: SI ( ) NO ( ) (\*)**

(\*) Se está implantando dentro de la ISO 9000.

**5.2 Tiene capacidad de respuesta médica u otras medidas de auxilio, mencione:**

Si tenemos capacidad médica de respuesta, corresponde la estabilización del paciente y remisión inmediata a Centro de Salud especializado.

**5.3 ¿Que comentarios le merece el trabajo con fuentes de radiación en el Perú?**

El control lo hace el IPEN, que es el unico autorizado con frecuencias especificadas de 18 meses para las pruebas de fugas mediante técnica del frotis, sin embargo deberia a través de un grupo de fiscalizadores externos verificar todas las condiciones de seguridad que deben tener las instalaciones donde usen fuentes radioactivas.

Así mismo, difundir las medidas de respuesta ante contingencia o accidentes con las diversas tipos de fuentes radioactivas, a fin de tomarlas como modelo en los planes de emergencia de cada Empresa, y sobre la base de su capacidad de Ente Normativo.

**5.4 ¿Qué opinión tiene sobre actividad regulatoria que desarrolla la Autoridad Nacional (AUNA) del IPEN:**

No está muy difundida. No podría opinar

**TABLA 6.1 Listado de Fuentes operando en una instalación fabril no metálica**

Marca	N° de Serie	Isótopo	Actividad (GBq)	Uso específico - Ubicación	Registro N°	Fecha de Emisión
Endress & Hauser	QC100-186-5130	Co.60	1,85	Arrastre G.Cooler H-3	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG100-686-5303	Co.60	0,74	Descarga de Ciclón 1	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG100-686-5304	Co.60	0,74	Descarga de Ciclón 2	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG100-686-5305	Co.60	0,74	Descarga de Ciclón 4	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-1093-8714	Co.60	0,74	Descarga de Ciclón 3	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-1093-8715	Co.60	0,11	Almacén Malvex	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-186-1837	Co.60	0,11	Enfriador Horno 3	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-686-4276	Co.60	0,11	Crudo Tolva 3	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-686-4277	Co.60	0,11	Crudo Tolva 2	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-686-4278	Co.60	0,11	Crudo Tolva 4	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-686-437	Co.60	0,11	Olla de Distribución	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-686-4397	Co-60	0,11	Crudo Tolva 1	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	QG20-994-9275	Cs- 137	0,11	Almacén Malvex	L13-0683-B	26-Oct-2000
Endress & Hauser	FW97-02719	Co-60	740	Descarga de Ciclón 6	D12-0683-B	1-Oct-1999
Endress & Hauser	FW96-02815	Co-60	0,74	Descarga de Ciclón 5	D12-0683-B	1-Oct-1999
Endress & Hauser	GC-430.03398	CO <sub>60</sub>	0,74	Tolva de G-Cooler H-II	D12-0683-B	1-Oct-1999

## **ANEXO 03: PROYECTO DE LEY DE RESIDUOS RADIATIVOS**

### **Disposiciones generales**

#### **Artículo 1. Objeto de la Ley.-**

La presente Ley establece los criterios, disposiciones e instrumentos básicos para lograr y mantener un alto nivel de seguridad en la gestión de los desechos radiactivos y del combustible nuclear gastado para la protección efectiva de la sociedad, las personas y el ambiente

#### **Artículo 2. Ámbito de la Ley.-**

La presente Ley se aplica a todo desecho radiactivo resultante de las actividades humanas, incluidos los efluentes dispensados por la Autoridad Nacional antes de su descarga al medioambiente y los desechos de prácticas pasadas, excepto aquellos exentos de control regulador.

#### **Artículo 3. Organismo competente para la gestión de los desechos radiactivos.-**

El Instituto Peruano de Energía Nuclear IPEN es el organismo competente para la gestión de los desechos radiactivos y coordinará todo lo relativo a su aplicación. La gestión de los desechos radiactivos y de los combustibles gastados será planeada y realizada contando con una autorización específica de vigencia determinada por el órgano regulador para emplazar, diseñar, construir y operar la instalación de gestión de desechos, excepto en el caso de instalaciones de disposición final donde la autorización expirará cuando la Autoridad Nacional determine que ya no se requiere un control institucional activo.

#### **Artículo 4. Órgano regulador.-**

La autoridad competente para controlar y fiscalizar la aplicación las disposiciones de la presente Ley es el Instituto Peruano de Energía Nuclear, en adelante la Autoridad Nacional, quien, a través de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional, tendrá la autoridad para desarrollar las funciones de regulación, autorización, fiscalización, inspección y evaluación de las actividades e instalaciones de

desechos radiactivos en lo relativo a la seguridad radiológica y nuclear, seguridad física, salvaguardias y otros aspectos relacionados con el control de los riesgos radiológicos de dichas instalaciones, así como aplicará medidas de coerción y sanciones para asegurar dicho cumplimiento. La Autoridad Nacional dispondrá de los recursos físicos, financieros y humanos adecuados para cumplir sus responsabilidades.

**Artículo 5. Responsabilidad de la seguridad de los desechos radiactivos.-**

El Estado, a través del IPEN, asumirá la responsabilidad de la gestión de los desechos radiactivos y del combustible nuclear gastado. Los generadores de dichos desechos proveerán los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de manera oportuna y adecuada.

El Titular de una autorización que genere desechos radiactivos o combustibles nucleares gastados, será responsable de su acondicionamiento y almacenamiento seguro, conforme con las condiciones y criterios establecidos por la Autoridad Nacional, hasta su transferencia a una Planta de Gestión de Desechos Radiactivos (PGDR) y debiendo notificar inmediatamente a la Autoridad Nacional de cualquier evento que pudiera provocar un incidente, accidente o falla operativa.

La responsabilidad de los desechos radiactivos generados en prácticas pasadas recaerá en el Estado, conforme lo defina la Autoridad Nacional. La responsabilidad civil y/o penal por daños radiológicos o ambientales corresponderá a la generadora de los desechos hasta que los desechos radiactivos o combustibles nucleares gastados hayan sido gestionados en una PGRD

**Principios fundamentales**

**Artículo 6. Principios para la gestión de los desechos.-**

En la gestión de los desechos radiactivos y del combustible nuclear gastado se aplicarán los principios de:

**a) Protección de la salud humana.-** Los desechos radiactivos y los combustibles nucleares gastados deben ser gestionados apropiadamente, de modo que se asegure un nivel aceptable de protección a la salud humana.

**b) Protección del medioambiente.-** La gestión de los desechos radiactivos y de los combustibles nucleares gastados debe realizarse de modo que se proporcione un adecuado nivel de protección al medio ambiente.

**c) Minimización de la generación de desechos.-** La generación de desechos debe ser minimizada mediante la implementación de medidas de diseño, procedimientos adecuados de operación y cierre.

**d) Interdependencia entre la producción y gestión de desechos.-** Se deberán considerar apropiadamente las interdependencias entre todas las etapas en la generación y gestión de desechos.

**e) Seguridad de las instalaciones.-** La seguridad de las instalaciones de gestión de desechos radioactivos deberá ser garantizada de manera apropiada durante su vida útil.

**f) Gestión conmensurada.-** La gestión de los desechos debe efectuarse de manera concordante con sus peligros radiológicos, químicos y biológicos a la salud y seguridad de las personas y el ambiente, así como a la seguridad nacional.

**g) Protección de las generaciones futuras.-** La gestión de desechos radiactivos y combustible nuclear deberá efectuarse de tal forma que las repercusiones previstas para la salud de las generaciones futuras no sean mayores que las que sean aceptables en el país actualmente

**h) Limitación de cargas a las generaciones futuras.-** La gestión de desechos radiactivos y combustible nuclear gastado deberá efectuarse de tal forma que no imponga cargas indebidas a las generaciones presentes y futuras.



**i) Impactos transfronterizos.-** Los efectos transfronterizos a la salud y seguridad de personas y el ambiente que podrían resultar de la gestión de los desechos radiactivos y de los combustibles nucleares gastados en el país deberán ser adecuadamente considerados y no serán mayores a los efectos que se experimenten en el país.

**j) Participación pública.-** Las decisiones que atañen a la gestión de los desechos radiactivos y de los combustibles gastados en el país deberán ser tomadas considerando las consultas que sean necesarias con las personas naturales o jurídicas que puedan ser afectadas.

**Artículo 7. Armonización de regulaciones.-**

La Autoridad Nacional promoverá las regulaciones armonizadas y estándares nacionales e internacionales consistentes para la gestión de los desechos radiactivos y el combustible nuclear gastado.

**Artículo 8. Cumplimiento de compromisos internacionales.-**

La Autoridad Nacional deberá supervisar el cumplimiento de las medidas de control y las obligaciones internacionales que ha asumido el país en lo concerniente a los desechos radiactivos y el combustible nuclear gastado.

**Plan Estratégico y Programa Nacional de Gestión**

**Artículo 9. Plan Estratégico de Gestión de Desechos Radiactivos y del Combustible Nuclear Gastado.-**

El IPEN debe elaborar en plazo de seis meses el Plan Estratégico de Gestión de Desechos

Radiactivos y del Combustible Gastado, incluyendo el Programa Nacional de Gestión, el mismo

que será actualizado cada cinco años. El Plan y sus actualizaciones serán remitidos a la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional OTAN para su evaluación y posterior envío al Congreso de la República para aprobación por Ley.

**Artículo 10. Programa de Nacional de Gestión.-**

El IPEN, a través del Programa Nacional de Gestión de Desechos Radiactivo, deberá:

a. Diseñar la estrategia de gestión de residuos radiactivos para la República del Perú y lugares sometidos a su jurisdicción.

b. Proponer las líneas de investigación y desarrollo referentes a tecnologías y métodos de gestión de residuos radiactivos de alta, media y baja actividad.

c. Planificar, coordinar, ejecutar, asignar los fondos necesarios, y controlar la realización de los proyectos de investigación y desarrollo inherentes a la gestión de residuos radiactivos.

d. Estudiar la necesidad de establecer repositorios o instalaciones para la gestión de residuos de alta, media y baja actividad generados por la actividad nuclear estatal o privada.

e. Promover estudios sobre seguridad y preservación del ambiente.

f. Proyectar y operar los sistemas, equipos, instalaciones y repositorios para la gestión de residuos de alta, media y baja actividad generados por la actividad nuclear del país.

g. Construir, por si o por terceros, los sistemas, equipos, instalaciones y repositorios para la gestión de residuos de alta, media y baja actividad generados por la actividad nuclear del país

h. Proponer los criterios de aceptación y condiciones de transferencia de residuos radiactivos para los repositorios de alta, media y baja actividad.

i. Establecer los procedimientos para la colección, segregación, caracterización, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos radiactivos.

j. Promover y realizar la gestión segura de los residuos provenientes de la actividad nuclear estatal o privada incluyendo los generados en la clausura de las instalaciones, los derivados de

La minería del uranio, y los que provengan de yacimientos mineros abandonados o establecimientos fabriles fuera de servicio.

k. Implementar, mantener y operar un sistema de información y registro que contenga la documentación que permita identificar en forma fehaciente y continuada a los generadores y transportistas de residuos y a los demás participantes en toda la etapa de la gestión. Deberá asimismo contener el inventario de todos los residuos radiactivos existentes en el país. Copias de la documentación, en lo correspondiente a sus respectivas jurisdicciones, deberán ser enviadas a las autoridades regionales competentes, para su conocimiento.

l. Elaborar planes de contingencia para incidentes, accidentes o fallas de operación y programas de evacuación ante emergencias.

m. Informar en forma permanente a la comunidad sobre los aspectos científicos y tecnológicos de la gestión de los residuos radiactivos.

n. Ejercer la responsabilidad a largo plazo sobre los repositorios de residuos radiactivos.

o. Actuar en caso de emergencia nuclear como apoyo a los servicios de defensa civil en la forma y circunstancia que se le requieran.

p. Efectuar los estudios técnicos y económicos financieros necesarios, teniendo en cuenta los costos diferidos derivados de la gestión de los residuos radiactivos, con el objeto de establecer

La política económica adecuada.

q. Realizar cualquier otra actividad necesaria para cumplir con los objetivos de la gestión.

**Artículo 11. Recuperación de emplazamientos afectados.-**

El Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos incorporará la recuperación de los sitios afectados por la actividad de extracción, molienda, concentración, tratamiento y elaboración de minerales radiactivos procedentes de yacimientos en explotación y sus respectivos establecimientos fabriles, así como de yacimientos mineros abandonados o establecimientos fabriles fuera de servicio.

La aplicación del principio "impacto ambiental tan bajo como sea posible" deberá ser integrado con programas complementarios de desarrollo sustentable para las comunidades directamente afectadas y quedará sometido a los procedimientos de evaluación de impacto ambiental que disponga el Ministerio de Ambiente y otras autoridades competentes nacional o regional, según corresponda.

**Artículo 12. Emplazamientos de disposición final de desechos radiactivos.-**

El IPEN propondrá la necesidad de emplazamiento de instalaciones para la disposición final de residuos radiactivos de alta, media o baja actividad, la localización deberá tener aprobadas requisitos previos mediante norma específica de la región involucrada y luego por ley del Congreso de la República,

Para este fin, deberán realizarse los correspondientes estudios de factibilidad ambiental que contendrán una descripción de la propuesta y de los efectos potenciales, directos e indirectos que la misma pueda causar en el ambiente indicando, en su caso, las medidas adecuadas para evitar o minimizar los riesgos y/o consecuencias negativas e informando sobre los alcances, riesgos y

beneficios del proyecto, y tomando debida consideración de los Principios Fundamentales establecidos en la presente Ley. Deberá convocarse a una audiencia pública con una anticipación, en un medio de circulación nacional y local brindándose la información pertinente vinculada al futuro emplazamiento.

### **Financiamiento de la Gestión de los Residuos Radiactivos**

#### **Artículo 13. Creación del Fondo de Gestión de Desechos.-**

Mediante la presente Ley se crea el Fondo para la Gestión y Disposición Final de los Residuos

Radiactivos que se constituirá a partir de la promulgación de esta Ley y cuyo destino exclusivo será el financiamiento del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos, a cargo del IPEN.

El fondo se constituirá con los aportes de los generadores de residuos radiactivos en la forma que establezca la reglamentación, en concordancia con el artículo 10, inciso p) de la presente Ley y con arreglo a principios de equidad y equilibrio. Dichos aportes se integrarán en el plazo más breve a partir de la generación de los residuos correspondientes.

#### **Artículo 14. Administración y control del Fondo de Gestión.-**

El Congreso de la República dictará la ley que regule la administración y control del fondo previsto en el artículo 13 de la presente Ley, la cual debe considerar la existencia de costos diferidos en la gestión de los desechos radiactivos.

### **Disposiciones complementarias**

#### **Primera.- Definiciones**

A efectos de la presente Ley, se define lo siguiente:

a) Combustible nuclear gastado: Combustible conteniendo uranio que ha sido utilizado en un reactor nuclear y el cual ya alcanzó su grado de quemado establecido de modo que ya no le es

posible volver a ser usado conforme se encuentra.

b) Desecho radiactivo: Todo material radiactivo, combinado o no con material no radiactivo, que haya sido utilizado en procesos productivos o aplicaciones, para los cuales no se prevean usos inmediatos posteriores en la misma instalación, y que, por sus características radiológicas no puedan ser dispersados en el ambiente de acuerdo con los límites establecidos por la Autoridad Nacional.

c) Gestión de desechos radiactivos: Conjunto de actividades necesarias para aislar los desechos radiactivos de la biosfera derivados exclusivamente de la actividad nuclear efectuada en el territorio peruano o bajo su jurisdicción, el tiempo necesario para que su radiactividad haya decaído a un nivel tal que, su eventual reingreso a la misma no implique riesgos para el hombre y su ambiente.

**Segunda.- Salvaguardias, protección física y responsabilidad civil por daños nucleares.**

La gestión de los desechos radiactivos y del combustible nuclear gastado deberá cumplir, en cuanto sea aplicable, con las obligaciones y compromisos establecidos para el control y contabilidad de los materiales nucleares, la seguridad física nuclear y protección física de materiales e instalaciones nucleares, y para la responsabilidad civil por daños nucleares, de conformidad con el Convenio de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares y otros que apliquen al caso.

**Tercera.- Aplicación de la Ley 28028, Ley 27757 y normas reguladoras**

Las funciones de regulación y control establecidos en la Ley 28028 y Ley 27757, así como en sus reglamentos y normas reguladoras, continuarán vigentes y a cargo de la Autoridad Nacional.

**Cuarta.- Contraparte nacional de Convenciones y Acuerdos**

La Autoridad Nacional será la contraparte nacional para efectos de las Convenciones de Seguridad Nuclear, Convenciones de Pronta Notificación de Accidentes Nucleares y de Asistencia en Caso de Emergencia Radiológica o Nuclear, Acuerdo de Salvaguardias con el OIEA y cualquier otro instrumento relacionado con sus funciones reguladoras.

**Quinta.- Reglamentación**

La presente Ley será reglamentada mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Energía y Minas, en un plazo máximo de 90 días a partir de su fecha de publicación en el diario oficial "El Peruano".

Dado en la Casa de Gobierno a los días del mes de 2010.

**ANEXO 04: REQUISITOS COMPARATIVOS CON LAS GUÍAS DE  
SEGURIDAD DEL OIEA.**

Requisito N° 1. Responsabilidades Generales del Operador.

Requisito N° 2: Aplicaciones de las Licencias.

Requisito N° 3: Sistema de Gestión.

Requisito N° 4: Reporte de los Desechos Radiactivos.

Requisito N° 5: Transporte de los Desechos Radiactivos.

Requisito N° 6: Preparación y Respuesta en caso de Emergencia.

Requisito N° 7: Sistema de Seguridad y Protección Física.

Requisito N° 8. Sistema de Salvaguardas Nucleares.

Requisito N° 9: Situación pre-existentes y Prácticas pasadas.

Requisito N°10: Desmantelamiento.

Requisito N° 11: Clasificación de los Desechos Radiactivos.

Requisito N° 12: Categorización de los Desechos Radiactivos.

Requisito N° 13. Criterios de Aceptación de Desechos Radiactivos

Requisito N° 14: Control de la generación de Desechos Radiactivos.

Requisitos N° 15: Procesamiento de los Desechos Radiactivos desde la  
Recolección hasta el Tratamiento



Requisito N° 16: Acondicionamiento de los desechos Radiactivos.

Requisito N° 17: Almacenamiento de los Desechos Radiactivos

Requisito N° 18: Gestión de las Fuentes radiactivas en desuso.

Requisito N° 19: Reciclaje y Re-utilización.

Requisito N° 20: Descargas y Liberación de Materiales radiactivos para el Medio Ambiente.

Requisito N° 21: Liberación del Control Regulatorio

Requisito N° 22: Requisitos para Instalaciones de Gestión y Predisposición de Desechos Radiactivos,

Requisito N° 23: Disposición final de los Desechos Radiactivos.

Requisito N° 24: Desechos Radiactivos de instalaciones en Minería.

**ANEXO 05: CONVENCION CONJUNTA SOBRE SEGURIDAD EN LA GESTION  
DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y SOBRE SEGURIDAD EN LA GESTION DE  
DESECHOS RADIATIVOS  
(EXTRACTO)**



Organismo Internacional de Energía Atómica  
**CIRCULAR INFORMATIVA**

**INF**

INFCIRC/546  
de enero de 1998

Distr. GENERAL

Original: ARABE, CHINO,  
ESPAÑOL, FRANCES,  
INGLES y RUSO

**CONVENCION CONJUNTA SOBRE SEGURIDAD EN LA GESTION  
DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y SOBRE SEGURIDAD  
EN LA GESTION DE DESECHOS RADIATIVOS**

1. El 5 de septiembre de 1997, una Conferencia Diplomática convocada por el Organismo Internacional de Energía Atómica y celebrada en su Sede del 1 al 5 de septiembre de 1997 aprobó la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. La Convención conjunta fue abierta a la firma en Viena el 29 de septiembre de 1997 durante la cuadragésima primera reunión de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica y permanecerá abierta a la firma hasta su entrada en vigor.
2. De conformidad con el artículo 40, la Convención conjunta entrará en vigor el nonagésimo día siguiente a la fecha de depósito ante el depositario, del vigésimo quinto instrumento de ratificación, aceptación o aprobación, incluidos los instrumentos de quince Estados cada uno de los cuales tenga una central nuclear en operación.
3. El texto de la Convención aprobado se adjunta al presente documento para información de los Estados Miembros.

**CONVENCION CONJUNTA SOBRE SEGURIDAD EN LA GESTION  
DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y SOBRE SEGURIDAD  
EN LA GESTION DE DESECHOS RADIATIVOS**

**ÍNDICE**

PREÁMBULO

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS, DEFINICIONES Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

- Artículo 1. Objetivos
- Artículo 2. Definiciones
- Artículo 3. Ámbito de aplicación

## CAPÍTULO 2. SEGURIDAD EN LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO

- Artículo 4. Requisitos generales de seguridad
- Artículo 5. Instalaciones existentes
- Artículo 6. Emplazamiento de las instalaciones proyectadas
- Artículo 7. Diseño y construcción de las instalaciones
- Artículo 8. Evaluación de la seguridad de las instalaciones
- Artículo 9. Operación de las instalaciones
- Artículo 10. Disposición final del combustible gastado

## CAPÍTULO 3. SEGURIDAD EN LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

- Artículo 11. Requisitos generales de seguridad
- Artículo 12. Instalaciones existentes y prácticas anteriores
- Artículo 13. Emplazamiento de las instalaciones proyectadas
- Artículo 14. Diseño y construcción de las instalaciones
- Artículo 15. Evaluación de la seguridad de las instalaciones
- Artículo 16. Operación de las instalaciones
- Artículo 17. Medidas institucionales después del cierre

## CAPÍTULO 4. DISPOSICIONES GENERALES DE SEGURIDAD

- Artículo 18. Implementación de las medidas
- Artículo 19. Marco legislativo y regulatorio
- Artículo 20. Órgano regulador
- Artículo 21. Responsabilidad del titular de la licencia
- Artículo 22. Recursos humanos y financieros
- Artículo 23. Garantía de calidad

- Artículo 24. Protección radiológica operacional
- Artículo 25. Preparación para casos de emergencia
- Artículo 26. Clausura

#### CAPÍTULO 5. DISPOSICIONES VARIAS

- Artículo 27. Movimientos transfronterizos
- Artículo 28. Fuentes selladas en desuso

#### CAPÍTULO 6. REUNIONES DE LAS PARTES CONTRATANTES

- Artículo 29. Reunión preparatoria
- Artículo 30. Reuniones de revisión
- Artículo 31. Reuniones extraordinarias
- Artículo 32. Presentación de informes
- Artículo 33. Asistencia
- Artículo 34. Informes resumidos
- Artículo 35. Idiomas
- Artículo 36. Confidencialidad
- Artículo 37. Secretaria

#### CAPÍTULO 7. CLÁUSULAS Y OTRAS DISPOSICIONES FINALES

- Artículo 38. Solución de controversias
- Artículo 39. Firma, ratificación, aceptación, aprobación, adhesión
- Artículo 40. Entrada en vigor
- Artículo 41. Enmiendas a la convención
- Artículo 42. Denuncia
- Artículo 43. Depositario
- Artículo 44. Textos auténticos

## **PREÁMBULO**

Las Partes Contratantes

i) Reconociendo que la operación de reactores nucleares genera combustible gastado y desechos radiactivos y que otras aplicaciones de las tecnologías nucleares generan también desechos radiactivos;

ii) Reconociendo que los mismos objetivos de seguridad se aplican tanto a la gestión de combustible gastado como a la de desechos radiactivos;

iii) Reiterando la importancia que tiene para la comunidad internacional asegurar que se planifiquen y apliquen prácticas eficaces adecuadas para la seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos;

iv) Reconociendo la importancia de informar al público sobre las cuestiones relativas a la seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos;

v) Deseando fomentar en todo el mundo una cultura de seguridad nuclear efectiva;

vi) Reiterando que la responsabilidad final de garantizar la seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos incumbe al Estado;

vii) Reconociendo que la definición de una política del ciclo del combustible incumbe al Estado, que algunos Estados consideran al combustible gastado como un recurso valioso que puede ser reprocesado y que otros optan por su disposición final;

viii) Reconociendo que el combustible gastado y los desechos radiactivos excluidos de esta Convención por formar parte de programas militares o de defensa deberían gestionarse de conformidad con los objetivos expuestos en ella;

ix) Afirmando la importancia de la cooperación internacional para mejorar la seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos por medio de mecanismos bilaterales y multilaterales, y por medio de esta Convención que posee carácter de incentivo;

x) Conscientes de las necesidades de los países en desarrollo, y en particular de los países menos adelantados, así como de los Estados con economías en transición, y de la necesidad de facilitar los mecanismos existentes para ayudarles en el ejercicio de sus derechos y en el cumplimiento de sus obligaciones establecidas en esta Convención que posee carácter de incentivo;

xi) Convencidos de que los desechos radiactivos deberían disponerse finalmente en el Estado en que se generen en la medida en que ello sea compatible con la seguridad en la gestión de dichos materiales, y reconociendo a la vez que, en algunas circunstancias, la gestión segura y eficaz de combustible gastado y de desechos radiactivos podría fomentarse mediante acuerdos entre las Partes Contratantes para el uso de las instalaciones en una de ellas en beneficio de las demás Partes, en particular, cuando los desechos proceden de proyectos conjuntos;

xii) Reconociendo que todo Estado tiene el derecho de prohibir la importación en su territorio de combustible gastado y de desechos radiactivos de otros países;

xiii) Teniendo presente la Convención sobre Seguridad Nuclear (1994), la Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares (1986), la Convención sobre Asistencia en Caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica (1986), la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares (1980), la Convención sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, enmendado (1994), y otros instrumentos internacionales pertinentes;

xiv) Teniendo presentes los principios contenidos en las interinstitucionales "Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación" (1996), y

en las Nociones Fundamentales de Seguridad del OIEA titulada “Principios para la Gestión de Desechos Radiactivos” (1995), así como en las normas internacionales existentes relativas a la seguridad del transporte de materiales radiactivos;

xv) Recordando el capítulo 22 del Programa 21 aprobado en 1992 por la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas, celebrada en Río de Janeiro, que reafirma la importancia capital de la gestión segura y ecológicamente bien concebida de los desechos radiactivos;

xvi) Reconociendo la conveniencia de fortalecer el sistema de control internacional aplicable específicamente a los materiales radiactivos, como se menciona en el párrafo 3) del artículo 1 la Convención de Basilea sobre el control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989);

## **CAPÍTULO 1. OBJETIVOS, DEFINICIONES Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

### **ARTÍCULO 1. OBJETIVOS**

Los objetivos de esta convención son:

i) Lograr y mantener en todo el mundo un alto grado de seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos mediante la mejora de las medidas nacionales y de la cooperación internacional, incluida, cuando proceda, la cooperación técnica relacionada con la seguridad;

ii) Asegurar que en todas las etapas de la gestión del combustible gastado y desechos radiactivos haya medidas eficaces contra los riesgos radiológicos potenciales a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante, actualmente y en el futuro, de manera que se satisfagan las necesidades y aspiraciones de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades y aspiraciones;

iii) Prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar sus consecuencias en caso de que se produjesen durante cualquier etapa de la gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos.

(Continúa en el texto original)



**ANEXO 06: REUNIÓN DE RLA 078: FORTALECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA NACIONAL Y EL MARCO REGULATORIO PARA LA PROTECCIÓN DEL PÚBLICO Y DEL MEDIO AMBIENTE Y PARA LA GESTIÓN SEGURA DE LAS FUENTES RADIATIVAS, RÍO DE JANEIRO, BRASIL, 22 A 26 DE ABRIL DEL 2013**

**Tabla: Estado del Almacenamiento**

Objetivos	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Cuba	Perú
<b>Almacén centralizado</b>						
En construcción	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Construido	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Remodelado	NO	NO	NO	NO	SI	NO
Licenciado	SI	NO	SI	SI	SI	SI
<b>Inventario de fuente</b>						
Tiene	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Actualizado	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Políticas</b>						
Borrador	SI	SI	NI	SI	SI	SI
En vía de aprobación	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Aprobado	NO	NO	SI	NO	NO	NO
<b>Estrategias Implementadas</b>						
Borrador	SI	NO	NO	NO	SI	SI
En vía de aprobación	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Aprobado	NO	SI	SI	SI	NO	NO
<b>Normas o reglamentos</b>						
Borrador	NO	SI	SI	NO	NO	SI
En vía de aprobación	NO	NO	SI	NO	NO	SI
Aprobado	SI	NO	SI	NO	NO	NO
<b>Ingreso a la Convención Conjunta</b>						
Firmado	SI	NO	SI	SI	NO	SI
Ratificado	SI	NO	SI	NO	NO	NO

**Fuente: Reporte de Resultados obtenidos RLA9078.**

## ANEXO 07: NIVELES GENÉRICOS DE DISPENSA EN LAS DESCARGAS DE EFLUENTES

### Niveles genéricos derivados de dispensa para descargas de efluentes gaseosos

Radioisótopos	Tasa de descarga anual (Bq/a)	Principales vías de exposición y limitación por grupos de edades
H-3	$1 \times 10^{11}$	Ingestión
C-14	$1 \times 10^{10}$	Ingestión
Ga-67	$1 \times 10^{10}$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
Mo-99	$1 \times 10^9$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
Tc-99	$1 \times 10^7$	Ingestión (infantes)
Tc-99m	$1 \times 10^{11}$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
In-111	$1 \times 10^9$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
I-125	$1 \times 10^8$	Ingestión (infantes)
I-131	$1 \times 10^8$	Ingestión (infantes)
Tl-201	$1 \times 10^{10}$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)

### Niveles genéricos derivados de dispensa para descargas líquidas

Radioisótopos	Tasa de descarga anual (Bq/a)	Principales vías de exposición
H-3	$1 \times 10^{12}$	Ingestión –Río
C-14	$1 \times 10^{10}$	Ingestión-Río
Ga-67	$1 \times 10^8$	Aguas residuales-Rad. externa
Mo-99	$1 \times 10^8$	Aguas residuales-Rad. externa
Tc-99	$1 \times 10^{10}$	Ingestión de peces y agua-Río
Tc-99m	$1 \times 10^9$	Aguas residuales-Rad. externa
In-111	$1 \times 10^8$	Aguas residuales-Rad. externa
I-125	$1 \times 10^8$	Aguas residuales-Rad. externa
I-131	$1 \times 10^7$	Aguas residuales-Rad. externa
Tl-201	$1 \times 10^8$	Aguas residuales-Rad. externa

### Niveles genéricos de dispensa para desechos sólidos (Bq/g)

Radioisótopos	Niveles de dispensa para cantidades moderadas (a)
H-3	$1 \times 10^6$
C-14	$1 \times 10^4$
Ga-67	$1 \times 10^2$
Mo-99	$1 \times 10^2$
Tc-99	$1 \times 10^4$
Tc-99m	$1 \times 10^2$
In-111	$1 \times 10^2$
I-125	$1 \times 10^3$
I-131	$1 \times 10^2$
Tl-201	$1 \times 10^2$

(a) Cantidades moderadas significa menores de 3 toneladas por año y por instalación.

Para mayores cantidades, los niveles de dispensa son 1/10 de los niveles dados en la tabla.