

REPUBLICA DEL PERU



RESOLUCION JEFATURAL

Surquillo, 18 de JUNIO 2015.

VISTOS:

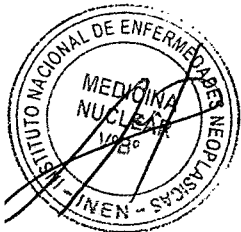
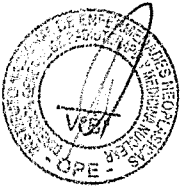
El Informe N° 079-2015-DNCC-DICON/INEN de fecha 27 de mayo de 2015, emitido por la Directora Ejecutiva del Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos y el Informe N°056-2015-DIRAD/INEN de fecha 28 de mayo de 2015, emitido por el Director General de la Dirección de Radioterapia y Medicina Nuclear; y,

CONSIDERANDO:

Que, el Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (ROF-INEN), aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2007-SA, establece, en su artículo 6° literal c, que: "Es función general del INEN: Normar, organizar, conducir y evaluar la promoción de la salud en la población nacional para inducir hábitos saludables, con propósito de evitar y/o controlar los factores cancerígenos y reducir los riesgos y daños oncológicos"; asimismo con mayor precisión en el literal g) del mismo artículo se establece la función de: "Innovar, emitir y difundir, a nivel nacional, las normas, guías, métodos, técnicas, indicadores y estándares de los procesos de promoción de la salud, prevención de enfermedades neoplásicas, recuperación de la salud, rehabilitación y otros procesos relacionados específicamente con el campo oncológico"; siendo remarcada su función en el literal h), que precisa: "Emitir las normas para establecer el control técnico de los servicios de salud oncológicos a nivel nacional";

Que, del mismo modo, en el Artículo 47° -numeral j- del Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (ROF-INEN), precisa que es función del Departamento de Medicina Nuclear, "Formular, proponer las normas técnicas de medicina nuclear, para la formulación de las normas técnicas de manejo multidisciplinario del cáncer que deben desarrollar los Comités o instancias funcionales correspondientes en los que debe participar según sea pertinente, en concordancia con la formalidad prescrita por el sector";

Que, de acuerdo a los documentos de vistos, el Director General de la Dirección de Radioterapia y Medicina Nuclear, solicita a la Jefatura Institucional la aprobación del documento técnico denominado: "Manual de Gestión de Desechos Radioactivos",





contando además con la opinión favorable del Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos;



Que, el documento técnico denominado: *"Manual de Gestión de Desechos Radioactivos"*, tiene por finalidad establecer los criterios y disposiciones para el manejo seguro de los desechos radioactivos, comenzando por identificar, almacenar y poder disponer de los distintos tipos de desechos generados por la actividad asistencial de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas-INEN, con el objeto de reducir los riesgos del personal ocupacionalmente expuesto, del público y del medio ambiente;



Que, además el precitado documento técnico se ajusta a los criterios normativos previstos en la Ley N° 28028 (Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante) y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 039-2008-EM; cumpliendo con los requisitos señalados en la Norma Técnica N° IR.002-2012 (Requisitos de Protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear), aprobado mediante Resolución de Presidencia N° 048-2012-IPEN/PRES del 23 de febrero de 2012, por lo cual resulta procedente su aprobación;



Contando con el visto bueno de la Sub Jefatura, de la Secretaría General, de la Dirección General de Control del Cáncer, de la Dirección General de Radioterapia, de la Oficina General de Administración, de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, del Departamento de Medicina Nuclear, del Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos y de la Oficina de Asesoría Jurídica;



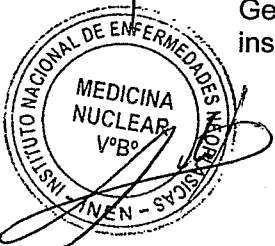
De conformidad con las atribuciones establecidas en la Resolución Suprema N° 008-2012-SA y el literal x) del artículo 9° del Reglamento de Organización y Funciones del INEN, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2007-SA, concordante con el literal g) del artículo 6° del mismo cuerpo normativo;



**SE RESUELVE:**

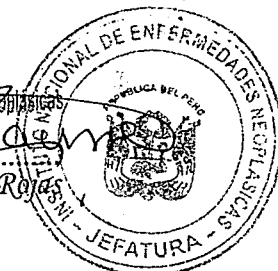
**ARTÍCULO PRIMERO: APROBAR** el documento técnico denominado: **"MANUAL DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIOACTIVOS"**, que como anexo forma parte de la presente resolución.

**ARTICULO SEGUNDO:** Disponer que la Oficina de Comunicaciones de la Secretaría General del INEN, publique el presente plan, debidamente aprobado, en el Portal Web institucional.



**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE**

  
MC. Tatiana Vidaurre Rojas  
Jefe Institucional





PERÚ

Ministerio  
de Salud

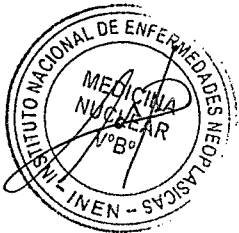
Instituto Nacional de  
Enfermedades Neoplásicas



# MANUAL DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS

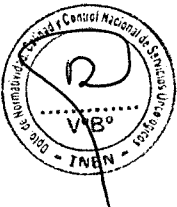
DIRECCIÓN GENERAL DE RADIOTERAPIA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA NUCLEAR



Lima-Perú

2015



Jefa Institucional

MC. Tatiana Vidaurre Rojas

Sub- Jefatura

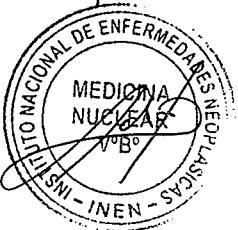
Mag. Julio Abugattas Saba

Director General de la Dirección de Radioterapia

Dr. Alfredo Moscol Ledesma

Director Ejecutivo del Departamento de Medicina Nuclear

MC. Alberto Lachos Dávila

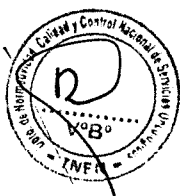
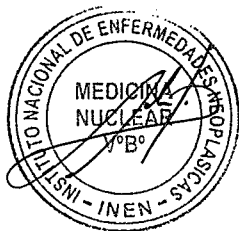


**ELABORADO POR:**

- Departamento de Medicina Nuclear:  
Físicos Médicos, Médicos Nucleares y Tecnólogos Médicos.

**REVISADO POR:**

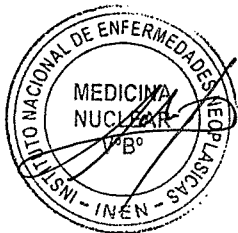
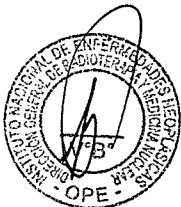
- Departamento de Normatividad, Calidad y Control Nacional de Servicios Oncológicos





## ÍNDICE

1. Introducción
2. Finalidad
3. Objetivos
4. Base Legal
5. Ámbito de Aplicación
  - 5.1 Disponibilidad de Manual
  - 5.2 Revisión del Manual
6. Contenido
  - 6.1 Aspectos Técnicos Conceptuales
  - 6.2 Consideraciones Generales
  - 6.3 Consideraciones Específicas
    - 6.3.1 Organización
    - 6.3.2 Infraestructura General
  - 6.4 Esquema de Gestión de Desechos Radiactivos
    - 6.4.1 Generación de Residuos
    - 6.4.2 Segregación
    - 6.4.3 Almacenamiento de Residuos Radiactivos
    - 6.4.4 Tratamiento de Residuos Radiactivos
    - 6.4.5 Evacuación de los desechos Radiactivos





## 6.5 Procedimientos Operacionales Estándar

### 7. Responsabilidades y Funciones Generales con Respecto a Desechos Radiactivos

7.1. Director de Medicina Nuclear (MN)

7.2. Tecnólogo Médico (TM)

7.3. Oficial de Protección Radiológica (OPR)

7.4. Físico Médico (FM)

7.5. Revisión del Manual

### 8. Anexos

1. Registro de Licencias

2. Mapa del departamento de Medicina Nuclear (MN)

3. Cuarto Caliente

4. Cuarto de desechos Radiactivos

5. Semiperíodo y decaimiento de las 10 vidas medias de los Radioisótopos

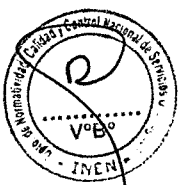
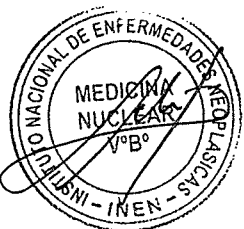
6. Niveles de descarga recomendados por la OTAN

7. Etiquetas de los desechos Radiactivos

8. Registro de desechos radiactivos



### 9. Bibliografía





## 1. INTRODUCCIÓN

La gestión de desechos radiactivos es un tema de preocupación, cumpliendo con el objetivo de proteger la salud de las personas y salvaguardar los bienes y el medioambiente, de los efectos que la existencia de estos desechos puedan ocasionar.

El uso de fuentes no selladas en diagnóstico y terapia genera desechos radiactivos de distinto tipo, durante la preparación, el examen y el cuidado del paciente. También se utilizan fuentes selladas para la calibración y el control de calidad de equipos, fuentes puntuales y marcadores anatómicos, que finalmente se convertirán en desechos radiactivos.

La mayor parte de estos desechos, por sus características radiológicas de tipo de emisión, actividad y vida media, y considerando condiciones físicas, son susceptibles de ser tratados y almacenados en el cuarto de desechos radiactivos, que el departamento de Medicina Nuclear posee.

Entre estos desechos tenemos:

**Desechos sólidos.-** Papeles de envoltorios, guantes, viales vacíos y jeringas. Artículos usados por pacientes hospitalizados, después de terapia con radionúclidos. Fuentes selladas usadas para la calibración de instrumentos y otros desechos biológicos.

**Desechos líquidos.-** Residuos de radionúclidos, excrementos de pacientes, soluciones de centelleo líquido.

## 2. FINALIDAD

Obtener la protección del personal trabajador, público y del medio ambiente, contra los riesgos indebidos originados por la exposición a radiaciones ionizantes.

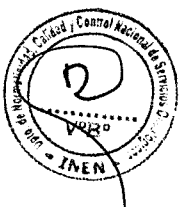
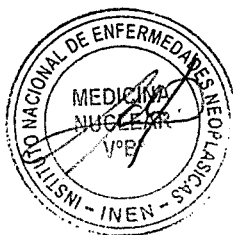
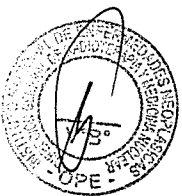
## 3. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo General

Establecer los criterios y disposiciones para el manejo seguro de los desechos radiactivos. Ser capaz de identificar, almacenar y disponer de los distintos tipos de desechos generados en el departamento de medicina nuclear.

### 3.2 Objetivos Específicos

- Proporcionar un conjunto de procedimientos adecuados, para reducir las exposiciones del Personal Ocupacionalmente Expuesto y del Público, de manera que sean tan bajas como razonablemente sea posible.
- Unificar los criterios básicos referentes a protección contra los riesgos derivados de la Exposición a las radiaciones.
- Determinar las líneas de responsabilidad de la gestión de los desechos radiactivos en Medicina Nuclear.
- Servir de referencia para el desarrollo de Manuales y de otros centros hospitalarios.







- Describir los desechos radioactivos que potencialmente pueda generar la actividad asistencial de medicina nuclear.
- Definir protocolos de eliminación de los desechos radioactivos individualizados según el tipo de desecho

#### 4. BASE LEGAL

- Ley 28028: Ley de Regulación del Uso de Fuentes de Radiación Ionizante. Ministerio de Energía y Minas.
- Ley 28456, Ley del trabajo del profesional de la salud tecnólogo médico.
- D.S. N° 009-97-EM, Reglamento de Seguridad Radiológica.
- D.S. N° 039-2008-EM, Reglamento de la Ley 28028, Ley de Regulación del uso de fuentes de radiación ionizante.
- D.S. N°012-2008-SA, Reglamento de la Ley 28456, Ley del Trabajo del Profesional de la Salud Tecnólogo Médico.
- R.P. 048-12-IPEN/PRES, Norma Técnica IR.002.2012, "Requisitos de protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear".
- OIEA. Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (NBS). Viena.

#### 5. AMBITO DE APLICACIÓN

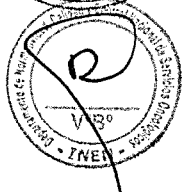
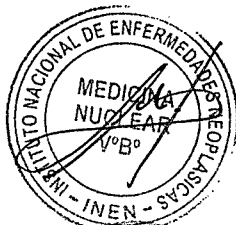
Las disposiciones de la norma se aplican a todos los trabajadores y procedimientos en las instalaciones del Departamento de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

#### 6. CONTENIDO

##### 6.1 Aspectos Técnicos Conceptuales

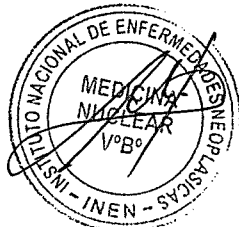
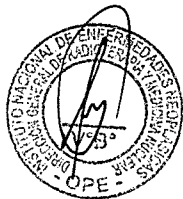
Para un adecuado cumplimiento de la Normativa Nacional y de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (NBS) e interpretaciones se tendrán en cuenta las definiciones relevantes en el campo de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes, las cuales son:

- a. Accidente.- Todo suceso involuntario, incluido un error de operación, falla de equipo, derrame grande de material radiactivo, cuyas consecuencias reales y/o potenciales no puedan desconocerse desde el punto de vista de la protección y seguridad.





- b. Almacenamiento provisional.- Se mantienen los desechos radioactivos en un área de Medicina Nuclear, destinado con el fin de proporcionar seguridad a las personas y al medio ambiente, en concordancia con lo establecido en la reglamentación.
- c. Contaminación radiactiva.- Presencia indeseable de radionúclidos en una materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona. En el caso particular del organismo humano, esta contaminación puede ser externa o cutánea, cuando se ha depositado en la superficie exterior, o interna cuando los radionúclidos han penetrado en el organismo por cualquier vía (inhalación, ingestión, percutánea, etc.)
- d. Desechos de  $^{99m}\text{Tc}$ .- Tecnecio no utilizado, residuo en el vial, residuo de radiofármaco marcado, material inyectable que contiene radiofármacos y material de protección utilizado en la manipulación.
- e. Desechos de  $^{153}\text{Sm}$ .- Samario no utilizado, residuos sólidos de (viales, bolsa de suero fisiológico de ½ litro, guantes, entre otros).
- f. Desechos de  $^{131}\text{I}$ .- Producido por dosis no utilizadas, residuos de los viales, basura generada por los pacientes hospitalizados en la sala de internamiento y material de protección utilizado en su manipulación (papel absorbente, equipo de venoclisis, vasos de agua o jugo, entre otros).
- g. Desechos exentos.- Materiales que contienen radionucleidos que satisfacen el criterio de exención, exclusión o dispensa del control regulatorio establecido para propósitos de protección radiológica.
- h. Disposición final.- Cumplido el tiempo de decaimiento en el cuarto de desechos radioactivos, se cumple todo el procedimiento en concordancia con lo establecido en la reglamentación y los requerimientos técnicos vigentes para entregar a quien corresponde para la eliminación como desecho común.
- i. Exposición.- Exposición de personas a la radiación o a sustancias radiactivas, que puede ser externa, debida a fuentes situadas fuera del cuerpo humano, o interna, causada por fuentes existentes dentro del cuerpo humano.
- j. Gestión de residuos radiactivos.- es el conjunto de actividades técnicas y administrativas que tienen por objeto acondicionar y controlar los residuos de forma que no causen daño ni a la salud ni a los bienes de las personas. Para realizar una buena gestión se aplicará los procedimientos que se detallaran en el manual.
- k. Incidentes.- Suceso involuntario, cuyas consecuencias son de bajo riesgo, en potencia de ser accidente.
- l. Residuo o desecho radiactivo.- Cualquier material o producto de desecho, para el que no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionúclidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por la legislación.





## 6.2 Consideraciones Generales

Los desechos radiactivos deben ser manejados para:

1. Asegurar un nivel aceptable de protección de la salud humana.
2. Proveer un nivel aceptable de protección al medio ambiente.
3. Gestionar dentro de un marco legal nacional apropiado, incluyendo asignaciones claras de responsabilidades y provisiones para funciones reguladoras independientes.
4. Reducir al mínimo posible la generación de desechos radiactivos.

## 6.3 Consideraciones Específicas

En el departamento de Medicina Nuclear se trabaja con sustancias radiactivas abiertas emisores de radiación beta y gamma. La generación de residuos radiactivos, se dan en los siguientes lugares de trabajo:

- Cuarto Caliente (30%)
- Zona de administración de sustancias radiactivas (inyección) (20%)
- Cuarto de hospitalización (40%)
- Sala de espera de pacientes inyectados con baño (3%)
- Cuarto de adquisición de imagen (7%)

### 6.3.1 Organización

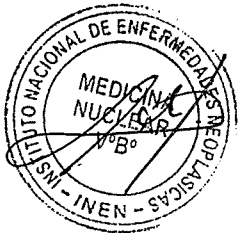
El Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) está localizado en la Av. Angamos Este N° 2520 en el distrito de Surquillo – Lima, tiene un departamento de Medicina Nuclear.

En la actualidad cuenta con:

Cuatro Médicos Nucleares, cinco Operadores (tecnólogos), dos Físicos Médicos, personal especializado y licenciado para trabajar en Medicina Nuclear, 4 personas de apoyo logístico: Recepción, Secretaria y un personal de limpieza.

Todo el personal que trabaja en el departamento de Medicina Nuclear, con material radiactivo, tiene autorización de la Autoridad para una determinada actividad (lista adjunta en el anexo 1), quienes cumplen funciones específicas, como:

- Operador: Médico Nuclear y Tecnólogo Médico
- Físico Médico
- Oficial de Protección Radiológica en MN





### 6.3.2 Infraestructura General

El Departamento de Medicina Nuclear, cuenta con una distribución de ambientes ajustada a las funciones que debe cumplir y está constituido por dos áreas: diagnóstica y terapéutica.

#### Área Diagnostica

Se encuentra ubicada en el primer piso colindante a la derecha con preventorio, al frente con terapia de dolor y a la izquierda con la capilla, tiene una distribución que se puede apreciar en el plano de MN, ver anexo 2: Las áreas que involucran el departamento de Medicina Nuclear son:

- Secretaría
- Recepción
- Sala de espera de pacientes no inyectados
- Sala de espera de pacientes inyectados con dos baños
- Sala de inyección
- Sala de almacén de residuos radiactivos
- Sala del cuarto caliente - preparación de radiofármacos
- Sala de exploraciones 1 (SPECT 1)
- Sala de exploraciones 2 (SPECT 2)
- Sala de exploraciones 3 (SPECT 3)
- Oficina 1 consulta de medicos
- Oficina 2 consulta de medicos
- Pasillos de distribución
- Baños del personal

#### Área Terapéutica

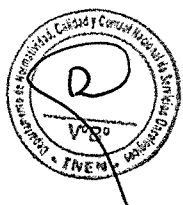
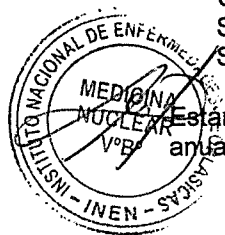
La Unidad de Terapia Metabólica se encuentra en otra dependencia situada en áreas externas al Servicio.

Consta de dos habitaciones situadas en el área de hospitalización de Oncología (6to piso - Este), cada uno con baño conectados a tanques de buen volumen de agua, permitiendo evacuar inmediatamente al desagüe común.

Las diferentes zonas del Servicio de Medicina Nuclear están clasificadas y señalizadas de acuerdo con las normas establecidas en el Reglamento sobre Protección Radiológica y reflejadas en la Licencia de funcionamiento emitido por la Autoridad Nacional (OTAN).

- Zona supervisada:
  - Salas de inyección
  - Salas de exploraciones (gammacámaras)
  - Sala de espera de pacientes inyectados

Están señalizadas con rótulo de color amarillo. Los límites están dentro del rango de 1/10 del límite anual.





- Zona controlada:  
Cuarto caliente – Almacén de Radioisótopos  
Cuarto de desechos - Almacén de residuos sólidos  
Habitaciones de Terapia Metabólica

Están señalizadas con rótulo de color rojo, los límites están dentro del rango de 3/10 del límite anual.

- Zona de libre acceso:  
Despacho  
Secretaría  
Sala de espera de pacientes no inyectados

El acceso a las zonas controladas solo estará permitido a los trabajadores profesionalmente expuestos que dispongan del correspondiente dosímetro personal.

El acceso a las zonas supervisadas por personas ajenas a la instalación, se realizará siempre que estén acompañadas por personal de la Instalación y tras el adecuado control de entrada.

#### Cuarto caliente

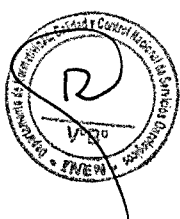
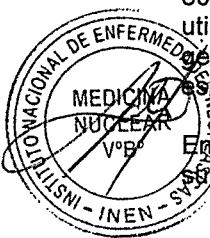
En este lugar se almacenan temporalmente las fuentes (viales) de  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ , dentro de sus contenedores apropiados de plomo, los cuales son ubicados dentro de un castillo plomado a la izquierda de la mesa de trabajo. Dentro del castillo se tienen recipientes para elementos punzocortantes (cajas de eliminación rojas de material rígido de 7.5 litros de capacidad para los desechos de Tc-99m), se almacenan temporalmente jeringas con residuos después de la inyección, viales de radioisótopo y fármacos marcados conteniendo residuos radioactivos, generados en la preparación de los radiofármacos, se utilizará una caja por semana. En una división del castillo plomado, se tiene un envase para los guantes utilizados en el fraccionamiento del material radiactivo.

En este cuarto sobre la mesada de trabajo se tiene una infraestructura de ladrillos de plomo que protege al operador y un visor de plomo, el cual atenúa la radiación a la décima parte (1 TVL). Detrás de la luna hay una bandeja sobre el cual, los tecnólogos manipulan el fármaco con el radioisótopo, a la derecha tienen el activímetro, donde miden la dosis que van a administrar al paciente, el cual está protegido por un castillo de plomo. A la derecha del activímetro se cuenta con una cocina, utilizada en la preparación de radiofármacos, para procedimientos especiales metabólicos. A la derecha se tiene un lavabo. Ver anexo 3

#### Cuarto de Desechos Radiactivos

En el Hospital se atiende a diario entre 25 a 35 pacientes y por consecuencia se utiliza  $^{99m}\text{Tc}$  entre 600 a 700 mCi. Los días de terapia ablativa, terapia de hiperfunción, y rastreo de tejido tiroideo, se utiliza  $^{131}\text{I}$  entre 500 a 640 mCi tres veces por semana, eventualmente  $^{153}\text{Sm}$ , por lo que se genera grandes cantidades de desechos radioactivos, justificando la necesidad de tener un cuarto especial para los desechos radiactivos, de acceso restringido.

En el cuarto de desechos radiactivos se alberga la basura recolectada, clasificada, rotulada, para su decaimiento por 10 vidas medias.



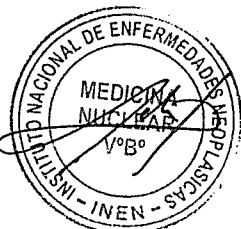


- Cuatro (4) tachos plomados, cuyas características son apropiadas para atenuar la radiación a la cincuenta<sup>va</sup> parte, se utiliza un tacho por mes rotulado, donde se guardan los viales con material residual de  $^{131}\text{I}$  después de la terapia ablativa o hiperfunción.
- Un castillo plomado donde se ubican los desechos de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , con una capacidad de 3 cajas rojas de 7.5 litros y 3 cajas de 1 litro, debidamente rotuladas.
- Un espacio del cuarto (esquina) que es utilizado para el decaimiento del material utilizado en los maniqués: fantoma de llenado, Jaszczak.
- Otro espacio del cuarto de desechos, para decaimiento de los residuos sólidos de  $^{131}\text{I}$ , en cajas de cartón, donde se ubican los equipos de venoclisis, vasos, papel absorbente, guantes, etc. Ver anexo 2

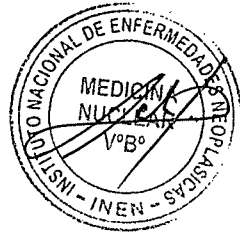
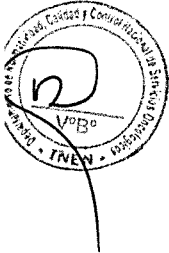
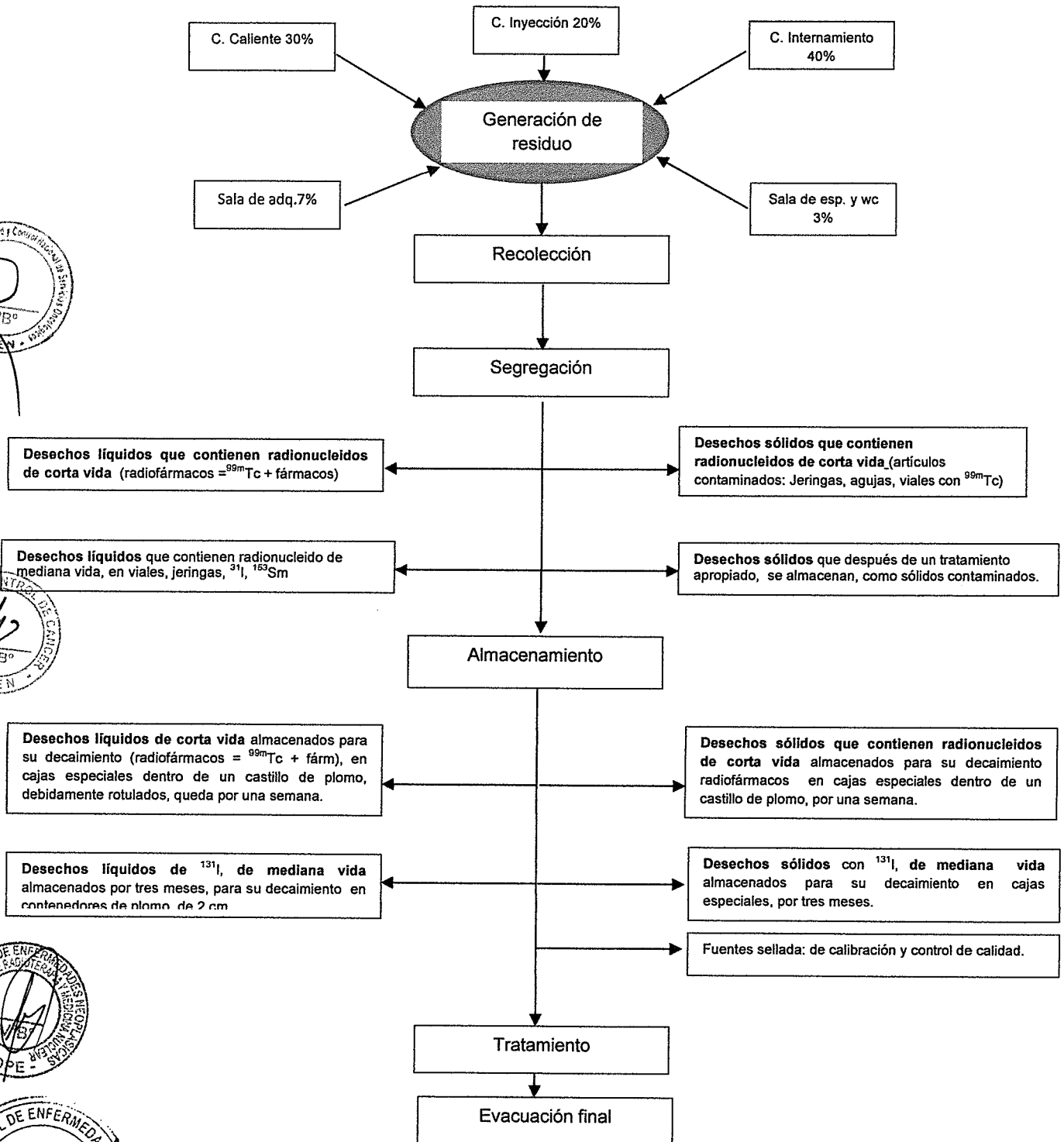
#### 6.4 Esquema de Gestión de desechos Radioactivos

- Organización y responsabilidades
- Registro de desechos
- Plan de manejo de desechos
- Reducción de desechos
- Evaluaciones de la seguridad
- Instalación – cuarto de desechos radioactivos
- Transporte
- Entrenamiento del personal Ocupacional por Garantía de calidad

Todo el esquema de la Gestión de Desechos Radiactivos se van a ejecutar en: la recolección, segregación, almacenamiento, tratamiento y evacuación final.



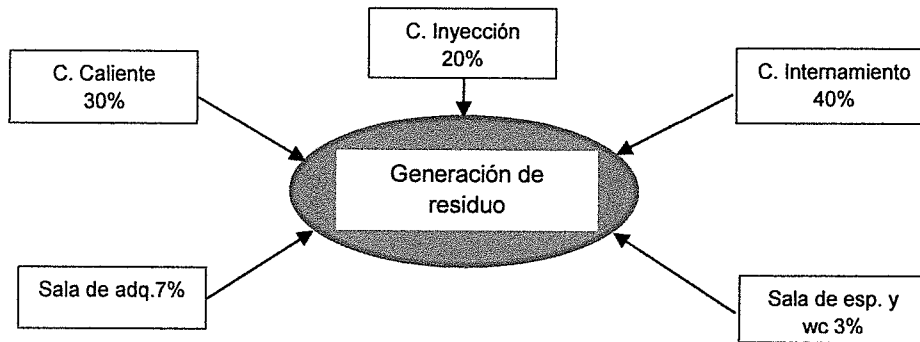
Esquema 1: Recolección, Segregación, Almacenamiento, Tratamiento, Evacuación final



### 6.4.1 Generación de residuos

Los radionúclidos empleados en Medicina Nuclear son fuentes abiertas con un período de desintegración corto y mediano, los residuos generados no requieren mucho tiempo para permanecer almacenados hasta que hayan decaído a muy bajas concentraciones radiactivas o actividad específica.

Los responsables de la recolección, segregación, almacenamiento lo realiza el TM, Tratamiento y evacuación final, lo realiza el OPR y el FM, en algunos casos dentro del cuarto caliente y otros en el cuarto de desechos radiactivos, luego se deposita temporalmente para su decaimiento; una vez clasificado y rotulado, en el sector indicado para este fin.



### 6.4.2 Segregación

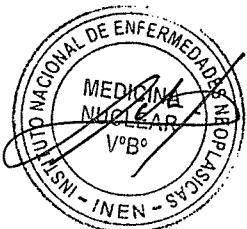
La segregación o clasificación con el fin de separar los residuos radiactivos, se basa en los principios fundamentales del tratamiento de residuos radiactivos; Características radiológicas (semiperíodo, actividad, tipo de radiación y energía) Características fisicoquímicas (sólido, líquido, orgánico, etc.)

Atendiendo al estado físico se clasifican de la siguiente manera:

- Sólidos homogéneos: papeles, guantes, algodones, equipo de venoclisis.
- Instrumentos cortantes y punzantes: jeringas, viales, agujas.
- Biológicos: excretas, tejidos, etc.
- Líquidos: Acuosos producto de lavar objetos contaminados y de control de calidad.
- Orgánicos: alimentos contaminados.
- Ropa de cama de las salas de internamiento
- Fuentes selladas (fuentes para calibración y control de calidad)

Los contenedores para permitir la segregación de distintos tipos de desechos radiactivos están disponibles en áreas donde los desechos son generados (cuarto caliente – cajas rojas), cuarto de inyección (caja – plomada), cuarto de internamiento (se traslada en la caja plomada). Los contenedores deben ser adecuados para su propósito (volumen, blindaje, a prueba de goteo, etc.).

Segregación de los residuos radiactivos, se realiza atendiendo lo siguiente:





- Minimizar la producción de residuos.
- No mezclar residuos radiactivos con no radiactivos.
- No mezclar residuos de diferentes isótopos.
- No mezclar residuos líquido y sólidos.
- No mezclar residuos orgánicos con acuosos.
- No mezclar residuos radiactivos de riesgo biológico con residuos que no tengan dicho riesgo.

Con estas consideraciones se procede a segregar los desechos radiactivos en los contenedores apropiados siguiendo las normas de bioseguridad y de protección radiológica.

#### 6.4.3 Almacenamiento de Residuos radiactivos

Se tiene disponible un cuarto para el almacenamiento temporal de desechos radiactivos, señalizado apropiadamente, con llave. En este lugar se guarda el material radiactivo en desuso bajo control durante su decaimiento hasta alcanzar los niveles de exención. Los bultos tienen la información del tipo de radionúclido, fecha de cierre de la caja, tasa de dosis, origen de desecho y responsable. Ingresar a este lugar sólo el personal autorizado. El FM y OPR, lleva un registro escrito de los residuos.

El tiempo de almacenamiento para su decaimiento dependerá de los siguientes factores:

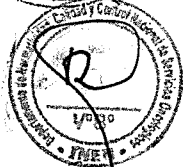
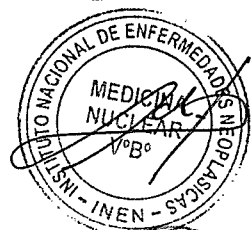
Debido a que la actividad inicial del radionúclido es conocida, se calcula que llegue al nivel de exención cuando hayan transcurrido diez semiperíodos o su actividad inicial se haya reducido mil veces. Ver tabla del anexo 5, es una referencia del tiempo transcurrido para diferentes radionúclidos para su evacuación como residuo exento (nivel de exención de  $A = A_0/1000$ )

Niveles de exención fijados por la Autoridad – OTAN (anexo 6) - Actividad inicial, Semiperíodo del radionúclido, en caso de ser varios se toma el mayor semiperíodo.

#### 6.4.4 Tratamiento de Residuos Radioactivos

El objetivo del proceso de tratamiento es reducir el volumen de los desechos sólidos, reducir o eliminar peligros potenciales asociados con los desechos y producir paquetes de desechos adecuados para la destrucción, el almacenamiento, transporte y su disposición en un repositorio autorizado.

En el tratamiento de residuos, el  $^{131}\text{I}$  es el radionúclido más significativo, debido al semiperíodo de ocho días, las altas energías (E.gammas de 364 keV, E.Beta de 602 keV) y las grandes actividades empleadas en aplicaciones terapéuticas, especialmente por los desechos orgánicos generados por los pacientes, tales como orina y heces, se ha justificado ante la autoridad por informes técnicos, que se evacua directamente al desagüe común, por la poca concentración de material radiactivo en el alto volumen de agua que tienen los tanques de los dos cuartos del sexto piso, lugar donde se administra la terapia ablativa. La producción de residuos sólidos provenientes de la manipulación de  $^{131}\text{I}$  o debido a contaminaciones producidas en la zona de tratamiento, el día de alta de los pacientes son monitorizados por el físico médico FM u OPR, si





la medida es mayor a 20 uSv/h, se trasladan hacia el cuarto de desechos radioactivos, en caso contrario se deja para ser evacuado al día siguiente como desecho común.

Ver esquema 1, del tratamiento que se dan a los desechos radioactivos.

Los desechos son acondicionados para el almacenamiento y transporte determinado por las propiedades de los desechos.

- Cada paquete debe ser rotulado apropiadamente con una etiqueta que contenga información del tipo de radionúclido y la actividad. También se indica el origen del desecho en el paquete. (anexo 7)
- Los desechos líquidos pueden ser liberados al medio ambiente si se ha garantizado una dispensa para esa sustancia radioactiva o si el vertido está dentro de los límites autorizados por la Autoridad Reguladora.

Se tienen los siguientes elementos para segregar de forma segura los desechos generados en el proceso del trabajo, siguiendo las normas de bioseguridad establecidas por el comité interno del hospital:

#### Cajas de plástico de bioseguridad.

- Color: rojo.
- Capacidad útil: 7,6 litros y de 1 litro
- Uso: para residuos cortantes con  $^{99m}\text{Tc}$  (hojas de bisturí, viales), punzantes (jeringas, sistemas de venoclisis, agujas hipodérmicas), viales, etc.
- Color: blanco tapa amarilla
- Capacidad útil: de 7.6 litros
- Uso: para residuos sólidos con  $^{131}\text{I}$  (vasos, equipo de venoclisis, guantes, papel absorbente)

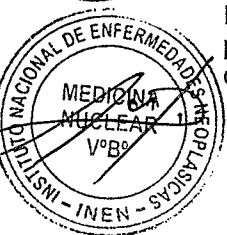
#### Bolsas de plástico de bioseguridad.

- Color: rojo.
- Capacidad útil: 10 litros.
- Uso: para papeles, guantes, sábanas, ropa, algodones, residuos sólidos de baja actividad.

Las bolsas y las cajas de bioseguridad son almacenadas en el cajón inferior del lado izquierdo del cuarto caliente por el FM u OPR, el TM coloca dentro del castillo plomado, antes de segregar los desechos, según el tipo de desecho a gestionar (tipo de radioisótopo y energía) como:

- castillo plomado de baja energía: para las cajas y bolsas con  $^{99m}\text{Tc}$ .
- Tachos plomados de alta energía: para viales con residuo de  $^{131}\text{I}$ .

La contaminación en la superficie de estos contenedores no debe exceder los valores prescritos en las regulaciones de transporte. En el anexo 10, se presenta una tabla que indica cuáles son los valores permisibles en cada caso.



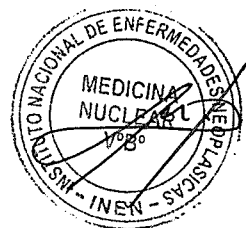
### 6.4.5 Evacuación de los Desechos Radiactivos

- Los residuos radiactivos se mantendrán en el almacén el tiempo necesario hasta que su actividad sea inferior a los niveles de dispensa indicados en la legislación peruana vigente, para poder gestionarlos como desecho común. (anexo 5)
- Los desechos líquidos de las pruebas de control de calidad serán evacuados al lavadero cuando la actividad haya descendido a niveles de dispensa.
- Todas las evacuaciones que se realicen en la instalación radiactiva se registran en el Diario de Operación, sellando el paquete y retirando cualquier etiqueta de radiación, se pesa, luego se entrega al personal de limpieza para ser evacuado como desecho común.
- Los cálculos se realizan para a un nivel de dosis de 1 mSv al año al público, que se alcanza con seguridad cuando la tasa de exposición de los paquetes de desechos radiactivos son comparables al fondo natural de radiación.
- Todos los paquetes que alcancen un nivel de dispensa y estén listos para evacuarlos como desecho común, se anota en un registro de desechos radiactivos (ver anexo 8), indicando:
  - a) Fecha de entrada al cuarto de decaimiento.
  - b) Fecha de evacuación.
  - c) Fondo.
  - d) Tasa de exposición en contacto.
  - e) Responsable de la gestión.

### 6.5 Procedimientos Operacionales Estándar

#### Trabajo con $^{99m}\text{Tc}$ , $^{153}\text{Sm}$ , $^{131}\text{I}$ (dosis pequeña)

- a) El Trabajador (TM); recolecta y segrega los desechos provenientes de las áreas de pacientes con radiofármacos incorporados (SPECT) y de los ambientes de trabajo (consultorio), utiliza recipientes adecuados. Separa por radioisótopo ( $\text{Tc}^{99m}$ ,  $\text{I}^{131}$ ,  $\text{Sm}^{153}$ ) y tipo de material (plásticos, papeles, vidrios, etc.);
- b) Cada trabajador (TM) al terminar el turno de trabajo, traslada los desechos sólidos y líquidos generados en su labor, hacia el cuarto caliente ( $\text{Tc}^{99m}$ ) y cuarto de desechos radiactivos ( $\text{I}^{131}$ ,  $\text{Sm}^{153}$ ), deposita en los contenedores habilitados para este fin.
- c) El Trabajador (TM), etiqueta y señaliza los bultos que ingresan al cuarto de desechos radiactivos, con la siguiente etiqueta: isótopo, fecha de almacenamiento.
- d) El OPR verifica que los desechos sean almacenados por lo menos 10 periodos de semi-desintegración del isótopo que contiene.
- e) Antes de eliminar como desecho común, el OPR realiza mediciones sobre el bulto con el monitor GM, si la medición es comparable al fondo, elimina como basura común, en caso contrario se vuelve a almacenar en el cuarto de desechos radiactivos, en espera de su decaimiento para su eliminación.
- f) El OPR registra las medidas con los siguientes datos: Fecha de Almacenamiento, Radionucleido, fondo, Fecha de Eliminación, peso, Tasa de Exposición sobre bulto, Responsable, Observaciones y realiza el cálculo en Bq/gr.
- g) El OPR extrae todas las etiquetas de identificación del bulto y elimina.



### Trabajo con $^{131}\text{I}$ (dosis ablativa)

- Después de la terapia, el trabajador (TM), retira los desechos sólidos y líquidos, estos materiales son trasladados hacia el cuarto de desechos radiactivos para clasificar y segregar en el área de desechos, separando el tipo de material (plásticos, papeles, vidrios, etc.).
- Extrae del contenedor el vial con el residuo de  $^{131}\text{I}$  para medir en el activímetro, registra el valor de la medida en el cuaderno de pacientes de yodo, luego coloca el vial en el contenedor habilitado para este fin el cual fue , etiquetado y señalizado al inicio del mes, con los siguientes datos: isótopo, y fecha de almacenamiento.
- El OPR, monitoriza el día de alta del paciente, verifica que la tasa de exposición a 1 mt, esté por debajo de 5 mR/h
- El OPR, mide la tasa de exposición de los desechos generados durante los días de internamiento, si las lecturas son mayores a 2 mR/h, el OPR, recolecta y traslada los desechos provenientes del cuarto de internamiento, utilizando recipientes adecuados. Clasifica y segrega en el área de desechos, separando el tipo de material (plásticos, papeles, vidrios, etc.).
- El OPR verifica que los desechos sean almacenados por lo menos 10 períodos de semi-desintegración del isótopo que contiene.
- Antes de eliminar como desecho común, el OPR realiza mediciones con el monitor de radiaciones GM sobre el bulto, si la medición es comparable al fondo, el material podrá ser eliminado como basura común, antes extrae las etiquetas de identificación radiactiva del bulto.

### 7. Responsabilidades y Funciones generales con respecto a desechos radiactivos

7.1 El Director General de la Dirección de Radioterapia y el Director Ejecutivo del Departamento de Medicina Nuclear (MN), dispondrá de ejemplares del manual en cada área de trabajo, según corresponda, y tendrán conocimiento y acceso todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOEs).

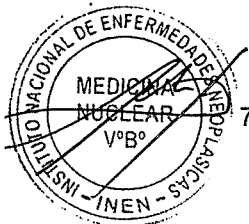
#### 7.2. Funciones y Responsabilidades del Tecnólogo Médico:

- Fraccionar y administrar el radiofármaco al paciente, generando desechos sólidos y líquidos radiactivos.
- Trasladar los desechos generados de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , al cuarto caliente, depositando estos en la caja roja ubicada en el castillo plomado, para su decaimiento temporal y otros en el cuarto de desechos radiactivos, como son los residuos de  $^{131}\text{I}$ .
- Cumplir los procedimientos de gestión de desechos radiactivos para evitar incidentes por protección radiológica y seguridad de la instalación.

#### 7.3. Funciones y Responsabilidades del Oficial de Protección Radiológica con respecto a Desechos radiactivos:

- Supervisar la gestión de desechos radiactivos de acuerdo a las condiciones establecidas por la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN).
- Monitorizar, calcular los días de permanencia de los desechos, registrar y ejecutar la evacuación final
- Coordinar las operaciones de gestión interna y externa de los desechos radiactivos.

#### 7.4. Funciones y Responsabilidades del físico Médico:



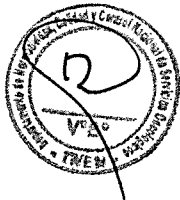
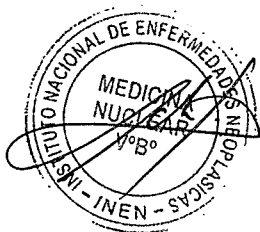


- a. Garantía de calidad. El físico médico es el responsable principal de la elaboración y ejecución de los aspectos físicos del programa de garantía de calidad. Éste se asegurará que las políticas y procedimientos contienen los elementos apropiados.
- b. Buena práctica, de manejo del material radiactivo, de protección radiológica del paciente, de control de calidad y cumplimiento de las reglamentaciones.
- c. El físico médico participa en la confección, optimización y desarrollo de un programa de seguridad de calidad de medicina nuclear, y en los aspectos técnicos y físicos de la dosimetría de la radiación.
- d. Docencia e investigación. El físico médico provee educación y entrenamiento en física médica a médicos, tecnólogos, enfermeras, etc. Así como también a estudiantes y personal de mantenimiento técnico; apoya la investigación clínica en sus aspectos técnicos.
- e. Protección radiológica en la exposición médica: Investigación de exposiciones médicas accidentales. El físico médico participa en la investigación de los incidentes relacionados con todo radiofármaco administrado por equivocación a un paciente, o utilizado incorrectamente, o con una actividad que difiera considerablemente de la prescrita por el médico, que pudieren provocar efectos secundarios no esperados, y las exposiciones que resulten de actividades que repetida y sustancialmente difieran las establecidas en los niveles de referencia.
- f. Asimismo, el físico médico es responsable de investigar todo incidente relacionado a fallos de equipos, accidente, error u otro suceso insólito que pudiere ser causa de que un paciente sufra una exposición apreciablemente diferente a la prevista.
- g. Registros. El físico médico elabora los documentos y mantiene los registros de sus áreas de trabajo, requeridos por las autoridades reguladoras competentes.

#### 7.5. Revisión del manual

Este Manual estará sometido a revisión con el fin de perfeccionar los métodos procedimientos que conduzcan a un mejor logro de los objetivos de la Protección Radiológica y se someterá a revisión:

- a. Siempre que se modifique la normativa nacional en esta materia.
- b. Cuando las circunstancias lo aconsejen debido a una modificación en las recomendaciones o protocolos de organismos internacionales o nacionales vinculados con la Protección Radiológica.
- c. Si se estima oportuno a la vista de la experiencia adquirida en la puesta en práctica de los procedimientos de este Manual, o porque la mejor evidencia científica así recomiende.
- d. Cualquier modificación del Manual deberá ser propuesta por el Oficial de Protección Radiológica (OPR) o por el Director Ejecutivo del Departamento de MN debiendo tener el visto bueno del Comité de Protección Radiológica (CPR) y ser aprobada por la Jefatura Institucional del INEN.





### 8. ANEXOS

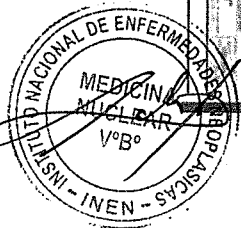
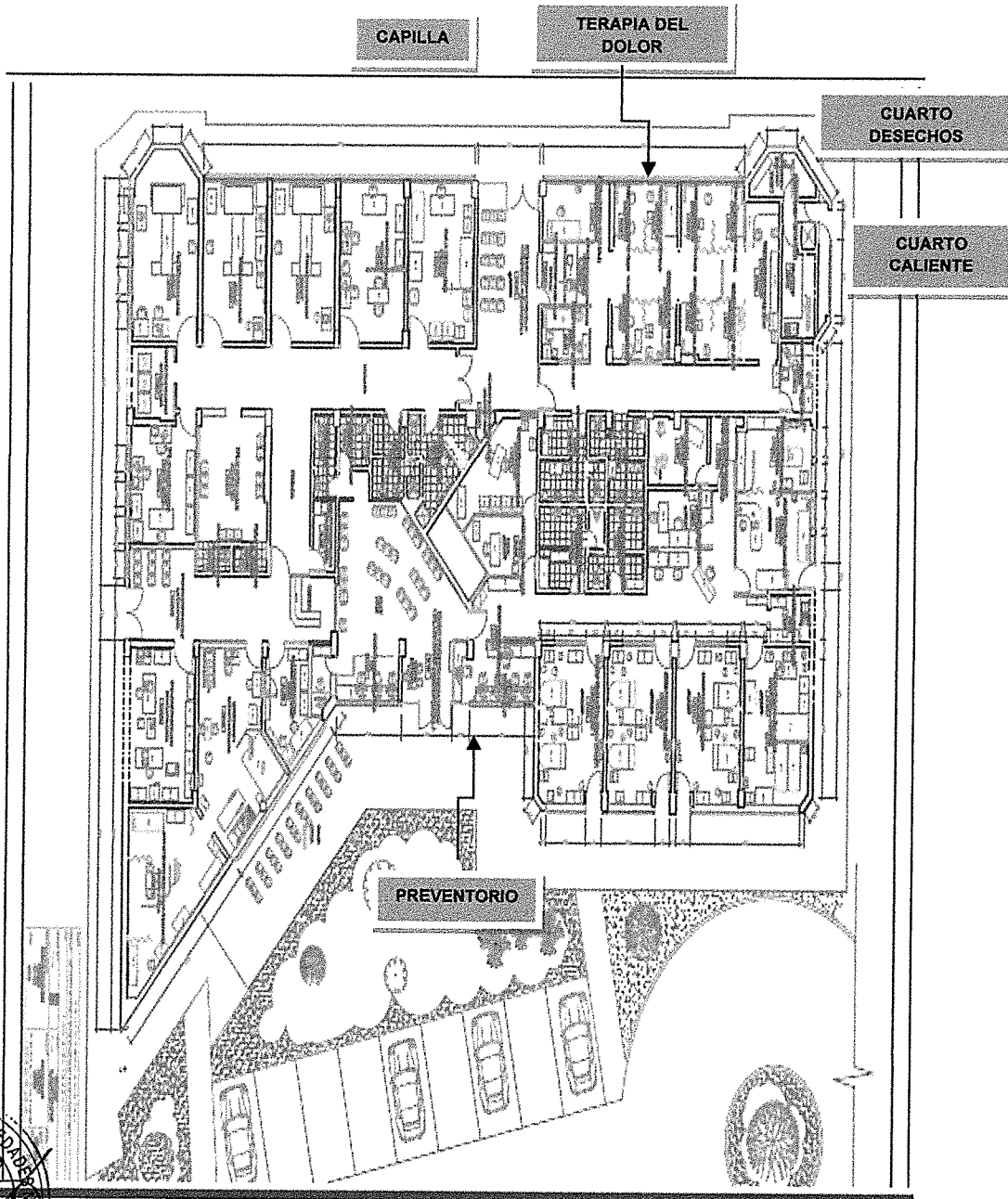
#### Anexo 1.- Licencias Individuales del TOE

Nº	Apellidos y nombres	Emitido	Código	Caduca	Actividad Autorizada
1	ALVAREZ HIDALGO, Ita	13.07.2010	0433-10	12.07.2015	Operador en Medicina Nuclear
2	ARAUJO CACAHAY, Luis Carlos	22.08.2013	571-07	21.08.2017	Operador en Medicina Nuclear
3	CAMAC TAPIA, Lucy Judith	18.02.2014	032-10	17.02.2018	Físico Médico en Medicina Nuclear
4	CANO PEREZ, Roque Aurelio	07.12.2011	944-06	06.12.2015	Operador en Medicina Nuclear
5	CARLOS NOMBERTO, Eusebio Idelso	12.09.2012	0050-07	11.09.2016	Operador en Medicina Nuclear
6	ESTRELLA VALDERA, Isabel Cristina	10.08.2011	590-11	09.08.2015	Operador en Medicina Nuclear
7	LOPEZ ESPINOZA, Delfina	26.09.2011	0529-08	25.09.2015	Operador en Medicina Nuclear
8	MORALES GUZMAN-BARRON, Rosanna	09.02.2013	137-07	07.02.2017	Operador en Medicina Nuclear
9	PEÑA LIMA, Ofelia Margot	02.08.2010	455-10	01.08.2014	Operador en Medicina Nuclear
10	SAAVEDRA SOBRADOS, Patricia Janeth	18.10.2013	1256-07	17.10.2017	Operador en Medicina Nuclear
11	VELASQUEZ CAMPOS, María Socorro	02.08.2010	0457-10	01.08.2015	Oficial en Protección Radiológica
		08.04.2013	220-07	07.04.2017	Físico Médico en Medicina Nuclear

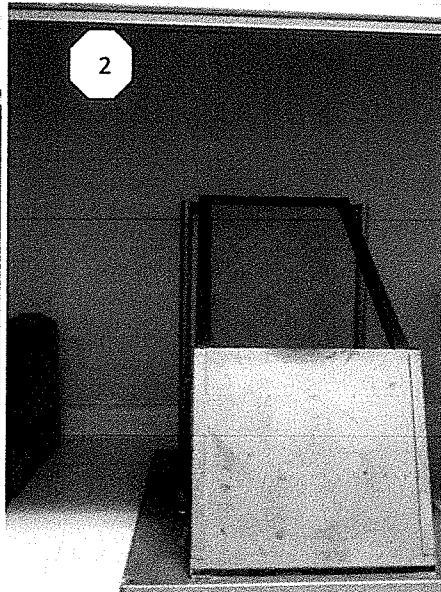
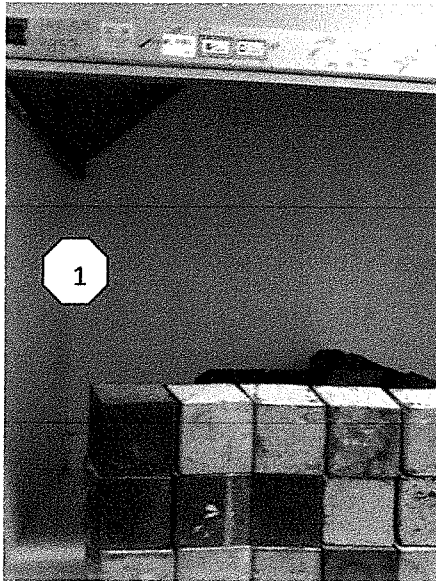


Anexo 2.- Mapa del departamento de Medicina Nuclear (MN)

UBICACIÓN DEL CUARTO CALIENTE Y DE DESECHOS RADIACTIVOS EN REFERENCIA AL PLANO DE MEDICINA NUCLEAR



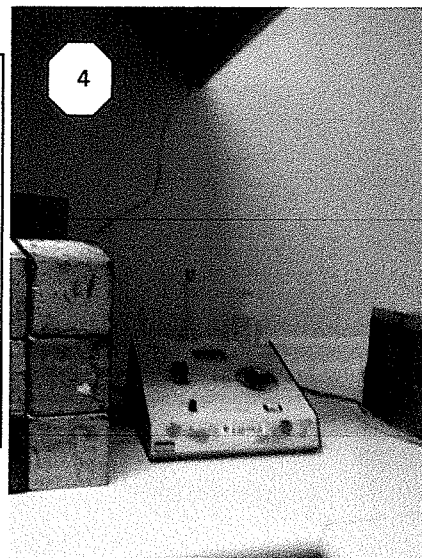
Anexo 3.- Cuarto Caliente



- 1. Castillo Plomado, lugar de almacenamiento temporal de radioisótopos
- 2. Lugar de fraccionamiento: Protector de tórax de plomo y luna plomada



- 3. Pozo del Activímetro, por protección al operador, blindaje con un Castillo Plomado
- 4. Pantalla del activímetro



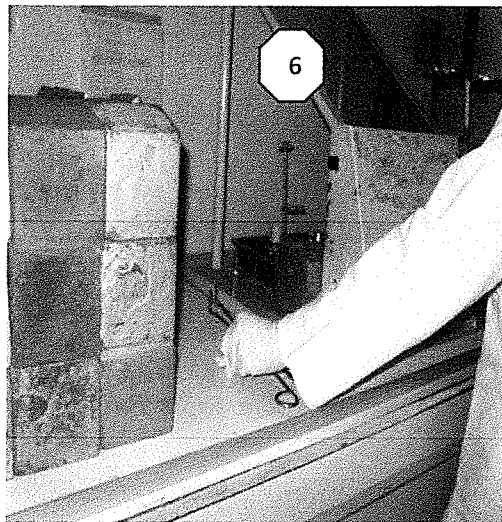
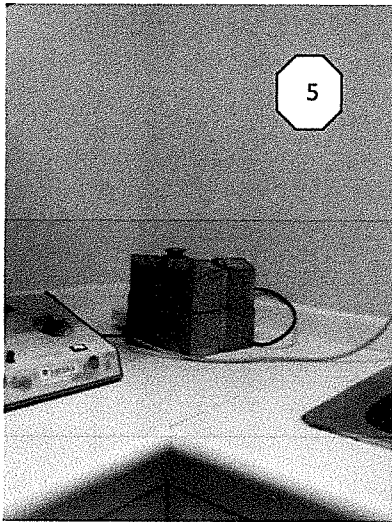
DIRECCIÓN DE CONTROL DE CÁNCER  
VºBº  
INEN

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLASIICAS  
MEDICINA NUCLEAR  
VºBº  
INEN

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLASIICAS  
MEDICINA NUCLEAR  
VºBº  
INEN

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLASIICAS  
MEDICINA NUCLEAR  
VºBº  
INEN

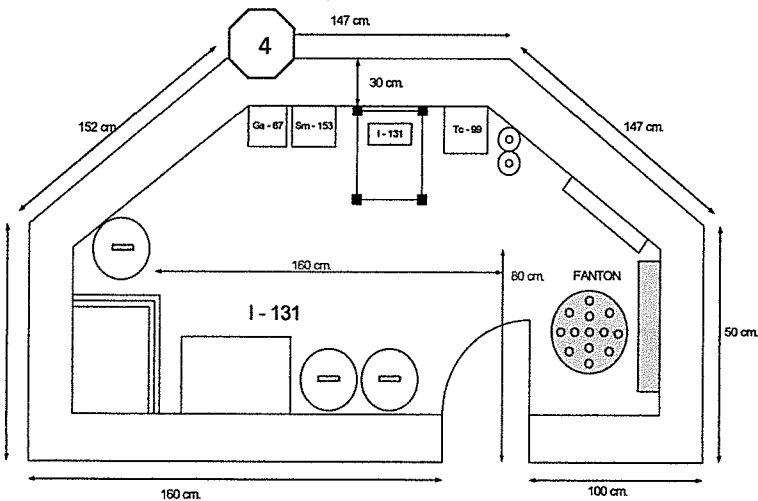
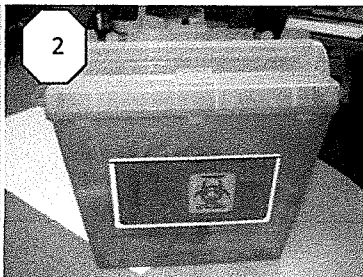
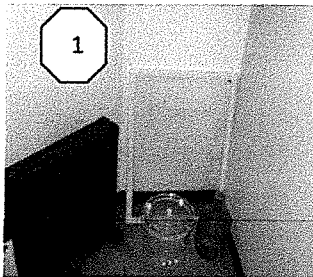




5. Cocina donde se prepara los radiofármacos, al lado derecho un lavabo

6. Bandeja donde se fracciona el material radioactivo

Anexo 4.- Cuarto de desechos radiactivos

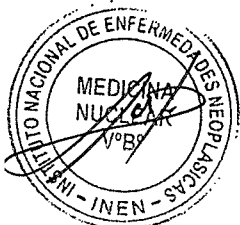
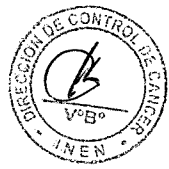
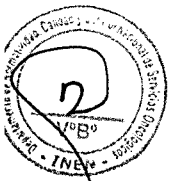


1. Sector de almacenamiento de maniqués de control de calidad

2. Cajas de bioseguridad y de desechos radiactivos para los elementos punzocortantes

3. Distribución de los tachos y cajas con material radioactivo

4. Distribución del área de desechos radiactivos





**Anexo 5.- Decaimiento de las 10 vidas medias**

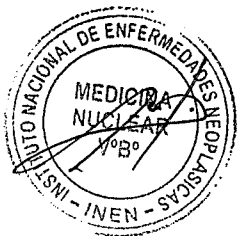
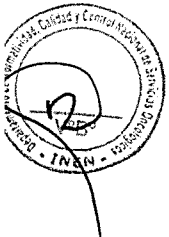
RADIONUCLIDO	SEMIPERODO	t (DIAS) ± 10 T ½
I - 131	8.04 D	80
Tc-99m	6.02 H	2.5
Mo -99	66 H	28
Ga - 67	78 H	32.5
TI - 201	3 D	33
Sm - 153	46.3 H	20

**Anexo 6. - Niveles de descarga recomendado por la Autoridad Nacional**

**NIVELES GENÉRICOS DE DISPENSA**

**Niveles genéricos derivados de dispensa para descargas de efluentes gaseosos**

Radioisótopos	Tasa de descarga anual Bq/a	Principales vías de exposición y limitación por grupos de edades
H - 3	$1 \times 10^{11}$	Ingestión
C - 14	$1 \times 10^{10}$	Ingestión
Ga - 67	$1 \times 10^{10}$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
Mo - 99	$1 \times 10^9$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
Tc - 99	$1 \times 10^7$	Ingestión (infantes)
Tc - 99m	$1 \times 10^{11}$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
In - 111	$1 \times 10^9$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)
I - 125	$1 \times 10^8$	Ingestión (infantes)
I - 131	$1 \times 10^8$	Ingestión (infantes)
TI - 201	$1 \times 10^{10}$	Radiación externa del depósito (Adultos e infantes)





Niveles genéricos derivados de dispensa para descargas líquidas

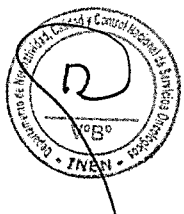
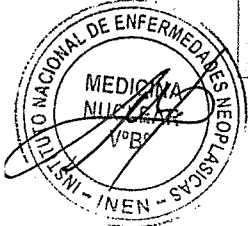
Radioisótopos	Tasa de descarga anual Bq/a	Principales vías de exposición y limitación por grupos de edades
H - 3	$1 \times 10^{12}$	Ingestión - río
C - 14	$1 \times 10^{10}$	Ingestión - río
Ga - 67	$1 \times 10^8$	Aguas residuales – radiación externa
Mo - 99	$1 \times 10^8$	Aguas residuales – radiación externa
Tc - 99	$1 \times 10^{10}$	Ingestión de agua y peces - río)
Tc - 99m	$1 \times 10^9$	Aguas residuales – radiación externa
In - 111	$1 \times 10^8$	Aguas residuales – radiación externa
I - 125	$1 \times 10^8$	Aguas residuales – radiación externa
I - 131	$1 \times 10^7$	Aguas residuales – radiación externa
Tl - 201	$1 \times 10^8$	Aguas residuales – radiación externa

Niveles genéricos de dispensa para desechos sólidos  
Bq/g

Radioisótopos	Niveles de dispensa para cantidades moderadas (a)
H - 3	$1 \times 10^6$
C - 14	$1 \times 10^4$
Ga - 67	$1 \times 10^2$
Mo - 99	$1 \times 10^6$
Tc - 99	$1 \times 10^4$
Tc - 99m	$1 \times 10^2$
In - 111	$1 \times 10^2$
I - 125	$1 \times 10^3$
I - 131	$1 \times 10^2$
Tl - 201	$1 \times 10^2$

Anexo 7.- Etiqueta de los desechos radiactivos

Radioisótopo <u>Tc-99m</u>	Fecha de cierre: <u>Día/mes/año</u>
Tasa de dosis en contacto: ..... <u>µSv/h</u>	Responsable: .....



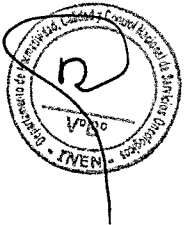
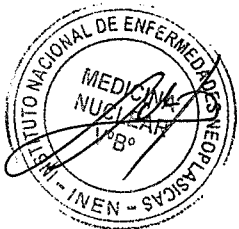


MANUAL DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

CODIGO: INEN.PR.004.2014

Anexo 8.- Registro de Desechos radiactivos

Monitor							
Fecha de Almacen.	Radionucleido	Background	Fecha de Eliminación	Tasa de Exposición	Bq/gr	Responsable	Observaciones





## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Series No. 115, STI/PUB/996, IAEA, Vienna (1996).
2. Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, international Atomic Energy Agency, Safety Reports Series No. 40, STI/PUB/1207, IAEA, Vienna (2005).
3. Norma Técnica Requisitos de Protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear Instituto Peruano de Energía Nuclear. IPEN, IR.002.2012, Lima- Perú (23.02.2012).
4. Reglamento General de Seguridad Radiológica. SEMIP CNSNS, DOF, (22 de nov. de 1988).

