



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

Las tesis de Belgrano

Facultad de Derecho y Ciencias Sociales
Carrera Abogacía

Marco Jurídico de la Energía Nuclear
Análisis sobre las ventajas y desventajas del uso
de la energía nuclear

N° 655

Valentina Paula Friedlander

Tutora: Dra. Adriana Algozino

Departamento de Investigaciones
17 de noviembre de 2014

Universidad de Belgrano
Zabala 1837 (C1426DQ6)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina
Tel.: 011-4788-5400 int. 2533
e-mail: invest@ub.edu.ar
url: <http://www.ub.edu.ar/investigaciones>

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Problemática	7
1.1.1. Ventajas que presenta la energía nuclear	7
1.1.2. Desventajas que presenta la energía nuclear	7
1.2. Objetivos y metodología	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Introducción al estudio de la energía nuclear.....	8
2.1.1. Recursos naturales	8
2.1.2. Problemas ambientales	8
2.1.3. La producción de energía y el ambiente.....	9
2.1.4. Clasificación de las fuentes de energía.....	9
2.1.5. Consumo energético.....	11
3. LA ENERGÍA NUCLEAR	12
3.1. Algunas definiciones	12
3.2. ¿Qué es la energía nuclear?	13
3.3. Materiales nucleares	13
3.3.1. Procedimiento para la obtención del combustible nuclear.....	14
3.3.2. Principales distritos y yacimientos en la República Argentina	14
3.3.3. Integración del ciclo de combustible	15
3.3.4. Régimen legal de los minerales nucleares y combustibles nucleares.....	15
3.3.4.1. Decreto Ley 22.477 / 56, ratificado por Ley 14.467 (actualmente derogado)	15
3.3.4.1.1. Características de este régimen	15
3.3.4.2. Decreto PEN 1.540 / 94.....	16
3.3.4.3. Derogación del Decreto ley 22.477 / 56 por Ley 24.498 (Ley de Modificaciones al Código de Minería- Sancionada en el año 1995).....	17
3.3.4.3.1. Sanciones frente al incumplimiento de lo dispuesto precedentemente.....	17
3.3.4.3.2. Obligaciones que tienen los titulares de las minas que contengan minerales nucleares.....	17
3.3.4.3.3. Exportación de minerales nucleares, concentrados y sus derivados	17
3.3.4.4. Decreto PEN 660 / 96. Reforma del Estado. Modificación de la actual estructura de la Administración Nacional (24 de junio 1996).....	18
3.3.4.5. Decreto PEN 1.286 / 96 (Empresa Atómica)	18
3.3.4.6. Ley Nacional de Actividad Nuclear 24.804 (1997).....	18
3.3.4.6.1. Autoridad Regulatoria Nuclear	18
3.3.4.6.2. Responsabilidad	19
3.3.4.6.3. Privatizaciones	19
4. HISTORIA DE LA ENERGÍA NUCLEAR	19
4.1. Desarrollo nuclear en la Argentina	23
4.1.1. Etapa formativa (1950- 1958).....	23
4.1.2. Etapa de consolidación (1959 – 1967)	24
4.1.3. Etapa de la nucleoelectricidad y del dominio del ciclo de combustible (1968- 2014)	24
5. USOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR CON FINES PACÍFICOS	27
5.1. Nucleoelectricidad	27
5.1.1. Procedimiento para obtener la nucleoelectricidad.....	28
5.1.1.1. ¿Qué es una central nuclear?.....	29
5.1.1.2. ¿Qué es la fisión del núcleo de los átomos de Uranio?.....	29
5.1.1.3. Funcionamiento de un reactor	29
5.1.2. La nucleoelectricidad en el mundo	30

5.1.3. Centrales nucleares en la Argentina.....	32
5.1.3.1. Atucha I	32
5.1.3.2. Embalse	32
5.1.3.3. Atucha II	32
5.1.3.4. Plantas nucleares en construcción: P Proyecto "CAREM-25"	32
5.1.4. Ventajas que presenta la nucleoelectricidad.....	33
5.1.4.1. Bajas emisiones de Dióxido de Carbono.....	33
5.1.4.2. Abundancia y bajo costo de combustible (Uranio).....	33
5.1.4.2.1. Grandes recursos de Uranio	33
5.1.4.2.2. Reproceso del combustible gastado	34
5.2. Transporte	34
5.3. Medicina	35
5.4. Industria.....	35
5.5. Alimentación.....	35
5.5.1. Sector agropecuario.....	36
5.5.1.1. Diagnóstico de enfermedades en los animales	36
5.5.2. Irradiación de alimentos.....	36
5.6. Nanotecnología	36
5.7. Forense	36
5.8. Planta Irradiación	37
6. PROBLEMÁTICA EN EL USO DE LA ENERGÍA NUCLEAR	37
6.1. Proliferación de armamento nuclear	37
6.1.1. Argumentos de quienes defienden la energía nuclear	38
6.2. Riesgo de accidentes	38
6.2.1. El accidente más grave en la historia nuclear: Accidente de Chernóbil	39
6.2.2. Argumentos de quienes defienden la energía nuclear	39
6.3. Residuos nucleares.....	41
6.3.1. Peligros que predicen algunos ambientalistas.....	41
6.3.2. Clasificación y tratamiento de los residuos radiactivos.....	42
6.3.2.1. Residuos radiactivos, fuentes en desuso y combustibles gastados.....	42
6.3.3. Gestión de los residuos radiactivos en la Argentina	43
6.3.3.1. Programa Nacional de Gestión de los Residuos Radiactivos (PNGRR) ..	43
6.3.3.1.1. Instalaciones para la Gestión de los Residuos Radiactivos (PNGRR).....	43
6.4. Transporte de materiales nucleares	44
6.5. Impacto en el medio ambiente	45
6.5.1. Comparación de la energía nuclear con respecto a otras fuentes de energía	45
6.6. Elevados costos	47
6.6.1. Algunas opiniones de quienes rechazan la energía nuclear	47
6.6.2. Análisis sobre algunos costos en particular.....	48
6.6.2.1. Costo de construcción de una central nuclear.....	48
6.6.2.2. Costo del combustible nuclear.....	50
6.6.2.3. Costo de almacenamiento de los residuos nucleares	50
6.6.2.4. Costo de desmantelamiento de una central nuclear.....	51
6.6.3. El caso de Francia	52
6.7. El desmantelamiento de una central nuclear	52
6.7.1. "Decommissioning"	53
6.7.2. Aspectos sobre el cese de operación.....	53
6.7.3. Estrategias de desmantelamiento.....	54
6.7.3.1. Estrategia que recomienda el OIEA.....	54
6.7.3.2. Procedimiento en la Argentina para desmantelar una central nuclear ...	55
6.7.3.2.1. Subprograma Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares dependiente de la Gerencia de Tecnología y Medio Ambiente.....	55

7. MARCO JURÍDICO	56
7.1. Leyes internas	56
7.1.1. Constitución Nacional	56
7.1.1.1. Artículo 41 de la Constitución Nacional	56
7.1.1.1.1. Análisis del artículo 41 de la C.N.....	56
7.1.1.2. Artículo 124 “In Fine” de la Constitución Nacional	57
7.1.1.3. Artículo 75, inciso 19, segundo párrafo de la Constitución Nacional.....	57
7.1.2. Régimen jurídico de la Comisión Nacional de Energía Atómica	57
7.1.3. Ley Nacional de la Actividad Nuclear: Ley 24.804.....	58
7.1.4. Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos: Ley 25.018.....	62
7.1.5. Régimen jurídico sobre la seguridad nuclear; Ley 24.776.....	64
7.2. Responsabilidad	65
7.2.1. Introducción al estudio de la responsabilidad	65
7.2.1.1. Daño ambiental.....	65
7.2.1.2. Legitimización	66
7.2.1.3. Responsabilidad por daño ambiental.....	66
7.2.1.4. Premisas que se sentaron en las sucesivas Jornadas Nacionales de Derecho Civil en materia de Responsabilidad por Daños	67
7.2.1.5. Algunas disposiciones que se encuentran en el Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental, presentado por la Comisión de la Unión Europea	68
7.2.1.6. Responsabilidad Penal frente al “daño ambiental”	68
7.2.2. Responsabilidad Penal en el campo de la energía nuclear.....	69
7.2.3. Responsabilidad en materia de minería	69
7.2.4. Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares.....	69
7.2.5. Ley Nacional de la Actividad Nuclear 24.804- En materia de responsabilidad.....	71
7.2.6. Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos. Ley 25.018 en materia de responsabilidad	71
7.3. Legislación internacional	72
7.3.1. Derecho Internacional Público en el campo del armamento nuclear.....	72
7.3.1.1. Reseña histórica	72
7.3.1.2. Asuntos de Desarme en la Actualidad	73
7.3.1.3. El OIEA	76
7.3.1.3.1. Sistema de Salvaguardias del OIEA.....	76
7.3.1.4. Acuerdos internacionales suscriptos por Argentina en materia de desarme y control de armas de destrucción masiva.....	77
7.3.2. Derecho Internacional en el campo de la seguridad nuclear.....	79
7.3.2.1. Seguridad Radiológica del OIEA.....	79
7.3.2.2. Convención sobre Seguridad Nuclear	79
7.4. Régimen jurídico respecto al transporte de materiales radiactivos.....	79
7.4.1. Reglamentación internacional para el transporte de materiales radiactivos.....	79
7.4.2. Reglamentación nacional para el transporte de materiales radiactivos.....	80
8. CONCLUSIÓN	81
9. BIBLIOGRAFÍA	84
9.1. Sitios en internet.....	84
9.1.1. Bibliografía consultada en internet.....	84
9.1.2. Artículos periódicos.....	84
9.1.3. Foros.....	85
9.1.4. Documentales	85
9.1.5. Páginas web consultadas	85

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende indagar sobre cuáles son los beneficios y perjuicios del uso de la energía nuclear. Se investigará cómo surgió esta fuente de energía, cuáles son sus usos en la actualidad y se la comparará con otras fuentes energéticas; se analizarán algunas de las opiniones de los defensores y detractores de esta energía. Paralelamente se irá analizando el contenido de la legislación argentina junto con los Tratados Internacionales suscriptos por la Nación. Finalmente se evaluarán conclusiones.

En el marco teórico se puede encontrar una relación entre los conceptos “recursos naturales”, “energía” y “medio ambiente”, lo que permitirá indagar la temática abordada.

En los capítulos siguientes, inicialmente se analizarán conceptos de gran importancia, luego se desarrollará la reseña histórica de esta fuente de energía; posteriormente se citarán los diversos usos que presenta en la actualidad, y seguidamente se investigarán los problemas o desventajas que presenta. Finalmente se analizará el marco jurídico, y se citarán algunas opiniones que derivarán en una conclusión.

1.1. Problemática

El uso de la energía nuclear ha generado grandes debates doctrinarios. A continuación se han recopilado algunas de las opiniones encontradas. Dichas opiniones, han llamado la atención de quien escribe y se considera merecen ser mencionadas por ser los grandes debates que presenta en la actualidad el uso de esta fuente de energía.

1.1.1. Ventajas que presenta la energía nuclear

Quienes defienden el uso de esta energía, consideran que se trata de una alternativa segura y limpia. Muchos de sus defensores, entre los que se encuentran importantes organizaciones y algunos doctrinarios, la consideran una excelente opción por garantizar un gran porcentaje del suministro eléctrico, generar empleo, y prácticamente no contaminar; sostienen que no genera Dióxido de Carbono (CO₂), y que los vertidos de las centrales nucleares al exterior son mínimos.

1.1.2. Desventajas que presenta la energía nuclear

Por su parte, quienes repudian esta energía consideran que las desventajas son múltiples: la consideran costosa, peligrosa e imprescindible.

Concretamente mencionan las siguientes desventajas:

- Elevados costos (sostienen que es muy costoso construir y poner en funcionamiento una central nuclear, así como también desmantelarla al concluir su vida útil);
- Amenaza para la salud humana y los ecosistemas (sus riesgos e impactos se extienden desde la minería de uranio, la fabricación de los combustibles nucleares, generación de residuos radiactivos, transporte y almacenamiento de éstos);
- Posibilidad de un accidente nuclear;
- Posibilidad de desvío del material nuclear para armas nucleares (proliferación nuclear);
- Complicaciones que presenta el desmantelamiento de una central nuclear;
- Posibilidad de agotamiento de los minerales nucleares.

1.2. Objetivos y metodología

El objetivo general de este trabajo es analizar el marco jurídico e institucional en el que se desarrolla la energía nuclear en la Argentina.

Específicamente, lo que se busca con este trabajo es analizar y concientizar sobre los riesgos que conlleva esta fuente energética de no poseer un correcto marco jurídico.

Las inquietudes que guían esta investigación son:

¿Por qué es conveniente utilizar esta fuente de energía?; ¿Qué países utilizan este tipo de energía?; ¿Qué porcentaje de la electricidad de nuestro país proviene de la energía nuclear?; ¿Cuál es el costo económico, aproximadamente de poner en marcha una central nuclear?; ¿Qué se hace con los residuos radiactivos y cuál es el impacto de éstos en el medio ambiente?; ¿Cómo funciona el transporte de estos residuos?; ¿Qué probabilidad de que ocurra un accidente nuclear hay en la Argentina?; ¿Estamos preparados para soportar un accidente nuclear?; ¿Qué sucede con el plutonio que se obtiene del proceso de producción de la energía nuclear?; ¿Qué ocurre con las plantas nucleares frente al transcurso del tiempo?; ¿Cuál es el tiempo de vida útil que tiene de una central nuclear?; ¿Qué sucede con las centrales nucleares cuando finaliza su vida útil y qué costo tiene desmantelarlas?; ¿Puede la Argentina afrontar dicho costo?; ¿El combustible que utiliza una central nuclear es un recurso renovable o no renovable?; ¿Cuál es el marco jurídico e institucional en el que se desarrolla la energía nuclear en la Argentina?; ¿Qué Tratados Internacionales ha suscripto la Argentina sobre el uso de la energía nuclear?.

Se ha recopilado y analizado bibliografía tradicional y actual sobre la energía nuclear y sobre su marco normativo. Se consultaron publicaciones periódicas especializadas en la problemática del trabajo.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen conceptos de suma importancia para la temática que se aborda.

2.1. Introducción al estudio de la energía nuclear

La energía nuclear no es más que un tipo de energía, con todas sus características propias. Como consecuencia, resulta conveniente comenzar esta exposición explicando algunos conceptos, tales como:

- qué son los recursos naturales
- qué es la energía
- por qué se relacionan estos dos conceptos
- cuál es el impacto de éstos en el medio ambiente.

2.1.1. Recursos naturales

En la tierra existen enormes disponibilidades de energías y alimentos que son utilizados por el hombre.

Los recursos naturales son los bienes de la naturaleza y del hombre en la medida en que se aprovechen realmente, es decir, en la medida que se los “quite” de aquel estado de inmovilidad a la que se hayan sujetos, y se los use, elabore y trabaje para que puedan constituir un recurso útil y necesario para el hombre, pueblo o nación. De este modo, la noción de recurso natural está ligada a la cultura del trabajo y de la producción, pues se necesita el material humano capacitado y apto para “trabajar” la naturaleza.

Asimismo, es indiscutible que la actividad humana ha sido siempre fuente de residuos y contaminación. Por ende, debe encontrarse un honesto y virtuoso punto de equilibrio: el hombre deberá acomodar su actividad económica y social a lo que la tierra puede soportar.¹

2.1.2. Problemas ambientales

El desarrollo industrial y tecnológico que caracteriza a la sociedad moderna ha producido efectos nocivos en la interrelación del hombre con la naturaleza.

¹ Bellorio Clabot, Dino: “*Tratado de Derecho Ambiental*”, 2ª ed., Buenos Aires, Ad- Hoc SRL, 1999, T. I, p. 33- 34.

Algunos de los problemas que viene sufriendo el planeta tierra son: el calentamiento global, el desgaste de la capa protectora de ozono, la desenfrenada destrucción de las selvas, la lluvia ácida, la gestión de residuos, el agotamiento de los recursos naturales a causa de su explotación económica incontrolada, la desaparición de gran cantidad de especies de la flora y fauna y la degradación de los espacios naturales. El deterioro del medio ambiente compromete la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

La degradación del medio ambiente constituye uno de los problemas fundamentales que la humanidad tiene planteadas desde la segunda mitad del siglo XX.

La respuesta eficaz depende de la capacidad del hombre para conservar, reciclar productos usados, eliminar residuos en forma segura y desarrollar fuentes de energía menos dañinas para el medio ambiente.²

En las sociedades altamente industrializadas se extiende la inquietud de los ciudadanos y de los poderes públicos por los problemas relativos a la conservación de la naturaleza y el medio ambiente, siendo la política de la conservación de la naturaleza uno de los grandes desafíos públicos en la actualidad.

La preocupación por estos temas tiene dimensiones mundiales; se requiere de la acción conjunta de las naciones, ya que lo que en este momento sucede en un lugar de la Tierra, ha de repercutir en cualquier otro. Como consecuencia, se ha incorporado en diversos tratados internacionales, especialmente en el marco de las Naciones Unidas, la necesidad del hombre de vivir y desarrollarse en un ambiente sano y adecuado.

El medio ambiente es un bien común limitado, y por consiguiente, su uso y disfrute deben estar supe-
ditados a los superiores intereses de la comunidad, frente a los intereses individuales.³

2.1.3. La producción de energía y el ambiente

La energía es todo aquello que puede originar o dar existencia a un trabajo; es la capacidad que posee la materia para producir calor, trabajo en forma de movimiento, luz, crecimiento biológico, entre otros. Por materia se entiende cualquier cuerpo sólido, líquido y gaseoso.

Las distintas manifestaciones o formas de energía pueden transformarse unas en otras. Para que estas transformaciones puedan realizarse se requiere de la creación por parte del hombre de maquinarias.⁴

2.1.4. Clasificación de las fuentes de energía:

Las fuentes de energía se clasifican según si son fuentes renovables o no renovables.

Las fuentes renovables son aquellas que son esenciales para asegurar el abastecimiento energético por poseer infinitas reservas. Son limpias, ya que no implica la quema de elementos fósiles (como el petróleo, gas y carbón) y por lo tanto, no producen dióxido de carbono, junto a otras ventajas ambientales, sociales y económicas.⁵

² Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. I, op.cit., p. 36 a 38.

³ Menéndez, Augusto J.: "La Constitución Nacional y el Medio Ambiente", 1ª ed., Mendoza, Ediciones Jurídicas Cuyo, 2000, p. 25 a 28. Disponible en:

http://books.google.com.ar/books?id=tRONasa9T20C&pg=PA25&lpg=PA25&dq=Men%C3%A9ndez,+Augusto+Y.:+%E2%80%99CLA+Constituci%C3%B3n+Nacional+y+el+Medio+Ambiente&source=bl&ots=8iKUrBs8_4&sig=i7b2Z1RzuS0ujJDF0tw4bTtPXGM&hl=es-419&sa=X&ei=jn0-VLvpFM61sQTD9YCoCA&ved=0CCUQ6AEwAQ#v=onepage&q=Men%C3%A9ndez%2C%20Augusto%20Y.%3A%20%E2%80%99CLA%20Constituci%C3%B3n%20Nacional%20y%20el%20Medio%20Ambiente&f=false

⁴ Secretaría de Energía – República Argentina: "Conceptos sobre Energía", 2003, p. 4- 5. Disponible en:

http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/conceptos_energia.pdf

⁵ Esteves Belén: "Democratización Energética. 100% Renovable la Energía del Futuro: Análisis Jurídico- Institucional comparado de las Energías Renovables en la Argentina y Alemania: Recomendaciones de Políticas Públicas para su desarrollo", 1ª ed., Bs.As., Editorial Concordia, 2011, p. 13.

Dentro de las fuentes renovables se encuentran las siguientes formas de energía:

- 1) Energía Solar: Esta energía aprovecha las radiaciones provenientes del sol para luego convertirlas en electricidad o en calor. Existen dos alternativas posibles para realizar estas transformaciones: la conversión fotovoltaica (Energía Solar Fotovoltaica) y la Conversión Fototérmica (Energía Solar Térmica).⁶
- 2) Energía Eólica: Esta energía hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola en energía eléctrica o mecánica.⁷
- 3) Energía Hidroeléctrica: Esta es la mayor fuente de energía renovable explotada por el hombre. Es generada por un curso de agua que se hace pasar por una construcción tubular generalmente subterránea.⁸
- 4) Energía de Biomasa: La biomasa ha sido el primer combustible empleado por el hombre y el principal hasta la revolución industrial.⁹
Dentro de la biomasa se distingue:
 - Biomasa natural: Producida en la naturaleza sin la intervención humana, por ejemplo, la caída natural de ramas de los árboles en los bosques (poda natural).
 - Biomasa Residual: Generada por cualquier actividad humana, principalmente en procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tales como basura y aguas residuales.
 - Biomasa producida por cultivos energéticos: Cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en biocombustible, tales como caña de azúcar orientada a la producción de etanol para carburante.
- 5) Energía Mareomotriz: Esta energía se obtiene aprovechando las mareas, mediante el empalme de un alternador. La influencia del Sol y la Luna sobre el planeta Tierra produce un fenómeno, en la parte móvil del mundo, (es decir, en los océanos y mares) de atracción y repulsión- denominado marea.¹⁰
- 6) Energía Geotérmica: Es la energía almacenada en las rocas del subsuelo de la tierra. Utiliza el vapor natural de la tierra para producir calor (para calefaccionar en procesos industriales o agrícolas) o para producir electricidad (se requiere una instalación similar a la que posee una central térmica, con la diferencia que el vapor no se genera del quemado de fósiles sino que proviene directamente de la naturaleza). El vapor de la tierra surge de la diferencia de temperatura que existe en la superficie y en el interior de la Tierra.¹¹
- 7) Energía del Hidrógeno: El hidrógeno es el elemento más simple y abundante de todo el universo. El hidrógeno libre se lo puede hallar en las emisiones volcánicas y el hidrógeno como elemento químico- combinado se lo puede hallar en el agua, en el gas natural, en el petróleo y en el carbón. Cerca del 10% del cuerpo humano consiste en hidrógeno.
Del hidrógeno se puede obtener el uso de motores de vehículos terrestres como automóviles, camiones, ómnibus, motoelevadores, locomotoras y motores de aviones y buques; así como también la generación eléctrica estacionaria en lugares aislados o en centros urbanos como generación propia o cogeneración (cuando se desea prescindir de la red eléctrica del lugar por seguridad, calidad del servicio o una combinación de ambos factores); en este caso, los generadores más modernos son celdas de combustible o motores de combustión interna especialmente adaptados para el hidrógeno.¹²

Por el contrario, las fuentes de energía no renovables son aquellas que generan energía agotando los recursos naturales no renovables. Son generalmente depósitos limitados o con ciclos de regeneración muy por debajo de los ritmos de extracción o explotación. En ocasiones es el uso abusivo y sin control lo que los convierte en recursos agotados.

⁶ Esteves Belén, op.cit., p. 25.

⁷ Esteves Belén, op.cit., p. 22.

⁸ Esteves Belén, op.cit., p. 30.

⁹ Esteves Belén, op.cit., p. 28.

¹⁰ Chingotto Mario R.: "Energía Mareomotriz". Disponible en: <http://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN813/813chingotto.pdf>

¹¹ Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación: "Energía Geotérmica". Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=1278>

¹² Asociación Argentina del Hidrógeno: "Hidrógeno", 2005. Disponible en: <http://www.aah2.org.ar/hidrogeno.htm>

Dentro de las fuentes de energía no renovables encontramos las siguientes formas de energía:

1) Energía Fósil:

- **Petróleo Crudo:** Es una mezcla compleja de hidrocarburos de diverso peso molecular en el cual existe una pequeña porción de compuestos que poseen azufre y nitrógeno. La composición de esta fuente es variable y puede clasificarse teniendo en cuenta los residuos de la destilación como: parafinas, asfaltos o una combinación de ambos. El petróleo crudo es empleado como materia prima de las refinerías para el procesamiento y obtención de sus derivados.
- **Gas Natural:** Es una combinación gaseosa de hidrocarburos. Abarca el Gas Natural Libre y el Asociado. Se encuentra en las minas de carbón o zonas de geopresión.
El Gas Natural Libre es una combinación gaseosa de hidrocarburos conformada principalmente por el metano obtenido de los campos de gas.
El Gas Natural Asociado es una combinación de hidrocarburos que se origina relacionada con el petróleo crudo.
- **Carbón Mineral:** Es un mineral combustible sólido, de color negro o marrón oscuro, compuesto principalmente de hidrógeno y oxígeno, nitrógeno, azufre y otros elementos. Surge por la degradación de los restos de organismos vegetales debido a la acción del calor, presión y otros fenómenos físicos- químicos.¹³

2) **Energía Nuclear:** Se genera por la fisión o fraccionamiento de los núcleos de elementos pesados, como por ejemplo el uranio. Esta energía también puede originarse de la fusión o unión de los núcleos de los elementos de peso atómico bajo.¹⁴

Si bien es reducida la utilidad de las energías renovables en comparación con las energías convencionales (las provenientes de fuentes no renovables), la Agencia Mundial de Energía estima que la presencia de las renovables en la generación de energía eléctrica, se quintuplicaría para el año 2015, pasando del 3% al 15%, destacándose cada vez más el desarrollo de la energía solar seguido por la eólica.¹⁵

2.1.5. Consumo energético:

Los pronósticos de distintos analistas especializados indican que el consumo energético en el mundo, en particular la electricidad, continuará incrementándose.¹⁶ El Consejo Mundial de Energía (World Energy Council- WEC), en 1995, informó que el consumo global de electricidad puede llegar a incrementarse en aproximadamente un 75% para el año 2020 y prácticamente triplicarse para el 2050.

Mientras no existen casi controversias sobre el aumento en la demanda de la energía eléctrica, el debate que se plantea es de dónde provendrá esta electricidad.¹⁷

La asociación mundial nuclear ("World Nuclear Association") indicó en el año 2008 que producción eléctrica, a nivel mundial, se presentó de la siguiente manera:¹⁸

- Consumo energético proveniente de Combustibles Fósiles: 67,6%
 - Carbón: 40,8%
 - Gas: 21,3%
 - Petróleo: 5,5%
- Hidráulica: 16,2%
- Nuclear: 13,4%
- Otras: 2,8%

¹³ Secretaría de Energía: "Glosario del Balance Energético". Disponible en: <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=323>

¹⁴ Secretaría de Energía – República Argentina: "Conceptos sobre Energía", op.cit., p. 6 -7.

¹⁵ Esteves Belén, op.cit., p. 12 a 32.

¹⁶ El uso de la energía eléctrica aumenta cuando el consumo de bienes y servicios por parte de la población crece.

¹⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: "Temas Nucleares". Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/alternativas_energeticas.php

¹⁸ World Nuclear Association: "Nuclear Power in the World Today", 2014. Disponible en: <http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Nuclear-Power-in-the-World-Today/>

La Comisión de Energía Atómica (CNEA), en Mayo del 2013, indicó que en Mayo del mismo año, la generación eléctrica se presentó en la Argentina de la siguiente forma:¹⁹

- Consumo energético proveniente de Combustibles Fósiles: 67.9%
 - Gas Natural: 37,34%
 - Gas Oil: 17,93%
 - Carbón: 2,44%
 - Fuel Oil: 9,91%
- Hidráulica: 28.0%
- Nuclear: 3.8%
- Otras Renovables (energía eólica y solar, siendo en su mayor parte eólica): 0.3%

3. LA ENERGÍA NUCLEAR

3.1. Algunas definiciones

Definición de Átomo: Palabra griega que significa etimológicamente “indivisible”. El átomo era considerado, tradicionalmente, como la más pequeña porción en que puede dividirse un elemento simple sin perder sus propiedades.²⁰

Composición del Átomo: El átomo está compuesto por un núcleo, en el que se haya encerrada una extraordinaria energía, que es precisamente la que hoy aprovecha el hombre para su beneficio. En el núcleo del átomo se encuentran los protones, cuya carga es positiva (se hallan en la misma cantidad que los electrones) y los neutrones, éstos no tienen carga.

Los elementos básicos de la naturaleza se diferencian según la composición de su núcleo atómico; es decir, según el número de protones que contiene el núcleo de cualquiera de sus átomos.

Ejemplos:

- Cualquier átomo en el hidrógeno contiene, dentro del núcleo, un único protón.
- Cualquier átomo en el uranio contiene, dentro del núcleo, noventa y dos (92) protones.

El “peso atómico de los átomos” hace referencia al número total de protones y neutrones que se encuentran dentro del núcleo. Existen átomos que poseen igual número atómico e idénticas propiedades químicas, y sin embargo difieren entre sí por su masa o peso atómico. En este caso hablamos de los isótopos.

La posibilidad de que existan los isótopos, es decir, los átomos de diferente peso pertenecientes a un mismo elemento, se explica por el distinto número de neutrones que contienen sus núcleos.

Ejemplos:

- Uranio- 235: Compuesto por noventa y dos (92) protones más (+) ciento cuarenta y tres (143) neutrones.
- Uranio- 238: Compuesto por noventa y dos (92) protones más (+) ciento cuarenta y seis (146) neutrones.

La separación de los isótopos de un elemento es una operación difícil, porque sus propiedades químicas son prácticamente iguales; por ende hubo que recurrir a procedimientos especiales para obtener, por ejemplo, el uranio-235 que es el que se emplea en la bomba atómica.

¹⁹ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina*”, 2013, p. 6 y 10. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/sintesis_mem/5_2013.pdf

²⁰ Real Academia Española: “*Diccionario de la lengua española*”, 22ª ed., Madrid; 2001. Consultado en: <http://www.rae.es/rae.html>

3.2. ¿Qué es la energía nuclear?

La energía nuclear es aquella energía que se obtiene tras liberar las fuerzas que mantienen unido al núcleo del átomo. Esta liberación puede producirse por medio de dos diferentes procesos: procedimiento de fusión con otro átomo, o bien, procedimiento de fisión de un átomo.

El procedimiento de fusión con otro átomo es aquel proceso en el que se unen los núcleos de dos átomos diferentes.

Las ventajas de este procedimiento son la ilimitada fuente de energía que es posible obtener, la utilización del hidrógeno como materia prima (es decir, se utiliza como combustible sólo isótopos naturales y no radiactivos), y la posibilidad de convertir la energía obtenida en electricidad sin necesidad de una etapa intermedia (concretamente, sin necesidad de hacer uso de una turbina de vapor lo que elimina la polución térmica).

Asimismo este procedimiento presenta una gran desventaja que es el inconveniente tecnológico al que se enfrentan los científicos, pues éstos deben crear las extremas condiciones que existen dentro del sol, donde el calor reduce la materia a un gas ionizado en el que las partículas atómicas adquieren tal energía superando su repulsión eléctrica, colisionando entre sí y produciendo la fusión con desprendimiento de energía.

Por el contrario, el procedimiento de fisión de un átomo es aquel proceso que permite la desintegración del átomo. Cada núcleo de un átomo de uranio se divide en dos nuevos átomos, que difieren químicamente del desintegrado, liberando energía (esto demostró que el átomo no era la última partícula de la materia, pues se lo podría dividir, dando lugar a los aprovechamientos que se designan "energía nuclear").

Los núcleos de algunos átomos (principalmente el uranio- 235) pueden dividirse espontáneamente o al incidir sobre ellos las partículas subatómicas (neutrones), en cuyo caso, cada vez que esto ocurre se libera energía y el núcleo que se desintegra- emitiendo dos o tres neutrones que, a su vez pueden desencadenar otras fisiones, manteniendo así el proceso.

Esto ocurre debido a que los neutrones que bombardean al átomo no poseen carga eléctrica. Así, al bombardear uranio- 238 con neutrones, se producen elementos de fisión (uranio- 239; neptunio-239 y plutonio- 239) con gran expansión de energía (un kilogramo de uranio produce tanto calor como el que resulta de quemar tres millones de kilogramos de carbón).

Los reactores en la actualidad utilizan este sistema.²¹

3.3. Materiales nucleares

Para obtener energía nuclear se requiere del combustible nuclear, esto es, material que contiene núcleos fisionables (es decir que se pueden "partir"). El Uranio 235 es un material fisionable, como así también el plutonio. Un reactor puede funcionar tanto con uranio natural como con uranio enriquecido (este ha sido tratado especialmente para aumentar su rendimiento). El combustible nuclear se obtiene a partir de una serie de procesos sobre los materiales nucleares.

El decreto-ley 22.477/56 define qué debe entenderse por "elementos nucleares" en el inciso primero del primer artículo, del siguiente modo: *"El elemento nuclear es todo elemento químico que la ley declara tal a causa de ser posible fuente de energía atómica en cantidades técnicamente importantes y porque su inclusión en el régimen de este decreto ley convenga por razones de protección común o de interés nacional."* Asimismo, en el artículo cuarto se declara elementos nucleares al uranio, torio y plutonio.

El uranio y el torio son los únicos elementos naturales, pues el plutonio no existe en la naturaleza, sino que constituye un producto artificial resultante de la fisión nuclear.

²¹ Lacomini, Héctor L.: *"Derecho de la Energía Nuclear"*, 1ª ed., Bs.As., Astrea; 1988, p. 1 a 7.

Ni el uranio ni el torio se presentan puros, sino que aparecen combinados con otros elementos en forma mineral.

3.3.1. Procedimiento para la obtención del combustible nuclear

El material nuclear se lo encuentra concentrado en el interior de las rocas (esta concentración se produce como consecuencia del enfriamiento del magma) o sedimentado por proceso de erosión superficial, como en las gangas (formaciones rocosas que ya han sido sometidas a labores extractivas, pero que contienen -en menores concentraciones- minerales nucleares).

Para extraer el material nuclear se requiere de una serie de procedimientos: Se deberá formar con la ayuda de una maquinaria adecuada (tipo topadoras), conglomerados de material de unos cuatro metros de altura y longitud variable. Luego, en su parte superior se debe construir, con la misma sustancia rocosa, una especie de "terrazza" la cual será regada con un ácido sulfúrico (en general), para poder extraer de su parte inferior la acumulación de minerales.

Luego se deberá filtrar todo el material para encontrar el concentrado de uranio (U₂) conocido también como "torta amarilla" o "yellowcake" (a causa de su color amarillo). En general, el concentrado de uranio suele equivaler desde un 60% a un 80% del uranio puro. El procedimiento para obtener el concentrado de uranio se denomina lixiviación; en este procedimiento se pulveriza el mineral de uranio y luego se lo baña en ácido sulfúrico para separar el uranio. La torta amarilla es la sustancia que queda tras secarlo y filtrarlo (sin embargo, la torta producida por las máquinas pulverizadoras modernas es marrón o negra; el nombre proviene del color y la textura que tiene el material cuando se extrae). La torta amarilla es uranio no enriquecido.

Finalmente los centros especializados (por ejemplo- el Centro Fabril Córdoba) continúan con el mecanismo técnico que desemboca en la obtención de dióxido de uranio (UO₂), sintetizable de pureza nuclear, el cual fraccionado en las preindicadas pastillas, constituye el combustible nuclear de las centrales.²²

La Nación Argentina, a través de la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica), tiene el dominio básico del ciclo combustible.

3.3.2. Principales distritos y yacimientos en la República Argentina.²³

Distritos y yacimientos uraníferos (uranio):

- 1) Distrito Tonco- Amblayo (Salta)
- 2) Distrito Cosquín (Córdoba)
- 3) Distrito Tinogasta (Catamarca)
- 4) Distrito Sañogasta (La Rioja)
- 5) Distrito Guandacol (La Rioja)
- 6) Distrito Comechingones (San Luis)
- 7) Distrito Malargue (Mendoza)
- 8) Ambiente del Chubut Central- Agrupa varios distritos uraníferos:
 - o Distrito Sierra Cuadrada
 - o Distrito Paso de Indios
 - o Distrito Rio Chico
- 9) Distrito Sierra Pintada (San Rafael, Mendoza)

Distritos y yacimientos de torio:

- 1) San Luis
- 2) Córdoba,
- 3) Salta (Distrito Rangel, Minas Rangel, El Ucu, Estrella de Oriente, La Barba, La Amelia, Tierras Raras).

²¹ Lacomini, Héctor L., op.cit., p. 14 – 15.

²² Lacomini, Héctor L., op.cit., p. 21 a 26.

- 4) Jujuy
- 5) Chubut
- 6) Santa Cruz

3.3.3. Integración del ciclo de combustible

Por razones históricas, el frente del ciclo de combustible se configuró, en su aspecto empresarial, dividido en tres empresas:

- Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR S.A.): Con una participación accionaria de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) del 33,3% y con participación accionaria también del Grupo Perez Companc del 67%, provee a Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA) los elementos combustibles para las centrales nucleares de potencia. Para ello, fabrica pastillas con el polvo de uranio (dióxido de uranio natural o levemente enriquecido) producido por DIOXITEK S.A. y arma los combustibles con dichas pastillas y las vainas y semiterminados de zircaloy y provistos por la Fábrica de Aleaciones Especiales S.A. (FAE S.A.).

La planta industrial se encuentra en Ezeiza, provincia de Buenos Aires, a 35 Km del centro de la Ciudad de Buenos Aires. De allí, CONUAR comercializa todos sus productos destinados al mercado nuclear nacional e internacional.

- Fábrica de Aleaciones Especiales S.A. (FAE S.A.): Con una participación accionaria de la CNEA del 32% y de la empresa CONUAR del 68%- aunque debido a la participación, a su vez de la CNEA en CONUAR su participación real alcanza al 54%- fabrica las vainas y semiterminados de zircaloy para los elementos combustibles.

Se encuentra ubicada a minutos del aeropuerto internacional de Ezeiza, Buenos Aires Argentina.

- Dioxitek S.A.: Es una sociedad anónima estatal creada por el Poder Ejecutivo Nacional para garantizar el suministro de dióxido de uranio que se utiliza en la fabricación de los elementos combustibles para las centrales nucleares argentinas. Sus acciones pertenecen a la Comisión Nacional de Energía Atómica- CNEA (99%) y a la Provincia de Mendoza (1%).

Con una participación accionaria de la CNEA del 99% y el 1% restante de NUCLEAR MENDOZA, que suministra el dióxido de uranio (UO₂) natural para la fabricación de elementos combustibles para la Central Nuclear Embalse, y la mezcla de UO₂ natural con uranio levemente enriquecido (ULE) para la de los combustibles para la Central Nuclear Atucha I.

La CNEA, además de la presencia accionaria, tiene contratos de asistencia tecnológica que vinculan a sus sectores de ingeniería, desarrollo tecnológico e investigación con la producción en sus empresas asociadas. Esa participación accionaria le permite incidir en las decisiones de las empresas para mantener el nivel tecnológico requerido en las mismas y, sobre todo, el suministro nacional del combustible nuclear.²⁴

3.3.4. Régimen legal de los minerales nucleares y combustibles nucleares

3.3.4.1. Decreto Ley 22.477 / 56, ratificado por la Ley 14.467 (actualmente derogado)

Antiguamente regía el decreto ley número 22.477 / 56, ratificado luego por la ley 14.467. De acuerdo con esta normativa, el régimen legal de los elementos minerales nucleares (uranio, torio y plutonio), así como de los yacimientos y las minas que los contengan, sería el indicado en el mencionado decreto ley, aplicándose supletoriamente las disposiciones del Código de Minería y la ley 10.273 para las sustancias de primera categoría.²⁵

3.3.4.1.1. Características de este régimen

Los yacimientos y minas que contuviesen minerales nucleares eran declarados "bienes privados de la Nación o de las Provincias según el lugar en que se encontraren". Sólo podían ser enajenados o transferidos al Estado Nacional (la Comisión representaba a la Nación- art. 3°), el que no podría enajenarlos (art. 5°).

²⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica: "La Política Nuclear Argentina. Evaluación y Propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica", Marzo 2001, p. 48.

²⁵ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. I, op.cit., p. 269.

Este decreto consagró el monopolio del Estado sobre los yacimientos y minerales nucleares.

Asimismo se reconocía a la Comisión Nacional de Energía Atómica la facultad de efectuar la prospección nuclear y los estudios afines en minas denunciadas, registradas o concedidas. Dentro de las zonas que la Comisión delimitaba, en razón de que se presumía la existencia de minerales nucleares, la Autoridad Minera no podía otorgar concesión alguna, sin previa prospección realizada por aquélla (art. 15°).

El permiso de cateo nuclear no impedía la prospección nuclear libre dentro de la superficie otorgada siempre que se realizare a una distancia mayor de 300 metros de cada trabajo de cateo nuclear. Si en dicha prospección se descubría un yacimiento nuclear, el explorador sería reconocido como el descubridor (art. 11°, inc. 1°).

La autoridad minera debía comunicar a la Comisión todos los permisos de cateo nuclear que otorgare, quedando la misma como titular de dichos permisos cuando se produjere su caducidad (art. 11°, inc. 7°).

Registro

El descubridor de minerales nucleares debía formular la manifestación del descubrimiento ante la Autoridad Minera conforme lo dispuesto en el Código de Minería, solicitando la asignación de 80 unidades de explotación nuclear. Remitiría copia de la presentación y muestra del mineral a la Comisión, la que se expedía sobre la procedencia del registro mediante dictamen previo a la resolución de la autoridad (art. 12°).

Registrado un yacimiento nuclear, la Comisión decidía su reserva o explotación, previo convenio con la provincia respectiva (art. 13°).

La norma contemplaba los derechos del descubridor de un yacimiento nuclear registrado mediante una gratificación en dinero, explotación en las condiciones que establecía la Comisión o participación en el producido (art. 14°).

Explotación de los Yacimientos o Minas Nucleares

La explotación de los yacimientos o minas nucleares sería realizada por los particulares con arreglo a los contratos y demás especificaciones técnicas que determinare la Comisión, o por la propia Comisión en caso de interés nacional o de no haber particulares interesados (art. 16°).

Se preveía la celebración de convenios con las provincias respecto de los yacimientos nucleares que hubiere en ellas, en los que se especificarían los derechos locales (art. 17°).

El ocultamiento malicioso de mineral nuclear por parte del concesionario de una mina no nuclear se castigaba con la caducidad de dicha concesión (art. 24°).

Importación y Exportación de Elementos o Materiales Nucleares

La importación de elementos o materiales nucleares debía ser autorizada en cada caso por la CNEA; introducidos en el país, quedaban bajo su fiscalización (art. 26°).

En el caso de la exportación de materiales nucleares se requería en cada caso la autorización del Poder Ejecutivo de la Nación siendo realizada exclusivamente por la Comisión (art. 27°).

3.3.4.2. Decreto PEN 1.540 / 94

A través de esta norma, se reorganizan las funciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica creándose el Ente Nacional Regulador Nuclear y constituyéndose la Sociedad Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (art. 1°).

En todo lo que respecta a los materiales nucleares, ha de destacarse que el Ente Regulador Nuclear debe proponer ante el Poder Ejecutivo Nacional el dictado de las normas regulatorias que fuere menester implementar en la fiscalización del uso de materiales nucleares (art. 2°).

3.3.4.3. Derogación del Decreto Ley 22.477 / 56 por Ley 24.498 (Ley de Modificaciones al Código de Minería- sancionada en el año 1995)

La exploración y explotación de minerales nucleares y de los desmontes, relaves y escoriales que los contengan, se regirán por las disposiciones del Código de Minería referente a las minas de primera y segunda categoría, en todo lo que no se encuentre modificado por el nuevo apéndice (art. 1°).

Con relación a las actividades de exploración y explotación nuclear que se desarrollaren en las provincias, las mismas recibirán asesoramiento técnico, minero y de prevención de riesgos, por parte del organismo que por ley se designe, el que para tales fines, podrá celebrar convenio con esas provincias respecto a las actividades a desarrollar.

Se declara minerales nucleares al uranio y al torio. Quienes exploten minas que contengan minerales nucleares están obligados a presentar ante la Autoridad Minera un plan de restauración del espacio natural afectado por los residuos mineros y a neutralizar, conservar o preservar los relaves o colas y otros productos de procesamiento que posean elementos radiactivos o ácidos, cumpliendo la legislación vigente.

Queda prohibida la reutilización de dichos productos que tampoco pueden ser concedidos para otro fin, salvo que mediare autorización del organismo que por ley se designe y de la Autoridad Minera.

3.3.4.3.1. Sanciones frente al incumplimiento de lo dispuesto precedentemente:

Se sancionará el incumplimiento de lo dispuesto precedentemente con: clausura temporal o definitiva del establecimiento; caducidad de la concesión o autorización; o multas progresivas.

Quienes no cumplan son responsables igualmente por los daños y perjuicios que por tal incumplimiento se hubieren originado y/o por los costos que resulte necesario afrontar para prevenir o reparar tales daños, sin perjuicio de las sanciones específicamente ambientales y de las penales que correspondan (art. 3°).

3.3.4.3.2. Obligaciones que tienen los titulares de las minas que contengan minerales nucleares

Los titulares de las minas que contengan minerales nucleares están obligados a suministrar al organismo que por ley se designe y a la autoridad minera la información sobre reservas y producción de tales minerales y sus concentrados, cuando los mismos lo requieran. La presentación tendrá carácter de declaración y su incumplimiento es sancionado con multa graduable.

3.3.4.3.3. Exportación de minerales nucleares, concentrados y sus derivados

Para poder exportar minerales nucleares, concentrados y sus derivados se requiere la previa aprobación del organismo aludido en el art. 1°.

Asimismo, debe quedar garantizado el abastecimiento interno y el control sobre el destino final del mineral a exportar (art. 6°).²⁶

²⁶ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. I, op.cit., p. 274 a 276.

3.3.4.4. Decreto PEN 660 / 96. Reforma del Estado. Modificación de la actual estructura de la Administración Nacional (24 de junio de 1996)

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fue transferida del ámbito de la Presidencia de la Nación al ámbito de la Secretaría de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación (art. 30°).

3.3.4.5. Decreto PEN 1.286 / 96 (Empresa Atómica)

El Poder Ejecutivo Nacional, a través de esta norma, resolvió separar todas las plantas del ciclo de combustible que dependiesen de la Comisión Nacional de Energía Atómica y constituir con esos activos una nueva empresa, sujeta parcialmente a privatización (art. 1°).

Según la nueva estructura jurídica aprobada, la CNEA retendría el 38% del capital social de Dioxitek S.A., empresa que se mantendría en la especialización de la fabricación y suministro de los elementos combustibles para los reactores de las centrales nucleares en el país, así como otros de investigación (art. 4°).

Además el 38% de las acciones de clase "A" que mantendría la CNEA bajo su control y de otro 1% de clase "B" que se reservaría para Nuclear Mendoza Sociedad del Estado, quedarían sujetas a privatización el 51% de las acciones de clase "C", mientras que el 10% restante de acciones de clase "D" se incluirían dentro del programa de propiedad participada (art. 4°).

3.3.4.6. Ley Nacional de Actividad Nuclear 24.804 (1997)

Esta norma señala que debe entenderse por material nuclear al plutonio 239, uranio 233, uranio 235, uranio enriquecido en los isótopos 235 o 233, uranio conteniendo una mezcla isotópica igual a la encontrada en la naturaleza, uranio empobrecido en el isótopo 235, torio con pureza nuclear o cualquier material que contenga uno o más de los anteriores (art. 30°).

A través de esta norma se deja asentado que la propiedad estatal de los materiales radiactivos fisionables y fusionables corresponde a la Comisión Nacional de Energía Atómica. Asimismo será éste organismo quien efectúe la prospección de los minerales de uso nuclear (lo que no implica la exclusión del sector privado en tal actividad) y el desarrollo de materiales y procesos de fabricación de elementos combustibles para su aplicación en ciclos avanzados (art. 2°).

Las centrales nucleares deberán utilizar combustibles nucleares procedente o elaborado de minerales radiactivos de yacimientos ubicados en el país (art. 40°).

3.3.4.6.1. Autoridad Regulatoria Nuclear

La Autoridad Regulatoria Nuclear es la sucesora del Ente Nacional Regulador Nuclear. Esta autoridad actúa como entidad autárquica en jurisdicción de la Presidencia de la Nación (art. 14° y 15°).

Toda persona física o jurídica para desarrollar una actividad nuclear deberá ajustarse a las regulaciones que imparta la Autoridad Regulatoria Nuclear, y solicitar el otorgamiento de la licencia, permiso o autorización que lo habilita para su ejercicio (art. 9°).

La Autoridad Regulatoria Nuclear podrá otorgar, suspender y revocar licencias, permisos o autorizaciones en materia de minería y concentración de uranio. También podrá realizar inspecciones y evaluaciones regulatorias allí, y en caso de incumplimiento de los licenciarios o titulares de una autorización o permiso podrá promover acciones civiles o penales ante los tribunales competentes, así como aplicar sanciones, las que deberán graduarse según la gravedad de la falta (apercibimiento, multa, suspensión de una licencia, permiso o autorización, o su revocación). Dichas sanciones serán apelables al solo efecto devolutivo por ante la Cámara Nacional de Apelaciones en lo Contenciosos Administrativo Federal.

Esta autoridad fiscalizará el uso de materiales nucleares y su licenciamiento, y de ser necesario, podrá disponer el decomiso de los materiales nucleares o radiactivos.

Asimismo, podrá establecer, de acuerdo con parámetros internacionales, normas de seguridad radiológica y nuclear para el transporte terrestre, fluvial, marítimo o aéreo de material nuclear y radiactivo y de protección física del material transportado. También podrá establecer normas de seguridad referidas al personal que trabaje en estas actividades.

Deberá evaluar el impacto ambiental de toda actividad que licencia mediante el monitoreo, estudio y seguimiento (art. 7°, 8°, 10°, 11°, 16°).

Los licenciarios titulares de una autorización o permiso, o personas jurídicas cuyas actividades están sujetas a la fiscalización de la autoridad abonarán anualmente y por adelantado, una tasa regulatoria a ser aprobada a través del presupuesto general de la Nación (art. 26°).

3.3.4.6.2. Responsabilidad

La responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física recae en el poseedor de la licencia, permiso o autorización; el cumplimiento de lo establecido en esta ley, y en las normas y requerimientos que de ellas se deriven, no lo exime de tal responsabilidad.

Aunque el titular de una licencia, permiso o autorización delegue total o parcialmente la ejecución de tareas, mantendrá íntegramente la responsabilidad (art. 31°).

3.3.4.6.3. Privatizaciones

Se declara sujeta a privatización la actividad vinculada al ciclo de combustible nuclear con destino a la generación nucleoelectrónica a escala industrial o de investigación, y a la producción y aplicaciones de radioisótopos y radiaciones que desarrolla la CNEA (art. 36°).

4. HISTORIA DE LA ENERGÍA NUCLEAR

El uranio fue descubierto en el siglo XVIII a raíz de las afecciones pulmonares que generaba en los mineros.

En el siglo XIX, un grupo de científicos, entre ellos Henri Becquerel y el matrimonio Curie, descubren que algunos elementos químicos emitían radiaciones; esto surge en el año 1897 cuando Marie Curie, futuro Premio Nobel de Ciencias, debía elegir una investigación para la tesis de su doctorado, y fue así que se interesó por el descubrimiento de un científico francés- Antonie Henri Becquerel-. Este descubrimiento mostraba como las sales de uranio brillaban en la oscuridad (no refractaban sino que generaban una luz propia) y como sobre una placa de papel fotográfico, con un cartón oscuro de por medio, las partículas de uranio dejaban una impresión en la placa atravesando dicho cartón. Marie Curie llamó al fenómeno radiactividad y decidió investigarlo. Asistida por su esposo Pierre, comenzó a realizar pruebas con uranio y torio. El gobierno austríaco les proveyó una enorme cantidad de residuos minerales. Fueron cuatro años de investigación, mientras el humo les carcomía el pelo y la piel y deterioraban su salud. En 1900, Marie Curie presentó su descubrimiento en la Primera Conferencia Internacional de Física de París, y un año después le fue otorgado el Premio Nobel de Física.²⁷

Sin perjuicio de lo expuesto, se puede destacar que hasta fines del siglo XIX se creía, erróneamente, que el átomo era indivisible siendo considerado como la mínima partícula existente. Fue en el año 1938, cuando dos físicos alemanes, Otto Hahn y Fritz Strassmann, comprueban que un átomo de Uranio podía

²⁷ Lencina Gustavo: "El Aprendiz de Brujo- La Energía Nuclear y los Caminos del Apocalipsis", 1ª ed., México, D.F., Ed.: Smashwords; 2013, p. 13 – 14.

ser dividido en partes y producir una fuerte emisión de energía; es decir, se descubre la fisión. A partir de esto, el uranio se ha convertido en el combustible básico para los reactores nucleares.²⁸

Durante la Segunda Guerra Mundial, el Departamento de Desarrollo de Armamento de la Alemania Nazi desarrolló un proyecto de energía nuclear ("Proyecto Uranio") con vistas a la producción de un artefacto explosivo nuclear. Albert Einstein, en 1939, firmó una carta al presidente de los Estados Unidos- Franklin Delano Roosevelt- en la que prevenía sobre este hecho.

En el año 1942 surge el Proyecto Manhattan, un proyecto científico llevado a cabo por los Estados Unidos con ayuda parcial del Reino Unido y Canadá; el objetivo final era el desarrollo de la primera bomba atómica antes de que la Alemania nazi consiguiera la suya. La investigación científica fue dirigida por el físico Julius Robert Oppenheimer. El proyecto se llevó a cabo en numerosos centros de investigación, siendo el más importante el Distrito de Ingeniería Manhattan.

Se construyó así el primer reactor del mundo hecho por hombre el Chicago Pile-1 (existió un reactor natural en Oklo). Este reactor fue construido por Enrico Fermi, entre otros científicos, y con éste se consiguió llevar a cabo la primera reacción nuclear en cadena controlada.

Como parte del mismo programa militar, se construyó un reactor mucho mayor en Hanford, destinado a la producción de plutonio, y al mismo tiempo, un proyecto de enriquecimiento de uranio en cascada. El 16 de julio de 1945 fue probada la primera bomba nuclear, llamada Trinity, en el desierto de Alamogordo (México). Ambos proyectos finalizaron con la construcción de dos bombas, una de uranio enriquecido y una de plutonio ("*Little Boy*" y "*Fat Man*") que fueron lanzadas sobre las ciudades japonesas de Hiroshima (6 de agosto de 1945) y Nagasaki (9 de agosto de 1945), finalizando con este hecho la segunda Guerra Mundial.

En el año 1946 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) da los primeros pasos para controlar la energía nuclear: los Estados crean la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas (UNAEC). No obstante, en el año 1949, se llevan a cabo programas nucleares en la Unión Soviética, Francia y Gran Bretaña, comenzando así una carrera armamentística, alcanzando límites de potencia destructiva nunca antes sospechada por el hombre. Con estos hechos se pone fin a la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas.

En los años siguientes comienza una tendencia al aprovechamiento pacífico de la energía nuclear; tal es así, que en la década de 1950, el almirante Hyman Rickover propone la construcción de reactores de fisión no encaminados esta vez a la fabricación de material para bombas, sino a la generación de electricidad. Se pensó que estos reactores podrían construir un gran sustituto de diésel en los submarinos.

En el año 1953, el Presidente de los Estados Unidos, Dwight Eisenhower, en su discurso ante la Asamblea General de las Naciones Unidas, propone el uso de "átomos para la paz", y hace un llamamiento para la creación de un "organismo internacional de energía atómica" con el fin de salvaguardar el material nuclear e idear métodos para que este material se emplease en apoyar los esfuerzos pacíficos de la humanidad. Como consecuencia de esto, un año después, se celebran acuerdos bilaterales con el fin de contribuir a la cooperación internacional pacífica en el ámbito nuclear; en la Unión Soviética se encarga la construcción de la primera central nuclear del mundo, y en Estados Unidos se pone en funcionamiento el primer submarino nuclear.

En 1955, se comienza a redactar el proyecto de Estatuto del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) con representantes de Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Francia, Portugal, Reino Unido y Sudáfrica. Posteriormente, el grupo de redacción se amplía con la incorporación de Checoslovaquia, India y Brasil.

En 1957 nace oficialmente el OIEA tras ser ratificado por el número requerido de Estados Miembros. En este mismo año se crea la Agencia Europea de la Energía Nuclear.

²⁸ Greenpeace: "*Uranio. Combustible de los reactores atómicos y la industria militar*", 2012. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/8/uranio.pdf>

En 1961 se inaugura el laboratorio del OIEA, cerca de Viena, Austria, para la investigación nuclear a escala mundial. Asimismo, en este mismo año, los Estados aprueban el Tratado del Antártico, primera zona sin armas nucleares, aunque se trate de una zona no habitada por el hombre.

Un año después, la Junta del OIEA aprueba sus “Normas Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación”, las cuales deben servir de base para que los países establezcan sus propias normas y reglamentos.

En los siguientes años se observa un crecimiento en la demanda de la nucleoelectricidad y aumenta el interés mundial por la producción de esta energía.

En 1967, en México, se abre a la firma el Tratado Tlatelolco para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina. Su objetivo era establecer una zona libre de armas nucleares que abarcara América Latina y el Caribe, requiriendo la aceptación del OIEA (en 1969 entra en vigor).

En 1968 se firma el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), el cual dispone que se congela en cinco países el número de Estados poseedores de armas nucleares: Estados Unidos, la Unión Soviética (en la actualidad la Federación Rusa), el Reino Unido, Francia y China); estos Estados quedan obligados a hacer esfuerzos de “buena fe” hacia el desarme. Otros Estados agrupados como no poseedores de armas nucleares, están obligados a renunciar a la opción de las armas nucleares y a firmar acuerdos de salvaguardias con el OIEA sobre sus materiales nucleares. El Tratado estipula que estos otros Estados recibirán asistencia para la transferencia de tecnología con miras a la aplicación pacífica de la energía nuclear (el Tratado entró en vigor en 1970).

En 1969 la energía nucleoelectrónica sirvió como fuente de energía en las históricas misiones Apollo, durante las cuales tres astronautas colocan un generador atómico en la Luna.

En 1971, se crea el Comité Zangger, compuesto por los Estados Parte en el Tratado sobre la No Proliferación de Armas Nucleares, que realiza grandes exportaciones de equipos y materiales nucleares.

En 1972, en Londres, se lleva a cabo una conferencia donde se prohíbe los vertidos de desechos al mar (Organización Marítima Internacional - OMI).

En 1973, se produce una crisis mundial de energía en virtud de que los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC) restringieron los suministros; esto generó la cuadruplicación de los precios. Frente a este escenario, las perspectivas para la energía nucleoelectrónica parecían alentadoras, sin embargo, pronto se desvanecen cuando los elevados precios de la energía alteran las condiciones económicas.

En 1976, la Organización Mundial de la Salud (OMS) junto con el OIEA- crean una red mundial de laboratorios de dosimetría con miras a promover normas mundiales para el uso inocuo de fuentes radiactivas en la medicina, industria y otros campos.

En 1979 ocurre en Estados Unidos un accidente nuclear en la central de Three Mile Island, en Pennsylvania. Este accidente no provocó muertes ni heridos, sin embargo, la unidad en cuestión quedó destruida, y el costo de la limpieza se estima que fue de aproximadamente más de mil millones de dólares y duró más de catorce años. Como consecuencia de este accidente se crea un grupo de expertos en el OIEA que establecen directrices internacionales para planificar las emergencias nucleares y reacciones frente a ellas.

El 26 de abril de 1986 ocurre el accidente nuclear más grave en la historia: accidente de Chernóbil (en la Unión Soviética). Se destruye la unidad cuatro del reactor causando muertos, heridos y emitiendo radiaciones que traspasaron las fronteras. La radiación fue inicialmente detectada y denunciada fuera de la Unión Soviética por expertos suecos y finlandeses. Las consecuencias de este accidente fueron enormes: miles de kilómetros cuadrados contaminados durante muchos años, centenares de miles de refugiados, heridos y enfermos, y una cantidad estimada en varios miles de víctimas mortales (algunos pronosticados para los próximos años). Como consecuencia de este hecho, en septiembre del mismo

año, los Estados Miembros del OIEA aprueban dos convenciones internacionales de seguridad sobre la pronta notificación de los accidentes nucleares y la asistencia y reacción en caso de emergencia.

En 1987 entra en vigor la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares, la cual exige la protección de estos materiales durante su transporte internacional. Asimismo, en este mismo año, el OIEA proporciona ayuda a Brasil para hacer frente a las consecuencias de un grave accidente radiológico imputable a una vieja fuente de radiación abandonada.

En 1991 se crea una Comisión Especial de las Naciones Unidas y se da al OIEA amplias competencias para realizar inspecciones nucleares en diferentes países. Un año después, se lleva a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo –la “Cumbre de la Tierra”- celebrada en Río de Janeiro (Brasil); a partir de esta cumbre, el OIEA se convierte en centro de enlace para los temas relativos a los desechos radiactivos.

En 1994 se aprueba la Convención de Seguridad Tecnológica Nuclear, que es el primer instrumento mundial que obliga a los países a adoptar las normas básicas de seguridad tecnológica en las centrales nucleares situados en tierra.

En 1996 se acuerda otorgar más autoridad a los inspectores del OIEA; esto se hace mediante un nuevo instrumento jurídico adjunto a los acuerdos de salvaguardias amplias. En este mismo año se firma un Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares.

En 1998 el OIEA enfoca su atención en la lucha contra el tráfico de materiales nucleares.

En 1999 se inaugura en Estados Unidos el primer depósito geológico del mundo para la eliminación de los desechos nucleares. En este mismo año se produce un peligroso accidente en la central de conversión de combustible en las instalaciones de Tokaimura (Japón),

En el año 2002 la Junta del OIEA insta a Corea del Norte a que cumpla íntegramente con su acuerdo de salvaguardias, a raíz de las revelaciones de que el país cuenta con un programa de enriquecimiento de uranio. En el 2003, Corea del Norte anuncia su retirada del Tratado Internacional de la No Proliferación de Armas Nucleares. Como consecuencia, el OIEA transmite el expediente nuclear de Corea del Norte al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. En este mismo año, la Junta del OIEA revela que Irán no ha comunicado la existencia de cierto material y ciertas actividades nucleares como los exige el Tratado Internacional de la No Proliferación de Armas Nucleares. Meses después se condena la prosecución por Irán de sus actividades nucleares secretas.²⁹

En el año 2005 se concedió conjuntamente el Premio Nobel de la Paz al OIEA y al entonces Director General, Dr. Mohammed ElBaradei. El premio se concedió por los esfuerzos para prevenir que la energía nuclear sea usada para propósitos militares y asegurar su uso para propósitos pacíficos.

En el 2011 ocurrió un terrible accidente nuclear en Japón: como consecuencia de un terremoto de 9° en la escala de Richter se generó un tsunami que provocó el oleaje de hasta 15 metros de altura- afectando los sistemas de refrigeración de la central nuclear Fukushima; estos fallaron al igual que los de las piscinas de combustible gastado- lo que conllevó a un sobrecalentamiento. Si bien se trató de enfriar las unidades por medio de inyecciones de agua de mar existieron una serie de explosiones de hidrógeno en algunas unidades que liberaron gases radiactivos al exterior. Como consecuencia de esto, grandes áreas del terreno han quedado inhabitables y aproximadamente 150.000 personas han tenido que abandonar sus casas. Asimismo, el accidente ha supuesto la mayor emisión de material radiactivo al mar de la historia. El coste económico del accidente nuclear se estima en casi 500.000 millones de euros.³⁰

²⁹ Suplemento del Boletín del OIEA, marzo 2007: “50 Años Decisivos- El OIEA en el Tiempo”. Disponible en: http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull482/Spanish/48201201020_su_es.pdf

³⁰ Greenpeace: “Accidentes”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Fin-de-la-era-nuclear/Accidentes/>

4.1. Desarrollo nuclear en la Argentina

La historia sobre el desarrollo nuclear en la Argentina puede dividirse en tres etapas:

4.1.1. Etapa formativa (1950-1958)

En el año 1950, la Argentina decidió abrir la opción nuclear mediante la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Aquella decisión se instrumentó en las diversas áreas que integran el sector nuclear: la formación de recursos humanos, la investigación y el desarrollo, el establecimiento de un parque nucleoelectrico y los eslabonamientos con el conjunto del sistema científico, tecnológico y productivo.

Las primeras preocupaciones que tuvo la CNEA fue capacitar y generar profesionales, junto con la obtención y estudios de riqueza en minerales nucleares dentro del territorio argentino.

El considerando del decreto de creación de la CNEA enunciaba la necesidad de establecer medidas que aseguren la protección de la población de los efectos nocivos de las radiaciones provenientes de los materiales radiactivos. Como consecuencia de esto se formó dentro de la CNEA, un organismo, convertido en la actualidad en la Autoridad Regulatoria Nuclear, que fue elaborando un conjunto de normas regulatorias que configuraron su estructura legal, siendo de las más completas de América Latina. Esa estructura fue con el tiempo perfeccionada mediante nuevas disposiciones legales en materia de seguridad radiológica y nuclear.

En 1952 se instalaron los primeros laboratorios y comenzó la evolución orgánica de la energía nuclear en el país. Como primera medida se procuró reunir la poca experiencia existente, para lo cual fueron llamados a colaborar investigadores en distintas disciplinas científicas relacionadas con el tema. Se capacitó al personal, principalmente, a través de su formación en centros de los países más adelantados.

En este mismo año se inició la extracción de uranio en un yacimiento ubicado en la provincia de Mendoza, y se instaló en la Ciudad de Córdoba una pequeña planta experimental para el tratamiento de esas primeras extracciones uraníferas, que sirvió como base para el diseño de las posteriores.

En 1955, se inició en Bariloche el desarrollo de lo que posteriormente se conocerá como el Instituto Balseiro, dictándose el primer curso de la Carrera de Física; allí se capacitaba a profesionales para con respecto a los reactores nucleares y a la metalurgia nuclear. Asimismo, se iniciaron las actividades en los campos de la producción y aplicación de los radioisótopos.

En este mismo año, se inició el estudio sistemático de las reservas uraníferas, y como resultado se determinó la existencia de 1.300.000 KM² de territorio continental con posibilidades uraníferas. Este estudio demostró la potencial existencia de recursos suficientes como para encarar un plan independiente con abastecimientos nacionales.

En el año 1957 se inician experiencias sobre conservación de alimentos mediante el uso de fuentes intensas de radiación.

En 1958 en el Centro Atómico Constituyentes, se puso en operación el reactor RA-1, el primer reactor experimental de América Latina. Desde el comienzo, como puede observarse, fue la política de la CNEA producir en el país los elementos combustibles para abastecer a los reactores a construir; tal es así, que un año antes se fabricaron los elementos combustibles para el mencionado reactor. A partir de ese entonces, todos los elementos combustibles para los reactores de investigación que sucesivamente entraron en operación, fueron diseñados y fabricados en la CNEA.

En este mismo año se sentaron las bases para la elaboración de un cuerpo normativo regulatorio en materia de seguridad radiológica y nuclear.

4.1.2. Etapa de consolidación (1959 a 1967)

Esta fue una etapa de transición y consolidación, durante la cual la CNEA se preparó para convertirse -de una institución dedicada fundamentalmente a la formación de personal y a la investigación- a una institución con responsabilidades y con la función de realizar programas definidos en materia de aplicación de la energía nuclear.

En esta etapa se diseñan y construyen en el país los reactores de investigación RA-2 y de producción RA-3; se promueve la investigación y el desarrollo en metalurgia y se lleva a cabo la fabricación de los elementos combustibles para los reactores nombrados; se construye la primera planta convencional de producción de concentrado de uranio y otra de lixiviación en pilas; se desarrolla la producción y las técnicas de aplicación de radioisótopos en medicina, biología, industria y en el sector agropecuario, así como el uso de radiaciones ionizantes; se encara con medios propios, un estudio de factibilidad para la instalación de la primera central nucleoelectrónica.

En el año 1965 el Gobierno Nacional encargó a la CNEA, mediante el dictado del Decreto N° 485, la realización de los estudios de preinversión de una central nuclear para el suministro de electricidad en el área del Gran Buenos Aires. Dicho estudio, que demandó un período de un año a un calificado grupo de técnicos, demostró que la Argentina necesitaría del aporte de la energía nuclear para hacer frente a su creciente demanda de energía eléctrica, ya que las fuentes convencionales de energía resultarían insuficientes a mediano plazo para satisfacerla. El estudio señaló que era técnicamente factible, económicamente conveniente y financieramente viable la instalación de una central nuclear de 500 MW de potencia, para servir a la zona del Gran Buenos Aires, a partir de 1971.

En 1967 se inaugura el reactor RA-3 (construido en el Centro Atómico Ezeiza). Asimismo, en este mismo año, la explotación de los recursos uraníferos se encuentra ya consolidada con miras a abastecer a una futura primera central nuclear argentina. También se completó el desarrollo de instalaciones y de un grupo de laboratorios que permitieron encarar muchos de los problemas metalúrgicos que deben afrontarse para el procesamiento y transformación del uranio y para la utilización en la tecnología nuclear. Dichos laboratorios fueron equipados con elementos modernos, muchos de ellos únicos en América Latina.

En este mismo año, la Organización de Estados Americanos crea el "Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico", asignando prioridad a la elaboración de un programa multinacional de metalurgia, a nivel subcontinental (América Latina), y encargando la responsabilidad de su preparación al Departamento Metalurgia de la CNEA.

4.1.3. Etapa de la nucleoelectricidad y del dominio del ciclo de combustible (1968- 2014)

En esta etapa el país inicia sus actividades en el campo nucleoelectrónico, y logra el dominio de las tecnologías del ciclo del combustible nuclear y de producción de agua pesada, asegurando así el abastecimiento de esos insumos a las centrales nucleares que se construirían. La política aplicada en el sector nuclear pasó de períodos de euforia a otros de desaliento y contracción.

Para la construcción de las centrales nucleares, se llamó a un concurso de ofertas que concluyó con la adjudicación a la empresa Siemens de una central nuclear de 330MW, basada en uranio natural con agua pesada como moderador, del tipo de recipiente de presión, a ser construida en Atucha, Provincia de Buenos Aires. Esta central entró en operación comercial en el año 1974.

En 1972 se formula un nuevo llamado a concurso para presentar ofertas por una segunda central nuclear de 600 MW a ser instalada en Embalse, en la Provincia de Córdoba. La misma se adjudicó en el año 1973 al consorcio canadiense-italiano AECL- Italmimpianti, que ofertó un reactor tipo CANDU también a base de uranio natural y agua pesada, pero de tubos de presión. La construcción se inició en el año 1974, conectándose comercialmente a la red en 1984.

Paralelamente, se intensificaron los trabajos de exploración minera y se construyen nuevas plantas de concentración de uranio por lixiviación y una planta de producción de dióxido de uranio en Córdoba.

La prolongada inestabilidad institucional y los consecuentes cambios de rumbo, junto con la desindustrialización provocada por las políticas aplicadas a mediados de la década de 1970 y la fractura de los eslabonamientos entre la oferta y demanda de tecnología, conspiraron contra el crecimiento del país, y por ende, del sector nuclear. Influyó también la creciente vulnerabilidad externa y la drástica reducción de la capacidad de acción del Estado, circunstancia fatal, en particular para éste área. Asimismo, el área nuclear soportó los cataclismos que conmovieron a la universidad y al sistema de ciencia y técnica, como en el caso de la persecución a numerosos técnicos e investigadores durante el régimen instalado con el golpe de Estado de 1976. Todo ello sumado al escenario internacional que se vivía, contribuyó a un replanteo de la estrategia nuclear.³¹

No obstante, en la segunda mitad de la década de 1970 y principios de la siguiente, se asignó una masa considerable de recursos en el entendimiento que la generación nuclear constituiría, en el país y en el resto del mundo, la base principal de producción eléctrica. Tal es así, que en 1977 se redefinieron objetivos y políticas en el campo nuclear con el fin de lograr la autosuficiencia para desarrollar un programa independiente que sirviese a los intereses nacionales. Estos intereses eran, por un lado, satisfacer la demanda futura de energía eléctrica, que crecería a un ritmo estimado entre el 8% y 9% anual, mediante la utilización combinada de fuentes hidroeléctricas y nucleares y, por el otro, lograr la máxima autonomía en la utilización de esta fuente de energía.

En 1978 se creó la Carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto de Física Balseiro. En este mismo año, se realizaron los estudios necesarios para determinar el lugar apropiado para depositar los residuos radiactivos de alta actividad; luego de un relevamiento de los lugares que cumplían con las condiciones geológicas requeridas, se seleccionó uno.

En aquel entonces se consideraba que en las primeras décadas del siglo XXI las principales fuentes hidroeléctricas ya estarían en explotación, las reservas de hidrocarburos se irían progresivamente agotando y el uso de combustibles fósiles en general se vería limitado por razones ambientales. Como consecuencia de esto crecería la generación de la energía eléctrica a través de las centrales nucleares.

Para alcanzar dichos objetivos, el Gobierno aprobó en 1979 el Plan Nuclear, consistente en la instalación de cuatro centrales nucleares que debían entrar en operación comercial en 1987, 1991, 1994 y 1997, junto con la instalación de una planta industrial de producción de agua pesada y de las instalaciones necesarias para completar todas las etapas del ciclo de combustible. La definición de este Plan Nuclear respondió a la necesidad de promover una participación activa de la ingeniería e industria argentina, asegurando perspectivas futuras a largo plazo y continuidad en la acción, condiciones ambas necesarias para que el sector privado se viera incentivado para embarcarse en dichas actividades y realizar las inversiones necesarias.

Como resultado, la CNEA tenía un presupuesto anual que alcanzó en 1980 a su máximo nivel histórico, cercano al 2% del PBI, y una dotación de personal de seis mil trescientas personas.

Asimismo, en 1980, en virtud de la opción estratégica por las centrales de uranio natural, uno de los resultados de aquella política fue la inversión de mil millones de pesos en la construcción, en Arroyito, Provincia de Neuquén, de la mayor y más moderna planta de agua pesada en el mundo.

En este mismo año, la CNEA y la empresa alemana KWU (Kraftwerk Union AG) firmaron los contratos para la provisión de los suministros y servicios de importación destinados a una central nuclear basada en uranio natural y agua pesada, de una potencia aproximada de 700MW, a ser también instada en Atucha. Para esto, se constituye la Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas S.A. (ENACE) que sería el arquitecto industrial de Atucha II y de las futuras centrales nucleares.

En el año 1981 se inicia la obra de Atucha II con una inversión de mil seiscientos millones de pesos. Sin embargo, a mediados de la década de 1980, tras construirse un 80% de la obra, ésta se paraliza, principalmente por razones financieras.

³¹ Internacionalmente dos hechos contribuyeron a desacreditar a la nucleoelectricidad y a perder de vista las agresiones al medio ambiente originadas en las otras fuentes energéticas. Estos hechos fueron, por un lado la baja de los costos de la producción de electricidad originada en los combustibles fósiles, principalmente, la baja en los precios del gas (como sucedió en nuestro país con el descubrimiento del yacimiento de Loma de la Lata) junto con el avance tecnológico de las usinas térmicas de ciclo combinado, y por el otro lado, la catástrofe de Chernóbil.

En 1982 se inauguró el Centro Atómico Ezeiza, una fábrica de elementos combustibles con capacidad para satisfacer la demanda de ambas centrales y en un futuro la de la Central Nuclear Atucha II.

En 1984 se inauguró en el Centro Atómico Ezeiza, una fábrica de aleaciones especiales, capacitada para la producción de tubos y semiterminados de zircaloy destinados a la fabricación de elementos combustibles.

La estimación del potencial uranífero nacional con relación a la proyección de la demanda futura mostraba que, pese a utilizar reactores de uranio natural y agua pesada, las reservas nacionales sólo serían suficientes para un lapso relativamente reducido. Ello planteó la necesidad de incrementar en el futuro esas reservas mediante la utilización del plutonio generado en los elementos combustibles irradiados, reciclándolos para fabricar combustibles de óxido mixto, lo que en los reactores de uranio natural equivale a duplicar las reservas. No obstante, este ambicioso plan, quedó abandonado a raíz de la recesión y crisis económica que sufrió el país (lo que determinó una importante reducción en el crecimiento de la demanda eléctrica), sumado al posterior descubrimiento de reservas significativas de gas, junto con incremento de la oferta de energía de origen termoeléctrico convencional (debido a un substancial mejoramiento del rendimiento de esas plantas, como consecuencia de su privatización en el marco de un proceso de desregulación del mercado eléctrico).

En la década siguiente se agravó el cuadro tras promulgarse la Ley de Desregulación Eléctrica: se abandonó la prioridad estratégica del sector nuclear y se pretendió privatizar las centrales existentes. Resultado de esta política fue el desmembramiento de la Comisión Nacional de Energía Atómica (mediante el decreto N° 1540/94 y la ley 24.804/94); la actividad nucleoelectrónica fue transferida a una nueva empresa: Nucleoelectrónica Argentina S.A. (NASA); y las tareas de control y aplicación de los acuerdos y normas internacionales de seguridad radiológica fueron asignadas a un nuevo ente, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

La creación de NASA tuvo como objetivo facilitar la privatización de las dos centrales existentes y la terminación de la construcción de Atucha II, sin embargo este propósito no se cumplió: no hubo interesados privados y esto se debió –como lo especificó en el año 2011 la Comisión Nacional de Energía Atómica, en “La Política Nuclear Argentina”- a que el negocio nuclear tiene una dimensión y complejidad tecnológica que requiere de un fuerte compromiso del sector público con su desarrollo, por otro lado, los subsidios necesarios para atraer el interés privado eran muy reducidos, así como los ingresos y ganancias posibles de obtener.

Como consecuencia se paralizó la obra de Atucha II, y se dispersó el poder de planeamiento y decisión del área, además de aumentar los costos de la gestión por la duplicación de los entes de conducción. Asimismo, al dispersarse el personal profesional y técnico de alta capacitación en el área de reactores, se perdieron recursos humanos valiosos y se aumentaron los costos con personal no esencial en sus funciones.

Con respecto a la obra de Atucha II, en el año 2001, se hizo un análisis para definir qué hacer; concretamente había que definir si convenía finalizar la obra, dejarla paralizada o bien proceder a su desmantelamiento. Del análisis surgió que la inversión realizada en el año 1981 para la construcción fue de mil seiscientos millones de pesos, y que la inversión estimada para su conclusión y entrada en operaciones, en un plazo de cuatro años, sería de setecientos millones de pesos. Asimismo, hasta la fecha se habían invertido tres mil millones de pesos como resultado de la paralización de la obra y acumulación de los intereses caídos. El costo del mantenimiento de las instalaciones en el estado en el que estaban, ascendía a, aproximadamente, doce millones de pesos anuales. Como consecuencia de esto se descartó la opción de dejar paralizada la obra; sólo quedaban dos alternativas posibles: concluir la central o desmantelarla. Según el mismo estudio, el desmantelamiento implicaría la pérdida definitiva de la inversión realizada, sumado un costo de limpieza del predio que podía ascender hasta cien millones de pesos y otro costo similar en concepto de mayores intereses por refinanciación de préstamos bancarios concedidos a interés preferencial contra la garantía de la terminación de la obra, además de los que ocasionaren la rescisión de los contratos. El estudio comparó los costos y beneficios, y finalmente concluyó que la terminación de las obras era económica y financieramente conveniente. Asimismo, contribuiría a mantener abierta la opción nuclear en la Argentina.

Para finalizar la obra, la CNEA proponía -para el año 2001- asumir la responsabilidad de Atucha II, preparar los pliegos y convocar a una licitación para que el sector privado ejecute las obras faltantes, financiando con la venta futura de energía.³²

En el año 2006 con el relanzamiento del Plan Nuclear Argentino se anunció que se trabajaría para finalizar la planta nuclear Atucha II. Este plan también planteó la posibilidad de construir una cuarta planta nuclear (entre otros proyectos que presentaba).

En el año 2007 comenzó el Proyecto de Extensión de Vida de la Central Nuclear Embalse con los estudios de factibilidad y envejecimiento de los sistemas (actualmente continúa en ejecución este proyecto). Se estima que cuando estas actividades concluyan, Embalse estará en condiciones de seguir operando por un nuevo ciclo de 25 años. Las principales actividades que se realizan son el cambio de los tubos de presión, los generadores de vapor, las computadoras de proceso y la repotenciación de la planta.

En este mismo año, se inaugura en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires la Fundación Centro de Diagnósticos Nuclear (FCDN), centro de investigación y desarrollo y formación de recursos humanos en el área de producción de radiofármacos específicos de vida media corta.³³

En noviembre de 2009 se aprobó por ley la construcción de la cuarta central nuclear: Atucha III. Si bien hasta el momento se han firmado contratos con empresas de distintos países, no existe dependencia exclusiva con ningún proveedor extranjero para la ejecución del proyecto nacional.³⁴

En el año 2011 se inauguró la central nuclear de Atucha II³⁵; y en junio del 2014, esta central comenzó a aportar energía al sistema interconectado nacional.³⁶

Asimismo, en febrero de 2014, comenzó la construcción del primer reactor de potencia 100% argentino denominado CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares). Si bien existen otros proyectos de reactores similares en el mundo, este es el primero que se empieza a construir.³⁷

5. USOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR CON FINES PACÍFICOS

5.1. Nucleoelectricidad

Muchos organismos, entre ellos la Comisión Nacional de Energía Atómica, estiman que la nucleoelectricidad ha tenido el menor impacto ambiental dentro de la producción masiva de energía eléctrica, y también consideran que ésta ha logrado alta competitividad con respecto a otras fuentes; sobre todo si se la compara con la electricidad proveniente de los combustibles fósiles.^{38 39}

³² Comisión Nacional de Energía Atómica: "La Política Nuclear Argentina. Evaluación y Propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica". Marzo 2001.

³³ Comisión Nacional de Energía Atómica: "El Desarrollo Nuclear Argentino: 60 años de una Historia Exitosa" - Año 10- Número 37-38 – enero/junio 2010. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/revista_cnea/37/60a%C3%B1os.pdf

³⁴ Díez Eduardo: "Sobre la Cuarta Central Nuclear". Perfil (13-07-2013). Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/news/detail/277/2>

³⁵ Llantos Nicola: "Una Nueva Central Nuclear, 30 años después". Página 12. (29-09-2011). Consultado en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-177827-2011-09-29.html>

³⁶ Ieracitano Mónica: "Atucha II comenzó a funcionar y De Vido aseguró que la central hace al "autoabastecimiento energético"". Télam (27-06-2014). Consultado en: <http://www.telam.com.ar/notas/201406/69025-atucha-ii-comenzo-a-funcionar-y-de-vido-aseguro-que-la-central-hace-al-autoabastecimiento-energetico.html>

³⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: "Noticias: Comenzó la construcción de la central nuclear Carem 25". Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/noticia.php?id_noticia=650

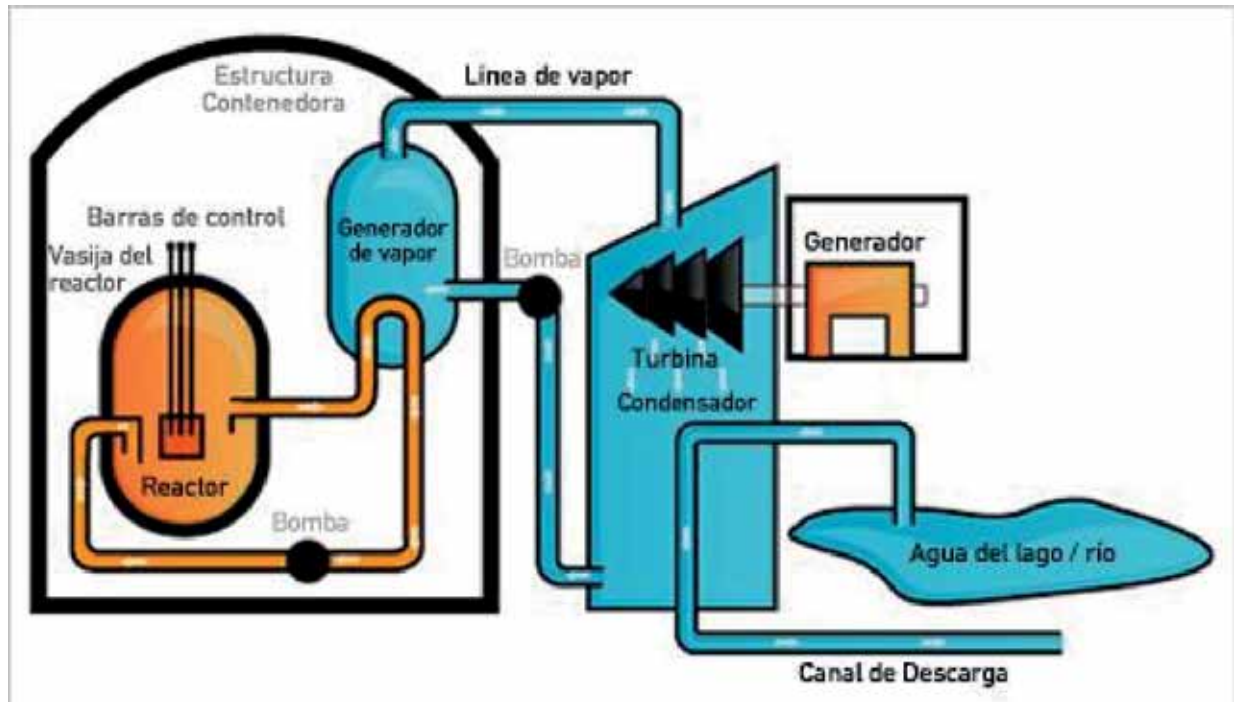
³⁸ Uno de los mayores impactos de la generación eléctrica hasta el presente ha sido el efecto invernadero causado por la producción incontrolable de gases de combustión, la destrucción de grandes áreas de bosques y espacios verdes por la lluvia ácida, la inhabilitación de grandes áreas para el almacenamiento de cenizas provenientes de los combustibles fósiles, el impacto en grandes zonas de mares, ríos y praderas por la descarga accidental o forzada de petróleo y el agotamiento prematuro del gas para uso domiciliario e industrial a favor del beneficio transitorio que provoca en el precio de la electricidad generada por esa vía.

³⁹ Comisión Nacional de Energía Atómica: "La Política Nuclear Argentina. Evaluación y Propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica". Marzo 2001.

5.1.1. Procedimiento para obtener la nucleoelectricidad

La nucleoelectricidad se obtiene a partir de una serie de procesos producidos dentro de una central nuclear. El principal proceso consiste en un movimiento de turbinas a partir de la fuerza del vapor, salvo en las centrales del tipo hidroeléctrica, en cuyo caso se utiliza la fuerza del agua.

A continuación se presenta un esquema de funcionamiento de una central nuclear⁴⁰:



El calor para generar vapor proviene del proceso de la fisión del uranio o eventualmente del torio. La fisión comienza cuando un neutrón a gran velocidad choca contra un núcleo, el núcleo no puede albergar el neutrón extra y se parte formando dos núcleos más pequeños. Al mismo tiempo, se liberan varios neutrones que van a chocar contra otros núcleos, que a su vez se rompen y liberan más neutrones, y así sucesivamente. Dado que el primer neutrón libera una serie de fisiones, este procedimiento se denomina reacción en cadena.

De este modo se puede generar una enorme cantidad de energía y de calor en una fracción de segundos.

El núcleo del reactor se encuentra rodeado de una sustancia llamada moderador que se utiliza para frenar la velocidad de los neutrones hasta llevarlos a la energía térmica y aumentar la probabilidad de choque con otros núcleos.

Los reactores que utilizan uranio enriquecido como elemento combustible utilizan agua común o grafito como moderador, en cambio los que utilizan uranio natural (es decir, menos cantidad de núcleos fisionables) utilizan agua pesada, tal es el caso de las centrales nucleares argentinas- Atucha y Embalse.

Dentro del núcleo, se insertan con el fin de controlar la potencia de la fisión, las "barras de control"; estas son generalmente de cadmio, un material que absorbe los neutrones que chocan contra ellas durante el proceso de fisión evitando que progrese la reacción en cadena.

⁴⁰ Na-Sa: "Centrales Nucleares". Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/webroot/centrales/funcionamiento/>

El circuito de operación consta de tres etapas:

- En una primera etapa, la bomba principal impulsa el agua pesada (es decir, el refrigerante) hacia el núcleo del reactor; luego pasa por el generador de vapor calentando la tubería en su interior.
- En la segunda etapa, al generador de vapor le entra agua por otro circuito, y al ponerse en contacto con las tuberías calientes, que se encuentran dentro de él, entra en ebullición esta agua produciendo una enorme cantidad de vapor que posteriormente pasará a impulsar los álabes (paletas) de las turbinas haciéndolas girar; este movimiento produce la rotación del “generador eléctrico” produciendo corrientes eléctricas.
- En la tercera etapa, se logra la renovación constante del agua que ingresa al generador de vapor y a la salida de las turbinas, mediante los condensadores que enfrían el vapor y lo vuelven a la fase líquida. Esta agua, con la ayuda de una bomba es reingresada al generador de vapor para un nuevo comienzo del ciclo. Los condensadores son enfriados con agua natural extraída de algún río o lago cercano a la central, (de no haber, se utilizan grandes torres de refrigeración), y luego de cumplir su función, esta agua, es enviada de vuelta a su fuente de origen.⁴¹

5.1.1.1. ¿Qué es una central nuclear?

Una Central Nuclear es una usina generadora de electricidad, al igual que las centrales térmicas o hidráulicas. El objetivo es producir electricidad para el consumo doméstico e industrial del país.

Las centrales nucleares tiene muchas similitudes con las centrales térmicas: Ambas poseen una turbina a vapor y un generador eléctrico; asimismo en ambas centrales, un determinado caudal de vapor a presión ingresa a la turbina e incide sobre las paletas, generando que estas giren sobre su eje a una velocidad específica conjuntamente con el generador eléctrico, produciendo, de esta manera, energía eléctrica.

5.1.1.2. ¿Qué es la fisión del núcleo de los átomos de uranio?

Tal como se explicó en el Capítulo 2, los átomos conforman a toda sustancia. El átomo es un elemento compuesto por protones y neutrones ubicados en un núcleo, y electrones girando en sus órbitas.

Bajo condiciones especiales un núcleo de un átomo de uranio (U-235) al absorber un neutrón de baja energía puede partirse (fisionarse) en dos o tres fragmentos liberando a su vez, dos o tres neutrones de alta energía (en forma de calor). Estos neutrones deben bajar su energía (moderarse) para luego ser absorbidos por otros núcleos de U-235 y así sucesivamente. De este modo se inicia una reacción en cadena controlada.

Una gran cantidad de fisiones produce energía suficiente para, a través de transferencias térmicas, calentar agua y producir el calor necesario para mover la turbina.

5.1.1.3. Funcionamiento de un reactor

El reactor es una máquina diseñada para crear las condiciones especiales a fin de que la reacción en cadena tenga lugar de manera controlada y sostenida.

Dentro del reactor, en los llamados canales de refrigeración, se colocan los “elementos combustibles”. Estos son 37 tubos de zircaloy soldados herméticamente en sus extremos. Cada uno de estos tubos contiene el U-235, en forma de pastillas de dióxido de uranio (UO₂), de aproximadamente 1 cm de diámetro y 1 cm de altura.

El conjunto de todos los canales con sus mecanismos asociados se denomina “Reactor Nuclear”.⁴²

⁴¹ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Temas Nucleares: Energía Nucleoeléctrica*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/energia_nucleoelectrica.php

⁴² Na-Sa: “*Centrales Nucleares*”. Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/webroot/centrales/funcionamiento/>

5.1.2. La nucleoelectricidad en el mundo

Al año 2002, sólo 32 países del mundo utilizaban la energía nuclear para generar electricidad. Sin embargo, con el correr de los años fue aumentando la cantidad de países que decidieron incorporar la nucleoelectricidad como fuente de energía para abastecer el consumo interno.

En el año 2011 se informó de la existencia de nuevos recursos de uranio. Muchos de estos ubicados en yacimientos dentro del África. Como consecuencia de esto, disminuyó el precio del uranio (de 135 dólares/kg en el 2011 a cerca de 110 dólares/kg en el segundo semestre del 2012).

Al año 2012, se estima que un total de 437 centrales nucleares estaban en operación. Asimismo, para finales del mismo año se encontraban en construcción 67 reactores (no menos de 47 ubicados en Asia).

Se estima que el accidente nuclear en la central de Fukushima afectó la construcción de nuevos reactores: tal es así, que para el año 2012 sólo se iniciaron siete construcciones.⁴³

En la actualidad un total de 436 reactores nucleares se encuentra en operación, y otros 71 se encuentran en construcción.⁴⁴

El siguiente cuadro señala los reactores nucleares de potencia en funcionamiento y en construcción en el mundo (al 31 de diciembre de 2012)⁴⁵:

⁴³ Si bien esta cifra supera a la del 2011, es considerablemente inferior a la del 2010, cuando se alcanzó el punto álgido del aumento constante experimentado desde el 2003, con 16 inicios de construcción.

⁴⁴ IAEA PRIS (Power Reactor Information System): "*Current Status*". Consultado en: <http://www.iaea.org/pris/home.aspx>

⁴⁵ IAEA PRIS (Power Reactor Information System): "*Conferencia General. Examen de la Tecnología Nuclear- 2013*"; 2013, p. 9. Consultado en: http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC57/GC57InfDocuments/Spanish/gc57inf-2_sp.pdf

País	Reactores en Funcionamiento		Reactores en Construcción		Electricidad Nuclear Suministrada en 2012	
	Nº de Unidades	Total MW (e)	Nº de Unidades	Total MW (e)	TW-h	% del total
Alemania	9	12.068			94,1	16,1
Argentina	2	935	1	692	5,9	4,7
Armenia	1	375			2,1	26,6
Bélgica	7	5.927			38,5	51,0
Brasil	2	1.884	1	1.245	15,2	3,1
Bulgaria	2	1.906			14,9	31,6
Canadá	19	13.500			89,1	15,3
China	17	12.860	29	28.844	92,7	2,0
Emiratos Árabes Unidos			1	1.345		
Eslovaquia	4	1.816	2	880	14,4	53,8
Eslovaquia	1	688			5,2	36,0
España	8	7.560			58,7	20,5
EE. UU	104	102.136	1	1.165	770,7	19,0
Federación de Rusia	33	23.643	11	9.297	166,3	17,8
Finlandia	4	2.752	1	1.600	22,1	32,6
Francia	58	63.130	1	1.600	407,4	74,8
Hungría	4	1.889			14,8	45,9
India	20	4.391	7	4.824	29,7	3,6
Irán	1	915			1,3	0,6
Japón	50	44.215	2	2.650	17,2	2,1
México	2	1.530			8,4	4,7
Países Bajos	1	482			3,7	4,4
Pakistán	3	725	2	630	5,3	5,3
Reino Unido	16	9.231			64,0	18,1
República Checa	6	3.804			28,6	35,3
República de Corea	23	20.739	4	4.980	143,5	30,4
Rumania	2	1.300			10,6	19,4
Sudáfrica	2	1.860			12,4	5,1
Suecia	10	9.395			61,5	38,1
Suiza	5	3.278			24,4	35,9
Ucrania	15	13.107	2	1.900	84,9	46,2
Total	437	372.069	67	64.252	2346,2	

5.1.3. Centrales nucleares en la Argentina

5.1.3.1. Atucha I

El 24 de junio de 1974 comenzó su producción comercial de energía eléctrica, convirtiéndose en la primera central nuclear de América Latina. Se encuentra ubicada sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas, a 100 km de la ciudad de Buenos Aires, en la localidad de Lima, Partido de Zárate.

Posee un reactor Siemens (consiste en recipiente de presión). La potencia eléctrica actualmente es de 363 megavatios eléctricos y emplea uranio natural y uranio levemente enriquecido. Cuenta con dos piletas de almacenamiento de elementos combustibles quemados ubicados en un edificio contiguo.⁴⁶

5.1.3.2. Embalse

Es cronológicamente la segunda Central Nuclear de nuestro país y la máquina térmica más grande de Sudamérica. Se encuentra situada en la costa sur del Embalse del Río Tercero, provincia de Córdoba, a 665 m sobre el nivel del mar, a 100 km de la ciudad de Córdoba, y a 700 km de la ciudad de Buenos Aires. El 20 de enero de 1984 comenzó su actividad.

Posee un reactor de desarrollo canadiense, denominado CANDU (Canadian Deuterium Uranium), siglas que se refieren al uso de uranio natural como combustible y agua pesada como refrigerante- (consiste en tubos de presión) y genera una potencia de 648 megavatios eléctricos.

Algunos componentes de esta central llegarán al fin de su vida útil de diseño, como es el caso de los canales de combustible del reactor. Es por ello que en el año 2007 comenzó el Proyecto de Extensión de Vida de la Central Nuclear Embalse con los estudios de factibilidad y envejecimiento de los sistemas. Cuando estas actividades concluyan, Embalse estará en condiciones para seguir operando por un nuevo ciclo de 25 años. Las principales actividades que se realizan son el cambio de los tubos de presión, los generadores de vapor, las computadoras de proceso y la repotenciación de la planta.⁴⁷

5.1.3.3. Atucha II

El 29 de septiembre del año 2011 comenzó su producción comercial de energía eléctrica luego de un extenso tiempo en el que estuvo paralizada su obra. Se encuentra ubicada de forma adyacente a la central nuclear Atucha I, también situada sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas, a 100 km de la ciudad de Buenos Aires, en la localidad de Lima, Partido de Zárate.

Posee un reactor Siemens (consiste en recipiente de presión). La potencia eléctrica actualmente es de 745 megavatios eléctricos y emplea uranio natural y agua pesada.⁴⁸

5.1.3.4. Plantas nucleares en construcción en la Argentina: Proyecto "CAREM-25"

El proyecto CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares) consiste en la construcción de una central nuclear de potencia, íntegramente diseñada y construida en la Argentina, que tiene la característica de poseer un reactor de baja y media potencia. Estos reactores tienen una gran proyección para el abastecimiento eléctrico de zonas alejadas de los grandes centros urbanos o polos fabriles con alto consumo de energía. Asimismo ofrecen otras prestaciones, tales como la desalinización o previsión de vapor para diversos usos industriales.

⁴⁶ Na-Sa: "Centrales Nucleares- Atucha I: Presidente Juan Domingo Perón". Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/centrales/atucha>

⁴⁷ Na-Sa: "Centrales Nucleares-Embalse: Central Nuclear Embalse". Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/centrales/embalse>

⁴⁸ Na-Sa: "Centrales Nucleares- Atucha II: Presidente Dr. Néstor Carlos Kirchner". Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/centrales/atucha2>

El primer prototipo CAREM será emplazado en la localidad de Lima, Provincia de Buenos Aires, donde ya se encuentra en avance las obras de infraestructura del predio, incluido el edificio que contendrá el reactor.

Este reactor generará una potencia de 25 megavatios eléctricos y tendrá un riguroso estándar de seguridad.⁴⁹

En el año 2013 se adjudicó la construcción del recipiente de presión, que será diseñado por la CNEA y fabricado por una empresa argentina. Se estima que este proyecto demandará una inversión de 3.500 millones de pesos.

Por su parte, la Presidenta de la Comisión Nacional de Energía Atómica, Norma Boero, aseguró que *“Si bien existen otros proyectos de estos reactores similares en el mundo, este es el primero que se empieza a construir, lo cual es un orgullo no sólo para el sector nuclear sino para todos los argentinos”*.⁵⁰

5.1.4. Ventajas que presenta la nucleoelectricidad

La Comisión Nacional de Energía Nuclear considera que la nucleoelectricidad ha tenido el menor impacto ambiental dentro de la producción masiva de energía eléctrica, y por lo tanto ha logrado alta competitividad con respecto a otras fuentes.

5.1.4.1. Bajas emisiones de Dióxido de Carbono

La nucleoelectricidad es una fuente de energía con bajas emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), a diferencia de la energía proveniente de los combustibles fósiles (esto se debe a que aquí no tiene lugar un proceso de combustión convencional).

El Dióxido de Carbono, que inevitablemente se genera al quemar combustibles fósiles, es actualmente considerado como una de las fuentes que contribuyen mayoritariamente al calentamiento global del planeta (efecto invernadero), el cual puede tener consecuencias desastrosas para ciertas regiones produciendo sequías e inundaciones, e inclusive para la salud.

Otro de los factores que contribuye ampliamente a la contaminación del aire que respiramos es el transporte de personas y mercaderías. Como consecuencia de esto, existe una tendencia en la actualidad a reducir las emisiones de CO₂ recurriendo a otras fuentes de energía que no emitan Dióxido de Carbono como puede ser la nuclear o las llamadas “fuentes de energía renovables” (eólica, solar, geotérmica, hidroeléctrica y biomasa) para generar electricidad y motores eléctricos o a hidrógeno como propelente para el transporte.

5.1.4.2. Abundancia y bajo costo de combustible (Uranio)

Con poca cantidad de combustible se obtienen grandes cantidades de energía; esto supone un ahorro en materia prima, transporte, extracción y manipulación del combustible nuclear. Al ser la energía nuclear continua, se reduce la volatilidad de los precios del combustible nuclear en comparación con otros combustibles, tales como el petróleo.

5.1.4.2.1. Grandes recursos de Uranio

En el año 2011 se informó de la existencia de nuevos yacimientos de uranio en África. En el 2012 también se notificaron nuevos recursos o adicionales con respecto a Colombia, Guyana, Paraguay, Perú y Suecia.

⁴⁹ Comisión Nacional de Energía Atómica: *“Proyecto “CAREM”*”. Consultado en: <http://www.cnea.gov.ar/proyectos/carem/index.php>

⁵⁰ Comisión Nacional de Energía Atómica: *“Noticias: Comenzó la construcción de la central nuclear Carem 25”*. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/noticia.php?id_noticia=650

Los recursos de uranio no convencionales y el torio amplían aún más la base de recursos: Los recursos no convencionales comprenden el uranio potencialmente asociado a los fosfatos, los minerales no ferrosos, la carbonatita, el esquisto negro y el lignito. De éstos, el uranio se puede recuperar como producto secundario de poca importancia. Asimismo, estudios modernos señalan que el uranio puede estar presente también en el agua del mar pudiendo ser recuperado como subproducto.⁵¹

Actualmente muy pocos países notifican (declaran) sus recursos no convencionales de uranio.

Con respecto a los recursos mundiales de torio, éstos se estiman en unos seis a siete millones de toneladas.

5.1.4.2.2. Reproceso del combustible gastado

Muchos países han optado por reprocesar el combustible gastado (uranio y plutonio) para fabricar nuevo combustible; tal es así que China, la Federación de Rusia, Francia e India reprocesan la mayor parte de su combustible gastado.⁵²

5.2. Transporte

La energía nuclear puede ser utilizada para la propulsión de determinadas embarcaciones.

En la práctica se la utiliza para la propulsión de submarinos y portaaviones. Es escaso el uso de esta energía para la propulsión de barcos mercantes o rompehielos.

Un submarino es un buque capaz de navegar bajo la superficie del agua del mar o sumergido. El primer submarino que se construyó fue el *I Nautilus*, en Estados Unidos, en el año 1954. Estos vehículos ofrecen la ventaja de navegar sumergidos durante largos lapsos, pudiendo recorrer los casquetes polares por debajo de los hielos (no necesitan tomar oxígeno del exterior para la producción de energía, a diferencia de otras fuentes de energía). Por esta razón, suelen ser utilizados en las guerras, pues su discreción y velocidad los hace menos detectables. También existen submarinos de propulsión nuclear para investigación y trabajos oceánicos.

Las ventajas de la propulsión nuclear en unidades de superficie no quedaron tan claras ni son tan evidentes, salvo en el caso de los portaaviones. Un portaavión es un buque de guerra, capaz de transportar y operar aviones; sirve como base móvil para aviones de combate o reconocimiento. El primer portaaviones de propulsión nuclear fue el *Enterprise*, el cual se empezó a construir en el año 1958. Las ventajas que presenta la propulsión nuclear en este tipo de embarcaciones se demostraron en la crisis de los misiles cubanos, y posteriormente, en el conflicto de Vietnam, donde mostró lo que el ir dotado de propulsión nuclear podía suponer desde el punto de vista de capacidad de resistencia y flexibilidad operativa.

La aparición de la turbina para la propulsión de buques, fue un factor que limitó el uso de la energía nuclear para submarinos, portaaviones y algunos buques especiales; esto se debe principalmente a que la turbina de gas permitió mejorar la relación peso-potencia.

Otro factor que limitó el uso de esta fuente de energía, es el hecho de las reticencias que esta provoca y por tanto, sus dificultades para la obtención de los permisos para el ingreso de los buques nucleares en los puertos.⁵³

En la Argentina hubo un proyecto, tras finalizar la Guerra de las Malvinas, de construir el primer submarino a propulsión nuclear. La finalidad era cerrar la brecha tecnológica con Gran Bretaña.⁵⁴

⁵¹ Comisión Nacional de Energía Atómica: "Temas Nucleares- Alternativas Energéticas para el siglo XXI". Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/alternativas_energeticas.php

⁵² IAEA PRIS (Power Reactor Information System): "Conferencia General. Examen de la Tecnología Nuclear- 2013"; 2013, p. 12 a 21. Consultado en: http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC57/GC57InfDocuments/Spanish/gc57inf-2_sp.pdf

⁵³ Lacomini, Héctor L., op.cit., p. 37-38.

⁵⁴ Durante la guerra, los submarinos argentinos convencionales que funcionan con un motor diésel necesitaban salir a la superficie cada 12 horas para renovar el oxígeno. En cambio, los submarinos nucleares británicos tenían como único límite para estar sumergidos la paciencia humana. Así fue que hundieron a la embarcación "Belgrano" y luego obligaron a la flota argentina a refugiarse en los puertos del continente.

Sin embargo, durante el gobierno del ex presidente Carlos Menem el proyecto se sepultó.⁵⁵

En el año 2010, el Gobierno Nacional informó que se dotaría de propulsión nuclear a buques de la Armada. El Gobierno prometía avanzar en la fabricación de un submarino nuclear; Así lo anunció la ministra de Defensa, Nilda Garré.⁵⁶

5.3. Medicina

La medicina nuclear es una especialidad de la medicina actual. Esta diagnostica y trata enfermedades empleando pequeñísimas cantidades de radiofármacos o radiotrazadores.

Los radiofármacos son sustancias que se implantan en los órganos, los huesos o los tejidos específicos para permitir detectar precozmente alteraciones o enfermedades, lo que ayuda a realizar tratamientos tempranos más efectivos y pronósticos más favorables.

La cantidad de radiación a la que un paciente se expone en las exploraciones de medicina nuclear es comparable o a veces inferior a la recibida en exploraciones radiológicas de rutina. No es invasiva porque a diferencia de otras técnicas de diagnóstico que exigen cirugía o introducción de aparatos en el cuerpo, en la medicina nuclear, en la mayoría de los casos, basta con una inyección endovenosa, por vía oral, inhalatoria o intracavitaria.

Es amplio el uso de radioisótopos en este campo. Las técnicas basadas en “trazadores”, como el centellograma, constituyen elementos de uso común en el campo del diagnóstico, siendo la resonancia magnética nuclear la más avanzada.

También se emplean las fuentes de radiación para fines terapéuticos respecto de determinadas enfermedades, logrando la remisión de las células atípicas (bomba de cobalto). La radioterapia permite tratar eficazmente el cáncer al administrar una dosis exacta a un tumor causando daños mínimos a los tejidos normales que lo rodean.⁵⁷

5.4. Industria

El uso de la energía nuclear en la industria es muy importante para la mejora de los procesos, para las mediciones, para la automatización, y para el control de calidad.

Los radioisótopos se emplean en el estudio de lubricación y desgaste de la maquinaria móvil.

También en la llamada radiografía industrial o gamagrafía (ésta constituye una técnica de control de calidad indispensable para la verificación de soldaduras en tuberías y para la detección de grietas en piezas de aviones), en la elaboración de piezas de precisión o electrónicas; en análisis por activación (irradiación por neutrones), lo cual permite determinar microimpurezas de materiales, entre otras aplicaciones.⁵⁸

5.5. Alimentación

En la alimentación, la energía nuclear se utiliza con el fin de promover y facilitar la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos.

⁵⁵ Santoro Daniel: “La historia secreta del frustrado submarino a propulsión nuclear”. Clarín (18-09-2005). Consultado en: <http://edant.clarin.com/suplementos/zona/2005/09/18/z-03801.htm>

⁵⁶ Gallo Daniel: “Promete Garré que se construirá un submarino nuclear en el país”. La Nación (04-06-2010). Consultado en: <http://www.lanacion.com.ar/1271651-promete-garre-que-se-construira-un-submarino-nuclear-en-el-pais>

⁵⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: “Medicina Nuclear. ¿Qué es la Medicina Nuclear?”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/institutos_medicos.php

⁵⁸ Lacomini, Héctor L., op.cit., p. 37-38.

5.5.1. Sector agropecuario

Con la utilización de la energía nuclear es posible garantizar la sanidad e inocuidad de vegetales y frutas, así como eliminar entre el 35 y 40% de mermas en puntos de revisión tradicional.

La Técnica del Insecto Estéril (TIE) es un método de supresión o erradicación de plagas, adecuado al enfoque de control de plagas preventivo y en áreas extensas. A diferencia de los insecticidas, es más eficiente y efectivo frente a densidades bajas de la plaga.⁵⁹

5.5.1.1. Diagnóstico de enfermedades en los animales

Las enfermedades de los animales puede afectar la salud de los seres humanos, sobre todo, si estos se alimentan de un animal “enfermo”.

El organismo IAEA (International Atomic Energy Agency) desarrolló un prototipo de dispositivo de laboratorio móvil cuya función es llevar el laboratorio al terreno, a fin de diagnosticar enfermedades en los animales, para evitar o limitar así, su propagación.

El objetivo del dispositivo es el diagnóstico temprano y rápido de diversas enfermedades infecciosas.

5.5.2. Irradiación de alimentos

Mediante el uso de la energía nuclear, también se pueden conservar alimentos sin desarrollo microbiano, a temperatura ambiente durante años.

La irradiación de alimentos es un método físico de conservación (se lo suele comparar con otros métodos que utilizan el calor o el frío). Consiste en exponer el producto a la acción de las radiaciones ionizantes durante un cierto lapso.⁶⁰

5.6. Nanotecnología

La nanotecnología es utilizada para trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos, es decir para trabajar en medidas extremadamente pequeñas.

Los científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos con propiedades únicas.

En la CNEA funcionan diferentes laboratorios e instalaciones dedicados a esta temática y se desarrollan desde hace años proyectos para su aplicación en áreas de la medicina, la industria, el sector agropecuario y la robótica, entre otros.⁶¹

5.7. Forense

La física forense consiste en aplicar métodos de investigación científica que aportan datos verosímiles en una discusión judicial, en el marco de un proceso legal.⁶²

⁵⁹ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Aplicaciones Nucleares. Agropecuarias*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/agropecuarias.php

⁶⁰ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Aplicaciones Nucleares. Irradiación de Alimentos*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/irradiacion_de_alimentos.php

⁶¹ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Aplicaciones Nucleares. Nanotecnología*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/nanotecnologia.php

⁶² Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Aplicaciones Nucleares. Forense*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/forense.php

5.8. Planta irradiación

La creciente preocupación respecto de las enfermedades transmitidas por microorganismos; las grandes pérdidas de alimentos a nivel regional producto de la infestación, contaminación y descomposición de los mismos; el aumento del comercio internacional de diversos productos los cuales deben cumplir con normas de exportación estrictas en materia de calidad, higienización, descontaminación y esterilización y la necesidad de productos libres de compuestos químicos, son algunas de las necesidades que obligan a buscar procesos alternativos que satisfagan las exigencias del mercado.

La tecnología de irradiación expone los productos a la radiación durante un tiempo predeterminado.

En el Centro Atómico Ezeiza se encuentra ubicada una planta de irradiación semi-industrial. Esta planta pertenece a la CNEA, y es una instalación multipropósito que brinda desde 1970 servicios de procesamiento con irradiaciones ionizantes de productos y materias primas en escala industrial y pre-industrial, así como también participa de desarrollos presentando el servicio a los usuarios internos que trabajan en distintos laboratorios de este Centro Atómico.

Sus principales aplicaciones son sobre productos de uso médico (apósitos, guantes, drenajes, equipos, protectores, envases), prótesis, productos odontológicos, material de laboratorio, insumos para bioterios (alimento, viruta), entre otros.⁶³

6. PROBLEMÁTICA EN EL USO DE LA ENERGÍA NUCLEAR

A continuación se analizan los problemas que algunos ambientalistas señalan que presenta el uso de la energía nuclear.

6.1. Proliferación de Armamento Nuclear

La mayoría de los reactores nucleares utilizan Uranio como combustible y producen plutonio durante su operación.

Para la fabricación de una bomba nuclear se requiere materia fisible (Uranio 235 o Plutonio 239).⁶⁴

El isótopo plutonio- 239 es un componente clave en las armas nucleares debido a su fácil fisión y a su disponibilidad. El plutonio permite obtener densidades significativas más altas de lo normal.

Greenpeace explica que es imposible evitar el desvío de plutonio para su uso en armamento nuclear; tal es así que según este organismo, una central de separación de plutonio, podría construirse en un período de cuatro a seis meses, por lo que cualquier país con un reactor ordinario puede producir con facilidad y rapidez armas nucleares.

Greenpeace menciona que desde que se iniciaron los controles internacionales sobre la proliferación nuclear, Israel, India, Pakistán y Corea del Norte han fabricado armas nucleares, lo cual prueba el vínculo entre la energía nuclear para fines civiles y militares; y, afirma del mismo modo, que muchos países, detrás de la cortina de los programas nucleares civiles, pretenden obtener capacidad para la fabricación de armas nucleares.⁶⁵

⁶³ Comisión Nacional de Energía Atómica: "Aplicaciones Nucleares. Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI)". Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/planta_irradiacion.php

⁶⁴ Las propiedades nucleares del plutonio- 239 hacen posible que cuando un átomo es golpeado por un neutrón, se rompe (fisión), liberando más neutrones y más energía. Es decir, sobre un átomo de plutonio se puede producir una rápida reacción nuclear en cadena, lo que puede originar una explosión suficientemente grande como para destruir una ciudad- si se concentra suficiente plutonio- 239 para alcanzar la masa crítica.

⁶⁵ Para el año 1995 se estimaba que en el mundo había alrededor de 1.000 toneladas de plutonio almacenadas. De ellas, 140 eran altamente adecuadas para hacer bombas nucleares, y el resto era perfectamente utilizable.

Por último, este organismo señala que la restricción en la producción de material fisible a unos cuantos países “fiables” no es la solución, pues esta medida engendraría recelos y crearía una gran amenaza para la seguridad.⁶⁶

6.1.1. Argumentos de quienes defienden la energía nuclear

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), explica que todos los países que poseen este tipo de armas las han desarrollado antes de construir reactores nucleares para generación eléctrica, por lo que considera que el riesgo de proliferación de armamento nuclear persistirá independientemente de la cantidad de plantas nucleares que se construyan para la generación eléctrica.

Por otro lado, esta entidad afirma que se están llevando a cabo grandes esfuerzos, a nivel mundial, para fortalecer las salvaguardias, incluyendo nuevos tipos de control y métodos de verificación para detectar cualquier posibilidad de actividad nuclear bélica no declarada.

La CNEA explica que existe, en casi todos los países, una tendencia generalizada a disminuir el arsenal nuclear; manifiesta, además, que un total de 185 países ratificaron la extensión indefinida del Tratado de No Proliferación Nuclear, y por otro lado, menciona que las Naciones Unidas han declarado un cese total de ensayos de armamento nuclear.⁶⁷

6.2. Riesgo de accidentes

Si bien las probabilidades de que ocurra un accidente nuclear son ínfimas, sus efectos, en caso de ocurrir, serían devastadores para la vida y salud de las personas.⁶⁸

Algunos de los accidentes nucleares ocurridos hasta la fecha que cita Greenpeace son: Windscale (1957), Three Mile Island (1979), Chernóbil (1986) y Tokaimura (1999)⁶⁹. Sin embargo, estos no son los únicos accidentes nucleares, un ejemplo es el reciente accidente ocurrido en la central nuclear de Fukushima, en Japón, en el año 2011. A nivel local, también se pueden mencionar los incidentes producidos en la Central Nuclear de Embalse y el Centro Atómico Constituyentes (1983).⁷⁰

Una reacción nuclear en cadena debe mantenerse bajo control, y, dentro de lo posible, las radiaciones peligrosas deben limitarse al reactor, aislando y tratando con cuidado los productos radiactivos. Las reacciones nucleares generan altas temperaturas, y los líquidos empleados para la refrigeración se mantienen a menudo bajo presión. Junto con la intensa radioactividad, estas altas temperaturas y presiones hacen que la operación de un reactor sea una tarea difícil y compleja.

Greenpeace explica, que la mayoría de los reactores del mundo tienen más de 20 años, por lo que son susceptibles de fallas debido a su envejecimiento; señala que muchas compañías están intentando aumentar su vida útil de 40 años (para la cual fueron diseñados), a su máximo de unos 60 años, lo cual conlleva nuevos riesgos; y por último afirma que existe una desregulación en el sector eléctrico, lo que ha generado que las instalaciones nucleares acorten sus inversiones en materia de seguridad y limiten la plantilla, aumenten la presión sobre los reactores, sobre la temperatura de funcionamiento y sobre el quemado del combustible; esto conlleva a que se acelere el envejecimiento y disminuyan los márgenes

⁶⁶ Greenpeace: “*La Amenaza Nuclear. Proliferación Nuclear*”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>

⁶⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Temas Nucleares*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/alternativas_energeticas.php

⁶⁸ Las muertes y graves enfermedades causadas por un accidente nuclear no pueden ser contabilizadas fácilmente, ya que se producen en un período de tiempo muy largo y no llevan una etiqueta identificando específicamente su causa. Como los elementos radiactivos son transportados por el viento y el agua, sus efectos se esparcen en un radio geográfico muy amplio. La contaminación de los suelos perdura durante centurias. El principal isótopo del plutonio tiene una vida media de 24.400 años.

⁶⁹ Greenpeace: “*La Amenaza Nuclear. Riesgos para la Seguridad*”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>

⁷⁰ Esteves Belén, op.cit., p. 18.

de seguridad. Según este organismo, los reguladores nucleares no siempre son capaces de hacer frente a esta nueva situación.⁷¹

Por su parte, la autora Belén Estévez señala que como consecuencia de los peligros que implica tener centrales nucleares, el Gobierno alemán, luego de intensos debates parlamentarios, declaró, a partir del accidente nuclear de Fukushima, en Japón, desmantelar progresivamente las centrales nucleares hacia fines del 2022, cuando debería apagarse el último reactor definitivamente.⁷²

6.2.1. El accidente más grave en la historia nuclear: Accidente de Chernóbil

El accidente nuclear de Chernóbil, ocurrido en la ciudad de Ucrania, fue el más grave de la historia nuclear, siendo el único en alcanzar la categoría más alta (nivel 7) en la escala INES (International Nuclear Event Scale).⁷³

El 26 de abril de 1986, durante una prueba en la que se simulaba un corte de suministro eléctrico, un aumento súbito de potencia en el reactor 4 de la Central Nuclear de Chernóbil produjo el sobrecalentamiento del núcleo del reactor nuclear, lo que terminó provocando la explotación del hidrógeno acumulado en su interior.

Como consecuencia de este terrible accidente nuclear, un total de 4.000 personas actualmente desarrollan cáncer de tiroides; 5.000.000 de personas podrían estar contaminadas con radionucleidos; 350.000 personas fueron trasladadas a otras zonas, siendo esto una “experiencia profundamente traumática”; la radiación podría causar en total hasta 4.000 muertes entre los grupos de población más expuestos en Chernóbil, es decir, entre los trabajadores de servicios de emergencia que intervinieron en 1986 y 1987, los evacuados y los residentes en las zonas más contaminadas (esta cifra comprende los casos más conocidos de defunción por cáncer y leucemia provocados por la radiación).

Diversas estimaciones hechas en los años noventa sitúan los costos económicos en cientos de miles de millones de dólares. Estos costos incluyen los daños directos, los gastos relacionados con la recuperación y la mitigación, el reasentamiento de las personas, la protección social y la atención de salud de la población afectada, las investigaciones sobre el medio ambiente, la salud y la producción de alimentos no contaminados y la vigencia de la radiación, así como las pérdidas indirectas resultantes del retiro de tierras agrícolas y bosques de la producción y el cierre de instalaciones agrícolas e industriales, y costos adicionales como la anulación del programa de energía nuclear de Belarús y el aumento del costo de la energía debido a la pérdida de capacidad de producción de Chernóbil.⁷⁴

6.2.2. Argumentos de quienes defienden la energía nuclear

La Comisión Nacional de Energía Atómica señala que existen medidas que se pueden tomar con el fin de reducir el riesgo de incendio. Una de ellas consiste en el uso del agua pesada como moderador, en lugar del grafito (las centrales nucleares ubicadas en nuestro país utilizan agua pesada como moderador, a diferencia de Chernóbil que utilizaba grafito).⁷⁵

⁷¹ Greenpeace: “*La Amenaza Nuclear. Riesgos para la Seguridad*”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>

⁷² Esteves Belén, op.cit., p. 52- 53.

⁷³ La Escala Internacional de Eventos Nucleares fue introducida por la OIEA para permitir la comunicación sin falta de información importante de seguridad en caso de accidentes nucleares y facilitar el conocimiento de los medios de comunicación y la población de su importancia en materia de seguridad. Se trata de una escala logarítmica. Cada nivel representa el aumento de un accidente aproximadamente diez veces más grave que el nivel anterior.

Se reconocen 7 niveles: Anomalía (nivel 1); Incidente (Nivel 2); Incidente Importante (Nivel 3); Accidente sin riesgo fuera del emplazamiento (Nivel 4); Accidente con riesgo fuera del emplazamiento (Nivel 5); Accidente Importante (Nivel 6); Accidente Grave (Nivel 7).

⁷⁴ Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización Mundial de la Salud, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: “*Comunicado de Prensa*” (2005). Consultado en: http://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/pdfs/pr_sp.pdf

⁷⁵ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Temas Nucleares: Energía Nucleoeléctrica*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/energia_nucleoelectrica.php

Por otro lado, esta entidad explica que previo a la construcción de una central nuclear, se realiza un análisis de riesgo, el cual incluye secuencialmente la identificación de los eventos incidentales, las posibles secuencias de eventos subsecuentes de cada evento iniciante, asociando un valor de probabilidad de cada secuencia y finalizando con las potenciales consecuencias en las personas y el medio ambiente. Este análisis incide en la evaluación del sitio propuesto para una Instalación Nuclear, como para el diseño de la misma.

Los riesgos externos en las instalaciones nucleares, que pueden tener un efecto en la seguridad de la misma, son los riesgos naturales y los inducidos por el hombre:⁷⁶

- a) Los riesgos naturales son: movimiento sísmico, tsunamis, volcanes, meteorológicos e hidrológicos (inundaciones, colisión de cuerpos flotantes, vientos extremos o condiciones meteorológicas extremas) y fenómenos biológicos.
- b) Los riesgos inducidos por el hombre son: fuego externo, explosiones, impacto de avión y misiles, gases tóxicos y asfixiantes, gases y líquidos corrosivos y radiactivos, interferencia electromagnética e inundaciones (o colisión de cuerpos flotantes).

El 10 de octubre del año 2010, se llevó a cabo en el programa “*Dialogando*” (programa emitido por el Canal 21), un interesante debate sobre la energía nuclear, donde fueron invitados el Dr. Raúl Racana (en aquel momento Presidente de la Autoridad Regulatoria Nuclear), el Ing. Aníbal Daniel Bonino (Secretario General de la Autoridad Regulatoria Nuclear) y el Lic. Gabriel Enrique Terigi (Gerente del Área Institucional de la Autoridad Regulatoria Nuclear). Los invitados explicaron que el grado de probabilidad de que ocurra un accidente nuclear, es muchísimo menor a tener un accidente en un avión. Asimismo, revelaron que en caso de producirse un accidente nuclear, el riesgo de que se genere una fuga radiactiva es muy bajo debido a la estructura que posee una central nuclear en la actualidad. Los invitados expresaron que existen numerosas “barreras” que evitarían que el material radiactivo salga a la atmósfera, tales como: la pastilla de cerámica donde está el uranio (para destruirse se requiere de una temperatura, aproximadamente, de 2000° C), la vaina inoxidable (para destruirse se requiere de una temperatura similar a la señalada), la vasija con 30 cm de espesor (ésta debería romperse, lo cual es difícil que ocurra), el hormigón, el acero (que no lo tenía la Central Nuclear de Chernobyl), entre otros. Además, explicaron que de romperse todas estas barreras en una de nuestras centrales, el material radiactivo no se elevaría a más de 100 m, ya que nuestros reactores utilizan agua pesada como moderador (a diferencia de Chernóbil que utilizaba grafito).⁷⁷

Con respecto al reciente accidente nuclear de Fukushima, el ingeniero José Luis Antúnez (actual Presidente de la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A.), explicó que los 19.000 muertos que tuvo Japón en el 2011 no fueron producto del accidente nuclear de Fukushima, sino del terremoto, tsunami e incendios producidos en aquel país. Explicó, además, que a veces se enfatiza un poco la información en forma sesgada.⁷⁸

Por su parte, el jurista Bellorio Clabot, Dino, realiza en su obra -“*Tratado de Derecho Ambiental*”- una comparación entre las fallas catastróficas a las que están expuestas las centrales nucleares y las hidroeléctricas; explica en dicho tratado, que ambas centrales tienen sólo una pequeña probabilidad de sufrir una falla, aunque reconoce que algún sector de la doctrina señala que las fallas de los sistemas de las instalaciones nucleares, presentan mayores riesgos que las fallas de las aludidas represas (esto se debe a que sus impactos son a largo plazo). El autor señala que en ambos casos, es una población involuntaria la que soporta las consecuencias de una eventual falla. Finalmente, y para concluir con esta comparación, el doctrinario menciona que el accidente de la represa de Morví- que ocurrió en India en 1979, se aproxima a las cifras de Chernóbil.⁷⁹

⁷⁶ Comisión Nacional de Energía Atómica: “*Seguridad Ambiental*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/politica_ambiental/seguridad_ambiental.php

⁷⁷ Programa Dialogando: “Centrales Nucleares, Chernobyl”. Bloque 3. Consultado en: https://www.youtube.com/watch?v=qvx_QcyvTbc

⁷⁸ Krakowiak Fernando: “*El hombre que logró terminar Atucha II*”. Página 12. (28-01-2013). Consultado en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/economia/2-212739-2013-01-28.html>

⁷⁹ Bellorio Clabot, Dino: “*Tratado de Derecho Ambiental*”, 1ª ed., Buenos Aires, Ad- Hoc, 2004, T. II, p. 324 - 325.

6.3. Residuos nucleares

Dentro de las instalaciones nucleares se genera como subproducto los residuos radiactivos. Éstos, están compuestos por elementos que liberan energía, es decir, emiten radiación. El prestigioso autor Lacomini, explica en su obra- "*Derecho de la Energía Nuclear*"- que los residuos radiactivos son aquellos materiales que no son reutilizables ni reciclables y que por su nivel de radiactividad no pueden ser descartados como residuos convencionales, debiendo ser herméticamente almacenados en un lugar seguro.⁸⁰

La Comisión Nacional de Energía Atómica afirma, que la peligrosidad de estos residuos disminuye con el transcurso del tiempo; aunque admite que en algunos casos esos períodos son muy prolongados.

El procedimiento para gestionar los residuos radiactivos de un modo correcto consiste en, clasificarlos y segregarlos, según el nivel de radiación que emiten, tamaño y según el estado en que se encuentren. Asimismo, dentro de lo posible, se deberá reducir su volumen, reutilizarlos y reciclarlos. Por supuesto que no todo se podrá reciclar, pues de ser así no habría residuos.

Los que no puedan ser reciclados ni reutilizados serán colocados en envases apropiados para compactarlos o cementarlos, según se trate de sólidos o líquidos. Luego serán almacenados en instalaciones especialmente diseñadas para aislarlos hasta que su radiactividad decaiga, al punto tal que ya no representen un riesgo para las personas ni para el ambiente.⁸¹

6.3.1. Peligros que predicen algunos ambientalistas

Greenpeace explica, que el confinamiento bajo tierra de los residuos radiactivos no es una solución, ya que no aislará para siempre el material radiactivo del medio ambiente. Manifiesta también que esta "solución", sólo consigue ralentizar el escape de radiactividad a la atmósfera.⁸²

Un ejemplo de lo que Greenpeace predica se lo puede observar en el documental "*La pesadilla de los Desechos Nucleares*", donde Mike Townsley, editor jefe de Greenpeace Internacional, fue entrevistado. En dicho documental, Mike Townsley reveló que años atrás, los residuos nucleares eran vertidos al mar. En aquella época, el mar era considerado "un gran basurero" y por ende no se tenía en cuenta qué pasaba con los residuos nucleares al cabo de un período de tiempo. Finalmente, Greenpeace decide visitar la Fosa Atlántica de Casqué (lugar donde se vertieron grandes cantidades de residuos nucleares a lo largo de la historia), y se encontró con que los barriles contenedores de los residuos estaban oxidados, corroídos, desechos y vacíos. Por lo tanto, lo primero que se preguntó este organismo fue ¿a dónde fueron a parar los desechos nucleares?, se cree que, estos residuos estaban en el entorno, es decir, pasaron a formar parte de la propia cadena alimenticia de los seres vivos que habitan el mar, lo que generaba la posibilidad que acabe repercutiendo en los seres humanos.⁸³ Como consecuencia de ésta investigación, Greenpeace comenzó una campaña, cuya finalidad era detener los vertidos de residuos radiactivos al mar. Esto se consiguió, recién en 1993, cuando se firmó un Tratado Internacional en el marco de las Naciones Unidas que finalmente prohibió esta actividad.^{84 85}

Por su parte, la autora Belén Esteves, menciona, como ejemplo de los peligros que conlleva el almacenamiento de los residuos radiactivos el caso de Alemania. En Alemania parte de los residuos nucleares se encuentran mayoritariamente centralizados en la Mina "Asse", una mina de sal, a 700 m de profundidad. Si bien se consideró que se trataba de un lugar seguro en los años 70 (sin movimientos sísmicos y acuíferos), actualmente se demostró que existen filtraciones de agua, lo que obliga a bombear 12.000 litros

⁸⁰ Lacomini, Héctor L., op.cit., p. 80 a 82.

⁸¹ Comisión Nacional de Energía Atómica: "*Temas Nucleares: Seguridad*". Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/seguridad.php

⁸² Greenpeace: "La Amenaza Nuclear. Residuos Nucleares". Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>

⁸³ Se considera que en menos de 15 años, los países usuarios de la energía nuclear, han vertido más de 100.000 toneladas métricas de residuos radiactivos en varios océanos.

⁸⁴ Documental: "*La Pesadilla de los Desechos Nucleares*", una producción francesa de 2009 dirigida por Gueret Eric, de 76 minutos de duración y producida por Pioche Bonne y Arte France. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=eC5z571Pp7E>

⁸⁵ Ferrer Isabel: "*Acuerdo mundial para prohibir el vertido de residuos e industriales al mar*". El País (13-11-1993). Consultado en: http://elpais.com/diario/1993/11/13/sociedad/753145201_850215.html

por día existiendo un peligro de colapso. Los técnicos aseguran una vida útil del depósito como máximo de 8 a 10 años antes de su total colapso con consecuencias fatales.⁸⁶

6.3.2. Clasificación y tratamiento de los residuos radiactivos

Nivel	Aislamiento	Confinamiento	Ejemplos de Residuos Radiactivos
Bajo (B)	50 años	Sistema superficial con mejoras de ingeniería	Residuos provenientes de la minería de uranio, ropa de trabajo, guantes, etc.
Medio (M)	300 años	Repositorio monolítico cercano a la superficie.	Lechos de resinas de intercambio iónico, etc.
Alto (A)	Más de 300 años	Repositorio geológico profundo a más de 500 m.	Productos utilizados para la fisión, etc.

Los *residuos de nivel bajo y medio* se generan en la operación y mantenimiento de los reactores y de otras instalaciones nucleares. También, en menor medida, a partir de las aplicaciones de los radioisótopos en el campo de la medicina, la industria y la investigación. Estos residuos son almacenados en repositorios o depósitos especialmente diseñados hasta que su actividad disminuya a un nivel que permita su liberación como residuos convencionales.

En el caso de los *residuos de nivel alto*, la mayor parte de éstos, se producen dentro del elemento combustible en los reactores nucleares como consecuencia del proceso de fisión nuclear. En cuanto al tratamiento que se le da, éste consta de numerosas etapas:

- Debe permanecer de 2 a 5 años (dependiendo del tipo de central nuclear) en el reactor.
- Transcurrido el plazo, los elementos combustibles se extraen mediante un sistema de telemanipulación remota y son colocados en piletas de almacenamiento donde se enfrían y pierden parte de su radiactividad (el período en el que quedan bajo agua es mayor de 10 años). El agua tiene dos propósitos: por un lado sirve como blindaje, a fin reducir los niveles de radiactividad, y por el otro lado, se la utiliza para enfriar los elementos combustibles que continúan produciendo calor por un período de tiempo.
- Luego de 10 años o más, de permanecer en las piletas, y en caso de que las mismas agoten su capacidad de almacenamiento, los elementos combustibles pueden ser almacenados en seco dentro de silos de hormigón reforzados o contenedores de acero especialmente construidos; dichos contenedores están herméticamente sellados para asegurar que no se libere material radiactivo al medio ambiente.⁸⁷

6.3.2.1. Residuos radiactivos, fuentes en desuso y combustibles gastados

De acuerdo con el marco normativo argentino que rige a la actividad nuclear en general y a la gestión de residuos en particular, los combustibles gastados y las fuentes (médicas e industriales) no son considerados residuos. Esto se debe a que, por medio de la Ley N° 25.279, vigente desde junio de 2001, el país ratificó su adhesión a la “Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de los Desechos Radiactivos”, y con ella su diferenciación entre combustibles gastados, fuentes en desuso (cuyo origen son las aplicaciones médicas y las industriales) y residuos del tipo radiactivo.

⁸⁶ Esteves Belén, op.cit., p. 53.

⁸⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: “Temas Nucleares: Energía Nucleoeléctrica”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/energia_nucleoelectrica.php

6.3.3. Gestión de los residuos radiactivos en la Argentina

La gestión sobre los residuos radiactivos generados en todo el territorio nacional ha estado a cargo de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) desde su creación, en 1950.

En el año 2003, en cumplimiento de la Ley N° 25.018 de "Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos", se creó, en el ámbito de la CNEA, el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR).

6.3.3.1. Programa Nacional de Gestión de los Residuos Radiactivos (PNGRR)

El objetivo final de este programa, ha sido el confinamiento y aislamiento de los residuos, por un período de tiempo y en condiciones tales que cualquier liberación de los radionúclidos contenidos en ellos no suponga un riesgo radiológico inaceptable para las personas ni para el ambiente, en el presente ni para las generaciones futuras.

El proceso de gestión comprende el conjunto de actividades relativas al manejo administrativo y operativo de los residuos radiactivos; incluye la caracterización, el registro, la clasificación, la segregación, el tratamiento, el acondicionamiento, el almacenamiento, el transporte y la disposición final de los residuos radiactivos.

- Registro, Clasificación y Segregación: En esta etapa se caracterizan los residuos y se elabora la documentación necesaria para un adecuado seguimiento. Asimismo, se reducirá el volumen de los residuos tanto como sea posible.
La segregación es la instancia en la que se discriminan, los residuos líquidos de los sólidos, y los compactables de los no compactables.
- Tratamiento y Acondicionamiento: El acondicionamiento consiste en ordenar los residuos radiactivos para su disposición final; implica el cumplimiento de los requisitos de aceptación de esos residuos en el repositorio correspondiente. Para ello, se lleva a cabo la compactación, que reduce el volumen de los residuos sólidos compactables, y la inmovilización por medio de la inclusión de los residuos líquidos y los sólidos no compactables en una matriz estable.
- Almacenamiento y Transporte: Ambos se realizan bajo los parámetros establecidos internacionalmente y de acuerdo con la normativa que rige en nuestro país, a fin de garantizar la seguridad del proceso.
- Disposición Final: En esta etapa se instalan los residuos radiactivos en instalaciones de confinamiento-repositorios. La finalidad será constituir un sistema de barreras entre los residuos y el medio ambiente.

Los criterios de seguridad establecidos requieren la existencia de barreras múltiples, redundantes e independientes para aislar los residuos del ambiente accesible al hombre.

6.3.3.1.1. Instalaciones para la Gestión de los Residuos Radiactivos (PNGRR)

El Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR) cuenta con oficinas en la sede central de la CNEA, en la ciudad Autónoma de Buenos Aires, y con instalaciones en el Centro Atómico Ezeiza; allí, el área de Gestión de Residuos Radiactivos (AGE) consiste en un predio de ocho hectáreas especialmente dedicado al tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento interino y disposición final de residuos de nivel bajo. También dispone de una instalación para el almacenamiento de residuos de nivel medio y de fuentes de irradiación en desuso; y con un depósito transitorio para combustibles gastados del reactor de investigación y producción de radioisótopos ubicados en ese Centro Atómico.

Los residuos de baja actividad, tanto los sólidos (los papeles, ropa, piezas, entre otros), como los líquidos (los concentrados del evaporador en centrales nucleares, líquidos de lavado, entre otros), tradicionalmente, han sido confinados en las trincheras del área de Gestión de Ezeiza (AGE). Cada una de las trincheras tiene 20 metros de largo, 10 de ancho y 3 de profundidad. Una de ellas, ya clausurada, contiene 3.500 tambores de 200 litros cada uno, en los que se han compactado o cementado los residuos. La otra, fue diseñada para contener 5.600 tambores y ha tenido clausuras parciales mientras estuvo en uso.

Actualmente, los tambores están siendo almacenados en forma interina en las Centrales Nucleares o en el área de Gestión- hasta tanto se implemente la estrategia de gestión prevista para los próximos años.

El Área de Gestión Ezeiza dispone de dos silos de hormigón de 4 metros de diámetro y 10 metros de profundidad, con un espesor de pared de 0,30 metros, donde se han dispuesto partes estructurales contaminadas y algunas fuentes de irradiación en desuso. Con cada operación de disposición se ha agregado una capa de cemento.

Los residuos de nivel alto contenidos en los combustibles gastados permanecen en las centrales nucleares que los generan. En una primera etapa, cuando son descargados del reactor, se almacenan en piscinas de hormigón recubiertas con materiales especiales que las centrales poseen para ese fin. Luego, son trasladados a un almacenamiento temporal seco en silos de hormigón emplazados en los mismos predios.

Dado que las instalaciones para la disposición final de residuos del Área de Gestión Ezeiza (AGE) han cumplido su ciclo de vida útil y están en proceso de cierre definitivo, el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos se encuentra abocado a la implementación de una estrategia de disposición final para los residuos de nivel bajo y medio. El plan prevé la construcción de un repositorio monolítico cercano a la superficie en un lugar del país que cumpla con las exigencias geológicas y con los requisitos ambientales y sociales establecidos.

La estrategia para los combustibles gastados implica decidir en las próximas décadas, en función de las necesidades energéticas y del desarrollo de la actividad nuclear, si resulta conveniente reprocesarlos para aprovechar el potencial energético que todavía tienen o disponerlos en forma directa en un repositorio geológico profundo.⁸⁸

6.4. Transporte de materiales nucleares

Cada día miles de contenedores de materiales radiactivos de todo tipo son transportados a través de rutas internacionales y nacionales.

La organización “Los Verdes - FEP” (Foro de Ecología Política)⁸⁹ señala que el transporte internacional de materiales altamente radiactivos como los elementos combustibles gastados, el plutonio y los residuos nucleares en general constituye una actividad que incrementa de manera innecesaria los riesgos para el ambiente y para la seguridad global y regional.

Asimismo, la conflictividad de este tipo de operaciones, tanto por la oposición pública que despierta como por los riesgos de accidentes y posibles intentos de robo de material o atentados, convierte a esa actividad en verdaderas operaciones militares, con altos niveles de secretismo y falta de transparencia para el público.

Como consecuencia de esto, algunos ambientalistas señalan que sólo existen dos posibles soluciones: eliminar la situación que genera tales riesgos, o bien procurar una respuesta como la que esboza la Junta Interamericana de Defensa (JID) consistente en militarizar dicha actividad.⁹⁰

Sin perjuicio de lo expuesto, es importante destacar que la Autoridad Regulatoria Nuclear niega que existan graves peligros en dicho transporte, tal es así que el mismo organismo afirma: *“Hace más de 50 años se transporta material radiactivo a través del mundo cumpliendo con el citado Reglamento, sin que debido a dicho transporte se hayan producido consecuencias radiológicas de importancia en los trabajadores y el público en general, ni efectos en los bienes o el medio ambiente”*.⁹¹

⁸⁸ Comisión Nacional de Energía Atómica: “Temas Nucleares: Seguridad”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/seguridad.php

⁸⁹ El FEP es una organización no gubernamental que inició sus actividades en el año 2002 y que tiene por objeto colaborar en el desarrollo de políticas alternativas frente a los desafíos ambientales y sociales que enfrenta la Argentina.

⁹⁰ Foro de Ecología Política: “Residuos Nucleares y Seguridad Militar”. Greenpeace (20-01-2003). Consultado en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/3/residuos-nucleares-y-segurida.pdf>

⁹¹ Autoridad Regulatoria Nuclear: “Transporte de Materiales Radiactivos”. Consultado en: http://www.arn.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=23&lang=es

6.5. Impacto en el medio ambiente

Otro de los problemas –que algunos ambientalistas señalan– que presenta el uso de la energía nuclear es el impacto negativo que genera en el medio ambiente.

La autora Belén Estévez, en su obra- “Energías Renovables”, explica que esta energía produce escaso Dióxido de Carbono (CO₂).

La autora, señala que la minería de uranio genera un enorme impacto ambiental y social, en particular para las comunidades aledañas, como para quienes deben trabajar en las minas, expuestos permanentemente al mineral radiactivo.⁹²

Por su parte, el autor Héctor Lacomini reconoce en su obra- “Derecho de la Energía Nuclear”- que ésta energía contamina el medio ambiente, y que ésta contaminación puede ser radiactiva o térmica.

Explica, el autor, que la contaminación térmica procede como consecuencia de la enorme cantidad de calor que se proyecta al ambiente para producir esta energía; como consecuencia del aumento de temperatura, se genera un aumento en la evaporación, lo que produce nubosidad, lo que finalmente acaba por alterar el poder de reflexión de la Tierra, provocando desequilibrios en la temperatura atmosférica y en el clima.

En cuanto a la contaminación radiactiva, explica el prestigioso doctrinario, que procede de las eventuales fugas que pueden generarse cuando se cambian los materiales fisionables o se realizan operaciones rutinarias de limpieza y, asimismo, a partir de los residuos radiactivos (ya explicado en el punto 6.4.).

El jurista también revela en su obra, que la contaminación puede manifestarse de diversas formas: en forma gaseosa, en cuyo caso se envía a la atmósfera sustancias radiactivas; en forma líquida, en este caso la contaminación proviene de los circuitos del reactor (aquí las sustancias radiactivas exigen que el agua que han contactado sea filtrada y desmineralizada en columnas de iones); o bien, en forma sólida, en cuyo caso la sustancia radiactiva proviene de los elementos residuales de los materiales fisionables y del material utilizado.

6.5.1. Comparación de la energía nuclear con respecto a otras fuentes de energía

Quienes defienden el uso de la Energía Nuclear- consideran que el impacto que ésta genera en el medio ambiente no es negativo si se la compara con otras fuentes de energía.

El jurista Bellorio Clabot, Dino, señala en su obra - “*Tratado de Derecho Ambiental*” que las descargas radiactivas al ambiente, en el período de 1974-1997, en cuanto a la Central Nuclear Atucha I, fueron muy por debajo de 0,3 mSv en cuanto a los límites establecidos de descargas líquidas y gaseosas; mientras que la exposición del público en mismo período resultó inferior al 2% de la restricción de dosis individual establecida (siendo las descargas gaseosas el principal contribuyente). Respecto de la Central Nuclear de Embalse, el doctrinario revela que tanto las descargas radiactivas al ambiente como la exposición al público fueron también del mismo porcentaje; a diferencia de las descargas líquidas, que fueron el principal contribuyente.

Por su parte, la Comisión Nacional de Energía Atómica, con el fin de defender el uso de la Energía nuclear, manifiesta que esta energía no emite virtualmente Dióxido de Carbono, y que de reemplazarse la electricidad producida actualmente por todas las Centrales Nucleares del mundo por plantas alimentadas a carbón, se agregarían a la atmósfera 2.600.000.000 de toneladas de CO₂ por año- mientras que si se actuara a la inversa se evitaría gran cantidad de contaminación.

Asimismo, destaca que algunas organizaciones ambientalistas, insisten invariablemente en el uso de las llamadas fuentes de energía renovables (energía Solar, Eólica, Biomasa, Hidráulica y Geotérmica); sin

⁹² Esteves Belén, op.cit., p. 18

⁹³ B Bellorio Clabot, Dino: “*Tratado de Derecho Ambiental*”, T. II, op.cit., p. 344.

embargo, esta entidad, argumenta que las energías renovables, en la actualidad, proveen únicamente el 2% del consumo de energía para uso comercial en el mundo.⁹⁴ La razón de su poca utilización, estriba en que algunas de estas fuentes (concretamente la Solar y la Eólica) son intermitentes, y por consiguiente, hasta tanto no se desarrollen formas efectivas y económicas de almacenamiento, no podrán proveer la electricidad masiva. Otra desventaja inherente a este tipo de energías es su dispersión (si se desean cantidades significativas de estas energías, habrá que recogerlas en grandes extensiones de la tierra), lo que aumenta considerablemente su costo.

La CNEA cita algunos ejemplos que demuestran la poca efectividad que tuvo hasta el presente el uso de la energía solar y eólica- en el mundo:

- En Italia, después del accidente de Chernóbil se cerraron tres plantas nucleares y se detuvo la construcción de otras dos. En reemplazo de esta energía se utilizó el gas del norte de África e importaron el 20 % de su electricidad desde Francia donde el 75 % de su generación es de origen nuclear.
- En Dinamarca, catalogada como líder en energía eólica, con 3800 turbinas de viento instaladas, sólo el 3% de su energía eléctrica tiene este origen. En cuanto a la generación producida por las plantas alimentadas a carbón, esta ha crecido en 15 años el 100%.
- En Austria, en 1978, se decidió no poner en operación una planta nuclear recién construida, y en su lugar se construyeron 2 usinas alimentadas a carbón que consumen un equivalente a 5 trenes cargados de carbón por día, con la consiguiente emisión de Dióxido de Carbono (principal contribuyente al efecto invernadero).
- En Estados Unidos, donde en la actualidad existen 15000 turbinas eólicas, que generan 1750 Mw, calcularon que para producir la energía equivalente al de una planta térmica actual de 1000 Mw necesitarían de 13000 turbinas, ocupando una superficie de 100 KM², estas cifras los hicieron desistir de una producción en gran escala basada en esta fuente energética.

Otra desventaja que presenta la energía solar es la contaminación que se produce en la fabricación y eliminación de celdas solares, donde se utilizan productos químicos altamente contaminantes.

En el caso de la energía eólica, algunos de los perjuicios que produce y merecen ser mencionado son, la contaminación sonora y la muerte de los pájaros (éstos suelen chocar contra las turbinas).

Con respecto al uso de la biomasa, en los países industrializados aún no se ha establecido su viabilidad económica, y ningún país del mundo la usa en gran escala. En muchos países en desarrollo se la utiliza en forma no comercial pero a costa de serios problemas derivados de la deforestación y desertificación de grandes zonas geográficas con los consiguientes desequilibrios ecológicos, por lo que no se la considera un posible sustituto masivo de los combustibles fósiles.

Por su parte, el Foro de la Industria Nuclear Española⁹⁵, menciona algunos de los inconvenientes que presenta la energía hidráulica:

- La dificultad de hacer predicciones fiables sobre los caudales de los ríos, puesto a que éstos están sometidos a la variabilidad de los ciclos meteorológicos- con períodos secos y húmedos y de imposible control.
- Los emplazamientos hidráulicos suelen estar lejos de las grandes poblaciones, por lo que es necesario transportar la energía eléctrica producida, a través de costosas redes de transmisión.
- El efecto negativo que puede tener la creación de un embalse sobre el entorno, con problemas de alteración de cauces, erosión, incidencias sobre poblaciones, pérdida de suelos fértiles, entre otros.
- Las grandes inversiones necesarias en este tipo de centrales.
- La difícil localización de emplazamientos.⁹⁶

⁹⁴ Si bien esta proporción se podría incrementar en el futuro, el Consejo Mundial de Energía, estima muy difícil poder llegar siquiera a un 5 % para el año 2020.

⁹⁵ Se trata de una asociación de carácter civil creada en 1962, cuyo fin es agrupar a las empresas españolas relacionadas con los usos pacíficos de la energía nuclear, velando por la integración y coordinación de sus intereses dentro de los más altos niveles de seguridad y fiabilidad en el funcionamiento de las centrales nucleares.

⁹⁶ Foro de la Industria Nuclear Española: "Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 1- Energía y Fuentes de Energía" Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo1>

Es importante destacar que la energía hidráulica es la fuente de energía más utilizada dentro de las fuentes de energía renovables para la producción de energía eléctrica.

Por último, la CNEA explica que no existe, en el presente ni a mediano plazo, una fuente de energía capaz de competir económicamente con las provenientes de los combustibles fósiles, que no sea la nuclear o hidroeléctrica. Esta entidad afirma que, si bien no se puede asegurar que la energía nuclear por sí sola resolverá el problema del efecto invernadero, sin una participación creciente de ella, el problema no tiene solución efectiva en el próximo siglo.⁹⁷

6.6. Elevados costos

Si bien un sector de la doctrina afirma que la energía nuclear posee elevadísimos costos económicos, es importante destacar que esto es muy discutido.

Para poder afirmarlo se debe hacer un peculiar análisis sobre los costos de cada proceso que conlleva a la obtención de esta energía, analizar su utilidad y luego comparar todo esto con otras fuentes de energía. Concretamente, es de suma importancia analizar: costo de construcción de una central nuclear, dinero empleado en la financiación, tiempo que lleva construir una central, tiempo de vida útil de aquella, costo del combustible nuclear, costo de desmantelamiento, costo económico de la gestión de los residuos radiactivos, horas anuales de utilización (utilidad una vez que entra en operación), entre otros aspectos.

6.6.1. Algunas opiniones de quienes rechazan la energía nuclear

Greenpeace afirma que la energía nuclear requiere gran inversión de capital, y plazos de construcción muy prolongados; explica, asimismo, que como consecuencia de esto, las entidades financieras y los bancos, muestran una actitud muy dubitativa respecto a esta energía; tal es así, que a modo de ejemplo, el Banco Mundial, no financia centrales nucleares, como tampoco lo hace el Banco Asiático de Desarrollo.

Este organismo señala que la Agencia Internacional de Energía Atómica (International Atomic Energy Agency – IAEA) ha reconocido que financiar la energía nuclear en los países en vías de desarrollo es problemático: *“La experiencia de varios países señala que la construcción de plantas nucleares puede verse sujeta a diversas incertidumbres que podrían prolongar los plazos de construcción y, en consecuencia, ocasionar grandes sobrecostos y restricciones financieras más estrictas y a más largo plazo.”*⁹⁸

Por su parte, Leonardo Maugeri, quien fue vicepresidente de Estrategias Corporativas de ENI⁹⁹, escribió en Newsweek: *“Muchos industriales del sector energético creen que la energía nuclear es la respuesta, pero se basan en un análisis engañoso de su competitividad en función de los costos. Incluso si se pasan por alto las inquietudes políticas respecto a los residuos nucleares, los productores se equivocan a menudo al calcular el precio real de la electricidad producida de origen nuclear. Cuesta aproximadamente lo mismo cerrar una central nuclear y construir una nueva, razón por la que, en la actualidad, las empresas de este sector ejercen presiones en todo el mundo para demorar los cierres de unidades previstos”.*

Otra opinión que merece ser destacada es la del empresario francés-británico multimillonario y político James Goldsmith- autor de la publicación *“La Trampa”*- quien afirmó que la energía nuclear es antieconómica y extremadamente peligrosa. En su publicación- *“La Trampa”* relata la experiencia británica: En 1988 el gobierno de la 1er. Ministra Margaret Thatcher decidió privatizar la industria que generaba la electricidad, incluyendo la industria nuclear. Es un requerimiento legal que, antes de privatizar una industria, se publique un informe completo con la descripción de la industria a privatizarse, sus resultados y su potencial

⁹⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: *“Temas Nucleares”*. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/alternativas_energeticas.php

⁹⁸ Greenpeace: *“Energía que Destruye. A 20 Años de Chernobyl: Los Mitos de la Energía Nuclear”* (2008), p.11- 12. Consultado en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/8/los-mitos-de-la-energia-a-nuclea.pdf>

⁹⁹ ENI es una de las más importantes compañías energéticas del mundo. Se trata de una empresa multinacional Italiana dedicada al petróleo y gas natural. Fue creada por el gobierno de Italia en 1953, como empresa pública del Estado, y luego en 1992 fue privatizada y convertida en Sociedad Anónima. Actualmente está presente en más de 77 países. En cuanto a Leonardo Maugery, este fue el director más joven que tuvo ENI (2000-2010).

comercial; este informe o prospecto debe ser preparado por banqueros, inversores independientes y contadores independientes. Fue así como diferentes hechos empezaron a aparecer:

- El 6 de julio de 1988, el Comité Especial de Energía de la Cámara de los Comunes- presentó su informe, en el que establecía: *“Estamos preocupados por los costos de la energía nuclear...”*;
- En diciembre de 1988, el gobierno publicó su Ley de Electricidad, que incluía una sugerencia: *“El Estado otorgará un subsidio a la industria nuclear para hacerla aparecer rentable”*.
- En julio de 1989, el entonces Secretario de Estado para la Energía anunció a la Cámara de los Comunes: *“Como resultado de nuestra preparación para la privatización, se hizo evidente que el costo del reprocesamiento y tratamiento de los desechos agotados del combustible nuclear Magnox será mucho más alto de cuanto ha sido cargado en los precios de la electricidad y previsto en la contabilidad de la Junta General de Generación Eléctrica y de la Junta de Electricidad del Sur de Escocia... Se ha decidido que los bienes y responsabilidades relativos a las estaciones Magnox... deberán permanecer bajo control del gobierno. El reactor avanzado enfriado a gas... será (sin embargo) privatizado”*.

Como resultado de lo señalado, el 9 de noviembre de 1989, el Ministro de Energía anunció a la Cámara de los Comunes que sería retirado todo el proyecto de privatización de la industria nuclear. El mismo día, el Ministro de Asuntos Escoceses explicó a la Cámara que ni los expertos del gobierno ni sus asesores financieros eran capaces de calcular el costo del desmantelamiento de una planta nuclear.¹⁰⁰

Asimismo, James Goldsmith menciona en su publicación, que el 31 de octubre de 1988, el boletín de negocios “Power in Europe”, del Financial Times, publicó un documento filtrado del Gabinete que confirmaba que el costo de la energía era aproximadamente el doble que el de la energía producida por los medios convencionales.

Como consecuencia de todo lo expuesto, el empresario y político concluye que la energía nuclear no tiene futuro, salvo en aquellos lugares donde la producción energética es centralmente planificada, donde las opciones económicas competitivas son suprimidas y donde no es posible un debate democrático abierto e informado; dondequiera que la energía nuclear fue sometida a la prueba del mercado libre, no ha podido sobrevivir. Las condiciones para su supervivencia son el subsidio del Estado y la ausencia de debate libre.¹⁰¹

6.6.2. Análisis sobre algunos costos en particular

El Foro de la Industria Nuclear Española, explica que la inversión realizada en una central se amortiza a lo largo de su vida operativa.¹⁰²

6.6.2.1. Costo de Construcción de una central nuclear

El presidente de la Sala B del Tribunal de Tasaciones de la Nación (TTN), realizó en el año 2004 una tasación sobre las centrales nucleares argentinas.¹⁰³

¹⁰⁰ En aquel entonces se calculaba que el costo total del cierre de las instalaciones nucleares existentes en Gran Bretaña alcanzaría a 22 o 23 mil millones de libras.

¹⁰¹ Goldsmith James: *“The Trap”*. Copyright 1995. Traducción por Magariños de Melo, Mateo J.: *“La Trampa”*, 1ª ed., Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 1995, p. 158 a 171.

¹⁰² Foro de la Industria Nuclear Española: *“Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 14- Aspectos Económicos de la Generación Eléctrica”*. Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-14>

¹⁰³ Tribunal de Tasaciones de la Nación: *“Tasación de la Central Nuclear Atucha I”* (2005). Consultado en: <http://www.ttn.gov.ar/institucional/descargas/NotaAtucha%20I.pdf>

Valores en U\$S	C.N. Embalse		C.N. Atucha I		C.N. Atucha II	
	Valor	U\$S/ Kw	Valor	U\$S/ Kw	Valor	U\$S/ Kw
Potencia Eléctrica Mw	600		357		743	
Valor Nuevo (al año 2004)	1.593.538.000	2.656	1.158.000.000	3.244	El TT N no publicó cifras.	
Valor por el TT N (al año 2004)	973.255.000	1.622	433.172.000	1.213	2.419.729.000	3.257
Valor Privatización	455.000.000	758	41.984.000	118	El TT N no publicó cifras.	

A continuación se expondrá un cuadro comparativo con otras fuentes de energía que también producen electricidad:

	GAS	CARBÓN	NUCLEAR		
Vida (años)	25	40	40		
Factor de Capacidad (%)	80	80	90		
Usos Propios (%)	3.1	7.3	3.1		
Salida Neta de Potencia (MWe)	560	700	1350		
Eficiencia Térmica (%)	52	37.24	34		
Tiempo de Construcción (años)	2	4	5		
Costo de Construcción (U\$S/ KWe)	450	1000	1200	1400	1600
Costo de Combustible	4.44*	1.78*	6.80+		
U\$S/ mm BTU	5.20				
+U\$S/MWh	7.00*				
Costo de O&M (U\$S/MWh)	2.77	4.75	7.83		

Este cuadro fue tomado de un estudio que realizó el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, el cual fue presentado en el Simposio Las-Ans, que se llevó a cabo en la República Argentina, en junio del 2006.¹⁰⁴

Los materiales, equipos, máquinas, entre otros,- que utiliza una central nuclear, deben ser rigurosamente certificados por normas internacionales de calidad nuclear, lo que genera que se eleven los costos de los productos por las horas hombre que insume cada proceso de certificación de las distintas etapas de fabricación de los componentes de la central.

¹⁰⁴ Alonso Gustavo, Ramírez Ramón, Palacios Javier C.: "Análisis de Costos Nivelados de la Generación de Electricidad. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares". Preparado para LAS-ANS, 2006. Consultado en: <http://www.las-ans.org.br/apresentacao2006/2%20Palacios.pdf>

Quienes defienden la energía nuclear, señalan que si bien las centrales nucleares poseen un valor muy alto de inversión, son muy rentables en virtud de que generan energía de forma continua (sus tiempos de funcionamiento superan el 90% de las horas del año).¹⁰⁵

Por su parte la Asociación Mundial de Energía Nuclear (World Nuclear Association) reconoce los elevados costos que posee la construcción de una central nuclear, aunque admite que su operación luego es muy económica y rentable. Afirma, asimismo, que en muchos países resulta ser una alternativa para competir con las plantas que utilizan los combustibles fósiles.

6.6.2.2. Costo del combustible nuclear

La autora Belén Esteves, considera que los minerales nucleares utilizados para generar energía nuclear tienen la característica de ser un recurso no renovable, en virtud de que estima que dentro de poco tiempo, el uranio existente será muy difícil y caro de extraer o incluso inservible para la generación de energía.¹⁰⁶

Muchos autores y entidades consideran lo contrario; a modo de ejemplo, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), menciona entre las principales ventajas de la opción nuclear la abundancia y bajo costo del combustible nuclear (Uranio).¹⁰⁷

Por su parte, la Asociación Mundial Nuclear (World Nuclear Association) afirma, que la energía nuclear tiene precios competitivos si se la compara con otras fuentes de energía, excepto en aquellas regiones donde hay un acceso directo a los combustibles fósiles de bajo costo.¹⁰⁸

Es importante destacar que la obtención del uranio, como tal, no tiene significativos costos; lo que encarece el precio del combustible nuclear es el procesamiento, enriquecimiento y convertimiento de aquel.¹⁰⁹

El Foro de la Industria Nuclear Española, explica que una central de 1.000 Mw consume al año menos de 100 toneladas de uranio almacenables en un recinto de mínimas dimensiones. Señala, además, que el precio del combustible sólo pesa un 20% sobre el coste final de producción.¹¹⁰

6.6.2.3. Costo de almacenamiento de los residuos nucleares

A continuación se exhiben los fondos utilizados por la Comisión Nacional de Energía Atómica para la gestión de los residuos radiactivos y combustibles gastados -correspondiente al ejercicio del año 2011- de acuerdo a las distintas fuentes de financiación:

- Fondos CNEA, Tesoro Nacional: \$ 6.008.015
- Fondos CNEA, Recursos Propios: \$ 24.714
- Fondos CNEA, Tesoro Nacional PRAMU: \$ 3.850.117
- Fondos Banco Mundial. PRAMU PPF: \$ 915.827
- Fondos por prestación de Servicios a Terceros: \$ 340.564
- TOTAL EROGACIONES: \$ 11.139.237

Cabe aclarar que los recursos económicos descritos no incluyen el gasto en personal.

¹⁰⁵ Foro de la Industria Nuclear Española: "Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 14- Aspectos Económicos de la Generación Eléctrica". Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo-14>

¹⁰⁶ Esteves Belén, op.cit., p. 18.

¹⁰⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica: "Temas Nucleares". Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/alternativas_energeticas.php

¹⁰⁸ Los precios de los combustibles varían considerablemente dependiendo de la ubicación. A modo de ejemplo, el carbón es económicamente más atractivo en países como China, los Estados Unidos y Australia, que tienen abundantes y accesibles fuentes de carbón doméstico.

¹⁰⁹ Por lo menos la tercera parte de los costos se deben al enriquecimiento y fabricación.

¹¹⁰ Foro de la Industria Nuclear Española: "Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 14- Aspectos Económicos de la Generación Eléctrica." Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo-14>

Personal vinculado a tareas relacionadas con el PNGRR y el PRAMU:

	Dedicación Completa	Dedicación Parcial
Profesionales	55	19
Técnicos y Auxiliares	62	7
Becarios	12	15

Residuos radiactivos y combustibles gastados durante el año 2011:

	Atucha I	Embalse
Residuos sólidos de <i>nivel bajo</i> procesados	34,4 m ³	47,2 m ³
Residuos sólidos de <i>nivel bajo</i> sin procesar	Filtros: 0,21 m ³	Resinas: 0,92 m ³
		Filtros 0,28 m ³
		Resinas 7,835 m ³
Residuos líquidos de <i>nivel bajo</i>	0,0 m ³	
Residuos estructurales de <i>nivel bajo</i>		2,34 m ³
Combustibles gastados	214 unidades de uranio levemente enriquecido inicial)	(33,50 t 3896 unidades (73,71 t de uranio inicial)

*Al momento en que se realizó el estudio- aún no había residuos nucleares procedentes de Atucha II.

*Residuos radiactivos, combustibles gastados y fuentes decaídas ingresados al Área de Gestión de Ezeiza:*¹¹¹

Residuos sólidos	18,08 m ³
Residuos sólidos con Uranio	29,89 m ³
Residuos líquidos	3,58 m ³
Fuentes decaídas de uso médico	963 unidades
Fuentes decaídas de uso industrial	1114 unidades
Combustibles gastados del RA-3	10 unidades

6.6.2.4. Costo de desmantelamiento de una central nuclear

El autor Héctor Lujan Lacomini, menciona entre las dificultades que conlleva el desmantelamiento de una central nuclear, su elevado costo económico; cita, a modo de ejemplo el reactor experimental construido en Santa Susana, al noroeste de Los Ángeles, el cual exigió más de un año de tareas de desmantelamiento y un presupuesto de ocho millones de dólares.¹¹²

¹¹¹ Comisión Nacional de Energía Atómica: "Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR). Gestión de los Residuos Radiactivos y de los Combustibles Gastados en la República Argentina. Informa al Honorable Congreso de la Nación correspondiente al Ejercicio 2011 Según los Prescripto por la Ley N° 25.018." Marzo 2012. Consultado en: <http://www.cnea.gov.ar/sites/default/files/PNGRR-Informe-HCN-2011.pdf>

¹¹² Lacomini Héctor L., op.cit., p. 29 a 37

En el año 1987 la British Nuclear Fuels estimó el costo de interrumpir el funcionamiento de sus plantas contaminadas en 438 millones de libras; en el año 1988 esta cifra se elevó a 4,66 mil millones de libras.

En éste mismo año la Junta Central de Generación Eléctrica inglesa estimó, para una operadora nuclear privada el costo de tratar los desechos de combustible agotado, más el de la cesación de sus operaciones y responsabilidades en 2,63 mil millones de libras, y en 1989 ésta cifra subió a 7,63 mil millones.

Como consecuencia de estos elevados costos, el empresario y político, James Goldsmith afirma en su publicación- *“La Trampa”* que las cifras mencionadas serán una carga financiera que las futuras generaciones estarán obligadas a llevar sobre sus hombros- como resultado de la miopía y tortuosidad de los nucleócratas.¹¹³

El Foro de la Industria Nuclear Española, señala que el costo de desmantelamiento de una central nuclear está contemplado en su inversión: *“Se crea un fondo para financiar el desmantelamiento de la central cuando haya terminado su vida, el cual se estima como un porcentaje fijo de la inversión.”*¹¹⁴

La Asociación Mundial de Energía Nuclear (World Nuclear Association) señala, que los costos de desmantelamiento de una central nuclear están incluidos dentro de la “rentabilidad” obtenida tras entrar en operación.¹¹⁵

6.6.3. El caso de Francia

James Goldsmith explica que el común de la gente suele considerar que Francia ha tenido éxito en construir una efectiva industria nuclear, considerándola económica y segura. Sin embargo, el autor explica que esto no es así: *“Las plantas nucleares en Francia generan el 73% de la electricidad a un precio que, por lo general, se cree que es competitivo. Pero es fundamental entender la diferencia entre precio y costo; el precio es la cifra en la que la industria vende la electricidad a los consumidores, el costo, por su parte, es el monto real que la industria desembolsa para producir esa electricidad. El precio puede ser menor que el costo debido a los enormes subsidios, tanto directos como indirectos, que aporta el Estado, así como otros subsidios que otras actividades de Electricidad de Francia (empresa pública que produce esa energía) transfiere a la industria nuclear. Asimismo, el costo debería incluir los montos necesarios para desmontar las plantas nucleares y para almacenar los desechos radiactivo; sin embargo, esto es prácticamente imposible de calcular, pues no sabemos en realidad cómo desmantelar estas plantas obsoletas, o siquiera cómo almacenar esos desechos a largo plazo. Incluso la empresa Electricidad de Francia admite implícitamente todo esto ya que en su respuesta a la oficina auditora del gobierno, manifestó que el costo futuro de desmontar las plantas sigue estimándose en base a antiguos cálculos, a falta de cifras más confiables.”*¹¹⁶

Por su parte, La Federación Alemana de Compañías Generadoras de Electricidad publicó los precios que se cobraron por la electricidad en toda Europa durante el año 1992. De dicho estudio se extrajo que los precios franceses fueron más altos que los de Dinamarca, Irlanda, Luxemburgo, Alemania, Grecia, Gran Bretaña y Países Bajos; de estos países, Dinamarca, Irlanda, Luxemburgo y Grecia no utilizaban la energía nuclear; los países bajos generaban solamente el 2% de su electricidad utilizando esa fuente, y aún los usuarios mayores Alemania y Gran Bretaña (con un 34% y un 27,2% respectivamente) aparecen a menos de la mitad del 78% de Francia.¹¹⁷

6.7. Desmantelamiento de una central nuclear

Toda central nuclear posee un tiempo de vida útil, y una vez concluido dicho tiempo debe ser desmantelada.

¹¹³ Goldsmith James, op.cit., p. 158 a 159.

¹¹⁴ Foro de la Industria Nuclear Española: *“Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 14- Aspectos Económicos de la Generación Eléctrica.”* Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo-14>

¹¹⁵ World Nuclear Association: *“The Economics of Nuclear Power”* (06-2014). Consultado en: <http://www.world-nuclear.org/info/Economic-Aspects/Economics-of-Nuclear-Power/>

¹¹⁶ Goldsmith James, op.cit., p. 171.

¹¹⁷ Goldsmith James, op.cit., p. 172.

Muchas veces, las centrales nucleares son desmanteladas sin haber concluido su período de vida útil; es decir, en muchas ocasiones otros son los factores por los que se decide poner fuera de servicio a un reactor (por razones de seguridad, aspectos regulatorios, cambios de política gubernamental, influencia del factor económico, entre otros).

Dos son los problemas que principalmente posee el desmantelamiento de una central nuclear: por un lado el costo económico (ya explicado en el punto 6.5.3.) y por otro lado el tratamiento a seguir con los materiales estructurales y componentes que se encuentran activos desde el punto de vista radiológico (de esto nos ocuparemos a continuación).

El autor Héctor Luján Lacomini, explica en su obra- “Derecho de la Energía Nuclear”, que el hecho de desmantelar una central nuclear y enterrar todos los elementos conlleva dificultades técnicas; algunas de las dificultades que el autor cita son: conseguir operarios que tengan conocimiento para manejar sopletes a control remoto en circuitos cerrados de televisión, el desarme del reactor (debe ser desarmado “pieza por pieza”), entre otras.¹¹⁸

No obstante, la Comisión Nacional de Energía Atómica asegura que hacia fines del año 2001 más de 90 reactores nucleares, alrededor de 100 yacimientos de uranio y 250 reactores de investigación distribuidos en todo el mundo han finalizado su vida útil u operación y se encuentran en proceso de desmantelamiento o lo han finalizado en forma satisfactoria.¹¹⁹

6.7.1. “Decommissioning”

El término “decommissioning” (en inglés), se refiere a la totalidad de acciones que deben realizarse al finalizar la vida útil de una instalación nuclear, a los efectos de asegurar una adecuada protección física y radiológica de los trabajadores, del público en general y del medio ambiente. El término incluye dos conceptos: descontaminación y desmantelamiento.

- Descontaminación: Es la fase de limpieza que comprende la eliminación del material radiactivo.
- Desmantelamiento: Es la fase donde se almacena temporariamente y/o definitivamente a los componentes y estructuras consideradas radiactivas.

Se utilizará de aquí en más el término desmantelamiento como sinónimo de decommissioning.

Todas las aplicaciones nucleares cuando son sacadas de servicio deben ser desmanteladas (a modo de ejemplo, un yacimiento o una planta de tratamiento de uranio también deben ser desmantelados).

A diferencia de los residuos generados durante la operación de una instalación, los residuos generados durante el desmantelamiento resultan ser extremadamente heterogéneos.

6.7.2. Aspectos sobre el cese de operación

El autor Raúl Añasco señala que es de gran importancia, previo a proceder con el desmantelamiento de una central nuclear, realizar un estudio y relevamiento sobre la historia operacional de la instalación, incluyendo los siguientes aspectos:

- Cambios en la geometría del núcleo,
- Accidentes,
- Modificaciones de diseño,
- Registro de mantenimiento y operación de sistemas y equipos,
- Registros de desarrollos y técnicas utilizadas durante las paradas,

¹¹⁸ Lacomini Héctor L., op.cit., p. 29 a 37

¹¹⁹ Añasco Raúl: “Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares: una actividad en crecimiento a nivel mundial”. Comisión Nacional de Energía Atómica (julio/Diciembre 2002). Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/revista_cnea/7/desmantelamiento.pdf

- Dosis ocupacionales,
- Experiencia del personal,
- Evaluación de los residuos generados,
- Recursos tecnológicos,
- Factores radiológicos,
- Residuos radiactivos,
- Evaluación de costos,
- La financiación,
- Entre otros.

El conocimiento de estos factores previo al cierre, permite elaborar y plantear diversas alternativas para un futuro plan de desmantelamiento, evaluando los costos y los aspectos jurídicos, políticos, ambientales y regulatorios asociados al mismo.

Raúl Añasco, también añade, que lo más importante a la hora de evaluar un plan de desmantelamiento es analizar el peso, volumen, clasificación y actividad de los residuos radiactivos que serán generados durante las actividades de desmantelamiento.

El escritor también asegura que más del 95% de los materiales generados durante las actividades de desmantelamiento de una central nuclear pueden reciclarse dentro o fuera del emplazamiento de la instalación.

6.7.3. Estrategias de desmantelamiento

Existen diversos criterios para abordar un plan de desmantelamiento de una instalación. Cada instalación y país en particular es un caso distinto y por tanto requiere un tratamiento acorde con las disposiciones y reglamentaciones locales.

6.7.3.1. Estrategia que recomienda el OIEA

Vale aclarar que para el OIEA, el retiro de los elementos combustibles de la instalación, no se considera como parte de las tareas de desmantelamiento.

El OIEA ha definido tres niveles o estados para el desmantelamiento de una instalación nuclear, cada uno de los cuales es a su vez caracterizado por el grado de complejidad de las operaciones de desmantelamiento, las que no necesariamente tienen que realizarse en forma secuencial ni estar sujetas a restricciones en el tiempo de realización, ya que pueden ejecutarse en plazos superiores a los 100 años. Estos niveles son los siguientes:

- a) Nivel 1 - Aislamiento y Vigilancia: En este nivel se extrae de la instalación el material fisil y los fluidos de los procesos. Se debe mantener el sistema de ventilación y los límites o barreras físicas de los sectores contaminados como si la instalación se encontrara en operación, aunque dejando los sistemas mecánicos sellados y cerrados. El edificio de contención o edificio del reactor se mantiene cerrado, realizándose controles de las condiciones ambientales interiores, y tanto el acceso al mismo como las instalaciones exteriores están sujetos a los procedimientos normales de monitoreo y vigilancia.
- b) Nivel 2 - Habilitación del Lugar con Restricciones: En este nivel se efectúa el desmantelamiento de casi todas las estructuras y componentes externos al reactor. Una vez descontaminado a niveles de actividad aceptable, el edificio de contención y los sistemas de ventilación pueden ser desmantelados o modificados, permitiéndose el acceso y/o utilización de las instalaciones interiores.
- c) Nivel 3 - Habilitación Total de Emplazamiento sin Restricciones: En este nivel todos los materiales, equipamiento y componentes con niveles significativos de actividad son removidos de la instalación, de forma tal que el predio y los edificios sean habilitados para ser usados. Desde el punto de vista de la protección radiológica, no es necesario mantener programas de inspección y vigilancia.

6.7.3.2. Procedimiento en la Argentina para desmantelar una central nuclear

En nuestro país, la Ley Nacional de la Actividad Nuclear (Ley N° 24.804) establece que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es responsable de determinar la forma del retiro de servicio de las instalaciones nucleares instaladas en el territorio nacional. Asimismo, su Decreto Reglamentario, el N° 1390/98, establece que: "La CNEA es responsable del desmantelamiento y clausura de las centrales nucleares. Debe estar en condiciones de obtener de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) la Licencia de Retiro de Servicio de cada central 150 días antes de su fecha de salida definitiva de servicio".

Procedimiento:

- El operador de las centrales debe notificar con 360 días de antelación el retiro de servicio, salvo que sea debido a imprevistos o a decisión de la ARN.
- El operador deberá retirar el combustible del núcleo y almacenar los materiales radiactivos. También deberá operar los sistemas mecánicos a fin de dejar al reactor en posición segura.
- Se debe crear un fondo de retiro de servicio para cada central, con montos anuales y totales. Este fondo es revisado cada 3 años.

6.7.3.2.1. Subprograma Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares dependiente de la Gerencia de Tecnología y Medio Ambiente

En mayo del año 2000 fue creado el Subprograma Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares dependiente de la Gerencia de Tecnología y Medio Ambiente.

El objetivo primario del Subprograma fue evaluar y programar la mejor alternativa para el desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares relevantes del país, en un tiempo razonable, tomando en cuenta la cantidad y calidad de los residuos radiactivos generados. Esa información resulta fundamental para evaluar y estimar los costos que resultan para cada alternativa.

Tareas que realiza el subprograma:

- Coordina la capacitación de personal y organiza la capacidad técnica existente en la CNEA y en sector nuclear nacional.
- Coordina un programa de investigación y desarrollo en tecnologías de desmantelamiento.
- Establece una relación estrecha con los operadores de instalaciones nucleares.
- Participa junto al personal de las centrales en las operaciones de cambio y tratamiento de componentes en temas del reactor durante las paradas programadas.
- Realiza en conjunto con los equipos de trabajo de cada instalación la elaboración de un documento que permite efectuar las recomendaciones de los pasos a seguir cuando la misma quede fuera de servicio.

La capacitación del personal y la visita de expertos se realizan mediante los convenios de cooperación vigentes con el Departamento de Energía de los Estados Unidos, con ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos de España), y con el Gesellschaft Fur Kernforschung m.b.h. Karlsruhe de Alemania, y mediante un proyecto de cooperación con el Organismo Internacional de Energía Atómica.¹²⁰

¹²⁰ Añasco Raúl, op.cit. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/revista_cnea/7/desmantelamiento.pdf

7. MARCO JURÍDICO

7.1. Leyes internas

7.1.1. Constitución Nacional

7.1.1.1. Artículo 41 de la Constitución Nacional

La nueva Constitución Nacional de la República Argentina incorporó en 1994, en su art. 41, lo que se denomina cláusula ambiental, que acogió el concepto de desarrollo sustentable y los principios del moderno Derecho Ambiental.

Art. 41 de la C.N.:

“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.

Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de los residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos”.

Bidart Campos sostiene que se trata de una nueva norma, que da acogimiento a una materia susceptible de ubicarse por igual en dos ámbitos: en el de los derechos de tercera generación, y en el de los llamados intereses difusos o intereses colectivos, o intereses de pertenencia difusa.

Por otra parte, es importante señalar que la necesaria unidad y coherencia del sistema legislativo ambiental ha de logarse sobre la base de tres principios básicos:

- a) **Preservación**: Antiguamente, nuestra legislación atendía prioritariamente a las consecuencias de la contaminación y al deterioro ambiental. En la actualidad, se trata de actuar sobre las causas del deterioro, previendo los efectos de las obras y de las actividades humanas.
- b) **Participación**: La calidad de vida es producto de la evaluación subjetiva e intersubjetiva de la salud del ser humano y de su plenitud, cuyo concepto está integrado por consideraciones históricas, culturales y sociales propias de cada pueblo o grupo humano. Por ello, su protección y mejoramiento requieren la consulta permanente a la población, a fin de conocer sus aspiraciones y experiencias.
- c) **Cooperación técnica y política**: La cooperación técnica es consustancial a la problemática ambiental.

7.1.1.1.1. Análisis del artículo 41 de la Constitución Nacional

El primer párrafo del citado art. 41 de la C.N. expresa en forma lata- el derecho humano al medio ambiente; como consecuencia de esto, se ha reglamentado mediante normas nacionales los presupuestos mínimos de la protección ambiental, mientras que las provincias han emitido los instrumentos legales necesarios para complementar aquéllas a nivel local.

Es de menester señalar que este primer párrafo, además de reconocer un derecho, crea un deber: el deber de todos los habitantes de preservar el medio ambiente; e impone la obligación de recomponerlo cuando lo dañasen. El Estado, a su vez, debe asegurar la reparación de éstos daños.

Con relación al derecho de todo habitante a un medio ambiente sano, la legitimización para reclamar se amplía- no sólo al afectado, sino que también al defensor del pueblo y a las asociaciones ambientalistas registradas conforme a la ley, quienes se hallan habilitados para deducir la acción expedita y rápida de amparo contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, los derechos que protegen el ambiente (primer y segundo párrafo del citado artículo de la C. N.).

El art. 41 de la C.N. impone al Estado, al menos siete mandatos:

- a) Proteger el derecho de los habitantes a un medio ambiente sano y equilibrado, apto para el desarrollo humano, de modo que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras (este precepto expresa el compromiso del Estado hacia el desarrollo sostenible, como también fue definido en la Cumbre sobre la Tierra de Rio de Janeiro).
- b) Asegurar la utilización racional de los recursos naturales.
- c) Preservar el patrimonio natural y cultural de la Nación y de la diversidad biológica.
- d) Proveer educación e información sobre temas referidos al medio ambiente de todos los habitantes.
- e) El gobierno federal debe establecer los estándares legales mínimos de protección del medio ambiente, sin alterar las jurisdicciones locales.
- f) Las provincias deben establecer estándares legales complementarios de las normas nacionales.
- g) El Estado debe prohibir el ingreso al país de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.

7.1.1.2. Artículo 124 “In Fine” de la Constitución Nacional

“Corresponde a las provincias el dominio de los recursos naturales existentes en su territorio.” Esta norma debe ser respetada por el Congreso Nacional, ya que establece un sistema comprensivo para preservar el derecho constitucional de los habitantes a un medio ambiente saludable.

7.1.1.3. Artículo 75, inciso 19, segundo párrafo de la Constitución Nacional

“Corresponde al Congreso Nacional proveer al crecimiento armónico de la Nación y al poblamiento de su territorio; promover políticas diferenciadas que tiendan a equilibrar el desigual desarrollo relativo de provincias y regiones.”

Esta prescripción determina la competencia del Congreso de la Nación para proveer un sistema competente de planificación territorial.¹²¹

7.1.2. Régimen jurídico respecto de la Comisión Nacional de Energía Atómica

El 31 de mayo de 1950 mediante el Decreto 10.936 fue creada la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y reorganizada por el Decreto- Ley 22.498/ 56 ratificado por la ley 14.467.

La CNEA era considerada como la autoridad nacional competente en materia nuclear.

Entre sus objetivos se establecieron los siguientes:

- Fiscalizar las aplicaciones científicas e industriales de las transmutaciones y reacciones nucleares en cuanto sea necesario por razones de utilidad pública o para prevenir los perjuicios que pudieran causar.
- Proteger a los individuos y al ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.
- Regular todo lo relativo a la seguridad de las instalaciones nucleares.
- Controlar el uso final del material nuclear.
- Dictar los reglamentos necesarios para el contralor permanente de las actividades relacionadas con las sustancias radiactivas.
- Proveer lo necesario para controlar en todo el país la producción, existencia, comercialización y uso de materiales esenciales vinculados con la utilización de energía atómica.

Las actividades de control dentro del ámbito de la CNEA se iniciaron formalmente en el país en el año 1958 a partir del Decreto 842/ 58 que aprueba y pone en vigencia el Reglamento para el Uso de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes.

¹²¹ Menéndez, Augusto J, op.cit., p. 40 a 66.

En el año 1966 se pone en vigencia las normas básicas de seguridad radiológica y nuclear, cuyo objeto consiste en el mantenimiento de la seguridad y la protección de la salud del personal de la CNEA y del público que pudiera resultar afectado por las tareas que en ella se realicen. Allí se incluyen las tareas a las cuales se aplicarán dichas normas y se asigna la función de supervisión de la protección radiológica y nuclear a la Gerencia de Seguridad e Inspección.

Asimismo, se le asignan otras funciones a la Gerencia de Seguridad e Inspección, tales como:

- Dictar de normas, reglamentos y códigos de práctica referentes a la protección radiológica y nuclear;
- Controlar las instalaciones y operaciones desde el punto de vista de irradiación y contaminación;
- Controlar la contabilidad de los materiales fisionables especiales;
- Tomar las medidas necesarias para evitar accidentes;
- Realizar la vigilancia radiosanitaria.

A fines de los años 70', el Consejo Asesor para el licenciamiento de instalaciones nucleares, en su función de autoridad regulatoria, discutía y aprobaba normas de aplicación en el diseño, construcción y operación de toda instalación controlada por la norma regulatoria de la CNEA.

Mediante el Decreto 1540/ 94 se crea el Ente Nacional Regulador Nuclear (ENREN), que cumpliría con las funciones de fiscalización y regulación de la actividad nuclear que hasta ese entonces estaban a cargo de la CNEA (el objeto de este Decreto fue diferenciar el rol propio del controlante y del controlado).

El ENREN fue creado como un ente autárquico con plena capacidad jurídica para actuar en los ámbitos del derecho público y privado. Contaba con un patrimonio constituido por los bienes que la CNEA le transfirió como consecuencia de lo dispuesto en el citado decreto, y con recursos provenientes de la tasa regulatoria nuclear y aportes del Tesoro Nacional. Tenía su sede en la Ciudad de Buenos Aires.

Algunas de las funciones que tenía a su cargo este Ente fueron:

- Velar por la seguridad nuclear, para esto debía elaborar la reglamentación sobre seguridad nuclear y protección radiológica;
- Extender las habilitaciones de todas las instalaciones nucleares, y en caso de incumplimiento, retirar eventualmente dicha habilitación.
- Informarse, mediante inspecciones a las centrales nucleares, sobre todas las actividades que se producían en dichas plantas

Es importante destacar, que también las centrales nucleares tenían la obligación de informar a dicho Ente sobre cualquier evento que reduzca las condiciones de seguridad de la planta, los trabajadores o el público.

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) también realizaba y realiza (actualmente) inspecciones regulares- al igual que la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO).

7.1.3. Ley Nacional de la Actividad Nuclear: Ley 24.804

El 25 de abril de 1997, mediante el Decreto 358/ 97, se promulga la Ley Nacional de la Actividad Nuclear.

A continuación se analizarán capítulos de la mencionada Ley.

Capítulo I: La Comisión Nacional de Energía Atómica

Se establecen como funciones del Estado fijar y ejercer políticas y funciones de investigación y desarrollo, regulación y fiscalización a través de la CNEA y de la autoridad regulatoria nuclear.

¹²² Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. II, op.cit., p.328 a 334.

Declara que toda actividad nuclear de índole productiva y de investigación y desarrollo que pueda ser organizada comercialmente, será desarrollada tanto por el Estado nacional como por el sector privado.

En la ejecución de la política nuclear se observan las obligaciones asumidas por la República Argentina a partir de diferentes Convenios Internacionales y Nacionales, tales como:

- a) Tratado Tlatelolco: Con respecto a la proscripción de las Armas Nucleares en América Latina y el Caribe,
- b) Tratado de No Proliferación de las Armas Nucleares: Suscripto por la Argentina en 1998.
- c) Agencia Brasileño- Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares: Acuerdo entre Argentina y Brasil.
- d) Organismo Internacional de Energía Atómica par la Aplicación de Salvaguardias,
- e) Compromisos asumidos en virtud de la pertenencia al Grupo de Países Proveedores Nucleares
- f) Régimen Nacional de Control de Exportaciones Sensitivas (dec. 603/ 92).

Con respecto a la CNEA se establece que ésta continuará funcionando como ente autárquico en jurisdicción de la Presidencia de la Nación. Asimismo, se establecen las siguientes funciones a su cargo:

- 1) Asesorar al Poder Ejecutivo en la definición de la política nuclear;
- 2) Promover la formación de recursos humanos de alta especialización y el desarrollo de ciencia y tecnología en materia nuclear;
- 3) Propender a la transferencia de tecnologías adquiridas, desarrolladas y planteadas por el organismo, observando los compromisos de no proliferación asumidos por la Argentina;
- 4) Ejercer la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos cumpliendo las funciones que le asigne la legislación específica;
- 5) Determinar la forma de retiro de servicio de centrales de generación nucleoelectrónica;
- 6) Prestar servicios que le sean requeridos por las centrales de generación nucleoelectrónica u otra instalación nuclear;
- 7) Ejercer la propiedad estatal de los materiales radiactivos fisionables especiales contenidos en los elementos combustibles irradiados;
- 8) Ejercer la propiedad estatal de los materiales radiactivos fisionables especiales que pudieran ser introducidos o desarrollados en el país;
- 9) Desarrollar, construir y operar reactores nucleares experimentales.
- 10) Desarrollar aplicaciones de radioisótopos y radiaciones en biología, medicina e industria.
- 11) Efectuar la prospección de minerales de uso nuclear, sin que ello implique excluir al sector privado en tal actividad;
- 12) Efectuar el desarrollo de materiales y procesos de fabricación de elementos combustibles para su aplicación en ciclos avanzados.
- 13) Entre otras.

Capítulo II: La Autoridad Regulatoria Nuclear

La ley crea la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), que actúa como entidad autárquica en jurisdicción de la Presidencia de la Nación, siendo sucesora del Ente Nacional Regulador Nuclear.

La Autoridad cuenta con capacidad jurídica para actuar en los ámbitos del derecho público y privado. Su patrimonio se constituye por los bienes que se le transfieran al Ente Nacional Regulador Nuclear, y por los que adquiriera en el futuro bajo cualquier título. Tiene su sede en la Ciudad de Buenos Aires.

Está dirigida y administrada por un Directorio integrado por tres miembros: Presidente (actualmente en el cargo se encuentra el Dr. Francisco Spano), Vicepresidente 1° (actualmente en el cargo se encuentra la Lic. Elena Maceiras) y Vicepresidente 2° (actualmente en el cargo se encuentra el Lic. Julián Gadano).

La ley le otorga a la ARN la función de regular y fiscalizar la actividad nuclear, mediante el dictado de normas. Concretamente le otorga las siguientes funciones, facultades y obligaciones:

- a) Dictar normas regulatorias sobre: seguridad radiológica y nuclear, protección física y fiscalización del uso de materiales nucleares, licenciamiento y fiscalización de instalaciones, salvaguardias internacionales y transporte de materiales nucleares;

- b) Licenciamiento: La ARN puede otorgar, suspender y revocar las licencias de construcción, puesta en marcha, operación y retiro de centrales de generación nucleoelectrónica; asimismo, podrá otorgar, suspender y revocar licencias, permisos o autorizaciones en materia de minería y concentración de uranio, de seguridad de reactores de investigación, de aceleradores relevantes, de instalaciones radiactivas relevantes, incluyendo las instalaciones para la gestión de desechos o residuos radiactivos y de aplicaciones nucleares a las actividades médicas e industriales;
- c) Fiscalización de instalaciones nucleares: para esto realizará inspecciones y evaluaciones regulatorias periódicas en las instalaciones sujetas a regulación;
- d) Promover acciones civiles o penales ante los tribunales competentes frente al incumplimiento de los licenciatarios o titulares de una autorización o permiso, así también como solicitar órdenes de allanamiento y requerir el auxilio de la fuerza pública cuando ello fuera necesario;
- e) Aplicar sanciones: la ARN podrá disponer el decomiso de los materiales nucleares o radiactivos, o bien, podrá clausurar preventivamente las instalaciones, cuando se desarrollen sin la debida licencia, permiso o autorización o ante la detección de faltas graves (amenaza para la población o para el ambiente), entre otros;
- f) Proteger la información restringida con el fin de asegurar la debida preservación de secretos tecnológicos, comerciales o industriales;
- g) Establecer, de acuerdo con parámetros internacionales, normas de seguridad radiológica y nuclear para el transporte terrestre, fluvial, marítimo o aéreo de material nuclear y radiactivo y de protección física del material transportado;
- h) Evaluar el impacto ambiental de toda actividad que licencie;
- i) Salvaguardias internacionales;
- j) Someter anualmente al Poder Ejecutivo de la Nación y al Congreso un informe sobre las actividades del año y sugerencias sobre medidas a adoptar en beneficio del interés público, entre otras.

Este régimen tiene los siguientes propósitos:

- Sostener un nivel apropiado de protección de las personas contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes;
- Mantener un grado razonable de seguridad radiológica nuclear en las actividades desarrolladas en la Argentina;
- Verificar que las actividades nucleares no se desvíen hacia fines no autorizados y que se realicen sujetas a los compromisos internacionales asumidos por la Nación;
- Establecer criterios y normas para prevenir la comisión de actos intencionales que puedan conducir a consecuencias radiológicas severas o al retiro no autorizados de materiales nucleares u otros materiales o equipos de interés nuclear;

En cuanto a la persona (física o jurídica) que desarrolle una actividad nuclear, el régimen señala algunas obligaciones, tales como:

- a) Ajustarse a las regulaciones que imparta la ARN y solicitar una licencia para que habilite su ejercicio;
- b) cumplir con las obligaciones de salvaguardias y no proliferación;
- c) asumir la responsabilidad civil que para el explotador de una instalación nuclear determina la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, ratificada por la ley 17.048, por la suma de ochenta millones de dólares (U\$S 80.000.000), por accidente nuclear en cada instalación nuclear, que deberá ser cubierta mediante un seguro o garantía financiera a satisfacción del Poder Ejecutivo de la Nación o de quien éste designe, asumiendo el Estado nacional la responsabilidad remanente. El Poder Ejecutivo Nacional deberá ajustar la suma establecida como límite de responsabilidad;
- d) Abonar anualmente y por adelantado una tasa regulatoria que es aprobada a través del presupuesto general de la Nación.

La ARN podrá aplicar sanciones, las cuales deberán graduarse según la gravedad de la falta. Algunas de las sanciones que se pueden aplicar son: decomiso de los materiales nucleares o radiactivos, clausura preventiva de las instalaciones sujetas a regulación (cuando se desarrollen sin la debida licencia, permiso o autorización o ante la detección de faltas graves a las normas de seguridad radiológica y nuclear y de protección de instalaciones).

Respecto a los lugares de emplazamiento, es importante destacar que todo nuevo emplazamiento deberá contar con la licencia de construcción que autorice su localización, debiendo ser otorgada por la ARN con la aprobación del Estado provincial donde se proyecte instalar.

Para definir la ubicación de un repositorio para residuos de alta, media y baja actividad, la CNEA propondrá un lugar de emplazamiento; este deberá contar con la aprobación de la ARN en lo referente a seguridad radiológica y nuclear y la aprobación por ley del Estado provincial donde se ha propuesto su ubicación (tales requisitos son previos como esenciales a cualquier trámite).

Los lugares de emplazamiento de las plantas de tratamiento de los residuos radiactivos y de los correspondientes repositorios temporarios y definitivos que la CNEA o la Nucleoelectricidad Argentina S.A. tengan en funcionamiento al momento de sancionarse esta, así como sus ampliaciones, y sus vías de acceso terrestre, marítimo, aéreo o fluviales, no requieren para continuar en operación o para viabilizar el acceso o retiro de los residuos, autorización especial legislativa ni autorización de las municipalidades o provincias en cuyo territorio se encuentre localizado el repositorio o sus vías de acceso.

Capítulo III: Definiciones

En este capítulo la ley se encarga de dar definiciones. Algunas de éstas son:

- a) Actividades nucleares: Son los usos de las transmutaciones nucleares a escala macroscópica.
- b) Material nuclear: Son el plutonio 239 y el uranio 233 y 235.
- c) Instalación nuclear: La ley toma la definición de la Convención de Viena de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (aprobada por la ley 17.048).
- d) Instalación nuclear relevante: Son considerados una "instalación nuclear relevante" un reactor nuclear, una instalación radiactiva relevante y un acelerador relevante, de acuerdo con las definiciones establecidas o a establecer por la ARN.
- e) Información restringida: Es toda información que un solicitante o titular de una licencia, permiso o autorización entregue a la ARN y deba ser tratada de forma confidencial en virtud de obligaciones legales o contractuales de dicho titular, o la que esté relacionada con los procesos y tecnologías para la producción de material fisionable especial; la aplicación específica de salvaguardias; y los sistemas de protección física implementados en instalaciones nucleares.

Capítulo IV: Disposiciones Generales

En este capítulo la ley se encarga de otorgar una serie de disposiciones generales.

La responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física recae inexcusablemente en el poseedor de la licencia, permiso o autorización. El cumplimiento de lo establecido en esta ley, y en las normas y requerimientos que de ella deriven, no lo exime de tal responsabilidad ni de hacer todo lo razonable y compatible con sus responsabilidades.

El titular de una licencia, permiso o autorización puede delegar total o parcialmente la ejecución de tareas, pero mantiene íntegramente la responsabilidad.

El Estado nacional será el único propietario de los materiales fisionables especiales contenidos en los elementos combustibles irradiados al ejecutarse una actividad abarcada en esta ley, así como de los materiales fusionables especiales que pudieran ser introducidos o desarrollados en el país.

Capítulo V: Privatizaciones

La ley declara sujeta a privatizaciones la actividad de generación nucleoelectrónica que desarrolla Nucleoelectricidad Argentina S.A. (NA-SA), como una unidad productiva indivisible, en forma directa o asociada con otras entidades, en sus distintos aspectos (construcción, puesta en marcha, etc.), así como la dirección y ejecución de obra de centrales nucleares que desarrolla la Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas S.A. (ENACE S.A.). Según la norma, esta privatización debía asegurar la terminación

de Atucha II en un plazo no mayor de seis años a partir de la sanción de la ley (es importante destacar que esto no ocurrió).

Mediante ésta norma también se declaró sujeto a privatización la actividad vinculada al ciclo de combustible nuclear con destino a la generación nucleoelectrónica a escala industrial o de investigación, y a producción y aplicaciones de radioisótopos y radiaciones que desarrolla la CNEA, en forma directa o asociada con otras entidades (se destaca que no hubo interesados en el sector privado -pues, se consideraba un negocio poco redituable,- y por esta razón se mantuvo su operación bajo la órbita del Estado.¹²³

7.1.4. Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos: Ley 25.018

El 19 de octubre de 1998 se publicó la Ley 25.018 en el Boletín Oficial.

A continuación analizaremos la mencionada Ley.

Disposiciones Generales

En este segmento la ley trae algunas definiciones, tales como:

- Gestión de residuos radiactivos: Es el conjunto de actividades necesarias para aislar los residuos radiactivos de la biósfera derivados exclusivamente de la actividad realizada en el territorio argentino.
- Residuo radiactivo: Es todo material radiactivo, combinado o no con material no radiactivo, que haya sido utilizado en producciones o aplicaciones, para los cuales no se prevean usos inmediatos posteriores en la misma instalación, y que por sus características radiológicas puedan ser dispersados en el ambiente de acuerdo con los límites establecidos por la ARN.
- Comisión Nacional de Energía Atómica: Es la autoridad de aplicación de la ley 25.018 y debe coordinar con las provincias o la ciudad de Buenos Aires, según corresponda, todo lo relativo a su aplicación. También debe cumplir con todas las normas regulatorias referidas a la seguridad radiológica y nuclear, de protección física y ambiental y de salvaguardias internacionales que establezca la ARN y con todas las regulaciones que correspondan.

Responsabilidad y Transferencia

El Estado nacional debe asumir la responsabilidad de la gestión de los residuos radiactivos. Asimismo, los generadores de éstos deberán proveer los recursos necesarios para llevarla a cabo en tiempo y en forma.

El generador será responsable del acondicionamiento y almacenamiento seguro de los residuos generados por la instalación que él opera, según lo que establezca la autoridad de aplicación, hasta su transferencia a la CNEA, debiendo notificar en forma inmediata a la ARN, sobre cualquier incidente, accidentes o falla de operación; asimismo la CNEA establecerá los criterios de aceptación y las condiciones de transferencia de los residuos radiactivos que sean necesarios para asumir la responsabilidad que les compete, los que deberán ser aprobados por la ARN.

En ningún caso quedará desvinculado el operador de la instalación generadora de su responsabilidad por los eventuales daños civiles o ambientales hasta tanto se haya efectuado la transferencia de los residuos radiactivos.

La CNEA deberá elaborar en un plazo de seis meses (con actualización cada tres años) un Plan Estratégico de Gestión de Residuos Radiactivos que incluirá el Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos que se crea por esta ley. El Plan con sus actualizaciones será elevado al Poder Ejecutivo de la Nación, quien deberá consultar a la ARN antes de enviarlo al Congreso nacional para su aprobación por ley.

Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos

La ley dispone que la CNEA, a través de este Programa, deberá:

- a) Diseñar la estrategia de gestión de residuos radiactivos (sean estos provenientes de la actividad nuclear estatal o privada, incluyendo los generados en clausuras de instalaciones, derivados de la minería de uranio, y los que provengan de yacimientos mineros abandonados o fábricas fuera de servicio);
- b) Proponer líneas de investigación y desarrollo referentes a tecnologías y métodos de gestión de estos residuos, de alta, media y baja actividad;
- c) Planificar, coordinar, ejecutar, asignar los fondos necesarios, y controlar la realización de proyectos de investigación y desarrollo;
- d) Promover estudios sobre la seguridad y preservación del ambiente;
- e) Estudiar, proyectar, operar y construir, los sistemas, equipos, instalaciones y repositorios para la gestión de residuos generados por la actividad nuclear estatal o privada;
- f) Proponer criterios de aceptación y condiciones de transferencia de residuos para los repositorios.
- g) Establecer los procedimientos para la colección, tratamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos radiactivos;
- h) 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 gestión; contendrá además, el inventario de todos los residuos radiactivos existentes en el país;
- i) Elaborar planes de contingencias y programas de evacuación de emergencias;
- j) Informar permanentemente a la comunidad sobre la gestión de residuos radiactivos;
- k) Ejercer la responsabilidad a largo plazo sobre los repositorios de residuos radiactivos;
- l) Actuar en caso de emergencia nuclear como apoyo a los servicios de protección civil;
- m) Efectuar los estudios técnicos y económicos financieros necesarios (teniendo en cuenta costos diferidos), a fin de establecer la política económica adecuada;
- n) Realizar cualquier otra actividad necesaria para cumplir con los objetivos de la gestión;

El Programa incorporará la recuperación de los sitios afectados por las actividades con minerales radiactivos.

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 dispongan las provincias o la Ciudad de Buenos Aires.

Instalaciones para la Disposición Final de Residuos Radiactivos

En el caso de que la CNEA proponga la necesidad de emplazamientos de estas instalaciones, las localizaciones deberán ser aprobadas previamente por ley provincial o de la Ciudad de Buenos Aires, según corresponda- y con acuerdo de la ARN.

Se deberán realizar los correspondientes estudios de factibilidad ambiental que contendrán una descripción de la propuesta y de los efectos potenciales que la misma pueda causar en el ambiente indicando, en su caso, las medidas necesarias para evitar o minimizar las consecuencias negativas, e informando los riesgos y beneficios del proyecto.

En la práctica, se convoca a una audiencia pública con una anticipación no menor a diez días hábiles, en un medio de circulación zonal, brindándose toda la información pertinente vinculada al futuro emplazamiento.

Financiación de la Gestión de los Residuos Radiactivos

La creación del Fondo para la Gestión y Disposición Final de Residuos Radiactivos que se constituya a partir de esta ley, tiene como único destino el financiamiento del Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos, a cargo de la CNEA.¹²⁴

7.1.5. Régimen jurídico sobre la Seguridad Nuclear: Ley 24.776

El 11 de abril de 1997 se publicó la Ley 24.776 en el Boletín Oficial.

Esta ley ratifica la Convención sobre Seguridad Nuclear adoptada en Viena el 20 de septiembre de 1994.

A continuación analizaremos la mencionada ley:

Objetivos

La ley señala los objetivos de la Convención:

- a) Conseguir y mantener un alto grado de seguridad nuclear en todo el mundo a través de la mejora de medidas nacionales y de la cooperación internacional, incluida, cuando proceda, la cooperación técnica relacionada con la seguridad;
- b) Establecer y mantener defensas eficaces en las instalaciones nucleares contra los potenciales riesgos radiológicos a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes emitidas por dichas instalaciones;
- c) Prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar éstas en caso de que se produzcan.

Prioridad a la seguridad

Se deben adoptar las medidas adecuadas para velar por la seguridad nuclear; toda entidad dedicada a actividades directamente relacionadas con las instalaciones nucleares debe dar prioridad a la seguridad nuclear.

Protección radiológica

Las radiaciones causadas por una instalación nuclear en todas las situaciones operacionales se deben reducir al nivel más bajo posible cuidando a los trabajadores y al público.

Ninguna persona debe ser expuesta a dosis de radiación que superen los límites de dosis establecidos a nivel nacional.

Criterios generales

Los criterios básicos de protección radiológica aplicados en este país establecen que:

- a) Las prácticas que utilicen radiaciones deben ser justificadas;
- b) La protección radiológica debe ser optimizada;
- c) Deben respetarse los límites y las restricciones de dosis establecidas;
- d) Los accidentes deben ser adecuadamente prevenidos pero, si ellos ocurren, deben mitigarse sus consecuencias radiológicas.

¹²⁴ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. II, op.cit., p. 338 a 341.

Seguridad de las instalaciones

Requisitos que la ley exige en toda instalación nuclear:

- a) Evaluación de todos los factores significativos que probablemente afecten a la seguridad de una instalación nuclear;
- b) Evaluación de las probables consecuencias sobre la seguridad de las personas, de la sociedad y del medio ambiente, a partir de una instalación nuclear proyectada;
- c) Reevaluar, en la medida de lo necesario, que la instalación nuclear continúa siendo aceptable desde el punto de vista de la seguridad;
- d) Consultar a las partes contratantes que se hallen en las cercanías de una instalación nuclear proyectada, siempre que sea probable que resulten afectados por dicha instalación; y previa petición, proporcionar la información necesaria a esas partes contratantes, a fin de que puedan evaluar y formarse su propio juicio sobre las probables consecuencias de la instalación nuclear para la seguridad en su propio territorio.

Análisis de la seguridad

Cada parte contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por la seguridad nuclear.

La autorización inicial de explotación de una instalación nuclear se debe basar en un análisis apropiado de seguridad y en un programa de puesta en servicio que demuestre que la instalación, tal como se ha construido, se ajusta a los requerimientos de diseño y seguridad.

Se deben establecer procedimientos para hacer frente a incidentes operacionales previstos y a los accidentes.

Con respecto a los desechos radiactivos producidos por la explotación de una instalación nuclear se debe, en la medida de lo posible, reducir al mínimo factible para el proceso de que se trate, tanto en actividad como en volumen, teniéndose en cuenta los requerimientos para su acondicionamiento y evacuación.¹²⁵

7.2. Responsabilidad

7.2.1. Introducción al estudio de la responsabilidad

7.2.1.1. Daño ambiental

La Ley General del Ambiente 25.675 se refiere al daño ambiental como: “toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos”.

Características del daño ambiental:

- El daño puede presentarse de forma actual o en el futuro, es decir, las consecuencias del daño no necesariamente se reflejan inmediatamente luego de producida la causa.
- Está regulado en el ámbito público (con la Reforma constitucional de 1994 se reconoce la acción de amparo en lo relativo al ambiente).
- La relación causal resulta dificultosa ya que el daño puede producirse como consecuencia de una actividad atribuida a uno o más agentes de la misma actividad o de distintas actividades- que individualmente no son capaces de producir daño alguno; o lo más común, cuando los perjuicios son causados por la suma de acciones, que en forma separada no es posible percibir.
- Los deterioros al ambiente son de muy difícil y costosa reparación: En muchos casos volver el ambiente al mismo estado en que se encontraba antes del daño resultaría prácticamente imposible. Por otro lado, resulta prácticamente imposible cuantificar el valor real de los deterioros causados, y en caso de determinarse, su cuantía económica es altísima.

¹²⁵ Bellorio Clabot, Dino: “Tratado de Derecho Ambiental”, T. II, op.cit., p.341 a 343.

- Resulta más fácil y económico prevenir que restablecer el ambiente.
- Pertenece a aquellos derechos que se denominan “colectivos”: Son padecidos por la comunidad en general, sin perjuicio de que puede existir un daño particular o individual como consecuencia del mismo hecho generador.
- La responsabilidad no surge, solamente, como consecuencia de conductas ilícitas.

7.2.1.2. Legitimización

El daño ambiental genera el derecho a requerir la cesación y reparación del perjuicio ambiental. Tienen legitimización activa en lo que respecta a la preservación del ambiente- cada uno de los miembros de la comunidad (con la reforma de 1994, se amplía el espectro de legitimados conforme a la normativa constitucional- encontrándose habilitados para iniciar un proceso colectivo (mediante la figura del amparo): el afectado, el defensor del pueblo y las asociaciones que propendan a la protección del ambiente- siempre que se encuentren debidamente registradas).

Tienen legitimización pasiva quienes degradan el ambiente y el Estado cuando autoriza o consiente la actividad degradante u omite ejercer el poder de policía correspondiente.

Es importante destacar que la legislación ambiental ha desarrollado el concepto de “*daño permisible*” que es aquel aceptado por el Estado, que se encuentra dentro de los parámetros que el mismo Estado determina y que depende de la política ambiental que este fije.

Un sector de la doctrina distingue entre *daño permisible*, *tolerable* y *no-tolerable*, considerando que el daño “*tolerable*” es aquel cuyo límite se encuentra por debajo del cual no cabe reparación (explican quienes siguen esta teoría, que este instituto nació con el fin de no multiplicar los litigios y así permitir la viabilidad económica de las empresas). La idea de normal tolerancia no es aplicable a los casos de degradación del ambiente que sean susceptibles de atacar la salud.

7.2.1.3. Responsabilidad por daño ambiental

Antiguamente y siguiendo la postura clásica, para que se hiciese efectiva la responsabilidad se debía comprobar la existencia de un daño en el ambiente y la presencia de la culpa en el agente causante del daño ambiental; es decir, se requería relación de causalidad entre la lesión y la conducta atribuida al particular (persona física o jurídica o inclusive al Estado) como causante del mismo; esta conducta atribuida al particular debía ser adversa al sistema jurídico y moralmente reprochable para que se pudiese exigir indemnización.

Precisamente, la relación de causalidad es uno de los temas más complicados del Derecho Ambiental, ya que en la mayoría de los casos, una suma de causas lleva a la producción del daño ambiental, pudiendo provenir de un sujeto único o de una pluralidad, siendo asimismo difícil (en éste último caso) la identificación de él o los autores del daño y la proporción en que cada uno contribuyó en el menoscabo ambiental. Por esta razón, en la actualidad la culpa fue perdiendo importancia como factor de atribución de la responsabilidad, en materia ambiental, y ha sido reemplazada por la **responsabilidad objetiva**: se exige de probar la existencia de la culpa (sin perjuicio de que en algunos casos es engorroso) y sólo debe probarse que la causación del daño es la consecuencia de una acción del agente o de una omisión de algún deber que le correspondía realizar (se simplificó el establecimiento de la responsabilidad).¹²⁶

En el caso de las actividades peligrosas, es de menester traer a colación la teoría de la condición peligrosa, la cual considera que- la acción u omisión en abstracto de una actividad peligrosa, es idónea para producir perjuicios ambientales; se trata de una teoría similar a la “teoría del riesgo creado”, la cual configura un factor de atribución de responsabilidad por el sólo hecho de tratarse de una actividad que se considera riesgosa (ambas teorías son de apreciación objetiva: probando su existencia y la relación causal con el daño, fluye la responsabilidad, salvo causas de justificación excluyentes). Un gran debate doctrinario se generó en torno al interrogante acerca de si era necesario exigir que el agente persiguiese

¹²⁶ Con la reforma del Cód. Civil en 1968 se introduce la responsabilidad objetiva.

un provecho económico con la actividad riesgosa, o si sólo era suficiente que la actividad sea riesgosa- sin importar si persiguió o no un fin de lucro, beneficio o utilidad; un sector de la doctrina, entre ellos Roberto Brebbia, considera que la actividad riesgosa, en sí misma y en abstracto, es suficiente para que quien la realice responda por los perjuicios producidos por el sólo hecho de que tal actividad genera un riesgo (es decir, este autor, al igual que muchos otros, considera que no es necesario para que se responda -la idea del provecho económico).

Por otro lado, un grupo de juristas, entre los que se encuentran Mosset Iturraspe y Hutchinson, señalan que algunos hechos pueden exonerar total o parcialmente de la responsabilidad; estos hechos son: el caso fortuito o fuerza mayor, el hecho de la víctima o el hecho de un tercero.

- ***El caso fortuito o fuerza mayor***: Es aquel que no se puede prever, o pudiéndolo hacer no se pudo evitar. Los autores explican que estos hechos se relacionan con la idea de irresponsabilidad, salvo que el agente haya contribuido a que se produzca el perjuicio o haya acentuado sus características- en cuyo caso el agente respondería;
- ***Hecho de la víctima***: En este caso, los autores explican que el agente no responde, salvo en aquellos casos donde se compruebe la falta- y relación de causalidad por parte del agente, en cuyo caso se distribuirá la responsabilidad en forma proporcional.
- ***Hecho de un tercero***: En este caso, los autores explican que según la teoría que se adopte el agente responderá o no; si se adopta la doctrina de la responsabilidad por el riesgo creado, el agente responderá ("quien realiza una actividad considerada riesgosa en sí misma, a pesar de la conducta del tercero, debe responder"); por el contrario, explican que si se adopta la teoría del artículo 1113 del Cód. Civil el causante no responderá ("*... pero si el daño hubiere sido causado por el riesgo o vicio de la cosa, sólo se eximirá total o parcialmente de responsabilidad acreditando la culpa de la víctima o de un tercero por quien no debe responder. Si la cosa hubiese sido usada contra la voluntad expresa o presunta del dueño o guardián, no será responsable.*").¹²⁷

Con el dictado de la ley 25.675 se reguló finalmente de forma específica la responsabilidad en materia ambiental. Esto era necesario debido a la insuficiencia del Código Civil en la regulación de esta materia que, como es sabido tiene características propias. Por otro lado era necesario de sancionar una ley que contenga los presupuestos mínimos de responsabilidad referida a aspectos ambientales, cumpliendo así con el mandato constitucional luego de la reforma de 1994, expresado en el párr. 3° del art. 41.

7.2.1.4. Premisas que se sentaron en las sucesivas Jornadas Nacionales de Derecho Civil en materia de responsabilidad por daños

Existen algunas premisas que se sentaron en las sucesivas Jornadas Nacionales de Derecho Civil (en especial, desde 1983) en materia de responsabilidad por daños. Algunas de éstas son:

- a) La idea de normal tolerancia del art. 2618 del Cód. Civil no es aplicable a los casos de degradación del ambiente que sean susceptibles de afectar a la salud;
- b) Hay responsabilidad objetiva, con fundamento en el art. 1.113 del Cód. Civil;
- c) Existe responsabilidad colectiva (cuando no pudiere identificarse el autor del daño dentro de un grupo);
- d) La responsabilidad le incumbe a los sujetos que degradan el ambiente y al Estado, cuando hubiese autorizado o consentido la actividad degradante;
- e) Cada uno de los miembros de la comunidad tiene legitimización activa para obtener la preservación del ambiente.

¹²⁷ Art. 1.113: "La obligación del que ha causado un daño se extiende a los daños que causaren los que están bajo su dependencia o por las cosas de que se sirva, o que tiene a su cuidado. En los supuestos de daños causados con las cosas, el dueño o guardián, para eximirse de responsabilidad, deberá demostrar que de su parte no hubo culpa; pero si el daño hubiere sido causado por el riesgo o vicio de la cosa, sólo se eximirá total o parcialmente de responsabilidad acreditando la culpa de la víctima o de un tercero por quien no debe responder. Si la cosa hubiese sido usada contra la voluntad expresa o presunta del dueño o guardián, no será responsable."

7.2.1.5. Algunas disposiciones que se encuentran en el Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental, presentado por la Comisión de la Unión Europea

El Libro Blanco dispone que los daños ambientales que ha de cubrir el régimen comunitario de responsabilidad sean tanto los “daños al medio ambiente” como los “daños tradicionales”. Dentro de los primeros se agrupan los daños que se causan a la biodiversidad y por la contaminación de lugares, mientras que los daños tradicionales engloban a aquellos daños materiales y a la salud. Se pretende que ambos tipos de daños se encuentren cubiertos por el mismo sistema de responsabilidad.

Asimismo el Libro Blanco señala que el daño ambiental puede ser remediado a través de un sistema de responsabilidad que exige ciertos requisitos: a) tiene que existir uno o más autores identificables (contaminadores); b) el daño de ser concreto y cuantificable (significativo); c) debe poder establecerse la relación causa- efecto entre el daño y los contaminadores.

Con respecto a la responsabilidad, dicho Libro establece que el régimen comunitario de la responsabilidad obedecerá a dos características: a) responsabilizar a la persona jurídica¹²⁸; b) la responsabilidad será objetiva¹²⁹.

El Libro Blanco, también concreta lo que debe entenderse por “acción o actividad que representa un riesgo inherente de causar un daño”: explica que éstos consisten en la emisión o vertidos de sustancias peligrosas al aire o al medio acuático. Asimismo, éste libro establece límites en la emisión o vertidos de estas sustancias peligrosas y previene y controla los riesgos de accidentes y contaminación, entre otros aspectos.

Por último, cabe destacar que el Libro Blanco se dirige a ampliar la legitimización para exigir la reparación; la razón de esto obedece a que éste Libro considera que la protección ambiental es de interés público, considerando, como consecuencia, que el Estado debe ser el primer responsable de que la acción se lleve a cabo cuando el ambiente sea dañado o hubiese riesgo de que lo sea. Concretamente, éste Libro explica que- en el caso de daño tradicional, la legitimidad obedece a las reglas tradicionales, mientras que en el caso de daño ambiental, la legitimidad para solicitar que el daño sea reparado, corresponderá en primer lugar al Estado, mientras que los grupos de interés público tienen una responsabilidad en segunda instancia, pues solamente estarían habilitados a actuar en forma subsidiaria (sólo si el Estado no actúa). Las organizaciones o grupos solamente podrían actuar ante los tribunales una vez que hubiesen deducido ante la Administración las acciones correspondientes para reparar el daño. La única excepción se da en los casos urgentes, en cuyo caso, los grupos de interés tendrán derecho a solicitar directamente a los tribunales un mandamiento judicial para que el contaminador actúe o se abstenga de actuar con objeto de prevenir el daño al ambiente (es decir, este es el único caso donde se les permite demandar sin necesidad de pasar previamente por ante las autoridades administrativas).

7.2.1.6. Responsabilidad penal frente al “daño ambiental”

Un sector de la doctrina, afirma que las normas penales existentes son insuficientes, al no existir una ley específica ni un título en el Código Penal que proteja al ambiente como bien jurídico. Según esta postura, sólo hay tipos penales que castigan conductas que atentan de alguna manera contra el ambiente- que están incluidas dentro de la defensa de otros bienes jurídicos y, por consiguiente, la protección del medio ambiente sólo se opera de manera indirecta. No obstante, existe otro sector de la doctrina que sostiene que todo el Código Penal es ambiental, en atención a los valores y bienes que protege.

Sin perjuicio de estas discusiones doctrinarias, en el Código Penal, concretamente en el Libro II- Título VII, se encuentran los “Delitos contra la seguridad pública”, y dentro de éstos, en el Capítulo IV, los “Delitos contra la salud pública”, reprimiéndose allí, por ejemplo al que envenenare o adulterare aguas potables, entre otras conductas que se castigan a través de distintos artículos.

¹²⁸ Este régimen afirma la responsabilidad de la persona o las personas que ejerzan el control de la actividad, y si la actividad es ejercida por una sociedad con personalidad jurídica, la responsabilidad recaerá sobre ésta y no sobre la dirección de la sociedad como responsable, ni se responsabilizará a los otros empleados que puedan haber participado en la actividad.

¹²⁹ El responsable de estas actividades peligrosas, responde por los daños producidos al margen de cualquier voluntariedad o intencionalidad en su producción y con independencia del tipo de daño, tanto si éste es personal o patrimonial, como si se trata de daño ambiental a la biodiversidad, o derivado de la contaminación a lugares.

Por otro lado, con la Ley de Residuos Peligrosos 24.051 se establecen otros tipos penales en lo que respecta a la protección del ambiente.

Asimismo, existen otras leyes específicas dispersas por el ordenamiento jurídico que regulan determinadas actividades (que en cada caso también podrían integrar un capítulo incorporado al Código Penal como ley complementaria).

La Ley General del Ambiente 25.675, al ocuparse del daño ambiental, determina que la responsabilidad civil o penal, por este tipo de daño es independiente de la administrativa. Se presume *iuris tantum* la responsabilidad del autor del daño ambiental, si existen infracciones a las normas ambientales administrativas.

Por último, es importante destacar, que un sector de la doctrina observa aquí un vacío legal, en virtud de la ausencia de un tipo penal específico que contemplare supuestos de “delitos ecológicos”; consideran por ello necesaria la modificación o reforma del Código Penal, incorporando el título correspondiente; o bien promueven legislar una ley específica que contemple la mayor cantidad de conductas posibles, susceptibles de ser sancionadas.¹³⁰

7.2.2. Responsabilidad penal en el campo de la energía nuclear

La ley 23.077- del año 1984 determina idéntica pena para las actividades dolosas y culposas: pena de reclusión o prisión de cinco a quince años; y se sanciona la mera tenencia de sustancias o materiales capaces de liberar energía nuclear sin la debida autorización legal con prisión de tres a seis años (“delitos contra la seguridad pública”).¹³¹

7.2.3. Responsabilidad en materia de minería

Como ya se ha explicado, para obtener energía nuclear se requiere del combustible nuclear, el cual se obtiene a partir de distintos procesos sobre los materiales nucleares. Estos materiales nucleares se obtienen a través de la minería; como consecuencia de esto, es importante destacar algunas disposiciones en materia de responsabilidad minera.

El propietario de una mina es responsable de los perjuicios causados a terceros, aunque estos perjuicios provengan de accidentes o casos fortuitos. Los perjuicios serán previamente justificados, y no podrán reclamarse después de transcurridos seis meses desde el día del suceso (responsabilidad de carácter objetivo).

El poseedor de una licencia, permiso o autorización será responsable por la seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física; el cumplimiento de lo establecido en esta la ley, y en las normas y requerimientos que de ellas se deriven, no lo exime de tal responsabilidad.

Aunque el titular de una licencia, permiso o autorización delegue total o parcialmente la ejecución de tareas, mantendrá íntegramente la responsabilidad.

7.2.4. Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares

La Ley 17.048 aprobó la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 1963. Esta Convención propuso fijar normas mínimas que ofrezcan una protección financiera contra daños derivados de determinadas aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.¹³²

¹³⁰ Bellorio Clabot, Dino: “*Tratado de Derecho Ambiental*”, T. II, op.cit., p.497 a 520.

¹³¹ Lacomini Héctor L., op.cit., p. 64.

¹³² Es importante destacar que también existen otros convenios sobre responsabilidad, tales como: París 1960, su protocolo adicional de 1964 y Bruselas 1971. Todos estos regulan las responsabilidades por daños y perjuicios emergentes de eventos nucleares.

La Convención define daño nuclear da algunas definiciones, tales como:

- Daño nuclear: *“Pérdida de vidas humanas, lesiones corporales y daños y perjuicios materiales que se produzcan como resultado directo o indirecto de las propiedades radiactivas o de su combinación con las propiedades tóxicas, explosivas u otras propiedades peligrosas de los combustibles nucleares o de los productos o desechos radiactivos, que se encuentren en una instalación nuclear o de las sustancias nucleares que procedan de ella, se originen en ella o se envíen a ella. Los demás daños y perjuicios que se produzcan u originen de esta manera en cuanto así lo disponga la legislación del tribunal competente. Si así lo dispone la legislación del Estado de la instalación, la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales y los daños y perjuicios materiales que se produzcan como resultado directo o indirecto de otras radiaciones ionizantes que emanen de cualquier otra fuente de radiaciones que se encuentre dentro de una instalación nuclear”*.
- Explotador de una instalación nuclear: *“Persona designada o reconocida por el Estado de la instalación como explotador de dicha instalación”*.

La Convención, asimismo, dispone que la responsabilidad del explotador por los daños nucleares se consagra con la mera prueba de que esos daños han sido ocasionados por un accidente nuclear, y siempre que: a) Ocurran en su instalación nuclear; b) Intervengan sustancias nucleares procedentes de su instalación nuclear o que se originan en ella, cuando el accidente acaezca antes de que el explotador traslade su responsabilidad a otra persona; c) Intervengan sustancias nucleares enviadas a su instalación nuclear y la responsabilidad incumba al explotador en las circunstancias allí previstas.

Cuando la responsabilidad por daños nucleares recae en más de un explotador, todos ellos, en la medida que no sea posible determinar con certeza qué parte de los daños se le pueda atribuir a cada uno, serán mancomunadamente y solidariamente responsables.

En la Convención se establece que el factor de atribución de responsabilidad al explotador es el riesgo creado, expresándose que dicha responsabilidad es objetiva, aunque la naturaleza, forma, distribución e importancia de la indemnización se regirán por la legislación del tribunal competente.

En cuanto a la extensión de la responsabilidad se establece que- *“salvo que la legislación del Estado de la instalación disponga lo contrario, el explotador no puede librarse de la responsabilidad si los daños se deben directamente a una catástrofe natural de carácter excepcional”*. No obstante, el explotador no responderá cuando: a) se pruebe que la persona que sufrió los daños nucleares los produjo o contribuyó a ellos, por negligencia grave o por acción u omisión dolosa, y siempre que así lo disponga su propia legislación; b) cuando el daño es causado por un accidente nuclear que se debe directamente a un conflicto armado, hostilidades, guerra civil o inundaciones.

La responsabilidad podrá ser limitada por el Estado de la instalación *“a una suma no inferior a cinco millones de dólares estadounidenses por cada accidente nuclear, que se computa en relación con cada una de las instalaciones si el accidente nuclear afecta a varias de ellas y cuyo importe máximo no incluirá los intereses devengados ni los gastos y costos”*.

Para garantizar el resarcimiento *“el explotador deberá mantener un seguro u otra garantía financiera que cubra su responsabilidad por los daños nucleares”, a cuyo efecto el Estado de la instalación debe aportar las cantidades necesarias para cubrir el siniestro en la medida en que no alcance el seguro o la garantías indicados*”.¹³³

La Convención, asimismo señala que el derecho a reclamar una indemnización por los daños nucleares se extingue en el plazo de diez años desde que se produjo el accidente nuclear.

No obstante, si de acuerdo con la legislación del Estado de la instalación, la responsabilidad estuviese cubierta por un seguro, garantía financiera o fondos públicos durante un plazo mayor, podrá computar dicho plazo el tribunal competente.

Si el accidente se origina en sustancias nucleares que hubiesen sido robadas, pérdidas o abandonadas, siempre se computará el lapso de los diez años a partir de la fecha en que ocurrió el siniestro nuclear,

¹³³ Bellorio Clabot, Dino: *“Tratado de Derecho Ambiental”*, T. II, op.cit., p.531 a 533.

pero en ningún caso podrá ser superior a veinte años a partir de la fecha en que tuvo lugar el robo, la pérdida, la echazón o el abandono.

A su vez, es posible que cada Estado pueda recalar el plazo de extinción o prescripción de la reclamación indemnizatoria en la fecha en que la víctima de los daños nucleares tuvo o hubiese debido tener conocimiento de ellos, no pudiendo ser inferior a tres años ni superior a los diez o veinte años prealudidos. Prerrogativa que tiende a amparar las secuelas de radiaciones nucleares que tardan en manifestarse con detrimento de la salud de los posibles damnificados.¹³⁴

La Convención de Viena, también dispone que será competente el órgano jurisdiccional del Estado en cuyo territorio haya tenido lugar el accidente nuclear (siempre y cuando dicho Estado sea signatario o adherente de este Convenio). La sentencia definitiva dictada por un tribunal competente, será reconocida en el territorio de cualquier parte contratante y tendrá, por ende, fuerza ejecutoria y efecto de cosa juzgada (no podrá revisarse el litigio en cuanto al fondo).

7.2.5. Ley Nacional de la Actividad Nuclear 24.804- en materia de responsabilidad

La Ley Nacional de la Actividad Nuclear define el “daño nuclear” en los términos de la Convención de Viena, y agrega que se considera comprendido en el concepto de responsabilidad de daño nuclear, a cargo de un explotador de una instalación nuclear lo relativo a:

- Los daños que se produjeren sobre el personal del explotador así como sobre el personal de sus contratistas y subcontratistas con motivo del accidente nuclear de una instalación nuclear que opere dicha sociedad;
- Los perjuicios que se causen con motivo del accidente nuclear a los funcionarios del OIEA que se encontraren desarrollando tareas referentes a la aplicación de salvaguardias previstas en acuerdos internacionales suscritos por la República Argentina;
- Los accidentes que se produjeren con sustancias nucleares fuera del sitio de la instalación o fuera del transporte, cuando al momento de ocurrir el accidente nuclear tales sustancias hubieren sido objeto de robo, pérdida, echazón o abandono.

Asimismo, esta ley dispone que la responsabilidad por la seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y protección física, recae inexcusablemente en el poseedor de la licencia, permiso o autorización. El cumplimiento de lo establecido en esta ley (y en las normas que de ella se deriven) no lo exime de tal responsabilidad ni de hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de tales seguridades y valores.¹³⁵

7.2.6. Régimen de Gestión de Residuos Radiactivos. Ley 25.018 en materia de responsabilidad

Esta ley dispone que el Estado Nacional debe asumir la responsabilidad de la gestión de residuos radiactivos, al tiempo que los generadores de éstos deberán proveer los recursos necesarios para llevarla a cabo adecuadamente.

El generador será responsable del acondicionamiento y almacenamiento seguro de los residuos generados por la instalación que él opera, según la autoridad de aplicación, hasta su transferencia a la CNEA, debiendo notificar en forma inmediata sobre cualquier incidente, accidente o falla de operación. Asimismo, la CNEA establecerá los criterios de aceptación y las condiciones de transferencia de los residuos radiactivos, necesarios para asumir la responsabilidad que les compete y, a la vez, aprobados por la ARN.

En ningún caso el operador de la instalación generadora quedará desvinculado de su responsabilidad por eventuales daños civiles o ambientales hasta tanto se haya efectuado la transferencia de los residuos radiactivos.

¹³⁴ Llambías, Jorge J., Tratado de Derecho Civil. Obligaciones, Bs. As., Perrot, t. IV-B, p. 257 y siguientes.

¹³⁵ Bellorio Clabot, Dino: “*Tratado de Derecho Ambiental*”, T. II, op.cit., p. 533 a 535.

La CNEA deberá elaborar, en un plazo de seis meses a partir de la promulgación de esta ley (19/10/1998) y autorización cada tres años, un plan estratégico de gestión de residuos radiactivos que incluirá el programa nacional de residuos radiactivos, y tanto este plan, como sus actualizaciones serán elevados al Poder Ejecutivo Nacional, que deberá consultar a la ARN antes de enviarlo al Congreso nacional para su aprobación por ley.¹³⁶

7.3. Legislación Internacional

7.3.1. Derecho Internacional Público en el campo del armamento nuclear

Desde hace años existe una preocupación por los devastadores efectos de la aplicación bélica de la energía nuclear; esta preocupación surge en el año 1945 cuando Estados Unidos realiza su primer ensayo nuclear, lanzando en agosto del mismo año dos bombas atómicas sobre las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en Japón.

Para el año de 1949 la Unión Soviética efectúa su primer ensayo nuclear, y en 1952 es igualado por Gran Bretaña. Estos sucesos condujeron a que aumentara la preocupación en todo el mundo ante la contaminación radiactiva causada por las explosiones de ensayos de armas nucleares y la intensificación de la carrera de armamentos. Con este panorama, en 1954, el entonces Primer Ministro de la India propuso por primera vez el cese de esos ensayos.

Desde entonces, Naciones Unidas ha tenido un papel relevante en la reducción de armas nucleares con miras a la total eliminación en un futuro, consigna que se encuentra dentro de sus objetivos principales.

7.3.1.1. Reseña histórica

En 1945 Estados Unidos, Inglaterra y Canadá, propusieron la creación de un organismo controlador de actividades nucleares, dependiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y como consecuencia de esto, en 1946 se crea, en el marco de la ONU, la **Comisión de Energía Atómica** cuyo fin era garantizar el empleo de esta energía únicamente con fines pacíficos. La comisión estaba integrada por los representantes del Consejo de Seguridad y el país de Canadá- cuando éste no fuere miembro de aquel Consejo. Su labor consistía en presentar propuestas para la eliminación de las armas atómicas y de todas las demás armas de gran potencia aplicables para la destrucción masiva. No obstante, en 1949, luego de que la URSS experimentara su primer ensayo nuclear, se entró en una carrera armamentística nuclear entre éste país y los Estados Unidos, lo que finalmente generó que se deje sin efecto la Comisión de Energía Atómica, siendo en el año 1952 disuelta.

En el mismo acto de disolución de la Comisión de Energía Atómica, la Asamblea General procedió a crear bajo la autoridad del Consejo de Seguridad, la **Comisión de Desarme**. Esta estaba integrada por once miembros (los países que en ese entonces formaban parte del Consejo de Seguridad- junto con Canadá cuando éste no perteneciera a ese Consejo). En el año 1957 la Comisión se amplió de 11 a 26 miembros.

En el año 1958 se estableció una Conferencia de Tres Potencias, (los Estados Unidos, la Unión Soviética y el Reino Unido) con el beneplácito de la Asamblea General para abocarse a un acuerdo sobre el término de los ensayos nucleares. Más tarde, en el año 1960, esta Conferencia de tres naciones se amplió a diez naciones.

Paralelamente, los Estados Unidos y la Unión Soviética mantenían contacto y conducían negociaciones bilaterales. Como resultado de estas negociaciones y de las conferencias mencionadas, se crea en 1961: el "**Comité de Desarme de las Diez Naciones**". Este comité tenía carácter restringido, y su objetivo era auxiliar a la Asamblea General de NNU y a la Comisión de Desarme en la tarea de lograr consensos que hicieran avanzar la agenda de desarme. Este Comité fue el primer embrión de la Conferencia de Desarme. A finales del mismo año, se modifica el nombre del Comité por: "**Comité de los Dieciocho para el Desarme**"; y en el año 1962 se reúne por primera vez en Ginebra.

¹³⁶ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. II, op.cit., p. 535 a 536.

Este Comité se fue ampliando sucesivamente y en 1969 cambia su denominación por la de “**Conferencia del Comité del Desarme**” (entre los distintos Estados que se incorporan, se añade Argentina).

La Conferencia desempeñó un papel decisivo en la conclusión de los siguientes acuerdos multilaterales:

- Tratado para la prohibición de ensayos nucleares en la atmósfera, en el espacio extra-atmosférico y submarinos, de 1963;
- Tratado sobre los principios que regulan la actividad de los Estados en la exploración y utilización del espacio extra-atmosférico, incluida la Luna y otros cuerpos celestes, de 1967;
- Tratado sobre la no- proliferación de armas nucleares (TNP), de 1968;
- Tratado para la prohibición del emplazamiento de armas nucleares y otras armas de destrucción masiva en los fondos oceánicos, de 1971;
- Convención sobre la prohibición de técnicas de modificación ambiental para usos militares u hostiles, de 1977;
- Convención sobre la prohibición del desarrollo, producción o almacenamiento de armas bacteriológicas y sobre su destrucción, de 1972.

En el año 1979, nuevamente se modifica su nombre: “**Comité del Desarme**”; y asimismo, por estas fechas se decide que los organismos de desarme de naturaleza deliberativa tendrían una composición universal, mientras que los de negociación tendrían una composición más restringida, adecuada al fin de hacer más eficaz su trabajo. Se decidió entonces que la **Asamblea General** quedaría como el principal organismo deliberante de las NN.UU. en la materia; que la **Primera Comisión de la Asamblea General** trataría en el futuro exclusivamente cuestiones de seguridad y desarme internacional; y que se reconstruiría con funciones deliberativas, en los períodos intersesiones, la **Comisión de Desarme**.

Finalmente en 1984, el comité cambia una vez más su denominación por la de “**Conferencia de Desarme**” (denominación actual)

La Conferencia lleva a término con éxito dos acuerdos de gran importancia:

- Convención sobre la prohibición de armas químicas (CWC), de 1993. Representó el primer instrumento de desarme multilateral, de aspiración universal, que prohíbe una entera categoría de armas de destrucción masiva y dotado de un sistema de verificación eficaz;
- Tratado para la prohibición total de los ensayos nucleares (CTBT), de 1996.¹³⁷

7.3.1.2. Asuntos de Desarme en la Actualidad

En la actualidad los asuntos de Desarme se debaten en distintos niveles:

a) Primera Comisión de la Asamblea General de Naciones Unidas

Aquí los asuntos se debaten en la propia Asamblea General de Naciones Unidas, en su Primera Comisión, que hoy se denomina de Desarme y Seguridad Internacional.¹³⁸

Esta Primera Comisión tiene lugar en el seno del periodo de sesiones ordinario de la Asamblea General: Dedicar una semana al debate general (sobre asuntos de seguridad y desarme), luego entra a un debate de 6 semanas exclusivamente sobre asuntos de desarme en una extensa agenda mucho más amplia que la que posee la Conferencia de Desarme.

A nivel político, examina y evalúa la situación internacional; debate programas de desarme; analiza tendencias para elaborar medidas pertinentes para un proceso de desarme; debate el establecimiento de zonas libres de armas nucleares y proyectos de convenciones sobre armas convencionales; busca

¹³⁷ Gobierno de España- Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación: “CD (Conferencia del Desarme)”. Disponible en: <http://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/OficinadelasNacionesUnidas/es/quees2/Paginas/Otros%20Organismos%20y%20Fondos/CD.aspx>

¹³⁸ La Asamblea divide su trabajo entre distintas Comisiones en las que están representados todos los Miembros, y en ellas tienen lugar normalmente los debates más importantes. Las Comisiones de la Asamblea General son siete.

garantías para los Estados que no poseen armas nucleares. Políticamente aboga por el desarme total y completo.¹³⁹

b) Comisión de Desarme

Esta Comisión actúa como órgano especializado que examina los aspectos técnicos tales como la creación de directivas para las transferencias internacionales de armas y el establecimiento de zonas exentas de armas nucleares, entre otros aspectos.¹⁴⁰

Está abierta a la participación de todos los Estados Miembros de Naciones Unidas; se reúne anualmente y continúa siendo un elemento importante de presión hacia el desarme de armas convencionales y nucleares. Asimismo, se realizaron en muchas ocasiones Asambleas Extraordinarias sobre Desarme.¹⁴¹

c) Oficina de Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas (UNODA)

El UNODA fue creado en 1982 por recomendación del segundo período extraordinario de sesiones de la Asamblea General dedicado al desarme, el cual funcionó como un departamento hasta 1992. Desde 1992 hasta finales de 1997, fue un Centro dentro del Departamento de Asuntos Políticos. A partir de entonces, se convirtió en el Departamento de Asuntos de Desarme y en el año 2007 se transformó en la actual Oficina de Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas (UNODA).

La Oficina promueve los objetivos de desarme nuclear y no proliferación, y el fortalecimiento de los regímenes de desarme con respecto a otras armas de destrucción en masa, armas químicas y biológicas.

La Oficina presta apoyo sustantivo y organización a la labor de formulación de normas sobre desarme, a través de la Asamblea General y su Primer Comisión, la Comisión de Desarme, la Conferencia de Desarme y otros órganos. Asimismo promueve medidas de desarme a través del diálogo, la transparencia y el fomento de la confianza en cuestiones militares.¹⁴²

d) Conferencia de Desarme

La Conferencia de Desarme es un organismo de negociación multilateral. Está compuesta por 65 miembros permanentes, entre los que se encuentra la Argentina, y estructura sus miembros en líneas geopolíticas históricas: El Grupo de Occidente, el Grupo de Países No Alineados y el Grupo de Países de Europa del Este. China no es miembro de ningún grupo.

Se reúne una vez al año en Ginebra, y cada reunión dura 24 semanas.

Está compuesta internamente por un Presidente temporal, el cual es rotado siguiendo el orden alfabético inglés. Cada año se suceden seis presidencias. Asimismo, el Presidente es asistido en sus funciones por un Secretario General y por el Departamento de Asuntos de Desarme (ODA).

Adopta su propio reglamento y es completamente autónoma para decidir su propio orden del día- el cual lo decide al inicio de cada sesión anual, tomando en consideración las recomendaciones de la Asamblea General, a la cual cada año le informa sobre el desarrollo de sus trabajos.

¹³⁹ Figueroa, Uldaricio P.: “*Organismos Internacionales*”, 2ª ed., Santiago, Rill editores, 2010, T. I, p. 292 a 301. Disponible en: http://books.google.com.ar/books?id=wFmuYq-KTFoC&pg=PA296&lpg=PA296&dq=Conferencia+de+Desarme+importantes+%C3%A9xitos+en+1993+con+la+suscripci%C3%B3n&source=bl&ots=aWjTXHm6dG&sig=7G-fXVA7TSs9eX_lp0DhzlK3B_4&hl=es-419&sa=X&ei=U1o1VKnwJojlsASV-4CAAQ&ved=0CCIQ6AEwAA#v=onepage&q=Conferencia%20de%20Desarme%20importantes%20C3%A9xitos%20en%201993%20con%20la%20suscripci%C3%B3n&f=false

¹⁴⁰ Naciones Unidas- Centro de Información para México, Cuba y República Dominicana: “*Organismo de la ONU para el Fomento del Desarme*”. Disponible en: <http://www.cinu.org.mx/temas/desarme/organismos.htm>

¹⁴¹ Figueroa, Uldaricio P., op.cit., p. 292 a 301.

¹⁴² Naciones Unidas: “*Desarme. Oficina de Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas*”. Disponible en: <http://www.un.org/es/disarmament/>

Centra sus trabajos en torno a unos sectores clave: armas nucleares en todos sus aspectos; armas químicas; otras armas de destrucción masiva; armas convencionales; transparencia en materia de armamentos; entre otros.

Para decidir se utiliza el principio del Consenso, interpretado como ausencia de oposición explícita de un Estado miembro.

El Balance de la Conferencia está incluido en el de las Naciones Unidas.¹⁴³

Después de haber logrado la CD importantes éxitos en 1993 con la suscripción de una Convención sobre Armas Químicas y en 1996 con el Tratado Amplio de Prohibición de Ensayos Nucleares, ha entrado en un período de muy lento andar; esta paralización obedece al procedimiento vigente originalmente propuesto por Estados Unidos en el sentido de que la Conferencia de Desarme solamente actúe por consenso. La Conferencia está paralizada entre otros asuntos, por las opiniones divergentes acerca de la prioridad que debería darse a la prohibición propuesta por China y otros países para emplazar armamentos de cualquier tipo en el espacio, la preocupación por los planes norteamericanos sobre defensa con misiles en el espacio y, falta de consenso entre sus miembros acerca de las prioridades para tratar asuntos de desarme.¹⁴⁴

e) Instituto de las Naciones Unidas de Investigación sobre el Desarme (UNIDIR)

El UNIDIR es un organismo autónomo creado por la Asamblea General en el marco de la Organización de las Naciones Unidas. Comenzó sus actividades en 1980 y sus estatutos fueron aprobados por la Asamblea General en 1984. Tiene su sede en Ginebra y se financia a través de contribuciones voluntarias de los Estados y de organizaciones públicas y privadas.

Se encarga de investigar de forma independiente sobre cuestiones de desarme y problemas de seguridad internacional.

La organización, dirección y gestión recae sobre una Director nombrado por el Secretario General de las Naciones Unidas, previa consulta del Consejo.¹⁴⁵

f) Junta Consultiva en Asuntos de Desarme

Esta Junta asesora al Secretario General sobre cuestiones relativas a la limitación de armamentos y desarme, y sirve como Junta de Consejeros del UNIDIR. También asesora sobre la aplicación de las recomendaciones del Programa de las Naciones Unidas de Información sobre Desarme.¹⁴⁶

g) Programa de las Naciones Unidas de Información sobre Desarme

Este se lleva a cabo a través de publicaciones, eventos especiales, reuniones, seminarios, mesas redondas, exposiciones y una página web sobre cuestiones de desarme.

¹⁴³ Gobierno de España- Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación: "CD (Conferencia del Desarme)". Disponible en: <http://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/OficinadelasNacionesUnidas/es/quees2/Paginas/Otros%20Organismos%20y%20Fondos/CD.aspx>

¹⁴⁴ Figueroa, Uldaricio P., op.cit., p. 292 a 301.

¹⁴⁵ Gobierno de España- Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación: "CD (Conferencia del Desarme)". Disponible en: <http://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/OficinadelasNacionesUnidas/es/quees2/Paginas/Otros%20Organismos%20y%20Fondos/CD.aspx>

¹⁴⁶ Naciones Unidas: "Temas Mundiales: Desarme: Organismos, Oficinas y Recursos de las Naciones Unidas". Disponible en: <http://www.un.org/es/globalissues/disarmament/agencies.shtml>

h) Programa de las Naciones Unidas de Becas sobre el Desarme

Este fue iniciado por la Asamblea General en 1978. Ha capacitado a más de 600 funcionarios públicos de alrededor de 150 países, muchos de los cuales ocupan ahora puestos de responsabilidad en la esfera del desarme en el marco de sus propios gobiernos.

i) Entre otros, tales como:

- Comisión de las Naciones Unidas sobre Usos Pacíficos del Espacio Ultraterrestre (COPUOS);
- Oficina de los Asuntos del Espacio Ultraterrestre (UNOOSA);
- Mantenimiento de la Paz de las Naciones Unidas;
- Registro de las Armas Convencionales de las Naciones Unidas;
- Sistema de las Naciones Unidas para la normalización de los informes sobre gastos militares; Desarme y Desarrollo;
- Organización del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (CTBTO);
- Organismo Internacional de Energía Atómica (todo lo relativo a este organismo será desarrollado a continuación).

7.3.1.3. El OIEA

El OIEA se creó en Viena, en 1957, como organización intergubernamental independiente de las Naciones Unidas. La Comunidad Internacional, en momentos en que tomaba impulso la carrera de armamentos nucleares, decidió que se necesitaba una organización especial en el sistema que se ocupara de las cuestiones nucleares. En aquel entonces, el objetivo fue la promoción de las aplicaciones pacíficas de la energía atómica.

No obstante, en la actualidad, los programas y actividades del OIEA se ampliaron de manera considerable; las diversas actividades en que el OIEA ejerce su control se refieren a:

- a) Sistema de Salvaguardias;
- b) La Seguridad Radiológica;
- c) El desarrollo de la Energía Nucleoeléctrica;

El Organismo es más conocido por su labor de salvaguardias, es decir, por sus esfuerzos para que su sistema mundial de vigilancia e inspección de materiales nucleares siga siendo eficaz.

El OIEA colabora con casi todos los organismos de las Naciones Unidas en esferas científicas muy diversas: mejoramiento de la sanidad humana, promoción de la seguridad alimentaria, control de la contaminación, aprovechamiento de los recursos de agua dulce, comprensión de los cambios climáticos, protección de los océanos, aumento de la producción de energía y otra cantidad de temas que constituyen preocupaciones que afectan al desarrollo económico y al ambiente.

El principio rector de la cooperación técnica en materia de energía y seguridad nuclear es velar por que los gobiernos dispongan del marco jurídico, la experiencia, los recursos humanos y los medios para proteger, controlar y explotar la energía nuclear de manera sostenible.

El OIEA está compuesto principalmente por dos órganos: la Conferencia General (forman parte todos los Estados miembros) y la Junta de Gobernadores.

7.3.1.3.1. Sistema de Salvaguardias del OIEA

Las salvaguardias del OIEA constituye un conjunto de actividades por las cuales el Organismo trata de verificar que un Estado no esté utilizando materiales o equipos nucleares para desarrollar o producir armas nucleares.

Este sistema permite advertir de inmediato a la comunidad internacional de todo posible desvío o producción clandestina de materiales nucleares que puedan utilizarse para fines de armamento. Para detener una mayor propagación de las armas nucleares, el Organismo se vale de la cooperación internacional y de la creación de conciencia en los planos bilateral, regional y mundial.

El OIEA realiza inspecciones independientes de todos los materiales e instalaciones nucleares sometidos a acuerdos de salvaguardias con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos de no proliferación.

Asimismo, el OIEA está obligado a aplicar salvaguardias (asegurar que los materiales fisionables, servicios, equipos, instalaciones e información suministrada por el Organismo- no sean utilizados de modo que contribuyan a fines militares) a pedido de cualquier parte en virtud de un arreglo bilateral o multilateral en el campo de la energía atómica.

Las salvaguardias no se relacionan directamente con la seguridad de las instalaciones nucleares ni con la seguridad física de los materiales nucleares. En esta dos esferas, la responsabilidad primordial le corresponde a los Estados, aunque desempeña ciertas funciones como las de elaborar normas de seguridad, prestar asistencia y servicios técnicos y organizar el intercambio de tecnologías.

Luego de la Guerra del Golfo, a mediados de 1997, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó un modelo de Protocolo Adicional para complementar las actuales salvaguardias. Dichas medidas complementarias tienen por objeto alertar en forma más rápida y eficaz a la comunidad internacional ante toda posible producción o desviación de materiales nucleares para fines militares.¹⁴⁷

7.3.1.4. Acuerdos internacionales suscritos por Argentina en materia de desarme y control de armas de destrucción masiva:

a- Tratado de No proliferación de Armas Nucleares (TNP) de 1968:

En el año 1968 se celebró el Tratado de la No Proliferación de Armas Nucleares (TNP) en el contexto de la XXI Asamblea General de las Naciones Unidas. Este tratado prohíbe las armas y explosivos nucleares para cualquier finalidad. A través de este instrumento los signatarios se comprometen a no transferir armas nucleares, ni recibirlas de ninguna parte.

Los Estados que no disponen de armas nucleares se comprometen a no fabricar, ni adquirirlas, y se prohíbe toda prestación de ayuda a este respecto. La autoridad internacional de la Energía Atómica administra un sistema de salvaguardias para verificar el cumplimiento del Tratado. A cambio de este compromiso de parte de las naciones que no poseen las armas, el Tratado garantiza "la libre transferencia de la tecnología nuclear para los propósitos pacíficos y sin discriminación.

El autor Héctor L. Lacomini menciona algunas de las razones por las que nuestro país en un primero momento se rehusó a formar parte del convenio: el Tratado reserva de modo discriminatorio los derechos sobre las armas y explosivos nucleares a los Estados ya poseedores de aquellas tecnologías; y por otro lado no incluye garantías sobre la posible agresión de los "países nucleares", posibilitando en definitiva el desarrollo de la industria bélica nuclear: "...*naturalmente, son obvias las razones que justifican su no ratificación por nuestro país, ya que privilegia a un número reducido de naciones que poseen el monopolio de armamentos nucleares y tecnologías derivadas...*"¹⁴⁸

Sin perjuicio de lo expuesto, en el año en el año 1994 el Congreso Argentino aprobó el TNP y en febrero de 1995 nuestro país depositó el instrumento de adhesión en Washington. Allí también manifestó el apoyo a la extensión indefinida del mismo (siendo el Tratado en ese mismo año prorrogado indefinidamente). En 1995 se publica la Ley N° 24.448.

¹⁴⁷ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. II, op.cit., p. 335 a 338.

¹⁴⁸ Lacomini Héctor L., op.cit., p. 64.

b- Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en América Latina y el Caribe y sus dos Protocolos Adicionales, conocido como Tratado Tlatelolco de 1967:

Este tratado fue firmado en Tlatelolco (México) y prohíbe, en América Latina y en la zona del Caribe, el uso, la fabricación, el ensayo, almacenamiento, recibimiento y posesión de armas nucleares, favoreciendo el uso pacífico de la energía nuclear.

Fue el primer tratado de esta naturaleza concentrado en el mundo, lo que impulsó la suscripción de otros acuerdos regionales con el mismo propósito. Tiene su sede en México.

Con respecto al control existe un doble sistema de fiscalización; los países signatarios se someten a los controles e inspecciones realizados por el Organismo para la Proscripción de Armas Nucleares en América Latina (OPANAL), éste es el organismo ejecutivo del tratado, y por otro lado se someten al control e inspección que realiza el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), siendo en concreto éste último el que realiza las actividades de vigilancia y verificación de las labores nucleares.

El autor Lacomini explica que la Argentina, en un primer momento se ha negado a suscribir este tratado (al igual que en el Tratado de la No Proliferación de Armas Nucleares-TNT), por considerar que el mismo vulneraba el principio de igualdad de los Estados: “...las potencias hegemónicas en materia nuclear monopolizan el desenvolvimiento mundial, beneficiándose con las divisas que obtienen por la asistencia tecnológica, mientras por su lado prosiguen aumentando el arsenal nuclear bélico”.¹⁴⁹

No obstante, en el año 1993, la República Argentina ratifica el Tratado de Tlatelolco, publicándose en el mismo año la Ley N° 24.272.

c- Agencia Brasileña- Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC)

Se trata de un mecanismo bilateral y recíproco de inspección de sus respectivos programas nucleares entre Argentina y Brasil. Este mecanismo se estableció en el año 1991.^{150 151}

d- Otros acuerdos:

- Tratado que prohíbe emplazar armas nucleares y de destrucción masiva en los fondos marinos (en la Argentina en el año 1981 se dictó la Ley N° 22.507).
- Tratado sobre Proscripción de Ensayos con Armas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio Exterior y en Aguas Submarinas(en la Argentina en el año 1986 se dicta la Ley N° 23.340)
- Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares aceptado por la Asamblea General de NU (en la Argentina en el año 1998 se dictó la Ley N° 25.022).
- Acuerdo sobre la realización de actividades relacionadas con las instalaciones de vigilancia internacional al servicio del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares, suscripto con la Secretaría de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares, en Viena (en la Argentina en el año 2004 se dictó la Ley N° 25.837).
- Tratado sobre el Espacio Exterior de 1967: Prohibió el emplazamiento de armas nucleares en el espacio ultraterrestre.
- Tratado Antártico de 1959: Este Tratado declaró Zona desmilitarizada y libre de armas nucleares.¹⁵²

¹⁴⁹ Lacomini Héctor L., op.cit., p. 65- 66.

¹⁵⁰ Castro Jorge: “Argentina es un país relevante en materia nuclear”. Clarín (14-04-2010). Consultado en: <http://edant.clarin.com/diario/2010/04/14/elpais/p-02180497.htm>

¹⁵¹ CNEA: “Declaración conjunta concerniente a la creación de la Agencia Argentino- Brasileña de Aplicaciones de la Energía Nuclear (ABAEN)”. Octubre- Diciembre 2001. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/sites/default/files/declaracion_abaen.pdf

¹⁵² CNEA: “¿Qué es la CNEA?: Principales Tratados Internacionales sobre Energía Nuclear suscriptos por la República Argentina (1966-2010)”. Consultado en: http://www2.cnea.gov.ar/que_es_la_cnea/juridicos_internacional.php

7.3.2. Derecho Internacional en el Campo de la seguridad nuclear

7.3.2.1. Seguridad Radiológica del OIEA

En este ámbito existen normas internacionales en cuya elaboración y perfeccionamiento el OIEA, juntamente con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia para la Energía Nuclear (NEA) del Organismo para la Cooperación y el desarrollo Económico (OCDE), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), han desempeñado un papel destacado revisando y actualizando sus Normas Básicas Internacionales de Seguridad (NBS) para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación.

Las nuevas normas tienen por objeto garantizar la seguridad de todos los tipos de fuentes de radiación y complementar las normas de seguridad técnica elaboradas para las fuentes de radiación de gran tamaño y complejidad, como los reactores nucleares y las instalaciones de gestión de desechos radiactivos. No obstante, es de menester destacar que estas normas no revisten carácter obligatorio, pudiendo ser utilizadas como guía para quienes trabajan en el ámbito de la protección radiológica.¹⁵³

7.3.2.2. Convención sobre Seguridad Nuclear

Esta Convención se llevó a cabo en junio del año 1994 en el marco de una Conferencia Diplomática convocada por el Director General con la autorización de la Junta de Gobernadores del OIEA, en la sede del Organismo de Viena.

La Convención constituye el primer instrumento jurídico de carácter internacional que aborda de modo directo la cuestión de la seguridad de las centrales nucleares.

La Convención tiene por objeto conseguir y mantener un alto grado de seguridad, proteger a las personas, sociedad y medio ambiente de las radiaciones ionizantes y prevenir y mitigar los accidentes. Obliga a los Estados parte a dictar medidas internas para poner en ejecución las disposiciones de la convención. Entre otras regulaciones establece el sistema de licencias previas, manda que los estados parte establezcan un órgano regulador de actividades nucleares separado de las entidades operativas y asignen recursos financieros y humanos para los fines previstos en la convención. Contiene disposiciones sobre protección radiológica, emergencias, emplazamiento de instalaciones nucleares, su diseño, construcción y explotación, además de sobre cuestiones generales y procedimentales de estilo en los tratados internacionales.¹⁵⁴

7.4. Régimen jurídico respecto al transporte de materiales radiactivos

El transporte de materiales radiactivos está regulado con estrictos criterios de seguridad; estos criterios son mucho más restrictivos que los aplicados a los materiales peligrosos convencionales (por ejemplo: explosivos, tóxicos, inflamables, entre otros).

7.4.1. Reglamentación internacional para el transporte de materiales radiactivos

El documento que se utiliza en todos los países como base para regular el transporte de tales materiales es el "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos" del OIEA, el cual tiene como objetivo establecer requisitos que deben satisfacerse para garantizar la seguridad y proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente de los efectos de las radiaciones en el transporte de materiales radiactivos.

¹⁵³ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. II, op.cit., p. 335 a 338.

¹⁵⁴ IAEA: "Convención Internacional sobre Seguridad Nuclear: Un Hito Histórico". Boletín del OIEA, 31/1994. Consultado en: http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull363/Spanish/36302043640_es.pdf

Existen, además, otras reglamentaciones internacionales, que coinciden con el Reglamento del OIEA, tales como:

- Las "Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea" de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI).
- El "Código marítimo Internacional de mercancías peligrosas" (Código IMDG) de la Organización Marítima Internacional (OMI).
- La "Reglamentación sobre mercancías peligrosas" de la International Air Transport Association (IATA).

7.4.2. Reglamentación nacional para el transporte de materiales radiactivos

En la Argentina, el transporte de material radiactivo debe efectuarse de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), cuya edición del año 1985 (enmendada en 1990) se encuentra vigente desde diciembre de 1985, a través de la resolución 160/ 93 del directorio de la CNEA. Por decreto 1540/ 94, desde 1995 se transfirieron las funciones fiscalizadoras al ENREN, y posteriormente, por la Ley Nacional de la Actividad Nuclear 24.804 y el dec. PEN 358, a partir de 1997 las funciones mencionadas se transfirieron a la ARN.

Asimismo, en el país existen otras reglamentaciones en materia de transporte por carretera y ferrocarril, tales como:

- El "Reglamento Nacional de Tránsito y Transporte" (el Decreto 692/ 92);
- La Ley de Tránsito N° 24.499 (reglamentada por el Decreto 777/ 95);
- La Resolución N° 195/ 97 sobre normas técnicas para el transporte de mercancías peligrosas por carretera;
- Y demás reglamentaciones establecidas por la Secretaría de Obras Públicas y Transporte de la Nación.

En materia de transporte marítimo, fluvial y aéreo, la República Argentina, al igual que la mayor parte de los países, ha adoptado las reglamentaciones de:

- La Organización Marítima Internacional (OMI);
- La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)
- La Asociación del Transporte Aéreo Internacional (en inglés, IATA).

Estas reglamentaciones han adoptado (con distintos períodos de transición), durante el año 2011, la Edición de 2009 del "Reglamento para el Transporte Seguro de materiales radiactivos" del OIEA.¹⁵⁵

¹⁵⁵ Bellorio Clabot, Dino: "Tratado de Derecho Ambiental", T. II, op.cit., p. 334 - 335.

8. CONCLUSIÓN

Existen suficientes razones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sobre todo por las fuentes de energía.¹⁵⁶

Frente a este panorama, la energía nuclear, ofrece grandes soluciones, pues se puede aseverar que ésta constituye una opción para reducir las emisiones y los residuos procedentes de la generación de electricidad y atenuar los efectos de las actividades del sector energético sobre la salud y medio ambiente.

Se puede afirmar que los residuos, emisiones y riesgos que ocasionan las centrales nucleares e instalaciones del ciclo del combustible son menores que las que provocan las cadenas que intervienen en la generación de electricidad a partir de la quema de los combustibles fósiles. Un ejemplo de esto se lo puede observar en el año 1999 donde la energía nucleoelectrónica liberó 40 a 100 veces menos dióxido de carbono que las cadenas de combustibles fósiles; asimismo, si en dicho año se hubiesen sustituido las centrales nucleares que se explotaban en el mundo por centrales energéticas alimentadas con combustibles fósiles, las emisiones de dióxido de carbono procedentes del sector energético hubiesen aumentado en más de un 80%. Otro ejemplo que se puede mencionar es el caso de Francia, donde, las emisiones de dióxido de carbono y de dióxido de azufre se redujeron en más de tres veces entre 1982 y 1992- a pesar de que la producción de electricidad se duplicó- considerando muchos expertos que esto sucedió gracias a la participación de la energía nucleoelectrónica.

Sin perjuicio de lo expuesto, se debe reconocer - como ya se ha señalado- que la operación de una central nuclear genera productos radiactivos y conlleva riesgos.

- Con respecto a los productos radiactivos, se alega que la mayor parte de éstos quedan dentro de la instalación- siendo un porcentaje muy pequeño el que sale al exterior; como es tan baja la radioactividad que libera una central nuclear al medioambiente, los niveles de detección no alcanzan a medirla,- aunque, se reconoce que podría- por vía directa o indirecta, en algún momento llegar al hombre. En estos casos, se advierte que el hombre podría padecer tumores y efectos sobre la descendencia (si las células afectadas son integrantes de alguna parte del sistema de reproducción que transmite características genéticas, y esas células resultan alteradas, la descendencia puede llegar a tener algunos efectos). Sin embargo, se debe tener en cuenta, que muchos científicos consideran que son muy pocas las probabilidades de desarrollar un tumor y de afectar a las generaciones futuras por esta causa.¹⁵⁷
- Con respecto al factor riesgo, se debe tener en cuenta que las probabilidades de que ocurra un accidente nuclear son mínimas, aunque no se descarta, que en caso de ocurrir, sus consecuencias serían desastrosas.

Otro gran cuestionamiento que reciben las centrales nucleares- y que se ha mencionado a lo largo de toda la investigación- es todo lo relativo al desmantelamiento; en la Argentina, aún ninguna planta nuclear ha sido desmantelada, pues se considera que ninguna ha cumplido aún su ciclo de vida útil. Por ésta razón, se medita que, al momento no se pueden evaluar los beneficios y perjuicios concretos de esta fuente energética. Algo similar ocurre con los desechos radiactivos, pues en ambos casos, son las generaciones futuras quienes van a tener que lidiar con éstos.

Se reconoce que las reglamentaciones elaboradas y puestas en práctica desde hace varios decenios- con miras a limitar las emisiones radiactivas (producto del normal y anormal funcionamiento de una central nuclear), cumplen los criterios para la protección de la salud humana y resultan suficientemente adecuadas para proteger el medio ambiente. Se reitera, no caben dudas del excelente marco jurídico que existe- tanto nacional como internacional- sobre ésta energía.

¹⁵⁶ Los rayos calóricos del sol, en condiciones normales, llegan hasta la superficie y rebotan nuevamente hacia el espacio. En la actualidad, y ya desde hace algunos años, el planeta posee una capa de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, lo que dificulta el retorno de los rayos del sol hacia el exterior, produciéndose, en consecuencia, un rebote de calor que aumenta, sin poder salir la temperatura del planeta. Este procedimiento es considerado como una grave amenaza para la humanidad y el medio ambiente, no sólo por el "calentamiento global", sino que también podría provocar el aumento de la frecuencia y la gravedad de las inundaciones, sequías y huracanes.

¹⁵⁷ Fertello, Luis F. y Colaboradores: "Ambiente y Energía", 1ª ed., Buenos Aires, Gráfica y Editora SA, 1999, T.I, p. 87 a 118.

No obstante, la percepción de ocultación y falta de franqueza que caracteriza la operación de las plantas de energía nuclear, genera grandes cuestionamientos en torno a éstas.

Respecto al régimen de no proliferación nuclear, se considera que otorga incentivos que son ponderados a la luz de los intereses nacionales, aunque no se descarta el carácter discriminatorio que tiene el Tratado de No Proliferación Nuclear.

En los próximos años se acrecentará la demanda de energía y, en particular, la necesidad de aumentar la capacidad de generación de electricidad. Estas exigencias se sumarán a la necesidad de reducir los efectos del quemado de combustibles fósiles sobre la salud y el medio ambiente. Deberán desarrollarse en conjunto todas las fuentes energéticas y opciones tecnológicas disponibles que permitan alcanzar los objetivos de protección del medio ambiente y de eficiencia económica a corto, mediano y largo plazo.

Mucho se ha dicho respecto a las energías renovables, pero lo cierto es que actualmente- en la Argentina no hay avances suficientes en cuanto al almacenamiento de éstas, pues se debe tener en cuenta, que las energías renovables, por lo general son intermitentes, y por ende, si se desea proveer la electricidad de forma masiva, se deben desarrollar formas efectivas y económicas de almacenamiento. Asimismo, otra desventaja inherente a este tipo de energías es su dispersión (si se desean cantidades significativas, habrá que recogerlas en grandes extensiones de la tierra), lo que también aumenta considerablemente su costo. Se puede afirmar, que los subsidios masivos que recibe la industria nuclear, entre otras, conlleva a una menor inversión en energías limpias alternativas.

Sin perjuicio de lo expuesto, vale aclarar que muchos países han estado incursionando con el novedoso sistema fotovoltaico, el cual permite obtener energía mediante paneles solares fijados en los techos de las propiedades, los cuales acumulan la luz solar y la transforman en electricidad. Lo novedoso de este sistema es la posibilidad de proveer de electricidad a la compañía eléctrica (a la red) mediante el uso de un sistema bidireccional. Es decir, la electricidad generada por el sistema fotovoltaico, se destina principalmente a la propiedad de quien tenga un panel solar, pero en caso de que sobrase electricidad, el exceso de ésta se provee a la compañía eléctrica obteniéndose un crédito por ello.¹⁵⁸

La Agencia Internacional de Energía afirma que las regiones más avanzadas en el uso de las energías renovables son: China, Estados Unidos, Japón, la Unión Europea, Brasil.¹⁵⁹

Asimismo, se quiere destacar el caso de Holanda: este país es considerado pionero en la adaptación al cambio climático, siendo algunas de sus políticas en el último tiempo: la creación de conciencia en el ahorro energético, el desarrollo de energías renovables, la producción de microalgas para biodiesel, la generación de gas natural con captura y almacenamiento de CO₂, entre otras.

Por lo expuesto hasta aquí se considera que Argentina debe concentrarse en los próximos años en el desarrollo de fuentes energéticas renovables, que no cabe duda serán el futuro. Pues está a la vista su poca contaminación e impacto ambiental en comparación con el resto de energías.

Por último no se debe dejar de mencionar la situación actual que atraviesa el país en materia de energía- al presente la Nación, está atravesando una fuerte crisis energética:

- En relación al Gas Natural, desde el año 2003 se puede observar una tendencia declinante en su producción, lo que obligó al gobierno nacional a tomar una serie de medidas en el sector: se cancelaron las exportaciones de gas natural a Chile, se comenzó a importar el Gas Natural proveniente de Bolivia y del GNL (Gas Natural Líquido), se sustituyó el Gas Natural por Gas Oil y Fuel Oil- como combustible para la generación térmica, y se restringió el consumo de gas a usuarios industriales.
- En relación al Petróleo y sus Derivados, la producción en la Argentina ha estado disminuyendo en los últimos años. A esto se sumó la problemática de no contar con los insumos claves para la industria y servicios. Actualmente, el país no puede autoabastecerse, y por ende se hacen compras externas.

¹⁵⁸ Department of Community Services and Development: "Energía Solar para toda California". Disponible en: <http://www.csd.ca.gov/Portals/0/Documents/FinalSpanish.pdf>

¹⁵⁹ International Energy Agency: "World Energy Outlook". 2013, p. 6 a 8. Disponible en: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013_Executive_Summary_Spanish.pdf

- Con respecto a la electricidad, es importante destacar el congelamiento que existe en las tarifas de energía eléctrica, es decir, los valores han quedado por debajo de los precios internacionales, siendo el gobierno quien cubre los verdaderos precios mediante los subsidios; esto ha derivado en una ausencia de inversiones en estos sectores- tanto las requeridas para la expansión de las redes como las necesarias para su mantenimiento. Como consecuencia de esto, combinado con la demanda creciente que existe, se han generado cortes programados y no programados del suministro eléctrico, derivando en serios perjuicios económicos a los usuarios del sistema.

En resumen, se destaca que en la actualidad existe una ausencia de incentivo para la exploración y explotación de yacimientos de petróleo y gas; esto es resultado del congelamiento de precios en ambos combustibles, sumado a la falta de reglas de juego claras y estables que fomenten la inversión en el sector. El gobierno ha intentado hacer frente a esta situación tomando diferentes medidas, entre la que se puede mencionar la nacionalización de YPF en el porcentaje de las acciones en propiedad de la petrolera española REPSOL S.A. El objetivo de esta medida ha sido revertir el proceso de disminución de la inversión en exploración y explotación de Petróleo y Gas Natural de YPF.

No obstante, aún no se ha podido hacer frente a esta situación, y se siguen sumando diferentes problemas- como es el de la falta de divisas extranjeras para pagar la energía que se importa.

Como consecuencia de este panorama, se considera que se debe crear conciencia en cuanto al consumo energético -que como se ha dicho a lo largo de toda la investigación, ha estado aumentando en los últimos años- alcanzando niveles alarmantes, y esto se debe, en gran medida, a que la energía en nuestro país es casi gratuita; si se vendiese a un costo real, su uso se controlaría mejor, aunque un gran sector de la población se vería afectado; razón por la cual se debe encontrar un virtuoso punto de equilibrio entre los subsidios que se otorgan y la protección al sector social más vulnerable.

El crecimiento energético, responde principalmente a tres grandes sectores: demanda residencial, comercial y transporte. Si se pudiese reducir en forma sustancial la energía consumida en todos esos sectores, los beneficios serían numerosos e importantes: se permitiría disociar crecimiento económico del consumo energético, reducir el impacto ambiental (incluyendo el recalentamiento global), y por último, disminuir la dependencia de la energía importada, permitiéndose así obtener un crecimiento económico saludable.

La reducción del consumo energético, también se puede obtener recurriendo a diferentes tecnologías, como son los métodos de aislación, ventanas que admiten el pasaje de luz pero que aíslan el calor, sistemas de iluminación que, a la vez mejoren la visibilidad y reduzcan el consumo eléctrico, nuevos sistemas de aire acondicionado que reduzcan el consumo eléctrico por unidad de enfriamiento, vehículos de transporte híbridos, entre otros. Para esto se requiere inversión de capital en estas tecnologías.¹⁶⁰

¹⁶⁰ "Sin Gas y Sin Plata". La Nación (16-10-2014). Consultado en: <http://www.lanacion.com.ar/1735926-sin-gas-y-sin-plata>

9. BIBLIOGRAFÍA

- Bellorio Clabot, Dino: *“Tratado de Derecho Ambiental”*, 1ª ed., Buenos Aires, Ad- Hoc, 2004, T. II.
- Bellorio Clabot, Dino: *“Tratado de Derecho Ambiental”*, 2ª ed., Buenos Aires, Ad- Hoc SRL, 1999, T. I.
- Esteves Belén: *“Democratización Energética. 100% Renovable la Energía del Futuro: Análisis Jurídico-Institucional comparado de las Energías Renovables en la Argentina y Alemania: Recomendaciones de Políticas Públicas para su desarrollo”*, 1ª ed., Bs.As., Editorial Concordia, 2011
- Fertello, Luis F. y Colaboradores: *“Ambiente y Energía”*, 1ª ed., Buenos Aires, Gráfica y Editora SA, 1999, T.I.
- Goldsmith James: *“The Trap”*. Copyright 1995. Traducción por Magariños de Melo, Mateo J.: *“La Trampa”*, 1ª ed., Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 1995.
- Lacomini, Héctor L.: *“Derecho de la Energía Nuclear”*, 1ª ed., Bs.As., Astrea; 1988.
- Lencina Gustavo: *“El Aprendiz de Brujo - La Energía Nuclear y los Caminos del Apocalipsis”*, 1ª ed., México, D.F., Ed.: Smashwords; 2013.
- Llambías, Jorge J., *Tratado de Derecho Civil. Obligaciones*, Bs. As., Perrot, t. IV-B.

9.1. Sitios en internet

9.1.1. Bibliografía consultada en internet

- Alonso Gustavo, Ramírez Ramón, Palacios Javier C.: *“Análisis de Costos Nivelados de la Generación de Electricidad. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares”*. Preparado para LAS-ANS, 2006. Consultado en: <http://www.las-ans.org.br/apresentacao2006/2%20Palacios.pdf>
- Añasco Raúl: *“Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares: una actividad en crecimiento a nivel mundial”*. Comisión Nacional de Energía Atómica (julio/Diciembre 2002). Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/revista_cnea/7/desmantelamiento.pdf
- Figueroa, Uldaricio P.: *“Organismos Internacionales”*, 2ª ed., Santiago, Rill editores, 2010, T. I. Disponible en: http://books.google.com.ar/books?id=wFmuYq-KTFoC&pg=PA296&lpg=PA296&dq=Confere+ncia+de+Desarme+importantes+%C3%A9xitos+en+1993+con+la+suscripci%C3%B3n&source=bl&ots=aWjTXHm6dG&sig=7G-fXVA7TSs9eX_ip0DhzIK3B_4&hl=es-419&sa=X&ei=U1o1VKnwJojIsASV-4CAAQ&ved=0CCIQ6AEwAA#v=onepage&q=Conferencia%20de%20Desarme%20importantes%20%C3%A9xitos%20en%201993%20con%20la%20suscripci%C3%B3n&f=false
- Menéndez, Augusto J.: *“La Constitución Nacional y el Medio Ambiente”*, 1ª ed., Mendoza, Ediciones Jurídicas Cuyo, 2000. Disponible en: http://books.google.com.ar/books?id=tRONasa9T20C&pg=PA25&lpg=PA25&dq=Men%C3%A9ndez,+Augusto+Y.+%E2%80%9CLA+Constituci%C3%B3n+Nacio+nal+y+el+Medio+Ambiente&source=bl&ots=8iKUrBs8_4&sig=i7b2Z1RzuS0ujJDF0tw4bTtPXGM&hl=es-419&sa=X&ei=jn0-VLvpFM61sQTD9YCoCA&ved=0CCUQ6AEwAQ#v=onepage&q=Men%C3%A9ndez%20Augusto%20Y.%3A%20%E2%80%9CLA%20Constituci%C3%B3n%20Nacional%20y%20el%20Medio%20Ambiente&f=false
- Real Academia Española: *“Diccionario de la lengua española”*, 22ª ed., Madrid; 2001. Consultado en: <http://www.rae.es/rae.html>

9.1.2. Artículos Periódicos

- *“Sin Gas y Sin Plata”*. La Nación (16-10-2014). Consultado en: <http://www.lanacion.com.ar/1735926-sin-gas-y-sin-plata>
- Castro Jorge: *“Argentina es un país relevante en materia nuclear”*. Clarín (14-04-2010). Consultado en: <http://edant.clarin.com/diario/2010/04/14/elpais/p-02180497.htm>
- Diez Eduardo: *“Sobre la Cuarta Central Nuclear”*. Perfil (13-07-2013). Consultado en: <http://www.nasa.com.ar/news/detail/277/2>
- Ferrer Isabel: *“Acuerdo mundial para prohibir el vertido de residuos e industriales al mar”*. El País (13-11-1993). Consultado en: http://elpais.com/diario/1993/11/13/sociedad/753145201_850215.html
- Gallo Daniel: *“Promete Garré que se construirá un submarino nuclear en el país”*. La Nación (04-06-2010). Consultado en: <http://www.lanacion.com.ar/1271651-promete-garre-que-se-construira-un-submarino-nuclear-en-el-pais>

- Ieracitano Mónica: “*Atucha II comenzó a funcionar y De Vido aseguró que la central hace al “autoabastecimiento energético”*”. Télam (27-06-2014). Consultado en: <http://www.telam.com.ar/notas/201406/69025-atucha-ii-comenzo-a-funcionar-y-de-vido-aseguro-que-la-central-hace-al-auto-abastecimiento-energetico.html>
- Krakowiak Fernando: “*El hombre que logró terminar Atucha II*”. Página 12. (28-01-2013). Consultado en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/economia/2-212739-2013-01-28.html>
- Llantos Nicola: “*Una Nueva Central Nuclear, 30 años después*”. Página 12. (29-09-2011). Consultado en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-177827-2011-09-29.html>
- Santoro Daniel: “*La historia secreta del frustrado submarino a propulsión nuclear*”. Clarín (18-09-2005). Consultado en: <http://edant.clarin.com/suplementos/zona/2005/09/18/z-03801.htm>

9.1.3. Foros

- Foro de Ecología Política: “*Residuos Nucleares y Seguridad Militar*”. Greenpeace (20-01-2003). Consultado en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/3/residuos-nucleares-y-segurida.pdf>
- Foro de la Industria Nuclear Española: “*Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 1- Energía y Fuentes de Energía*” Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo1>
- Foro de la Industria Nuclear Española: “*Cuestiones sobre la Energía. Capítulo 14- Aspectos Económicos de la Generación Eléctrica*”. Consultado en: <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-14>

9.1.4. Documentales

- Documental: “*La Pesadilla de los Desechos Nucleares*”, una producción francesa de 2009 dirigida por Gueret Eric, de 76 minutos de duración y producida por Pioche Bonne y Arte France. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=eC5z571Pp7E>
- Programa Dialogando: “*Centrales Nucleares, Chernobyl*”. Bloque 3. Consultado en: https://www.youtube.com/watch?v=qvx_QcyvTbc

9.1.5. Páginas Web Consultadas

- Asociación Argentina del Hidrógeno: “*Hidrógeno*”, 2005. Disponible en: <http://www.aah2.org.ar/hidrogeno.htm>
- ARN: “*Transporte de Materiales Radiactivos*”. Consultado en: http://www.arn.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=23&lang=es
- Chingotto Mario R.: “*Energía Mareomotriz*”. Disponible en: <http://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN813/813chingotto.pdf>
- CNEA: “*¿Qué es la CNEA?: Principales Tratados Internacionales sobre Energía Nuclear suscriptos por la República Argentina (1966-2010)*”. Consultado en: http://www2.cnea.gov.ar/que_es_la_cnea/juridicos_internacional.php
- CNEA: “*Aplicaciones Nucleares. Agropecuarias*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/agropecuarias.php
- CNEA: “*Aplicaciones Nucleares. Forense*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/forense.php
- CNEA: “*Aplicaciones Nucleares. Irradiación de Alimentos*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/irradiacion_de_alimentos.php
- CNEA: “*Aplicaciones Nucleares. Nanotecnología*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/nanotecnologia.php
- CNEA: “*Aplicaciones Nucleares. Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI)*”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/planta_irradiacion.php
- CNEA: “*Declaración conjunta concerniente a la creación de la Agencia Argentino- Brasileña de Aplicaciones de la Energía Nuclear (ABAEN)*”. Octubre- Diciembre 2001. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/sites/default/files/declaracion_abaen.pdf

- CNEA: “El Desarrollo Nuclear Argentino: 60 años de una Historia Exitosa” - Año 10- Número 37-38 - enero/junio 2010. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/revista_cnea/37/60a%C3%B1os.pdf
- CNEA: “La Política Nuclear Argentina. Evaluación y Propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica”, Marzo 2001.
- CNEA: “Medicina Nuclear. ¿Qué es la Medicina Nuclear?”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/aplicaciones_nucleares/institutos_medicos.php
- CNEA: “Noticias: Comenzó la construcción de la central nuclear Carem 25”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/noticia.php?id_noticia=650
- CNEA: “Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos (PNGRR). Gestión de los Residuos Radiactivos y de los Combustibles Gastados en la República Argentina. Informa al Honorable Congreso de la Nación correspondiente al Ejercicio 2011 Según los Prescripto por la Ley N° 25.018.” Marzo 2012. Consultado en: <http://www.cnea.gov.ar/sites/default/files/PNGRR-Informe-HCN-2011.pdf>
- CNEA: “Proyecto “CAREM”. Consultado en: <http://www.cnea.gov.ar/proyectos/carem/index.php>
- CNEA: “Seguridad Ambiental”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/politica_ambiental/seguridad_ambiental.php
- CNEA: “Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina”, 2013. Disponible en: http://www.cnea.gov.ar/pdfs/sintesis_mem/5_2013.pdf
- CNEA: “Temas Nucleares- Alternativas Energéticas para el siglo XXI”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/alternativas_energeticas.php
- CNEA: “Temas Nucleares: Energía Nucleoeléctrica”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/energia_nucleoelectrica.php
- CNEA: “Temas Nucleares: Seguridad”. Consultado en: http://www.cnea.gov.ar/temas_nucleares/seguridad.php
- Department of Community Services and Development: “Energía Solar para toda California”. Disponible en: <http://www.csd.ca.gov/Portals/0/Documents/FinalSpanish.pdf>
- Gobierno de España - Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación: “CD (Conferencia del Desarme)”. Disponible en: <http://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/Oficinade-lasNacionesUnidas/es/quees2/Paginas/Otros%20Organismos%20y%20Fondos/CD.aspx>
- Greenpeace: “Accidentes”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Fin-de-la-era-nuclear/Accidentes/>
- Greenpeace: “Energía que Destruye. A 20 Años de Chernobyl: Los Mitos de la Energía Nuclear” (2008), p.11- 12. Consultado en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/8/los-mitos-de-la-energ-a-nuclea.pdf>
- Greenpeace: “La Amenaza Nuclear. Proliferación Nuclear”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>
- Greenpeace: “La Amenaza Nuclear. Residuos Nucleares”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>
- Greenpeace: “La Amenaza Nuclear. Riesgos para la Seguridad”. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/nuclear/amenaza-nuclear/>
- Greenpeace: “Uranio. Combustible de los reactores atómicos y la industria militar”, 2012. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/8/uranio.pdf>
- IAEA PRIS (Power Reactor Information System): “Conferencia General. Examen de la Tecnología Nuclear- 2013”; 2013. Consultado en: http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC57/GC57InfDocuments/Spanish/gc57inf-2_sp.pdf
- IAEA PRIS (Power Reactor Information System): “Current Status”. Consultado en: <http://www.iaea.org/pris/home.aspx>
- IAEA: “Convención Internacional sobre Seguridad Nuclear: Un Hito Histórico”. Boletín del OIEA, 31/1994. Consultado en: http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull363/Spanish/36302043640_es.pdf
- International Energy Agency: “World Energy Outlook”. 2013. Disponible en: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013_Executive_Summary_Spanish.pdf
- Naciones Unidas - Centro de Información para México, Cuba y República Dominicana: “Organismo de la ONU para el Fomento del Desarme”. Disponible en: <http://www.cinu.org.mx/temas/desarme/organismos.htm>
- Naciones Unidas: “Desarme. Oficina de Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas”. Disponible en: <http://www.un.org/es/disarmament/>
- Naciones Unidas: “Temas Mundiales: Desarme: Organismos, Oficinas y Recursos de las Naciones Unidas”. Disponible en: <http://www.un.org/es/globalissues/disarmament/agencies.shtml>

- Na-Sa: “Centrales Nucleares- Atucha I: Presidente Juan Domingo Perón”. Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/centrales/atucha>
- Na-Sa: “Centrales Nucleares- Atucha II: Presidente Dr. Néstor Carlos Kirchner”. Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/centrales/atucha2>
- Na-Sa: “Centrales Nucleares”. Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/webroot/centrales/funcionamiento/>
- Na-Sa: “Centrales Nucleares-Embalse: Central Nuclear Embalse”. Consultado en: <http://www.na-sa.com.ar/centrales/embalse>
- Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización Mundial de la Salud, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: “Comunicado de Prensa” (2005). Consultado en: http://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/pdfs/pr_sp.pdf
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación: “Energía Geotérmica”. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=1278>
- Secretaría de Energía – República Argentina: “Conceptos sobre Energía”, 2003. Disponible en: http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/conceptos_energia.pdf
- Secretaría de Energía: “Glosario del Balance Energético”. Disponible en: <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=323>
- Suplemento del Boletín del OIEA, marzo 2007: “50 Años Decisivos- El OIEA en el Tiempo”. Disponible en: http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull482/Spanish/48201201020_su_es.pdf
- Tribunal de Tasaciones de la Nación: “Tasación de la Central Nuclear Atucha I” (2005). Consultado en: <http://www.ttn.gov.ar/institucional/descargas/NotaAtucha%20I.pdf>
- World Nuclear Association: “Nuclear Power in the World Today”, 2014. Disponible en: <http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Nuclear-Power-in-the-World-Today/>
- World Nuclear Association: “The Economics of Nuclear Power” (06-2014). Consultado en: <http://www.world-nuclear.org/info/Economic-Aspects/Economics-of-Nuclear-Power/>