



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" A R A G O N "

"CHERNOBIL, UNA CATASTROFE QUE
HA CONTRIBUIDO A GARANTIZAR
UN FUTURO DE SEGURIDAD EN
LA COMUNIDAD INTERNACIONAL"

T E S I S
P R O F E S I O N A L

Que para obtener el Titulo de:
LICENCIADO EN RELACIONES
INTERNACIONALES

P r e s e n t a :

ELIZABETH BARRANCO VAZQUEZ

Asesor: Dr. Francisco Ballina Ríos

San Juan de Aragón, Edo. de Méx. 1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CHERNOBIL, UNA CATASTROFE QUE
HA CONTRIBUIDO A GARANTIZAR UN
FUTURO DE SEGURIDAD, EN LA
COMUNIDAD INTERNACIONAL.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN RELACIONES
INTERNACIONALES
PRESENTA:
ELIZABETH BARRANCO VAZQUEZ

DEDICATORIA ESPECIAL A LA

INGENUIDAD

CARIÑO

Y

AMISTAD

A la ingenuidad representada en mi pequeña hija Alejandra, quién es uno de los motivos para "llegar a ser".

Al cariño que les tengo a mis padres Carmen y Porfirio, gracias a ellos se termina este trabajo. Ayer hija y hoy mujer, siempre me han brindado comprensión y apoyo incondicional. Ustedes y nosotras formamos un equipo que "siempre será".

A la amistad, que a pesar del tiempo y la distancia "es" al amigo. Prof. M. Arciniega Cervantes.

Gracias por escuchar y entender nuestro propósito, por ello terminamos este trabajo. Lic. Claudia Salz Roldan.

Al Dr. Francisco Ballina Ríos,
Asesor de esta investigación. Gracias mil, por su comprensión y orientación.
Por haberme permitido "Llegar".

CHERNOBIL, UNA CATASTROFE QUE HA CONTRIBUIDO A GARANTIZAR UN
FUTURO DE SEGURIDAD, EN LA COMUNIDAD INTERNACIONAL

INDICE

Introducción.....	1
<i>1.- La energía nuclear. Orígenes y primeros años</i>	
1.1 La organización Internacional de Energía Atómica Orígenes y primeros años.....	5
1.2 Organismos intergubernamentales y Organismos especializados de las Naciones Unidas.....	10
1.3 El proyecto Internacional Stripa (Suecia).....	14
1.4 Formación y capacitación de la esfera nuclear.	16
<i>II.- La evacuación de Chernobil y el control de riesgos</i>	
2.1 El accidente de la Unidad 4 de Chernobil.....	21
2.2 Efectos para la salud.....	23
2.3 Medidas de descontaminación.....	26
2.4 Radiación en países vecinos (Suecia, Polonia y Alemania).....	33
2.5 Importancia de la cultura de la seguridad después de Chernobil.....	38
<i>III.- Algunos problemas que presenta la energía nuclear</i>	
3.1 Problemas de cooperación Internacional.....	41
3.2 Procedimientos en la evacuación de los desechos radiactivos en tierra.....	45
3.3 Evacuación de desechos en las profundidades del mar.....	52
3.4 Políticas oficiales y la opinión pública.....	56
<i>IV.- Beneficios y logros de la energía nuclear en los 90's</i>	
4.1 Técnicas nucleares y su influencia en en el campo.....	60
4.2 Energía nuclear en la industria.....	63
4.3 Energía nuclear en la salud.....	65
Conclusiones.....	68
Colorario de Términos.....	74
Bibliografía.....	79

INTRODUCCION

La presente investigación tiene como objetivo, el ratificar los esfuerzos nacionales e internacionales para mejorar el comportamiento y la seguridad de las centrales nucleares. A partir de Chernobil todos los países que cuentan con centrales nucleares, analizarán este accidente en relación con la seguridad de sus propias centrales. Más ahora mismo, y no dejando atrás el riesgo de poseer una planta nuclear, Francia desafía a la opinión pública mundial con una serie de experimentos nucleares, dentro de una seguridad que sólo ellos garantizan, conociendo de antemano el daño que forma parte del juego que suelen tener las grandes potencias.

En este trabajo se comienza a citar que Organismo Internacional de Energía Atómica y el objetivo primordial que es el de unir esfuerzos para acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, salud y la asistencia que preste y que no sea utilizada con fines militares. Desde su fundación y fomenta la utilización de la energía y la tecnología, mediante la cooperación internacional, así como tiene referencia especial a los adelantos y usos nucleares para que estos no se utilicen con fines destructivos.

El O.I.E.A. ofrece una cooperación internacional a nivel global, por ejemplo: la mayor parte de la electricidad originada de energía en el mundo, se encuentra en los países industrializados por el hecho de la avanzada tecnología y lo que implica. Sin embargo, los países en desarrollo e industrializados han obtenido beneficios de la tecnología nuclear ya sea en: agricultura, salud, industria etc. Es por ello que la O.I.E.A. se ha esforzado para que realmente pueda existir una transferencia tecnológica a sus países miembros a través de ese intercambio de tecnología por medio de programas de cooperación. Las actividades de las centrales nucleares, han cobrado relevancia en los últimos años, por el aumento de producción de energía y los avances que se dan día a día, y después del último accidente en la central nuclear de Chernobil, acompañado por los ensayos nucleares que realizó y pretende realizar Francia, que da un inicio a un proceso irreversible de destrucción de especies vegetales, terrestres y marinas esenciales para mantener el equilibrio del ecosistema que ya de por sí está deteriorado.

Se tienen problemas como: garantizar el suministro de energía a países en desarrollo para que puedan desarrollarse y tener bienestar a la población, no se tiene porqué agrandar los problemas y mucho menos destruir la tierra misma.

Por ello surgió el proyecto de realizar una organización para el fomento y reglamentación de la energía atómica en beneficio de la humanidad, que surgió del discurso "Átomos para la paz", anunciado por el Presidente Eisenhower ante las Naciones Unidas en 1953 se suministraron reactores de investigación en diferentes países como un intercambio en lo referente a la construcción, explotación y utilización de la energía atómica.

Es por ello que de sus orígenes la cooperación mutua, entre las diferentes organizaciones de las Naciones Unidas y sus organismos especializados y otras organizaciones nacionales e internacionales han sido objetivo primordial. Se tienen disposiciones de acuerdo entre las Naciones Unidas y el O.I.E.A. para poder desarrollar un trabajo de complementación para que exista y pueda lograrse cooperación y sobre todo fomentar la paz, para ello existen también organismos especializados como F.A.O. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) . U.N.E.S.C.O., (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) O.M.M. (Organización Meteorología Mundial).

En el año de 1960 se invitan a organizaciones a participar como observadores entre ellas encontramos O.P.A.N.A.L., (Organismo para la Proscripción de las Armas en la América Latina) E.U.R.A.T.O.M., (Comunidad Europea en la América Latina) O.C.D.E., (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico), todas con el único propósito el trabajo en equipo para un beneficio común. También dentro de nuestro trabajo de investigación, tenemos como referencia importante el Proyecto Stripa, en este se realizan una serie de investigaciones que realizó Suecia con representantes de Estados Unidos, Canadá, España, Suecia, Finlandia, Francia, Japón, Suiza, Suecia y Reino Unido, en el que se dieron pruebas que ayudaron a establecer en que condiciones los radionucleidos, pueden permanecer en las profundidades del mar y garantizar de que éstos no lleguen a zonas en que puedan llegar al hombre. Con ello también el hombre tiene que poner énfasis a los programas nacionales en que se planifiquen en forma eficiente y si las centrales nucleares se diseñan y construyen y explotan en forma segura. Todas estas actividades en el que se requiere de personal altamente adecuado. Empero han existido deficiencias humanas que son la mayor causa directa de accidentes.

Desde el accidente de Three Mile Island y Chernobyl, se intensificaron los esfuerzos por elevar las normas de clasificación del personal, para evitar un riesgo de error humano y elevar el rendimiento de las centrales nucleares.

El accidente de Chernobyl fue durante un ensayo que se llevaba a cabo en un turbogenerador, la utilización de procedimiento de ensayo no apropiados desde el punto de vista de seguridad y graves violaciones a las reglas operacionales fueron la causa del accidente.

Es por ello que además del diseño y los dispositivos de seguridad construidos en todas las instalaciones nucleares, se deben tener planes para hacer frente a las situaciones de emergencia, y tomar medidas de protección y descontaminación cuando exista un accidente en una planta nuclear de igual forma se toma conciencia de una importancia a la cultura de la seguridad después del accidente de Chernobyl, para que se tenga el hábito de informar sobre la elaboración de normas y disposiciones e intercambio de información

sobre situaciones específicas a los estados miembros. Tras el accidente de Chernobil, se encontraron elevados niveles de depósito de radiación en países como Suecia, Polonia y Alemania que adquieren diferentes medidas para evitar concentraciones de radionucleidos.

Se requiere de garantizar la explotación de las instalaciones nucleares y es la seguridad un requisito primordial, para la utilización de la energía nuclear, para ello se tiene que establecer una mayor cooperación internacional y ampliar las actividades de O.I.E.A. en materia de seguridad. Por ende todo país que tenga planta nuclear generará mientras exista desechos radiactivos nocivos, para el medio ambiente y el ser humano, es por ello que la entidad explotadora deberá realizar un programa de gestión de desechos de acuerdo a la política nacional.

Se tiene que tener especial cuidado con los diferentes tipos de desechos así como su respectiva evacuación, sin embargo existen algunas entidades nucleares que depositan sus desechos radiactivos en el mar, sin tener especial cuidado en su transporte o embalaje. Por ello la preocupación de algunas organizaciones sobre este hecho en particular dado el aumento de interés por medir los agentes contaminantes del medio marino y poder adaptar algún mecanismo para evitar o minimizar la contaminación en el mar. Para esto la autoridades nacionales competentes, dan algunas recomendaciones.

Teniendo como antecedentes los accidentes de Three Mile Island en el año 1979 y Chernobil en el año 1986 se aminoró el crecimiento de energía nucleoelectrónica y aumentaron los programas para garantizar la seguridad de la explotación de las centrales nucleares. por ello el que debe de existir una responsabilidad y obligación por daños causados por una entidad nuclear y se plantea en el convenio de París en lo referente a la responsabilidad civil en materia de energía nuclear que data del año 1960 y que con el que se da inicio un estudio sobre la responsabilidad de los estados para brindar mayor protección a las víctimas de un accidente nuclear.

Empero no todo es negativo y abrumador en las entidades nucleares ó la que le rodea, sino también hay beneficios y logros en lo referente a la energía nuclear. En la década de los 60's se marcó en inicio del uso de fertilizantes y plagicidas, nuevos conocimientos para la producción eficaz y fructífera, sin embargo existe la falta de tecnología para que exista una producción de alimentos adecuada.

El organismo Internacional de Energía Atómica, realiza programas especialmente investigando a los principales usuarios interesados en anudar y desarrollar en forma adecuada la radiación en el campo de la fitotécnica. Junto con el Fondo de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación F.A.O. se llevan a cabo actividades para encaminar métodos eficaces en el tratamiento de semillas y partes de plantas para obtener variedades de vegetales.

Otro punto para analizar es la energía nuclear en la industria, el O.I.E.A. plantea a sus Estados miembros un programa nucleoelectrico, esta es una rama que tiene mayor demanda en el mundo. Para ello se realiza un análisis profundo sobre la demanda que se realizará de energía así como las consecuencias económicas y financieras, las necesidades de infraestructura y su respectiva transferencia de tecnología.

Dentro del sector salud tenemos que la Organización Mundial de la salud O.M.S., también desempeña un papel importante dentro del contexto mundial, pues tiene sus objetivos principales la salud y crear condiciones ambientales para prevenir enfermedades o al menos diagnosticar y dar un tratamiento eficaz o definitivo.

La investigación contiene algunos elementos, que nos dan algunas ideas de la problemática que trae consigo una catástrofe nuclear, y todo lo que implica tener una entidad nuclear, así como los beneficios que aporta también la energía de los 90's.

En el primer capítulo se hace referencia a la historia del Organismo Internacional de Energía Atómica que fue creado el 29 de julio del año 57 y tiene su sede en Viena, Austria. Su objetivo principal es el aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, salud y no sea utilizada con fines militares. En este capítulo se analiza su desarrollo en cuanto a trabajo de equipo con los diferentes organismos también se hace referencia especial al proyecto STRCHA de 1981, pues la base de pruebas para conocer en que condiciones pueden los radionucleidos permanecer en las profundidades del mar y tener plena seguridad de que no lleguen a zonas en el que el hombre viva

En el segundo capítulo se escribieron algunos aspectos de los que fue la catástrofe de Chernobil muy superficialmente, como esta constituida la unidad IV y las circunstancias que se dieron para que la Unidad explotara. Se mencionan los accidentes y el peligro de los emisiones de radionucleidos para el hombre al igual que la contaminación en el aire, agua, animales domésticos ya que la radiación de este accidente traspasó la frontera con países vecinos como Suecia, Polonia y Alemania

En el capítulo tercero se encontraron algunos problemas que rodea a la energía nuclear que van desde la cooperación bipolar técnica entre el OIEA y un país en particular o acuerdos en conjunto con el organismo. Y los diferentes procedimientos de evacuación de desechos radicaremos en tierra y en las propiedades del mar.

Por último pero no por ello el menos importante el capítulo cuatro se esta algunos logros de la energía nuclear en los últimos años, los avances de las técnicas nucleares en el campo, salud y la industria.

I.I LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. ORIGENES Y PRIMEROS AÑOS

El Organismo Internacional de Energía Atómica, fue creado el 29 de julio de 1957, es una organización intergubernamental independiente del sistema de Naciones Unidas. Tiene sede en Viena, Austria; cuenta con 113 Estados miembros que reúnen sus esfuerzos para realizar los objetivos del estatuto del O.I.E.A.; que son: aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, salud y la asistencia que preste a petición suya o bajo control que no sea utilizada con fines militares.

Desde su creación el O.I.E.A. desempeña el importante papel en el fomento de la utilización de la energía y la tecnología nuclear solo con fines pacíficos, mediante la cooperación internacional y la asistencia a los adelantos y usos nucleares para que estos no se utilicen con fines destructivos ni para ejercer alguna amenaza. En los foros intergubernamentales de las Naciones Unidas se ha reafirmado el papel de la O.I.E.A. en lo referente a la prestación de asistencia a las naciones para cooperar en la esfera de la energía nuclear con fines pacíficos y sus aplicaciones para un conjunto de desarrollo económico y social. Se realizó una Declaración Final de la Tercera Conferencia, celebrada en 1985 y en ella se efectuó el examen del Tratado referente a la No Proliferación de las armas nucleares. Al igual se llevó a cabo en abril de 1987 la Conferencia de las Naciones Unidas para el Fomento de la Cooperación Internacional en la utilización de la Energía Nuclear con fines Pacíficos (C.U.E.N.F.P.).

El Organismo Internacional de Energía Atómica ofrece una cooperación Internacional a nivel global para la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos. Simplemente en 1987, la energía nuclear representaba cerca del 16% del total de la producción mundial de la electricidad que generaba en el mundo en 1955. Por lo general la mayor parte de electricidad originada de energía nuclear en el mundo se concentra en los países industrializados, lo que no es raro teniendo en cuenta el alto capital y la avanzada tecnología que particularizan a esta forma energética. Por otra parte al facilitar un mayor acceso a la energía nucleoelectrónica trae como efecto el realizar cursos de capacitación, cooperación técnica y la prestación de asistencia a un número cada vez mayor de países en desarrollo que en lo futuro podrían contar con electricidad a partir de la energía nuclear.

La mayoría de los países, tanto industrializados y en desarrollo han obtenido beneficios de la tecnología nuclear en diferentes renglones como: agricultura, salud, conservación de alimentos, industria y la hidrología. Es por ello que el O.I.E.A. desde su fundación hasta hoy día se ha esforzado en estos

campos para encauzar la transferencia de tecnología a sus miembros a través del programa de cooperación y conocimientos técnicos.¹

La O.I.E.A. con la Organización Internacional de Trabajo, (O.I.T.) cumplen en forma igualitaria el que todos los usuarios de materiales nucleares tengan el uso seguro y reciban capacitación, la protección radiológica en el trabajo y de la sociedad en general, seguridad en el transporte de materiales nucleares, así como la evacuación de desechos radiactivos, puntos importantes que son su propósito.

Las actividades como la gestión y explotación de las centrales nucleoelectrónica han cobrado mayor relevancia en los últimos años con el aumento de producción de energía y después del trágico accidente en la central nuclear de Chernobil.

Pero también existen grandes problemas que aquejan a la humanidad entre los que se encuentran aquellos que garanticen suministros de energía para obtener crecimiento, salud y bienestar a la población en general al igual que preservar el medio ambiente así como alejar de la tierra el peligro de una guerra nuclear. También se tiene sumo cuidado que las actividades en este campo no se utilicen para la proliferación de armas nucleares, esto significa que exista el desarrollo más no peligro de destrucción.

El proyecto de realizar una organización para el fomento y la reglamentación de la energía atómica en beneficio de la humanidad surgió del discurso "Atomos para la Paz" pronunciado por el Presidente Eisenhower ante las Naciones Unidas en 1953, su aplicación fue en la Conferencia sobre el Estatuto y la Comisión Preparatoria que elaboraron la estructura y la Carta del Organismo.

Establecido oficialmente el Organismo, era preciso la elaboración de un programa, entonces surgió la Primera Conferencia General, celebrada en Viena, y eligió a Sterling Colee, en calidad de Presidente del Comité Mixto sobre la Energía Atómica quién había propugnado enérgicamente la creación del Organismo, como defensor de la causa en la utilización del átomo con fines pacíficos, convenció a algunos precursores de programas de energía nuclear del mundo a integrar la Secretaría. Al inicio, el programa se orientaba a ayudar a los Estados Miembros a planificar sus programas nucleares nacionales al igual iniciando actividades en las aplicaciones de isótopos en la agricultura, industria, medicina, así como el intercambio y difusión de información científica. Se realizaron al igual misiones de asistencia preliminar a muchos países: la primera encabezada por el Dr. Norman Hilberry, quien visitó América Latina en 1958; en la Tercera Misión recorrió el lejano Oriente incluyendo Japón.

¹ International Atomic Energy. Basic Safety Standards for Radiation Protection. 1982, Edition, Safety Series No. 9 IAEA. Viena. p.p. 98-99

Al inicio de la Organización Internacional de Energía Atómica, existían en toda la tierra muy pocos reactores de potencia en explotación de energía y de energía nucleoelectrónica, (La primera publicación técnica fue el *Directory of Nuclear Reactors* en 1959. Se realizó un programa " Atomos para la Paz " ²). Promovido por los Estados Unidos de América se suministraron reactores de investigación en diferentes países así como el intercambio relacionado con su construcción, explotación y utilización. El principio fundamental de este organismo ha sido siempre y es la seguridad nuclear, desde entonces se elaboraron normas de seguridad contra la radiaciones al igual que un reglamento para su manejo y el transporte de los materiales radiactivos a nivel internacional.

El principal estatuto del O.I.E.A. tiene como función principal la promoción y reglamentación para mantener un equilibrio adecuado para conservar la credibilidad y eficacia del Organismo. La energía nucleoelectrónica desempeña un papel primordial para cumplir con las necesidades energéticas del mundo a un precio razonable, los países menos desarrollados no han obtenido los beneficios económicos de esta energía, es por ello que el Organismo se mantiene en la posición de asegurar a la opinión pública mundial que las centrales no tienen riesgo alguno para la salud y que existen disposiciones confiables y eficaces contra aquellos usos no pacíficos, por lo tanto los accidentes nos han demostrado, principalmente el de Chernobil, que existen fallas humanas y que cualquier elemento que no reaccione adecuadamente puede terminar en una catástrofe, es por ello que estas cuestiones deberán abordarse adecuadamente en los planos técnico y político. Por ende es de vital importancia ampliar los programas de asistencia técnica, solo así los Estados Miembros del Tercer Mundo, podrán aceptar los controles y el alcance cada vez más amplio de las salvaguardias. El Organismo esta en condiciones de hacer frente a las dificultades, por ello es necesario que se cumpla con las obligaciones dispuestas en los Estatutos con todos los miembros.

El desarrollo del sistema de las salvaguardias se ha aceptado y se ha demostrado en cierta medida su práctica en lo referente a la limitación de armamentos, para ello la junta de Gobernadores es la que decide la política del Organismo y quien aprueba su programa al que igual que la aplicación del mismo.

Con el paso del tiempo al producirse éxitos. Que accidentes como el ocurrido en el reactor de investigación de Viena, cerca de Belgrado, en la década de los 70's el Organismo se dirigió también en lo referente a los efectos nocivos de las dosis de radiación recibidas por los trabajadores.

Para 1961, el Organismo contaba con 450 personas en los que se encontraban 230 titulados. El físico sueco Sigvard Eklund fue Secretario General

² Organismo Internacional de Energía Atómica. Colección Seguridad. Principales for Establishing for the Release of Radioactive Materials. N. 45. OIEA, Viena 1978, p.p. 46

de la Segunda Conferencia de Ginebra sobre la utilización de la Energía Atómica con fines pacíficos y asumió el cargo de Director General en 1961. Fue entonces cuando se elaboró el sistema de salvaguardias y la Primera inspección del O.I.E.A. se llevó a cabo en 1962 en la inspección NORA de Noruega. Como todo principio algunos miembros no estaban de acuerdo con las salvaguardias pero al pasar el tiempo la actitud de estos cambió y los procedimientos de salvaguardias se ampliaron.

La energía nucleoelectrica sufrió su primera prueba de fuego durante la crisis del petróleo en 1973, al cuadruplicarse súbitamente los precios del petróleo, entonces la energía nucleoelectrica se hizo más atractiva desde el punto de vista económico. Empero la crisis también trajo la recesión, el retardo económico y la conservación de la energía, aminoró la demanda de la electricidad y se vinieron abajo los pedidos de nuevas centrales eléctricas (incluidas las nucleares)³. Un elemento más que ayudó a frenar el crecimiento de la industria nucleoelectrica fue la creciente preocupación por la proliferación nuclear en la que se manifestó en la adhesión al Tratado de no Proliferación, en la que se marcó un gran apoyo a raíz de la primera explosión realizada por un Estado no poseedor de armas nucleares en 1974.

Se realizó el programa de evaluación Internacional del Ciclo de Combustible Nuclear (I.N.F.C.E.) con miras a evaluar los aspectos de no proliferación de ciclos de combustible substitutivos. En 1979 ocurrió un accidente en la Central Three Mile, Island, puso de manifiesto una vez más la cuestión de la seguridad de la energía nucleoelectrica. El Organismo reforzó su programa técnico en este renglón, se llevó a cabo el programa de Normas de Seguridad Nuclear (N.U.S.S.), se crearon al igual grupos de examen de la Seguridad Operacional (G.E.S.O.) y se estableció un Sistema Internacional de Notificación de Accidentes (I.R.S.).

Estas medidas aumentaron considerablemente para casos de emergencia y permitieron al O.I.E.A. dar una respuesta positiva al accidente de Chernobil de 1986. En 1960 y 1970 el programa de asistencia técnica se desarrolló notablemente. Los países en desarrollo recibieron oportunidades en cuestiones como capacitación asesoramiento y equipo.

El concepto de cooperación regional se llevó a cabo por primera vez con el Acuerdo de Cooperación Regional (A.C.R.) en Asia y el Pacífico y se amplió a América Latina y el Caribe. En 1981, la Junta de Gobernadores recomendó por unanimidad y la Conferencia aprobó en nombramiento del Dr. Hans Blix quien fue Ministro de Relaciones Exteriores de Suecia. El Dr. Blix con sus dotes de

³ International Atomic Energy Agency. Safety Series. Recommendations for the safe. Use and regulation sources in industry, medicine research and teaching. No. 102. LARA. Viena, 1980. Págs 122

diplomático y su confianza en la explotación de la energía atómica con fines pacíficos así como las condiciones de seguridad le dieron a la O.I.E.A. un nuevo giro, en especial reforzando las actividades de salvaguardia. Su respuesta al accidente de Chernobil fue rápida, lo que contribuyó a realzar la imagen del Organismo en lo referente a seguridad nuclear. Se llevaron a cabo dos convenciones internacionales referentes a la notificación de accidentes, como a la asistencia de emergencia. La energía nuclear ha transformado al mundo y amplía los propósitos constructivos y destructivos, el tiempo ha demostrado en los accidentes ocurridos, que necesita de una cooperación técnica e informativa, referentes a los peligros que pueden existir ante una catástrofe y como actuar eficazmente en caso de presentarse. El Organismo necesita del apoyo de todos sus miembros, para que este siga siendo un instrumento eficaz de promoción y reglamentación del uso de la energía atómica con fines pacíficos.

1.2 ORGANISMOS INTERGUBERNAMENTALES Y ORGANISMOS ESPECIALIZADOS DE NACIONES UNIDAS

Desde sus orígenes, la cooperación mutua entre las organizaciones de las Naciones Unidas, sus organismos especializados y otras organizaciones nacionales e internacionales han sido el objetivo primordial.

En el curso de la existencia del O.I.E.A. uno de los principales objetivos es cumplir una red cooperativa para establecer vínculos con organismos diversos y en especial con Naciones Unidas.

En 1959 el estatuto del O.I.E.A. fue aprobado en una Conferencia Especial de las Naciones Unidas en el que participaron 81 naciones, esto señaló oficialmente su entrada en vigor y los comienzos del Organismo Internacional de Energía Atómica como Organización Intergubernamental autónoma dentro del sistema de Naciones Unidas.

En 1958 el Organismo tenía 58 miembros, en 1987 sumaban 113 países. Hoy día más de 400 centrales nucleares en explotación y la capacidad en todo el mundo supera los 283,000 megavatio. En los diferentes encuentros se hizo marcado el lugar que ocuparía el Organismo dentro del Sistema de las Naciones Unidas, no sería el de un Organismo especializado, que estuviera bajo jurisdicción que del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. Este hecho se debía a que las responsabilidades del O.I.E.A. comprenden las salvaguardias de materiales que podrían utilizarse para fabricar armas nucleares, por ende el Organismo tiene un vínculo directo con la Asamblea General de las Naciones Unidas al cual el Director General del O.I.E.A. se dirige todos los años al presentar el informe anual del Organismo.

Las disposiciones principales del acuerdo de relaciones entre las Naciones Internacionales de Energía Atómica también toma en cuenta lo siguiente:

- a) Consideración de las resoluciones. El Organismo ha de examinar las resoluciones que en relación con el mismo aprueben la Asamblea General de las Naciones Unidas u otros Organos Rectores de las Naciones Unidas, y de la secretaría del O.I.E.A. que informa regularmente a la Junta de Gobernadores del Organismo sobre cuestiones de interés.
- b) Representación recíproca en las reuniones de los principales órganos rectores y el derecho de cada organización de proponer temas o puntos para su inclusión. Para representar sus intereses el O.I.E.A. tiene dos oficinas de enlace, una la sede de las Naciones Unidas en Nueva York, encabezada por un representante del Director General, y otra en Ginebra,

que trabaja con la oficina de las Naciones Unidas y con los Organos especializados.

- c) Coordinaciones de las actividades. El organismo Internacional de Energia Atómica debe cooperar con los esfuerzos de las Naciones Unidas para coordinar las actividades y con los organismos especializados y en particular, participar con el Comité Administrativo (C.A.C.) Los jefes de los organismos y de otras varias dependencias de las Naciones Unidas que se reúnen con el Secretario General dos o tres ocasiones al año para deliberar.
- d) Preparación de estudios e informes especiales, a petición de la Asamblea General, el O.I.E.A. ha preparado informes relacionados con la Conferencia de Estados no poseedores de armas nucleares en el año 1968, al igual, con la conferencia de las Naciones Unidas para el Fomento de la Cooperación Internacional en la utilización de la Energia Nuclear con fines Pacíficos (C.U.E.N.F.P.) en 1987. También se han elaborado documentos antecedentes para las Conferencias encargadas del examen del Tratado sobre la No proliferación de las armas nucleares (T.N.P.). De la misma forma por el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina (Tratado de Tlatelolco), el tratado sobre la Zona Libre de armas nucleares del Pacifico Sur (Tratado Raratonga).

La O.I.E.A. ordena actuar de acuerdo con los propósitos y principios de las Naciones Unidas, para fomentar la paz y la cooperación internacional, conforme con la política de las Naciones Unidas dirigidas a lograr el desarme mundial con ayuda de las salvaguardias y en conformidad con todo acuerdo internacional.⁴

Las Naciones Unidas han celebrado Conferencias que han marcado señales precisas de cooperación internacional en el campo de la energía nuclear. Y aunque la Primera Conferencia de las Naciones Unidas con Fines Pacíficos, celebrada en Ginebra en 1955, tuvo lugar antes de la creación del Organismo, podría considerarse como el principio para la fundación del O.I.E.A, a la luz de la propuesta " Atomos para la Paz ", que dio a conocer el Presidente de los Estados Unidos Dwight D. Eisenhower a la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Existieron en años anteriores otras conferencias de las Naciones Unidas a las que han contribuido el Organismo como son: Conferencia sobre el medio Humano en 1972, Conferencia sobre la Ciencia y Tecnología para el desarrollo en 1979, y la Conferencia sobre la Relación Desarme y Desarrollo en 1987, entre otras.

⁴ Organismo Internacional de Energia Atómica. Principios para el establecimiento de niveles de intervención para la protección del público en caso de accidente nuclear. Colección Seguridad No. 72, O.I.E.A. Viena, 1986. p.p. 39-40

Los Organismos especializados de las Naciones Unidas y la O.I.E.A. están en la práctica mediante la cooperación desde la oceanografía hasta la meteorología. Por ejemplo, conjuntamente con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O.), el O.I.E.A. estableció en 1964 la División mixta para el empleo de Isótopos y Radiaciones Nucleares en el desarrollo de la agricultura y la alimentación.

Con la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la cooperación abarca el uso de las ciencias nucleares en la medicina y los efectos de la energía nuclear en la salud. Con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (U.N.E.S.C.O.), el Organismo trabaja con el Centro Internacional de Física Teórica de Trieste, Italia, y colabora en la esfera de las ciencias del mar por medio del Laboratorio de Radiactividad de Mónaco. La cooperación del Organismo con la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.) es de 1960, cuando se origina el estudio mundial de los isótopos en agua de lluvia, hasta la fecha se estudia el Sistema Global de Telecomunicaciones en la O.M.M., como medio para el intercambio rápido de datos en caso de producirse un accidente nuclear.

Los acuerdos oficiales de cooperación con estos Organismos especializados, tienen la representación recíproca, el intercambio de información y documentos, la creación de comités mixtos para desarrollar intercambio de trabajo entre las secretarías y la cooperación en cuestiones relativas al personal y al financiamiento de servicios especiales. En las reuniones, cuando los organismos especializados tengan o no un acuerdo con el Organismo, son invitados a asistir a reuniones de la Conferencia General de O.I.E.A., en calidad de observadores. Para aquellos que han concertado acuerdo de cooperación pueden proponer puntos para su inclusión en el orden del día provisional de las Conferencias Generales y participar sin derecho de voto en los debates sobre cuestiones de interés común que se celebren en las reuniones de la junta del O.I.E.A.

Los acuerdos de cooperación del O.I.E.A. y sus relaciones de trabajo con las organizaciones intergubernamentales que no pertenecen a las Naciones Unidas se originan en 1960. Se invitan a esas organizaciones a participar en calidad de observadores en la Conferencia General del Organismo pero no en la Junta de Gobernadores, algunas organizaciones son:

Organismo para la Proscripción de las armas nucleares en la América Latina (O.P.A.N.A.L.). Este se creó en virtud del Tratado de Tlatelolco, que entre otras cosas, estipula la concertación de acuerdos de salvaguardias apropiados entre las partes y el O.I.E.A. El O.P.A.N.A.L. mantiene relación con el O.I.E.A. mediante un acuerdo de cooperación que entró en vigor el 3 de octubre de 1972.

Comunidad Europea de Energía Atómica (E.U.R.A.T.O.M.), esta organización cuyo mandato coincide en gran medida con las funciones estatutarias del O.I.E.A., todos sus miembros fundadores del O.I.E.A.

Aunque la E.U.R.A.T.O.M. ha sido invitada a todas las reuniones de la Conferencia General, hasta 1968, ello fue motivo de una constante oposición en la Junta de Gobernadores y más tarde de controversias en el seno de la Comisión de Asuntos Administrativos y Jurídicos de la Conferencia General. Empero se han mantenido relaciones oficiales a nivel Secretaría y se ha desarrollado la cooperación en diversas esferas técnicas, como en el caso del Sistema Internacional de Documentación Nuclear (I.N.I.S.).⁵

La Agencia para la Energía Nuclear, de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (D.C.D.E.), el 30 de septiembre de 1960 se concertó un acuerdo de cooperación con este Organismo, puesto que este no tenía personalidad jurídica independiente. Inmediatamente de su celebración el Director General del O.I.E.A. y el Director de la O.C.D.E. concertaron otros arreglos con miras a la aplicación del acuerdo éstos estaban relacionados, por ejemplo, con las consultas anuales, el intercambio de documentos y publicaciones, los programas de capacitación, los centros de investigación, la protección de la salud y la seguridad, la evacuación de desechos y el transporte de material radiactivo.

También acordaron proyectos de investigación entre las dos organizaciones y terceros. Al igual existe cooperación en lo referente a la preparación de las publicaciones Uranium Resources, Production and Demand and Nuclear Energy and Fuel Cycle.

⁵ Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización Internacional de Normalización ISO 921/DADI, ISO, Ginebra, 1975. P.P. 102

I.3 EL PROYECTO INTERNACIONAL STRIPA

SUECIA 1980-1986.

El proyecto dio inicio en 1980, y es la cooperación internacional que se lleva a cabo en una mina de hierro que estaba abandonada en Suecia. Esto se realizó a gran profundidad en roca cristalina y se realizaron investigaciones en condiciones reales de 1º desechos de alta actividad procedentes de la generación de energía nucleoelectrónica. El proyecto es autónomo, solo bajo los auspicios de la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (O.C.D.E.). La compañía sueca de combustible nuclear y la gestión de desechos (S.K.B.) fue la que dirigió esta planta con la dirección de los representantes de cada país: Estados Unidos, Canadá, España, Finlandia, Francia, Japón, Suiza y el Reino Unido.

El proyecto Stripa se dirigió específicamente a lo siguiente:

- a) Detención y levantamiento cartográfico de zonas de fractura.
- b) Condiciones de las aguas subterráneas y migración de nucleidos.

Es importante citar que en los períodos largos en los que los desechos nucleares se mantienen radioactivos, causen la liberación de radionucleidos y que estos a su vez se desplacen hacia la biosfera. La liberación es la disolución y el transporte en las corrientes de agua subterráneas, el movimiento de estas tiene lugar en las zonas de fractura existentes y es por ello la importancia de localizar estas zonas.

Asimismo, las investigaciones se realizan por sondeos simples y múltiples llamadas " mediciones ", por sondeos transversales, el cual a través de la roca se transmiten diferentes tipos de señales.

Una interferencia como la que produciría una zona de fractura, afecta la transmisión, la ubicación y orientación de las zonas y se pueden determinar mediante la realización de pruebas por medio de un número indeterminado de secciones de pozos.

En el proyecto, las investigaciones se llevaron a cabo en una configuración de sondeo especial a 360 metros de profundidad, por ello el sistema de radar ha demostrado ser eficaz para detectar y describir las zonas de fractura.

En Stripa se llevó a cabo un estudio sísmico por medio de sondeos transversales al igual que la interpretación de datos de comparación con mediciones de radar e hidráulicas. Estas investigaciones se pueden realizar a distancias hasta de 500 metros o más entre el transmisor y el receptor, en stripa parte de investigaciones se dirigieron a determinar la evolución del las aguas subterráneas del lugar y tener un programa para el muestreo y el análisis de agua presente en la roca cristalina, estas muestras se toman a una profundidad de 1200 metros de la superficie. Una conclusión a la que se llegó en esta investigación es que los diferentes constituyentes disueltos presentaban diferentes tiempos de resistencia. Esto es que se tienen diferentes orígenes e historias evolutivas que pueden o no relacionarse con la evolución general de las propias aguas subterráneas, por ello, esto se debe tener en cuenta al interpretar las determinaciones de la edad de las aguas subterráneas. Para predecir la migración de los radionucleidos con las aguas subterráneas en las fracturas rocosas, es necesario para cuantificarlos, conocer datos sobre la corriente y el transporte en fracturas reales y condiciones normales.

También en Stripa se llevó a cabo un experimento de migración a gran escala con trazadores, que su objetivo era conocer la distribución de las vías de agua en la roca cristalina en una distancia (hasta 50 metros). El emplazamiento experimental está ubicado a 360 metros de profundidad, el agua fluye completamente hacia la galería horizontal, porque este nivel ubicado muy por debajo de la capa fríatica.

El emplazamiento de ensayos consiste en dos galerías horizontales que se unen, en una longitud total de 100 metros. Se hicieron tres perforaciones verticales de inyección hacia arriba, hasta una profundidad aproximada de 70 metros. La inyección de trazadores se lleva mediante nueve zonas separadas, en estas perforaciones mayor que en la roca media. Existe también otra prueba que se experimentó en el proyecto Stripa que se llamó "prueba de masas tampón" este comenzó en el año de 1980 y finalizó en 1985. En este se utilizaron seis pozos con un diámetro de 0.75 metros y una profundidad de cerca de 3.5 metros, con pozos de evacuación para recipientes desechos, que estaban rodeados de una mas de bentonita muy compacta con una mezcla de arena de bentonita como sobrecapa, una parte de la galería horizontal experimental se llenó completamente con la mezcla de arena y bentonita.

Todas esta pruebas, ayudaron para saber en que condiciones pueden los radionucleidos permanecer en las profundidades del mar, y tener plena seguridad de que éstos no lleguen a zonas, en el que el hombre se desarrolle, crezca y muera.

1.4 FORMACION Y CAPACITACION DE LA ESFERA NUCLEAR

Hoy en día y en el futuro la energía nucleoelectrica es una opción para la producción de energía y esto sólo se puede concebir, si los programas nucleoelectricos nacionales se planifican adecuadamente y en forma eficiente por ende se evitarán accidentes como el ocurrido en Chernobil, tema de nuestra investigación, con ello las centrales nucleares tendrían un diseño, construcción y explotación segura y fiable.

Para llegar a este objetivo, todas estas actividades se requiere de personal adecuadamente calificado, además que todo el país tenga un programa de energía nuclear ya sea en funcionamiento o en proyecto, ante todo debe garantizar al personal calificado para un buen desempeño del mismo. El diseño, construcción, montaje el ensayo y la puesta en servicio de los proyectos nucleoelectricos estan influidos por niveles de competencia de los administradores, profesionales, técnicos y obreros especializados que intervienen en estas actividades.

Se ha demostrado que la tardanza en los planes, sobrecostos y factores de baja disponibilidad en las centrales, pueden interpretarse en parte a las deficiencias en la competencia y comportamiento del personal.

Es necesario tener y mantener la seguridad y fiabilidad de la explotación de las centrales nucleares, un accidente o incidente en cualquier central tiene repercusión mundial y afecta a toda la industria nuclear. En la década de los 80's, estos hechos se aprendieron lastimosamente en Three Mile Island (T.M.I.) y Chernobil, se ha comprobado que las deficiencias humanas son la mayor causa directa de accidentes, o al menos un factor que lo propicia. En todo el orbe mundial todo el personal de explotación (incluidas las funciones de explotación directa: mantenimiento y apoyo técnico), de las 374 centrales nucleares en explotación (a finales del año 1985) se calculaban en 100,000 personas. Además de las 157 unidades nucleares que se tenían en construcción necesitarían por lo menos 40,000 personas técnicamente calificadas por ende, esto representaba carga sustancial de capacitación y recalificación.

Siempre se tiene el interés de alcanzar normas óptimas, pero dese el accidente de Three Mile Island y Chernobil, se intensificaron los esfuerzos por elevar las normas de calificación de personal de explotación de las centrales y mejorar el 100%, la capacitación para reducir el riesgo de error humano y elevar el rendimiento de las centrales.

En los años 60's el organismo en lo referente a la formación del personal destinado a la energía nucleoelectrica, consistía, en el otorgamiento de becas a solicitud de los estados miembros. En ese entonces las becas eran solo estudios relacionados con la ingeniería de reactores, que eran más orientaciones

académicas que prácticas. Fue así como los estados miembros en desarrollo, comenzaron a introducir la energía nucleoelectrica, al igual tomaron conciencia de la importancia de la disponibilidad del personal calificado y se elevaron gradualmente las solicitudes de asistencia al Organismo.

Al principio del decenio de los 70's, los esfuerzos del Organismo se concentraron en la planificación nucleoelectrica, tras algunos estudios se origina un procedimiento en el que varios profesionales calificados, participaban en la realización de estudios asesorados por personal del Organismo y adquirían la metodología del Organismo Internacional de Energía Atómica, para utilizarla a nivel nacional en cada uno de los países.

Los cursos de capacitación en energía nucleoelectrica generales y especializados son el proyecto de gran importancia del Organismo, referente al programa de formación de personal. El primer curso sobre planificación y ejecución de proyectos nucleoelectricos se celebró en Karlsruhe, entonces República Federal Alemana, en 1975. Posteriormente se han desarrollado otros como el de Argonne, E.E.U.U., en Karlsruhe y en Saclay, Francia.

El objetivo principal es el intercambio de experiencias y el de satisfacer las diferentes necesidades de capacitación en los estados miembros, al igual se elevó la cantidad de materias, se realizaron cursos generales y más especializados. Hasta 1986 se impartieron cerca de 90 cursos interregionales que tiene cerca de 40 materias, se tiene aproximadamente 4,500 meses-hombre de capacitación y más de 2,200 participantes de 70 estados miembros. Al inicio de los cursos de capacitación, se realizó una colección de guías técnicas, actualmente la colección incluye 17 guías técnicas dentro de éstas tenemos el manual titulado *Guide/Book on Manpower Development for Nuclear Power*, publicado en 1980, el cual obtuvo una gran aceptación debido a que da a conocer un criterio de la evaluación y la disponibilidad de personal y una base para la elaboración de programas de formación de personal de los estados miembros.

Por igual la guía del organismo titulada "*Quantification of Nuclear Power Plant Operation Personnel*", en el que presentaban, algunas conclusiones de expertos que facilitó un consenso sobre el cual debe ser la calificación del personal de explotación.⁶

En lo referente a las becas, estén directamente desarrolladas con los programas de asistencia y cooperación técnicas del O.I.E.A. y se han clasificado como siguen entre otros:

⁶ Comisión Internacional de Protección Radiológica. Report of Task group on Reference man. Publication 23 CIPR. Pergamon Press, Oxford New York 1975. p.p. 86

Desarrollo General de la Energía Atómica. Esta puede abarcar capacitación en la planificación de programas nacionales de energía atómica, la gestión de los materiales nucleares (salvaguardias).

Los Aspectos Jurídicos y Económicos. Las bibliotecas y la documentación científicas, la administración en esteras nucleares, planificación, diseño de centros y laboratorios nucleares.

Química Nuclear. - Puede incluir la radioquímica nuclear, química analítica, la química de las radiaciones, la fisicoquímica, la preparación de compuestos, la producción y el control de radiofármacos.

Física nuclear. Comprende la física teórica y atómica, la física neutrónica, la física de los reactores, la física del estado sólido, la física del plasma, la física de altas energías y la física nuclear analítica.

Ingeniería y Tecnología Nuclear. En el incluyen la tecnología de reactores de potencia y de investigación, la metodología y los materiales para reactores, la ingeniería química, la instrumentación nuclear la electrónica y el control de reactores, la reelaboración de los elementos combustibles.

Prospección, Extracción y Tratamiento de Materiales Nucleares. Comprende la prospección de los yacimientos de materias primas nucleares, la evacuación de los yacimientos de minerales de uranio y otros minerales de interés nuclear, así como la extracción el análisis y tratamiento de materias primas nucleares.

Empleo de Isótopos y Radiaciones en la Medicina. Abarca la medicina nuclear, la radioterapia, las investigaciones médicas básicas la radiotoxicología, la física médica y la radiofarmacología.

Empleo de Isótopos y Radiaciones en la Agricultura. Incluyen la adafología, la irrigación y la fitonutrición, la fitotécnia y la fogenética, la entomología, la producción animal y la pesca, la sanidad animal, la bioquímica agrícola, la conservación de alimentos por irrigación y la filopatología.

Empleo de Isótopos y Radiaciones en la Industria y la Hidrología. En este se incluyen los ensayos no destructivos, la calibración de niveles y espesores, la metalurgia física, las mediciones de la densidad del suelo y la humedad por sondeo, el tratamiento por irrigación, la irradiación polivalente, las técnicas de trazadores isotrópicos en los procesos industriales, la hidrología de las aguas subterráneas y las aguas superficiales.

Seguridad en la Energía Nuclear. Esta puede subdividirse como: las normas, los reglamentos y los procedimientos de seguridad, la protección radiológica, la seguridad de los reactores y los materiales nucleares, el tratamiento y la evacuación de desechos radiactivos. La evacuación de la seguridad de las instalaciones nucleares y la protección ecológica.

Otro punto importante es la realización de un programa, para la formación de personal a la par con los programas de desarrollo con otras infraestructuras, por ello la O.I.E.A., ha recibido solicitudes de países como: Filipinas, Egipto, al igual por proyectos importantes del programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, se han establecido la formación y capacitación sobre energía nucleoelectrica en países como Brasil y Argentina.⁷

La división de la energía nucleoelectrica del organismo tiene la responsabilidad de prestar apoyo a toda planificación y ejecución de programas en este tipo de energía y citar de inmediato una evaluación de los resultados de esta planificación, se puede citar lo siguiente:

- A) Los Estados Miembros tienen ya la disponibilidad a nivel administrativo y profesional los conocimientos teóricos y prácticos en este tipo de energía nucleoelectrica.
- B) Se ha tomado conciencia de los problemas de la formación de personal y se ha llegado a la conclusión de realizar esfuerzos de promoción.

Los Estados Miembros que han solicitado el asesoramiento, han establecido programas de formación sistemática de personal y se ha prestado asistencia a proyectos concretos en la Organización de la educación y la capacitación dentro del país. Los cursos como: Gestión de Proyectos o de la explotación de las centrales, garantía de calidad análisis de seguridad, tienden a reducir la necesidad de ofrecer cursos interregionales sobre estos temas y pueden ajustarse a las necesidades de un país en particular. Podemos entonces resumir, que para ser segura la explotación de la central es primordial que todo personal reciba capacitación adecuada, hablando específicamente de los titulados, pues deben de tener conocimientos de los fundamentos teóricos de la explotación con la preparación práctica necesaria. Para los operadores técnicos y operarios, su orientación se dirige hacia la capacitación práctica así como incluir las explicaciones de aspectos teóricos que intervienen en materias generales como:

- a) Sistemas nucleares
- b) Sistemas tradicionales
- c) Fundamentos científicos

⁷ National Radiological Protection Board. Methodology for Evaluating the Radiological Consequences of Radioactive Effluent Released in Normal Operation. Joint V/3885 Luxemburgo 1979.p.p. 79

- d) Seguridad Nuclear
- e) Protección radiológica
- f) Especialización básica de los operarios
- g) Cuestiones de organización y disposiciones reglamentarias.

La enseñanza propiamente en la clase, combinado con periodos de trabajo prácticos en taller y la central. Se realizan exámenes y los trabajos prácticos se verifican mediante pruebas con los sistemas y equipos de la central, como ejemplo: para tres de esas materias mencionadas, los temas que deberán de abarcar:^a

- a) Sistemas Nucleares. Teoría de reactores, estados transitorios de reactividad, control de reactores, equipo para el manejo del combustible nuclear y para su recarga, sistemas de transmisión de calor, sistemas de seguridad, refrigeración de emergencia, alimentación eléctrica de emergencia, contención, desechos radiactivos.
- b) Protección Radiológica. Efectos biológicos, dosimetría individual, instrumentos y procedimientos de vigilancia radiológica, dispositivos técnicos de protección, sistemas de tratamiento de los afluentes líquidos y gaseosos, vigilancia de los afluentes.
- c) Sistemas de tipo tradicional. Turbogenerador, sistemas mecánicos eléctricos, de proceso y control de equipo conexo, sistemas de tratamiento de agua y de protección contra incendios.

Podemos concluir que deberán elaborarse planes para la selección del personal y para su capacitación con miras a la ejecución de las actividades que afecten a la calidad. Estos deberán ser competentes y poseer, fundamentalmente cultura general, experiencia y conocimientos profesionales en la medida exigida para llevar a cabo las tareas concretas que se encomienden.

^a Clark, M.J. Optimization of the radiological Protection of the Public, National Radiological Protection Board Hardwell, Rep. NRPB/HMSO, London 1981. Pág 108

2.1 EL ACCIDENTE DE LA UNIDAD 4 CHERNOBIL.

El reactor 4 es del tipo de presión moderado con grafito, la refrigeración se lleva a cabo mediante agua ligera en circulación que entre en una ebullición en las partes superiores de los tubos de presión verticales para producir vapor. Este se produce en dos circuitos de refrigeración cada uno con 840 canales de combustible, dos separadores de vapor, cuatro bombas de refrigerante y equipo extra.

Los separadores de vapor suministran vapor directamente a los turbogeneradores eléctricos de 500 MW cada uno con condensadores y un sistema de agua de alimentación. La mayoría de los circuitos de refrigeración están alojados en una serie de salas de contención reforzadas. Estas salas están conectadas a sistemas de relajación llenos de agua bajo el reactor, que capta y condensan el vapor que puede salir de las salas de contención a causa de una fuga de refrigerante.

El coeficiente de temperatura del combustible es negativo y el cambio de potencia está relacionado con el nivel de potencia. El reactor RBMK tiene 211 barras absorbentes, que se usan para controlar la distribución global y especial de la potencia y con fines de protección de emergencia, éste consiste en la inserción de todas las barras absorbentes a una velocidad mayor de 0.4 m/s.⁹

Para la seguridad de la distribución de potencia y la introducción de reactividad negativa en situación de emergencia los reglamentos prescriben que no menos de 30 barras deben permanecer insertadas en el núcleo del reactor. El accidente de Chernobil paso durante un ensayo que se llevaba a cabo en un turbogenerador en un alto normal planeado del reactor.

Este consistía en probar la capacidad de un turbogenerador, durante una interacción total de suministro de electricidad a la central, para alimentar energía durante un periodo corto, hasta que los generadores diesel de emergencia pudieran suministrar energía de emergencia. La utilización de procedimientos de ensayo no apropiados desde el punto de vista de la seguridad y graves violaciones de las reglas operacionales colocaron al reactor en funcionamiento a baja potencia (200 MW (t)) con un caudal de refrigerante y en situación de refrigeración que no podía ser estabilizados por control manual, el reactor se hacía funcionar en régimen de falta de seguridad.

Al igual que los operadores, deliberadamente y en violación de los reglamentos, retiraron del núcleo la mayor parte de las barras de control y de seguridad y desconectaron algunos sistemas importantes desde el punto de vista

⁹ Mac Donald, H.F. Development and Current Status of Emergency Monitoring Procedures at Central Electricity Generating Board Nuclear J. BR. Nuclear Energy, 1977. Pág. 49

de la seguridad. Los sucesos que vivieron fueron: la generación de una cantidad cada vez mayor de huecos de vapor por el núcleo del reactor, introduciendo así reactividad positiva, se observó el inicio de un mayor aumento de la potencia cada vez más rápido y se procuró detener la reacción en cadena manualmente, ya que el disparo automático eficaz que se hubiera producido en un periodo anterior del ensayo había sido bloqueado, sin embargo la posibilidad de detener rápidamente el reactor era limitada ya que las barras de control habían sido retiradas completamente del núcleo.¹⁰

Lo sucesivo, adición de reactividad por la formación de huecos dando lugar a una excursión de electricidad super rápida, los expertos soviéticos citaron que el primer pico de potencia llegó a 100 veces la potencia nominal en cuatro segundos. La energía liberada en el combustible por la excursión de potencia provocó el desmembramiento de parte del combustible en trozos, estos calientes (probablemente combustible evaporado) causaron la explosión de vapor. La energía liberada desplazó la cubierta del reactor de 1000 toneladas y cortó todos los canales de refrigeración a ambos lados de la cubierta del reactor.

Después a ambos lados de la cubierta del reactor a cabo de dos o tres segundos se escuchó una segunda explosión y trozos calientes del reactor fueron arrojados del edificio del reactor destruido, esta apertura permitió la introducción de aire, lo que dio lugar al quemado de grafito. Los trozos de este y combustible caliente cayeron sobre techos de partes cercanas del edificio, comenzaron los incendios, especialmente de la sala de la unidad y en el techo de la unidad 3 al igual en el techo de la sala que contiene los turbogeneradores de los reactores. Las brigadas de los pueblos de Pripyat y Chernobil asistieron de inmediato, amenazaba la seguridad de la unidad 3. El fuego se extinguió a las 5:00 horas del día 26 de abril, unas tres horas y media después del inicio.

Al igual se paró la unidad 3 que no tubo daños, las unidades 1 y 2 fueron paradas el 27 de abril. Hasta después del 5 de mayo, días después del accidente de la unidad 4, continuaba saliendo cantidades de sustancias de productos de fisión radiactiva.¹¹

Se arrojaron sobre el reactor grandes cantidades de boro, arena, arcilla y lolomita para detener la liberación de productos de fisión. Se arrojaron en promedio 5,000 toneladas de material incluidas 2,400 toneladas de plomo. La destrucción de las estructuras del núcleo dio lugar a la liberación de radiactividad de la central. Los expertos opinaron que salieron de la central el 100% de los radionucleidos de gases nobles.

¹⁰ United States Nuclear Regulatory Commission. Reactor Safety Study: an assesment of accident risks in US. Comercial Nuclear Power Plant Wash-1400. app. VI Washington, D.C. 1975.

¹¹ Comisión de las Comunidades Europeas. Radiological criteria for controlling doses to the public in the event of accidental releases of radioactive material. Group of expert convened under article 31 of the Euratom treaty, Luxemburgo 1982.

2.2 EFECTOS PARA LA SALUD

Además del diseño y de los dispositivos de seguridad construidos en todas las instalaciones nucleares, se tienen que tener planes sumamente estrictos para hacer frente a las situaciones de emergencia o lo que se llama "autoridad pública", que es de carácter oficial.

En este se estudian en particular los accidentes que presentan un peligro de emisión de radiaciones nocivas para el hombre y el medio por conducto de radionucleidos dispersos en el aire y de la contaminación depositada en el suelo, la descarga de líquidos contaminados el paso de la contaminación en el aire al agua y a la exposición del hombre y animales domésticos a través de las cadenas alimenticias.

El plan de emergencia puede basarse, en el informe sobre el análisis de seguridad de la instalación además de los estudios que consideren el fallo, al igual que el diseño y los dispositivos operacionales de seguridad. Los accidentes pueden analizarse por los siguientes aspectos que se citan: magnitud, naturaleza y punto de descarga del material radiactivo así como las consecuencias para las personas de fuera del emplazamiento y medio ambiente, se hace referencia importante al identificar como parte del análisis del accidente lo principales radionucleidos que probablemente se descarguen y las vías de exposición más importante son:¹²

- A) Radiación directa procedente de la instalación y del cualquier material descargado en la atmósfera;
- B) Inhalación de materiales presentes en la atmósfera (aerosoles volátiles y partículas);
- C) Radiación directa procedente de la disposición en el suelo.
- D) Contaminación de la piel y ropas y;
- E) Ingestión de alimentos y agua contaminados.

En una descarga continua de materiales radiactivos en la atmósfera la radiactividad se traslada con el viento en forma de penacho. El grado de peligro de esta descarga dependerá de la velocidad del viento, la estabilidad atmosférica, la precipitación sobre el terreno la forma física y química del material descargado entre otros. En una primera fase, o fase temprana, el material radiactivo descargado origina dosis de radiaciones externas originadas de la radiactividad del penacho en movimiento y de los materiales depositados en el suelo, así como dosis de radiaciones internas como consecuencia de la inhalación de materiales radiactivos y la contaminación de la piel y superficies de las ropas.

¹² Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas, Quantitative concepts and dosimetry in radiobiology. Report N30, ICRU, Washington, D.C. 1979. P.P. 102-105

La segunda fase o posterior, la exposición de la población puede deberse a la inhalación de materiales en resuspensión en la atmósfera de las superficies contaminadas, al igual por la ingestión de agua o alimentos directamente contaminados o productos agrícolas contaminados como la leche y las verduras.

La dosis externa de radiaciones gamma procedentes del penacho radiactivo es proporcional al tiempo que tarda en pasar dicho penacho y estas no cesan cuando el penacho ha pasado, pues éste puede haber depositado el material radiactivo sobre calles, edificios, sistemas de agua superficiales y terrenos agrícolas y forestales, toda persona inmersa en el penacho inhalará una cantidad de material radiactivo proporcional al tiempo que dure el paso del penacho, este pasará a pulmones y otros órganos según sea la naturaleza y forma química del material radiactivo, y será eliminada, en parte por su desintegración radiactiva y en parte por excreción y otros procesos biológicos.

El factor tiempo es básico para una serie cronológica del momento que pueda aplicarse las medidas de protección, las descargas importantes pueden iniciarse en intervalo de media hora hasta 30 horas después del suceso iniciador y la duración de las descargas puede situarse entre media hora y varios días teniendo en cuenta que la mayor parte de la descarga es el primer día.

Los planificadores necesitarán información sobre los detalles de las descargas de radiactividad para saber los materiales auxiliares para calcular la dosis proyectadas y determinar los modos críticos de exposición. Para las descargas atmosféricas de instalaciones nucleares se han identificado tres casos de exposición:

- 1) Exposición de cuerpo entero (médula ósea) a consecuencia de radiaciones externas gamma;
- 2) Exposición del tiroides por inhalación o ingestión de yodo radiactivo, y
- 3) Exposición de otros órganos (por ejemplo pulmones) por inhalación o ingestión de materiales radiactivos.

En casos de accidente las autoridades deben intensificar las medidas de protección para reducir la exposición radiológica de la población.

Es necesario disponer de un sistema de comunicaciones para alertar al público de los riesgos y comunicar instrucciones y las posibles medidas de protección y estas pueden clasificarse como sigue:¹³

- a) Refugio
- b) Profilaxis radiológica
- c) Control de accesos y salidas

¹³ Danish National Agency of Environmental Protection. Proposal for basic safety requirements the disposal of High level. Report from the working group of DNAE 1980. P.P. 74, 78.

d) Evacuación

Métodos de protección personal

- a) Descontaminación de personas
- b) Asistencia médica
- c) Decomiso de alimentos y agua
- d) Descontaminación de zonas

Para seleccionar una o varias medidas de protección debe tenerse en cuenta la naturaleza del accidente como sus riesgos. La cronología de un accidente puede establecerse por las siguientes fases:

La fase inicial, el riesgo inmediato resultante de una descarga en la atmósfera puede ser inhalación de sustancia radiactiva y/o la irradiación del penacho radiactivo, que dura varias horas desde el comienzo del accidente.

Fase intermedia, es la que el riesgo puede deberse a:

- a) Relación externa procedente de las disposiciones en el suelo.
- b) Radiación interna debida a la inhalación de radiactividad de partículas en resuspensión.
- c) La radiación interna debida a la ingestión de alimentos frescos (leche, verduras, frutas) y agua contaminados, fase que puede durar varios días o semanas después de la fase inicial.

La fase final, en la que el riesgo puede deberse al consumo de alimentos contaminados en general y a la contaminación del medio ambiente, fase que puede durar desde unas semanas a varios años después de las primeras fases.

En conclusión, es importante recalcar la necesidad o emprender en los años venideros un análisis amplio y exhaustivo de la vasta experiencia acumulada de los trabajos realizados para eliminar las consecuencias del accidente de Chernobyl.

2.3 MEDIDAS DE DESCONTAMINACION

Trataremos primero las medidas a aplicar para protección y descontaminación en caso de accidente en una planta nuclear en forma general, después de modo específico cuales fueron estas las que se utilizaron en el accidente de Chernobil.

Tenemos en primer instancia el refugio: medida sencilla para mitigar consecuencias del paso del penacho, en esta es el aconsejar a la población que busque refugio dentro de los edificios o zonas interiores y que practiquen protección improvisada. Si hay radiación externa, se consigue disminuir la exposición de cuerpo entero manteniéndose dentro de los edificios, se cierran ventanas y puertas exteriores, los sistemas de ventilación así se conseguirá una ración de la concentración de material radiactivo en el aire del refugio, de esta forma se logrará reducción de la dosis inhalada que será importante para órganos como tiroides, pulmones y aparato digestivo.

Tenemos el efecto del blindaje contra la radiación directa, originada de paso del penacho y dependerá del tipo de edificio que se utilice como refugio. La atenuación de la radiación gamma dependerá de la proximidad de una masa de material antepuesta entre la fuente de radiación y las personas, es entonces que el blindaje, será más seguro si el edificio esta construido con materiales duros y que en el exista un gran espesor entre la fuente de radiación y la zona que se ocupará. La ventilación en esta se debe pedir a las personas que se refugien en el edificio que cierren todas las ventanas y puertas exteriores, que desconecten los ventiladores y aparatos de aire acondicionado y permanezcan en la parte del edificio no expuesta al viento, el igual que se tenga el menor número de ventanas y puertas exteriores, es aconsejable que las personas específicamente sensibles a las radiaciones como los niños y las mujeres embarazadas, se refugien en habitaciones con mayor posibilidades de blindaje y menor ventilación.

Profilaxis radiológica. Esta consiste en la ingestión de compuestos químicos estables específicos que tienen efecto reductor u obstructor sobre la absorción de ciertos radionucleidos por ejemplo; las sustancias obstructoras son los compuestos estables del yodo, el yoduro de potasio, éstos son eficaces para reducir la absorción en la glándula tiroides. Esta depende de la edad y por razones de metabolismo, es mayor en los niños más pequeños, decreciendo progresivamente en los niños mayores hasta que tienen la misma absorción que los adultos. Después de una ingestión, la cantidad presente en el tiroides, alcanza un máximo en uno a dos días, la mitad aproximada de este valor se alcanza en unas seis horas. Es por ello que el uso profiláctico de compuestos estables de yodo se efectúe antes de la exposición debida a la inhalación de yodo radiactivo o tan pronto como se posible después de la misma. Si se administraran estos compuestos dentro de las seis horas que siguen a la ingestión de yodo radiactivo,

puede preverse una reducción de la dosis que recibe el tiroides en un 50% aproximadamente.

Se ha demostrado que tanto el yoduro de potasio KI como el yodato potásico KIO_3 son profilácticos eficaces, el último puede almacenarse durante periodos largos de tiempo, sin que sufra cambios y constituye la forma química recomendada si se prepara en tabletas.

Las dosis recomendadas de los compuestos mencionados estables del yodo son los siguientes:

A) Para todas las personas mayores de un año: 130 mg KI ó 170 mg KIO_3 que durante las primeras 24 horas (100 mg. equivalente de yoduro

La ingestión de tabletas de compuestos estables de yodo protege contra la irradiación de la glándula tiroides exclusivamente, la eficacia de la distribución y administración de estos compuestos después de que se haya producido el accidente dependerá del momento en que se efectúe la distribución.¹⁴

El control de entradas y salidas en una zona determinada puede ser necesario por un corto periodo desde el momento del accidente. Existen diversas razones que justifiquen el control de accesos y salidas como a continuación mostramos:

- a) Durante la fase inicial del accidente, evitar la entrada innecesaria de personas en la zona considerada de peligro.
- b) Durante las fases inicial e intermedia del accidente, es necesario despejar las vías para facilitar la evacuación y facilitar el acceso de equipo de emergencia al lugar del accidente y de los equipos de monitoreo a las zonas afectadas.
- c) En las fases finales del accidente, tras el paso del penacho radiactivo, se debe reducir la exposición innecesaria de personas a la contaminación innecesaria de equipo y suministros de emergencia.
- d) En las fases finales del accidente, impedir todo traslado no autorizado de artículos contaminados (alimento, cosechas, etc.) a las zonas no contaminadas.
- e) Permitir la canalización eficaz del tráfico esencial a través de las zonas afectadas y evitar el transporte de equipo. La situación de emergencia en el emplazamiento puede considerarse terminada cuando la entidad explotadora haya determinado que la Central permanece bajo control y que las emisiones de afluentes desde la Central se encuentran dentro de los límites aceptables.

¹⁴ Comisión Internacional de Protección Radiológica. Recommendation of the International Commission of Radiological Protection. Publication 26 Pergamon Press, Oxford and New York. 1977. Pág. 27

CUADRO I¹⁵. RIESGOS DE IRRADIACION ESTOCASTICA.
(10⁻³ sv)

Organo/Tejido	Cánceres Mortales	Cánceres no Mortales	Efectos Hereditarios
Gónadas	--	--	4
Médula ósea Roja	2.0	--	--
Pulmón	2.0	--	--
Tiroides	0.5	10.0	--
Superficies óseas	0.5	--	--
Otros órganos internos	5.0	--	--
Piel	0.1	10.0	--
Mama	2.5	2.5	--

CUADRO II¹⁶ VIAS POTENCIALES DE EXPOSICION, FASES DEL ACCIDENTE Y MEDIDAS PROTECTORAS PARA LAS CUALES PUEDEN ESTABLECERSE NIVELES DE INTERVENCION.

Vía potencial de exposición	Fase del accidente	Medida protectora
1.- Radiación externa procedente de la instalación	↑ inicial	• Uso de refugios • Evacuación • Control de accesos
2.- Radiación externa procedente del penacho		• Uso de refugios • Evacuación • Control de accesos
3.- Inhalación de actividad del penacho		• Uso de refugios • Administración • Yodo estable • Evacuación • Control de accesos
4.- Contaminación de la piel y ropas	↑ intermedia	• Uso de refugios • Evacuación • Descontaminación de personas
5.- Radiación externa procedente del depósito de la actividad en el suelo.		• Evacuación • Reubicación • Descontaminación de terrenos
6.- Inhalación de actividad resuspendida	↑ final	• Reubicación • Descontaminación

¹⁵ Naciones Unidas. Fuentes y efectos de la Radiación Ionizante (Informe a la Asamblea General), Comité Científico para el estudio de los efectos de las radiaciones atómicas (UNSCEAR). NU Nueva York, 1984

¹⁶ Naciones Unidas. Fuentes y efectos de la Radiación. Informe a la Asamblea General. Nueva York 1985.

CUADRO III¹⁷ NIVELES DE DOSIS POR DEBAJO DE LOS CUALES NO DEBERIAN MANIFESTARSE EFECTOS O ESTOCASTICOS EN UNA POBLACION NORMAL

Dosis (Gy) ^a	Organo/Tejido	Efecto
0.1	feto	teratogénesis
0.5	todo el cuerpo	vómito
1.0	todo el cuerpo	muerte
3.0	piel	depilación, erite
5.0	pulmón	neumonitis
10.0	pulmón	muerte
10.0	tiroides	hipoyroidismo

donde:

^a Las cifras correspondientes a una dosis absorbida de radiación de bajo TLE.

Suministros Inecesarios a las zonas contaminadas.

La evacuación es algo definitivo de protección, pues al darse las condiciones para ello entonces se aplicará:

Contra la radiación directa de la instalación nuclear.

Contra la exposición externa debido al paso del penacho.

Contra la inhalación de materiales radiactivos.

Contra la exposición externa debido a la contaminación del suelo

Contra la inhalación de material radiactivo en resuspensión.

Esta medida de evacuación en relación contra otras medidas de protección supone que el peligro es lo suficientemente grande para justificar su empleo, lo que determina esta decisión será por la magnitud y características del accidente, la magnitud de la población a evacuar las vías disponibles de salida a la zona a evacuar, el transporte las condiciones meteorológicas y recursos disponibles.

Esta situación requiere tiempo y en algunas situaciones puede no ser viable durante la fase inicial del accidente, por lo general las poblaciones pequeñas pueden evacuarse eficazmente en el tiempo disponible.

La evacuación puede aplicarse en la fase intermedia, después de la medida de refugio, para reducir la dosis de exposición en un ambiente altamente contaminado, si se realizará la evacuación durante el paso del penacho, es posible que las personas evacuadas reciban dosis más elevadas que si permanecieran en un refugio.

También tenemos dos tipos de protección personal: la protección de fisión respiratoria y las ropas protectoras, estas medidas ofrecen protección contra la

¹⁷ Naciones Unidas "Fuentes y efectos de la Radiación. Comité Científico para el estudio de los efectos de las Radiaciones Atómicas Nueva York, 1985. Pág.122

radiactividad del aire y la depositada en la superficies. Se adquiere esta protección utilizando pañuelos, artículos con que puedan cubrirse la boca y los orificios nasales, se aconseja a la población que utilice estos artículos cuando se dirija a los refugios y tal vez cuando permanezca en los mismos.

En toda liberación accidental de sustancias radiactivas al medio ambiente, puede causar efectos en la salud de la población expuesta, es por ello que se deben identificar los diferentes efectos para la salud, estos se dividen en no estocásticos y estocásticos, ver cuadro I y II.

Los no estocásticos son aquellos en que la gravedad aumenta con la dosis y posiblemente exista un umbral, los efectos. Los efectos estocásticos son cuya probabilidad de ocurrir aumenta con la dosis, sin que exista umbral, su gravedad es independiente de la dosis. Los efectos no estocásticos pueden inducirse en cualquier órgano o tejido con dosis y tasas suficientemente elevadas, causará vómitos y a dosis más elevadas una mortandad como consecuencia del empobrecimiento celular de la médula ósea.¹⁶

En dosis elevadas en el tiroides son posibles efectos no estocásticos que pueden ser o no fatales, es la disminución de la fecundidad lesiones cutáneas, cataratas y alteraciones hematológicas. Los principales efectos estocásticos que pueden ocurrir son efectos somáticos tardíos y hereditarios de la irradiación. El principal efecto tardío es el aumento de la incidencia, en la población irradiada, de cánceres mortales y no mortales, esta manifestación puede ocurrir por décadas.

Los cánceres no mortales pueden tener efectos físicos o psicológicos asociados, susceptibles de reducir la calidad de vida. En la irradiación externa, los efectos no estocásticos difieren a menudo de los experimentados en el adulto, debido a la distancia radiosensibilidad del feto. Los efectos clásicos de dosis elevadas en el feto en desarrollo consisten en grandes deformaciones congénitas, retardo de crecimiento y muerte. En el caso de exposición externa, las diferencias de metabolismo pueden tener diferencias de riesgo, por ejemplo la absorción de yodo radiactivo en el feto antes del comienzo de la actividad bioquímica del tiroides y la irradiación de los huesos del feto antes de la clasificación de estos.

El efecto estocástico principal que suele manifestarse tras la irradiación del feto es la carcinogénesis. Últimamente se conoce la aparición de retrasos mentales graves a causa de la irradiación in útero, este efecto de manifestación tras un período de exposición de 8 a 15 semanas después de la concepción.

Para tener una visión más clara sobre la gravedad de estas exposiciones de irradiación, tenemos a continuación una fig. 1, con respecto a las dimensiones

¹⁶ Organización Mundial de la salud. Nuclear power: Accidental release principles of public health action. VHO Regional office for Europe Copenhagen, 1984.

o decisiones, que se tomaron en lo referente a las diferentes zonas del desplazamiento del penacho.

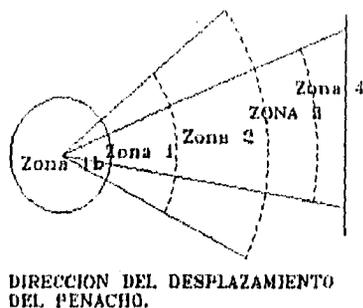


FIGURA 1

Las zonas de actuación en caso de emergencia:

- 1a y 1b.- son las zonas evacuadas ante la amenaza de una liberación prolongada de sustancias radiactivas ó en las etapas iniciales de la misma.
- 2.- es la zona en que se refugia la población.
- 3.- es la zona cuya población se reubica para evitar la exposición crónica.
- 4.- es la zona de depósito del penacho.

La figura 1 representa las zonas que pueden requerir la adopción de decisiones sobre las medidas de protección, si se da la alarma con tiempo suficiente, o si se espera una liberación prolongada se aplicarán estas medidas protectoras contra la exposición al penacho antes de la liberación ó en sus etapas iniciales. Por ejemplo, la población de la zona 1 ó de las zonas 1a y 1b de la figura 1 se evacuaran para evitar la exposición potencial de los aerosoles del penacho, mientras que la zona 2 su aplicación sería el uso de refugios, puede administrarse yodo estable a las personas refugiadas y a las evacuadas después de comenzar la liberación. Las personas evacuadas ó refugiadas fuera de la zona 3 podrían regresar tan pronto como se hayan trazado líneas de isodosis y se hayan determinado las zonas reales de depósito con dosis proyectadas que superen los niveles de intervención apropiados. La zona en que se depositan las sustancias del penacho es la 4, esta zona salvo la parte correspondiente a la zona 3, sería ocupada por el público, aunque existan niveles de contaminación que requieran una vigilancia radiológica continua y la aplicación del "valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse".¹⁹

¹⁹ Organismo Internacional de Energía Atómica. Directrices sobre sucesos notificables, planificación integrada e intercambio de Información Circular Informativa, INFCIR/321, OIEA, Viena, 1985, pág. 89

La zona 2 es aquella cuya población se reubicaría, para evitar la exposición a largo plazo a la actividad depositada en el suelo. Así tenemos que las medidas de emergencia se pueden aplicar en la fase inicial, de un accidente depende exclusivamente de la capacidad de la entidad explotadora de la instalación nuclear afectada y de las autoridades nacionales competentes. Una responsabilidad inequívoca de la evaluación inicial del accidente y su desarrollo recae sobre el explotador, por ende éste ha de estar dispuesto a colaborar con las autoridades de fuera del emplazamiento en las evaluaciones y predicciones de las consecuencias del accidente. Así tenemos que la responsabilidad de aplicar medidas protectoras fuera del emplazamiento recae sobre las autoridades pública (por ejemplo, los servicios de emergencia de la administración nacional, local, la defensa civil u otras entidades) quienes son y tienen que planificar ó disponer de las medidas en la zona afectada así como su plan de emergencia.

En la fase intermedia se prevé la realización de consultas con grupos de expertos en protección radiológica para asesora el control de la exposición de los individuos. Este grupo examinará e interpretará datos de la vigilancia radiológica y colaborará con la información pública sobre las consecuencias en el exterior del emplazamiento. En la fase final, el criterio para el levantamiento de las medidas de protección será definitivamente la reducción de la contaminación a niveles suficientemente bajos para tomar esa decisión, se tomará una serie de aportaciones de orden social, económico, técnico y radiológico. En el accidente de Chernobil a la 1:23 a.m. del 26 de abril de 1986 en la unidad central, causó una emisión de una gran cantidad de materiales radiactivos, debido a las condiciones meteorológicas en relación con la transferencia de la masa de aire, la nube que se formó en el momento del accidente dejó una estela radiactiva sobre la zona del oeste y norte de la central.

Durante los 10 días siguientes al accidente, continuó la liberación de gases y aerosoles radiactivos que contaminaron el terreno en diferentes direcciones y a considerables distancias de la central. Fue hasta el 6 de mayo en que se estimó que la liberación total de sustancias radiactivas (excluidos los gases radiactivos) era de aproximadamente 1 q E bq (exabequerelios o 10^{18}) o sea el 3.5% del inventario total de radionucleidos existentes en el reactor en el momento del accidente.

Para finalizar citamos que debe de existir un mantenimiento de la capacidad de actuación en situaciones de emergencia. Este plan de emergencia de la entidad explotadora deberá estipular medidas que garantien que el plan continúa manteniendo su eficacia durante toda la útil del la central nuclear 1

2.4 RADIACION EN PAISES VECINOS: SUECIA, POLONIA Y ALEMANIA.

Después del accidente de Chernobil, la gran cantidad de materiales radiactivos varía de un lugar a otro, esto se debe principalmente a las condiciones meteorológicas que lo impidieron durante el accidente y después, un factor determinante fue la lluvia. En algunos casos, se encontraron elevados niveles de depósito lo que provocó la aplicación de restricciones en la distribución y consumo de alimentos.

El empleo de modelos de dispersión en gran escala el MESOS (Imperial College, Reino Unido) y el CRID (RIVM-KNMI) Países Bajos que reconstruyeron las pautas de concentración y depósito en Europa, citaron que los resultados indicaban elevados niveles de depósito radiactivo no solo en Ucrania sin también en la región Central Escandinava y Europa Central. En estas zonas se observaban depósitos de yodo 131 que pasaban los 100 kilobequerelios por metro cuadrado (KBQ/m²) y en algunas zonas llegaban a ser unos 1,000 KBQ/m². Los niveles de cesio 137 en esas zonas son en general superiores a 20 KBQ/m² con máximas locales de hasta 140 Q-m².²⁰

La exposición de la población tiene como anteriormente citamos tres vías fundamentales: inhalación de materiales en suspensión en la atmósfera, ingestión de alimentos, irradiación externa de materiales depositados en el suelo.

A) La dosis por inhalación se conoce con exactitud por medio de los resultados de medición de las concentraciones de radionucleidos en la atmósfera y se aplican los valores uniformes de los índices de inhalación para obtener la dosis equivalente.

En la mayor parte de Europa la dosis equivalente efectiva para los adultos por inhalación de yodo oscila 1 y 100 microsievert.

La radiación externa proviene de materias depositadas y se estima a partir de mediciones de los índices de exposición o bien de las mediciones de depósito por unidad de área. Pero es preciso tener en cuenta el tiempo que se permanece en interiores y el blindaje que brindan las edificaciones, estos datos varían según el país.

²⁰ Fletcher. J. F. Dolson W.L. Digital computer code for estimating radiological affects for the nuclear power industrie. Rep HEDI/TME 168. US. Atomic Energy Comission, Washington, 1985. Pág. 104

SUECIA

La precipitación radiactiva que se originó del reactor soviético de Chernobil se detectó en este país el 28 de abril cuando la estación energética Forsmark, se observó un aumento de radiactividad en el personal que pasaba por el monitor situado a la entrada de la estación. El emplazamiento del reactor se evacuó parcialmente y al poco se hizo notoria en toda la Costa Oriental de Suecia así como el aumento de radiactividad. En las primeras investigaciones del Instituto de investigaciones para la Defensa Nacional de Suecia (FOA) indicaron que la fuente de las emisiones no era una bomba nuclear atmosférica sino un accidente en un reactor nuclear. En el Instituto Sueco de la Meteorología se calcula automáticamente las trayectorias inversas de las masas de aire y se transmiten diariamente al FOA, esa mañana informaron que la fuente se encontraba en la dirección de Lituania, Ucrania y Bielorrusia. Las mediciones de la radiactividad hechas en Suecia, (en microrenguenio por hora a nivel del suelo) entre el 1 y el 8 de mayo de 1986, los niveles más elevados se registraron cerca de la ciudad de Gavle en 400 microrenguenio por hora y más como valor medio en extensas zonas, localmente los valores excedieron los 1000 microrenguenios por hora en las zonas más pequeñas. El instituto Nacional de Protección Radiológica de Suecia (SSI), recomendó no beber agua de lluvia recogida de lugares a la intemperie, sin embargo la única medida de restricción necesaria era mantener las vacas dentro de los establos en las regiones donde el contenido de cesio en los pastos sobrepasaba el kilobequerelio por metro cuadrado, que corresponde a una concentración total en 1 kilobequerelio por metro cuadrado. La FOA mide constantemente los radionucleidos presentes en el aire de las estaciones térmicas, utilizando la ventilación forzada a través de filtros de fibras de vidrio y aviones equipados con filtros de aire: tras el accidente, los filtros a nivel de la tierra se cambiaban cada tres horas.

La FOA y la Fuerza Aerea analizaban diariamente la concentración de radionucleidos a alturas que oscilaban entre 100 y 800 metros a una ruta escogida sobre la base de las trayectorias previstas de nubes. Se localizó yodo 131 en otros radionucleidos en el aire del suelo. El yodo recogido en el filtro, correspondió a una concentración máxima de alrededor de 10 bequerelios por metro cúbico²¹, para zona de Estocolmo. La compañía de Suecia realizó mediciones por medio de aviones que volaban a 150 metros de altura, estos se utilizaron para dar un panorama inicial, que fue complementada con muestras de pasto y mediciones efectuadas por mediciones móviles (espectrometría gamma), también realizó mediciones de la nube localizada sobre el Mar Báltico durante la noche del 28 de abril, conforme avanzaba la noche, la nube se fue desintegrando por la lluvia, lo que originó zonas de abundante depósito de radioactividad al sur

²¹ Charles D. Hallman, J. Kelly G. M. Contributions of nuclides and exposure pathways to the radiological consequences of degraded core accidents, PWR. Rep. NRPB/MIGC. London, 1983.P., 1983 p.p. 108

de Gave. El SSI y otras instituciones realizaron algunas mediciones en bosques procedentes de países extranjeros y en los que había atravesado el sur del Mar Báltico durante los días posteriores al accidente, se detectaron niveles de contaminación, radiación de 1000 kilobequerelios por metro cuadrado, al igual se realizaron mediciones de filtro de aire y de otras partes de equipos autónomos y aviones donde cabía esperar concentraciones elevadas, se detuvieron dosis alarmantes.

POLONIA

El 28 de abril de 1986 este país registró un aumento de actividad del aire en 700 veces y de la tasa de dosis gamma en el medio ambiente en el décuplo en una de las 140 estaciones permanentes del Servicio de Mediciones de las Contaminaciones Radiactivas (SPSP) en Mikolajki, situada en la región nororiental del país. Estas se dieron a conocer al Laboratorio Central de Protección Radiológica de Varsovia (CLOR), que es el centro coordinador del Sistema del PSP en todo el país. La estación de Mikolajki, cambió su funcionamiento normal al estado de emergencia, y en lugar de sustituir el filtro de aerosol una vez al día y hacer mediciones de la radiactividad al cabo de una hora y posteriormente a las 120 horas, lo sustituyó cada dos horas y procedió a medir la actividad inmediatamente.

El CLOR dio instrucciones a 24 estaciones para que funcionaran en estado de emergencia y en la mañana del 29 de abril, funcionaban en ese modo las 140 estaciones que integran el sistema del SPSP, de igual manera se creó un grupo operacional y un grupo análogo en el Organismo Nacional de Energía Atómica. El análisis gamma espectrométrico de un filtro de aire, recogido a las 13:00 en Varsovia reveló que la composición de radionucleidos en el aire era la que caracteriza a la fisión de un reactor y no de una explosión nuclear, ya que el yodo radiactivo y el telurio 132 constituyen casi el 80% de la actividad. Las concentraciones de la actividad beta en el aire que se midieron en las regiones septentrionales y central de Polonia fueron: en Mikolajki de 500 bequerelios por metro cúbico ($Bq \cdot m^{-3}$) ó sea 1,200 veces superior a la de dos días antes, en Gdynia de ($170 Bq \cdot m^{-3}$), en Varsovia de ($87 Bq \cdot m^{-3}$) y en Poznan de ($0.79 Bq \cdot m^{-3}$)²²

Las tasas de dosis gamma en esos lugares fluctuaron entre 0.1 y 2.5 milirenguenios por hora (Mr/h).

Los valores de actividad de los depósitos iniciales indicaban que las concentraciones de yodo radiactivo en la leche podían alcanzar niveles superiores al de intervención (1,000 bequerelios por litro), el Organismo Nacional de Energía Atómica recomendó a la 1:40 de la tarde del 29 de abril que, a partir

²² Nair, S. Models for the Evaluation of Injection doses from the consumption of terrestrial food, following an atmospheric radioactive Release, Rep RD-B-5200, Central Electricity generating board, 1984.

de ese día se prohibiera en todo el país el consumo de leche proveniente de vacas que se alimentaran con forraje natural, al igual que el país antes citado. Se recomendó que las vacas permanecieran en los establos y que no se les alimentara con forraje natural. Se recomendó la distribución de la leche en polvo elaborada después del accidente a niños de hasta 3 años de edad y se prohibió el consumo de hortalizas, carne pescada con niveles de actividad superior a los 5,000 bequerelios por kilogramo.

El Ministerio de Salud y Bienestar Social asumió la responsabilidad de la profilaxis con yodo estable, los niños de menos de 1 año de edad recibieron una dosis de 15 miligramos (mg.) de yodo; los de entre 2 y 6 años de edad 30 (mg); y los de 7 a 16 años, 60 (mg), esta administración inició la noche del 29 de abril en la región de Bialysto y el 30 en el resto del país. La dosis media de radiación gamma externa recibida por los habitantes de casi el 50% del territorio de Polonia, fue de 0.15 milisiervert y 0.44 milisiervert, en las regiones muy contaminadas cerca del 25% del territorio.

Se midió la dosis de la tiroides a unas 1,200 personas, en las regiones muy contaminadas, la dosis media en la tiroides de los adultos fue unos 1,000 milisiervert a unas 800 personas.

ALEMANIA (REPUBLICA FEDERAL)

País que se puso en alerta especial, un sistema de precipitación radiactiva, se observó un aumento de la radiactividad en todo el país primero en el aire y lluvia, después en tierra, pastos, vegetales (lechuga y espinacas), leche de oveja vaca, carne de res, carnero y animales de caza. Las mediciones que se concentraron en el yodo 131 y en el cesio 137 variaron:

- a) en el aire, los valores rebasaron a 100 bequerelios por metro cúbico.
- b) en tierra, los valores fluctuaron entre 1,000 y 10,000 bequerelios por metro cuadrado, y en casos excedieron los 10,000
- c) en alimentos (donde sólo el yodo 131 tiene importancia ya que se concentra en el tiroides, en algunos lugares los valores alcanzaron hasta 1,000 bequerelios por litro de leche de vaca y por kilogramo de legumbres.

La actividad de norte a sur del país, aumentó por lo que las autoridades recomendaron en especial restringir el consumo directo de productos agrícolas frescos como, leche y legumbres. Se calcula que las pérdidas financieras en la República Federal de Alemania ascendieron a varios cientos de millones de marcos alemanes, debido a la destrucción y confinación de alimentos y a las restricciones de producción.

A consecuencia del accidente de Chernobii, se creó un programa de evaluación de la seguridad de las centrales nucleares de la RFA, el accidente pudo hacer que se intensificaran las investigaciones sobre los sistemas de prevención de accidentes y como disminuir las consecuencias de estos últimos, además la RFA presentó iniciativas con el fin de fortalecer la cooperación internacional en materia de seguridad de reactores en las plantas nucleares.

2.5 IMPORTANCIA A LA CULTURA DE LA SEGURIDAD DESPUES DE CHERNOBIL.

Se puede precisar en este trabajo dos etapas sobre las normas de seguridad que se tenían, antes del accidente de Chernobit y después que abarca la década de los 90's. En esta última existe una normatividad más estricta en lo referente a reuniones periódicas y análisis de las plantas nucleares. Por ello el Organismo preparó una Convención Internacional de seguridad nuclear obligatoria para los Estados Miembros. En esta se establecería un marco básico internacional de procedimientos que ayudaría a corroborar a la opinión pública de que los gobiernos y la comunidad nuclear son concientes de las responsabilidades en materia de seguridad internacional. De gran importancia es la de la obligación de las Partes de informar a intervalos acordes de una reunión de Partes Contratantes sobre la aplicación nacional de los principios estipulados en la Convención.

Al igual las actividades del Organismo en materia, de seguridad nuclear se relacionan con la elaboración de normas y disposiciones para facilitar su ejecución, además del intercambio de información, acopio y análisis de datos, asesoramiento y servicios en situaciones específicas.

Del mismo modo se siguió prestando a los Estados Miembros, previa petición, servicios en forma de misiones de grupos de examen de la seguridad operacional y de grupos de evaluación de sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad (ASSET), para una explotación segura de las centrales. Es por ello que la estructura de los programas se modificó con respecto a la década de los 80's. Para el presupuesto de los años 90's se concede una mayor importancia al desarrollo de la cultura de la seguridad, a una seguridad operacional, a la retrotransmisión de la experiencia en la explotación y a las prácticas de evaluación de la seguridad nuclear.

Dentro de los principales logros en los años 91 y 94, se encuentran dos guías de seguridad: Terremotos y cuestiones en relación con el emplazamiento de centrales nucleares (Vol. Núm. SG-y Seimic Design and Qualification of Nuclear Power Plants (Vol. Núm. 50-SG-D15). Al igual se finalizó la revisión de sucesos exteriores imputables al hombre en relación con el diseño de centrales nucleares (Vol. Núm. 50 SG-D5).

Se crearon un gran número de servicios de examen de emplazamiento / sísmico a Estados Miembros y se organizaron cursos de capacitación nacionales en lo referente a la seguridad en relación con los sucesos exteriores y a la selección del emplazamiento de centrales nucleares. La máxima prioridad fue la necesidad de información y orientación de los países del Este de Europa y de los países en desarrollo sobre la aplicación de códigos complejos de computadora

para el análisis de accidentes y el examen del diseño de centrales nuevas y en funcionamiento.

Se finalizó en 1993 un documento de la Colección de Prácticas de Seguridad sobre " Implementation and Review of Ageing Management programmes for Nuclear Power Plants ". Se realizaron manuales sobre la gestión del envejecimiento de componentes representativos de centrales.

Al igual se realizó un manual referente a la orientación sobre la evaluación de los márgenes de seguridad y de la vida útil residual de componentes principales de centrales nucleares.

En el periodo 93-94 las tareas se enfocaron principalmente hacia la elaboración de una guía de seguridad y se presentó una colección de prácticas de seguridad sobre la inspección de las técnicas de protección y lucha contra incendios. A finales de 1994 se organizaron más de 30 misiones de Servicios de examen de la seguridad técnica a petición de los Estados Miembros, incluyendo exámenes para la selección de emplazamientos (incluyendo los sucesos sísmicos y otros sucesos exteriores) y exámenes de aspectos específicos del diseño (incluidas las estructuras).

Se realizaron cuatro misiones para examinar los aspectos de seguridad de los programas de gestión del envejecimiento, a petición de los Estados Miembros.

Dentro de las actividades previstas para 1995 y 1996, los recursos del Presupuesto Ordinario referente a la gestión de accidentes aumentó y en particular al nuevo proyecto sobre soporte lógico (software) relacionado con la seguridad y un aumento de los Servicios de examen de la seguridad técnica (ESRS). La labor sobre sucesos sísmicos y sucesos externos que afectarían a la seguridad de instalaciones nucleares se ajustará a petición de los estados Miembros.

Del mismo modo se pretende el enviar a los Estados Miembros un cuestionario para acopiar información sobre datos y bases de diseño relacionados con el emplazamiento con el fin de elaborar una base de datos sobre este tema. Se preparará un documento de la Colección Seguridad sobre riesgos volcánicos en relación con la selección del emplazamiento de centrales nucleares.

Se concentrarán las actividades en la asistencia a los países en desarrollo sobre metodología de análisis de la seguridad y de accidentes, incluidas la comprobación de la validez y la capacitación en la utilización de los códigos de computadora pertinentes. se proyecta el examinar las metodologías de evaluación y análisis de accidentes y la experiencia obtenida con los códigos de computadora para el análisis de la seguridad. También se continuarán las actividades sobre la comprobación de la validez y la verificación de los planes de

gestión de accidentes y especialmente sobre procedimientos y orientaciones para ayudar a evitar accidentes graves y mitigar sus consecuencias como el ocurrido en Chernobil. En los aspectos de seguridad del envejecimiento, se continuará mayor importancia a apoyar a los Estados Miembros en el mantenimiento de los márgenes de seguridad necesarios durante la vida útil de las centrales elaborando orientaciones pertinentes y promoviendo la aplicación de estas orientaciones. Se encontraron documentos de orientación sobre: evaluación de los márgenes de seguridad y de la vida útil residual de componentes de centrales; eficacia de los métodos de detección y observación de la degradación relacionada con la edad; establecimiento de prioridades basadas con la seguridad en actividades de gestión del envejecimiento; y la gestión del envejecimiento en el diseño de centrales futuras. Se fomentará la aplicación práctica de estas orientaciones mediante cursos de capacitación y se apoyará con misiones de asesoramiento. Se realizarán estudios en relación con la ingeniería informática relacionada con la seguridad y se tiene el propósito de enviar misiones, previa petición a instalaciones nucleares para fomentar el cumplimiento de las normas, directrices y prácticas internacionalmente aceptadas.

Se pretende completar para fines de 1996 el conjunto completo de Normas y guías de seguridad oficialmente establecido en 1989. Las Normas, Guías y Prácticas de seguridad, tratan cuestiones esenciales de seguridad como: envejecimiento, exámenes de la seguridad y experiencia operacional con accidentes. Al igual se prepararán publicaciones de Prácticas de seguridad sobre la selección y capacitación del personal de explotación y sobre el término fuente y el análisis del impacto radiológico, además se finalizará la preparación de un glosario de términos para reactores de investigación.

Se espera que esta etapa sea plenamente operacional el sistema de notificación de incidentes para reactores de investigación (ISRR) sobre la base de un periodo de prueba que permitirá la incorporación de perfeccionamiento finales y la aplicación a un número mayor de Estados Miembros. También se realizarán misiones de seguridad y de Evaluación integrada de la seguridad de reactores de investigación (INSARR) (cuatro o seis por año) para ayudar a los Estados Miembros a evaluar la seguridad operacional de sus reactores.

La escala internacional de Sucesos Nucleares (INES), introducida en 1992, continúa hasta hoy día siendo internacionalmente reconocida como aplicable a cualquier suceso nuclear que pueda producirse ya sea en una central nuclear o en otra instalación nuclear. El concepto de seguridad que apoya esta Escala se considera que es un paso importante para lograr una comprensión común de la seguridad operacional de las centrales. A través del sistema de información de la INES se difunde rápidamente información autorizada sobre sucesos nucleares. En 1992 se estableció un Comité Asesor de la INES para formular, previa petición, asesoramiento técnico al coordinador de la INES y de oficiales nacionales de la INES para la aplicación coherente del Manual del usuario.

3.1 ALGUNOS PROBLEMAS DE COOPERACION INTERNACIONAL

El gran desarrollo de la tecnología no sólo se traduce en beneficio de la humanidad, sino también es destrucción, como lo ocurrido en Chernobil. Se hacen esfuerzos para garantizar la explotación de las instalaciones nucleares en condiciones de una seguridad, que es requisito primordial para la utilización de la energía nuclear.

Por ello es de tener siempre atención en los mecanismos que permitan utilizar la experiencia operacional en centrales nucleares, el tiempo de vida útil acumulado en los reactores que funcionan hoy día es de cerca de 4000 años reactor. El aprovechar esta experiencia de explotación ofrece una oportunidad única para mejorar la seguridad nuclear. Es por ello que se deben analizar los accidentes ocurridos o situaciones anormales para valorar sus repercusiones, tanto en el diseño como en la calidad de los equipos, la capacitación de los operarios, los modelos computarizados del sistema, sistemas de seguridad medidas de emergencia al igual que el requisito de reglamentación.²³

Aumentando considerablemente el número de países que han establecido sistemas para recopilar, analizar y dar información sobre situaciones relacionadas con la seguridad de las centrales nucleares. El Organismo Internacional de Energía Atómica se unió a los esfuerzos que se hacen a nivel nacional e internacional para intercambiar experiencia operacional global, por ello desde 1983 el Organismo estableció un sistema internacional, el Sistema OIEA de notificación de accidentes.

Empero Chernobil, puso en alerta una vez más y a la expectativa la necesidad de establecer una mayor cooperación internacional en lo referente a la seguridad nuclear y ampliar las actividades de OIEA en seguridad.

Por lo general se tiene en mente, que la energía nuclear significa generación de electricidad mediante reactores, pero no constituye este el único centro de interés en la presentación de asistencia. El programa de cooperación técnica es muy amplio y abarca actividades relacionadas con la salud, agricultura, industria, hidrología, protección radiológica, vigilancia del medio ambiente, etc.

El OIEA centra sus actividades en las ciencias y tecnologías específicas asociadas con la energía nuclear y sus aplicaciones. El objetivo primordial de la cooperación técnica es ayudar a los Estados miembros y lograr la autosuficiencia

²³ Comisión Internacional de Protección Radiológica. Recommendations of the International Commission. Publication 26, Pergamon, Oxford 1977 p.p. 69

en la esfera de la ciencia y tecnología nucleares, coadyuvando al desarrollo de los recursos humanos, a la formación personal.

Desde el punto de vista general de un país, en el campo de la ciencia y tecnología nucleares, se tienen cuatro puntos importantes:

A) Necesidades humanas. Comprende el desarrollo de los recursos hídricos (evaluación de los recursos hídricos subterráneos, superficiales y su demanda); la agricultura (fitotecnia mutacional, abonos, nutrición de suelos, lucha contra las plagas, productos agroquímicos); la zootecnia (reproducción, salud y nutrición); y la atención a la salud (radioterapia, medicina nuclear y diagnóstico, esterilización de productos de productos médicos).

B) Aplicaciones industriales, incluyen los ensayos no destructivos; la hidrología (estudio geotérmico y sobre sedimentología); los tratamientos por irradiación (revestimiento de superficies, radioesterilización y conservación de alimentos); la calibración nuclear para las industrias como papeleras siderúrgicas, alimentarias, mineras, etc.

C) Generación de electricidad. Abarca la geología, la extracción y tratamientos de materias primas nucleares, fabricación de elementos combustibles y el ensayo de materiales; el diseño de reactores de potencia y de investigación, la instrumentación, la electrónica y el control de reactores.

D) Actividades de apoyo. Centros y Laboratorios Nucleares. La seguridad nuclear (reglamentación, normas de seguridad), protección radiológica y dosimetría, gestión de desechos radioactivos, el mantenimiento de instrumentos nucleares, la física atómica nuclear, la química nuclear.

La financiación de las actividades de cooperación técnica, proviene de cuatro fuentes que se utilizan para los diferentes programas:

Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica (FACT). Son las contribuciones voluntarias de los Estados Miembros con una cifra que fija la Junta de Gobernadores. El fondo financia el programa ordinario (proyectos específicos que incluyen servicios de expertos, equipo y becas que aprueba anualmente la Junta de Gobernadores, es importante el programa de becas para la capacitación individual.

Fondos extrapresupuestarios. Que son las contribuciones en efectivo que hacen los Estados Miembros, además de las que aportan al FACT. Estos fondos se aplican al programa especial, que consisten en proyectos a gran escala.

Asistencia en Especie. Contribución aportada por los Estados Miembros en forma de becas, equipo y servicios de expertos con carácter gratuito.

Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (FNUD). Se reciben los fondos para ejecutar proyectos.

Los recursos de que se disponen para los programas de cooperación técnica de OIEA han aumentado con el tiempo. En los últimos cinco años ascendieron a 40 millones de dólares y desde el punto de vista geográfico, la distribución regional de la asistencia ha variado: La participación de Asia y el Pacífico, África y de los programas multinacionales. De igual suerte que la prestación de asistencia técnica va equiparado con el aumento de peticiones de los Estados Miembros en recibirla. Algunos proyectos realizados son:

Proyecto Regional para Africa. En fertilidad y gestión de los suelos.

Proyecto en Países en Desarrollo. En producción y sanidad de animales

Sobre aplicaciones industriales de las radiaciones y los isótopos. Entre esas aplicaciones se encuentran radioesterilizaciones de materiales médicos, los sistemas de control nucleónico y el sector manufacturero, los ensayos no destructivos y los procesos de tratamiento industrial por irradiación de maderas y otros productos.

Al igual que los Estados Miembros que tienen centrales nucleares en explotación participan directamente con el sistema de OIEA de notificación de accidentes (IRS) y otros por medio de la agencia para la energía nuclear de la organización de cooperación y Desarrollo Económico (OCDE/AEN). Estos sirven de ayuda y cooperación referente a los accidentes, notifican y analizan con los demás miembros para formar criterios y poder resolver de manera satisfactoria cualquier situación que tuviera concepto de peligro.

Los problemas a los que se puede enfrentar la cooperación y son una realidad tajante; primero que existan diferentes criterios técnicos, base de datos limitados, calidad y cantidad de sobremanera heterogénea de las notificaciones y

una gran diversidad en cuanto a tipo de reactores, prácticas operacionales, criterios de reglamentación y sobre todo el grado de desarrollo de la tecnología nuclear en los Estados Miembros. ver cuadro IV.

Es por ello que el IRS estableció que los países participantes compartieran información precisa sobre los sucesos, situaciones significativas para la seguridad de los centros nucleares, con el único fin de disminuir la frecuencia y la gravedad de los sucesos que ocurren en las plantas nucleares de todo el mundo. Los principales objetivos del ISR son los siguientes:²⁴

- A) Que los países se comprometan a enviar información clara y precisa al OIEA.
- B) Las autoridades nacionales definirán el grado de importancia de los sucesos o situaciones que se han de informar y que esta sujeto a cambio.
- C) Los países participantes son los únicos que reciben información enviada al OIEA.
- D) Todos los Estados Miembros pueden participar en el ISR siempre que:

Hayan emprendido un programa nuclear, hayan establecido o tengan intención de establecer un órgano reglamentador facultado para garantizar la seguridad de las centrales o hayan establecido o tengan la intención de establecer un sistema nacional que siga los lineamientos establecidos por el OIEA en Guide on National Systems for Collecting, assessing and disseminating information on safety related events in Nuclear Power Plants, y hayan asignado a una Organización competente u órgano reglamentador.

Así pues el ISR debe perfeccionarse y desarrollarse a fin de ampliar su base de información y analizar con más amplitud dicha información.

²⁴ Organismo Internacional de Energía Atómica. Factors Relevant to decommissioning of land-based nuclear plants, colección de seguridad No 52, OIEA. Viena 1980. P.P. 56

3.2 PROCEDIMIENTOS EN LA EVACUACION DE DESECHOS RADIATIVOS EN TIERRA.

Todo país que tenga planta nuclear, siempre generará desechos radioactivos y por ende altamente nocivos, en forma uniforme ya sea para el medio ambiente y el ser humano a causa de la composición radioactiva y química que contienen. Es por ello que la entidad explotadora deberá realizar su programa de gestión de desechos de acuerdo con la política nacional. La entidad explotadora establecerá una gestión de desechos para estar completamente seguros de las afluentes y desechos radioactivos provenientes de las operaciones de la central que son controladas, las exposiciones resultantes de las radiaciones y éstas que tengan los niveles más bajos, todo ello de acuerdo con el sistema de limitación de dosis recomendado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR).

Todas las exposiciones, ya sea del personal de emplazamiento como del público en general, se mantendrá en el valor más bajo que pueda alcanzarse, las características básicas del sistema recomendado de limitación de dosis aplicable a la gestión son:

Las dosis individuales no excedan los límites aplicables establecidos por la autoridad competente.

Al establecer el programa de afluentes y desechos se tomará en cuenta las condiciones ambientales previsibles de la central y las condiciones de explotación, así como la evaluación de los costos y beneficios de las opciones: métodos y procedimientos de gestión de afluentes y desechos.

En lo referente a la gestión de desechos, se garantizará que los productos de desecho cumplan con lo referente al transporte, almacenamiento y evacuación, estipulado por los reglamentos nacionales y recomendaciones.

La explotación de las centrales nucleares, debe realizarse con un mínimo de producción de desechos radioactivos en lo referente al volumen, sin olvidar las repercusiones radiológicas para el personal de emplazamiento.

La liberación de radionucleidos en los afluentes gaseosos líquidos deberán vigilarse y controlarse para tener la seguridad de que no exceden los límites autorizados.

Los accidentes anómalos en relación con los sistemas de desechos, pueden tener consecuencias altamente radiológicas, por ello debe existir un funcionamiento fiable de las instalaciones.

Se indica el evitar la acumulación de desechos en:

Se recomienda disponer de un margen de capacidad para poder incluir los desechos que puedan producirse.

Si se tienen diversos procedimientos operacionales para los desechos, se recomienda se evalúe los efectos a largo plazo de las diferentes opciones, en relación con la política nacional para la evaluación de desechos.

La cantidad de desechos que produce una central nuclear, depende del tipo de reactor y características de diseño, procesos de operación y condiciones operacionales. Estas centrales nucleares producen desechos radioactivos gaseosos, líquidos y sólidos, por ello se recomienda que los desechos se clasifiquen y se separen. Los desechos gaseosos son de diferentes tipos de reactor; un PWR, por ejemplo, cuyos gases radioactivos se originan del sistema de gasificación del refrigerante primario y se desprenden gases radioactivos a consecuencia de fugas del sistema de refrigeración del reactor (fuga de líquido) en la manipulación y almacenamiento de combustible en el aire de ventilación contenido.

En un reactor BWR la liberación es por el eyector de aire o bomba utilizados para mantener el vacío en el condensador principal. En un PTR y un PHWR las principales fuentes de desechos gaseosos son las descargas y fugas de refrigerante. Con niveles gaseosos deberá tenerse el nivel más bajo: NOTA PAG 65

Que opere el reactor y evite fallos de combustible al igual que descarga de combustible.

Mantener la mínima cantidad de temperaturas en el refrigerante.

Desechos líquidos.

Es tos varían según el tipo de reactor, los factores que contribuyen a la masa comunes a todos los tipos , son los drenajes delos equipo y del suelo, los desechos de la lavandería, el aceite contaminado y los desechos procedentes de las instalaciones y equipos de descontaminación y mantenimiento. La producción de desechos líquidos deberá de mantenerse en el nivel más bajo mediante medidas como:

Operando el reactor de que evite fallos del combustible y descargando el combustible defectuoso.

Reduciendo fugas del sistema primario de refrigeración.

Planificando y realizando operaciones de mantenimiento.

Recurriendo a la producción de desechos secundarios mediante la selección adecuada de los métodos de tratamiento desechos.

Desechos sólidos.

Estos provienen de la operación y mantenimiento de una central nuclear y sus sistemas de tratamiento de desechos gaseosos y líquidos y varían según el tipo de central y se pueden clasificar como *desechos húmedos* y *secos*. Los desechos húmedos son resinas intercambiadoras de iones agotados (en polvo y granuladas) concentrados del (N), filtros de caucho. Los desechos sólidos secos, comprenden trapos, ropa, papel y plástico contaminados, lechos de carbón activado, herramientas.

La producción de desechos sólidos se debe mantener al nivel más bajo y se recomienda:

Planificación del mantenimiento.

Control estricto del desplazamiento de materiales radioactivos.

Procedimiento eficaz para el control de la contaminación.

Se debe tener en cuenta una clasificación de y separación de desechos adecuada en:

La forma física y química, el origen de los desechos, los radionucleidos que contienen y el método de tratamiento provisto.

Así también se debe poner especial cuidado a los desechos que tengan radionucleidos emisores alfa que pueden venir de combustible deteriorado y materiales flamables, pirofóricos, corrosivos. Al igual se deberá vigilar el proceso de la central que produzcan desechos así como reducir la producción de éstos y para proteger al personal. Esta vigilancia se llevará a cabo con el fin de obtener información sobre las fuentes y características de los desechos radioactivos y cumplir con los procedimientos operacionales. Es por ello que se vigilan las descargas de afluentes en todos los puentes de descarga y se recomienda:

Puntos de recogida de desechos, el inicio del proceso de tratamiento, salidas del tratamiento e instalaciones del tratamiento tras el tratamiento.

Medidas con procedimientos establecidos con la dosis en el exterior de los contenedores de desechos y la contaminación superficial. Para el tratamiento, transporte y evacuación deberá evaluarse la cantidad de radionucleidos de los desechos contenidos, además se deberá determinar mediante muestreos y análisis y se deberá tener sistemas fijos y se contará con lo siguiente en la vigilancia de los desechos:

- a) Monitores móviles, para medir las fases de dosis y la contaminación superficial de la actividad del aire.
- b) Equipo portátil de muestreo para desechos gaseosos, líquidos y sólidos.
- c) Laboratorio para análisis de radionucleidos y químicos. Ver cuadro V

Cuadro V

Método	Continuo o Discontinuo	Activo o Pasivo	Observaciones
Medición de la radiación gamma global (en tuberías, muros de blindaje o de depósitos)	Continuo	Puede utilizarse para detener las liberaciones controladas	Sencillo en cuanto a calibración, mantenimiento e inspección: la sonda permanece no contaminada; adecuado para una amplia gama de niveles de radiación

Cuadro V. International Commission on Radiological Protection. Protection of the public in the Event of major Radiation Accidents: Principles for Planning. Publication 40, Pergamon Press, Oxford and New York 1984.

Cuadro VI. Características generales de las clases de desechos en relación con su evaluación.

Clases de desechos	Características de importancia
I Actividad alta, periodo largo	Actividad beta/gamma alta Actividad alfa significativa Radiotoxicidad elevada Gran producción de calor
II.- Actividad intermedia, periodo largo	Actividad beta-gamma intermedia Actividad alfa significativa Radiotoxicidad intermedia Pequeña producción de calor
III.- Actividad baja, periodo largo	Actividad beta/gamma baja Actividad alfa significativa Radiotoxicidad baja/intermedia Producción de calor significativa
IV.- Actividad intermedia periodo corto	Actividad beta/gamma intermedia Actividad alfa insignificante Radiotoxicidad intermedia Pequeña producción de calor
V.- Actividad baja periodo corto	Actividad beta/gamma baja Actividad alfa insignificante Radiotoxicidad baja Producción de calor insignificante

Cuadro VI. International Commission on Radiological Protection. The Principles and General Procedures for Handling Emergency and Accidental Exposures, Publication 28, Pergamon Press, Oxford and New York 1978.

La electricidad nuclear produce desechos radioactivos a largo plazo, estos dejan de ser útiles al hombre y es preciso mantenerlos aislados del hombre y del medio ambiente. La radioactividad y radiotoxicidad de éstos disminuyen con el tiempo, que depende del periodo de semidesintegración de que se trate y sus productos descendientes. El periodo de desintegración de la mayor parte de los radionucleidos que tienen importancia en evacuación de desechos oscila alrededor de un año y miles de años más. Es por ello que los países que producen desechos radioactivos deben de limitar la producción la emisión de radionucleidos al medio ambiente humano, hasta niveles compatibles con los requisitos de protección radiológica.

Con un número de suficientes de barreras naturales y artificiales es posible limitar o retardar la liberación de materiales radioactivos, retrasar su transporte o reducir sus concentración dentro de los límites aceptables, estas barreras son:

A) Barreras naturales.

La formación geológica en el que esta emplazado el cementerio y el ambiente geológico circundante.

La retención de radionucleidos a la biosfera a través del ambiente geológico.

B) Barreras artificiales.

El contenedor o contenedores.

Las barreras tecnológicas adicionales que tenga el cementerio, entre ellas las geoquímicas.

La evacuación subterránea sin riesgos de los desechos radioactivos es mediante:

A) Confinamiento de los desechos por una o más barreras naturales o artificiales y un aislamiento adecuado del medio ambiente humano, en particular aguas subterráneas.

B) La evacuación de los desechos a profundidades y en lugares tales que sean improbables sucesos distractivos o de origen natural o artificial.

Las características del emplazamiento, su ubicación y el diseño de sus instalaciones determinarán el tipo y la cantidad de los desechos a evacuar y el acondicionamiento necesario para los mismos. Así pues que los desechos pueden evacuarse también en cementerio radioactivo previamente acondicionado, este formado por ambiente geológico natural e instalaciones artificiales. El ambiente geológico del cementerio comprende los estratos en que se colocan los desechos, son instalaciones artificiales, las cavidades excavadas y las características tecnológicas a éstas, los materiales de relleno y de sellado.

Los procedimientos para una evacuación subterránea son:

A) Colocación de desechos sólidos en un cementerio diseñado y excavado exclusivamente para desechos a profundidad (superior a 200 m.) en rocas continentales de rocas salinas, formaciones arcillosas o rocas cristalinas.

B) Colocación de desechos sólidos a poca profundidad con o sin barreras tecnológicas (tipo que incluye también los construidos sobre superficie, que se cubren con materiales terrósos.

C) Colocación de desechos sólidos en cavidades rocosas naturales o artificiales a profundidades diversas, incluidas las inferiores a 200 m.

D) Inyección de fluidos autosolidificantes, portadores de desechos en fracturas provocadas en el seno de estratos impermeables, en particular por medios hidráulicos.

E) Inyección de desechos líquidos o gaseosos en extractos aislados porosos y permeables.

Tenemos entonces que la función del cementerio radioactivo es servir como un conjunto de barreras primarias para controlar los posibles escapes de radionucleidos, de desechos hasta el hombre, de forma que se mantenga a niveles aceptables. Las diferentes características del cementerio pueden contribuir al control de las distintas formas según la naturaleza de la formación geológica, de las tecnológicas y del acondicionamiento de los desechos, para la evacuación subterránea no se debe de olvidar:

El investigar la geología de la región, más allá se la zona ocupada por el cementerio, para hacer una buena evacuación del comportamiento.

Colocar los desechos a profundidad suficiente para que no sean puestos a descubierto por procesos naturales (erosión o elevación) mientras su nivel de radioactividad no excede de un nivel aceptable además se debe tener en cuenta la posibilidad de cambios climatológicos.

El medio geológico hospedante y sus alrededores deberán ser geológicamente estables y hallarse en una región para la que se prevea estabilidad geológica constante para el periodo que se requiere.

El cementerio deberá ubicarse en un lugar que interés para su explotación en el futuro, de forma que pudiera reducir la integridad de confinamiento.

Las características hidrogeológicas del ambiente geológico deberán ser compatibles con las formas de desechos a depositar. En general, éstas deberán ser tales que reduzcan al mínimo el flujo de agua por el lugar donde se coloquen los desechos.

Se debe tener presente la posibilidad de reacciones químicas no deseadas del agua subterránea con los acondicionados, primero con el embalaje y después con los desechos inmovilizados. Al elegir los materiales de embalaje de los desechos se debe prever un posible aumento de corrosividad del agua subterránea que viene y que las estructuras tecnológicas y los extractos geológicos sean capaces de resistir los efectos de las radiaciones y del calor generado por los desechos.

3.3 EVACUACIONES DE DESECHOS EN LAS PROFUNDIDADES DEL MAR

Se han preocupado diferentes organizaciones en los últimos años en la contaminación del mar el problema fue y es, la contaminación con los radionucleidos originados de los ensayos en gran escala, de dispositivos nucleares en la biósfera. En 1961 el Organismo Internacional de Energía Atómica estableció en Mónaco el Laboratorio Internacional de Radioactividad Marina (LIRM). Al igual este Organismo en colaboración con el Programa de Mares Regionales de PNUMA, ha organizado desde 1983 ejercicios especiales de intercalibración en materia de contaminantes no nucleares para la región del Mediterráneo (MEDPOL) La región del Golfo (ROPME), la región de África Central y Occidental (WACAF), los mares de Asia Oriental y más recientemente, en América del Sur, para la comisión permanente para el Pacífico Sur (CPPS).

Esto facilitó la creación en 1986 de una nueva sección del LIRM llamado Laboratorio de Estudios de Ambientes Marinos (LEAM), que está a cargo de los trabajos del LIRM sobre contaminantes no nucleares.

La colaboración de el LEAM, PNUMA y la COI, Comisión Oceanográfica Intergubernamental, proporcionan amplio apoyo a las regiones, al igual el PNUMA, la COI, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el laboratorio realiza ensayos y publica una colección de métodos de referencia para estudios sobre la contaminación marina, que ofrece técnicas y directrices para el muestreo del medio ambiente marino, así como la medición de contaminantes químicos y microbiológicos, la evaluación de efectos biológicos de los contaminantes y la organización del control de calidad.

Se da por hecho que la liberación de radionucleidos en el medio ambiente a niveles adecuados para la protección del hombre, también lo es a la protección de las demás especies. Cuando se liberan los radionucleidos en una zona de la biósfera próxima en donde viven los seres humanos, se establecen límites para la exposición del hombre y las concentraciones de radionucleidos liberados son muy bajas. Para la evacuación de desechos radiactivos en formaciones geológicas a gran profundidad se seleccionan zonas abióticas (sin presencia de vida). Empero es posible que en el caso de la evacuación de desechos en el mar ese principio generalmente aceptado no sea válido.

El vertimiento de desechos radioactivos de actividad baja se realiza a profundidades superiores a los 4000 m., en donde hay el distanciamiento espacial de la trayectoria de regreso al hombre y una notable dilución del material radioactivo. A diferencia de la evacuación de desechos en formaciones geológicas, no existen barreras impermeables, y los organismos marinos abisales podrían ser objeto de niveles altos de exposición debido a los vertimientos en el

fondo marino mientras que los niveles de exposición del hombre se mantienen bajos.

Al igual que el científico se percato que existían manchas de contaminación marina, con petróleo, al igual que el accidente ocurrido en Menamata, Japón con mercurio metílico demostró el gran daño que provocan los metales en el mar; sin embargo todo material contiene cierta cantidad de radionucleidos, pero no todos los materiales se tratan con radioactivos. Al examinar su idoneidad para el vertimiento en el mar, por ejemplo, efectos de evacuación en el mar y no son radioactivos y son sin embargo contaminantes, los lodos de aguas residuales, escombros de dragados, cenizas volantes, desechos agrícolas, materiales de construcción, buques no propulsados por energía nuclear, es entonces que se deberá tener en cuenta las recomendaciones, normas y directrices pertinentes. Dado el aumento de interés de medir los agentes contaminantes del medio marino, se adoptaron técnicas de otras áreas de la química pura y aplicada para ofrecer metodologías y conjunto de datos favorables. El LIRM se ha dedicado a la medición de radionucleidos en la biota y los sedimentos marinos. En el medio marino la radioactividad está dominada por la presencia de radionucleidos que se producen naturalmente por lo que se requiere un análisis para determinar los contaminantes artificiales y cuantificarlos con precisión.

Dentro de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica y las Normas Básicas de Seguridad en materia de Protección Radiológica OIEA/OMS/OIT/AEN/OCDE, se refiere de lo posible, a las opciones existentes para la evacuación de los desechos y que se haya demostrado que la evacuación en el mar es la opción preferible, tras sopesar las consideraciones radiológicas y otros factores ambientales; las razones de orden social y económicos. Es necesario recurrir a mecanismos multinacionales o internacionales para que se cumplan con los requisitos de notificación previa, observación y vigilancia de las operaciones de vertimiento así como una coordinación de vigilancia y mantenimiento de registros. Una definición cuantitativa de los desechos radioactivos inapropiados para su vertimiento en el mar, se origina en una cuenca oceánica única de volumen de 10^{17} m^3 , en un lugar donde la profundidad media del agua es de 4000 m a un ritmo de 10^8 K al año, esto se aplica a los desechos embalados o a los desechos en forma sólida, vertidos en aguas profundas (4000 m.). Existen desechos y materias de alto nivel radioactivo que son inapropiados para el vertimiento en el mar y son:

A) Combustible irradiado de reactores. Desechos líquidos originados del primer periodo de extracción de la reelaboración química del combustible del reactor.

B) Desecho o materia cuya concentración exceda de:

$5 \times 10^{-5} \text{ TBq, KG}^1$ en el caso de emisores alfa

$2 \times 10^{-2} \text{ TBq, K}^1$ en el caso de emisores beta/gamma

TBq-KG^1 en tritio y emisores beta/gamma NOTA PIE

Por razones de protección radiológica en lo referente a gestión de desechos, se toman los siguientes puntos:

- 1) Los efectos a los ecosistemas.
- 2) Las consecuencias de accidentes importantes.
- 3) La optimización del impacto radiológico en las fases operacionales y postevacuación del vertimiento en el mar.
- 4) La cantidad de los desechos y la forma de los mismos y las concentraciones de la actividad de los nucleidos significativos.

La evacuación del medio ambiente junto con una solicitud de permiso especial de vertimiento, las autoridades nacionales competentes tendrán a tomar las siguientes recomendaciones:

- 1) Los exámenes periódicos de los vertimientos realizados.
- 2) Los vertimientos que se sepa han realizado otros Estados.
- 3) Los vertimientos que sean razonablemente de esperar en el futuro.

Al seleccionar las autoridades nacionales competentes un lugar de vertimientos de desechos embalados, se observa lo siguiente:

- 1) Los vertimientos serán en zonas de los océanos que se encuentren entre los 50° de latitud Norte y los 50° de latitud Sur. La zona tendrá una profundidad media de más de 4000 m.
- 2) Los lugares de vertimiento deben estar separados de los márgenes continentales y de las islas de alta mar, y no estar situados en mares marginales o interiores ni en zonas de actividad volcánica, fosas oceánicas dorsales medio oceánicas y conexas de fractura y de límite de placas.
- 3) Se evilaran zonas atravezadas con cables submarinos en servicio y zonas donde existan recursos potenciales que pueden

explotarse, como la extracción de minerales o recolección de productos marinos, o lugares indirectamente como lugares de desove y lugares de alimentación de organismos marinos para el hombre.

El vertimiento en aguas profundas de desechos radioactivos líquidos sin embalar es prohibido pues esos desechos no serían lo suficientemente densos y no podrían descender hasta el fondo, al igual la descarga directa en la atmósfera oceánica de gases y vapores radioactivos de una incineración en el mar, no se autoriza sin recomendaciones específicas. Las operaciones de vertimiento están sujetas a control riguroso, en especial al acondicionamiento y embalaje de los desechos para garantizar el transporte y manipulación en condiciones de seguridad.

Los bultos están bajo las normas de la OIEA y se desempeñarán para que retenga su contenido durante su descenso hasta el fondo del mar, es por ello que se considera:

A) los bultos tendrán un peso específico no inferior a 1.2 para garantizar el descenso hasta el fondo del mar.

B) Los bultos se diseñarán de forma que todo el contenedor interior permanezca en el fondo.

C) El bulto será resistente o deformable para permanecer intacto y resistir el contenido a la presión que haya de soportar durante el descenso al fondo o estará dotado de un sistema compensador de presión.

D) Los desechos contenidos en los bultos se hallarán en forma sólida o estarán solidificados o absorbidos a un sustrato sólido.

Lo más idóneo sería una vigilancia del medio ambiente marino, respecto a los efectos de los desechos radioactivos vertidos en las proximidades del lugar del vertimiento, más en lo general esto no se llega a cumplir.

3.4 LAS POLITICAS OFICIALES Y LA OPINION PUBLICA.

Existieron como anteriormente se mencionó dos importantes accidentes el de Three Mile Island (TMI) en 1979 y el de Chernobil en 1986. El primero hizo que disminuyera el crecimiento de energía nucleoelectrica y como es costumbre, inmediatamente se dio lugar a medidas y programas para garantizar la seguridad y explotación de las centrales nucleares. Al paso del tiempo, se toma de nuevo confianza y en 1986, países como Finlandia y los países bajos tuvieron proyectos de apertura de centrales nucleares, al igual se reafirmo que estas centrales se habían acumulado 3800 reactor de experiencia sin se declarara una accidente fatal debido a las radiaciones. Empero cuando se mantiene una situación, se da un cambio radical por completo después de el accidente de Chernobil y sus consecuencias, perdidas de vida o graves otras que recibieron radiación a su vez con peligro de provocar cáncer, malformaciones genéticas que perdurarán por varias generaciones, tierras aledañas al reactor contaminadas y nos cuestionamos ¿ Quién o Quienes son los responsables?.

Debe de existir una responsabilidad y obligación de pagar una indemnización por los daños causados, lo que se le nombra orden de energía nuclear, pero ante todo quién pagará el daño sicológico y vivir y ver vivir a la descendencia propia mutilada.

Este hecho comienza a analizarse con el Convenio de Paris en lo referente a la responsabilidad civil en materia de energía nuclear que data del año de 1960 y la Convención de Viena, también sobre responsabilidad civil por los daños nucleares de 1963. El 21 de Septiembre de 1988 se celebró en Viena una conferencia diplomática conjuntamente con la OIEA y la Agencia para la Energía nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE) en cual se aprobó un protocolo común, éste se extiende al ámbito de aplicación de los instrumentos a los Estados que se adhieran a él, igual que resuelve los conflictos de derecho así como su aplicación de ambos instrumentos a un accidente nuclear, al igual lo relativo al transporte internacional.

En 1986 el Organismo inició un estudio sobre la responsabilidad de los Estados por daños, con el fin de crear un régimen de responsabilidad para brindar mayor protección a las victimas de un accidente nuclear, tratado por la Junta de Gobernadores.

A continuación tratamos lo referente a ese régimen de responsabilidad civil y el trabajo que lleva a cabo el organismo en lo que se refiere a la responsabilidad de los Estados.

Como antecedente tenemos el informe Brokhaven que se llevó a cabo en 1957, aquí se realizo la primera evaluación de los riesgos de la energía nuclear con fines civiles. Para el peor desastre nuclear en una central eléctrica, se

calculaba desde una exposición letal hasta un máximo calculado y daños a la propiedad calculados entre 500 000 dólares hasta 700 000 millones de dólares.

Era conveniente entonces elaborar una legislación especial que estableciera normas y procedimientos para garantizar la protección al público, fue entonces que la primera legislación especial se promulgo en los Estados Unidos de América, en virtud de la ley Price - Anderson en que casi todos los miembros de Organización Europea de Cooperación Económica la actual OCDE formaron en 1960 un primer convenio regional que establecía los principios de responsabilidad de terceras partes y el seguro a los explotadores de las instalaciones nucleares situadas en Europa Occidental. Este convenio de París revisado en 1964, entro en vigor en 1968. Al igual en 1964 se aprobó bajo los auspicios del OIEA una Comisión Internacional sobre Responsabilidad Civil por daños nucleares, y la Convención de Viena entro en vigor el 12 de noviembre de 1977.

Los dos instrumentos son similares y sus objetivos son: Proveer a las víctimas de un accidente nuclear y la garantía de una indemnización eficaz y proteger la industria nuclear pudiéndose resumir en:

1) Responsabilidad estricta. En el que se facilitan a las víctimas la presentación o litigio de las reclamaciones y a los responsables la adquisición de una cobertura financiera para cumplir con su responsabilidad, ambos instrumentos asignan la responsabilidad por daños a una sola, el explotador de la instalación nuclear, quién siempre será el responsable únicamente de los incidentes que ocurran en esa instalación.

2) Limitación de la responsabilidad. Relacionada con el importe de la responsabilidad del explorador de la instalación nuclear. El importe máximo de la responsabilidad nuclear no debe exceder de 15 millones de dólares.

De conformidad con lo acordado en la Convención, el Estado en el que esta ubicada la instalación podrá limitar la responsabilidad del explotador a no menos de 5 millones de dólares, caso de cualquier accidente nuclear.

3) Garantía financiera obligatoria. Esta dependerá del activo con que se cuenta. Con arreglo a ambos instrumentos, al explotador queda obligado a tener un seguro u otra garantía financiera aprobada por el Estado por el importe correspondiente a su responsabilidad.

4) Unidad de jurisdicción y ejecución de las sentencias. De acuerdo a ambos instrumentos, la jurisdicción y ejecución en lo referente a acciones entabladas en virtud de ellos concierne sólo a un tribunal de la parte contratante en cuyo territorio haya sido el accidente nuclear causante del daño.

5) No discriminación. Se aplicará sin discriminación alguna, en la nacionalidad, domicilio o residencia y será igual en la ejecución y complementación pertinente del derecho nacional.

En 1987 ambas organizaciones se propusieron formalizar la relación entre Convenio y Convención por medio de un protocolo común. El 30 de octubre el texto del protocolo común fue aprobado en una reunión de grupo de trabajo mixto (OIA/AEN) el día de su aprobación fue firmado por 19 Estados: Argentina, Bélgica, Chile, Dinamarca, Egipto, España, Filipinas, Grecia, Italia, Marruecos, Noruega, Países bajos, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña Irlanda del Norte, República Federal de Alemania, Suecia, Suiza y Turquía.

En el artículo común especifica que toda parte que sea a la vez contratante en el protocolo y en la Convención de Viena o en el Convenio de París, esta obligada con respecto a las demás partes en el Protocolo y en la Convención de Viena o en el Convenio de París, esta obligada con respecto a las demás partes en el Protocolo a aplicar cualquiera de los dos instrumentos, en la misma forma en que hace en relación con las demás partes.

El artículo II extiende la responsabilidad del respectivo explotador a los daños nucleares sufridos en territorios de las partes en el otro instrumento. Su responsabilidad esta determinada conforme a dicho instrumento en que sea parte el Estado en que se encuentre la instalación nuclear y la cuantía de los daños esta determinada por la legislación de dicho Estado de conformidad con el instrumento aplicable.

El artículo III determina el instrumento aplicable no sólo a los incidentes nucleares que ocurren en las instalaciones nucleares sino a los que ocurran durante el transporte de materiales, se incluyen ambas normas de derecho aplicables a estas situaciones.

A pesar de los grandes esfuerzos que se realizan para que existan un buen funcionamiento por parte de los instrumentos citados, no se ha llegado a un perfeccionamiento, existen obstáculos como:

A) Existe un ámbito territorial limitado. Esto es debe a que los 24 Estados son parte de la convención de Viena y el Convenio de París, su aplicación es limitada. Estados que realizan o tienen

plantas nucleares que no se han adherido a ninguno de los instrumentos.

Son en promedio 500 centrales que existen en el orbe internacional menos de cinco están bajo la Convención de Viena y unas 125 por Convenio de París.

A consecuencia del accidente nuclear de Chernobil con énfasis a las consecuencias sociopolíticas a nivel internacional de los daños fronteriza se han marcado atención pública en la ineficiencia de las normas jurídicas internacionales en lo referente a la responsabilidad. Dentro de otras limitaciones encontramos también que no se ocupan en lo referente al arreglo de reclamaciones entre Estados en la responsabilidad por consecuencias perjudiciales que causen el deterioro del medio ambiente común, como el aire, agua, tierra, flora o por daño genético a la población o la responsabilidad internacional del Estado por los daños políticos y morales derivados de medidas que adopte en relación con un accidente nuclear. Se excluye la posibilidad de que se presenten reclamaciones entre los Estados en su nombre o en nombre de ciudadanos que hayan sufrido pérdidas o daños transfronterizos.

4.1 TECNICAS NUCLEARES Y SU INFLUENCIA EN EL CAMPO.

A partir de la década de los sesentas se originó un amplio uso de los fertilizantes y plaguicidas y se dió a conocer especialmente el continente Asiático. Año con año existen modificaciones y nuevos conocimientos para la producción eficaz y fructífera. Empero hay algunas partes del planeta en le que se observa y se vive la mal nutrición a causa de factores sociopolíticos y por ello la imposibilidad de adquirir tecnología para la producción de alimentos con la correspondiente garantía de calidad.

Este gran desarrollo se basa en los avances registrados en la filotecnia y en la gestión de cultivos. Las técnicas nucleares realizan investigaciones importantes para el desarrollo agrícola, estas por ejemplo están basadas en propiedades de los isótopos y en elementos nutrientes de plantas y animales. Al igual se basa en un desarrollo de la gestión de cultivos y se han dado nuevos conocimientos en la producción, nutrición y diagnóstico de las enfermedades de los animales para le mejor resultado en productividad animal.

La radiación ionizante tan importante hoy en día en el aumento de la genética en plantas y cultivos en el que se obtienen diversidad de mutaciones negativas y beneficiosas esto a su vez permite a los filotécnicos el utilizar nuevos genes y combinaciones para tener como resultado cultivos resistentes a las enfermedades. También la radiación ionizante esteriliza a las plagas de insectos reduciendo su producción y esteriliza las plagas o mata los genes patógenos y organismos que causan enfermedades transmitidas por los alimentos.

La tecnología nuclear ha contribuido en todas las etapas de la cadena de producción de alimentos: iniciando con los suelos, riego semillas desarrollo de las plantas, animales y protección de alimentos almacenados. También ha dado aportaciones a la protección del medio ambiente ya que el hombre usa en forma desmedida productos químicos altamente nocivos.

El Organismo Internacional de Energía Atómica inicio un programa referente a cuestiones agrícolas, iniciando investigaciones con los principales usuarios de mutaciones por radiación en filotécnia. En los 60's se llevo a cabo el primer programa coordinado de investigación con trazadores isotópicos para beneficiar a los países asiáticos productores de arroz para elaborar procedimientos positivos en el empleo de fertilizantes. Al igual se realizaron programas de etimología, ciencias pecuniarias y conservación de alimentos. Estas actividades se realizaron en el laboratorio de Seiberdorf del Organismo, en que se obtuvieron programas altamente eficaces para el desarrollo agrícola alimentario.

Se realizó un acuerdo entre el OIEA y el Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en que se llevaron a cabo actividades que dieron lugar a lo que se llamo la revolución verde dentro de la división mixta

FAO/OIEA tenemos: La sección de filotécnica y filogenética. En esta se realizan métodos eficaces para el tratamiento metagenético de semillas y partes de plantas, así como métodos para analizar los efectos de la radiación, aislar y ensayar los mutantes prometedores. Los filotécnicos utilizan el manual On Mutation Breeding, publicado por la FAO/OIEA para el éxito de variedades vegetales obtenidas por mutaciones inducidas.

Las variedades obtenidas por mutación inducida se utilizan en cultivos o en nuevos programas filotécnicos, por ejemplo, en los genotipos de mejores variedades de cebada cultivados en Europa, de trigo redondillo (pata) en Italia, el arroz de California. Hoy día se cultivan en el mundo en varios millones de hectáreas cerca de 1000 variedades de plantas derivadas de mutaciones inducidas por radiación.

Los isótopos son el único medio directo para distinguir en las plantas, los nutrientes naturales del suelo de los derivados de los fertilizantes. Esto nos da a saber la eficacia con que las plantas aprovechan los nutrientes de aplicación y recomendar el rendimiento de costosos fertilizantes.

En un programa en que utilizó un fertilizante marcado con fósforo 32 en suelos arroceros ya sea en la superficie del suelo o mezclados con ésta suministraba a las plantas más del doble de fósforo que cuando se aplicaba a una profundidad de 10 cm. entre las hileras del arroz.

Las actividades de la sección de producción y sanidad animal se dirigen al aumento de la productividad animal mediante una mejor nutrición, capacidad reproductora y el diagnóstico de enfermedades en las zonas afectadas.

Un método elaborado por la sección es el de las estrategias de la alimentación que contrarresta en la dieta de residuos locales de bajo costo de origen vegetal y animal (forraje de maíz, bagazo de caña de azúcar, harina de pescado y álcali) y subproductos agroindustriales. El ganado recibe un alimento más equilibrado en materia seca, energía, proteínas, minerales y vitaminas y en consecuencia aumenta su productividad. La idoneidad de la dieta así como complementada se evalúa in vitro mediante técnicas isotrópicas.

Se han utilizado radiosótopos como el hidrógeno 3 y yodo 125, para medir con su ayuda las hormonas que facilitan la realización de estudios metabólicos para mejorar la producción animal. También se utilizan isótopos para crear pruebas de radio in minoanálisis (RIA) e inmunoanálisis por conjugados enzimáticos (ELISA) para diagnóstico relacionado con los trastornos de la producción.

La sección de lucha contra insectos y plagas, se ocupa de asistir a los países en la búsqueda de aplicaciones prácticas de la técnica de los insectos estériles (TIE) por tratarse de un método de irradiación o lucha contra insectos, eficaz poco costoso e inocuo desde el punto de vista ambiental. Esta técnica se ha utilizado contra la mosca mediterránea de la fruta (moscamed) y otras de la mosca tsetsé que transmite la tripanomiasis animal y humana. La TIE requiere de grandes cantidades de insectos, que luego se esterilizan con radiaciones gamma y se sueltan a los campos, donde se aparean con los insectos silvestres. En México, la tecnología de cría en masa se ha desarrollado conjuntamente con la FAO y el OIEA, ha llegado a criarse más de 500 millones de moscamed por semana, las cuales se esterilizan con radiaciones gamma y se sueltan al aire.

4.2 ENERGIA NUCLEAR EN LA INDUSTRIA

El Organismo Internacional de Energía Atómica ayuda a sus Estados Miembros que estén interesados en un programa nucleoelectrico. Esta es tal vez, una de las más que tienen demanda en el mundo y para ello el OIEA, realiza una evaluación de la futura demanda de energía, las vías de suministro, consecuencias económicas y financieras, las necesidades de infraestructura y transferencia de tecnología: para tal efecto, se consideran tres etapas:

- 1) Se toma en cuenta la realidad económica de un programa nacional, de desarrollo de la energía nucleoelectrica, de un periodo largo más o menos 20 a 30 años.
- 2) Se da a conocer, acerca de los gastos financieros e infraestructura para tal empresa así como la elaboración de programas de capacitación apropiados, destinados al personal que se necesitará.
- 3) Se efectúan estudios para satisfacer los requisitos iniciales así como la organización previos a la construcción de la central nuclear.

El estudio se convierte en planificación energética y nucleoelectrica (PEN), para la realización de éste interviene un equipo multidisciplinario de especialistas. Se han hecho estudios PEN para países como: Indonesia, Egipto, Malasia, Argelia, Túnez, Turquía, Venezuela, Yugoslavia. Para dar un panorama, seguiremos el procedimiento que realizó el país de Tailandia.

En este país el PEN estableció tres objetivos especiales: adoptar procedimientos especiales, para evaluar la función de la energía nucleoelectrica para el desarrollo nacional de ésta en los diferentes escenarios de desarrollo ecosocioeconómico y técnico.

Capacitar y orientar a un equipo de expertos tailandeses en metodologías de planificación de la energía y la electricidad. Se designó un equipo de expertos tailandeses y del OIEA, este constituyó a un subcomité técnico del Programa Tailandés de Energía Atómica para la Paz, integrado por expertos provenientes de la Oficina de Energía Atómica para la Paz, la Administración Nacional de Energía de la Junta Nacional de Desarrollo Económico y Social de la Institución encargada de la producción de la electricidad de Tailandia. Para elaborar los estudios de modelo para el análisis de la demanda energética (MAED), se tubo énfasis en los elementos más importantes que afectaban la demanda de energía.

Se analizaron cuatro variables determinantes de la demanda de energía: población, economía (PIB), intensidad energética y penetración de la electricidad en diversos mercados de usos finales de energía. Al sector industrial (manufactura, construcción, minería y agricultura) correspondería mayor demanda total de energía hacia el año 2011. Los estudios del programa y el análisis de la expansión de sistemas de generación eléctricos (WASP) sobre los planes de

ampliación del sistema de electricidad, señalan que las centrales eléctricas "candidatas" que utilizan recursos autóctonos (hidroeléctricas, lignito y gas natural), son escogidos como parte de soluciones óptimas. Según otros estudios, hasta el año 2000 se utilizarán plenamente los recursos autóctonos para satisfacer las centrales existentes, después de esta fecha predominarían las centrales termoeléctricas alimentadas con carbón.

Los estudios del PEN en general, para las centrales nucleoelectricas han obtenido logros importantes en organización y metodología:

- A) En estudio. El alcance de el estudio que engloba, análisis de las necesidades de energía y electricidad para los próximos 20 a 30 años y la optimización del sistema de generación de energía para satisfacer la demanda.
- B) Composición del equipo Nacional. Intervienen especialistas de diferentes organizaciones, que se encargan de la planificación de la energía a nivel nacional. Existen algunos problemas, ya que para realizar un estudio del PEN se requiere de dos años de trabajo, así es que los especialistas tienen que dejar sus obligaciones normales.
- C) Capacitación de los equipos nacionales. Estos reciben, capacitación práctica, con la asistencia a cursos de capacitación, que ofrece regularmente el OIEA.

Para mejorar la eficacia de la asistencia que presta el OIEA, ha elaborado un plan integrado de asistencia (PIA), hacia países en desarrollo, interesados en la planificación de programas de energía nucleoelectrica. En el enfoque se unifican las distintas actividades que se llevan a cabo activamente el OIEA en materia de planificación y aplicación de la energía nucleoelectrica, con necesidades de los países en desarrollo para ampliar su infraestructura. El objetivo principal del (PIA) es tener siempre un enfoque definido de las actividades de planificación de programas nucleoelectricos. Este abarca desde el principio del proceso hasta la aprobación por las autoridades nacionales del primer proyecto de energía nucleoelectrica.

El PIA esta relacionado con las misiones de equipo de asesoramiento materia de Planificación de la Energía Nucleoelectrica (NUPAT), a los países interesados, la primera misión NUPAT fue en Marruecos en junio de 1990.

4.3 ENERGIA NUCLEAR EN LA SALUD

La Organización Mundial de la Salud (OMS), desempeña uno de los más importantes papeles en el ámbito mundial, pues ayuda a los países a trabajar por el logro de un objetivo común la salud. Crear condiciones ambientales que prevengan las enfermedades ó intentar diagnosticarlas para tener un tratamiento eficaz o definitivo, más sin embargo la ciencia médica no puede aún tener todas las soluciones para que puedan existir la ausencia de enfermedades. Desde que se creó el Organismo Internacional de Energía Atómica han realizado programas de cooperación en los siguientes renglones:

Radiobiología. Se encarga de la alteración del medio externo con la aplicación de radiaciones ó de la irradiación de enfermedades mediante la irradiación externa. Por ejemplo: la radioesterilización de los suministros médicos que destruyen los microorganismos elementos omnipresentes en nuestro medio, que puede ser una amenaza para la salud. La radioterapia trata de destruir las células cancerosas si bien son internas, desde el punto de vista funcional son ajenas a las necesidades del organismo humano.

Dosimetría. Realiza una medición fiable de las dosis de radiación que se suministran intencionalmente para alterar el medio humano interna o externamente.

Técnicas analíticas nucleares. Se utiliza para estimar los diversos oligoelementos presentes en el organismo, en nuestra dieta y en el medio ambiente. Estas técnicas sondan nuestro medio externo inmediato, en el que pueden producirse cambios que provoquen enfermedades. En estos tiempos sólo en Estados Unidos se realizan cada año más de 10 millones de intervenciones de medicina nuclear. A la par va el aumento de estos procedimientos y su diversidad.

Medicina Nuclear in Vitro. Esto es un procedimiento que no entraña la administración de radiactividad del paciente. En el tubo de ensayo se añaden sustancias radiactivas con diferentes aluatos clínicos obtenidos del paciente, para estimar los niveles de hormonas, vitaminas, nutrientes y medicamentos que circulan en el organismo por minuto.

Países en desarrollo esperan ayuda del OIEA para establecer servicios de medicina nuclear en los principales hospitales en apoyo a la atención médica especializada. Empero se pone en relieve, la creciente preocupación, de la práctica futura de la medicina nuclear que requiere instrumentos día a día más costosos y avanzados y los radiofármacos y los compuestos que se necesitan serán cada vez más perfeccionados y caros. También entre las actividades del Organismo está la ayuda en la instalación y el perfeccionamiento de laboratorios así como el fomento de la capacidad de los países para producir reactivos a nivel nacional o regional. Uno de estos proyectos suministra reactivos en gran

cantidad, para el análisis de las hormonas tiroideas a casi 14 países de la región de Asia y el Pacífico.

Otras actividades del OIEA en relación con los nuevos adelantos en biotecnología, que llegan a un alto grado de perfeccionamiento por ejemplo: los anticuerpos monoclonales, la utilización de reactivos de partículas inmantadas para evitar la centrifugación a sistemas de análisis en fase sólida para simplificar y agilizar los procedimientos. En la década anterior estos análisis se realizaban para estimar los niveles de hormonas en la sangre, en la actualidad se utilizan más para diagnosticar enfermedades transmisibles. Son conocidos hoy día los inmunoanálisis para la hepatitis por suero y el SIDA (Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida), pero también se están creando nuevos análisis para otras enfermedades. Otros programas de investigación que reciben apoyo del OIEA abarcan el desarrollo del RIA para el paludismo, la esquistosomiasis y la tuberculosis.

Medicina Nuclear in Vitro. El estudio principal de la medicina nuclear es el estudio de la función de diversos órganos con el auxilio de trazadores radiactivos. La aplicación más común in Vitro es la obtención de imágenes de los órganos. Al paciente se le suministran radiofármacos que se lo canalizan selectivamente en los órganos, mediante diferentes dispositivos para la obtención de imágenes, una cámara gamma permite la representación visual de todo el organismo en segundos, y así se acopla a una computadora, se pueden realizar estudios dinámicos secuenciales del funcionamiento de varios órganos. Es conocido que el instrumental es ultramoderno y complejo, por ello se presta gran atención a la práctica de control de calidad y a el mantenimiento del mismo mediante cursos prácticos, documentos y programas coordinados de investigación.

Radioterapia. Esta es aplicada a personas que padecen cáncer para destruir las células cancerosas malignas que se diseminan rápidamente. En casos especiales, hoy día la radioterapia puede combinarse con otras modalidades físico-químicas, como la temperatura (hipertemia) ó la tensión de oxígeno (sensibilizadores de células hipóxicas).

La investigación de la nutrición humana. En este índice los métodos nucleares tiene diversas aplicaciones. Los investigadores citan que para disfrutar una buena salud, se requiere de un total de unos 15 oligoelementos esenciales (yodo, hierro, cobre, cobalto y selenio) en cantidades variables.

Los programas del Organismo promueven investigaciones, para determinar las investigaciones dietéticas reales de oligoelementos en diferentes países y compararlas con lo ya establecido.

Investigaciones Ambientales Relacionadas con la Salud. Se da prioridad en el estudio de los metales pesados tóxicos como el mercurio, cadmio y el arsénico, se han demostrado por ejemplo, que el cabello humano es un valioso indicador de primer nivel a la exposición ambiental a varios elementos. En programas de investigación se indican metodologías para controlar el cumplimiento de disposiciones nacionales a las concentraciones máximas permisibles de elementos tóxicos en los elementos así como contaminación ambiental proveniente de desperdicios sólidos como el hollín.

CONCLUSIONES

Desde que el Organismo Internacional de Energía Atómica fue creado, el propósito principal de él de la utilización de la energía y la tecnología nuclear solo fueran con fines pacíficos, mediante la cooperación internacional y la asistencia a los adelantos y usos nucleares, para que estos sean utilizados no con fines destructivos ni para ejercer amenaza alguna, objetivos estos últimos imposibles de llevar a cabo.

Empero es que durante el medio siglo transcurrido hasta nuestros días, desde que la muerte atómica ha arrasado con la vida de decenas de miles de personas, que se ha convertido en el invento sangriento del hombre que toma indiscriminadamente víctimas y deja catastrófica herencia a mediano y largo plazo. Si, en países industrializados y en desarrollo han obtenido beneficios de la tecnología nuclear en rengiones como la agricultura, salud, alimentos; también existen problemas como los suministros de energía para obtener un crecimiento, salud y bienestar a la población en general, al igual que el de preservar el medio ambiente y sobre todo poner énfasis en la necesidad imperiosa de alejar de la tierra el peligro de una guerra nuclear.

La energía nucleoelectrica desempeña un papel importantísimo para cumplir con las necesidades energéticas del mundo, empero los países menos desarrollados no han obtenido esos beneficios, es por ello que el Organismo mantiene la posición de asegurar a la opinión pública mundial, que las centrales no tienen riesgo alguno para la salud y que existen disposiciones confiables y eficaces contra aquellos usos no pacíficos, sin embargo, los antecedentes han demostrado (como el de Chernobil) que existen fallas humanas y pueden terminar en catástrofe. Por ello la importancia de los programas de asistencia técnica sólo así los Estados miembros del tercer mundo y los países desarrollados podrán y deberán aceptar los controles y el alcance de las salvaguardias para superar las dificultades y cumplir con las obligaciones dispuestas en los estatutos para que pueda producirse éxitos o incidentes de mínima importancia y no tragedias como la de Ucrania.

Es por ello que la cooperación mutua entre las organizaciones nacionales e internacionales es importante para coordinar actividades que fomenten la paz y la cooperación internacional dirigidas a pretender lograr un desarme mundial. A través del tiempo se han realizado múltiples investigaciones, países como Canadá, Japón, Suecia, entre otros, realizan trabajos de campo que llevan a un sólo objetivo primordial, estudiar las diferentes en que puede mantenerse los radionucleidos y tener la seguridad que no llegarán al hombre, siendo el proyecto Stripa uno de estos sujetos de investigación.

Se tiene la necesidad de programas nucleoelectricos nacionales, donde se planifique en diseño y construcción, que sea seguro, además de un personal adecuadamente capacitado para mantener una seguridad y fiabilidad de la explotación de las centrales nucleares, ya que un accidente o incidente en cualquier central tiene repercusión mundial y afecta a toda la industria nuclear.

Se pretende siempre alcanzar normas óptimas, pero desde el accidente de Ucrania, Chernobil se intensificaron los esfuerzos por elevar las normas de calificación de personal de explotación de las centrales nucleares para reducir a un mínimo el riesgo de error humano y elevar el rendimiento y confiabilidad de las centrales. Por ello se tomó conciencia de la importancia de la disponibilidad del personal calificado. El objetivo principal fue intercambio de experiencias y el satisfacer las necesidades de capacitación en los Estados miembros por ello se realizaron cursos generales especializados.

El accidente de Chernobil sucedió durante un ensayo que se llevaba a cabo en un turbogenerador, la utilización de procedimientos de ensayo no apropiados desde el punto de vista de seguridad y violaciones a las reglas operacionales colocaron al reactor en funcionamiento al igual que los operadores y en violación a los reglamentos retiraron del núcleo a la mayor parte de las barras de control y de seguridad y desconectaron los sistemas importantes desde el punto de vista seguridad. La destrucción de las estructuras del núcleo dio a la liberación radioactividad de la central trayendo consigo el accidente.

Además de los diseños y los dispositivos de seguridad construidos en todas las instalaciones nucleares, se deben tener planes para hacer frente a las situaciones de emergencia o lo que se llama autoridad u órgano exterior de emplazamiento. Los accidentes pueden analizarse por magnitud, naturaleza y punto de descarga de material radioactivo y las consecuencias fuera del material radioactivo y las consecuencias fuera del emplazamiento y medio ambiente. Los planificadores necesitaran información sobre las descargas radioactivas para saber los materiales auxiliares y dosis proyectadas y determinar los modos críticos de exposición. Dentro de las medidas para la protección y descontaminación en el caso de accidente en la planta nuclear de Chernobil, el plan de emergencia se basó en el análisis de seguridad de la instalación así como del diseño y los dispositivos operacionales de seguridad. El accidente puede analizarse por la magnitud y punto de descarga del material radiactivo y las consecuencias para la población fuera del emplazamiento y el medio ambiente. En una descarga de material radioactivo en la atmósfera la radioactividad se trasladará con el viento y esta dependerá de la velocidad del viento. Las autoridades debieron intensificar las medidas de protección para reducir la exposición radiológica de la población. Dada la magnitud del accidente encontramos medidas de refugio blindado además de la aplicación de la profilaxis radiológica y el control de entradas y salidas. La evacuación fue algo definitivo pues supone que el peligro fue lo suficientemente grande para justificar su

empleo. En toda liberación accidental de sustancias radioactivas al medio ambiente se debe intensificar los efectos para la salud encontrándose los no estocásticos y los estocásticos.

Hoy en día se han hecho estudios y demuestran que hay aumento de cánceres de todo tipo en la zona Ucraniana, confirman la tesis sobre las mutaciones generadas a raíz del accidente, "a corto plazo las radiaciones matan o enferman a largo plazo mutan".

Hasta hoy además de las malformaciones genéticas sólo se han encontrado mutaciones comprobables detectadas en insectos y ofidios que se multiplican más rápidamente y aumentan la descarga tóxica de sus venenos, según Brian Barret autor de un libro sobre la catástrofe de Chernobil una célula del cuerpo tocada por las radiaciones sufre una autentica revolución cambia las leyes genéticas para los siglos y milenios venideros. Podemos decir que la población infantil es la más afectada por mutaciones y cánceres, los más adultos desaparecieron y con el transcurrir del tiempo fueron falleciendo.

Una responsabilidad inequívoca de la evaluación inicial del accidente y sus desarrollo, recae sobre el explotador y por ello ha de estar dispuesto a colaborar con las autoridades de fuera del emplazamiento en las evaluaciones y predicciones de las consecuencias del accidente.

Empero nos hacemos la pregunta ¿El explotador como puede pagar su responsabilidad ante los familiares de los desaparecidos o de las víctimas que continuaron sucediéndose y ante la catastrófica herencia a mediano y largo plazo?

No sólo encontramos a Chernobil como sitio de peligro, también se encontraron elevados niveles de depósito de radioactividad de países como Suecia, Polonia y Alemania lo que provocó la aplicación de restricciones en la distribución y consumo de alimentos.

Chernobil puso en alerta y a la expectativa la necesidad de establecer una mejor cooperación internacional en lo referente a la seguridad nuclear y ampliar las actividades del OIEA en este renglón el programa de cooperación técnica abarca actividades relacionadas con la salud, agricultura, industria, hidrología, etc. El Organismo Internacional de Energía Atómica centra sus actividades en las ciencias y tecnologías cuyo objetivo primordial de la cooperación técnica es ayudar a los Estados miembros a lograr la autosuficiencia y la tecnología nucleares, coadyuvando al desarrollo de los recursos humanos y al formación del personal. Sin embargo se encuentran diferentes problemas a los que se enfrenta la cooperación, pues existen diferentes criterios técnicos, base de datos limitadas, calidad y cantidad de sobremanera diferente en cuanto a notificaciones sin olvidar la gran cantidad de tipos de reactores aunado a las

prácticas operacionales y criterios de reglamentación aunado al grado de desarrollo de la tecnología nuclear en los Estados miembros, por ello se estableció que los países compartieran una información precisa sobre los sucesos o situaciones significativas para la seguridad de los centros nucleares, con el único fin de disminuir la frecuencia y gravedad de los sucesos que se presentan en las plantas nucleares en todo el mundo.

Al igual todo país que tenga planta nuclear generara desechos radioactivos altamente nocivos para el medio ambiente y el ser humano a causa de la composición radioactiva y química que contiene, por ello la entidad explotadora deberá realizar y cumplir el programa de gestión de desechos de acuerdo al política nacional. Esta será para asegurar las afluentes y desechos provenientes de las operaciones de la central, son controladas las exposiciones resultantes que las radiaciones que se tengan los niveles más bajos de acuerdo con el sistema de limitación de la dosis recomendada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR). En lo referente a la gestión de desechos garantizará los procedimientos de desechos y que se cumplan con lo referente al transporte, almacenamiento y evacuación estipulando y cumpliendo con los reglamentos. La cantidad de desechos que produce una central dependerá del tipo de reactor y características de diseño, procesos de operación y condiciones operacionales.

Las centrales nucleares producen desechos radioactivos gaseosos, líquidos y sólidos por ello se recomienda que los desechos se clasifiquen y se separen, el periodo de desintegración de la mayor parte de los radionucleidos que tienen importancia en la evacuación oscila alrededor de un año y miles de años más. Es por ello que los países que producen desechos radioactivos deben de limitar la emisión de los mismos o cumplir con los requerimientos necesarios para evitar la contaminación del medio ambiente humano o minimizar hasta los niveles compatibles como señala la protección radiológica.

Diferentes organizaciones se han preocupado en los últimos años por la contaminación del mar, que es através de las industrias y de las propias entidades nucleares. La exposición realizada en el mes de septiembre "libero en la atmósfera, en los océanos y en los subsuelos marinos incontrolables reacciones. Esta detonación dio inicio a un proceso irreversible el que se encuentra la destrucción de especies vegetales y animales, terrestres y marinas, primordiales para mantener el equilibrio del ecosistema, que el hombre está eliminando, a pesar ello el proceso degenerativo de la vida de esta zona puede ser acentuado con otras exposiciones, que están programadas en los próximos meses.

Dentro de las organizaciones que se preocupan por esta contaminación que se origina en 1961 son: El Laboratorio Internacional de Radioactividad Marina (LIRM), también en colaboración con el Programa de Mares Regionales

(PNUMA), que han organizado desde de 1983 ejercicios en materia de contaminantes no nucleares para la región del Mediterráneo (MEDPOL). Se da por hecho que la liberación de radionucleidos en el medio ambiente a niveles adecuados para la protección del hombre lo es a la protección de las demás especies. Se debe tomar en cuenta que para la evacuación de desechos radioactivos en formaciones geológicas a gran profundidad se seleccionan zonas abióticas (sin presencia de vida), empero es posible que el caso de la evacuación de desechos en el mar, ese principio generalmente aceptado, no sea válido.

También los científicos se han percatado que existen manchas de contaminación marina con petróleo y el gran daño que provocan los metales en el mar.

Ante tal amenaza de destrucción algunos países se han pronunciado contra los ensayos nucleares, se realizaron gestiones ante las Naciones Unidas y que la Asamblea pueda declara que se reconozca una responsabilidad internacional para los países que llevan a cabo ensayos, sean responsables jurídicamente por los efectos que produzcan en el medio ambiente, en la salud y en la seguridad, además, de aceptar una inspección internacional, que sería la de la OIEA. Es importante que se compruebe ¿cómo se realizaron los ensayo? y por ende, tenga efectos mínimos posibles. Sabemos de antemano que esto no es obligatorio solamente puede ser un pequeño obstáculo a desaparecer, pues la opinión pública internacional y los mismos países no pueden obligar a los gobiernos a cumplir con los mandatos de la comunidad internacional. Al examinar su idoneidad para el vertimiento en el mar de algunos materiales a efectos de evacuación por ejemplo algunos no son radioactivos y si son contaminantes teniendo los lodos de aguas residuales, escombros de dragados, cenizas volantes, desechos agrícolas, es por ello que se deben tener en cuenta las recomendaciones, normas y directrices pertinentes para estos casos de contaminación.

Es preciso recurrir a mecanismos internacionales para que en la mayor medida se cumplan con los requisitos de notificación, observación y vigilancia de las operaciones de vertimiento, así como una coordinación de vigilancia y mantenimiento de registros. Ante una catástrofe nuclear, insistimos, debe de existir una responsabilidad y obligación a pagar indemnización por los daños causados, esto se origina especialmente con el Convenio de París, referente a la responsabilidad civil en materia de energía nuclear. En 1986 también se realizó un estudio sobre la responsabilidad por daños con el fin de crear un régimen de responsabilidad para brindar mayor protección a las víctimas de un accidente nuclear, sin embargo se encuentran obstáculos para ello. A consecuencia del accidente de la central de Chernobil, remarcando las consecuencias sociopolíticas a nivel internacional, de los daños fronterizos se marco la atención pública en la ineficiencia de las normas jurídicas internacionales en lo referente a la responsabilidad. No se ocupan en el arreglo de reclamaciones entre Estados

en la responsabilidad por consecuencias perjudiciales que causen al deterioro del medio ambiente, como el aire, el agua, tierra flora o daños genéticos a la población o a la responsabilidad internacional del Estado por los daños políticos o morales derivados de medidas que adopten en relación con un accidente nuclear, se excluye la responsabilidad de reclamaciones. Sólo nos resta decir que el mundo en el que vivimos no aprende de sus experiencias, se vive al hoy y es impredecible el mañana.

COLORARIO DE TERMINOS

Acondicionamiento de desechos- Operaciones realizadas para dar a los desechos una forma adecuada para su transporte, almacenamiento y/o evacuación.

Agua freática - Agua que penetra en los estratos geológicos de la tierra, rellenando sus poros y fisuras.

Almacenamiento - Colocación de desechos en una instalación, con la intención de recuperarlos más adelante.

Alara- Acrónimo de la expresión inglesa "as low as" "reasonably achievable" (valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse), concepto que significa que el diseño y uso de las fuentes radiactivas y las prácticas correspondientes deben ser tales que tenga la seguridad de que las exposiciones se reducen al valor más bajo que sea razonable conseguible, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.

Autoridad competente - Autoridad designada o reconocida como tal, por el gobierno de un estado miembro para determinado fin.

Barrera natural o tecnológica - Característica que retrasa o impide la migración de radionucleidos desde los desechos y/o cementerio hacia las zonas circundantes. Una barrera tecnológica es una característica creada o modificada por el hombre: puede formar parte del bulto de desechos o bien cementerio.

Biósfera - Parte del medio ambiente terrestre habitada por organismos vivos. Comprende partes de la atmósfera de la hidrósfera (océanos, aguas interiores y aguas freáticas) de la litósfera.

Bultos de desechos - La forma de desecho o cualquier otro contenedor o contenedores y otras barreras tecnológicas por ejemplo, materiales absorbentes, preparados para su manipulación, transporte, almacenamiento y/o transporte.

Condiciones de accidente - Alteraciones graves - que se supone serán poco frecuentes - de una situación operacional que pueden conducir a la liberación de cantidades inaceptables de materiales radiactivos si los correspondientes dispositivos técnicos de seguridad no funcionan según se ha previsto en el diseño.

Construcción.- Proceso que comprende la fabricación y montaje de los componentes de una central nuclear, la construcción de estructuras y obras civiles, la instalación de componentes y equipo, la ejecución de las pruebas correspondientes.

Central Nuclear.- Conjunto de uno o más reactores de neutrones térmicos y de todos los sistemas, estructuras y componentes necesarios para la seguridad y para la producción de energía eléctrica o térmica.

Dirección de la Central.- Los miembros del personal del emplazamiento en los que la entidad explotadora ha hecho delegación de funciones y la autoridad para dirigir el funcionamiento de la central nuclear.

Elementos de importancia para la seguridad.- Son de importancia para la seguridad los siguientes elementos:

- 1) Estructuras, sistemas y componentes cuyo mal funcionamiento o cuyo fallo pueden ocasionar una irradiación indebida del personal del emplazamiento o de la población.
- 2) Estructuras, sistemas y componentes que evitan que los incidentes operacionales previstos lleguen a producir condiciones de accidente.
- 3) Características cuya finalidad es mitigar las consecuencias del mal funcionamiento o fallo de las estructuras, sistemas o componentes.

Emplazamiento.- Zona de perímetro delimitado en el que se encuentra la central nuclear y que se halla bajo el control efectivo de la dirección de la central.

Este término tiene dos acepciones en el presente tesis:

- 1) Zona de perímetro delimitado en la que se muestra la central nuclear y que se halla bajo el control efectivos de la dirección de la central.
- 2) Selección de un lugar idóneo para la ubicación de la central nuclear, comprendida su evaluación adecuada y la definición de las bases de diseño conexas.

Entidad explotadora.- Organización autorizada por el órgano reglamentador para explotar la central nuclear.

Explotación.- Conjunto de las actividades realizadas para lograr, en condiciones de seguridad, la finalidad para la cual se ha construido la central nuclear incluidos los trabajos de mantenimiento, recarga de combustible, inspección con la Central Nuclear en servicio y demás actividades conexas.

Funcionamiento normal.- Explotación de una central nuclear dentro de límites y condiciones operacionales especificados, incluidos el estado de parada del

reactor, el funcionamiento en régimen de potencia, la parada, la puesta en marcha, el mantenimiento, las pruebas y la recarga de combustible.

Formaciones continentales - Formaciones geológicas bien sea bajo las actuales masas terrestres y grandes islas adyacentes, bien bajo los mares circundantes de poca profundidad

Gestión de desechos - Todas las actividades administrativas y operacionales necesarias para la manipulación, tratamiento, acondicionamiento y evacuación de desechos.

Hidrología - Ciencia que estudia los factores geológicos relacionados con las propiedades, distribución y movimiento del agua bajo la superficie terrestre, (en el suelo y las rocas subyacentes).

Hidrología - Ciencia que estudia las propiedades, distribución y movimiento del agua sobre la superficie terrestre, en el suelo y las rocas subyacentes y en la atmósfera.

Incidentes operacionales previstos - Todos los procesos operacionales que supongan una alteración del funcionamiento normal pero que debido a la existencia de características de diseño apropiadas no ocasionan daños notables a los elementos de importancia para la seguridad ni conduzcan a condiciones de accidente; se supone que estos procesos pueden ocurrir una o más veces durante la vida útil de la central.

Ingestión - Incorporación de material radiactivo por conducto del sistema respiratorio (incluido el material que finalmente pasará al sistema intestinal).

Inhalación - Incorporación de material radiactivo por conducto del sistema gastrointestinal.

Límites y condiciones operacionales - Conjunto de normas aprobadas por el órgano regulador para la explotación de una central nuclear en condiciones de seguridad y que establecen los límites de los parámetros, las probabilidades funcionales o los niveles de rendimiento del equipo y del personal.

Lixiviación - Extracción de una sustancia soluble de un sólido mediante un disolvente con el cual el sólido está en contacto. Término empleado en gestión de desechos para describir la erosión-disolución gradual de los desechos sólidos evacuados bajo tierra o de productos químicos, derivados de ellos, o bien, la remoción de material sorbido de la superficie de un sólido o de un lecho poroso.

Migración de radionucleidos.- Movimiento de radionucleidos a través de diversos medios causados por el flujo de un fluido y/o por fusión.

Organo reglamentador.- Autoridad o conjunto de autoridades nacionales designadas por un estado miembro y asistidas por órganos de asesoramiento técnico o de otra índole.

Persona competente.- Persona que, habiendo satisfecho determinados requisitos y reuniendo determinadas condiciones, ha sido oficialmente designada para desempeñar funciones y asumir responsabilidades específicas.

Personal de emplazamiento.- Conjunto de cuantas personas trabajan en el emplazamiento, sea con carácter permanente o con carácter temporal.

Potencial.- Posibilidad que merece ser examinada más a fondo desde el punto de vista de la seguridad.

Puesta en servicio.- Proceso durante el cual se ponen en funcionamiento una vez construidos los componentes y sistemas de la central nuclear y se comprueba si se ajustan a los supuestos del diseño y si cumplen sus criterios de funcionamiento: comprende pruebas tanto no nucleares como nucleares.

Región.- Zona geográfica que incluye y se extiende en torno al emplazamiento de extensión suficiente para contener todas las características que tengan relación con un fenómeno o con los efectos de un determinado suceso.

Registros de operaciones.- Documentos tales como gráficas de instrumentos, certificados, libros de operaciones, impresos de salida de computadoras y cinta magnéticas, cuya finalidad es mantener un registro objetivo del funcionamiento de la central nuclear.

Riesgo.- A los fines de protección radiológica, la probabilidad de que un individuo determinado, experimente un efecto estocástico, como resultado de una exposición a la radiación.

Seguridad.- Protección de las personas contra riesgos radiológicos indebidos

Separación física.-

- 1) Separación por disposición geométrica (distancia, orientación, etc).
- 2) Separación mediante barreras adecuadas.
- 3) Separación mediante una combinación de ambos tipos de medidas.

Sistema de protección.- Sistema que comprende todos los dispositivos mecánicos y eléctricos y todos los circuitos desde los sensores hasta los terminales de entrada de los dispositivos, que intervienen en la producción de señales relacionadas con la función de protección.

Solidificación.- Transformación de materiales líquidos o parecidos a líquidos en un sólido.

Término fuente radioactiva.- Expresión usada para designar la información acerca de la liberación real o potencial de material radioactivo de una determinada fuente, información que puede incluir la especificación de la composición, la calidad, la tasa y el modo de liberación.

Vías de exposición.- Las vías por las que un material radiactivo puede llegar y/o irradiar al ser humano.

Tratamiento de desechos.- Operaciones cuya finalidad es mejorar la seguridad o la economía modificando las características de los desechos. Tres principios básicos de tratamiento son:

- a) Reducción de volumen.
- b) Extracción de los radionucleidos de los desechos.
- c) Modificación de la composición.

Vigilancia.- Medición continua o periódica de parámetros o determinación de un sistema. Puede que haya que proceder a un muestreo como operación preliminar a la medición.

Zona de seguridad.- Zona dentro del emplazamiento delimitada a los efectos de la protección física de la Central Nuclear o de los materiales nucleares contenidos en esa zona, o de una y otros, y protegida de manera que se impida o retrase el acceso ilegal a ella.

1975 TESTS FOR NEW
COLLEGE OF LA BUREAU

BIBLIOGRAFIA

Agencia para la Energía Nuclear de la ACDE, Standard Problem Exercise on Criticality Codes for Spent Fuel Transport Containers. CSNI. Reo. No. 171 AEN/OCD Paris (1982).

American Society for Testing and Materials, Standard Methods for Notched Impact Testing of Metallic Materials, rep E23-72, ASTM, Filadelfia, PA (1978).

American Society for Testing, Standard E 299-78. Filadelfia, P.A. 1979 Anderson, J.A. Part 2 Safety Analysis Report. Stand 81-0001 Sandia Natl Labs, Albuquerque N.M. (1981).

Asion D. The Specification and Testing of Radiactive Sources. Designated as "Especial for Under of IACA Transport Regulations, Rep. EUREN, CCE Luxemburg (1982).

British Standards Institucion, Guide to the Design, Testing and Use of Packaging for the Safe Transport of Radiactive Materials, BS 3895. Gr, Londres (1976).

Burian R. J. Validity of Scale Modeling for Large Deformation in Shipping Containers Rep. BMI-2040. Battelle. Columbus Labs. Oh (1979).

Carter R.D. Kiel G.R. Redgway, Criticality Handbook, ARH-600. Atlantic Richfields, Richarland, WA 1968.73.

Cohen, A.F. Cohen B. Infiltration of Particulate Matter into Building Sandia Natl. Labs. Alburquerque N.M. Rep Sand 79(1979).

Comision Internacional de Unidades y Medidas Radiologicas. Quantitative Concepts and Dosimetry in Radiobiology. Report N°. 30 ICRU Washington D.C. (1979).

Commission of the European Commuties, Radiological Protection Criteria for Controlling Doses to Public in the event of accidental Releaser of Radiactive Material. Article B N°. I of Euraton Teatry, CEC Luxemburgo (1982).

Comision Internacional de Protección Radiologica. Protection Against Ionizing Radiation from External Sources used in Medicine. Publication 33 Volumen 9, N°. 1 Pergamon Press Oxford, and Nueva York 1982.

Consejo de Asistencia Económica Mutua, Diccionario de Términos de Protección Radiológica. Moscú (1980).

Criticality Control of Fissile Materials Actas Simp. Estocolmo 1965 Organismo Internacional de Energia Atómica, Viena (1978).

Dixon, F. Comentary of Experimetal Work Connect with transport Containers for Radiactive Material Performedat AERE. Harwell, 1960-71 Rep-AERE-R 67-97, United Kindom, Harwell 1960.

Duffevy, T.A. Scaling Laws for Fuel Capsules Subject to Blast. Rep. SC-RR70-134. sandia Labs. Alburquerque N.M. (1970)

Food and Agriculture. Organization of the United Nations. Manual of Methods inaquatic Enviromental Research part 2. FAO. Fisheries technecal paper N° 15 Rome 1976.

Gibson, R. The safe Transport of Radiactive Materials. Pergamon, Press, Oxford y Nueva York 1966.

International Atomic Energy Agency. Safety Assessment for the Underground Disposal of Radiactive Wastes. Safety Series N° 56. IAEA, Viena 1981.

International Atomic Energy Agency. Principles for planing Intervention Levels for the Protection of the Public in Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency. Safety Series N° 72 IAEA, 1985.

International Comission on Radiological Protection. Statement and Recomendation of the 1980. Brighton Meeting of the ICRP. Pergamon Press, Oxford and New York (1980).

International Atomic Energy Agency. Basic safety Standars for Radiation Safety Series N° 9 IAEA, Viena (1982).

International Comission on Radiological Protection. Cost-Benefit Analisis in the optimization of Radiation Protection. ICRP, Publication 37, Annals of the ICRP Vol. IO 2/3 Pergamon Press, Oxford 1983.

International Atomic Energy Agency. Principles for Occupational Radiation Monitoring. Safety Series N° 84 IAEA 1987.

International Comission on Radiological Protection. Monostochastic, Effects of Ionizing Radiation. Publication 41, Pergamon Press. Oxford and New York 1984.

International Maritime Organization. Convention on the Prevention Maritime Pollution by Duping of wastes and other Matter. London 1972.

Reprinted in the Inter-governmental Conference on the Convention on the Duping of wastes at Sea (INO). London 1982.

International Atomic Energy Agency. Radiactive Waste Management Glossary IAEA-TEACDOC/264. IAEA, Viena 1982.

Jacob, PERSONAL. Paretzke, H.G. Rosebaun. Efective dose equivalents for photon on the ground radioactive. Prot Dosin 1982.

Kopinen, B.L. Radiactivity Enlacement in Transportation and Storage Analisys due to Fissile Materials Density Reductions. Nucl. Techol, 44 (julio 1977).

Manson S.S. Thernal Stress and Low-Cycle. Fatigme, Mac Graw Hill New York 1977.

Mocaffery, B.J. Purity Bilovant Difusion Flames- some Experimentat Results. Rep PB80-112-113, US National Bureau of Standars Washington D.C. (1979).^o