Universidad Nacional de Córdoba

República Argentina

EXP-UNC: 26287/2008

VISTO las presentes actuaciones en las que el señor Vicerrector de esta Casa, Prof. Dr. Gerardo D. Fidelio, en su carácter de Coordinador del Consejo Para la Prevención de la Seguridad, eleva a este H. Cuerpo para su aprobación el Manual de Seguridad para Docencia, Investigación o Extensión, de la Aplicación Obligatoria en todos los Ámbitos de la Universidad Nacional de Córdoba, el que ha sido elaborado por la Comisión Técnica Ad-Hoc N° 1; atento las opiniones vertidas en el seno de este H. Cuerpo,

EL H. CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

R E S U E L V E

ARTÍCULO 1.- Hacer lugar a lo solicitado por el señor Vicerrector de esta Casa, Prof. Dr. Gerardo D. Fidelio, en su carácter de Coordinador del Consejo Para la Prevención de la Seguridad y, en consecuencia, aprobar el Manual de Seguridad para Docencia, Investigación o Extensión, de la Aplicación Obligatoria en todos los Ámbitos de la Universidad Nacional de Córdoba, obrante en el ANEX-UNC:0000077/2008 (fs. 1/276), que en fotocopia forma parte integrante de la presente resolución.

ARTÍCULO 2.- Comuníquese y pase para su conocimiento y efectos al Consejo Para la Prevención de la Seguridad.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL H. CONSEJO SUPERIOR A LOS NUEVE DÍAS DEL MES DE DICIEMBRE DE DOS MIL OCHO.

sl

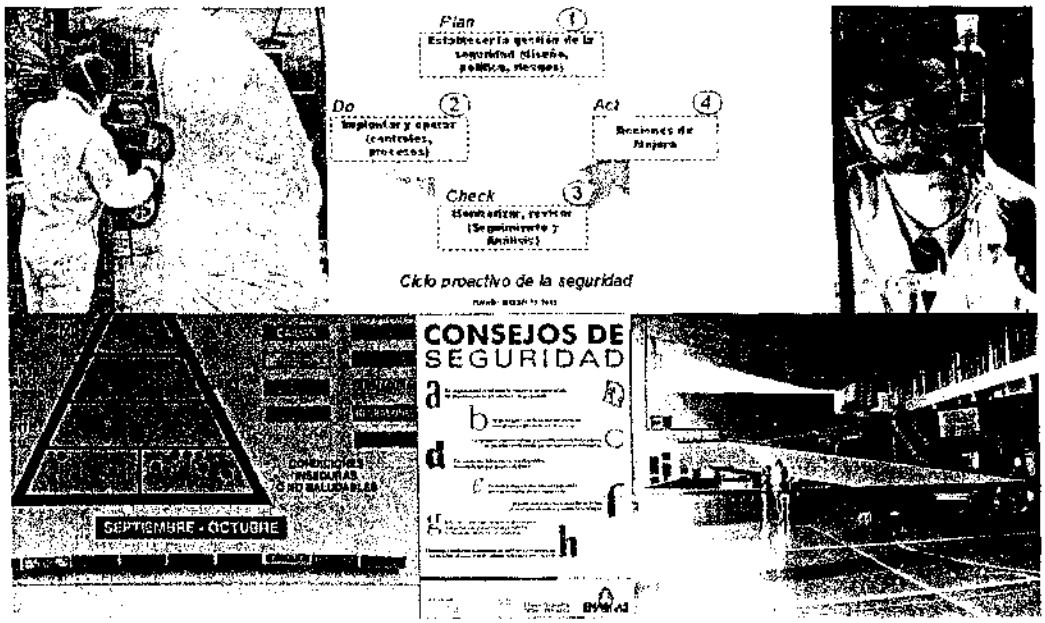
Mgter. JHON BORETTO
SECRETARIO GENERAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Dra. SILVIA CAROLINA SCOTTO
RECTORA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

RESOLUCIÓN NRO: 684

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
1

Manual de Seguridad para Docencia, Investigación o Extensión, de Aplicación Obligatoria en todos los Ámbitos, de la Universidad Nacional de Córdoba



2

INDICE

0. LISTA ABREVIATURAS 5

1 INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD 6

1.1 PREPARACIÓN PARA EL TRABAJO DEL LABORATORIO 6
1.2 DURANTE EL TRABAJO EN EL LABORATORIO 6
1.3 LIMPIEZA ANTES DE SALIR 7
1.4 EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS EN EL LABORATORIO, UN PROCESO EN CURSO 7
1.5 PRÁCTICAS PARA EL TRABAJO EN SOLEDAD 8

2 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS EN EL LUGAR DE TRABAJO (SIMPLT) 9

2.1 REQUISITOS REGULADORES: ETIQUETAS, HOJAS DE DATOS MATERIALES DE SEGURIDAD, ENTRENAMIENTO 9
2.2 SIMBOLOGÍA INFORMATIVA DE ATENCIÓN AL RIESGO 9
2.2.1 Símbolos de SIMPLT 9
2.2.2 Características toxicológicas: DL50 Y CL50 11
2.2.3 Límites de la exposición (VLU, LEP) 11
2.2.4 Punto de inflamación 12
2.2.5 Temperatura del autoignición 12
2.2.6 Límites de inflamabilidad 12

3 CONTROL DE RIESGOS QUÍMICOS 14

3.1 PRODUCTOS QUÍMICOS TÓXICOS Y LAS CUATRO RUTAS DE ENTRADA 14
3.2 PRODUCTOS QUÍMICOS INFLAMABLES 14
3.3 PRODUCTOS QUÍMICOS OXIDANTES 14
3.4 PRODUCTOS QUÍMICOS REACTIVOS 15
3.5 PRODUCTOS QUÍMICOS CORROSIVOS 15
3.6 RESPUESTA AL DERRAME DE PRODUCTOS QUÍMICOS 16
3.6.1 Contingencias de respuesta al derramamiento 16
3.6.2 Desarrollo de los planes de respuesta al derramamiento 16
3.6.2.1 Comunicaciones 16
3.6.2.2 Pautas generales 16
3.6.3 Pautas para los tipos específicos de derrames 16
3.6.3.1 Líquidos inflamables y tóxicos 17
3.6.3.2 Líquidos corrosivos 17
3.6.3.3 Sólidos corrosivos 17
3.6.3.4 Sólidos tóxicos 17
3.6.3.5 Gases 17
3.6.3.6 Mercurio 18
3.6.3.7 Categorías especiales 18

4 ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN 19

4.1 PAUTAS GENERALES DE ALMACENAMIENTO 19
4.2 ERGONOMÍA 19
4.3 ALMACENAMIENTO QUÍMICO 19
4.4 GABINETES DE ALMACENAMIENTO DEL LÍQUIDO INFLAMABLE 20
4.5 COMPATIBILIDAD QUÍMICA 20
4.6 SEGREGACIÓN QUÍMICA 21
4.7 PRODUCTOS QUÍMICOS INESTABLES 23
4.8 EXPLOSIVOS QUÍMICOS 23

5 RADIOISÓTOPOS Y RADIACIONES 25

5.1 ALCANCE 25
5.2 RESPONSABILIDADES 25
5.2.1 Descripción 25
5.3 RECOMENDACIONES GENERALES 26

6 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS 28

6.1 EL TRIÁNGULO DE FUEGO 28
6.2 CLASES DE FUEGOS 28
6.3 EXTINGUIDORES 28
6.4 PREVENCIÓN DE INCENDIOS 29

6.5 EVACUACIONES 29
7 LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS 30
7.1 MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS 30
7.2 DIRECTRICES PARA LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS 30
7.3 PROCEDIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE RESIDUOS 30
7.3.1 Residuos químicos *30*
7.3.2 Residuos patológicos *30*
6.3.2.1 Cadáveres de animales 30
6.3.2.2 Bioriesgos punzantes 30
6.3.2.3 La sangre y materiales contaminados con sangre 31
7.3.3 Elementos punzantes *31*
6.3.3.1 Definición de elementos punzantes 31
6.3.3.2 Vidrio roto (no contaminado) 31
6.3.3.3 Botellas de reactivos químicos vacías 31
7.3.4 Gestión de residuos radioactivos *31*
8 VENTILACIÓN DE LOS LABORATORIOS Y CAMPANAS DE HUMO 32
8.1 VENTILACIÓN GENERAL 32
8.2 VENTILACIÓN LOCALIZADA 32
8.2.1 Gabinete para gases químicos *32*
8.2.2 Campanas dosel *32*
8.2.3 Campanas ranuradas *33*
8.2.4 Gabinetes de seguridad biológica *33*
8.2.5 Conexiones directas *33*
8.3 BALANCE DE LA VENTILACIÓN Y CONTENCIÓN 33
8.4 USO SEGURO DE CABINAS PARA HUMOS QUÍMICOS 33
9 GASES COMPRIMIDOS Y CRIOGENIA 35
9.1 PELIGROS CON GASES COMPRIMIDOS 35
9.2 MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE SEGURO DE CILINDROS DE GAS COMPRIMIDO 35
9.3 PELIGRO EN CRIOGENIA 35
9.4 PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN EN CRIOGENIA 35
10 RIESGOS FÍSICOS Y ERGONOMÍA 37
10.1 SEGURIDAD ELÉCTRICA 37
10.2 TRABAJOS CON ALTA PRESIÓN Y VACÍO 37
10.3 TRABAJO REPETITIVO Y ERGONOMÍA 38
10.4 SEGURIDAD CON CRISTALES 39
11 SEGURIDAD DEL EQUIPAMIENTO 40
12 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL 41
12.1 PROTECCIÓN DE LOS OJOS Y LA CARA 41
12.2 ROPA PARA LABORATORIOS 41
12.3 PROTECCIÓN DE LAS MANOS 41
12.3.1 Directrices de selección de guantes *42*
12.3.2 Selección de guantes para químicos *43*
12.3.3 Selección, uso y cuidado de los guantes de protección *43*
12.4 RESPIRADORES 44
12.4.1 Selección, uso y cuidado de los respiradores *44*
13 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA 45
13.1 PRIMEROS AUXILIOS 45
13.1.1 Quemaduras *45*
12.1.1.1 Quemaduras a la piel 45
12.1.1.2 Quemaduras a los ojos 45
13.1.2 Cortes *46*
13.1.3 Cutáneas *46*
13.1.4 Salpicaduras de químicos en la piel o los ojos *46*
13.1.5 Envenenamiento *47*
13.2 INCENDIOS 47
13.2.1 Sospecha de incendios *47*

13.2.2 Incendios declarados 47
13.2.3 Incendio de ropa 48
13.3 DERRAMES DE PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS 48
13.4 FUGAS DE GAS NATURAL 48
APÉNDICES **49**
APÉNDICE 1: CLASIFICACIÓN DE INFLAMABILIDAD Y TAMAÑO PERMITIDO DE LOS CONTENEDORES (NFPA, FLAMMABLE AND COMBUSTIBLE LIQUIDS CODE, 2003) **50**
APÉNDICE 2: LISTADO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL **51**

5

0. LISTA ABREVIATURAS

Abreviatura	*Significado*
CP8	Concentración Promediada en ocho horas
EPP	Elementos de protección Personal
H y S	Higiene y Seguridad en el trabajo
HDMS	Hojas de datos materiales de seguridad. Contienen información sobre el producto utilizado, efectos que produce en la salud y medio ambiente, acciones a tomar en caso de accidente, derrame, etc. Se obtienen gratuitamente por Internet.
HEPA	Filtro de alta eficiencia de partículas suspendidas (High Efficiency Particulate Air),. Los filtros HEPA también son conocidos como filtros ABSOLUTOS debido a su eficiencia. El filtro HEPA retiene y filtra todas las partículas del aire desde un tamaño de 0.3 µm con una eficiencia del 99.97%.
HVAC	Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado
LECP	Límite de Exposición a Corto Plazo
LEI LII	Límite Explosivo Inferior o Límite de Inflamabilidad Inferior , es la concentración más baja del vapor que se arderá o estallará si está encendida.
LES	Upper Explosive Limit, Límite Explosivo Superior
NFPA	National Fire Protection Association
SIMPLT	Sistema de Información de Materiales Peligrosos en el Lugar de Trabajo
T	Techo, define una concentración que nunca debe ser excedida
TIL	Tarjeta de Información del Laboratorio. Contiene información sobre el estado del laboratorio, sus instalaciones y equipos.
VLU	Valor Límite del Umbral

6

1 INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD

1.1 Preparación para el trabajo del laboratorio

Antes de comenzar a trabajar en un laboratorio, familiarícese con:

- El riesgo de los materiales, cómo deben ser manipulados, almacenados transitoriamente y de los protocolos apropiados referidos a la emergencia.
- Las etiquetas y hojas de datos de los materiales de seguridad (HDMS) antes de mover, manejar o abrir los productos químicos. Nunca utilice un producto de un envase sin etiqueta, e informe a su supervisor la falta de etiquetas.
- Los agentes, procesos y el equipo en el laboratorio. Si usted está inseguro en algún aspecto de un procedimiento, consulte con su supervisor antes de proceder.
- La localización y operación del equipo de seguridad y de emergencia tales como, matafuegos, ducha y lavaojos, botiquín de primeros auxilios, medios para contener derrames, estaciones de accionamiento de alarma de incendio, teléfonos y salidas de emergencia.
- Los procedimientos de emergencia frente a derrames de los materiales que usted manejará.
- Procedimientos de informes de emergencia y números de teléfono.
- Rutas de escape señaladas y alternativas.

1.2 Durante el trabajo en el laboratorio

- Permita el acceso solamente a las personas autorizadas. No permita el ingreso de niños.
- No está permitido fumar; comer; beber; almacenar alimentos, bebidas o tabaco; la aplicación de cosméticos y la manipulación de lentes de contacto.
- Use delantales (hasta la altura de su rodilla) y las antiparras de seguridad en los laboratorios donde se emplean productos químicos, biológicos o radioisótopos.
- No use zapatos abiertos.
- No trabaje con cabello largo suelto (córtelo o recójalo atrás de la nuca) en zonas donde se manipulen productos químicos, biológicos, radioisótopos o maquinaria móvil.
- Mantenga los lugares de trabajo limpios y libérelos de productos químicos, de especimenes biológicos, radiológicos, y del equipo innecesario.
- Evite dejar las botellas de reactivos, vacías o llenas, en el piso.
- Trabaje solamente con los materiales necesarios y en la cantidad necesaria, después de conocer inflamabilidad, reactividad, toxicidad, manipulación, almacenamiento seguro y procedimientos de emergencia.
- Consulte las hojas de datos de seguridad de los materiales (HDMS) antes de trabajar con los productos químicos peligrosos o el material infeccioso. Substituya HDMS que tengan más de 3 años.
- Prepare y mantenga un inventario químico.
- Pipetee siempre utilizando los dispositivos mecánicos o eléctricos.
- Camine, no corra, en el laboratorio.
- Mantenga las salidas y las vías de circulación siempre despejadas.
- Asegúrese que el acceso a los equipos de emergencia (lava ojos, duchas de seguridad y matafuegos) no esté bloqueado.
- Informe sobre los accidentes y los incidentes peligrosos ("tiros errados") inmediatamente a su supervisor.
- Lávese las manos a fondo al ingresar y antes de salir del recinto.
- Realice los procesos con materiales tóxicos, inflamables, volátiles o que implican la liberación de humos y/o vapores en una cabina (véase la sección 7.4).

Realice los procesos que liberan bioaerosoles infecciosos en un gabinete biológico de seguridad según el grado de riesgo.
Maneje toda la sangre y fluidos corporales considerándolos como infecciosos.
No coloque sobre la mesada, donde realiza su trabajo diario de laboratorio, material de escritura y de lectura que no sea utilizado en la práctica.
No realice ningún tipo de acción que comprometa su seguridad y la de sus compañeros de trabajo.
Nunca trabajar solos en el laboratorio (para poder recibir ayuda inmediata, en caso de necesitarla).

1.3 Limpieza antes de salir

Realice un control de seguridad al término de cada experimento y antes de salir del laboratorio. Cerciórese de:

1. Cerrar el suministro de gas, agua, electricidad, las líneas del vacío y de gases comprimidos y aparatos de calefacción.
2. Retorne los materiales, el equipo y aparatos no utilizados a sus lugares de almacenamiento.
3. Etiquete, empaque y disponga correctamente todo el material de desecho (refiera a la sección 9.3, "*procedimientos para la preparación de desechos*").
4. Remueva inmediatamente el equipo defectuoso o dañado, disponga su reparación o reemplazo. En caso de que esto no sea posible señalizarlo convenientemente explicitando su condición y reportarlo en la TIL. Eliminar el material de vidrio o plástico roto o defectuoso.
5. Descontamine cualquier área de trabajo o equipo que pudiera haber estado en contacto con materiales peligrosos.
6. Quítese los elementos de protección personal (vestimenta de laboratorio) al salir del laboratorio.
7. Si usted es el último en irse asegúrese de cumplir las normas fijadas por la autoridad de Seguridad en su dependencia.

1.4 Evaluación de los peligros en el laboratorio, un proceso en curso

Hay muchas categorías de peligros que se pueden encontrar en un laboratorio, y la situación puede cambiar con frecuencia. Incluso después que usted haya identificado y controlado todos los riesgos corrientes, usted sigue estando expuesto a la posibilidad que nuevos peligros inesperados que pueden presentarse. Verifique periódicamente que la *Tarjeta de Información del Laboratorio* (TIL) y otras advertencias del peligro estén actualizadas; informe a la Supervisión siempre que se requieran cambios en las TIL.

Realice las inspecciones semanales de:

- funcionamiento de matafuegos.
- funcionamiento de los dispositivos de emergencia tales como lavaojos y mangueras (hágalos funcionar por varios minutos y actualice etiquetas de la inspección).
- contenido del botiquín de primeros auxilios.
- campanas de humo y otros dispositivos de ventilación.
- cañerías de agua, líneas de vacío y gases.
- compartimientos de almacenamiento de químicos y material biológico (drogueros, heladeras, freezers).

También asegúrese de que los matafuegos y las duchas de la emergencia sean examinados, probados y etiquetados anualmente.

Esté alerta para los siguientes riesgos:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
8

- **Químico**

inflamable
tóxico
oxidante
reactivo
corrosivo

- **Biológico**

líneas celulares humanas (incluyendo primates no humanos)
líneas celulares no humanas
muestras de humanos u otros primates (fluidos, tejidos, etc.)
muestras de no-primates (fluidos, tejidos, etc.)
ADN recombinante
bacterias, virus, hongos, parásitos u otro material biológico.

FC
UNC 5

- **Físico o Mecánico**

radiación ionizante y no-ionizante
electricidad
incorrecto diseño del equipo o en la organización del trabajo (peligros ergonómicos)
riesgos móviles
ruido
temperatura alta o baja
condiciones psicosociales que pueden causar tensión psicológica

1.5 Prácticas para el trabajo en soledad

El trabajo en soledad es una práctica insegura en cualquier momento. Sin embargo, si la naturaleza de su trabajo lo hace inevitable, tome medidas para asegurarse que otras personas estén enteradas de su localización para que lo controle periódicamente, ya sea en persona o por teléfono.

Antes de conducir cualquier trabajo en soledad verifique la siguiente lista de comprobación para evaluar si su proceder es apropiado:

- ¿Está su supervisor responsable enterado de sus planes?
- ¿Hay experimentos peligrosos implicados? **Ejemplos:**
  - De alta temperatura
  - Alto vacío
  - Materiales extremadamente inflamables (punto de inflamación bajo)
  - Materiales venenosos
  - De gran escala, por ejemplo grandes cantidades,
- ¿Usted ha repasado el procedimiento con su supervisor responsable?
- ¿Usted tiene un procedimiento de funcionamiento escrito?
- ¿Están los aparatos y equipo en buenas condiciones de trabajo?
- ¿Está entrenado para realizar el trabajo?
- ¿Usted tiene un procedimiento de ingreso/salida?
- ¿Usted tiene procedimientos de emergencia?
- ¿Usted tiene acceso al teléfono del supervisor responsable?
- ¿Su puerta tiene una ventana de visión u otros medios que permita observar quienes están adentro?
- ¿Está usted enterado del procedimiento de evacuación de emergencia?
- ¿Usted tiene acceso a un teléfono de emergencia?
- ¿Usted tiene acceso a un botiquín de primeros auxilios?
- ¿Usted tiene acceso a un kit para derrames?

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 9

2 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS EN EL LUGAR DE TRABAJO (SIMPLT)

La legislación de H y S se aplica a todo el personal y los estudiantes que trabajan en las áreas donde hay materiales peligrosos, mencionados en la legislación de H y S como "*productos controlados*". El propósito de esta legislación es asegurar, a la gente que maneja estos productos controlados, acceso a la información necesaria para trabajar con seguridad. Se requiere que esta información esté en etiquetas y hojas de datos de seguridad (HDMS) y que los sujetos sean entrenados.

2.1 Requisitos reguladores: etiquetas, hojas de datos materiales de seguridad, entrenamiento

Más adelante se muestra un resumen del tipo de información a ser cubierta por las etiquetas, HDMS y el entrenamiento.

Las etiquetas de los materiales peligrosos deben alertar sobre los peligros del producto y de las medidas de seguridad básicas.

Las HDMSs proporcionan más detalles que las etiquetas. Son los boletines técnicos que proporcionan la información química, física, y toxicológica sobre cada producto controlado, así como la información en procedimientos preventivos y de emergencia. Deben ser fácilmente accesibles a cualquier persona que trabaje, o que puede estar expuesto a los productos controlados.

El entrenamiento proporciona una instrucción más detallada en los procedimientos específicos necesarios para realizar el trabajo con seguridad. El entrenamiento básico, referido como el núcleo del entrenamiento, proporciona la instrucción en el contenido, el propósito y la interpretación de la información encontrados en etiquetas y en HDMSs para los productos controlados.
Entrenamiento sobre el riesgo específico se refiere a las instrucciones en los procedimientos para la manipulación y el almacenamiento seguro de los productos controlados para cada laboratorio. El entrenamiento sobre el riesgo específico comprende la remediación de derrames o escapes; disposición de residuos; e instrucciones básicas de primeros auxilios.

2.2 Simbología informativa de atención al riesgo

2.2.1 Símbolos de SIMPLT

Las clases de productos químicos controlados y sus símbolos o pictogramas correspondientes, así como de las características generales y precauciones al manipuleo se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 - *Manejo seguro de productos controlados. Resumen de características y de procedimientos generales para manipular y almacenar productos SIMPLT-controlados.*

Clase y símbolo	Características	Precauciones
Clase A **Gas Comprimido**	• El gas dentro del cilindro está bajo presión • El cilindro puede estallar si se calienta o daña	• Transporte y manipule con cuidado • Cerciórese de que los cilindros estén

10

	• La liberación repentina de chorros de alta presión de gas puede pinchar la piel y causar embolias fatales	asegurados correctamente • Almacene lejos de fuentes del calor o del fuego • Utilice el regulador apropiado
Clase B **Material inflamable y combustible** 	• Puede arder o estallar cuando está expuesto al calor, a las chispas o a las llamas • Inflamable: arde fácilmente a la temperatura ambiente • Combustible: arde cuando está calentado	• Almacene lejos de la clase C (materiales que oxidan) • Almacene lejos de fuentes del calor, de chispas y de la llama • No fume cerca de estos materiales
Clase C **Material oxidante** 	• Puede hacer arder o estallar otros materiales proporcionando el oxígeno • Puede generar quemaduras en piel y ojos por contacto	• Almacene lejos de los materiales (inflamables y combustibles) de la clase B • Almacene lejos de fuentes del calor y de la ignición • Use el equipo protector y la ropa recomendados
Clase D **Material venenoso e infeccioso** **Nivel 1: Materiales que causan efectos tóxicos inmediatos y serios**	• Puede causar la muerte inmediata o lesión seria si es inhalado, tragado, o absorbido a través de la piel	• Evite de inhalar el gas o los vapores • Evite el contacto visual de la piel y • Use el equipo protector y la ropa recomendados • No coma, no beba ni fume cerca de estos materiales • Lave las manos después de su manipuleo
Clase D **Material venenoso e infeccioso** **Nivel 2: Materiales que causan otros efectos tóxicos**	• Puede causar la muerte o lesión permanente que sigue la exposición repetida o a largo plazo • Puede irritar ojos, la piel y vías respiratorias: puede conducir a los problemas del pulmón y a la sensibilidad crónicos de la piel • Puede se causa de daños del hígado o del riñón, cáncer, defectos de nacimiento o esterilidad	• Evite de inhalar el gas o los vapores • Evite el contacto visual de la piel y • Use el equipo protector y la ropa recomendados • No coma, no beba ni fume cerca de estos materiales • Lave las manos después de su manipuleo
Clase D **Material venenoso e infeccioso**	• El contacto con los agentes microbiológicos (bacterias, virus, hongos y sus toxinas) puede causar enfermedad o	• Use el equipo protector y la ropa recomendados • Trabaje con estos materiales en áreas

UNIVERSIDAD DE CORDOBA 11

Nivel 3: Materiales Infecciosos de Bioriesgo	muerte	señaladas • Desinfecte el área después de dirigir • Lave las manos después de su manipuleo
Clase E **Material corrosivo** 	• Se quemará ojos y la piel en contacto • Se quemará tejidos finos de la zona respiratoria si es inhalado	• Almacene los ácidos y las bases en áreas separadas • Evite de inhalar estos materiales • Evite el contacto con la piel y los ojos • Use el equipo protector y la ropa recomendados
Clase F **Material peligro reactivo** 	• Puede ser inestable, reaccionando peligrosamente al sacudir, a la compresión, al calor o a la exposición a la luz • Puede arder , estallar o producir gases peligrosos cuando se mezcla con los materiales incompatibles	• Almacene lejos de calor • Evite el choque y la fricción • Use el equipo protector y la ropa recomendados

2.2.2 Características toxicológicas: DL50 Y CL50

La dosis y concentración letal 50 se utilizan para la clasificación de las sustancias en base a su riesgo potencial de alterar la salud.
En muchas ocasiones se emplea el término tóxico indiscriminadamente, sin el criterio definido. Incluso el término tóxico queda inconcreto si no se hace referencia a la vía de penetración en el organismo. Las dosis y concentración letal 50 nos ayudan a definir cuan tóxica es una sustancia y por cual de las vías de penetración en el organismo lo es.
Se definen como las dosis y concentraciones cuya administración causa la muerte al 50 por 100 de los individuos que la reciben.
Estos parámetros se determinan sobre animales de experimentación, como ratas y conejos. Se pueden diferenciar las siguientes dosis y concentraciones letales:
Dosis letal 50 oral (DL 50 oral):Es aquella cuya administración por vía oral causa la muerte al 50 por 100 de los in-dividuos que la reciben. Se expresa en mg de sustancia por kg., de masa corporal.
Dosis letal 50 cutánea (DL 50 cutánea):Es la que al administrarse por vía cutánea causa la muerte al 50 por 100 de los individuos que la reciben. Igualmente se expresa en mg de sustancia por kg. de masa corporal.
Concentración letal 50 (CL 50):Es la concentración que, administrada en el medio ambiente de la población de animales en estudio, causa la muerte al 50 por 100 de los individuos. Se expresa en mg de sustancia por litro de aire y un tiempo determinado de exposición (en horas).
Al determinar los peligros de los materiales usados en el laboratorio, es importante recordar que las sustancias con valores más bajos del DL_{50} son más tóxicas que aquellas con valores más altos.

2.2.3 Límites de la exposición (VLU, LEP)

Un límite de la exposición es el límite máximo de la exposición a un contaminante del aire. El valor límite de umbral (VLU) o el límite de exposición permitido (LEP) se puede expresar como:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO 12

- Concentración Media Promediada en ocho horas (CP8) es la concentración media a la cual la mayoría de los trabajadores pueden ser expuestos durante un día laborable de ocho horas, día tras día, sin efectos dañinos.
- El Límite de Exposición a Corto Plazo (LECP), es la concentración media máxima a la cual la mayoría de los trabajadores pueden ser expuestos durante un período de 15 minutos, día tras día, sin efectos nocivos.
- El Techo (T) define una concentración que nunca debe ser excedida; y se aplica a muchos productos químicos con efectos tóxicos agudos

La mayoría de los límites de la exposición están basados en experiencias industriales. Las buenas prácticas del laboratorio y los sistemas bien diseñados de ventilación sirven para mantener concentraciones bien debajo de estos límites.

2.2.4 Punto de inflamación

El punto de inflamación es la temperatura más baja en la cual un líquido produce vapor suficiente como para encenderse en presencia de una fuente de ignición. Cuanto más bajo es el punto de inflamación mayor es el riesgo del fuego. Muchos solventes comunes (acetona, benceno, éter etílico, metanol) tienen puntos de inflamación bajos a temperatura ambiente.

2.2.5 Temperatura del autoignición

La temperatura de la ignición o del autoignición es la temperatura a la cual un material se encenderá en ausencia de una fuente de ignición; no es necesaria una chispa para la ignición cuando un vapor inflamable alcanza su temperatura del autoignición. Cuanto más baja es la temperatura de ignición, mayor es el riesgo potencial de que se prenda fuego.

2.2.6 Límites de inflamabilidad

Los límites inflamables o los límites explosivos definen la gama de concentraciones de un material en el aire que se quemará o estallará en la presencia de una fuente de ignición tal como una chispa o una llama. Los límites explosivos son expresados generalmente como por ciento del volumen de material en aire:

El Límite Explosivo Inferior (LEI) o un límite de inflamabilidad inferior (LII) es la concentración más baja de vapor que arderá o estallará. Debajo de este límite, la concentración del combustible es "pobre" para la ignición, es decir, la mezcla es rica en oxígeno y escasa en combustible.

El Límite Explosivo Superior (LES) es la concentración más alta del vapor que encenderá. Sobre este límite, la mezcla es "rica" para la ignición.
La gama inflamable está comprendida entre las concentraciones LEI y LES

Tabla 2 - *Puntos de inflamación, límite explosividad inferior y límites de exposición (promedios de ocho horas) de varios solventes inflamables o combustibles del laboratorio.* EJEMPLOS

Solvente	FPL (T)	LEI (% por el volumen)	Temperatura de autoignición (C)	VLU-CP8 * PPM (mg/m3)
ácido acético, glacial	39	4.0	427	10 (25)
acetona	-18	2.5	538	250 (590)

UNIVERSIDADE DE COIMBRA 13

acetonitrilo	5.6	3.0	524	20 (34)
éter dietílico	-45	1.9	180	400 (1210)
etanol, absoluto	13	3.3	423	1000 (1900)
acetato de etilo	-4.4	2.0	427	400 (1440)
metanol	11	6.0	464	200 (260)
n-n-pentano	-49	1.5	309	120 (350)
tolueno	4.4	1.1	552	100 (375)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA 14

3 CONTROL DE RIESGOS QUÍMICOS

3.1 Productos químicos tóxicos y las cuatro rutas de entrada

Los productos químicos pueden ganar la entrada en el cuerpo cerca:

- **Inhalación** de gases, de los vapores y del material de partículas (nieblas, polvo, gases, humos)
- **Absorción** a través de la piel de líquidos, de sólidos, de gases y de vapores
- **Ingestión** de productos químicos directamente o indirectamente por vía los alimentos y bebidas y contacto contaminados entre la boca y las manos contaminadas (mondadientes, fumar)
- **La inyección** de productos químicos a través de agujas y otros rezagos de laboratorio

3.2 Productos químicos inflamables

Los líquidos, los sólidos o los gases inflamables y combustibles encenderán cuando están expuestos al calor, a las chispas o a la llama. Los materiales inflamables se queman fácilmente en la temperatura ambiente, mientras que los materiales combustibles deben ser calentados antes de que se quemen. Los líquidos inflamables o sus vapores son los riesgos de incendios más comunes de laboratorios. Referir a la sección 5.4 (*"previniendo fuegos"*) para los detalles específicos en el manipuleo seguro de productos químicos inflamables en el laboratorio

3.3 Productos químicos oxidantes

Los oxidantes proporcionan elementos que oxidan tales como oxígeno o cloro y son capaces de encender material inflamable y combustible incluso en una atmósfera oxigeno-deficiente (referir a la sección 5.1 *"el triángulo del fuego"*). Los productos químicos oxidantes pueden aumentar la velocidad y la intensidad de un fuego en la adición a la fuente del oxígeno, causando que los materiales que normalmente no se quemarían, para encenderse y quemar rápidamente. Los oxidantes pueden también:

- Reaccionar con otros productos químicos, dando por resultado la emisión de gases tóxicos
- Descomponer y liberar los gases tóxicos cuando por incremento de temperatura
- Quemar o irritar la piel, los ojos, las vías respiratorias y tejidos

Las precauciones a seguir cuando se usan y almacenan oxidantes en el laboratorio, incluyen el siguiente:

- Mantener alejados de los materiales inflamables y combustibles
- Mantener los envases firmemente cerrados a menos indicación en contrario por el proveedor
- La mezcla y dilución según las instrucciones del proveedor
- Para prever la emisión de polvos corrosivos, comprar en forma líquida en vez de forma seca
- Reduzca la reactividad de soluciones diluyendo con agua
- Use la protección apropiada de la piel y de los ojos
- Asegúrese de que los oxidantes sean compatibles con otros oxidantes en el mismo depósitos

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 15

3.4 Productos químicos reactivos

- Pueden ser sensibles a las sacudidas, a la compresión, al calor o a la luz
- Pueden reaccionar de manera peligrosa con agua o el aire
- Puede arder, estallar o emitir gases inflamables o tóxicos cuando es mezclado con materiales incompatibles
- Puede de manera vigorosa descomponerse, polimerizarse o condensarse
- Puede ser tóxico, corrosivo, oxidante o inflamable
- Algunos productos químicos pueden no ser peligrosos, pero en un cierto plazo pueden desarrollar características peligrosas (éter etílico y las soluciones del ácido pícrico).

Siga estas medidas precautorias al trabajar con los productos químicos peligrosos reactivos:

- Investigue los peligros asociados a estos productos químicos y utilícelos bajo condiciones que las mantengan estables
- Almacene y manipule lejos de los productos químicos incompatibles
- Mantenga los productos químicos agua-reactivos alejados de contacto potencial con agua, tal como plomería, rociadores y baños del agua
- Manéjelos en una cabina química
- Use la protección apropiada de la piel y ojos
- Trabaje con cantidades pequeñas
- Use de inmediato o disponga de estos productos químicos antes de que alcancen su fecha de vencimiento

3.5 Productos químicos corrosivos

Los corrosivos son materiales, tales como ácidos y bases (cáustico, álcalis) que puedan dañar tejidos delicados del cuerpo como resultado de salpicado, de la inhalación o de la ingestión. También:

- Pueden dañar los metales, emitiendo gas de hidrógeno inflamable
- Pueden dañar algunos plásticos
- Algunos corrosivos, tales como ácidos sulfúricos, nítricos y perclórico, son también oxidantes; así que son incompatibles con el material inflamable o combustible
- Pueden emitir productos tóxicos o explosivos cuando reaccionan con otros productos químicos
- Pueden liberar calor cuando están mezclados con agua

Las precauciones para manejar los materiales corrosivos incluyen:

- Protección apropiada de la piel y de ojos
- Uso de la concentración más débil posible
- Manéjelos en una cabina química
- Utilice los envases secundarios al transportar y almacenar los corrosivos
- Diluya siempre agregando los ácidos al agua

- Diluya y mézclese lentamente
- Almacene los ácidos por separado de los gases

16

3.6 Respuesta al derrame de productos químicos

3.6.1 Contingencias de respuesta al derramamiento

Los encargados del laboratorio son los responsables de la elaboración de los procedimientos para la respuesta a las posibles situaciones de derramamiento, de manera de anticipar sus operaciones.

3.6.2 Desarrollo de los planes de respuesta al derramamiento

3.6.2.1 Comunicaciones

Todos los laboratorios que trabajen con materiales peligrosos requieren de medios de comunicación con personas que puedan ser convocadas ante emergencias, especialmente para situaciones después de hora. Esto implica la publicación de números de teléfono relevantes y el suministro de los mismos a los servicios de seguridad, que funcionan con el número de teléfono de emergencia. Requiere que los directores o los responsables alternos, proporcionen sus números de teléfono a los servicios de seguridad, para que puedan ser contactados.

3.6.2.2 Pautas generales

En caso de derrame considerar:

- Categorías de los productos químicos (oxidantes, solventes inflamables) y de sus características químicas, físicas y toxicológicas.
- Las cantidades que pueden ser liberadas.
- Localizaciones posibles de la liberación (laboratorio, pasillo).
- Equipo de protección necesario para el personal.
- Tipos y cantidades de material necesitado para neutralizar o absorber.

Estas pautas deben ser seguidas al inicio como respuesta a una situación de derrame:

- Determine si es apropiado limpiar el derrame acorde al método indicado por la hoja de datos material de seguridad (HDMS). Si usted no está seguro cómo proceder, o si no tiene el equipo protector necesario, no intente limpiar el derrame.
- Si el derrame es de menor importancia y de evidente riesgo limitado, limpie inmediatamente.
- Si el derrame es de composición desconocida, o potencialmente peligroso (vapores explosivos, tóxicos), alerte a cada uno de los presentes y evacuen el sector.
- Si el derramamiento no se puede manejar con seguridad usando el equipo y al personal presentes, llame el número de teléfono de emergencia para solicitar ayuda.

3.6.3 Pautas para los tipos específicos de derrames

Esta sección describe cómo limpiar algunos de los derramamientos químicos que pueden ocurrir en el laboratorio. Refiera a la sección 6.3.1 "desechos químicos" del PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGO QUÍMICO PG UNC.03 para los detalles en cómo disponer el producto químico absorbido.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 17

3.6.3.1 Líquidos inflamables y tóxicos

- Si usted lo puede hacer sin exponerse al riesgo, apague inmediatamente todas las fuentes de ignición potenciales
- Si ocurre el fuego, alerte cada uno presente y extinga todas las llamas. Si el fuego no puede ser inmediatamente controlado presione la alarma de incendio más cercana.
- Si no hay llamas evidentes, vierta el adsorbente alrededor del perímetro del derramamiento y después cubra el resto del material. Use un respirador apropiado si están implicados vapores tóxicos.
- Use los guantes resistentes al producto químico que es manipulado. Usando un utensilio plástico (evita crear chispas), cargue el derrame absorbido, colóquelo en una bolsa plástica, séllela y dispóngala en un envase etiquetado.

3.6.3.2 Líquidos corrosivos

- Alerte a cada uno presente. Si se están emitiendo vapores, evacue el área.
- No procure limpiar un líquido corrosivo a menos que sea muy diluido.
- Debe utilizarse elementos de protección personal al neutralizar un derramamiento corrosivo extenso, como guantes, botas, delantal y los dispositivos apropiados para la protección ocular. Se requiere protección respiratoria si hay emisión de líquidos, vapores o gases corrosivos.
- Si se requiere neutralizar vierta el material adsorbente indicado alrededor del perímetro del derramamiento, a continuación agregue cuidadosamente agua y continúe añadiendo adsorbente en el área contenida. Agite cuidadosamente para promover la neutralización.
- Utilice el papel indicador de pH para verificar que todas las áreas contaminadas están neutralizadas y seque con cuidado.
- Si un adsorbente se utiliza como neutralizador, acopie el derrame absorbido, póngalo en una bolsa plástica, séllelo, y posteriormente colóquelo en un recipiente etiquetado. Si el material está neutralizado y no contiene ningún metal pesado tóxico (ej., cromo), elimínelo por el drenaje con abundante agua.

3.6.3.3 Sólidos corrosivos

Los derramamientos pequeños se pueden limpiar mecánicamente con una pala para basura y un cepillo. Derramamientos más grandes se deben limpiar usando un filtro de vacío HEPA (High Efficiency Particulate Air). Para los derrames que contengan polvos finos se recomienda el uso de un respirador con los filtros de polvo, al igual que guantes, los anteojos protectores, y un delantal de laboratorio.

3.6.3.4 Sólidos tóxicos

Manipule los materiales sólidos peligrosos de forma que no emitan polvos tóxicos. Moje el material a fondo, colóquelo en una bolsa plástica y etiquételo apropiadamente. Si el retiro mojado no es posible, se requiere un vacío equipado de un filtro de HEPA (aire de partículas de la eficacia alta).

3.6.3.5 Gases

Si se produce la emisión de un gas corrosivo (cloro) o de gases tóxicos que se absorban a través de la piel (cianuro de hidrógeno), se requieren de un traje completo resistente a agentes químicos y de un aparato respiratorio autónomo. Si no hay medios prácticos de absorber o de neutralizar un gas, se debe corregir el escape en la fuente.

UNIVERSIDAD 18

3.6.3.6 Mercurio

Si una pequeña cantidad de mercurio se derrama (termómetro roto), utilice un bulbo aspirador (propipeta) o una esponja para tomar gotitas de mercurio , coloque el mercurio en un envase, cubra con agua, séllelo, y etiquete la botella apropiadamente. Para limpiar encima de las microgotitas residuales que pudieron haber trabajado en las grietas y otras áreas difíciles de limpiar, esparza polvo de azufre u otro producto comercialmente disponible para la descontaminación de mercurio. Deje el material por varias horas, bárralo, colóquelo en una bolsa plástica, séllela y etiquétela apropiadamente.

En caso de vapores de mercurio comuníquese con el supervisor.

Si está implicado un derramamiento grande del mercurio, el área se debe cerrar, y se debe utilizar un respirador especial para mercurio durante la limpieza.

3.6.3.7 Categorías especiales

No está dentro del alcance de este manual para enumerar los procedimientos para todas las categorías posibles de productos químicos. Para la información adicional sobre respuestas a otras categorías consulte la hoja de datos material de seguridad.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 19

4 ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

4.1 Pautas generales de almacenamiento

- No bloquee el acceso a equipamiento de seguridad para emergencia tal como matafuegos, lavaojos, duchas, botiquín de primeros auxilios o controles para uso general tales como tableros de interrupción o válvulas de cierre de gas.
- Evite bloquear las salidas o las trayectorias normales de recorrido: mantenga los vestíbulos, las vías y las escaleras libres de productos químicos, de cajas, de equipos y de salientes de estanterías
- Asegúrese de que el peso de material almacenado no exceda la capacidad portadora de estantes o de gabinetes
- Asegúrese de que la estantería montada en la pared tenga los soportes adecuados y esté solidamente fijada. Examine regularmente las abrazaderas, los soportes y la estructura de la estantería
- Ordene los productos de modo tal que no sobresalgan o se proyecten más allá de los bordes de estantes o de las contratapas
- No apile los materiales tan alto que comprometa la estabilidad
- Deje un mínimo de 46 centímetros de separación entre los rociadores y el tope del almacenamiento
- Utilice un tarima o una escalera de seguridad para tener acceso a productos más altos; nunca use un taburete o una silla

4.2 Ergonomía

- Almacene los artículos de uso frecuente en alturas comprendidas entre las rodillas y los hombros.
- Almacene los objetos pesados en los estantes más bajos

4.3 Almacenamiento Químico

- Almacene los productos químicos peligrosos en un área que sea accesible solamente al personal autorizado
- Reduzca al mínimo las cantidades y los tamaños de los envase almacenados en el laboratorio
- No almacene los productos químicos en pasillos, debajo de lavaderos o en pisos, escritorios o mesadas
- Almacene los productos químicos lejos de fuentes del calor (los hornos o cañerías de vapor) luz directa del sol
- Nunca apile las botellas una sobre otra
- No almacene los productos químicos por sobre altura del ojo/hombros
- Almacene los envases más grandes en estantes más bajos
- Almacene los líquidos dentro de envases secundarios químico-resistentes (tales como bandejas o piletas) que son bastante grandes para contener derrames
- Almacene los productos químicos dentro de los gabinetes cerrados o en la estantería robusta que posea un protector de borde de 13 mm a 19 mm para evitar que caigan los envases
- Asegúrese que los productos químicos no puedan caerse de la parte posterior de estantes
- Almacene los productos químicos basados en su compatibilidad y no en orden alfabético (refiera a la tabla 3 y a la tabla 4 abajo). Si un producto químico presenta más de un peligro, segregue según el riesgo primario.

UNIVERSIDAD 20

- Designe almacenes específicos para cada clase del producto químico, y retorne los reactivos a esas localizaciones después de cada uso.
- Almacene los productos químicos tóxicos y olorosos volátiles en una manera que prevenga la emisión de vapores (dentro de los envases secundarios cerrados, los gabinetes ventilados, sellados con parafina)
- Almacene los inflamables que requieren de enfriamiento en refrigeradores con seguridad para explosión
- Etiquete los productos químicos reactivos o inestables (éteres) con la fecha del recibo y la fecha de apertura
- Examine los productos químicos semanalmente para evaluar si hay signos de deterioro y si hay integridad de la etiqueta
- Disponga de los productos químicos indeseados puntualmente con el programa de gestión de desechos
- Guarde los expedientes de inventario de productos químicos, y actualícelos anualmente

4.4 Gabinetes de almacenamiento del líquido inflamable

Los productos químicos inflamables se deben mantenerse dentro de los gabinetes de almacenamiento ignífugos. Solamente los inflamables en el uso diario deben estar fuera del gabinete. Las pautas para el uso del gabinete incluyen:

- Utilice gabinetes ignífugos
- Mantenga las puertas del gabinete cerradas y trabadas
- No almacene otros materiales en estos gabinetes

4.5 Compatibilidad química

El esquema del almacenamiento mostrado en la sección 4.6 ("segregación química") puede no ser suficiente para prevenir mezclas de productos químicos incompatibles. Ciertas combinaciones peligrosas pueden ocurrir incluso entre los productos químicos de las mismas clasificaciones.

Tabla 3 - *Ejemplos de combinaciones incompatibles de algunos productos químicos comúnmente usados.*

PRODUCTO QUÍMICO	Subsistencia del contacto con:
Ácido Acético	ácido crómico, ácido nítrico, compuestos del oxhidrilo, ácido perclórico, peróxidos, permanganato
Acetileno	cloro, bromo, cobre, flúor, plata, mercurio
Metales del álcali (e.g. sodio)	agua, hidrocarburos tratados con cloro, dióxido de carbono, halógenos
Amoníaco, Anhidro	mercurio, cloro, hipoclorito de calcio, yodo, bromo, ácido fluorhídrico
Nitrato De Amonio	los ácidos, polvos del metal, líquidos inflamables, cloratos, nitritos, sulfuro, materiales combustibles
Bromo	iguales que cloro
Carbón, Activado	hipoclorito de calcio, todos los agentes que oxidan
Cloratos	las sales de amonio, ácidos, polvos de metal, sulfuro, particulado fino de materiales combustibles
Ácido Crómico	ácido acético, naftalina, alcanfor, glicerina, trementina, alcohol, líquidos inflamables

21

Cloro	amoníaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano (y otros gases del petróleo), hidrógeno, carburo de sodio, trementina, benceno, metales
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrógeno
Líquidos Inflamables	nitrato de amonio, ácidos inorgánicos, peróxido de hidrógeno, peróxido de sodio, halógenos
Hidrocarburos	flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido del sodio
Ácido Fluorhídrico	amoníaco anhidro, hidróxido de amonio
Sulfuro de Hidrógeno	ácido nítrico fumante, gases oxidantes
Yodo	acetileno, amoníaco (acuoso o anhidro), hidrógeno
Mercurio	acetileno, ácido fulmínico, amoníaco
Ácido Nítrico	ácido acético, anilina, ácido crómico, ácido cianhídrico, sulfuro del hidrógeno, líquidos inflamables, gases inflamables
Ácido Oxálico	plata, mercurio
Ácido Perclórico	anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, materiales orgánicos
Potasio	tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Clorato de Potasio	ácidos sulfúricos y otros
Permanganato de Potasio	glicerina, etilenglicol, benzaldehído, ácido sulfúrico
Plata	acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compuestos del amoníaco
Peróxido de Sodio	alcohol, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehído, sulfuro de carbono, glicerina, etilenglicol, acetato de etilo, acetato metílico, furfural
Ácido Sulfúrico	clorato de potasio, perclorato de potasio, permanganato de potasio (o compuestos con los metales ligeros similares, tales como sodio, litio, etc.)
Peróxido de Hidrógeno	cobre, cromo, hierro, la mayoría de los metales o sus sales, alcoholes, acetona, anilina, nitrometano, líquidos inflamables, gases que oxidan

4.6 Segregación química

- Lea la etiqueta cuidadosamente antes de almacenar un producto químico. Una información más detallada del almacenamiento es proporcionada generalmente por el HDMS (hoja de datos material de seguridad).
- Asegúrese de que los productos químicos incompatibles no estén almacenados en proximidad cercana el uno al otro. Separe los tipos siguientes de productos químicos de uno según el esquema de la segregación en la tabla 3. Observe que esto es un esquema simplificado y en algunos casos productos químicos de la misma categoría puede ser incompatibles.

Para una información más detallada refiérase a la sección de la reactividad de la hoja de datos material de seguridad o a un manual de referencia en peligros químicos reactivos. Refiera a la sección 6.3.4 "Segregación Química" del PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGO QUÍMICO PG UNC.03

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
22

Tabla 4 - *Sugerencias para la Segregación de Almacenamiento de Productos Químicos*

Inflamables • Almacenamiento del líquido inflamable en gabinete con contacto a tierra • Separado de materiales oxidantes Ejemplos: • Acetona • Etanol Ácido acético glacial	**Solventes no inflamables** • Almacenado en gabinete • Puede ser almacenado con los líquidos inflamables • Separado de materiales oxidantes Ejemplos: • Tetracloruro de carbono • Etilenglicol Aceite mineral
Ácidos • Conservar en gabinete de material no combustible • Separe los ácidos oxidantes de ácidos orgánicos • Separe de cáusticos, cianuros, sulfuros Ejemplos: • Ácido nítrico • Ácido clorhídrico • Ácido sulfúrico	**Cáusticos** • Conservar en lugar seco • Separar de ácidos Ejemplos: • Hidróxido de amonio • Hidróxido de sodio • Hidróxido de potasio
Químicos reactivos con agua • Conservar en lugar fresco y seco • Separe de soluciones acuosas • Proteger de los rociadores de agua • Ejemplos: • Sodio • Potasio • Litio	**Oxidantes** • Conservar en gabinete de material no combustible • Separar de materiales inflamables y combustibles Ejemplos: • Hipoclorito de sodio • Peróxido de benzoílo • Permanganato de potasio
Gases comprimidos no-oxidantes • Conservar en área bien ventilada • Separar físicamente de gases comprimidos oxidantes Ejemplos: • Nitrógeno • Hidrógeno • Dióxido de carbono	**Gases comprimidos oxidantes** • Separar físicamente de gases comprimidos inflamables Ejemplos: • Oxígeno • Cloro • Oxido nitroso
Sólidos no volátiles, no reactivos • Conservar en armarios o estanterías abiertas con guardias de borde Ejemplos: • Agar • Cloruro de sodio Bicarbonato de sodio	

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 23

4.7 Productos químicos inestables

Muchos de los productos químicos, sobre todo éteres (por ejemplo, THF, dioxano, éter etílico e isopropílico), son susceptibles a la descomposición explosiva de los productos resultantes. Éteres, parafinas líquidas y olefinas forman peróxidos en presencia de aire y luz. Dado que la mayoría de estos productos han sido envasados en una atmósfera de aire, pueden formar peróxidos incluso si los contenedores no se han abierto.

- Descartar contenedores cerrados de éteres, después de un año
- Deseche los contenedores de éteres dentro de los seis meses de apertura
- Nunca maneje éteres más allá de sus fechas de vencimiento; contacte su coordinador local de eliminación de residuos a disponer que el material estabilizado y eliminado

Los siguientes son ejemplos comunes de los compuestos propensos a la formación de peróxido:

- Ciclohexano
- ciclopentadieno
- éter etílico o sulfúrico
- éter metílico
- Dioxano
- Éter isopropílico
- Tetrahidrofurano (THF)

La etiqueta y la ficha de datos de seguridad de los materiales (HDMS) también indican si un producto químico es inestable.

4.8 Explosivos químicos

Muchos productos químicos se descomponen rápidamente o son causa de explosión cuando se someten a fuerzas tales como los golpes, vibración, agitado o calentado. Algunos son más sensibles a los choques con el envejecimiento. El ácido pícrico se torna sensible y explosivo a los choques cuando se seca.

Refiérase a la etiqueta y la ficha de datos de seguridad de los materiales para determinar si un producto químico es explosivo.

- Escriba las fechas recibido y abierto sobre todos los contenedores de explosivos o productos químicos sensibles al choque
- Inspeccione todos los contenedores todos los meses
- Mantenga las soluciones de ácido pícrico en solución al 30% o más de agua
- Descartar los contenedores abiertos después de seis meses, y cerrados después de un año, a menos que el material contenga estabilizadores
- Use el equipo de protección personal y realizar experimentos detrás de protección facial.
- Trabajar con pequeñas cantidades.

Las siguientes son las agrupaciones atómicas que se asocian con la posibilidad de explosión:

- acetaldehído
- óxido de aminas
- azidas
- cloratos
- diazo compuestos
- sales de diazonio
- fulminatos
- N-haloamina
- haluros
- hidroperóxidos
- nitratos
- nitrito
- nitroso
- nitro
- perclorato
- peróxidos
- picratos

Los siguientes son ejemplos comunes de los materiales que se sabe son sensibles al golpe y explosivos:

- nitrato de amonio
- perclorato de amonio
- fulminato de mercurio
- azida de plomo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
24

- acetaldehído de cobre
- dinitrotolueno
- nitroglicerina
- ácido pícrico (seco)
- trinitrotolueno
-

25

5 RADIOISÓTOPOS Y RADIACIONES

Objetivos
El presente documento tiene como finalidad clasificar a las Instalaciones de la Universidad Nacional de Córdoba, de acuerdo al Tipo de equipamiento y de los Usos y Aplicaciones de los Radioisótopos y las Radiaciones. De acuerdo a ello serán las Normas o Reglamentación que deberán observar, para dar cumplimiento a lo establecido.

5.1 Alcance

El presente documento se aplica en todas las Instalaciones de la Universidad Nacional de Córdoba, donde se utilicen Radioisótopos o Radiaciones.

5.2 Responsabilidades

Es responsabilidad del Director o Jefe de cada Instalación, cumplir con lo establecido en el presente documento.

Antecedentes
Normas vigentes de la Autoridad Regulatoria Nuclear, Ley Nº 24.804 (Ley Nacional de la Actividad Nuclear).
Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación, Ley Nº 17557.

5.2.1 Descripción.

Clasificación de Instalaciones que pudiera haber en la UNC

Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa. Llamadas también Instalaciones Relevantes comprende, entre otras:

Conjuntos Críticos.
Plantas de Irradiación fijas o móviles.
Plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
Aceleradores de Partículas con E > 1 MeV (excepto los aceleradores de uso médico).

VER NORMAS:

AR 10.1.1. Norma básica de seguridad radiológica
AR 5.1.1.: Exposición ocupacional en aceleradores de partículas Clase I
AR 5.7.1. Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un acelerador de partículas.
AR 6.1.1. Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas Clase I
AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos
AR 6.1.2. Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones radiactivas Clase I

Clase II: Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación.

- Aceleradores de Partículas con E ≤ 1MeV y aceleradores lineales de uso médico.
- Instalaciones de Telecobaltoterapia.
- Instalaciones de Braquiterapia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
26

- Instalaciones de Medicina Nuclear.
- Irradiadores Autoblindados.
- Gamagrafía Industrial.
- Medidores Industriales.
- Investigación y Desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas **(Ver Recomendaciones para Laboratorio)**.
- Importación, Exportación y Depósito de material radiactivo.
- Fraccionamiento y Venta de material radiactivo.
- Radiología y Diagnóstico por Imágenes (VER REQUISITOS DEL MINISTERIO DE SALUD DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, Ley 17557).

VER NORMAS:

AR 10.1.1. Norma básica de seguridad radiológica
AR 8.2.4. Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear
AR 6.2.1. Diseño de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua
AR 6.9.1. Operación de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación Móviles depositadas bajo agua.
AR 10.13.2. Norma de seguridad física de fuentes selladas
AR 7.9.2. Operación de fuentes de radiación para aplicaciones industriales
AR 6.7.1. Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de una planta industrial de irradiación
AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos
AR 8.2.2. Operación de aceleradores lineales de uso médico
AR 8.2.1. Uso de fuentes selladas en braquiterapia
AR 7.9.1. Operación de equipos de gamagrafía industrial
AR 8.2.3. Operación de instalaciones de telecobaltoterapia

CLASE III: Instalación o práctica que sólo requiere registro.

- Diagnóstico in vitro para seres humanos.
- Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.
- Uso de fuentes selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otro tipo de aplicaciones.

VER NORMAS:

AR 10.1.1. Norma básica de seguridad radiológica
AR 10.13.2. Norma de seguridad física de fuentes selladas
AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos

5.3 RECOMENDACIONES GENERALES

1. Los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) donde se trabaje con fuentes radiactivas y radiaciones ionizantes, y los responsables de los mismos, deben poseer la licencia otorgada por la ARN, lo cual asegura el cumplimiento de las normas establecidas en protección radiológica y seguridad.

2. Las únicas personas que pueden manipular fuentes radiactivas y trabajar con radiaciones, son las que poseen dichas autorizaciones.

3. Los alumnos podrán realizar prácticas, siempre que las mismas sean supervisadas por los responsables del manejo de fuentes radiactivas y radiaciones, cumpliendo con todas las normas establecidas por la ARN, en cuanto a protección radiológica y seguridad.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
27

4. Cada laboratorio debe poseer un inventario actualizado anualmente, con los datos de las fuentes radiactivas: Radioisótopo, Actividad, Fecha, Tasa de Exposición en contacto y Ubicación en el laboratorio, debiendo notificar a la ARN cualquier modificación al mismo.

5. Cada Facultad de la UNC, donde se trabaje con fuentes radiactivas o radiaciones, deberá poseer un plan de emergencia que contemple las actuaciones en caso de incidentes o accidentes con material radiactivo y la realización de ejercicios anuales (simulacros) correspondientes.

6. Los laboratorios deben poseer el instrumental necesario para la detección de las radiaciones, debiendo el mismo estar calibrado y en correcto funcionamiento, y dosímetros personales.

7. En lugares donde se encuentran las fuentes radiactivas, el personal de maestranza debe ir acompañado del responsable de las mismas, para efectuar la limpieza del lugar, cumpliendo con todas las normas regulatorias en cuanto a protección radiológica y seguridad.

8. Cada laboratorio debe poseer carteles indicativos de precauciones y medidas a seguir en caso de accidentes o incidentes con material radiactivo.

9. El Responsable por la Seguridad Física debe asegurar el mantenimiento de todos los sistemas, componentes, procedimientos, documentación e información que constituyen el sistema de seguridad física.

10. Los trabajadores deben ajustar su accionar a los procedimientos de seguridad radiológica y seguridad física establecidos en las normas de la ARN.

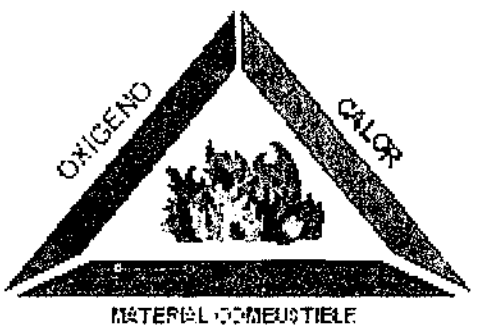
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 28

6 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Los incendios pueden ser causados por quemadores Bünsen, reacciones químicas, unidades de calefacción eléctrica, falla en equipos, o de circuitos eléctricos sobrecargados. Familiarícese con el funcionamiento de los matafuegos y la ubicación de los pulsadores de alarma, las salidas de emergencia y rutas de evacuación del lugar. En el caso de alarma general use las rutas de evacuación establecidas para su área y siga las instrucciones de evacuación indicadas en los monitores. Una vez fuera del edificio, aléjese de las puertas para que otros puedan salir.

6.1 El triángulo de fuego

El fuego no puede iniciarse sin una fuente de ignición, combustible y una atmósfera oxidante (el aire por lo general), los tres elementos que conforman lo que se llama el "*triángulo de fuego*":



El fuego no se iniciará si uno de estos elementos está ausente, y no será sostenido si uno de estos elementos se elimina. Este concepto es útil en la comprensión de la prevención y control de incendios. Por ejemplo, se debe evitar la coexistencia de vapores inflamables y fuentes de ignición, pero cuando los vapores inflamables no se pueden controlar, la eliminación de fuentes de ignición es fundamental.

6.2 Clases de fuegos

La NFPA ha definido cuatro clases de fuego, según el tipo de combustible que participan. Estos son:

- *Clase A* fuegos que involucran combustibles como papel, madera, tela, goma y muchos plásticos.
- *Clase B* fuegos que involucran la quema de los combustibles líquidos, como las pinturas con base de aceite, grasas, disolventes, aceite y gasolina.
- *Clase C* fuegos de origen eléctrico (cajas de fusibles, motores eléctricos, cableado).
- *Clase D* fuegos que abarcan metales combustibles, tales como magnesio, sodio, potasio y fósforo.

6.3 Extinguidores

Los matafuegos de incendios están clasificados como A, B, C ó D (o combinaciones de A, B, C y D) para su uso contra de las diferentes clases de fuegos. Familiarícese con la clase de fuego de los matafuegos en su área de trabajo para que sepa qué tipos de fuego se pueden extinguir con ellos.
Aprenda a utilizar el matafuego de su laboratorio, ya que no habrá tiempo para leer las instrucciones durante una emergencia. Intente luchar contra pequeños incendios solamente si hay una vía de escape detrás de usted.
Recuerde que debe recargarse el matafuego después de cada uso.

Si debe luchar contra un incendio, recordar la sigla "TAAB" al utilizar el extintor:

29

- **T**: Tire y gire la clavija de bloqueo para romper el precinto.
- **A**: Apunte la boquilla hacia la base del fuego.
- **A**: Apriete la manija para liberar el agente extintor.
- **B**: barra de un lado a otro hasta que el fuego este apagado.
- Esté preparado para repetir el proceso si el fuego se reinicia

6.4 Prevención de incendios

Tome las siguientes precauciones cuando trabaje con productos químicos inflamables:

- Reducir al mínimo las cantidades de líquidos inflamables.
- No exceda el tamaño máximo de contenedores especificados por la NFPA, que figuran en el Apéndice 1.
- Con excepción de las cantidades necesarias para el trabajo, mantener todos los líquidos inflamables en gabinetes de almacenamiento de líquidos inflamables. Mantenga cerradas las puertas del gabinete y con llave, en todo momento. No guarde estos materiales en otros gabinetes.
- Use y almacene líquidos inflamables y gases sólo en lugares bien ventilados. Use una campana de humos, cuando se trabaja con productos que liberan vapores inflamables
- Mantenga los recipientes de solventes inflamables, incluidos los destinados a recoger residuos, bien tapados, ubíquelos en lugar abierto o lugares de depósito ventilados.
- Guarde los productos químicos inflamables que requieran refrigeración en cámara frigorífica anti explosivas (que no producen chispas).
- Mantenga los productos químicos inflamables lejos de fuentes de ignición, tales como el calor, las chispas, las llamas y la luz directa del sol.
- No soldar en proximidades de materiales inflamables.
- Utilizar puesta a tierra de grandes contenedores de metal en el almacenamiento de líquidos inflamables. Para evitar las cargas estáticas, los contenedores deben estar vinculados unos con otros cuando se extrae material.
- Use recipientes portátiles de seguridad para el almacenamiento, el transporte y la dispensación de líquidos inflamables.
- Limpie los derrames de líquidos inflamables con prontitud.

6.5 Evacuaciones

En el caso de alarma general, seguir las rutas de evacuación establecidas para su área y no utilice los ascensores. Siga las instrucciones de la evacuación de los monitores. Una vez fuera del edificio, alejarse de las puertas para permitir que otros salir.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
30

7 LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Información específica en: PG UNC.01 (Procedimiento de Gestión de Residuos Peligrosos– Universidad Nacional de Córdoba); PG UNC.02 (Procedimiento de Gestión de Residuos Patológicos– Universidad Nacional de Córdoba).

7.1 Minimización de los residuos

Con el fin de minimizar la cantidad de residuos peligrosos es importante seguir estas pautas:

- Evite el exceso: una de las principales fuentes de residuos de laboratorios son los excedentes - es decir son resultado de la compra innecesaria.
- No aceptar donaciones de materiales que no planea utilizar.
- Sustituir tecnologías que utilizan materiales peligrosos por otras más modernas menos contaminantes y peligrosas. Por ejemplo, el uso de base acuosa, fluidos de centelleo biodegradables siempre que sea posible.

7.2 Directrices para la eliminación de residuos peligrosos

- Etiquetar todos los materiales de desecho de manera legible, usando etiquetas disponibles en el Programa de gestión de residuos. Contenedores mal etiquetados no serán aceptados.
- Empaquetado de materiales de desecho en contenedores aprobados.
- No Sobrellene para evitar fugas en los contenedores. No serán aceptados para su eliminación los que presenten signos de derrame.
- Nunca vierta desechos en las cañerías de desagüe a menos que haya verificado que los reglamentos de desechos peligrosos permitan hacerlo.

7.3 Procedimientos para la selección de residuos

7.3.1 Residuos químicos

- Recoger en los contenedores adecuados siguiendo lo indicado por el Programa de gestión de residuos.
- Indicar la corriente de desecho según lo estipulado por el Programa de gestión de residuos.
- No serán aceptados productos químicos desconocidos.
- Si el material tiene más de un año, no intente abrir o mover el contenedor. Contacte el Programa de gestión de residuos para asesorarse.
- Reunir los ácidos (pH <7) y las bases (pH> 7) por separado en contenedores de plástico.

7.3.2 Residuos patológicos

6.3.2.1 Cadáveres de animales

- Coloque en bolsa de plástico para residuos patológicos, precintada y rotulada.
- Asegúrese de que el peso de cada uno de los contenedores no exceda 20 kilos.
- Conservar en un lugar refrigerado.

6.3.2.2 Bioriesgos punzantes

Consulte la sección 6.3.3.1 para más información.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
31

6.3.2.3 La sangre y materiales contaminados con sangre

- Las muestras biológicas deben ser inactivadas de manera previa a su descarte.

- El proceso de desinfección es uno de los más importantes a tener en cuenta para la correcta inactivación de los diferentes agentes infecciosos. El Hipoclorito de sodio, es considerado un desinfectante de alto nivel por sus excelentes propiedades microbicidas, su bajo costo comercial y su fácil preparación. Sin embargo posee dos grandes desventajas: a) es corrosivo: sobre níquel, cromo, hierro y otros metales oxidables, las diluciones no deben ser preparadas en contenedores metálicos; y b) se deteriora: las soluciones deben ser de reciente preparación y protegidas del calor y la luz (es una solución termo y fotosensible), una rápida descomposición puede suceder en climas cálidos.

7.3.3 Elementos punzantes

6.3.3.1 Definición de elementos punzantes

Se definen como cualquier material que puede penetrar en las bolsas de plástico: jeringa ejemplos incluyen agujas, hojas de bisturí, pipetas de vidrio y plástico, desechables pipeta consejos, etc.

6.3.3.1.1 ***Elementos punzantes contaminados***

- Los elementos punzocortantes deben desecharse en recipientes habilitados para tal fin (descartadores) con características particulares como paredes rígidas, llenarse hasta un 70% de su capacidad, etc.
- Deseche los contenedores de objetos punzantes contaminados con materiales infecciosos en contenedores de desechos biológicos (PG UNC.02).

6.3.3.2 Vidrio roto (no contaminado)

- Designar una caja de cartón de vidrios rotos; con etiqueta "*VIDRIO ROTO*", y colocar el vidrio en ella. Cuando la caja está llena, sellar con cinta y colocar junto a los recipientes de basura para su recogida por el personal de limpieza.

6.3.3.3 Botellas de reactivos químicos vacías

- Retire el tapón de la botella vacía y permitir a los materiales volátiles se evaporan en la campana de humos.
- Enjuague el frasco tres veces con agua del grifo y dejar secar.
- Eliminar o borrar la etiqueta.
- Coloque la botella destapada próximo al recipiente de basura.

7.3.4 Gestión de residuos radioactivos

Ver Anexo AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos

UNIVERSIDAD 32

8 VENTILACIÓN DE LOS LABORATORIOS Y CAMPANAS DE HUMO

8.1 Ventilación general

La ventilación general, también llamada ventilación de dilución, implica la dilución de aire interior con aire fresco externo, y se utiliza para:

- mantener en niveles confortables la temperatura, humedad y movimiento del aire de la sala
- diluir los contaminantes del aire interior
- sustituir el aire, que se expele al exterior a través de los dispositivos de ventilación local, como campanas de humos
- proporcionar un ambiente controlado para áreas especializadas, como de cirugía o salas de computadoras

El aire también puede suministrarse a través de una central o sistema de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado).
El aire puede eliminarse a través de los dispositivos de extracción, ya sea local o por retorno del aire vinculado con el sistema de HVAC.

8.2 Ventilación localizada

Son los sistemas de extracción, de captura y descarga de los contaminantes (biológicos, químicos, radiactivos) del aire o del calor en los puntos de liberación. Los dispositivos normales de ventilación localizada incluyen:

- Gabinete para gases químicos
- Campanas dosel
- Campanas con ranuras
- Gabinete de seguridad biológica
- Conexiones directas

8.2.1 Gabinete para gases químicos

Son unidades cerradas con un bastidor de deslizamiento para abrir o cerrar la puerta. Son capaces de captar y vapores de escape, incluso pesados, y se prefieren para todos los procedimientos de laboratorio que requieran de la manipulación manual de materiales químicos peligrosos. Consulte la Sección 7.4.

8.2.2 Campanas dosel

Las campanas dosel están diseñadas para captar el calor de los procesos o de equipos, como los espectrofotómetros de absorción atómica o autoclaves. Un dosel puede utilizarse para más de un proceso.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
33

Las siguientes limitaciones hacen a las campanas dosel pobres sustitutos de las cabinas, ya que:

- extraen el aire contaminado a través de la zona de respiración del usuario
- no captura de los vapores pesados
- ofrecen una menor contención de los gases que las cabinas, y son más afectados por la turbulencia del aire
- no proporcionan suficiente succión a más de unas pocos centímetros de la boca de la campana

8.2.3 Campanas ranuradas

Las campanas o bancos ranurados, tienen una o más aberturas horizontales estrechas, o ranuras, en la parte posterior de la superficie de trabajo; las ranuras están conectadas a conductos de extracción. Estas campanas se utilizan para trabajar solo con productos químicos de baja a moderada toxicidad, como la elaboración de fotografías en blanco y negro.

8.2.4 Gabinetes de seguridad biológica

Proporcionan protección del medio ambiente, usuarios y / o productos para el trabajo con material biológico. No se recomienda su uso con productos químicos peligrosos, ya que la mayoría de los modelos de recirculación de aire pueden resultar dañados por algunos productos químicos debido a que el filtro HEPA es parte integrante de la función protectora.

8.2.5 Conexiones directas

Las conexiones directas permiten evacuar los contaminantes al aire libre de manera directa y se utilizan para la salida de humos o vapores:

- gabinetes de almacenamiento de líquidos inflamables
- gabinetes de almacenamiento de sustancias químicas tóxicas
- solventes y depósitos de residuos
- salidas de recipientes de reacción, analizadores de muestra, hornos, secadoras y de bombas de vacío

8.3 Balance de la ventilación y contención

El balance general de la ventilación debe contemplar el aire extraído y el suministrado. Para ponderar la ventilación se debe tener en cuenta la cantidad de aire de ventilación localizada por dispositivos tales como campanas y la arquitectura de las aperturas del local.

8.4 Uso seguro de cabinas para humos químicos

La utilización y mantenimiento correcto de las mismas, hará que se cuente con una protección sustancial, siempre y cuando sean usadas dentro de sus capacidades y limitaciones. Para asegurarse de que su cabina de humos, proporciona el más alto grado de protección, observar las siguientes directrices:

- Sólo mantenga los materiales necesarios en la campana de humos.
- Cuando es necesario tener un aparato engombrante dentro de la campana, elévelo para permitir que el aire fluya por debajo.
- Operar la campana con la guillotina tan bajo como sea posible. La reducción de la superficie aumentará la velocidad nominal del aire de acceso.

34

- Trabajar lo más alejado de la cabina como sea posible. Se recomienda al menos 15 cm.
- No se apoye en la campana. Esto perturba el flujo de aire y también ubica su cabeza en el aire contaminado del interior de la campana.
- No hacer movimientos rápidos dentro o fuera de la campana, se crean corrientes cruzadas cuando se camina rápidamente frente la cabina. La apertura de puertas o ventanas puede a veces causar fuertes corrientes de aire que perturben el flujo de aire en la campana.
- Los dispositivos de calefacción deben colocarse en la parte trasera de la campana (fondo).
- Mantenga la puerta cerrada cuando no opera.
- Recuerde que los sumideros de humos no están diseñados para la eliminación de desechos químicos.

UNIVERSIDAD 35

9 GASES COMPRIMIDOS Y CRIOGENIA

9.1 Peligros con gases comprimidos

Los gases comprimidos son peligrosos debido a la alta presión de los cilindros. Un golpe al cabezal deel cilindro de gas comprimido sin capucha de protección, puede romper la válvula del cilindro. l resultado es un rápido escape de gas de alta presión que puede convertir una botella en un cohete o molinete incontrolado, causando lesiones graves y daños. Un mal control de la liberación de gas comprimido en el laboratorio puede dañar recipientes de reacción, causar fugas en el equipo y mangueras, y dar lugar a reacciones químicas violentas. Los gases comprimidos pueden ser inflamables, oxidantes, peligrosamente reactivos, corrosivos o tóxicos. Los gases inertes como el nitrógeno, argón, helio y neón pueden desplazar el aire causando la reducción de los niveles de oxígeno en los lugares mal ventilados llevando a la asfixia.

9.2 Manipulación, almacenamiento y transporte seguro de cilindros de gas comprimido

- Todos los cilindros de gas tanto llenos como vacíos, deben estar bien soportados con bastidores adecuados y asegurados con correas, cadenas o stands.
- Cuando los cilindros no están en uso o están siendo transportados, retire el regulador y coloque la tapa protectora.
- Utilice un carrito adecuado para el transporte de los cilindros. Fijando el cilindro al carro mediante cadena o correa.
- Verifique que el regulador es el adecuado para el gas que utiliza y la presión de entrega. Compruebe las especificaciones del regulador.
- No utilice cinta de teflón o los adaptadores para fijar los reguladores a los cilindros de gas.
- Nunca drenar un cilindro completamente; deje una presión residual.
- No lubrique la parte de alta presión de un regulador de oxígeno.
- No exponga los cilindros a temperaturas extremas.
- Almacene por separado clases de gases incompatibles.

9.3 Peligro en criogenia

Los riesgos asociados con el uso de criogenia (trabajo a bajas temperaturas con hielo seco y aire o gases licuados como nitrógeno, oxígeno, helio, argón y neón) son:

- asfixia debido al desplazamiento de oxígeno
- fragilización de los materiales
- lesión por congelamiento
- explosión debido a la presión alcanzada
- condensación de oxígeno y combustible (por ejemplo, el hidrógeno y los hidrocarburos), lo que puede resultar en mezclas explosivas

9.4 Precauciones de manipulación en criogenia

- Controlar la acumulación de hielo
- Utilizar sólo contenedores para baja presión equipados con dispositivos de alivio de presión.
- Proteger la piel y los ojos del contacto, use protección ocular y guantes aislantes.
- Utilizar y almacenar en lugares bien ventilados.
- Mantenerse lejos de chispas o llamas.
- Usar materiales resistentes a la fragilización (por ejemplo, tubos de látex de caucho).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 36

- Para evitar la expansión térmica de los contenidos y la rotura del recipiente, no se debe llenar más del 80% de la capacidad del contenedor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 37

10 RIESGOS FÍSICOS Y ERGONOMÍA

Prevención de riesgos eléctricos PG UNC

10.1 Seguridad eléctrica

- Comprar y usar sólo equipos eléctricos aprobados y homologados. Verificar que posea los sellos o identificaciones correspondientes.
- Todos los aparatos eléctricos, salvo los de doble blindaje, deben llevar una conexión a tierra y requieren una toma triple.
- Nunca elimine la conexión de puesta a tierra de un enchufe triple. No utilizar adaptadores.
- Al desenchufar una conexión, no tire del cable, hágalo tomando la ficha.
- Todo el cableado debe ser realizado y probado por un electricista calificado.
- Los equipos eléctricos que se han humedecido, deben ser desconectados del tablero secundario que lo alimenta antes de ser manipulados. Familiarícese con la ubicación de los mismos.
- Conocer la forma de cortar la corriente eléctrica del laboratorio en caso de una emergencia.
- Mantener el libre acceso a los tableros y sus interruptores, los cuales que deberán estar claramente etiquetados indicando que equipo o sistema controlan.
- Asegúrese de que todos los cables estén secos antes de conectar a la red eléctrica.
- Los equipos eléctricos con cables pelados o sin protección, deben ser reparados antes de ser puestos en funcionamiento.
- Etiquete y desconecte los aparatos defectuosos.
- Asegúrese de que se ha cortado la alimentación y descargado las cargas eléctricas estáticas del equipo antes de comenzar cualquier trabajo de reparación, si este posee fuentes de alimentación o condensadores.
- Reducir al mínimo el uso de alargues, evitando su colocación a través de las zonas de tránsito peatonal.
- Utilice únicamente $C0_2$, Inergen o matafuegos de polvo químico para incendios eléctricos.

10.2 Trabajos con alta presión y vacío

Las diferencias de presión entre el equipo y la atmósfera ha sido la causa de muchos accidentes. Los recipientes de vidrio sometidos al vacío o a presión elevada pueden implosionar o explotar, con el resultado de proyección de partículas que podrían producir cortes o salpicaduras. El vidrio puede romperse, incluso con pequeñas diferencias de presión como los que ocurren cuando se extraen los contenedores de líquidos criogénicos. Las diferencias de presión también pueden ocurrir como consecuencia de reacciones químicas dentro de contenedores sellados.
Los riesgos asociados con trabajos con diferencia de presión respecto a la ambiente, pueden reducirse mediante:

- No usar material con defectos tales como grietas, arañazos y marcas
- Utilizar recipientes específicos para el trabajo de vacío o a alta presión.
- Montar los aparatos de vacío de manera de evitar tensiones en su estructura. Aparatos pesados deben ser apoyados en su base

---

- 1 Los matafuegos tipo halones deben ser reemplazados (según protocolo de Montreal) por el Inergén y otros equivalentes. Su uso debe suprimirse al 2010. En nuestro país por Res 620/02 de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, se autoriza la comercialización de Halón 1301, 1211 y 2402, como agentes matafuegos de fuego para instalaciones fijas y/o portátiles en los casos considerados de uso "crítico".

38

- Los equipos secadores de vacío deben disponer de un dispositivo que permita que la presión interior alcance la atmósferica antes de su apertura. Lo mismo es válido para los contenedores sometidos a temperaturas altas o bajas.
- Usar protección ocular y facial al manejar aparatos de presión o de vacío

10.3 Trabajo repetitivo y ergonomía

La ergonomía se ocupa de la forma en que el puesto de trabajo "*se ajusta*" al trabajador. El desempeño de determinadas tareas, sin tener en cuenta los principios de la ergonomía, puede dar lugar a:

- fatiga
- lesiones por movimientos repetitivos
- cansancio, dolores y lesiones por tensiones biomecánicas
- cansancio de los ojos por pantallas de terminales de vídeo
- desmoralización

Los factores que pueden aumentar el riesgo de lesiones músculo esqueléticas, son:

- posiciones o movimientos incómodos
- movimientos repetitivos
- aplicación de la fuerza

Las siguientes recomendaciones deben considerarse al abordar la problemática ergonómica:

- Las mesadas de trabajo y los bancos deben tener una altura adecuada para todo el personal.
- Los parámetros de calidad del aire de la salas, tales como la temperatura, la humedad y el suministro de aire deben ser confortables
- Los pisos deben ser antideslizantes
- Los elementos pesados deben ser transportados o manipulados adecuadamente de forma de reducir los trastornos músculares.
- Los niveles de ruido no deben ser excesivos

Es recomendable que los puestos de trabajo con PC cumplan con lo siguiente:

- Los monitores deben situarse a nivel o ligeramente por debajo de los ojos, y de forma que se eviten los reflejos de las luces o ventanas
- El color, tamaño de letra y el contraste de los monitores deben estar optimizados para no provocar fatiga visual
- Los teclados de computadora y otros dispositivos estarán colocados de manera que las muñecas queden en una posición neutral, y los antebrazos en posición levemente inclinados hacia abajo. Los mencionados dispositivos deben encontrarse a más de 5 cm del borde del escritorio.
- El diseño del puesto de PC no debe requerir torsión del cuerpo y contar con un apoya pies.
- Los escritorios para las PC deben tener una altura entre 0,67 y 0,77 m, con una dimensión mínima de 1,20 por 0,90 m, permitiendo lugar libre para las piernas de por lo menos 0,65 m de altura y 0,75 m de profundidad.
- Las sillas del puesto de PC deben ser regulables en altura respecto al piso, contar con, con 5 patas, respaldo regulable en altura entre 10 y 30 cm y apoyabrazos.

Respecto a la ergonomía en el uso de equipos e instrumentos se indica que:

- Para reducir la exposición a las vibraciones, no deben sujetarse durante el funcionamiento por largos periodos de tiempo equipos como mezcladores de vórtice y bombas de tipo aspirantes
- Los botones y perillas de los equipos deben ser accesibles y de buen tamaño

39

10.4 Seguridad con cristales

- Para recoger vidrio roto use cepillo y palita para la basura (o limpia mesa). No usar las manos para recoger vidrios rotos.
- Descartar el vidrio roto en un contenedor rígido separado de la basura ordinaria y etiquetar de manera adecuada (véase Procedimientos para Preparación de los residuos, la sección 6.3).
- Protejer el vidrio que este sujeto a alta presión o vacío. Envolver los recipientes de vidrio con cinta de tela, membrana o film para reducir al mínimo la posibilidad de proyecciones.
- No utilizar recipientes con grietas o astillas.

Al manipular los tubos o varillas de vidrio:

- Utilizar varillas con los extremos pulidos
- Lubricar con agua o glicerina los bordes cuando se inserta en un tapón,
- Garantizar que la abertura para el tapón sea de tamaño adecuado
- Insertar el tapón cuidadosamente, con un ligero movimiento de torsión
- Usar guantes adecuados

40

11 SEGURIDAD DEL EQUIPAMIENTO

Cuando se compren equipos se debe dar preferencia a aquellos que:

- Limiten el contacto entre el operador, el material peligroso, la energía mecánica y la eléctrica
- Sean resistentes a la corrosión, fácil de descontaminar e impermeables a los líquidos
- No tengan bordes afilados o rebabas

No se deben utilizar equipos, aparatos o cualquier dispositivo eléctrico o mecánico que no pertenezcan a la unidad académica y que no haya sido autorizados por el supervisor.

Para reducir la probabilidad que el mal funcionamiento del equipo produzca fugas, derrames o innecesaria generación de aerosoles patógenos:

- Observar la documentación del fabricante, cumplir con las especificaciones de uso y conservar para referencia futura.
- Usar el equipo y efectuar su mantenimiento de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Asegurarse de que todo el que utiliza un instrumento específico o parte de equipo cuenta con formación adecuada tanto en la configuración, el uso y la limpieza del equipo.
- Descontaminar el equipo antes de que sea enviado para la reparación o su desecho.

UNIVERSIDAD 41 CÓRDOBA

12 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Se recomienda que los Elementos de Protección Personal (EPP) (ver Apéndice 2) a ser utilizados en el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba cumplan con lo requerido por la Resolución N° 896/99 de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería.
Las recomendaciones relativas a la protección de los ojos y la cara (artículo 11.1) y la ropa de protección (artículo 11.2) se resumen a continuación.

12.1 Protección de los ojos y la cara

Todos los estudiantes, el personal, los profesores y los visitantes tienen que usar elementos apropiados para la protección facial y/o de los ojos, en las siguientes situaciones:

- Todas las áreas en las que materiales peligrosos o sustancias de naturaleza desconocida, se almacenan, se usen o manipulen
- Todas las áreas en las que la posibilidad de salpicaduras, proyección de partículas u objetos voladores puedan ocurrir.
- Todas las áreas en las que existen otros riesgos para la vista, por ejemplo, radiaciones UV o luz láser

Las instrucciones para la selección y el uso de gafas de protección son las siguientes:

- Trabajo ligero a moderado: gafas de seguridad aprobadas con protección lateral.
- Trabajo con importante riesgo de salpicaduras de productos químicos o proyección de partículas: antiparras (googles).
- Trabajo con un importante riesgo de salpicaduras en la cara o posible explosión: pantalla de plena protección facial, además de las gafas (googles).
- Si se necesitan gafas de seguridad con lentes de corrección, en primer lugar consultar a su oftalmólogo u optometrista.

12.2 Ropa para laboratorios

Ropa de protección adecuada (por ejemplo, chaquetas, delantales, overoles) es necesaria en todas las zonas experimentales donde se manejan materiales peligrosos.
Las instrucciones para la selección y el uso de ropa protectora de laboratorio son las siguientes:

- Seleccionar delantales con largo a la rodilla con botones o broches de cierre
- Llevar de frente una bata o delantal resistente o tipo solapada con cierres y puños tejido cuando se trabaja con elementos muy tóxicos o agentes infecciosos
- Usar delantales protectores al desgaste para procedimientos especiales, tales como el transvase de grandes volúmenes de material corrosivo
- Sacarse la ropa de protección cuando se sale del laboratorio
- Sacarse la ropa de protección en caso de contaminación visible o de sospecha

12.3 Protección de las manos

En el laboratorio, se usan guantes de protección contra la radiación, productos químicos, material biológico y riesgos físicos tales como abrasión, desgarro, punción y exposición a temperaturas extremas.
Para algunas personas, el uso de guantes de látex puede causar reacciones cutáneas que puede ser de naturaleza alérgica o irritante y pueden ser causadas por:

- Irritación crónica de la sudoración de las manos o rozamiento de los guantes contra la piel

42

- Sensibilización a los aditivos químicos utilizados en el proceso de fabricación
- Reacción natural de las proteínas del látex

Lavarse las manos frecuentemente, así como residuos, jabones, limpiadores y desinfectantes, pueden irritar la piel.
Utilizando una de las siguientes alternativas puede reducir el riesgo de problemas de la piel asociados con el uso de guantes de látex de caucho:

- Usar guantes que no sean de látex
- Usar guantes "hipoalergénicos" o guantes de látex sin talco, o látex bajo en proteínas
- Usar guantes de polietileno, PVC o de látex revestidos con tela interior
- Utilizar guantes de algodón debajo de guantes de látex

Los casos de problemas de la piel (por ejemplo, erupción cutánea, prurito, pelado, enrojecimiento, ampollas o descamación de piel seca con grietas y llagas) que parecen estar asociados con el uso de guantes de látex deben ser comunicados a un médico cuando aparecen los síntomas.

12.3.1 Directrices de selección de guantes

Base de selección de material de los guantes:

- Identificación de los procedimientos de trabajo que requieren protección de las manos
- Flexibilidad y sensibilidad táctil; una necesidad de alta sensibilidad táctil se logra con la reducción del espesor de los guantes, y algunos protocolos pueden requerir el uso de guantes anti deslizamiento o superficies texturadas
- Tipo y duración de contacto (por ejemplo, ocasional o salpicaduras versus inmersión prolongada o contacto)
- Son más adecuados los guantes desechables o reutilizables

Cuadro 5 – Guantes de materiales recomendados para una variedad de riesgos de laboratorio

Las marcas se incluyeron porque el lector es probable que tropiece con ellos en la literatura: consultar laboratorio o los proveedores de equipo de seguridad, o con el fabricante, para obtener más información sobre los guantes de marca. Guantes no mencionados aquí también pueden ser apropiados; referirse a la hoja de seguridad del fabricante de guantes. La sección sobre la electricidad se incluye sólo a efectos informativos, ya que todos los trabajos eléctricos deben ser realizados por electricistas autorizados.

Riesgo	Grado de riesgo	Material recomendado
Abrasión	Severa	de goma reforzada, de grapas de cuero reforzado
	menos severa	de caucho, plástico, cuero, poliéster, nylon, algodón
Bordes afilados	Severa	malla metálica, de grapas-pesados de cuero reforzado, Kevlar, de aramida-acero
	menos severa	cuero, toalla (fibra de aramida)

43

	Suave para trabajo delicado	cuero liviano, poliéster, nylon, algodón
Productos químicos líquidos	Varía dependiendo de la concentración, tiempo de contacto, etc. Consulte la hoja de seguridad del fabricante	depende de los productos químicos
Frío		de cuero, de plástico o de goma aislante, lana, de algodón
Calor	sobre 350°C	Asbestos Zetex™
	Hasta 350°C	neopreno recubierto de amianto, resistentes al calor, con los forros de cuero, Nomex, Kevlar ™
	Hasta 200°C	Cuero resistente, toalla (fibra de aramida) Nomex, Kevlar ™
	Hasta 100°C	Cuero curtido al cromo, toalla
Electricidad		Guantes de caucho aislados normalizados con guante de cuero exterior
Generales		Algodón, toalla, artículos de cuero
Contaminación de Productos		Espesor fino de plástico; ligero de cuero, algodón, poliéster, nylon
Radiación	Radio toxicidad de baja a moderada	Cualquier guante desechable de goma o plástico

12.3.2 Selección de guantes para químicos

Ningún material de guante es resistente a todos los productos químicos, ni la mayoría de los guantes son resistentes a permanecer expuestos a un determinado producto químico por más de unas pocas horas. Determinar los guantes que proporcionen un grado aceptable de resistencia ya sea por consulta a la hoja de seguridad o ponerse en contacto con los fabricantes de guantes, o por referencia a un gráfico o tabla de compatibilidad de los datos de permeabilidad. Estos recursos se pueden utilizar en los siguientes términos:

- Tasa de permeabilidad, se refiere a la rapidez con la sustancia química se filtra a través del material intacto: la tasa más alta de permeabilidad refleja el más rápido filtrado del producto químico
- Tiempo de paso, se refiere a cuánto tarda en filtrarse el producto químico a través de la otra cara de la tela, y
- Degradación, es una medida del deterioro físico (por ejemplo, el guante de realidad material puede disolver o más difícil, más suave o más débil) por contacto con el producto químico

12.3.3 Selección, uso y cuidado de los guantes de protección

Directrices para el uso de guantes son las siguientes:

- Elegir un guante que proporcione una protección adecuada contra el peligro específico

44

- Ser conscientes de que algunos materiales de los guantes de cuero pueden causar reacciones adversas en algunas personas e investigar alternativas
- Inspeccionar fugas antes de usar los guantes; probar los guantes de caucho sintético por inflado
- Asegurarse de que los guantes ajusten correctamente
- Asegurarse de que los guantes son lo suficientemente largos como para cubrir la piel expuesta entre la parte superior del guante y la manga de la bata de laboratorio
- Descartar guantes desgastados o desgarrados
- Descartar guantes desechables que están, o pueden haber estado, contaminados
- Evitar la contaminación de equipos "limpios": quitarse los guantes y lavarse las manos antes de llevar a cabo tareas como el uso del teléfono
- Siempre lavarse las manos después de quitarse los guantes, incluso si no hay evidencia de estar contaminados
- No reutilizar guantes desechables
- Seguir las instrucciones del fabricante para la limpieza y el mantenimiento de los guantes reutilizables
- Antes de utilizar guantes, aprender a extraerlos sin tocar la superficie exterior contaminada con las manos

12.4 Respiradores

Los respiradores sólo deben utilizarse en situaciones de emergencia (por ejemplo, fugas o derrames peligrosos) u otras, tal como cuando la ventilación no puede controlar de forma adecuada los riesgos.
Hay dos clases de respiradores: purificador de aire y con suministro de aire. El último, proporciona aire limpio de un tanque de aire comprimido o a través de una línea exterior a la zona de trabajo, y son utilizados en atmósferas deficientes de oxígeno o cuando están presentes gases o vapores en concentraciones peligrosas
Los respiradores con purificador de aire son adecuados para muchas aplicaciones de laboratorio al evitar aspirar partículas (polvos, nieblas, humos metálicos, etc) o gases y vapores del aire circundante.

12.4.1 Selección, uso y cuidado de los respiradores

Siga los procedimientos adecuados para la selección y uso de equipo de protección respiratoria. El uso correcto de un respirador es tan fundamental como el derecho de elegir el respirador. Un programa efectivo de protección respiratoria debe incluir lo siguiente:

- Procedimientos escritos normalizados de trabajo y de entrenamiento
- Seleccionar un respirador que resulte adecuado para la aplicación. Consulte la hoja de seguridad del proveedor antes de la compra y el uso de un respirador
- Siempre que sea posible, debe asignarse a cada persona un respirador para su uso exclusivo
- Probar el equipamiento, evaluar de que sea el apropiado para todos los usuarios de los respiradores; barbas, patillas largas, gafas o el tamaño de respirador puede impedir un eficaz sellado entre la cara del usuario y el respirador
- Protocolos para el uso, limpieza y almacenamiento sanitario de los respiradores
- Inspeccionar periódicamente el respirador sustituir las piezas defectuosas
- Antes de que una persona sea asignada a trabajar en una zona donde se requieren respiradores, capacitarla adecuadamente y verificar la destreza de la misma para operar con el equipo

45

13 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

13.1 Primeros auxilios

Saber cómo hacer frente a las situaciones de emergencia antes de que se produzcan:

1 Familiarizarse con las propiedades de los productos peligrosos utilizados en su área.
2 Conocer la ubicación y el contenido del botiquín de primeros auxilios. Aprender a utilizar los elementos. Mantener las instrucciones de primeros auxilios fácilmente disponibles y entendibles.
3 Localizar y saber cómo probar y operar los equipos de emergencia, tales como duchas y lavaojos, en su área (Consulte la Sección 1.4.)
4 Capacitarse en primeros auxilios.

Los procedimientos de emergencia de primeros auxilios que se describen a continuación deben ir seguidos de una consulta con un médico para recibir tratamiento médico.

13.1.1 Quemaduras

En el laboratorio, las quemaduras térmicas pueden ser causadas por calor intenso, las llamas, metal fundido, de vapor, etc. líquidos o sólidos corrosivos, tales como bases y ácidos, que pueden causar quemaduras químicas. El tratamiento de primeros auxilios para quemaduras químicas se describe a continuación en la Sección 12.1.4 Las quemaduras eléctricas se producen cuando la corriente eléctrica al pasar por el cuerpo genera calor.

12.1.1.1 Quemaduras a la piel

El tratamiento de primeros auxilios de quemaduras en la piel abarca los siguientes pasos:

- Si la quemadura es de origen eléctrico, cerciorarse de que la víctima no esté en contacto con la fuente de alimentación antes de tocarla. Si la víctima sigue en contacto con una fuente de energía, desconecte el dispositivo o corte el interruptor principal de alimentación del tablero de distribución de energía eléctrica. En caso de no poder cortar la energía, separarla del contacto con un elemento no conductor.
- Llame al servicio de emergencia. Busque tratamiento médico inmediato para todas las quemaduras eléctricas, incluso si no parecen ser graves.
- Exponer la zona quemada, pero evitando la eliminación de la ropa que está adherida a la piel.
- Si es posible, sumergir en agua fría las superficies quemadas por al menos 10 minutos, o aplicar compresas frías.
- Evite aplicar lociones, ungüentos o desinfectantes a una quemadura. Las quemaduras de primer y segundo grado se pueden lavar con agua y jabón después de un período de enfriamiento.
- Cubra las quemaduras de primer y segundo grado con un vendaje húmedo. Para quemaduras de tercer grado aplicar compresas secas.
- No reventar las ampollas, ya que forman una barrera natural contra la infección.

12.1.1.2 Quemaduras a los ojos

Quemaduras en los ojos pueden ser causadas por sustancias químicas, el calor (líquidos calientes, vapor, llamas, metales fundidos, etc.), o la radiación de los procedimientos de soldadura, lámparas de laboratorio y rayos láser. Las quemaduras causadas por rayos ultravioleta, radiación visible o cercano al infrarrojo, puede no producir síntomas hasta 6-8 horas después de la exposición. Procedimientos de primeros auxilios para quemaduras químicas en los ojos se describen a continuación en la Sección 12.1.4. Los procedimientos de primeros auxilios por quemaduras a los ojos por radiación térmica, son las siguientes:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
46

- Evitar que la víctima se frote o toque los ojos.
- Para quemaduras con calor, lave los ojos con agua fría hasta que el dolor ceda.
- Cubra los ojos con gasas estériles secas; si es demasiado doloroso para cerrarlos aplicar una compresa húmeda en los mismos.
- Proveer a la víctima de atención médica. Si la quemadura es el resultado de la exposición a un haz de láser, asesorar al personal médico de emergencia de las características del láser y la distancia entre la víctima y el láser.

13.1.2 Cortes

El tratamiento de primeros auxilios para heridas debidas a pequeñas raspaduras, arañazos, cortes, laceraciones o punción son las siguientes:

- Lave la herida y la zona circundante con un jabón suave y agua corriente
- Retirar la suciedad alrededor de la herida
- Cubrir con un apósito o cuadrados de gasas sostenidas por todos los lados con cinta adhesiva hipoalergénica
- Heridas causadas por objetos sucios, manchados o empolvados deben ser examinadas por un médico, quien determinará si se necesita una inmunización antitetánica u otro tipo de análisis.
- Si la herida fue causada por un objeto que ha puesto en contacto con la sangre humana o de los fluidos corporales, la víctima debe ser revisada inmediatamente por un médico.
- Si es una herida de sangrando profuso, la primera ayuda es tratar de detener la hemorragia lo más rápidamente posible:
    - Eleve la zona lesionada por encima del nivel del corazón, de ser posible, a fin de reducir la presión sanguínea a la zona de la herida.
    - Aplicar presión directa sobre la herida a menos que exista un objeto protuberante en ella (en este caso, aplicar la presión alrededor de la lesión). Se puede aplicar presión directa con los dedos de la mano, la palma de la mano o con un vendaje de presión.
    - Si el sangrado no se puede controlar con presión directa, aplicar presión a las arterias de suministro a la zona lesionada. Se trata de comprimir la arteria entre la herida y el corazón, en contra de un hueso.
    - No extraiga un apósito que se ha empapado de sangre, ya que esto puede interrumpir el proceso de la coagulación; aplicar un apósito adicional en la parte superior del primero.
    - Evitar el exceso de ceñido de la vestimenta, es decir, no interrumpa la circulación de la sangre a las extremidades.
    - Dado que un torniquete detiene completamente el flujo de sangre más allá del punto de aplicación, debe aplicarse únicamente como último recurso.

13.1.3 Cutáneas

Se trata del sangrado por lesiones relacionadas con las agujas, acorde con lo indicado en la sección 12.1.2. Consulte con un médico de inmediato, ya que después de la exposición sea necesario un tratamiento posterior.

13.1.4 Salpicaduras de químicos en la piel o los ojos

Por salpicaduras en la piel:

- Si el salpicado afecta a una gran superficie de la piel, ir a la ducha más cercana y realizar un enjuague a fondo, por lo menos 20 minutos. Retirar la ropa contaminada mientras se está en la ducha

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
47

- Para las salpicaduras de una pequeña zona de la piel, proceder a la ducha más cercana, quitarse la ropa y las joyas, enjuagar durante 15 minutos.

Por salpicaduras a los ojos:

- Ir al lavaojos más cercano y enjuagar por lo menos 20 minutos.
- Si está usando lentes de contacto, retirarlos tan pronto como sea posible, mientras continúa el enjuague.
- Mantener sus párpados abiertos con los dedos.
- Mover los globos oculares, de modo que el agua pueda fluir sobre toda la superficie del ojo.
- Abra y cierre los párpados con frecuencia a fin de asegurar el lavado completo.
- Cubra la herida del ojo con gasas estériles secas a la espera de atención médica.

13.1.5 Envenenamiento

Como se describe en la sección 3.1, sustancias tóxicas pueden entrar y envenenar el cuerpo por inhalación, absorción por la piel y mucosas, por ingestión o por corte. Para la asistencia a una víctima por envenenamiento:

- Llamar al servicio de emergencia
- Antes de intentar ayudar a la víctima, asegurarse de que el área es segura para entrar
- Mover a la víctima fuera de la zona contaminada y proporcionar los primeros auxilios cuando sea necesario
- No inducir el vómito
- Proporcionar al personal médico de emergencia la hoja de seguridad de los productos venenosos. Si el envenenamiento es producido por un veneno desconocido y ha vomitado, proporcionar al personal de la ambulancia una muestra de los vómitos.

13.2 Incendios

La respuesta inmediata depende del tamaño del incendio. El personal del laboratorio debe tratar de apagar el fuego sólo si es totalmente seguro hacerlo (Consulte la Sección 5,3, "Matafuegos") y se encuentra capacitado.

13.2.1 Sospecha de incendios

Todos los miembros deben familiarizarse con la ubicación de las alarmas contra incendios y rutas de evacuación de las zonas que ocupan. Cualquier persona, al descubrir humo, fuerte olor a quemado u olor de naturaleza inusual, debe inmediatamente:

- Avisar a Seguridad.
- Alertar al responsable de Emergencia.

13.2.2 Incendios declarados

- Grite "FUEGO!" varias veces para dar la alerta.
- Pulse la alarma contra incendios.
- Telefonee a la Dirección Bomberos desde un lugar seguro.
- Evacue los locales de manera rápida y ordenada utilizando las vías de evacuación, NO use los ascensores, y siga las instrucciones de evacuación de Supervisores.

48

- Informar respecto a la ubicación, la magnitud y la naturaleza (por ejemplo eléctrica) de los incendios, las rutas libres para evacuación, las personas que requieren asistencia, y otros detalles pertinentes.
- Una vez fuera del edificio, alejarse de las puertas para que otros para salir.

13.2.3 Incendio de ropa

Si su ropa puede inflamarse, es importante que no corra, ya que esto proporciona más aire a las llamas. Recuerde la regla "Pare, acueste y ruede":

- Pare donde está
- Acuéstese en el piso, y
- Ruede para sofocar las llamas

Tan pronto como las llamas se extingan, ir a la ducha de emergencia más cercana para enfriar las zonas quemadas con abundante agua. Si alguien más está en llamas:

- Inmediatamente inmovilizar a la víctima y fuércela a rodar por el suelo para apagar las llamas.
- Asistir a la sofocación de las llamas, con lo que se dispone, como una manta ignífuga o ropa.
- Otorgar los primeros auxilios (consulte la Sección 12.1.1).

13.3 Derrames de productos químicos peligrosos

En caso de un derrame de un peligroso producto químico (volátil, tóxico, corrosivo, inflamable o reactivo), deben seguirse los siguientes procedimientos:

- Si hay fuego, pulse la alarma más cercana. Si no puede controlar o extinguir el incendio, siga los procedimientos de evacuación de incendios, tal y como se describe en la Sección 5.5 ("Evacuaciones").
- Si el derrame es en un laboratorio, tienda o almacén químico:
  - Evacuar todo el personal de la sala
  - Asegúrese de que la campana o extractor del local esté encendido
  - Con derrame de líquidos inflamables, si es posible, desconectar la alimentación eléctrica de las fuentes de ignición
  - Llame a los responsables para solicitar asistencia adicional si no puede efectuar la limpieza por usted mismo.
- Si el derrame se encuentra en un corredor u otros pasajes públicos:
  - Evacuar a todas las personas de la zona y cerrar la zona para evitar el acceso de otros.
  - Llame al número de teléfono de emergencia para cerrar el sistema de aire en la zona (evitando la contaminación de otras zonas) y de solicitar asistencia adicional.

Nota: Para obtener información más detallada sobre la limpieza de derrames de acción, Refiérase a la Sección 3.6.3 ("Directrices para tipos específicos de derrames") de este manual.

13.4 Fugas de gas natural

Mantener cerradas las válvulas de gas natural si no se utiliza el mismo. Si usted hace uso del gas, y detecta un olor a gas natural:

- Compruebe que todas las válvulas de gas se han cerrado.
- Llamar a emergencia si el olor persiste.
- Llame a Bomberos si se ha confirmado un escape de gas.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 49

Apéndices

50

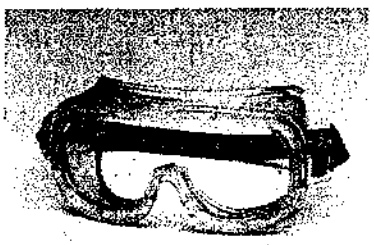
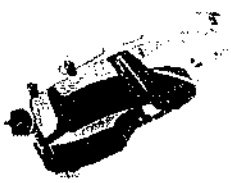
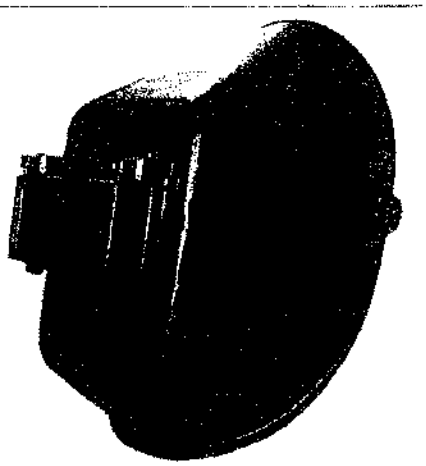
Apéndice 1: Clasificación de Inflamabilidad y tamaño permitido de los contenedores (NFPA, Flammable and Combustible Liquids Code, 2003)

		Rangos de Flash Point & Boiling Point	Tipo de contenedor (litros)		
		°C	Vidrio	Metal o plástico	Contenedor de seguridad
Liquidos Inflamables					
Clase	**Ejemplo**				
1A	Acetaldehído Eter etílico Pentano	FP <22.8 BP <37.8	0.5*	5	10
1B	Acetona Etanol Tolueno	FP <22.8 BP >37.8	1*	20	20
1C	Isobutanol Estireno	FP ≥22.8, <37.8	5	20	20
Liquidos Combustibles					
Clase	**Ejemplo**				
II	Kerosene Anhídrido acético	FP ≥37.8, <60	5	20	20
IIIA	Anilina Octanol	FP ≥60, <93	20	20	20
IIIB	Etilenglicol Alcohol bencílico	FP ≥93	20	20	20

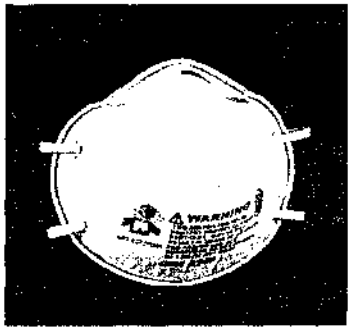
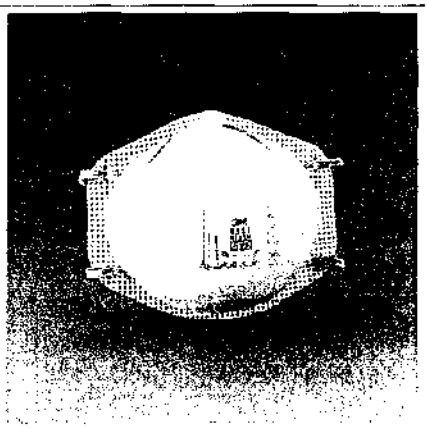
*NFPA 6.2.3.2: líquidos Clase 1A y Clase 1B se permite almacenar el contenedores de vidrio hasta 5 litros (1.3 gal).

51

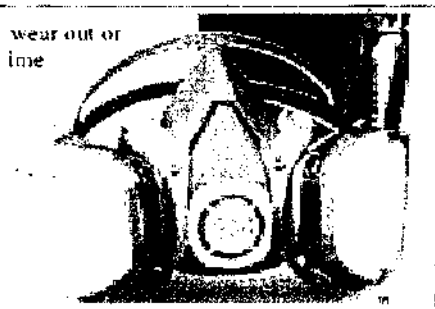
Apéndice 2: Listado de Elementos de Protección Personal

N°	13.4.1.1.1.1 Descripción	Imagen
2	13.4.1.1.1.2 PROTECTORES PARA LOS OJOS Y LA CARA	
2.1	13.4.1.1.1.3 Anteojos de policarbonato. Protección UV, contra rayaduras e impacto de partículas.	
2.2	13.4.1.1.1.4 Antiparra protectora con cubierta resistente a rayaduras, anti niebla, anti estática y protección UV.	
2.3	13.4.1.1.1.5 Protector facial con arnés regulable	
2.4	13.4.1.1.1.6 Careta para Soldador Visor Móvil. Careta de Polipropileno resistente al impacto. Arnés regulable con ajuste a cremallera. Con visor interior fijo de policarbonato transparente y exterior móvil DIN 11 rectangular. Sistema de recambio rápido.	

52

Nº	13.4.1.1.1.1 Descripción	Imagen
2.5	13.4.1.1.1.7 Gafas para soldar con oculares abatibles. Oculares filtrantes redondos. Válvulas de ventilación indirecta.	
3	13.4.1.1.1.8 PROTECTORES PARA LOS OÍDOS	
3.1	13.4.1.1.1.9 Tapones auditivos con cordel.	
4	13.4.1.1.1.10 PROTECTORES PARA LAS VÍAS RESPIRATORIAS	
4.1	13.4.1.1.1.11 Sugerido: Respirador 8246 R95 de 3M. Máscara sin mantenimiento con protección contra gases ácidos, polvos y neblinas con o sin aceite. Fabricado con un medio filtrante electrostático avanzado, el cual facilita la respiración, filtro de carbón activado y bandas elásticas. Se sugiere utilizar para aplicaciones como: procesos químicos, procesamiento de papel, fundición de aluminio, grabado de vidrio y procesos de fermentación.	
4.2	13.4.1.1.1.12 Sugerido: Respirador 3M 8511 N95 para Polvos y Partículas Líquidas sin Aceite. Brinda una efectiva, confortable e higiénica protección respiratoria contra polvos y partículas líquidas sin aceite. Es fabricado con un Medio Filtrante Electrostático Avanzado, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión y cuenta con una Válvula de Exhalación Cool Flow (válvula de aire fresco) que ofrece mayor comodidad y frescura al usuario. Forma convexa, estructura antideformante, sus bandas elásticas y el clip de aluminio en "M" para el ajuste a la nariz aseguran un excelente sello adaptándose a un amplio rango de tamaños de cara.	

UNIVERSIDAD NACIONAL
53

N°	13.4.1.1.1.1 Descripción	Imagen
4.3	13.4.1.1.1.13 Semi-máscara con filtros descartables según el tipo de sustancia o partícula de la cual se quiera proteger al operador. Uso en taller y en presencia de elementos químicos	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
54

PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LABORATORIOS, TALLERES Y OTROS ÁMBITOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

1. Introducción, antecedentes y objetivos

El presente documento se enmarca dentro de las actividades que la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) desarrolla persiguiendo, por una parte, el cumplimiento de los requisitos que establece la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su Decreto Reglamentario N° 351/79 y por otra, la implantación y aplicación en la estructura de esta Universidad de los principios de la acción preventiva basada en el conocimiento y el cumplimiento de las normas específicas vigentes. La prevención en el seno de cada una de las áreas es una parte fundamental de sus actividades, en especial en aquellos lugares en los que se presentan riesgos asociados al uso de laboratorios talleres u otros ámbitos de trabajo. Los riesgos derivados del trabajo con aparatos y herramientas eléctricas son importantes debido al número de actividades en las que se usa maquinaria de este tipo.

Se pretende facilitar al personal docente, investigador y de apoyo, y a los propios estudiantes de la UNC la preparación de prácticas en laboratorios, talleres u otros ámbitos, con riesgos variados, de manera que se tengan en cuenta y se eliminen, o al menos se reduzcan, esos riesgos. En particular deben cumplirse dos objetivos:

- Asegurar las condiciones de seguridad en las prácticas de laboratorio con riesgos eléctricos.
- Incluir aspectos de prevención y seguridad en la formación práctica de los estudiantes.

Se propone acometer la planificación de las prácticas para estudiantes en laboratorios con riesgos eléctricos mediante un doble enfoque:

- **Planificación de las prácticas de laboratorio.** Con el objeto de eliminar o disminuir los riesgos asociados a las prácticas y determinar los riesgos residuales que subsisten, controlando los mismos mediante la adopción de las medidas pertinentes y la información y formación de los estudiantes sobre los riesgos específicos existentes en cada práctica.
- **Formación e información a los estudiantes.** Extendida a todas las personas que van a participar en las prácticas. Debería haber una formación inicial, previa al comienzo de las actividades, y una información específica suministrada en cada práctica (que podría suprimirse si basta con la información inicial.)

En todos los casos, las instalaciones eléctricas deben responder a las normas y reglamentos vigentes sobre la materia, así como al Protocolo de Instalaciones Eléctricas dispuesto para la Universidad Nacional de Córdoba

UNIVERSIDAD 55

2. Definiciones y generalidades

A los fines de cumplimentar adecuadamente con los requisitos normativos vigentes y con los propios de la UNC se expondrán los criterios básicos para la categorización de los distintos tipos de ambientes de trabajo en talleres y laboratorios.

Con motivo del creciente uso de artefactos y equipos eléctricos en lugares donde la atmósfera presenta signos de peligrosidad (debido a que el aire puede contener en suspensión elementos que produzcan mezclas inflamables o explosivas), se hizo necesario desarrollar elementos y técnicas que aseguraran su uso sin peligro de posibles accidentes en los lugares mencionados ni daños en las instalaciones y determinar claramente los diferentes tipos de ambientes y clasificarlos según los elementos que componen su atmósfera.

Para definir a que se denomina "zona peligrosa" se puede recurrir a la norma IRAM IAP A20-1 que la define como aquella en la que pueden producirse deterioro en las instalaciones y daños a los ocupantes, debido a la explosión o ignición de vapores, líquidos, gases y polvos, debido a ataques de productos químicos o a propagación de fuego, de mezclas de elementos contenidos en la atmósfera. Un resumen de la clasificación propuesta en la mencionada norma se detalla en el Cuadro 1

2.1. Aclaraciones referidas a los ambientes, clases y divisiones:

2.1.1. Ambiente Clase I, División I: son aquellos lugares donde se trasvasan líquidos volátiles o gases licuados inflamables, operaciones de pintado o rociado con líquidos volátiles, secadores con evaporación de disolventes inflamables, lugares usados para extracción de gases con disolventes, lavaderos que usan líquidos volátiles inflamables, plantas generadoras de gas con posibilidad de escapes, salas de bombeo de gases inflamables y otros lugares en que la concentración de gas o vapor inflamable puede adquirir valores peligrosos.

2.1.2. Ambiente Clase I, División II: Esta división define lugares donde se emplean corrientemente líquidos volátiles, gases y vapores peligrosos, que representan peligro solamente en los casos de fallas, averías, accidentes o del anormal funcionamiento de las instalaciones.

Para delimitar el área peligrosa, en estos casos, debe tenerse presente la cantidad de elementos peligrosos que pueden escapar, capacidad de ventilación, volúmenes de los locales, etc.

2.1.3. Ambiente Clase II, División I: comprende en general plantas de almacenamiento de granos (silos), plantas de pulverización, limpieza, mezcladoras, elevadoras, colectoras y todo equipo similar productor de polvo, todo lugar o depósito donde, en condiciones normales de funcionamiento, existe en el aire polvo que produzca mezcla inflamable o explosiva.

56

Los polvos muy peligrosos son conductores de la electricidad, al igual que los de coque y carbón vegetal. Los polvos no conductores de la electricidad pero combustibles, son los producidos en el manipuleo de granos, molienda del cacao y el azúcar y toda materia orgánica que pueda producir polvos combustibles.

CUADRO 1 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

Clase I Zonas donde el aire contiene o puede contener en suspensión gases o vapores en cantidades que puedan producir mezclas inflamables o explosivas (acetileno, hidrógeno, éter etílico, gasolina, butano, gas natural, etc.)	**División I**	**Zona 0:** Ambiente con concentraciones peligrosas de gases y vapores inflamables en condiciones normales de funcionamiento
		Zona 1: Ambientes donde las concentraciones pueden existir con frecuencia por pérdida o reparaciones.
		Zona 2: Ambiente donde pueden liberarse concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables por fallas o chispas en el funcionamiento de los equipos eléctricos
	División II	Ambiente donde se usan, procesan o manufacturan líquidos volátiles y gases o vapores inflamables, pero ellos se encuentran en recipientes o cañerías cerradas, de los cuales pueden salir únicamente por algún accidente, rotura o mal funcionamiento del equipo.
		Ambiente donde se evitan las concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables por medio de ventilación forzada, pero que al producirse una falla o mal funcionamiento del equipo, representa peligro.
		Lugares vecinos a los de la Clase I División I, a los que pueden introducirse vapores y gases inflamables a menos que cuenten con ventilación forzada con un sistema de seguridad que impida fallas en el equipo de ventilación.
Clase II Zonas donde el aire presenta polvo combustible en suspensión en cantidades que pueden producir ignición o explosión. (Polvo de aluminio, polvo de Magnesio, negro de humo, carbón de piedra, polvo de coque, polvo granulado de flúor, etc.).	**División I** en condiciones normales no es posible que exista polvo combustible en suspensión en el aire	Ambiente donde en condiciones de funcionamiento normal, habrá en forma periódica o continua polvo combustible en condiciones de producir ignición o explosión
		Ambiente donde por posibles desperfectos, mal funcionamiento o accionamiento de máquinas o equipos, pueden producirse mezclas inflamables que provoquen ignición o explosión
		Ambiente donde puede haber polvo conductor de electricidad
	División II en condiciones normales no es posible que exista polvo combustible en suspensión	Puede ocurrir que la cantidad de polvo depositado sea suficiente para impedir la disipación del calor de los equipos eléctricos
		Puede ocurrir que por el polvo acumulado sobre y/o el interior de los equipos eléctricos éste pueda inflamarse debido a chispas o amos producidos por el polvo
Clase III El aire presenta en suspensión fibras y volátiles inflamables, pero no en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables	**División I**	Corresponde a los lugares donde se emplean o fabrican fibras de fácil inflamabilidad y materiales productores de volátiles combustibles. Esta división incluye fábricas de rayón, algodón y textiles, carpinterías, fábricas para tratado de lino, etc., en general fábricas que procesen fibras y volátiles fácilmente inflamables. tales como rayón, nylon, algodón, estopa, cáñamo, etc.
	División II	Corresponde a los lugares donde se almacenan o manipulean fibras y volátiles pero que no están en proceso de fabricación

57

2.1.4. **Ambiente Clase II, División II:** son lugares fundamentalmente vecinos a los de Clase II División I, además de los lugares que cuentan con transportadores, ventiladores y tolvas cerradas y equipos donde pueden desprenderse cantidades de polvos en condiciones de funcionamiento anormales.

3. **Grupos atmosféricos:** Para realizar los ensayos y comprobaciones se han definido y agrupado mezclas atmosféricas según su peligrosidad en:

Clase I	**Grupo A**	Con acetileno
	Grupo B	Con hidrógeno, gas de alumbrado o equivalentes
	Grupo C	Con éter etílico, etileno cloropropano
	Grupo D	Con gasolina, butano, propano, alcohol, acetona, gas natural
Clase II	**Grupo E**	Con polvos metálicos de aluminio, magnesio y sus aleaciones
	Grupo F	Con negro de humo y polvo de carbón
	Grupo G	Con polvo de granos, harina, almidón, etc.

En función de estas clasificaciones, que deberán ser conocidas por todos los involucrados en las tareas que se realizan en cada taller o laboratorio, el RAMS del Área correspondiente dispondrá la realización de las instalaciones eléctrica en ellos, así como detallar las medidas de seguridad específicas a aplicar en cada caso.

4. Preparación de prácticas

La preparación de las prácticas de laboratorio con estudiantes en lo relativo a los aspectos de seguridad, puede abordarse según un esquema que incluye los siguientes pasos propuestos:

4.1. Preparación de una relación de los productos, equipos, herramientas, instalaciones, máquinas y materiales a utilizar, al menos de los elementos que pueden llevar asociado algún tipo de peligro.

4.2. Evaluación de los riesgos asociados a equipos, herramientas, instalaciones, máquinas y materiales empleados, basándose en las siguientes fuentes:

4.2.1. Consulta de las instrucciones de los equipos, instalaciones y máquinas a utilizar, en especial en lo relativo a manejo, instalación, mantenimiento y aspectos de seguridad.

4.2.2. Experiencias previas u otra información relativa al manejo de equipos o instalaciones y en la realización de las tareas proyectadas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
52

4.3. Determinación, a partir de la misma información utilizada para la evaluación de riesgos, la necesidad de utilizar elementos de protección individual (por ejemplo guantes, gafas o mascarillas) o colectiva, o la necesidad de disponer de equipos de emergencia (por ejemplo extintores de algún tipo determinado) y verificar si están disponibles.

4.4. Verificación de las condiciones de los laboratorios, instalaciones y equipos utilizados. Pueden verificarse, entre otras, las siguientes condiciones:

4.4.1. Existencia de señalización, salidas de emergencia y elementos de protección contra incendios.

4.4.2. Instalación adecuada de los equipos a utilizar, de acuerdo con sus instrucciones.

4.4.3. Existencia y correcto funcionamiento de los sistemas de ventilación o extracción del aire ambiente si son necesarios para el correcto desarrollo de las prácticas.

4.5. Planificación de las prácticas con objeto de eliminar o disminuir los posibles riesgos.

4.6. Especificación de las normas, precauciones, prohibiciones o protecciones necesarias para eliminar o controlar los riesgos.

4.7. Inclusión en los manuales de prácticas de advertencias sobre los riesgos detectados, según lo indicado en el apartado anterior, y sobre las normas, precauciones, prohibiciones y elementos de protección necesarios para su control, indicando la obligatoriedad de seguirlos.

4.8. Comunicación al responsable de prevención del departamento de las deficiencias detectadas en los locales, instalaciones, equipos, materiales o herramientas utilizados en las prácticas, así como deficiencias detectadas en procedimientos o normas de trabajo generales aplicadas en el departamento.

5. Uso de Elementos de Protección Personal y Colectivo

Si durante la planificación de las prácticas se ha determinado la necesidad de utilizar elementos de protección personal de Categoría III (ver punto 17.3), esto puede ser indicativo de que subsiste un riesgo grave que sería conveniente eliminar mediante la sustitución o eliminación de las herramientas, máquinas, equipos o tareas que sean origen del riesgo. En general puede ser aconsejable que se limiten las necesidades de utilización de elementos de protección personal en prácticas de estudiantes a los de Categorías I y II.

En cualquier caso, es conveniente que, bien en alguna de las prácticas, o en la información inicial dada al estudiante, se instruya sobre la utilización de los elementos

59

de protección personal o colectiva que se considere interesante incluir como parte de su formación en materia de seguridad.

6. Información y formación para el estudiante

Se plantean dos tipos de acciones formativas:

6.1. **Inicial**, con la presentación de los aspectos de seguridad y las normas de funcionamiento.

6.2. **Permanente**, en cada práctica, recordando las normas básicas y resaltando los problemas específicos de cada una de ellas

6.2.1. Información / formación inicial

Resulta conveniente impartir al principio del curso una clase, charla o práctica inicial sobre seguridad, que debería ser obligatoria para todas las personas involucradas. Su contenido básico puede incluir los siguientes puntos:

6.2.1.1. Riesgos que pueden presentarse durante la realización de los trabajos. Pueden ser los detectados en la planificación de las actividades o los conocidos de antemano por la naturaleza de las herramientas o equipos a utilizar y de las tareas a realizar, o por otras fuentes de información.

6.2.1.2. Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos; según lo establecido en la planificación de las actividades, la evaluación de los riesgos de los lugares de trabajo o las normas de trabajo del departamento.

6.2.1.3. Elementos de protección personal y colectivo que es necesario utilizar.

6.2.1.4. Señalización, normas y dispositivos de emergencia y contra incendios.

6.2.1.5. Normas de actuación en casos de incidentes o emergencias.

6.2.1.6. Hábitos personales y de trabajo a desarrollar.

Si es necesario que los estudiantes adquieran elementos de protección personal (EPP's), se les debe dar información sobre los requisitos que éstos deben cumplir (tipo, normas a las que deben respondes) y opcionalmente, sobre la forma de adquirirlos.

Se debe indicar la obligatoriedad de seguir las normas de seguridad establecidas, aclarando que su incumplimiento puede suponer la suspensión de

60

las actividades y la no superación del estudiante de las prácticas como evaluación de la asignatura impartida.

Es conveniente preparar un documento por escrito que contenga toda la información sobre seguridad y que éste sea entregado a los estudiantes para que lo conozcan y apliquen en sus horas de trabajo en el taller o laboratorio.

7. Información específica de cada práctica

Los aspectos de seguridad que deberían incluir, por escrito, las guías de las prácticas son los siguientes:

7.1. Advertencias sobre los riesgos asociados a las tareas, equipos, máquinas y herramientas. Pueden destacarse con una palabra de aviso escrita con texto que resalte sobre el resto (de mayor tamaño, de diferente tipo de letra, de diferente color), y con la siguiente jerarquía:

- **peligro** (alto riesgo)
- **aviso** (riesgo medio)
- **precaución** (riesgo bajo)

Además de resaltar el riesgo, debería explicarse su naturaleza y qué se debe hacer o qué se debe evitar con relación al riesgo. Debería indicarse tanto el riesgo o peligro existente por incumplimiento de las normas o prohibiciones establecidas, o por no utilizar los medios de protección previstos, como el riesgo residual que pudiera quedar tras cumplir los requisitos anteriores y para el que se deba tener algún tipo de precaución. También debería informarse de los riesgos presentes en caso de acciones inadecuadas que previsiblemente pudieran darse (imprudencias o errores).

7.2. Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos.

7.3. Elementos de protección personal o colectivo que es necesario utilizar.

7.4. Aclaraciones sobre operaciones que están estrictamente prohibidas o que deban realizarse bajo la supervisión de algún responsable.

8. Notificación y conformidad

Para garantizar que los estudiantes han sido formados e informados sobre los posibles riesgos presentes en las prácticas y sobre las normas, obligaciones, prohibiciones y elementos de protección a utilizar, además de realizar de manera efectiva las tareas de formación e información, los estudiantes deberán comunicar por escrito

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
61

que han sido informados sobre estos aspectos, y que aceptan las normas establecidas. Para ello deberán firmar y entregar una hoja adjunta al guión de la actividad o práctica sobre seguridad. De este modo se harán responsables de las consecuencias que pueda acarrear sobre su persona, sobre otros compañeros o sobre las instalaciones y equipamientos el incumplimiento de las normas de seguridad sobre las que han sido informados. Si es necesario, esta notificación puede hacerse para cada práctica impartida. Un documento similar deberá ser firmado por todos los docentes y otro personal que participe de las actividades del taller o laboratorio.

9. Protección contra contactos en las instalaciones y equipos eléctricos.

9.1. En las instalaciones y equipos eléctricos, para la protección de personas contra los contactos con partes habitualmente en tensión se adoptarán algunas de las siguientes medidas preventivas:

9.1.1. Se alejarán las partes activas de la instalarán a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, para evitar un contacto fortuito o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos puedan ser utilizados cerca de la instalación.

9.1.2. Se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo.

9.1.3. Se interpondrán obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos habituales.

9.2. Para la protección contra los riesgos de contacto con las masas de las instalaciones que puedan quedar accidentalmente con tensión, se adoptarán, en corriente alterna, uno o varios de los dispositivos de seguridad:

9.2.1. Puesta a tierra de las masas. Las masas deben estar unidas eléctricamente a una toma de tierra o a un conjunto de tomas de tierra interconectadas, que tengan una resistencia apropiada. Las instalaciones, tanto con neutro aislado de tierra como con neutro unido a tierra, deben estar permanentemente controladas por un dispositivo que indique automáticamente la existencia de cualquier defecto de aislamiento, o que separe automáticamente la instalación o parte de la misma en la que esté el defecto de la fuente de energía que la alimenta.

9.2.2. De corte automático o de aviso, sensibles a la corriente de defecto (interruptores diferenciales), a o la tensión de defecto (relés de tierra).

9.2.3. Unión equipotencial o por superficie aislada de tierra o de las masas (conexiones equipotenciales).

62

9.2.4. Separación de los circuitos de utilización de las fuentes de energía, por medio de transformadores o grupos convertidores manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización, incluido el neutro.

9.2.5. Por doble aislamiento de los equipos y máquinas eléctricas.

9.3. En corriente continua, se adoptarán sistemas de protección adecuados para cada caso, similares a los referidos para la alterna.

10. Herramientas eléctricas

En la instalación y utilización de herramientas eléctricas son obligatorias las siguientes prescripciones:

10.1. Las masas de cada aparato estarán puestas a tierra. Si se trata de un equipo de soldadura, uno de los conductores del circuito de utilización podrá ser conectado a masa cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa.

10.2. Las superficies exteriores estarán aisladas.

10.3. Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos estarán cuidadosamente aislados.

10.4. Cuando los trabajos con herramientas eléctricas en locales muy conductores (húmedos o mojados) no se emplearán tensiones superiores a 50 V. En el caldo de soldadoras eléctricas, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no superará los 90 V en corriente alterna y los 150 V en corriente continua. El equipo de soldadura debe estar colocado en el exterior del recinto en que opera el trabajador.

10.5. La persona que esté trabajando con cualquier tipo de herramienta dispondrá y utilizará viseras, capuchones o pantallas para la protección de su vista y discos o manoplas para proteger sus manos, mandiles de cuero y botas, según lo requieran las circunstancias.

11. Electricidad estática

Para evitar los peligros de la electricidad estática y, especialmente, que se produzcan chispas en ambientes inflamables, se adoptarán, en general, las siguientes precauciones:

11.1. La humedad relativa del aire se mantendrá sobre el 50 %.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
63

11.2. Las cargas de electricidad estática que puedan acumularse en los cuerpos metálicos serán neutralizadas por medio de conductores de tierra. Especialmente se efectuará esta conexión a tierra:

11.2.1. En los ejes y bancadas de las transmisiones a correas y poleas.

11.2.2. En el lugar más próximo en ambos lados de las correas y en el punto donde salgan de las poleas, mediante peines metálicos.

11.2.3. En los objetos metálicos que se pinten o barnicen con pistolas de pulverización. Estas pistolas también se conectarán a tierra.

11.3. En sustitución de las conexiones a tierra a las que se refiere el apartado anterior se aumentará hasta un valor suficiente la conductibilidad a tierra de los cuerpos metálicos.

12. Motores eléctricos

12.1. Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados, dispuestos de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos, a menos que:

12.1.1. Estén instalados en locales aislados y destinados exclusivamente para motores.

12.1.2. Estén instalados en altura no inferior a tres metros sobre el piso o plataforma, o

12.1.3. Sean de tipo cerrado.

12.2. Nunca se instalarán motores eléctricos que no tengan el debido blindaje antideflagrante o que sean de un tipo antiexplosivo probado, en contacto o proximidad con materias fácilmente combustibles, ni en locales cuyo ambiente contenga gases, partículas o polvos inflamables o explosivos.

12.3. Los tableros de distribución para el control individual de los motores serán de tipo blindado, y todos sus elementos a tensión estarán en un compartimiento cerrado.

13. Conductores eléctricos

13.1. Los conductores eléctricos estarán debidamente aislados respecto a tierra.

13.2. Los conductores portátiles y los conductores suspendidos no se instalarán ni emplearán en circuitos que funcionen a una tensión superior a 250 V a tierra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
64

de corriente alterna, a menos que dichos conductores portátiles cumplan con todas las normas vigentes al respecto.

13.3. Se prohíbe el uso de conductores desnudos en todo caso.

13.4. Los conductores o cables para instalaciones en ambientes inflamables, explosivos o expuestos a la humedad, corrosión, etc., estarán homologados para este tipo de riesgo.

13.5. Todos los conductores tendrán sección suficiente para que el coeficiente de seguridad, en función de los esfuerzos mecánicos que soporten sea el adecuado.

14. Equipos y herramientas eléctricas portátiles

14.1. La tensión de alimentación en las herramientas eléctricas portátiles de cualquier tipo no podrá exceder de 250 V con relación a tierra. Si están provistas de motor tendrán dispositivo para unir las partes metálicas accesibles del mismo a un conductor de protección.

14.2. En los aparatos y herramientas eléctricos que no lleven dispositivos que permitan unir sus partes metálicas accesibles a un conductor de protección, su aislamiento corresponderá en todas sus partes a un doble aislamiento reforzado, constituyendo la aislación clase II. Tales equipos o herramientas deben contar con la siguiente indicación:

14.3. Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles en emplazamientos muy conductores, éstas estarán alimentadas por una tensión no superior a 24 V, si no son alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

14.4. Los cables de alimentación de las herramientas estarán protegidos por material resistente que no se deteriore por roces o torsiones no forzadas.

14.5. Se evitará el empleo de cables de alimentación largos, instalando enchufes en puntos próximos.

14.6. Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia mecánica. Su tensión de alimentación no podrá exceder de 24 V, si no son alimentadas por medio de transformadores de separación de circuitos.

15. Trabajos en instalaciones de baja tensión: estos trabajos deberán ser realizados por personal calificado o autorizado, según corresponda (Ver Protocolo General de Ins-

65

talaciones Eléctricas para la Universidad Nacional de Córdoba), pero, en todo caso, deberán cumplirse con requisitos mínimos entre los que se cuentan:

15.1. Antes de iniciar cualquier trabajo en baja tensión se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo. Toda instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto. Además del equipo de protección personal (casco, gafas, calzado, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

- Guantes aislantes
- Banquetas o alfombras aislantes
- Vainas o caperuzas aislantes
- Comprobadores o discriminadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Material de señalización (letreros, barreras, banderines, etc.).
- Lámparas portátiles
- Transformadores de seguridad
- Transformadores de separación de circuitos

15.2. En los trabajos que se efectúen sin tensión:

15.2.1. Será aislada la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.

15.2.2. Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento citados, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.

15.2.3. Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión de cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.).

15.2.4. No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.

15.3. Cuando se realicen trabajos en instalaciones eléctricas en tensión, el personal encargado de realizarlos estará adiestrado en los métodos de trabajo a

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
66

seguir en cada caso y en el empleo del material de seguridad, equipo y herramientas.

16. Efectos de la corriente eléctrica

Es bueno tener presente los diversos efectos que la corriente eléctrica puede provocar sobre los organismos vivos, y que pueden revestir mayor o menor gravedad, según numerosas condiciones. De todos modos, se deben extremar las precauciones para evitarlos. Dichos efectos de la corriente se pueden dividir en:

16.1. Efectos directos: son provocados por la corriente al circular por el cuerpo.

- Alteraciones funcionales
- Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
- Asfixia - paro respiratorio.
- Tetanización muscular.

16.2. Efectos indirectos:

No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a actos involuntarios de los individuos afectados por golpes contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente, que si bien por él mismo a veces no pasa de ocasionar un susto o una sensación desagradable, sin embargo sí puede producir una pérdida de equilibrio con la consiguiente caída al mismo nivel o a distinto nivel y el peligro de lesiones, fracturas o golpes con objetos móviles o inmóviles que pueden incluso llegar a producir la muerte.

17. Elementos de protección personal (EPP's).

Los Elementos de Protección Personal son aquellos destinados a ser llevados o sujetados por la persona para que le proteja de uno o varios riesgos; quedan excluidos de este concepto la ropa de trabajo no diseñada específicamente para la protección contra los riesgos y algunos equipos especiales tales como los de socorro y salvamento o el material deportivo.

Mientras se esté trabajando en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, se usará ropa sin accesorios metálicos y se evitará el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; se llevarán las herramientas o equipos en bolsos y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

Las reglamentaciones en vigor clasifican los EPP's en tres categorías, según el nivel de gravedad de los riesgos frente a los que protegen:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
67

17.1. **Categoría I.** ***Riesgo bajo o mínimo.*** Cuando el usuario pueda juzgar por sí mismo su eficacia y pueda percibir por sí mismo y a tiempo, sin peligro para el usuario, los efectos de los riegos cuando éstos son graduales.

17.2. **Categoría II.** ***Riesgo medio o grave.*** Los que no pertenecen a las otras dos categorías.

17.3. **Categoría III.** ***Riesgo alto, muy grave o mortal.*** Los destinados a proteger de todo riesgo mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que se pueda descubrir a tiempo su efecto inmediato.

Los EPP's deben responder a normas de conformidad vigentes, por las que se garantiza que el fabricante cumple con los requisitos, exámenes de conformidad y controles de calidad exigibles

17.4. **Selección, utilización y mantenimiento:** Para la correcta selección de los EPP's, deben seguirse los siguientes pasos:

17.4.1. Análisis y evaluación de los riesgos que no se puedan evitar por otros medios.

17.4.2. Definición de las características necesarias para que los EPP's respondan a los riesgos, incluyendo los riesgos que conlleven los propios EPP's.

17.4.3. Evaluación de las características de los EPP's disponibles en el mercado. Los EPP's deben ser suministrados con instrucciones de uso y mantenimiento, que deben ser seguidas por el usuario y por la Institución.

Los usuarios de los EPP's deben utilizarlos de manera correcta, según las normas fijadas por la Institución, que debe informarles de los riesgos a cubrir, de la necesidad de su utilización correcta y formarles para ello en caso necesario.

17.5. **Elementos de protección personal de uso habitual en trabajos eléctricos.**

17.5.1. **Protectores de la cabeza:** Los cascos de protección para la cabeza son todos de Categoría II. Estos elementos están destinados a proteger la parte superior de la cabeza del usuario contra objetos en caída, y debe estar compuesto como mínimo de dos partes: un armazón y un arnés.

Para una buena protección, el casco debe ajustar a la talla de la cabeza del usuario; está concebido para absorber la energía de un impacto mediante la destrucción parcial o mediante desperfectos del armazón y del arnés por lo que, aun en el caso de que estos daños no sean aparentes, cualquier casco que haya sufrido un impacto severo debe ser sustituido.

Existe peligro al modificar o eliminar cualquier elemento original del casco sin seguir las recomendaciones del fabricante. No se podrán adap-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 68

tar al casco accesorios distintos a los recomendados por el fabricante del casco. No se le podrá aplicar pintura, disolventes, adhesivos o etiquetas auto- adhesivas, excepto si se efectúa de acuerdo con las instrucciones del fabricante del casco.

Deben proporcionar aislamiento eléctrico. Este requisito pretende asegurar la protección del usuario durante un corto período de tiempo contra contactos accidentales con conductores eléctricos activos con un voltaje hasta 440 Vac.

17.5.2. Protectores de los ojos: Todos los protectores oculares y filtros son de Categoría II, excepto los que están destinados a proteger en trabajos con radiaciones ionizantes, riesgos eléctricos o para trabajos en ambientes calurosos de temperatura superior a 100 °C, que son de Categoría III.

Se deben usar siempre que se estén realizando trabajos de soldadura. Se utilizarán pantallas faciales para protección contra el arco eléctrico y cortocircuitos.

17.5.3. Protección de las manos: Los guantes y manoplas de Protección contra Riesgos Eléctricos pertenecen a la Categoría III.

Los guantes y manoplas de material aislante se clasificarán por su clase y por sus propiedades especiales:

CLASE	Tensión de prueba [V] (Valor Eficaz)	Tensión máxima de utilización [V]
00	2.500	500
0	5.000	1.000
1	10.000	7.500
2	20.000	17.000
3	30.000	26.500
4	40.000	36.500

CATEGORÍA	RESISTENCIA
A	ACIDOS
H	ACEITES
Z	OZONO
M	MECÁNICAS
R	TODAS LAS ANTERIORES (A+H+Z+M)
C	MUY BAJAS TEMPERATURAS

17.5.4. Protección de los pies: El calzado de seguridad pertenece a la Categoría II. Se debe usar calzado de protección en todas aquellas operaciones que entrañen trabajos eléctricos o en instalaciones eléctricas de baja y alta

69

tensión. Debe ofrecer una resistencia entre 100 kΩ y 1000 MΩ en las condiciones previstas de ensayo al paso de la corriente eléctrica.

17.5.5. Ropa de protección: Pertenece a la Categoría II. Deberá usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos: maniobras en seccionadores o interruptores con contactos al aire, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.

Estará confeccionada de cuero curtido u otro material de características ignífugas similares y carecerá de elementos metálicos.

17.6. Elementos de protección de uso habitual en trabajos y maniobras eléctricas.

17.6.1. Banquetas aislantes: de dos tipos: de interior y de exterior. Para su utilización se situarán lejos de las partes del entorno que están puestas a tierra (paredes, resguardos metálicos, etc.). La persona encargada de los trabajos evitará, asimismo, contactos con dicha parte.

17.6.2. Detector de ausencia de tensión: De varios tipos: detector óptico, detector acústico y detector óptico- acústico. Pueden llevar incorporado el dispositivo de comprobación de funcionamiento del detector.

Para su uso deben acoplarse a pértigas aislantes apropiadas a la tensión y el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banquetas aislantes.

Siempre se comprobará el funcionamiento ***antes*** y ***después*** de su utilización.

El detector de tensiones sólo debe usarse dentro del rango de tensiones indicado en su placa de características.

17.6.3. Pértiga aislante: Hay pértigas de interior y de exterior. Sus principales usos son la comprobación de la ausencia de tensión, maniobra de seccionador, colocación y retirada de los equipos de puesta a tierra, limpieza de equipos, extracción y colocación de fusibles, etc.

Para su uso el personal deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banqueta aislante apropiados a la tensión nominal. Durante su utilización no deberá rebasarse la indicación de posición límite de las manos. Debe verificarse que exteriormente no presente defectos, suciedad ni humedad. Se debe limpiar la parte aislante con silicona.

17.6.4. Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito: Existe en el mercado una gama muy variada y para diversos usos, de equipos, pinzas, bridas de sujeción y puntos fijos de sujeción.

70

18. Primeros Auxilios en caso de accidentes eléctricos

Toda persona que realice actividades en talleres o laboratorios de la UNC deberá estar entrenada en las prácticas de primeros auxilios. De todos modos, en caso de accidente eléctrico, en primer lugar habrá de procederse a eliminar el contacto, para lo cual deberá cortarse la alimentación eléctrica si es posible. En caso de que ello no sea posible, se tenderá a desprender a la persona accidentada, para lo cual deberá actuarse, con las debidas precauciones (utilizando guantes, aislarse de la tierra, empleo de pértigas de salvamento, etc.), ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente eléctrica.

18.1. Accidentes por baja tensión:

- Cortar la corriente eléctrica, si es posible
- Evitar separar a la persona accidentada directamente y especialmente si está húmeda.
- Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con herramienta de mango aislante

18.2. Accidentes por alta tensión

- Cortar la subestación correspondiente
- Prevenir la posible caída si está en alto
- Separar la víctima con auxilio de pértiga aislante y estando provisto de guantes y calzado aislante y actuando sobre banqueta aislante
- Librada la víctima, deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole las técnicas de primeros auxilios convenientes.

19. Riesgos y precauciones a tener con las lámparas eléctricas de iluminación y sus accesorios

19.1. Características de los principales tipos de lámparas:

- Las ***lámparas fluorescentes***, tanto las comunes como las compactas, son lámparas de descarga de baja presión que funcionan bajo el siguiente principio: después del encendido inicial, el vapor del mercurio en el tubo de vidrio emite la radiación UV. Esta radiación es convertida en luz visible por los fósforos en el interior del tubo de vidrio, en un una luz cuyo color depende de los mismos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 71

El dispositivo de control ("balasto", generalmente electrónico), está generalmente integrado en la cubierta de la lámpara, mientras que en otros casos es externo. Los fósforos utilizados son sustancias completamente inertes que no plantean ningún riesgo a la salud aun si son liberados como resultado de la rotura de una lámpara.

Cuando las lámparas están frías, el mercurio está presente en forma de una pequeña combinación de mercurio/hierro en el tubo de descarga (bulbo). Cuando son encendidas, el mercurio se vaporiza mientras la temperatura del bulbo se eleva, y el vapor de mercurio necesario para la descarga llena el bulbo por completo. El mercurio se libera si la lámpara se rompe.

- Las ***lámparas de mercurio de arco corto*** son lámparas de descarga que contienen mercurio, en potencias que van desde 50W hasta 8000W para operar tanto en corriente alternada como en corriente continua, dependiendo del tipo.

  Cuando las lámparas están frías, (a temperatura ambiente), el mercurio se presenta en forma de pequeñas gotas metálicas en el tubo de descarga (bulbo). Cuando la lámpara se enciende, el mercurio se vaporiza y la temperatura en el bulbo se eleva alcanzando aproximadamente los 10000 °C en el arco entre los electrodos. La temperatura en la pared interior del bulbo es de alrededor de 800° C. Cuando se alcanza el equilibrio térmico (que puede tomar de 1 a 10 minutos después de encendida la lámpara, dependiendo del tipo), el vapor de mercurio ejerce una presión de aproximadamente 30 a 70 bar en el bulbo, dependiendo del tipo de la lámpara.

  En todas las lámparas de arco corto, el material de las extremidades de los electrodos se pierde durante el funcionamiento normal. Esto no sólo hace que el bulbo se ennegrezca sino también aumenta el espacio entre los electrodos y por lo tanto aumenta el voltaje de la descarga de la lámpara. Para evitar sobrecargas, las lámparas operadas en CC, solamente pueden utilizarse con dispositivos de control de salida constante (rectificadores principales); las lámparas que operan con CA solo pueden ser utilizadas con las reactancias adecuadas.

- Las ***lámparas de sodio de baja presión*** están disponibles en una gama que va desde los 18W hasta los 180W. En la lámpara, que no contiene mercurio, el sodio está presente en forma sólida a temperatura ambiente y se vaporiza en el bulbo interno durante el proceso de descarga. El vapor del sodio llena el bulbo durante la operación. Si una lámpara se rompe durante la operación, dicho vapor de sodio es liberado y puede inflamarse al hacer contacto con el aire. El sodio se puede condensar y reaccionar con la humedad y el dióxido de carbono en el aire para formar carbonato de sodio e hidróxido de sodio.

  Si una lámpara se rompe en estado frío el sodio sólido puede liberarse si se produce la rotura del bulbo interno y bajo ciertas circunstancias iniciar una

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 72

explosión si hay alta humedad o agua, formando un hidróxido de sodio corrosivo.

- Las ***lámparas de sodio de alta presión*** son lámparas para operación en corriente alternada, en las cuales toma lugar una descarga bajo presión en una atmósfera de vapor de sodio/mercurio. Las lámparas de sodio alta presión están disponibles desde 50W hasta 1,000W y pueden ser operadas con arrancadores externos o integrados.

  A temperatura ambiente, el mercurio y el sodio metálico están en estado sólido como una amalgama de sodio. Cuando se enciende la lámpara, tanto el mercurio como el sodio se vaporizan al tiempo que la temperatura en el tubo de descarga y en el arco entre los electrodos, se eleva. La temperatura del bulbo exterior es de entre 100 y 500 °C (máx.) dependiendo de la potencia. Cuando se alcanza el equilibrio térmico, el mercurio ejerce una presión de hasta 2 bar en las paredes del tubo de descarga.

- Las ***lámparas de halogenuros metálicos*** son lámparas previstas para operación tanto en corriente alternada como en corriente continua. En ellas el arco de descarga funciona a alta presión en una atmósfera de vapor de halógeno, mercurio y tierras raras. Las lámparas de halogenuros metálicos están disponibles desde 35 a 18,000W.

  Sus características de funcionamiento son similares a las de las lámparas de mercurio de arco corto pero en este caso, la presión ejercida por el vapor de mercurio en el bulbo puede alcanzar los 200 bar, dependiendo del tipo de lámpara.

- Las ***lámparas de proyector de video*** pertenecen a la familia de lámparas en las cuales el arco de descarga funciona a alta presión en una atmósfera de vapor del mercurio. Están disponibles en potencias desde 100W hasta 300W y se comportan como las lámparas de mercurio de arco corto.

  En este tipo de lámparas, el vapor de mercurio ejerce una presión más de 200 bar en el tubo de descarga. Después que se apaga la lámpara, el mercurio se condensa nuevamente después de un par de minutos de enfriamiento.

19.2. Contenidos de mercurio de los distintos tipos de lámparas

	Tipo de Lámpara	Contenido de Mercurio
1	Fluorescentes – Fluorescentes compactas ("de bajo consumo")	3 a 8 mg
2	Lámparas de mercurio de arco corto de 50/100 W	20 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 200 W	120 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 350 W	300 mg máx

UNIVERSIDAD 73 VBODA

Tipo de Lámpara		Contenido de Mercurio
	Lámparas de mercurio de arco corto de 500 W	500 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 1000 W	600 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 1500 W	800 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 2000/2500 W	5000 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de > 3500 W	35000 mg máx
3	Lámparas de sodio de baja presión	Libres de Hg
4	Lámparas de sodio de alta presión de 50 a 400 W	24 mg
	Lámparas de sodio de alta presión de 400 a 1000 W	50 mg
5	Lámparas de halogenuros metálico – de 35 W a 250 W	5 mg a 20 mg.
	Lámparas de halogenuros metálico – de 250 W	40 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 300 W a 700 W	120 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 1200W a 2500W	190 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 4000W a 6000 W	460 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 12 kW a 18 kW	1120 mg máx
6	Lámparas de proyectores de video – de 100 a 300 W	11 mg a 32 mg

19.3. Dispositivos de control electrónico ("balasto electrónico")

El dispositivo de control electrónico representa un paso importante en el camino hacia una eficiente iluminación. Además de ofrecer ventajas económicas, el uso de dispositivos de control electrónico ayuda a proteger el medio ambiente. Los componentes utilizados (las resistencias, condensadores, transformadores y transistores) son de diseño simple.

Los condensadores son del tipo lámina y contienen etilenglicol como electrolito. Generalmente, los condensadores electrolíticos no contienen PCBs o compuestos asociados ni éteres de bifenil o difenil polibromenado. Los dispositivos de control, en general, están libres de silicona (< 2 μg absolutos) y no son utilizados componentes que contienen PVC.

- **Comportamiento ante un incendio:** Generalmente, el material de la envoltura plástica cumple con los requisitos normativos en términos de inflamabilidad. Como el dispositivo de control electrónico contiene retardadores de incendio que contienen bromo por razones de seguridad operacional, hay riesgo de que se produzcan, en caso de incendio, dibenzodioxanos policlorados y furanos que son particularmente tóxicos. En los dispositivos más modernos, se procura que los retardadores de incendio que contienen bromo no formen dioxinas cloradas o furanos.

74

19.4. Riesgos para la salud:

- Inhalar mercurio o componentes de mercurio en forma de vapor o polvo puede ocasionar problemas de salud. Los polvos y vapores de mercurio se absorben casi completamente por vía pulmonar aunque también puede ser absorbido a través de la piel. Las sales de mercurio producen lesiones en la piel y en las mucosas. Es un metal pesado altamente tóxico y bioacumulable, que se va depositando en diferentes órganos y tejidos del cuerpo en humanos y animales. Básicamente afecta el sistema nervioso, los riñones, los pulmones, el hígado y el cerebro. Este metal puede combinarse con otros elementos tales como el cloro, azufre u oxígeno para formar compuestos de mercurio inorgánico o sales, que son generalmente polvos o cristales blancos. La transformación biológica del mercurio metálico lo convierte en mercurio orgánico (metilmercurio), sustancia tóxica que genera daños a la salud humana, se disuelve fácilmente en grasa y pasa la barrera hemato-encefálica y la placenta. Tiene potencial mutágeno y teratógeno (como sustancia probadamente nociva para los fetos), por lo que ha sido incluido en la lista de sustancias que afectan el embarazo.

- Si el sodio o el hidróxido de sodio tienen contacto con la piel se pueden producir quemaduras cáusticas. Lavar inmediatamente con agua corriente; si este salpica los ojos, enjuagarlos y buscar inmediatamente consejo médico.

- Las lámparas de halogenuros metálicos solo pueden ser operadas si su bulbo exterior está intacto porque de otra manera, la intensa radiación UV que escapa de ellas puede dañar los ojos y causar irritación en la piel.

- Durante la operación normal, las lámparas de xenón de arco corto emiten altos niveles de radiación UV y por lo tanto solo pueden ser utilizadas en luminarias cerradas construidas con este propósito. Si las lámparas son utilizadas sin protección, pueden causar serios daños a los ojos y a la piel, si llegaran a estallar. El bulbo de la lámpara de xenón está bajo alta presión constante. Existe el riesgo de que pueda estallar con fuerza explosiva si se encuentran golpeados o dañados.

- Las lámparas para proyectores de video solo puede ser operadas si el bulbo y el reflector están intactos. La intensa radiación UV que escapa de estas lámpara puede dañar los ojos y causar irritación en la piel. Por lo tanto **ellas solo pueden ser utilizadas en las unidades equipadas con medidas de** protección adecuadas.

19.5. Precauciones a tener en cuenta en caso de rotura:

- Todas las personas en el ambiente deben abandonar el mismo lo más rápido posible para evitar inhalar el vapor de mercurio.

UNIVERSIDAD NACIONAL
75

- Ventilar la habitación por uno 20-30 minutos como mínimo.

- Una vez que la luminaria se enfrió y antes de que vuelva a ser utilizada, todos los residuos de mercurio debe ser eliminado del interior de la luminaria. Para evitar contacto con la piel, se recomienda el uso de guantes desechables. El mercurio líquido puede ser removido con los agentes de absorción comerciales.

- En el caso de las lámparas de vapor de sodio, después que la luminaria se haya enfriado y en cualquier caso antes de que vuelva a ser utilizada, debe ser limpiada de cualquier rastro de hidróxido de sodio con un paño húmedo. Utilizar guantes y anteojos protectores para prevenir quemaduras cáusticas. Precaución: el sodio pegado al vidrio roto puede incendiarse con fuerza explosiva.

- En el caso de rotura del tubo de descarga, quitar cuidadosamente todos los pedacitos del mismo.

- Si el bulbo exterior o la cubierta de la luminaria se rompen, la lámpara se debe apagar de inmediato.

- Mantener las lámparas en sus tubos protectores durante toda la instalación.

- Si está manejando las lámparas sin sus tubos protectores, utilizar siempre anteojos de seguridad, mascara, guantes con protectores de muñeca y un protector de pecho.

1.- OBJETIVO

Establecer lineamientos generales de trabajo y las acciones a realizar en todas las actividades que conlleven la manipulación de material biológico en general.

2.- ALCANCE

Este instructivo se aplica a todas las entidades que manipulan material biológico en dependencias de la UNC.

3.- DEFINICIONES Y SIGLAS

3.1 DEFINICIONES

Accidente: Evento (suceso o cadena de sucesos) no planeado, que origina lesión, enfermedad, muerte, daño u otras pérdidas.
Bioprotección: Conjunto de medidas de protección de la institución y del personal destinadas a reducir el riesgo de pérdida, robo, uso incorrecto, desviaciones o liberación intencional de patógenos o toxinas.
Bioseguridad: Conjunto de medidas, principios, técnicas y practicas aplicadas para reducir al mínimo el riesgo frente al peligro ante el cual un individuo está expuesto; con el fin de evitar la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental.
Desinfección: Inactivación de todos los microbios exceptuando a las Esporas.
Evaluación de Riesgo: Proceso global de estimación de la magnitud de riesgo, y su significancia.
Esterilización: Inactivación de todos los microbios.
Incidente: Evento no planeado que tiene la potencialidad de conducir a un accidente, sin producir daños a personas, bienes o instalaciones.
Peligro: Situación con potencial para producir daños en términos de lesión a personas, enfermedad ocupacional, daños a la propiedad, al medio ambiente, o una combinación de estos.
Residuo Infeccioso: Un residuo se considerará infeccioso si contiene microbios patógenos con suficiente virulencia y en tal cantidad, que la exposición a un residuo por parte de un huésped sensible puede derivar en una enfermedad infecciosa.
Residuo patológico: Se considera un residuo peligroso, aplicándose la misma definición.
Residuo peligroso: Todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o ambiente en general.
Riesgo: Combinación entre la probabilidad de que ocurra un determinado evento peligroso (daño, lesión o enfermedad) y la magnitud de sus consecuencias.
Toxicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos a sus productos metabólicos que poseen la capacidad de, a determinadas dosis, provocar una acción química o químico-física un daño en la salud, funcional u orgánico, reversible o irreversible, luego de estar en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía.
Virulencia: Propiedad de un agente patógeno infectante de provocar un cuadro morboso en un huésped determinado.

4.- REFERENCIAS

- Bioseguridad en Laboratorios de Microbiología y Biomedicina – CDC Departamento de Salud y Servicios Humanos – 4ta. Edición 2001.
- Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention and National Institutes of Health Fifth Edition 2007.

- Manual de Bioseguridad en el Laboratorio – Tercera Edición. Organización Mundial de la Salud. 2005.
- Norma NM ISO 15189. Laboratorio de análisis clínicos – Requisitos particulares para la calidad y la competencia.
- Guidelines for the Safe Transport of Infectious Substances and Diagnostic Specimens. World Health Organization. 1997
- Instructivo Operativo de Gestión de Residuos Peligrosos (IO LA.02). CEQUIMAP, Fac. Cs. Qcas., UNC. 2005.
- Procedimiento de Gestión de Residuos Patológicos. Universidad Nacional de Córdoba. 2008. (PG UNC.02)
- Ley 23798. Ley Nacional de SIDA.
- DECRETO1244/1991 de la Ley Nacional de SIDA (23798).
- Ley 22990. Ley Nacional de Sangre.
- Ley 24151. Ley de Vacunación Obligatoria contra la Hepatitis B en el personal de salud.
- RESOLUCION228/1993. Normas de Bioseguridad para uso de establecimientos de salud.
- Guía de trabajos prácticos del Practicanato Preparatorio – Asignatura Practicanato Profesional, Departamento de Bioquímica Clínica – Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Córdoba – Año 2007.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Protection of Laboratory Workers From Occupationally Acquired Infections; Approved Guideline-Third Edition. CLSI document M29-A3.
- Ley 24051. Residuos Peligrosos.
- Decreto Reglamentario Provincial N°2149/03 de adhesión a la Ley Nacional 24.051

5.- RESPONSABLES

Todas las unidades académicas pertenecientes a la Universidad Nacional de Córdoba deberán fijar un responsable de Higiene y Seguridad Laboral. El mencionado profesional arbitrará las medidas para garantizar el cumplimiento del presente protocolo y todos aquellos protocolos específicos necesarios acorde a las distintas actividades de cada dependencia.

6.- DESARROLLO

6.1 Lineamientos generales

El trabajo en laboratorios en los cuales se manipula material biológico requiere de ciertas precauciones debido a los *riesgos* y *peligros* que ocasiona contactar con muestras biológicas potencialmente infecciosas y con reactivos de una alta carga de toxicidad. A través de la "contención", se reduce la exposición del personal de laboratorios y del medio ambiente externo a agentes potencialmente peligrosos, así como el uso indebido de los mismos.

Las Precauciones Universales de Bioseguridad (PUB) están orientadas a la prevención de infecciones ocupacionales, causadas al operador por microorganismos transmitidos por injuria o contacto con diferente tipos de *muestras biológicas,* como por ejemplo: 1- Muestras de humanos u otros primates como sangre (y sus derivados), líquidos corporales tales como líquido cefalorraquídeo, pleural, articular, peritoneal, semen, secreciones vaginales, (y cualquier otro líquido visiblemente contaminado con sangre); 2- Líneas celulares humanas y no humanas; 3- Microorganismos en general, bacterias, virus, hongos, parásitos; 4- cualquier otro tipo de material biológico que no sea necesariamente líquido (material de biopsias, materia fecal, material destinado a estudios bacteriológicos), etc.

6.2 Lineamientos específicos

Se recomienda emplear las prácticas, los equipos de contención y las instalaciones de un Nivel de Bioseguridad 2 (NB-2) para todas las actividades que utilizan material potencialmente infeccioso, como fluidos y tejidos corporales. Se recomienda una contención primaria adicional y medidas de precaución por parte del personal, como aquellas descriptas para el NB-3, para las actividades que pueden producir gotas (spray) o aerosoles y para las actividades que producen concentraciones de materiales infecciosos.
Por todo lo arriba mencionado, se considera de importante la aplicación de las siguientes pautas:

1- El operador una vez que ingresó al laboratorio debe lavarse las manos con abundante agua y jabón, y si hay disponible utilizar solución antiséptica.
2- Colocarse vestimenta apropiada: guantes, chaquetilla, guardapolvo.
3- Siempre utilizar guantes para trabajar, de esta manera evita el contacto de la piel con agentes infecciosos y tóxicos que penetran por la misma. Si sus manos o labios están lastimados extreme la seguridad.
4- Las superficies de trabajo deben ser descontaminadas una vez al día con soluciones de probada eficacia microbicida, Ej.: Hipoclorito de Sodio (NaClO) 0,1% (esta actividad debe realizarse al comienzo del día de trabajo así como al finalizar el mismo), y luego de cualquier salpicadura con material biológico con NaClO 0,5%, contacto mínimo 30 minutos.
5- Protección bucal y/o facial en caso que se requiera (Ej.: uso de barbijo si existe la posibilidad de transmisión aérea del agente patógeno).
6- Después de haber realizado el trabajo donde haya contactado con agentes tóxicos o infecciosos, el operador debe sacarse los guantes y lavarse cuidadosamente las manos con abundante agua y jabón.
7- Evite contactar con los guantes sobre superficies no relacionadas (Ej.: picaportes, teléfonos, material de lectura, teclados de computadoras, etc.); si fuese necesario organice el trabajo de tal manera de seguir una coherencia en las actividades, a saber: que todo el personal manipule con guantes un determinado teclado de computadora, una lapicera en particular, un marcador determinado, etc.
8- Siempre adopte como práctica el lavado de las manos antes de dejar el laboratorio. Para el secado utilice secadores de manos de aire caliente o toallas de papel descartables o de tela perfectamente limpia e individual, asegúrese de desechar los residuos en forma adecuada.
9- No manipule material bibliográfico dentro del laboratorio (Ej.: libros, atlas, cuadernos, planillas), utilice una zona "limpia" para hacerlo como biblioteca, sala de estudios, etc.).
10- Utilice su pelo siempre recogido dentro del laboratorio, de esta manera evitará la diseminación de contaminación.
11- Esta prohibido el pipeteo con la boca de cualquier tipo de sustancia; ya sea material biológico o reactivos del laboratorio (inclusive H2O destilada). Para ello se pueden utilizar "Propipeta o Pera de Goma ".
12- Evite comer, beber, fumar, manejar lentes de contacto y aplicarse cosméticos dentro del laboratorio.
13- En el laboratorio debe haber un lugar para colocar la ropa de calle y otro lugar para la ropa de laboratorio. Se recomienda no salir del laboratorio con la ropa de trabajo y no ingresar al mismo con ropa de calle.
14- No debe realizar bromas que comprometan su seguridad y la de sus compañeros de trabajo.
15- No debe trabajar solo en el laboratorio (para poder recibir ayuda inmediata, en caso de necesitarla).

79

16- Nunca asuma que un procedimiento es "seguro". Revise previamente cada experimento, reacción y/o técnica buscando sus posibles riesgos; de ser posible consulte con personal con más experiencia y conocimiento en el tema.
17- Utilice lugares que sean de alta seguridad para trabajar con agentes químicos volátiles, inflamables y/o potencialmente infecciosos. Para ello deberá hacerlo en gabinetes de seguridad biológica o campanas de extracción.
18- Utilice lentes protectores oculares cuando realice alguna reacción con solventes volátiles tóxicos o con muestras biológicas.

6.3 Selección y descarte de material biológico

Remitirse a "Procedimiento de Gestión de Residuos Patológicos. Universidad Nacional de Córdoba. 2008. (PG UNC.02)"

6.4 Métodos para esterilización y desinfección

Es imperativo que todos los instrumentos sean lavados previo a la esterilización o desinfección. Para salvaguardar la seguridad del personal encargado de esta tarea, previo al lavado, todo el material debe ser embebido durante 30 minutos como mínimo, en algún desinfectante químico.

6.4.1. A) Esterilización por vapor o autoclave: es el método de elección para materiales e instrumentos reusables. Los autoclaves o cámaras de presión deben operarse a 121 °C (250 °F) equivalente a una presión de 1 atmósfera (101 kPa) por sobre la presión atmosférica, durante 20 minutos como mínimo. B) Esterilización por calor seco: los hornos o estufas eléctricas son apropiadas para materiales o instrumentos que pueden resistir temperaturas de 170 °C (340 °F). Este método no es aplicable para materiales plásticos ni biológicos. El tiempo mínimo de esterilización es de 2 horas a 170 °C (340 °F).

6.4.2. A) Desinfección por ebullición: se logra una desinfección de alto nivel cuando los materiales o instrumentos son puestos en agua en estado de ebullición durante 20 minutos como mínimo. Este método es práctico y simple de realizar. Inactiva microbios patógenos tales como el virus de la Hepatitis B y muy probablemente al HIV, dado que este es muy sensible al calor.
B) Desinfección por embebimiento en desinfectantes químicos: Se puede emplear una gama variada de desinfectantes químicos que sirven para inactivar diferentes agentes patógenos. En la práctica diaria estos desinfectantes químicos necesitan ser controlados, debido al agotamiento que sufren ante la presencia de materia orgánica y además por conservación inadecuada (se ve afectada su capacidad microbicida por la luz, la temperatura, la humedad, el tiempo transcurrido desde su elaboración, etc.). Deben ser preparados exactamente en las concentraciones especificadas. Para su uso deben prepararse volúmenes acorde a la cantidad de material e instrumentos a descontaminar. No es aconsejable utilizar la misma solución varios días, es necesario protegerla del calor y recambiarla periódicamente de acuerdo a la cantidad de material a descontaminar.

6.5 Preparación y aplicación de soluciones desinfectantes
Dentro de los compuestos a clorados, el Hipoclorito de sodio (agua lavandina, agua blanqueadora, agua de javel, lejía), es considerado un desinfectante de alto nivel por sus excelentes propiedades microbicidas, su bajo costo comercial y su fácil preparación. Sin embargo posee dos grandes desventajas: a) es corrosivo: sobre níquel, cromo, hierro y otros metales oxidables, las diluciones no deben ser preparadas en contenedores metálicos; y b) se deteriora: las soluciones deben ser de reciente preparación y protegidas del calor y la luz (es una solución termo y fotosensible), una rápida descomposición puede suceder en climas cálidos.

El poder desinfectante de todos los compuestos liberadores de cloro es expresado como "cloro activo o disponible". La cantidad de cloro activo requerido en soluciones de desinfección de alto nivel, depende de la cantidad de materia orgánica contenida en el material a desechar (ej. sangre y sus derivados) dado que el cloro es inactivado por consumo.
El principio activo (con actividad biológica) del Hipoclorito de sodio es el "ácido hipocloroso", dicha especie se obtiene cuando soluciones de hipoclorito de sodio se diluyen con agua corriente. Las preparaciones comerciales de la solución de hipoclorito de sodio son soluciones concentradas que tienen un pH alcalino (pH 12) lo cual favorece la conservación de la solución, aunque en estas condiciones posee baja actividad como desinfectante. La dilución con agua corriente, cuyo pH es normalmente ácido, promueve la generación de ácido hipocloroso. Las diluciones acuosas de hipoclorito de sodio tienen su punto de máxima actividad desinfectante valores de pH entre 6 y 7. Es importante destacar que el ácido hipocloroso reacciona con casi cualquier molécula orgánica, pero en cada reacción individual **desaparece una** molécula de ácido hipocloroso, es decir la solución **se agota** en su principio activo. Esta situación hace mandatario la necesidad de adecuar la relación entre agente descontaminante y material contaminado, y además la necesidad de establecer conducta para la renovación de las soluciones descontaminantes en el curso del día de trabajo en función de la **calidad y cantidad** del material a tratar. Otra consideración a tener en cuenta es que la solución concentrada de lavandina es sensible a la acción de la luz y la temperatura, agentes que actúan disminuyendo la concentración de cloro activo. Este efecto se intensifica en función del tiempo de almacenaje del producto ya que los 45 días de elaborada y conservada en condiciones ideales, la actividad del cloro disminuye significativamente. La solución concentrada deberá almacenarse en recipientes plásticos opacos a la luz y a temperaturas no mayores de 20-25 °C. Se recomienda no almacenar solución concentrada por períodos mayores de 30 días. Las soluciones hipoclorito deberán prepararse en el día y no deberán ser usadas más allá de 24 horas de preparada. Es recomendable **titular** la solución concentrada de hipoclorito de sodio antes de realizar las diluciones con agua corriente.

6.5.1. Titulación del Hipoclorito de Sodio "Cuantificación de cloro activo en una muestra de lavandina mediante la titulación con Tiosulfato de sodio en medio acético en presencia de Yoduro de Potasio"
Procedimiento: En un Erlenmeyer colocar 50 ml de agua destilada, 10 ml de Ácido Acético al 10%, 2 gr. de Yoduro de Potasio; y finalmente adicionar 1 ml de muestra problema de lavandina. Titular con una solución de Tiosulfato de Sodio 1 N hasta la desaparición del color amarillo pardo.
Cálculo:

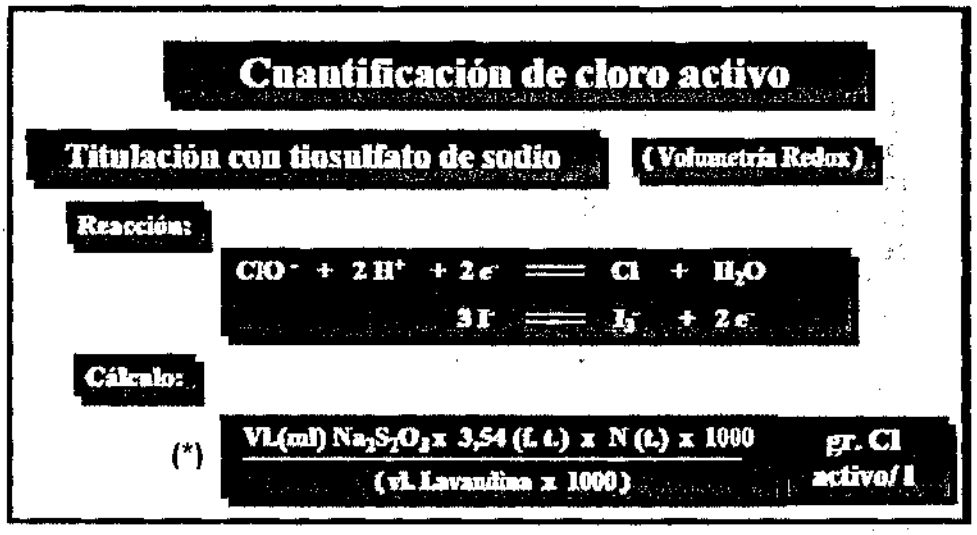


Fig.1 Retrotitulación de Hipoclorito de Sodio con Solución de Tiosulfato de Sodio.
(*) (Vol. de tiosulfato de sodio empleado expresado en ml x factor tiosulfato 3,54 x la normalidad del tiosulfato de sodio 1 N x 1000) / (volumen de lavandina x 1000) = gramos de cloro activo por litro

7-REGISTROS

R-PG UNC.06-1:
R-PG UNC.06-2:
R-PG UNC.06-3:

8-ANEXOS

9-ARCHIVO

1.- OBJETIVO

A) Establecer las pautas generales necesarias referidas a la manipulación y almacenamiento de de sustancias químicas en sus distintos estados de agregación.

B) Detallar los elementos de protección personal y elementos de protección colectiva, necesarios para desempeñar tareas que involucren la manipulación y/o exposición a sustancias químicas en el ámbito de las distintas dependencias de la Universidad Nacional de Córdoba.

2.- ALCANCE

Este Procedimiento se aplica a todas las dependencias de la Universidad Nacional de Córdoba donde se realicen actividades que involucran la manipulación de sustancias químicas: Laboratorios de Investigación; Laboratorios de Enseñanza; Talleres de Actividades Prácticas; Laboratorios Hospitalarios; Areas y/o Secciones de elaboración de Medicamentos; etc.

3.- DEFINICIONES Y SIGLAS

3.1 DEFINICIONES

1. Riesgo: Combinación entre la probabilidad de que ocurra un determinado evento peligroso y la magnitud de sus consecuencias.
2. Riesgo Químico: Riesgo derivado de manipulación
2. Peligro: Fuente o situación con potencial para producir daños en términos de lesión a personas, enfermedad ocupacional, daños a la propiedad, al medio ambiente, o una combinación de éstos.
3. Incidente: Evento no planeado que tiene la potencialidad de conducir a un accidente, no llegándose a producir daños a personas, bienes o instalaciones.
4. Accidente: Evento (suceso o cadena de sucesos) no planeado, que ocasiona lesión, enfermedad, muerte, daño u otras pérdidas.
5. Evaluación de riesgo: Proceso global de estimar la magnitud del riesgo y decidir si éste es significativo o no lo es.
6. Residuo Peligroso: Todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general
7. Corriente de desecho: Residuo Peligroso ya clasificado de acuerdo a las categorías de la Ley Nacional N° 24.051.
8. Inflamabilidad: Con esta característica se identifican residuos que presenten riesgo de ignición, siendo inflamable bajo las condiciones normales de almacenaje, transporte, manipuleo, y disposición. O bien que sean capaces de agravar severamente una combustión una vez iniciada, o que sean capaces de originar fuegos durante tareas rutinarias de manejo que puedan producir humos tóxicos y crear corrientes convectivas que puedan transportar tóxicos a áreas circundantes.
9. Corrosividad: En base a esta característica se identifica a aquellos residuos que presentan un riesgo para la salud y el ambiente debido a que:

a) En caso de ser depositados directamente en un relleno de seguridad y al entrar en contacto con otros residuos, pueden movilizar metales tóxicos.
b) Requieren un equipamiento especial (recipientes, contenedores, dispositivos de conducción) para su manejo, almacenamiento y transporte, lo cual exige materiales resistentes seleccionados.
c) Pueden destruir el tejido vivo en caso de un contacto.

10. Reactividad: Esta Característica identifica a aquellos residuos que debido a su extrema inestabilidad y tendencia a reaccionar violentamente o explotar, plantean un problema para todas las etapas del proceso de gestión de residuos peligrosos.
11. Toxicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos a sus productos metabólicos que poseen la capacidad de, a determinadas dosis, provocar una acción química o químico-física un daño en la salud, funcional u orgánico, reversible o irreversible, luego de estar en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía.

12. Infecciosidad: Esta característica identifica a aquellos residuos capaces de provocar una enfermedad infecciosa. Un residuo se considerará infeccioso si contiene microbios patógenos con suficiente virulencia y en tal cantidad, que la exposición a un residuo por parte de un huésped sensible puede derivar en una enfermedad infecciosa.
13. Teratogenicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos que por su composición producen efectos adversos sobre el feto, pudiendo ocasionar la muerte del embrión u ocasionar deformaciones, o conducir a una merma del desarrollo intelectual o corporal.
14. Mutagenicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos que en base a las sustancias que contienen provocan mutaciones en el material genético de las células somáticas (causante de cáncer) o de las células germinales (transmisión hereditaria).
15. Carcinogenicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos capaces de originar cáncer.
16. Derrame: Situación accidental en la cual una sustancia o un residuo peligroso o no tiene posibilidad de ingresar directamente al ambiente.

4.- REFERENCIAS

- Ley Nacional N° 19.587. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Decreto N° 351/79
- Ley Nacional N° 24.557. Riesgos en el Trabajo. Decreto N° 170 y 334
- Ley Nacional N° 24.051. Residuos Peligrosos. Decreto N° 831/93.
- Ley Provincial N° 8.973. Residuos Peligrosos. Decreto N° 2149/03.
- Instructivo Operativo de Gestión de Residuos Peligrosos (IO LA.02). CEQUIMAP, Fac. Cs. Qcas., UNC. 2005.
- Norma IRAM 301 - ISO/IEC 17025.
- Manual Merck de Productos Químicos.
- Prevención de Riesgos Laborales. Departamento de Educación, Universidades e Investigación. Gobierno Vasco.
- Guía de Seguridad de Laboratorios. Universidad de Alcalá. 2003
- Laboratory Safety Manual Mc Gill University.

5.- RESPONSABLES

Todas las unidades académicas pertenecientes a la Universidad Nacional de Córdoba deberán fijar un responsable de Higiene y Seguridad Laboral. El mencionado profesional arbitrará las medidas para garantizar el cumplimiento del presente protocolo y todos aquellos protocolos específicos necesarios acorde a las distintas actividades de cada dependencia.

6.- DESARROLLO

6.1 Normas Generales de Seguridad en Laboratorios

6.1.1 Normas de Conducta

-Prohibido fumar en los laboratorios.
-No consumir bebidas ni alimentos.
-No almacenar productos para consumo alimenticio en las heladeras de los laboratorios.
-No utilizar pulseras, colgantes, mangas anchas ni prendas sueltas que puedan engancharse en equipos o accesorios de laboratorio.

6.1.2 Normas de trabajo

-Trabajar con orden, limpieza y sin apuro.
-Mantener las superficies de trabajo libre de materiales que no se esten usando para los fines específicos
-Utilizar ropa y calzado acorde a las tareas a realizar. Para laboratorios utilizar Guardapolvo (por debajo de la rodilla) y calzado cubierto taco bajo.

-Utilizar los elementos de protección personal, acorde a las tareas a realizar.
-Circular por las areas de trabajo con precaución sin interrumpir las actividades que se están realizando
-No realizar pipeteos con la boca en ninguna circunstancia
-Verificar el correcto cierre de los suministros de agua y gas una vez finalizado el trabajo
-No utilizar material de vidrio agrietado o en mal estado ya que aumentan las posibilidades de roturas accidentales
-No forzar con la mano cierres de botellas, frascos, llaves de paso, obturados. Utilizar las herramientas adecuadas con los elementos de protección requeridos para tal fin
-Comprobar la temperatura de los recipientes que hayan estado sometidos a la acción del calor antes de tomarlos con las manos.

6.2 Fichas de Seguridad de Sustancias Químicas

Previo a la utilización de cualquier sustancia química se deberá consultar su respectiva ficha de seguridad, a los fines de utilizar los elementos de protección personal adecuados y estar al tanto de la peligrosidad asociada a la sustancia en cuestión.
A tal fin se completará el **R-PG UNC.03-1** Registro de Codificación de Fichas de Seguridad donde se asentará el listado de fichas de seguridad del laboratorio.
Las fichas de seguridad pueden consultarse en el sitio oficial del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Gobierno de España. www.insht.es

6.2.1 Simbología o Pictogramas de Seguridad para el etiquetado de Sustancias Químicas

6.3 Almacenamiento de Sustancias Químicas

6.3.1 Sólidos

6.3.2 Líquidos

6.3.3 Gases

6.4 Equipamiento de Protección Personal

6.5 Equipamiento de Protección Colectiva

6.6 Incidentes y Accidentes

7-REGISTROS

R-PG UNC.03-1: Registro de Codificación de Fichas de Seguridad
R-PG UNC.03-2:
R-PG UNC.03-3:

8-ANEXOS

9-ARCHIVO

85

1.- OBJETIVO

Establecer los criterios mínimos de seguridad radiológica para la utilización de trazadores radiactivos "in vitro" relacionados con el diagnostico en seres humanos o investigación.

2.- ALCANCE

La presente norma es aplicable a la realización de prácticas de laboratorio que usen fuentes radiactivas no selladas con fines de investigación o de diagnóstico "in vitro".

3.- DEFINICIONES Y SIGLAS

Autoridad Regulatoria: Es la Autoridad Regulatoria Nuclear según lo establecido en la Ley N° 24.804 denominada Ley Nacional de la Actividad Nuclear.
Dosis: Medida de la radiación recibida o absorbida pòr un órgano o cuerpo. Se utilizan, según el contexto, las magnitudes denominadas dosis efectiva, dosis equivalente, dosis colectiva y dosis efectiva comprometida. Los términos calificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés.
Equipamiento de Protección Radiológica: Instrumental empleado en una instalación o práctica para la medición de radiación ambiental y de contaminación superficial.
Fuente de Radiación: Cualquier sustancia natural o artificial, o dispositivo tecnológico que emite radiaciones ionizantes.
Instalación Clase II: Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación.
Instalación Clase III: Instalación o práctica que sólo requiere registro.
Instalación Radiactiva: Instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material radiactivo no fisionable.
Justificación: Análisis mediante el cual se evalúa si las actividades realizadas en una práctica originan un beneficio neto positivo para la sociedad.
Monitoreo: Conjunto de mediciones e interpretación de los resultados, que se realiza para evaluar la exposición a la radiación.
Optimización: Procedimiento para reducir tanto como sea razonablemente alcanzable, teniendoen cuenta factores sociales y económicos, la dosis colectiva originada en una Instalación o en una práctica.
Permiso Individual: Certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se autoriza a una persona a trabajar con fuentes de radiación, en una Instalación Clase II o en una práctica no rutinaria.
Práctica: Toda tarea con fuentes de radiación que produzca un incremento real o potencial de la exposición de personas a radiaciones ionizantes, o de la cantidad de personas expuestas.
Registro: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, a operar aquellas instalaciones en las que las dosis en los trabajadores y en el público, son poco significativas tanto en operación normal como en situaciones accidentales.
Responsable: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.
Sistema de Calidad: Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar un nivel de calidad adecuado en una instalación o práctica.

Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación Clase I o Clase II.

4.- REFERENCIAS

Norma AR 8.2.4. de la Autoridad Regulatoria Nuclear
Norma AR 10.1.1. de la Autoridad Regulatoria Nuclear
Otras Normas en www.arn.gov.ar

5.- RESPONSABLES

Serán responsables de la aplicación del presente documento, todas las personas que sean titulares de una licencia de operación o permiso individual para el manejo de radioisótopos y radiaciones, otorgada por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

6.- DESARROLLO

6.1. Clasificación de Instalaciones que pudiera haber en la UNC para el uso de trazadores radiactivos "in vitro".

Clase II:
- Investigación y desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas.

Clase III:
- Diagnóstico "in vitro" para seres humanos.
- Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.

Las instalaciones no comprendidas en los criterios anteriores serán evaluadas caso por caso y clasificadas por la Autoridad Regulatoria de acuerdo al riesgo radiológico y a la complejidad tecnológica asociados.

6.2 Criterios generales

Las instalaciones Clase II requieren una autorización de operación que se otorga a la institución responsable de la práctica con material radiactivo. Adicionalmente se requiere que el responsable cuente con un permiso individual específico para una determinada práctica.

El solicitante de una licencia de operación o permiso individual debe elevar al Consejo Superior de la UNC la documentación técnica necesaria para la solicitud de las mismas tal como figura en la página web de la Autoridad Regulatoria Nuclear (www.arn.gov.ar) previo a su presentación al ente regulador para que la UNC tome conocimiento de que en sus dependencias funcionará una instalación radiactiva.
Posteriormente, presentará la documentación técnica a la Autoridad Regulatoria Nuclear para demostrar que el diseño y la operación de la instalación cumplen, como mí-

nimo, los requisitos de seguridad radiológica establecidos en las normas de la Autoridad Regulatoria que sean de aplicación.

Los radionucleidos que se utilicen o estén almacenados en la instalación deben ser los autorizados, y la actividad total de cada uno de ellos no debe exceder los valores establecidos en la licencia de operación.

Los radionucleidos o radiofármacos sólo pueden adquirirse a proveedores autorizados por la Autoridad Regulatoria o ser importados en forma directa por el titular de la licencia de operación. Sólo pueden transferirse a otros titulares de licencia, para la misma práctica.

6.3 Seguridad Radiológica

Se deben justificar las prácticas, efectuar la optimización de la protección radiológica, respetar los límites de dosis y las restricciones de dosis establecidos, y prevenir adecuadamente la posibilidad de accidentes.

En la evaluación de seguridad de una práctica deben considerarse la exposición de los trabajadores y la del público.

Justificación de las practicas:
a. Toda práctica que se introduzca debe estar justificada.
b. Las prácticas ya establecidas pueden dejar de estar justificadas, si se demuestra que ya no existe un beneficio neto positivo originado en la continuación de dicha práctica.

Optimización de la protección radiológica:
Los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, de manera que las dosis resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable.

Límites y restricciones de dosis:
Durante la operación normal de una instalación o la realización de una práctica, ningún individuo debe ser expuesto a dosis de radiación superiores a los límites establecidos. Estos límites de dosis se aplican a cada trabajador y a miembros del público. En el caso de exposición del público, los límites se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.

6.4 Responsabilidades.

La responsabilidad por la seguridad radiológica de las Instalaciones o prácticas recae en el titular de licencia o registro según corresponda.

Lo establecido en esta norma y en las normas y requerimientos que de ella se deriven son condiciones mínimas que debe cumplir el titular de licencia o de de registro y su cumplimiento no lo exime de la responsabilidad de llevar a cabo toda otra acción necesaria para mejorar la seguridad radiológica.

Los trabajadores son responsables del cumplimiento de los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores y la del público.

Responsabilidades del Titular de Licencia de Operación (Departamento o Cátedra perteneciente a una Unidad Académica):

a. Proveer los medios necesarios para cumplir y hacer cumplir, como mínimo, los requisitos establecidos en la licencia de operación, en las normas aplicables y en todo otro requerimiento de la Autoridad Regulatoria aplicable a la instalación o práctica.

b. Designar al Responsable, asegurar que la función del mismo esté cubierta mientras permanezca vigente la licencia de operación correspondiente y prestarle al Responsable todo el apoyo que necesite para garantizar la calidad técnica de los estudios y que la práctica se desarrolle en adecuadas condiciones de seguridad radiológica.

c. Comunicar a la Autoridad Regulatoria en forma fehaciente e inmediata, el caso en que se produzca la ausencia definitiva del Responsable. Si se produce el cese en funciones (temporal o definitivo) del mismo, la instalación no podrá operar hasta tanto se designe un nuevo Responsable, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

d. Establecer un sistema de calidad adecuado y supervisar su correcta implementación.

e. Contar con el personal necesario para operar la instalación y asegurar su capacitación y reentrenamiento.

f. Facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorias regulatorias por parte del personal de la Autoridad Regulatoria o por quien ésta designe.

g. Notificar a la Autoridad Regulatoria la intención de cesar en forma temporaria o definitiva el uso de material radiactivo.

h. Tramitar, con la debida anticipación, la renovación, modificación o ampliación de la licencia de operación.

Responsabilidades del Responsable (titular del permiso individual)

a. Implementar el sistema de calidad.

b. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, la ocurrencia de eventos que afecten o puedan afectar la seguridad radiológica, investigar sus causas y consecuencias e implementar las medidas correctivas que correspondan.

c. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, su renuncia o ausencia temporaria como Responsable.

d. Informar en forma fehaciente a la Autoridad Regulatoria cuando, a su entender, el titular de licencia no provee los recursos necesarios para garantizar la seguridad radiológica.

e. Mantener actualizados los registros.

Responsabilidades del Trabajador

a. Cumplir los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores y la del público en general.

6.5 Instalación

La instalación debe contar como mínimo con:

Un local exclusivo (cuarto de trabajo con material radiactivo) para la preparación de los radionucleidos, que deberá contar con materiales de construcción, dimensiones y blindajes apropiados, y con áreas debidamente separadas y señalizadas para el almacenamiento y manipulación del material radiactivo y el almacenamiento transitorio de los residuos radiactivos.

El revestimiento de los pisos y las superficies de trabajo de los locales donde se utilice material radiactivo, debe ser de acabado liso, libre de discontinuidades, impermeable y fácilmente descontaminable.
Aquellos locales en los que se utilicen sustancias volátiles, gases o aerosoles radiactivos, deberán contar con un sistema de ventilación a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

El cuarto de preparados debe contar, como mínimo, con dos piletas separadas. Una de ellas estará destinada al lavado de elementos contaminados ("pileta activa"), y la otra al lavado de elementos no contaminados. Esta última debe estar ubicada en una zona dentro del cuarto caliente en la cual la probabilidad de contaminación sea baja.

Los desagües de la "pileta activa" deben conectarse a la red cloacal de forma tal que se minimicen las dosis a trabajadores debidas a eventuales retenciones de material radiactivo en la cañería de desagote.

Deben existir barreras físicas y señalizaciones de seguridad, que permitan restringir el acceso a los locales en los que se trabaja con materiales radiactivos.

6.6 Equipamiento mínimo

El equipamiento mínimo requerido para la operación de la instalación radiactiva debe consistir en monitor portátil de radiación y contaminación con respuesta adecuada a los radionucleídos y actividades empleadas.

6.7 Operacion

La operación de la instalación debe enmarcarse dentro de un sistema de calidad que contenga procedimientos escritos, como mínimo para:

a. Compra, recepción y almacenamiento, e inventario del material radiactivo.
b. Manipulación del material radiactivo dentro de la instalación y para aquellos casos en que deba ser utilizado fuera de ella (inyeccion en animales de experimentación, cuartos de cultivo celular, etc.).
c. Vigilancia radiológica de áreas y personal.
d. Mantenimiento y control de calidad del equipamiento de protección radiológica.
e. Gestión de los residuos radiactivos.
g. Situaciones anormales.

Al efectuarse la recepción de material radiactivo debe verificarse la integridad del bulto y del contenido, y la ausencia de contaminación superficial arrastrable.

La manipulación del material radiactivo debe realizarse exclusivamente en los locales correspondientes, descriptos en el criterio N° 18, y en condiciones de seguridad que permitan minimizar las dosis por irradiación y la probabilidad de contaminación.

Si se llevaran a cabo estudios que requirieran el traslado de material radiactivo fuera del ámbito de la instalación los mismos deberán ser realizados bajo supervisión del Responsable y en adecuadas condiciones de seguridad radiológica.

Cualquier acción que implique el traslado de material radiactivo por la vía pública debe llevarse a cabo en las condiciones establecidas por la Norma A.R. 10.16.1 – "Transporte de Materiales Radiactivos" de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Todos los trabajadores que se desempeñen en la instalación nuclear deben recibir capacitación y entrenamiento apropiados en protección radiológica antes de comenzar a desempeñar sus funciones y con posterioridad, con una periodicidad adecuada. Además, la instrucción del personal se realizará cada vez que ocurran cambios significativos en sus responsabilidades, en las técnicas empleadas, en la instalación, en las funciones, en las normas aplicables o en las condiciones de la licencia de operación.

El personal que deba concurrir esporádicamente a la instalación en razón de sus funciones o responsabilidades (personal de mantenimiento, personal de servicio, etc.) debe recibir, previamente a su concurrencia, instrucciones básicas de protección radiológica.

El personal que trabaja en la instalación debe contar con los elementos de protección personal adecuados para cada tarea.

La instalación debe contar con los elementos de descontaminación adecuados al tipo de radionucleidos que se empleen, su actividad y su forma física y química.

La liberación de efluentes líquidos, gaseosos o aerosoles debe ser tan baja como resulte posible. Si se han establecido límites de descarga en la licencia de operación, éstos no deben excederse.

Las fuentes radiactivas selladas o no selladas destinadas a controles de calidad o calibraciones deben estar inventariadas y deben guardarse debidamente blindadas y señalizadas, en un área especialmente destinada a tal fin, en el cuarto de radionucleido.

6.8 Vigilancia Radiológica de Áreas

Debe contarse con un programa de vigilancia radiológica destinado a mantener los niveles de radiación y contaminación tan bajos como sea razonablemente alcanzable y que contemple, como mínimo, lo siguiente:

a. El monitoreo periódico de la contaminación superficial en todas las áreas de la instalación en las que se emplee material radiactivo y de todos los objetos que pudieran resultar contaminados con material radiactivo (guardapolvos, pinzas, material reutilizable, pipetas, etc)
b. El monitoreo de la contaminación superficial en aquellas áreas en que no se emplea material radiactivo cuando se sospeche el arrastre incidental de dicha contaminación.

6.9 Mantenimiento y Calibración Periódica del Equipamiento de Protección Radiológica

Debe efectuarse el mantenimiento y el control periódico del equipamiento de protección radiológica.

El equipamiento de protección radiológica debe ser adecuadamente calibrado como mínimo:

a. una vez cada dos (2) años;

b. cada vez que sea sometido a una reparación;
c. cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

6.10 Gestión de Residuos Radiactivos

El titular de la licencia de operación de una instalación de medicina nuclear debe prever, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, las alternativas para la gestión de los residuos radiactivos que se generen como consecuencia de la práctica, antes del inicio de la operación.

Cuando el período de semidesintegración y la actividad de los radionucleidos utilizados sea tal que no se prevean tiempos de almacenamiento superiores a un (1) año, se podrán almacenar los residuos radiactivos transitoriamente para su decaimiento en la propia instalación.

Los residuos radiactivos que se almacenen transitoriamente en la instalación para decaimiento, deben retenerse por un tiempo igual o superior a ocho (8) períodos de semidesintegración, al cabo del cual serán gestionados como residuos convencionales o como residuos patogénicos, según corresponda, retirando previamente su identificación como material radiactivo.
Cuando el período de semidesintegración, la actividad de los radionucleidos utilizados o la capacidad de almacenamiento de la instalación no permita realizar en ella el almacenamiento transitorio, deben gestionarse los residuos radiactivos transfiriéndolos a una gestionadora de residuos radiactivos, según lo establecido en la norma AR. 10.12.1 "Gestión de Residuos Radiactivos" de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Los residuos radiactivos deben ser minimizados (reduciendo volúmenes y racionalizando operaciones), clasificados, segregados e identificados por radionucleido, actividad, fecha de generación y período de almacenamiento requerido. Además deben ser acondicionados adecuadamente para permitir su almacenamiento o transporte para su disposición final.

Los residuos sólidos punzantes (tales como jeringas, agujas y material de vidrio) conteniendo material radiactivo deben ser acondicionados de manera adecuada para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.

Los filtros de los sistemas de ventilación existentes en la instalación deben ser gestionados como residuo radiactivo cuando corresponda.

7-REGISTROS

El titular de licencia debe asegurar que se mantengan actualizados, como mínimo, los siguientes registros:

a. Contabilidad de material radiactivo que incluya como mínimo: radionucleidos ingresados a la instalación, forma física y química, actividad y fecha de ingreso o egreso.
b. Residuos eliminados a través de una gestionadora de residuos radiactivos: material eliminado, actividad estimada y fecha de eliminación.
c. Calibraciones y controles del equipamiento de protección radiológica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 92

Ley 17557 - NOMBRE

BUENOS AIRES, 27 DE NOVIEMBRE DE 1967
BOLETIN OFICIAL, 5 DE DICIEMBRE DE 1967

REGLAMENTACION
Reglamentado por: Decreto Nacional 6.320/68
En uso de las atribuciones conferidas por el artículo 5 del Estatuto de la Revolucion Argentina, EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA SANCIONA Y PROMULGA CON FUERZA DE LEY: Instalación de equipos de Rayos x:
OBSERVACIONES GENERALES
CANTIDAD DE ARTICULOS QUE COMPONEN LA NORMA 10
TEMA
ESTABLECIMIENTOS ASISTENCIALES-EQUIPOS DE RAYOS X:REGIMEN JURIDICO-RADIOLOGOS-HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO

Artículo 1
.- Declárase sometidas a las disposiciones de esta ley la instalación y utilización en todo el territorio del país de equipos especificamente destinados a la generación de "Rayos X" cualquiera sea su campo de aplicación y objeto a que se los destine, a fin de asegurar el adecuado nivel de idoneidad y la protección del personal afectado al servicio de dichos equipos; la observancia de normas básicas de seguridad de los mismos, sus instalaciones y lugares de funcionamiento y la determinación de responsables por su tenencia, aplicación y manejo.

Artículo 2
.- Los equipos e instalaciones a que se refiere el artículo anterior deberán ser habilitados de acuerdo a las condiciones reglamentarias de esta ley por las autoridades de Salud Pública de la Nación, de las provincias o de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires según corresponda de acuerdo al lugar de su instalación; las mismas autoridades tendrán a su cargo el control que se deberá mantener ulteriormente sobre el funcionamiento y manejo de dichos equipos.

Artículo 3
.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 2 la autoridad nacional de Salud Pública podrá concurrir por sí para hacer cumplir o para verificar el cumplimiento de esta ley y de su reglamentación en cualquier parte del territorio de la Nación. La autoridad nacional de Salud Pública podrá también concertar con las provincias y con la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires los acuerdos necesarios para proporcionar asistencia y cooperación a los fines de esta ley.

Artículo 4
.- Las infracciones a las disposiciones de esta ley y a las de su reglamentación se sancionarán, según la gravedad y circunstancia de cada caso y sin perjuicio de las previsiones pertinentes del Código Penal, de acuerdo a las siguientes prescripciones: a) Multa de diez mil pesos moneda nacional ($ 10.000) a un millón de pesos moneda nacional ($ 1.000.000); b) Suspensión o cancelación de la habilitación de los equipos y sus instalaciones; c) Suspensión o cancelación de la autorización acordada a los profesionales y/o técnicos que tengan a su cargo el manejo, uso y aplicación de los equipos e instalaciones en infracción; d) Decomiso de los equipos; e) Clausura temporal, total o parcial, de los consultorios, clínicas, establecimientos o entidades de cualquier naturaleza, carácter o dependencia responsables de la tenencia, uso y aplicación de los equipos en infracción. Durante el tiempo de s

Artículo 5
.- Contra las disposiciones administrativas firmes que se dicten como consecuencia de esta ley podrá interponerse dentro del quinto día hábil y de acuerdo a las normas reglamentarias recurso de apelación ante el tribunal competente según la autoridad que las haya dictado. Mientras se resuelva en definitiva, la interposición y sustanciación del recurso aludido no impedirá el cumplimiento de las sanciones apeladas.

Artículo 6
.- Las acciones tendientes a hacer efectivas las sanciones que se impongan de acuerdo al artículo 4 prescribirán a los cinco (5) años de cometida la infracción; dicha prescripción se interrumpirá por la comisión de cualquier otra infracción a la presente ley o a su reglamentación.

Artículo 7
.- Las multas que prevé el artículo 4 serán aplicadas por la autoridad de Salud Pública que constate la infracción. En el orden nacional su producido ingresará al Fondo Nacional de la Salud con las formalidades contables y el destino que establezca la reglamentación de acuerdo a los fines de esta ley. La recaudación que por igual concepto practiquen las provincias o la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, se ingresará de acuerdo a lo que en cada jurisdicción se disponga al respecto y se dedicará a los mismos fines determinados en el párrafo anterior. Con respecto a las tasas que se impongan por aplicación del Artículo 6, inciso f), se aplicará análogo criterio.

Artículo 8
.- Los gastos que demande el cumplimiento de la presente ley y sus disposiciones reglamentarias, serán atendidos en el orden nacional con cargo a los recursos que el Ministerio de Bienestar Social (Secretaría de Estado de Salud Pública) prevea a tal efecto. Cada una de las provincias y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, harán lo propio en sus respectivos ámbitos jurisdiccionales dentro de las asignaciones específicamente relativas a las actividades de Salud Pública.

Artículo 9
.- El Poder Ejecutivo nacional (Ministerio de Bienestar Social, Secretaría de Estado de Salud Pública) reglamentará las disposiciones de la presente ley dentro de los noventa días de su promulgación, teniendo especialmente en cuenta los siguientes aspectos fundamentales: a) Establecimiento, por parte de las autoridades de Salud Pública, nacionales, provinciales y de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, de sendos registros catastrales de todos los equipos generadores de "Rayos X" existentes en el país; su

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
93

organización uniforme en todo el país para facilitar el procesamiento de la información que permanentemente deberán intercambiar las citadas autoridades. El registro que de acuerdo a las disposiciones de este inciso esté a cargo de la autoridad nacional tendrá carácter de Registro Nacional. b) Servicio de dosimetría individual para la determinación y evaluación de las dosis de radiación recibidas por

Artículo 10
.- Comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese

FIRMANTES
ONGANIA - Alvarez.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 94

1. Objetivos

El presente documento tiene como finalidad clasificar a las Instalaciones de la Universidad Nacional de Córdoba, de acuerdo al Tipo de equipamiento y de los Usos y Aplicaciones de los Radioisótopos y las Radiaciones. De acuerdo a ello serán las Normas o Reglamentación que deberán observar, para dar cumplimiento a lo establecido.

2. Alcance

El presente documento se aplica en todas las Instalaciones de la Universidad Nacional de Córdoba, donde se utilicen Radioisótopos o Radiaciones.

3. Responsabilidades aun debemos definirlo

Es responsabilidad del Director o Jefe de cada Instalación, cumplir con lo establecido en el presente documento.

4. Antecedentes

Normas vigentes de la Autoridad Regulatoria Nuclear, Ley Nº 24.804 (Ley Nacional de la Actividad Nuclear).

Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación, Ley Nº 17557.

5. Descripción.

Clasificación de Instalaciones que pudiera haber en la UNC

Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa. Llamadas también Instalaciones Relevantes comprende, entre otras:

- Conjuntos Críticos.
- Plantas de Irradiación fijas o móviles.
- Plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
- Aceleradores de Partículas con E > 1 MeV (excepto los aceleradores de uso médico).

VER NORMAS:

AR 10.1.1. Norma básica de seguridad radiológica
AR 5.1.1.: Exposición ocupacional en aceleradores de partículas Clase I
AR 5.7.1. Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un acelerador de partículas.
AR 6.1.1. Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas Clase I
AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos
AR 6.1.2. Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones radiactivas Clase I

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 95

Clase II: Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación.

- Aceleradores de Partículas con E ≤ 1MeV y aceleradores lineales de uso médico.
- Instalaciones de Telecobaltoterapia.
- Instalaciones de Braquiterapia.
- Instalaciones de Medicina Nuclear.
- Irradiadores Autoblindados.
- Gammagrafía Industrial.
- Medidores Industriales.
- Investigación y Desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas (Ver Recomendaciones para Laboratorio).
- Importación, Exportación y Depósito de material radiactivo.
- Fraccionamiento y Venta de material radiactivo.
- Radiología y Diagnóstico por Imágenes (VER REQUISITOS DEL MINISTERIO DE SALUD DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, Ley 17557).

VER NORMAS:

AR 10.1.1. Norma básica de seguridad radiológica
AR 8.2.4. Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear
AR 6.2.1. Diseño de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua
AR 6.9.1. Operación de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación Móviles depositadas bajo agua.
AR 10.13.2. Norma de seguridad física de fuentes selladas
AR 7.9.2. Operación de fuentes de radiación para aplicaciones industriales
AR 6.7.1. Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de una planta industrial de irradiación
AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos
AR 8.2.2. Operación de aceleradores lineales de uso médico
AR 8.2.1. Uso de fuentes selladas en braquiterapia
AR 7.9.1. Operación de equipos de gammagrafía industrial
AR 8.2.3. Operación de instalaciones de telecobaltoterapia

CLASE III: Instalación o práctica que sólo requiere registro.

- Diagnóstico in vitro para seres humanos.
- Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.
- Uso de fuentes selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otro tipo de aplicaciones.

VER NORMAS:

AR 10.1.1. Norma básica de seguridad radiológica
AR 10.13.2. Norma de seguridad física de fuentes selladas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 96

AR 10.12.1. Gestión de residuos radiactivos

RECOMENDACIONES GENERALES

1. Los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) donde se trabaje con fuentes radiactivas y radiaciones ionizantes, y los responsables de los mismos, deben poseer la licencia otorgada por la ARN, lo cual asegura el cumplimiento de las normas establecidas en protección radiológica y seguridad.

2. Las únicas personas que pueden manipular fuentes radiactivas y trabajar con radiaciones, son las que poseen dichas autorizaciones.

3. Los alumnos podrán realizar prácticas, siempre que las mismas sean supervisadas por los responsables del manejo de fuentes radiactivas y radiaciones, cumpliendo con todas las normas establecidas por la ARN, en cuanto a protección radiológica y seguridad.

4. Cada laboratorio debe poseer un inventario actualizado anualmente, con los datos de las fuentes radiactivas: Radioisótopo, Actividad, Fecha, Tasa de Exposición en contacto y Ubicación en el laboratorio, debiendo notificar a la ARN cualquier modificación al mismo.

5. Cada Facultad de la UNC, donde se trabaje con fuentes radiactivas o radiaciones, deberá poseer un plan de emergencia que contemple las actuaciones en caso de incidentes o accidentes con material radiactivo y la realización de ejercicios anuales (simulacros) correspondientes.

6. Los laboratorios deben poseer el instrumental necesario para la detección de las radiaciones, debiendo el mismo estar calibrado y en correcto funcionamiento, y dosímetros personales.

7. En lugares donde se encuentran las fuentes radiactivas, el personal de maestranza debe ir acompañado del responsable de las mismas, para efectuar la limpieza del lugar, cumpliendo con todas las normas regulatorias en cuanto a protección radiológica y seguridad.

8. Cada laboratorio debe poseer carteles indicativos de precauciones y medidas a seguir en caso de accidentes o incidentes con material radiactivo.

9. El Responsable por la Seguridad Física debe asegurar el mantenimiento de todos los sistemas, componentes, procedimientos, documentación e información que constituyen el sistema de seguridad física.

10. Los trabajadores deben ajustar su accionar a los procedimientos de seguridad radiológica y seguridad física establecidos en las normas de la ARN.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
97

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 8.2.2.

Operación de aceleradores lineales de uso médico

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
98

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
99

NORMA AR 8.2.2.

OPERACIÓN DE ACELERADORES LINEALES DE USO MÉDICO

A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios mínimos de seguridad radiológica para la operación.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a todas las instalaciones Clase II que posean aceleradores lineales de electrones para uso médico, con rango de energía entre 4 y 40 MeV.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3 **Equipo:** El conjunto formado por el acelerador propiamente dicho, la consola de control de tratamiento y la camilla.

4. **Gantry:** Parte del acelerador propiamente dicho que sostiene y permite realizar los posibles movimientos del cabezal de tratamiento.

5. **Interrupción de la Irradiación:** Cese de la irradiación y de los movimientos mecánicos de las distintas partes.

6. **Responsable:** Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.

7. **Recinto de Irradiación:** Sala donde se expone al paciente a tratamiento con radiación ionizante proveniente del acelerador, con suficiente blindaje para limitar adecuadamente las dosis en el exterior del mismo. Incluye la sala de irradiación y las zonas o laberintos de acceso.

8. **Titular de Licencia:** Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación Clase I o Clase II.

D. CRITERIOS

D.1. Licencia de Operación

9. El solicitante de la licencia de operación deberá presentar a la Autoridad Regulatoria la documentación técnica necesaria para demostrar que la operación del equipo se desarrollará en forma segura. Asimismo, se especificarán todas las previsiones realizadas tendientes a evitar accidentes que puedan ocasionar una exposición indebida. El contenido de la documentación técnica y las modificaciones que surjan durante la vida útil de la instalación deberán ser a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 100

10. El diseño del recinto de irradiación deberá garantizar que durante la operación normal del acelerador, las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público, excluyendo los pacientes, resulten tan bajas como sea razonablemente obtenible y que no se superen los límites establecidos en las normas vigentes.

11. Se deberá demostrar que los sistemas de protección están optimizados. En ningún caso la dosis efectiva anual, prorrateada por el tiempo que permanezcan en la instalación, podrá ser superior a 10 mSv para los trabajadores y 0,5 mSv para los miembros del público, excepto los pacientes.

Alternativamente, no deberá efectuarse la optimización de los sistemas de protección si se demuestra que:

a. Ningún trabajador pueda recibir una dosis efectiva anual superior a 6 mSv.

b. Ningún individuo del público, excepto los pacientes, pueda recibir una dosis efectiva anual superior a 0,2 mSv.

12. Deberán estar previstos en el diseño de la instalación sistemas o elementos de seguridad para limitar, tanto como sea razonablemente obtenible, la probabilidad de ocurrencia de situaciones anormales.

13. Deberá existir en la consola de control de tratamiento, un sistema manual que permita al operador interrumpir manualmente la irradiación.

14. Deberán existir en el interior del recinto de irradiación uno o más interruptores manuales, adecuadamente ubicados, que permitan interrumpir la irradiación.

15. El recinto de irradiación deberá contar con un sistema de seguridad que impida la irradiación cuando el acceso esté permitido. Dicho sistema, producirá la interrupción automática de la irradiación, si se efectúa el acceso al recinto cuando el equipo está irradiando.

16. El acceso al recinto de irradiación debe estar adecuadamente señalizado, a través de señales luminosas que indiquen la situación de equipo irradiando y de equipo listo para irradiar.

17. La consola de control deberá estar instalada de tal manera que, en todo momento, el operador ubicado frente a ella, tenga un total dominio del acceso al recinto de irradiación.

18. Deberán proveerse los medios adecuados para que, en todo momento, el operador tenga una visión clara y correcta del paciente.

19. Deberá demostrarse que el equipo interrumpirá automáticamente la irradiación si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

a. La energía de los electrones que llegan al blanco o a la ventana de electrones se aparta del valor preseleccionado en un factor que supera lo establecido en la documentación técnica.

b. La tasa de dosis absorbida medida por el sistema monitor de dosis supera el valor preseleccionado en consola en un porcentaje superior al establecido en la documentación técnica.

20. Se deberá garantizar que la variación en el isocentro debido a la rotación del gantry, del colimador y de la camilla, está confinada en una esfera cuya radio está especificado en la documentación técnica.

21. Se deberá garantizar que la correspondencia del campo de radiación y del campo lumínico se mantiene dentro de los valores establecidos en la documentación técnica.

22. Deberá garantizarse que los valores alcanzados por los distintos parámetros del equipo, coincidan con las indicaciones correspondientes.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 101

23. Se deberá garantizar que la correspondencia de los ejes mecánicos de giro del colimador, del haz de radiación y del haz lumínico se mantiene dentro de los valores establecidos en la documentación técnica.

24. La instalación deberá contar con un sistema que permita el chequeo de los enclavamientos de seguridad y el correspondiente ajuste de los mismos. En particular, los interruptores de puerta, los de emergencia de dentro y fuera de la sala de irradiación, la correcta actuación de los bloqueos que impiden comenzar la irradiación sin haber seleccionado todos los parámetros correspondientes, el correcto funcionamiento del monitor de dosis secundario o redundante y el temporizador de seguridad.

D.2. Operación

25. Solamente podrá operarse el equipo cuando se haya obtenido la licencia de operación, y la dotación de personal prevista para operar el equipo haya obtenido los correspondientes permisos individuales y/o autorizaciones.

26. El equipo será operado dentro de los límites y condiciones establecidos en la documentación técnica.

27. El titular de licencia:

a. Deberá garantizar que la seguridad radiológica de la instalación no se vea afectada por requerimientos de la carga de trabajo del equipo.
b. Podrá delegar total o parcialmente la ejecución de tareas necesarias para la seguridad radiológica, pero manteniendo en su totalidad la responsabilidad correspondiente.
c. Deberá disponer de los recursos humanos necesarios y asegurar su capacitación y reentrenamiento.
d. Deberá designar al responsable primario y asegurar que la función del mismo esté cubierta mientras permanezca vigente el permiso institucional de la Entidad Responsable.
e. Deberá mantener actualizados los registros indicados en el capítulo correspondiente y cualquier otra documentación que la Autoridad Regulatoria establezca, durante la vida útil de la instalación. Estos documentos estarán a disposición de la Autoridad Regulatoria.

28. Toda modificación de la instalación, del equipo y/o de la documentación que sea significativa desde el punto de vista de la seguridad radiológica, requerirá la aprobación de la Autoridad Regulatoria, previo a la implementación de la misma.

29. Para las distintas etapas de operación del equipo, (encendido, en rutina, apagado y programada) deberán seguirse las secuencias operativas establecidas en:

a. El manual de operaciones (en idioma español).
b. Los procedimientos adicionales que formule el responsable.

Todos estos documentos formarán parte de la documentación técnica y deberán estar disponibles permanentemente en la vecindad de la consola de control de tratamiento.

30. No se admitirá la permanencia ni circulación de personas no imprescindibles a los fines de los tratamientos, durante los períodos de irradiación, dentro de los límites que a tal efecto determine el Responsable y que estarán establecidos en la documentación técnica.

D.3. Mantenimiento

31. Las reparaciones y el mantenimiento sólo podrán ser realizados por personas reconocidas por la Autoridad Regulatoria.

32. Se deberá efectuar un mantenimiento preventivo de todos los sistemas, equipos y componentes relacionados con la seguridad, manteniendo las características funcionales originales estable-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 102

cidas por el fabricante. Todos los procedimientos seguidos para desarrollar el mantenimiento y la frecuencia asociada, deberán estar contenidos en la documentación técnica.

33. Para equipos que puedan operar con energías mayores a 10 MeV, deberá existir un procedimiento escrito concerniente a la manipulación de piezas que puedan estar activadas. Este procedimiento estará incluido en la documentación técnica.

34. Luego de realizarse un mantenimiento, deberá verificarse el correcto funcionamiento del equipo antes de iniciar su operación. Como mínimo deberán chequearse los siguientes parámetros, verificando que los mismos se encuentren dentro de los límites establecidos en la documentación técnica:

a. La energía nominal del haz útil.
b. La variación del isocentro con la rotación del gantry, el colimador y la camilla.
c. La correspondencia del campo de radiación con el campo lumínico.
d. La correlación entre la tasa de dosis absorbida medida por el sistema monitor de dosis y la indicación en consola de las unidades monitor, para cada energía.
e. Los enclavamientos de seguridad asociados.

D.4. Registros

35. Se deberá implementar un sistema de registro y archivo de todos los datos relevantes obtenidos en las distintas secuencias operativas y de las condiciones que produzcan situaciones anormales, modificaciones, reparaciones y los resultados de los controles relacionados con la seguridad radiológica.

36. Se deberá mantener un registro de todos los parámetros evaluados durante la calibración del equipo.

37. Se deberá mantener un registro de todos los datos relevantes obtenidos en los distintos procedimientos de mantenimiento.

38. Los precitados registros estarán a disposición de la Autoridad Regulatoria y estarán permanentemente actualizados.

D.5. Dotación de Personal

39. La dotación de personal mínima, con presencia efectiva, estará formada por personal médico, físico y técnico en radioterapia, según se indica en los criterios N° 40 a 43.

40. Deberá contarse con personal médico, autorizado para el uso de equipos de radioterapia con permisos individuales en vigencia y en número suficiente para cubrir todo el horario de atención de la unidad.

41. Deberá contarse con un profesional especialista en física de la radioterapia, que deberá ser secundado, o no, por otro especialista o un técnico en física de radioterapia según el número de pacientes nuevos al año, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

42. Deberá contarse con técnicos operadores de radioterapia que posean la certificación correspondiente, otorgada por la autoridad competente.

43. Los profesionales y técnicos de la dotación de personal deberán acreditar su actualización profesional con la frecuencia y en las condiciones requeridas por la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
103

D.6. Controles Periódicos al Equipo

44. Deberá garantizarse que, en todo momento, el equipo opere dentro de los límites y condiciones establecidos en la documentación técnica. Para ello deberán realizarse controles periódicos al equipo. Solo a los efectos de garantizar la seguridad radiológica de la práctica, como mínimo se deberá verificar:

a. La coincidencia del tamaño del campo lumínico con la indicación de los diales correspondientes.
b. La coincidencia de la distancia fuente-superficie con la indicación correspondiente.
c. La relación unívoca entre la dosis absorbida entregada y las unidades monitor, para cada energía en el campo de referencia.
d. La constancia de las energías empleadas, tanto para emisión fotónica como de electrones.
e. La planicidad y simetría del campo de radiación, en el plano de calibración.
f. La coincidencia de los ejes mecánico, de giro del colimador, del haz de radiación y del haz luminoso.
g. La coincidencia de la proyección del centro del retículo con la intersección de las diagonales del campo luminoso.
h. La posición del isocentro y su estabilidad conforme con las especificaciones del fabricante, luego de producir giros del gantry, del colimador y de la camilla.
i. La coincidencia del campo luminoso con el campo de radiación.
j. La alineación de los punteros ópticos de techo y pared.
k. La dependencia de la tasa de dosis absorbida con la orientación del equipo.
l. La variación de la tasa de dosis absorbida con el tamaño de campo.
m. La alineación mecánica.

45. Los procedimientos empleados para estas determinaciones y la frecuencia asociada, deberán formar parte de la documentación técnica.

D.7. Responsabilidades

46. Del Responsable:

a. Será responsable directo del cumplimiento y la observancia de todo aquello relacionado con seguridad radiológica, incluyendo la presente norma.
b. Será su responsabilidad constatar la calificación y acreditación correspondiente, del personal de operación y de cualquier otra persona que no pertenezca a la dotación de personal y sea asignada a tareas de instalación y mantenimiento.
c. Será su responsabilidad facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.
d. Será su responsabilidad comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente, la ocurrencia de eventos relevantes significativos que afecten a la seguridad radiológica de las personas y de la instalación en los plazos establecidos en la documentación correspondiente. Asimismo deberá mantener una comunicación apropiada con la Autoridad Regulatoria y con los trabajadores asignados a la instalación.

47. De los trabajadores:

a. Son responsables del cumplimiento de los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores y la del público.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
104

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 5.1.1.

Exposición ocupacional en aceleradores de partículas Clase I

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 36/01 (Boletín Oficial 15/1/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
105

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL EN ACELERADORES DE PARTÍCULAS CLASE I

A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios de protección radiológica ocupacional que se deben tener en cuenta en el diseño.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a las características de diseño de los aceleradores de partículas Clase I, relacionadas con la exposición de los trabajadores.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Acelerador de Partículas: Instalación que cuenta con un dispositivo tecnológico que acelera partículas cargadas y utiliza las radiaciones ionizantes producidas con fines científicos, industriales o médicos.

4. Acelerador de Partículas Clase I: Aceleradores de partículas que operen con energías superiores a 1 MeV, excluyendo aceleradores de uso médico.

5. Área Bajo Control Toxicológico: Área en la cual la generación de gases tóxicos, producidos por la irradiación del acelerador, puede dar lugar a concentraciones superiores a los límites ocupacionales correspondientes.

6. Área Controlada: Lugar de trabajo donde se requiere, en condiciones normales de operación, que los trabajadores apliquen procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para prevenir la dispersión de la contaminación radiactiva, y en la que se requieren medidas específicas para prevenir exposiciones potenciales.

7. Área de Acceso No Reglamentado: Área de acceso sin restricciones.

8. Área de Acceso reglamentado: Se consideran como tales a las áreas controladas, áreas supervisadas y a las áreas de restricción total.

9. Área de Restricción Total: Área de acceso o estadía no permitida durante la operación del acelerador.

10. Área Supervisada: Lugar de trabajo donde las condiciones radiológicas deben mantenerse bajo supervisión aun cuando no se requieran rutinariamente procedimientos especiales

11. Concentración Derivada en Aire (DAC): Para un dado radionucleido, es el cociente entre el valor del límite anual de incorporación de ese radionucleido y 2500 m^3 de aire.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 106

12. Dosis: Medida de la radiación recibida o absorbida por un órgano o cuerpo. Se utilizan, según el contexto, las magnitudes denominadas dosis efectiva, dosis equivalente, dosis colectiva y dosis efectiva comprometida. Los términos calificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés.

13. Dosis Equivalente Ambiental, H*(d): Dosis equivalente en la esfera ICRU[1] -a la profundidad d- cuando se encuentra en un campo de radiación alineado y expandido, en el radio opuesto al sentido del campo alineado. Cuando la radiación es penetrante, se adopta d = 10 milímetros.

14. Factor de Ocupación: La mayor fracción del año laboral (2000 horas) en que una misma persona ocupa un determinado local.

15. Instalación Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa.

16. Optimización: Procedimiento para reducir tanto como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos, la dosis colectiva originada en una Instalación o en una práctica.

D. CRITERIOS

17. Las dosis anuales que reciban los trabajadores expuestos deben ser inferiores a las restricciones de dosis establecidas, y los sistemas de protección deben estar optimizados. Para verificar el cumplimiento de este criterio, se podrá tener en cuenta el factor de ocupación previsto para los distintos locales; en cambio no podrá tenerse en cuenta un eventual reemplazo de trabajadores.

18. La seguridad se implementará dando preferencia a los sistemas previstos en el diseño de la instalación, y se complementará con la protección obtenida por medios operativos.

19. Deben quedar definidas las áreas controladas, supervisadas, de restricción total, bajo control toxicológico y las no reglamentadas.

20. Para acceder a un área de determinada clasificación, no se debe atravesar previamente un local de clasificación más restringida.

21. Se debe prever la señalización correspondiente, según la clasificación de las áreas, y la señalización para evacuación en casos de emergencia.

22. Se debe prever que las áreas controladas y supervisadas dispongan de señalización luminosa durante la irradiación y, acorde con los riesgos involucrados, deben tener además, señalización acústica, alarmas, interruptor de irradiación y sistemas de escape.

23. Las áreas de restricción total dispondrán de señalamiento luminoso, alarma acústica, enclavamientos e interruptor de irradiación, en los modos más adecuados para cumplimentar los requerimientos de seguridad.

24. Se debe prever que las áreas controladas dispongan de monitores apropiados para radiación externa, contaminación radiactiva o control toxicológico, según corresponda. De la misma manera deben estar protegidas las áreas de restricción total, cuando se consideren como áreas controladas en situaciones de post irradiación.

25. La confiabilidad de la instrumentación, alarmas y enclavamientos deben ser adecuadas a los riesgos involucrados, y la tasa de falla en ningún caso será superior a 10^{-2} por demanda.

26. Los componentes electrónicos, eléctricos o mecánicos, vinculados al control del acelerador, a la seguridad radiológica y a la detección de incendios, que se encuentren sometidos a campos de

[1] International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 51.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 107

radiación mayores de 100 Gy/h, y que estén constituidos, aunque parcialmente, por plásticos u otros materiales susceptibles de ser dañados por la radiación, deben quedar identificados en la documentación de diseño, a efecto de poder establecer un programa de inspecciones que permita la prevención de una degradación inaceptable de dichos componentes. Se deben prever asimismo, los espacios y accesos que faciliten su inspección y reemplazo.

27. El acceso a áreas donde la tasa de dosis equivalente ambiental supere 200 µSv/h, debe estar prevenido mediante alguna barrera física apropiada.

28. El acceso a los locales donde la concentración de radionucleidos en aire exceda 1 DAC debe estar prevenido por una barrera física apropiada.

29. Se deben prever un sistema de verificación personal de las áreas de restricción total, mediante una secuencia que finalmente habilite la consola de mando para iniciar la irradiación.

30. Se debe prever que la rehabilitación de la irradiación del acelerador, cuando haya cesado por la acción de un enclavamiento o de un interruptor de irradiación, se efectúe con posterioridad a la inspección visual del local donde haya actuado el dispositivo de seguridad.

31. Deben preverse los medios y la ubicación adecuados para probar y calibrar la instrumentación relacionada con la seguridad.

32 Debe preverse el uso racional de los espacios y ubicaciones de equipos o instrumentos para que el mantenimiento se pueda desarrollar normalmente y dentro de los límites de seguridad establecidos.

33. Se debe prever la disponibilidad de fuentes de energía eléctrica de emergencia para la alimentación de sistemas esenciales a los fines de la seguridad.

34. Se debe prever el transporte, utilización y almacenamiento en condiciones de seguridad del material radiactivo que se emplee o produzca en la instalación.

35. Se debe garantizar la necesaria seguridad contra riesgos de índole no radiológica, tales como los debidos a la utilización de fuentes de alta tensión eléctrica y los debidos al empleo de sustancias de acción tóxica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
108

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 7.9.2.

Operación de fuentes de radiación para aplicaciones industriales

REVISIÓN 0

Aprobada en la Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 39/06 (Boletín Oficial 10/4/06)

República Argentina – 2006

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
109

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
Av. del Libertador 8250
(C1429BNP) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ARGENTINA
Teléfono (011) 6323-1356
Fax (011) 6323-1771/1798
http://www.arn.gov.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
110

OPERACIÓN DE FUENTES DE RADIACIÓN PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

A. OBJETIVO

1. Establecer criterios de seguridad radiológica y seguridad física para la operación.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a la operación de fuentes de radiación para aplicaciones industriales en instalaciones Clase II o Clase III o en prácticas no rutinarias.

   Esta norma excluye las prácticas de gammagrafía industrial así como la comercialización de fuentes de radiación y equipos para tal fin y las de generación de rayos X en los términos de la Ley 17.557.

   El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Base autorizada:** Instalación para aplicaciones petroleras, dependiente del titular de la licencia de operación autorizada por la ARN y localizada en una zona cercana a un área de operaciones petroleras, desde donde se realizan las operaciones locales, y que cuenta con un depósito autorizado e instalaciones accesorias.

4. **Contenedor:** Recipiente blindado que almacena una o más fuentes radiactivas.

5. **Depósito autorizado:** Recinto autorizado por la Autoridad Regulatoria destinado al almacenamiento de equipos o fuentes de radiación, que brinda una adecuada seguridad radiológica y seguridad física.

6. **Depósito Transitorio:** Recinto que brinda como mínimo la misma seguridad radiológica y seguridad física que el Depósito autorizado destinado al almacenamiento temporario de equipos o fuentes de radiación que por razones operativas deban permanecer alojados fuera del depósito autorizado.

7. **Equipo para Aplicación Industrial (Equipo):** Sistema o conjunto de dispositivos que utiliza fuentes de radiación en aplicaciones industriales.

8. **Equipo móvil:** Equipo portátil que normalmente es trasladado para realizar operaciones en distintos lugares.

9. **Fuente de radiación:** Cualquier sustancia natural o artificial, o dispositivo tecnológico que emite radiaciones ionizantes.

10. **Fuente radiactiva:** Fuente de radiación que contiene material radiactivo.

11. **Fuente sellada:** Fuente radiactiva en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes para prevenir el contacto y dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

12. **Fuente no sellada:** Fuente radiactiva que no es una fuente sellada.

13. **Operador:** Persona física autorizada para operar un equipo o realizar una práctica, que tiene la responsabilidad de hacerlo en forma segura de acuerdo a las reglas del arte, y cumpliendo como mínimo con las normas aplicables bajo la supervisión del responsable por la seguridad radiológica.

14. **Procedimiento de emergencia:** Conjunto de acciones planificadas para mitigar las consecuencias radiológicas de un accidente o incidente en una instalación Clase II.

15. **Situación Accidental:** Alteración grave de una situación operacional que puede conducir a consecuencias radiológicas significativas para las personas expuestas a radiación, si los correspondientes sistemas de seguridad no funcionan según se ha previsto en el diseño.

16. **Seguridad Física:** Medidas encaminadas a prevenir el acceso no autorizado o el daño a fuentes de radiación o la pérdida, robo o traslado no autorizado de esas fuentes.

17. **Sistema de Calidad**: Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar un nivel de calidad adecuado en una instalación o practica.

18. **Responsable:** Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase II o Clase III o de una practica no rutinaria.

19. **Titular de Licencia**: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación Clase I o Clase II.

20. **Titular de Registro:** Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado un registro para una instalación Clase III.

21. **Titular de Práctica no Rutinaria:** Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una autorización de práctica no rutinaria.

D. CRITERIOS

D1. Criterios Generales

22. La tenencia de fuentes de radiación requiere contar con una Licencia, Registro o Autorización de práctica no rutinaria, según corresponda, emitida por la Autoridad Regulatoria.

23. Para operar una instalación Clase II se debe contar con la Licencia de Operación otorgada por la Autoridad Regulatoria, con un Responsable con permiso individual vigente para el propósito correspondiente y en los casos que la Autoridad Regulatoria así lo determine, con al menos un (1) operador adicional con permiso individual vigente.

24. Para operar una instalación Clase III se debe contar con el correspondiente Registro otorgado por la Autoridad Regulatoria y con un responsable con permiso individual vigente para el propósito correspondiente.

25. Para realizar una práctica no rutinaria se debe contar con la correspondiente Autorización de Práctica no Rutinaria otorgada por la Autoridad Regulatoria y con un responsable con permiso individual vigente para el propósito correspondiente.

26. Toda modificación en la razón social del Titular de Licencia, Registro o Autorización de Práctica no Rutinaria que pueda afectar la capacidad jurídica del mismo, o aquellos aspectos relacionados con la modificación en el objeto social o el domicilio legal de dicho Titular, de acuerdo a la documentación presentada oportunamente, debe ser comunicada en forma inmediata a la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 112

27. La transferencia, venta, préstamo, depósito transitorio en custodia o alquiler de equipos o fuentes de radiación, solo podrá ser realizada entre titulares de licencia de operación, registro o autorización de práctica no rutinaria para los propósitos correspondientes y previa autorización escrita otorgada a esos efectos por la Autoridad Regulatoria a ambos titulares.

28. La transferencia de residuos radiactivos a una Gestionadora de Residuos Radiactivos solo podrá ser realizada previa autorización escrita otorgada a esos efectos por la Autoridad Regulatoria.

29. Las dosis de radiación originadas en la operación de una instalación o en la realización de una práctica deben resultar tan bajas como sea razonablemente alcanzable, y no deben superar las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria.

30. Debe limitarse tanto como sea razonablemente posible la probabilidad de ocurrencia de situaciones accidentales, utilizando procedimientos y elementos de seguridad apropiados, que permitan la detección temprana de tales situaciones.

31. En caso de situaciones anormales deben tomarse las medidas de seguridad radiológica y seguridad física necesarias hasta tanto se lleven a cabo las acciones correspondientes para recuperar el control de la situación o para mitigar sus consecuencias.

32. Los equipos y fuentes de radiación incluidos en una licencia de operación, registro o autorización de práctica no rutinaria solo podrán ser utilizados para el propósito para el que fueron licenciados, registrados o autorizados según el caso.

33. La importación o exportación de fuentes de radiación debe ser previamente autorizada por la Autoridad Regulatoria.

34. Solo se pueden utilizar en una instalación o almacenar en un depósito autorizado las fuentes de radiación autorizadas por la Autoridad Regulatoria para esa instalación o depósito.

35. El transporte de fuentes radiactivas debe realizarse cumpliendo con lo establecido en la Norma AR 10.16.1. "Transporte de materiales radiactivos".

D2. Criterios Particulares

36. Los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados respetando la restricción de dosis efectiva de 6 mSv en un (1) año para la exposición de los trabajadores. Cuando la jornada de labor sea menor que ocho (8) horas, no deberá superarse la parte proporcional de la restricción de dosis establecida.

37. Los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados respetando la restricción de dosis efectiva de 0,1 mSv en un (1) año para los miembros del público.

38. Las instalaciones Clase II o las prácticas no rutinarias deberán poseer o disponer, según corresponda a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, monitores de radiación adecuados para medir el/los tipos de radiaciones ionizantes utilizados.

39. Todo equipo o contenedor deberá identificarse mediante una placa ubicada en su parte externa y de modo claramente visible, conteniendo la siguiente información: el símbolo de material radiactivo, símbolo químico y número de masa del nucleido, actividad y fecha de calibración, número de serie de la fuente radiactiva sellada, marca y modelo del equipo o bulto, o energía y tipo de radiación que corresponda.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 113

40. Los depósitos autorizados para el almacenamiento de equipos o contenedores deben ofrecer condiciones de seguridad radiológica y sistemas de seguridad física adecuadas que como mínimo reúnan las siguientes características:

    - Deben estar construidos con una estructura firme.
    - Deben contar con puertas y cierres adecuados de modo que permanezcan en todo momento cerrados bajo llave.
    - Deben ser de uso exclusivo para el alojamiento de las fuentes y equipos autorizados.
    - Deben poseer baja carga de fuego y deben estar suficientemente alejados de zonas de producción y almacenamiento de explosivos.
    - Deben estar ubicados en zonas de bajo factor ocupacional y al mismo tiempo asegurar su seguridad física contra el acceso inadvertido o intencional de personas no autorizadas.
    - Deben poseer blindajes adecuados compatibles con los requisitos de los Criterios N° 36 y N° 37.
    - Deben estar correctamente señalizados externamente, mediante carteles en los que consten además los datos del responsable o personas autorizadas y sus números de teléfono o modo de contactarlas.

41. Todos los equipos con fuentes radiactivas, que no estén siendo utilizados, deberán permanecer con su sistema de obturación cerrado con llave o bloqueado y almacenados en el depósito autorizado. Las llaves de los equipos deben mantenerse separadas de los mismos mientras no estén en uso, permaneciendo bajo el control directo del responsable u operador a cargo del equipo.

42. El Titular de una Licencia de Operación, registro o autorización de práctica no rutinaria que posea un equipo para el que no prevea un uso ulterior y que se encuentre en esa situación por un periodo mayor a seis (6) meses, sin que exista un programa para su reubicación o reutilización, deberá reexportarlo, transferirlo o depositarlo en custodia o gestionarlo como residuo radiactivo según corresponda. En cualquier caso el titular debe solicitar previamente la correspondiente autorización a la Autoridad Regulatoria según los Criterios N° 27, N° 28 o N° 33.

43. De ser necesario, la Autoridad Regulatoria podrá autorizar depósitos transitorios en los que se tomen medidas de seguridad radiológica y seguridad física adecuadas bajo la supervisión directa del titular.

44. La operación de una instalación Clase II o Clase III o la realización de una práctica no rutinaria deberá enmarcarse dentro de un sistema de calidad que contenga procedimientos escritos, según corresponda para:

    a. Compra, recepción, almacenamiento, transferencia e inventario del material radiactivo.
    b. Operación y realización de la práctica, manipulación del material radiactivo dentro de la instalación y para aquellos casos en que debe ser utilizado fuera de ella (equipos móviles y fuentes radiactivas no selladas).
    c. Vigilancia radiológica individual y de áreas.
    d. Mantenimiento y control de calidad de los equipos y todos los elementos de seguridad radiológica.
    e. Gestión de los residuos radiactivos.
    f. Situaciones anormales.

45. Los procedimientos para situaciones anormales mencionados en el Criterio N° 44 f) deben incluir, según corresponda, evaluaciones dosimétricas y acciones correctivas apropiadas para el caso en que puedan producirse dosis significativas.

D3. Criterios adicionales para equipos móviles

46. En la operación de cada equipo debe intervenir como mínimo un operador con permiso individual vigente para el propósito específico bajo la supervisión del Responsable.

47. En la operación de un equipo o fuente de radiación para uso petrolero, deben intervenir dos (2) personas como mínimo y, al menos, una de ellas con permiso individual vigente para el propósito específico.

48. Toda vez que por cuestiones operativa, una fuente de radiación deban permanecer guardadas fuera de un depósito autorizado, se deberán guardar en un depósito transitorio.

49. Al finalizar la realización de una práctica, las fuentes de radiación utilizadas deben almacenarse en el depósito autorizado o en un depósito transitorio.

50. Se deberá delimitar según corresponda el área de operación mediante barreras físicas apropiadas, ubicadas de tal manera que permitan prevenir el acceso inadvertido de personas a la misma, manteniendo vigilancia visual directa sobre el área de operación, a fin de detectar en forma inmediata cualquier acceso no autorizado.

51. Se deberá informar a quien sea responsable del movimiento de personas no relacionadas con la operación del equipo, pero que desarrollen tareas en las inmediaciones del área de operación, sobre las precauciones a tomar.

52. Toda base autorizada para aplicaciones petroleras debe contar con al menos una persona con permiso específico correspondiente para el propósito individual correspondiente.

53. Toda vez que un vehículo que transporte fuentes de radiación deba permanecer en la zona de trabajo, el operador debe tomar las medidas necesarias para garantizar la seguridad radiológica y la seguridad física del vehículo y su carga.

D4. Criterios adicionales para fuentes no selladas

54. La preparación de los radionucleidos deberá realizarse en instalaciones que cuenten con superficies impermeables y que puedan descontaminarse fácilmente o ser eliminadas como residuo radiactivo.

55. El titular de la instalación debe prever antes del inicio de la operación y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria las alternativas para la gestión de los residuos radiactivos que se generen como consecuencia de la práctica.

56. Cuando el período de semidesintegración y la actividad de los radionucleidos utilizados sea tal que no se prevean tiempos de almacenamiento superiores a un (1) año para los residuos radiactivos generados, dichos residuos podrán ser almacenados transitoriamente para su decaimiento en la propia instalación, en caso contrario deberán gestionarse a través de una Gestionadora de Residuos Radiactivos, según lo establecido en la norma AR 10.12.1 "Gestión de Residuos Radiactivos".

57. Los residuos radiactivos deben ser minimizados (reduciendo volúmenes y racionalizando operaciones), clasificados, segregados e identificados por radionucleido, actividad, fecha de generación y período de almacenamiento requerido. Además deben ser acondicionados adecuadamente para permitir su almacenamiento o transporte para su disposición final.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
115

58. Los residuos sólidos, tales como jeringas, agujas, guantes, papeles, material de vidrio, plástico, filtros, etc. conteniendo material radiactivo deben ser acondicionados de manera adecuada, para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.

59. La instalación debe contar con los elementos de descontaminación adecuados.

60. En la operación con fuentes no selladas deben intervenir dos (2) personas como mínimo y, al menos una de ellas con permiso individual vigente para el propósito específico correspondiente.

D5. Vigilancia Radiológica Individual

61. Deberá llevarse a cabo el control dosimétrico individual de los trabajadores en los casos que corresponda.

62. El Responsable deberá determinar la nómina de los trabajadores afectados al control dosimétrico individual.

63. Todo el personal que opera con fuentes radiactivas para perfilaje petrolero o con fuentes no selladas, debe contar con monitoraje individual de la irradiación externa y con dosímetro de mano según corresponda y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

D6. Controles, Mantenimiento y Reparación

64. Solo podrá operarse una instalación o realizar prácticas que impliquen el uso de fuentes de radiación cuando los equipos y todos los elementos de seguridad radiológica se encuentren en condiciones que hagan segura su operación.

65. Las tareas de instalación, mantenimiento y reparación de equipos que requieran el desarme total o parcial de los mismos y que puedan afectar sus sistemas de seguridad o que puedan significar dosis no despreciables para los trabajadores, deben ser realizadas por empresas licenciadas o autorizadas al efecto por la Autoridad Regulatoria; el personal que realice dichas tareas deberá estar adecuadamente capacitado para esa función y, en los casos que se determine, deberá contar con un Permiso Individual.

66. Debe efectuarse el control rutinario del equipamiento, el cual debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Control de los dispositivos de bloqueo del movimiento de la fuente sellada u obturación de la misma.
- Verificación de los niveles normales de tasa de dosis ambiental en el exterior de los equipos.
- Verificación del estado de las identificaciones de equipos y fuentes, las que deben ser reparadas o recambiadas en caso de deterioro.

67. Los monitores o medidores de radiación mencionados en el Criterio Nº 38 deben ser adecuadamente calibrados:

- Con una frecuencia mínima de dos años o con la frecuencia que determine la Autoridad Regulatoria.
- Cada vez que el instrumento sea sometido a una reparación.
- Cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 116

68. Debe verificarse como mínimo cada dos (2) meses el funcionamiento de los monitores o medidores de radiación mencionados en el Criterio N° 38 y los resultados de la verificación deben estar adecuadamente registrados.

D7. Documentación, Registros e Informes

69. El Titular de Licencia, Registro o Autorización de Práctica no Rutinaria deberá enviar a la Autoridad Regulatoria semestralmente, o cada vez que se produzca una modificación en el inventario o ubicación de los equipos y fuentes de radiación, una declaración jurada con el inventario actualizado de los equipos y fuentes de radiación que posea, indicando claramente la ubicación de cada uno de ellos y cualquier modificación en las condiciones de uso. La declaración jurada deberá estar conformada por el Responsable ante la Autoridad Regulatoria.

70. El Titular de Licencia, Registro o Autorización de Práctica no Rutinaria debe poseer la documentación indicada a continuación, según corresponda y determine la Autoridad Regulatoria, mientras mantenga la posesión de los equipos o fuentes de radiación:

a. Descripción general de la instalación.

b. Certificado de fabricación de cada fuente sellada, test de pérdidas y de aprobación de diseño como material radiactivo en forma especial cuando corresponda.

c. Certificados de test periódicos de pérdidas de cada fuente sellada.

d. Localización en planta de los equipos y contenedores (acompañada de esquemas o planos).

e. Registro de mantenimiento y de los resultados de los controles efectuados sobre los equipos.

f. Manuales de operación y mantenimiento de los equipos.

g. Detalles constructivos de los equipos, sus blindajes, portafuentes, obturadores, cerraduras o demás componentes de seguridad.

h. Blindajes que estarán disponibles para ser utilizados en situaciones de emergencia.

i. Sistemas de ventilación, cuando corresponda.

j. Dispositivos de restricción de acceso al área de operación o al depósito autorizado cuando corresponda.

k. Señalizaciones en el área de operación o en el depósito.

l. Cualquier otro sistema de protección que la Autoridad Regulatoria considere necesario.

m. Inventario detallado del total de equipos y fuentes de radiación en posesión del titular de la licencia.

71. El titular debe asegurar que se mantenga actualizado el registro de la contabilidad del material radiactivo que incluya como mínimo radionucleidos ingresados a la entidad, forma física y química, actividad y fechas de ingreso y egreso.

72. El movimiento de equipos o fuentes entre bases o depósitos autorizados, deberán ser comunicados a la Autoridad Regulatoria por el titular de la licencia de operación, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas de producido.

73. Debe llevarse el registro detallado de movimientos de equipos móviles toda vez que salgan fuera de la instalación o ingresen a la misma, con fecha, hora, destino y firma del responsable u operador con permiso individual que las retire.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
117

74. El titular de licencia, registro o autorización de práctica no rutinaria según corresponda, debe informar cualquier tipo de situación anormal que involucre a los equipos o fuentes de radiación:

    a. Por el medio más rápido e inmediatamente de producida o de tomado conocimiento por parte del titular o del responsable ante la ARN, de toda pérdida de control sobre sus fuentes de radiación, sea por hurto, robo, desaparición, accidente, incendio, explosión, derrumbe o por cualquier otra circunstancia o evento que impida al titular garantizar la integridad de las fuentes de radiación o la protección radiológica de las personas que pudieren estar expuestas a ellas.

    b. Por escrito dentro de las 24 horas de producida o de tomado conocimiento por parte del titular o del responsable ante la ARN, de cualquier otra situación anormal, que involucre a sus fuentes de radiación, y que haya producido una exposición real o potencial de personas a las radiaciones ionizantes con dosis que puedan haber superado las restricciones de dosis establecidas.

75. En el caso en que se produzca un proceso judicial de quiebra o convocatoria de acreedores del Titular de Licencia, éste deberá notificar el hecho dentro de las cuarenta y ocho (48) horas de producido a la Autoridad Regulatoria, indicando los datos del Juzgado interviniente y del Síndico designado, así como las medidas de protección que se hubieren adoptado para garantizar la protección radiológica y la seguridad física de los equipos o fuentes no selladas de la instalación.

76. El Titular de Licencia, Registro o Autorización de Práctica no Rutinaria debe poner a disposición de la Autoridad Regulatoria la documentación, que la misma determine en casos particu-lares.

D8. Validez y Renovación de las Licencias de Operación

77. La licencia de operación o registro tendrá una validez máxima de cinco (5) años a partir de la fecha de emisión, salvo que la Autoridad Regulatoria haya estipulado un plazo de validez menor.

78. La renovación de las licencias de operación o registros deberán iniciarse al menos sesenta (60) días hábiles antes de su vencimiento.

D8.1 Autorizaciones de operación con Permisos de Vigencia Permanente

79. El titular de la licencia de operación o de una autorización de operación con permiso de vigencia permanente, deberá renovarlo en un plazo no mayor de tres (3) años a partir de la puesta en vigencia de la presente norma cumplimentando los requisitos de seguridad radiológica y seguridad física establecidos en la misma.

80. La Licencia de Operación comprendida en el alcance del Criterio 79, que haya sido renovada, tendrá una validez máxima de cinco (5) años a partir de la fecha de su emisión, salvo que la Autoridad Regulatoria haya estipulado un plazo de validez menor.

81. La licencia de operación comprendida en el alcance del Criterio Nº 79, que no haya sido renovada dentro del plazo y en las condiciones establecidas en ese Criterio, quedará Automáticamente suspendida a partir de los tres (3) años de la fecha de puesta en vigencia de la presente norma y hasta tanto su titular tramite su renovación, cumpliendo con los requisitos y condicio-nes establecidos en el Criterio Nº 79.

82. Una vez operada la suspensión indicada en el Criterio Nº 80, el titular deberá proceder de acuerdo a lo expresado en la presente norma a los fines de garantizar la seguridad radiológica y física de las fuentes de radiación.

UNIDAD NACIONAL 118

83. El titular de una licencia de operación o registro cuyo vencimiento opere dentro del primer (1) año de vigencia de la presente norma, que no se ajuste a sus disposiciones, podrá solicitar por única vez que la Autoridad Regulatoria le otorgue una renovación de su licencia de operación o registro, con una validez que no excederá los dos (2) años a contar de la fecha de puesta en vigencia de la presente norma.

D9. Responsabilidades

Del Titular de la Licencia de Operación, Registro o de la Autorización de Práctica no rutinaria:

Sin perjuicio del cumplimiento de las otras obligaciones que surgen de la presente norma el Titular de la Licencia de Operación, Registro o de la Autorización de Práctica no Rutinaria estará obligado a:

84. Proveer los medios necesarios para cumplir y hacer cumplir, como mínimo, los requisitos establecidos en la licencia de operación, registro o autorización, en las normas aplicables y en todo otro requerimiento de la Autoridad Regulatoria aplicable a la instalación o práctica.

85. Designar al Responsable, asegurar que la función del mismo esté cubierta mientras permanezca vigente la licencia de operación, autorización o registro correspondiente y prestarle al Responsable todo el apoyo que necesite para que la práctica se desarrolle en adecuadas condiciones de seguridad radiológica y física.

86. Comunicar a la Autoridad Regulatoria en forma fehaciente e inmediata, el caso en que se produzca la ausencia temporal o definitiva del Responsable. En tal caso, la instalación no podrá operar o la práctica no podrá llevarse a cabo hasta tanto se designe un nuevo Responsable, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

87. Establecer un sistema de calidad adecuado y supervisar su correcta implementación.

88. Asegurar la capacitación y reentrenamiento del personal.

89. Facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias por parte del personal de la Autoridad Regulatoria o por quien ésta designe.

90. Notificar a la Autoridad Regulatoria la intención de cesar en forma temporaria o definitiva el uso de material radiactivo.

91. Tramitar, con la debida anticipación, la renovación, modificación o ampliación de la licencia de operación o del registro.

Del Responsable:

Sin perjuicio del cumplimiento de las otras obligaciones que surgen de la presente norma el Responsable estará obligado a:

92. Asegurar que la operación de los equipos o la manipulación de fuentes radiactivas se realice según lo establecido en la presente norma.

93. Implementar el sistema de calidad.

94. Capacitar al personal y difundir los procedimientos de seguridad radiológica.

95. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, la ocurrencia de eventos que afecten o puedan afectar la seguridad radiológica, investigar sus causas y consecuencias e implementar las medidas correctivas que correspondan.

UNIVERSIDAD DE CORDOBA 119

96. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, su cese de funciones temporal o definitivo como Responsable.

97. Informar en forma fehaciente a la Autoridad Regulatoria cuando, a su entender, el titular de la licencia, registro o autorización de práctica no rutinaria no proveyera los medios necesarios para garantizar la seguridad radiológica y física.

98. Mantener actualizados los registros y realizar las comunicaciones indicados en esta norma.

Del Trabajador:

99. Cumplir los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores y la del público.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
120

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 8.2.1.

Uso de fuentes selladas en braquiterapia

REVISIÓN 0

Aprobada por Resolución ENREN Nº 60/95 (Boletín Oficial 8/6/95)

El ENREN es el organismo antecesor de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR, según Ley Nº 24.804 promulgada en 25 de abril de 1997.

República Argentina – 2004

UNIVERSIDAD CORDOBA
121

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
Av. del Libertador 8250
(C1429BNP) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ARGENTINA
Teléfono (011) 6323-1350
Fax (011) 6323-1771/1798
http://www.arn.gov.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 122

USO DE FUENTES SELLADAS EN BRAQUITERAPIA

1. OBJETIVO

1. Establecer los requisitos mínimos de seguridad radiológica aplicables a la utilización de fuentes radiactivas sólidas no dispersables, con fines terapéuticos en aplicaciones de braquiterapia intersticiales, superficiales e intracavitarias.

2. ALCANCE

2. Esta norma será aplicable a todas las actividades relacionadas con el uso de fuentes radiactivas sólidas no dispersables en braquiterapia.

3. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Aplicación Intersticial:** técnica de braquiterapia en la que el material radiactivo se implanta en el tumor.

4. **Aplicación Intracavitaria:** técnica de braquiterapia en la que el material radiactivo se coloca en cavidades naturales.

5. **Aplicación Superficial:** técnica de braquiterapia para tratamiento de lesiones malignas dérmicas u oftálmicas.

6. **Blindaje:** recinto, pantalla o elemento capaz de atenuar la intensidad de la radiación.

7. **Braquiterapia:** técnica de tratamiento en la que el material radiactivo se coloca dentro, o muy próximo al volumen de tejido a tratar.

8. **Carga Diferida:** técnica mediante la cual se ubican en el paciente los aplicadores o guías, previo a la colocación del material radiactivo, que permite efectuar la verificación de su correcto posicionamiento así como una rápida carga y descarga de la/s fuente/s.

9. **Contenedor Primario:** recipiente blindado, ubicado dentro del depósito, que aloja el material radiactivo mientras permanece almacenado.

10. **Depósito:** construcción blindada, ubicada en el local de almacenamiento, que aloja a los contenedores primarios.

11. **Dosis equivalente ambiental, H*(d):** Dosis equivalente en la esfera ICRU[1] -a la profundidad d- cuando se encuentra en un campo de radiación alineado y expandido, en el radio opuesto al sentido del campo alineado. Cuando la radiación es penetrante, se adopta d = 10 milímetros.

12. **Dosis equivalente individual, (Hp(d)):** Dosis equivalente en tejido blando a una profundidad d, debajo de un punto especificado sobre el cuerpo, definida para el monitoreo individual y para radiaciones tanto penetrantes como poco penetrantes. Se adopta d = 10 milímetros, para radiación penetrante y d = 0,07 milímetros, para radiación poco penetrante.

[1] International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 39

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 123

13. Entidad autorizada: persona física o jurídica autorizada por la autoridad de aplicación para la tenencia y/o el uso de fuentes radiactivas en braquiterapia.

14. Equipo de carga diferida remota: equipo con el que se efectúan tratamientos por técnicas de carga a distancia.

15. Exposición: evento en el cual una persona recibe una dosis de radiación ionizante.

16. Fuente no dispersable: fuente radiactiva que por sus características constructivas puede considerarse no dispersable en las condiciones normales de uso.

17. Límite de dosis aplicable: límite de dosis equivalente o límite de dosis efectiva para personal ocupacionalmente expuesto o para miembros individuales del público, según lo establecido por la autoridad de aplicación.

18. Local de almacenamiento: local destinado al alojamiento, preparación, control y esterilización de fuentes radiactivas.

19. Local de colocación: local donde se efectúa la colocación de las fuentes en el paciente.

20. Local de tratamiento: local en el cual el paciente permanece durante su tratamiento con fuentes radiactivas.

21. Mesa de preparados: plano de trabajo ubicado en el local de almacenamiento de diseño adecuado para la manipulación segura de material radiactivo.

22. Monitoraje: conjunto de mediciones para la evaluación o control de la exposición a la radiación e interpretación de sus resultados.

23. Personal ocupacionalmente expuesto: personal que presta servicios para la entidad autorizada y que está expuesto a las radiaciones ionizantes originadas en las actividades que se desarrollan por cuenta de la misma.

24. Proyecto: diseño de una instalación nueva o adecuación de una existente destinada a un propósito que implique la manipulación de fuentes radiactivas. Comprende la planta física, el equipamiento y las condiciones de utilización.

25. Responsable: persona física designada por la entidad autorizada para implementar la seguridad radiológica, el cumplimiento de la presente norma y todo otro requerimiento de la autoridad de aplicación.

26. Situación anormal: apartamiento de las condiciones normales que puede producir una exposición injustificada.

4. CRITERIOS

27. Las dosis de radiación originadas en tareas de braquiterapia deberán ser tan bajas como sea razonablemente alcanzable y no superar los siguientes valores:

a. 100 µSv/año en el caso de miembros del público.

b. 6 mSv/año en el caso de personal ocupacionalmente expuesto que cumpla una jornada laboral de ocho horas o la parte proporcional de este valor cuando la jornada de labor sea menor.

28. Deberá limitarse tanto como sea razonablemente posible la probabilidad de ocurrencia de situaciones anormales utilizando procedimientos y elementos de seguridad apropiados, que permitan además la detección temprana de tales situaciones.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 129

29. En caso de situaciones anormales, deberán llevarse a cabo las acciones correctivas necesarias de modo que las dosis que se generen sean tan bajas como sea razonablemente alcanzable mediante los procedimientos y los elementos apropiados.

30. El personal ocupacionalmente expuesto como consecuencia de prácticas no relacionadas directamente con su actividad no deberá exceder los límites de dosis aplicables a miembros individuales del público.

5. REQUISITOS PARA LA AUTORIZACIÓN

5.1. Requisitos Generales

31. La entidad solicitante deberá designar un responsable que satisfaga los requisitos que establezca la autoridad de aplicación y como mínimo:

a. En el caso de entidades que posean material radiactivo en depósito: que sea un profesional médico autorizado de acuerdo con la Resolución de la CNEA N° 1790/76 o la normativa que la reemplace.
b. En el caso de entidades que solo dispongan de salas de internación para ser utilizadas por terceros: que acredite una formación suficiente para el cumplimiento de sus funciones.

32. La persona designada como responsable según lo establecido en el punto anterior deberá aceptar dicha responsabilidad por escrito.

33. La entidad solicitante deberá disponer de locales de almacenamiento y de tratamiento que satisfagan lo establecido en la presente norma.

34. La entidad solicitante deberá disponer de los elementos necesarios para cumplir en forma satisfactoria los requisitos del punto 6 (Operación) del presente documento.

5.2. Local de Almacenamiento

35. El local de almacenamiento deberá destinarse en forma exclusiva al alojamiento, preparación, control y/o esterilización de fuentes radiactivas.

36. Las puertas del local de almacenamiento y del depósito deberán contar con elementos de seguridad que impidan su apertura por personas no autorizadas.

37. La superficie de la mesa de preparados deberá ser lisa, continua e impermeable.

38. A menos que la entidad solicitante demuestre que no es necesario, la mesa de preparados deberá contar con un blindaje que permita la visión y manipulación de las fuentes sin alterar la capacidad blindante del mismo.

39. El proyecto deberá contemplar la manera en que se almacenarán las fuentes radiactivas dentro de sus respectivos contenedores primarios.

40. Las fuentes radiactivas deberán identificarse de tal manera que puedan diferenciarse por actividad y/o nucleido.

41. Los contenedores deberán tener adherida una placa que indique, para cada tipo de fuente: isótopo, actividad y cantidad.

5.3. Locales de Tratamiento

42. Cuando se incluya el uso de blindajes móviles, se deberán contemplar las condiciones de uso de tales elementos.

125

43. Cuando se utilicen equipos de carga diferida remota, la instalación deberá disponer, independientemente de los dispositivos de seguridad con que cuente el equipo, de:

a. Una alarma acústica y lumínica en el exterior del local de tratamiento que se active cuando la fuente no retorne al blindaje.
b. Un sistema que active una señal lumínica en el exterior del local de tratamiento siempre que las fuentes se encuentren fuera de su blindaje.

44. El local de tratamiento deberá contar con instalaciones sanitarias para uso exclusivo del paciente y de diseño adecuado para impedir el extravío de material radiactivo.

6. OPERACIÓN

6.1. Requerimientos Generales

45. Ninguna entidad podrá adquirir, utilizar, vender, alquilar, ceder ni dar de baja fuentes radiactivas sin autorización previa de la autoridad de aplicación.

46. El uso, control y mantenimiento de fuentes y equipos deberá realizarse teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y/o de la autoridad de aplicación.

47 La manipulación de fuentes deberá efectuarse utilizando pinzas u otros elementos adecuados para ese propósito.

48. La colocación en el paciente de fuentes radiactivas deberá efectuarse por técnicas de carga diferida, siempre que sea posible.

49. Cuando sea necesario efectuar la localización radiográfica o radioscópica del material radiactivo colocado en un paciente, se deberán utilizar procedimientos que contemplen la optimización del tiempo de localización y la distancia entre el paciente y el personal afectado a dicha tarea. Además, deberán seguirse los procedimientos de seguridad aplicables a un servicio de radiología convencional.

50. Para la señalización de áreas en las que exista material radiactivo deberá aplicarse la norma IRAM 10005.

6.2. Responsabilidades

51. La Entidad Autorizada deberá:

a. Asegurar que el responsable disponga de las facilidades y el apoyo necesarios para el cumplimiento de sus funciones.
b. Efectuar una adecuada supervisión de las condiciones de seguridad radiológica en que se desarrollen las actividades de braquiterapia.
c. Designar al responsable y asegurar que dicha función se mantenga cubierta.

52. El Responsable deberá:

a. Implementar las medidas necesarias para garantizar la seguridad radiológica de los pacientes, del personal ocupacionalmente expuesto y de los miembros del público.
b. Asegurar que el personal afectado a las tareas con fuentes radiactivas sea instruido respecto de las medidas de seguridad que deban tomar en su trabajo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 126

53. Los profesionales médicos autorizados deberán:

a. Llevar a cabo los trabajos con fuentes radiactivas de acuerdo con las reglas del arte y cumpliendo como mínimo con los procedimientos establecidos por la entidad autorizada, con lo especificado en la presente norma y con los requerimientos de la autoridad de aplicación, teniendo en cuenta las recomendaciones del responsable.

b. Asegurar que se cumplan los requerimientos de seguridad radiológica relacionados con los pacientes portadores de fuentes que se encuentren bajo su responsabilidad médica e intervenir inmediatamente en la solución de cualquier situación anormal que surja con los mismos.

54. Las tareas relacionadas con el uso de fuentes radiactivas deberán ser efectuadas por personal específicamente entrenado.

55. La manipulación de fuentes radiactivas solamente podrá ser efectuada por personal con permiso específico vigente otorgado por la autoridad de aplicación o bajo la supervisión del mismo.

6.3. Monitoraje y Control Dosimétrico

56. Deberán efectuarse las tareas de monitoraje que sean necesarias para:

a. Evaluar la eficacia de los procedimientos y elementos destinados a la seguridad radiológica, y mejorarla si es necesario.

b. Evitar que ocurran situaciones anormales.

c. Determinar las acciones inmediatas que deban tomarse en situaciones anormales.

57. Para cumplir con lo establecido en el punto 56, la entidad autorizada deberá disponer, como mínimo, de un instrumento para monitoraje de área de las siguientes características:

a. Indicación en unidades de dosis equivalente ambiental

b. Valores a fondo de escala desde 10 μSv/h (o menor) hasta 1 mSv/h (o mayor).

c. Exactitud no menor de ± 30%.

58. Monitoraje individual:

a. Deberá monitorearse la dosis equivalente individual, de todo el personal, excepto el referido en el párrafo (30).

b. La decisión de reclasificar a un trabajador al que se le efectúa monitoraje individual, para ubicarlo en la categoría indicada en el párrafo (30), deberá ser tomada por el responsable o con el asesoramiento del mismo.

c. Los trabajadores que manipulen fuentes radiactivas deberán utilizar anillos dosimétricos.

d. Los informes de dosis deberán tener una periodicidad no superior a un mes.

e. La entidad autorizada deberá notificar a cada persona afectada a monitoraje individual su correspondiente informe dosimétrico mensual y la dosis acumulada en el año.

f. La entidad autorizada deberá entregar una certificación de la dosis individual acumulada a toda persona sujeta a monitoraje individual cada vez que la misma lo requiera y cuando deje de prestar servicios para la entidad autorizada.

6.4. Controles

59. Deberá verificarse el estado de cada fuente como mínimo una vez por año y toda vez que la misma haya sido sometida a una solicitación mecánica no habitual o haya estado expuesta a la acción de agentes corrosivos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA 127

60. Deberá verificarse el correcto funcionamiento de los equipos de carga diferida remota y de los sistemas de seguridad asociados, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

61 Deberá verificarse periódicamente el funcionamiento de los sistemas de seguridad de los locales donde se trabaje con material radiactivo.

62. El instrumental de medición indicado en el párrafo (57) deberá ser adecuadamente calibrado como mínimo:

a. Una vez por año.
b. Cada vez que el instrumento sea sometido a una reparación.
c. Cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

6.5. Local de Almacenamiento

63. El local de almacenamiento y el depósito deberán permanecer bajo llave cuando no se efectúen tareas en los mismos.

64. Sólo podrá ingresar y permanecer en el local de almacenamiento el personal autorizado. El tiempo de permanencia deberá ser el mínimo compatible con las tareas a realizar.

65. Durante las tareas de cortado de alambres radiactivos y toda otra actividad como consecuencia de la cual pueda haber desprendimiento de material radiactivo deberán:

a. Tomarse las medidas necesarias para evitar la contaminación de personas.
b. Recolectarse y colocarse en contenedores adecuados los residuos radiactivos.
c. Descontaminarse las superficies y/o herramientas que resulten contaminadas.
d. Gestionar como residuo radiactivo, cuando corresponda, los elementos indicados en b) y c).

6.6. Traslado de Fuentes o Pacientes con Fuentes.

66. El traslado de fuentes radiactivas deberá ser efectuado en contenedores adecuados a satisfacción de la autoridad de aplicación.

67. El traslado de fuentes deberá ser realizado por personal entrenado, evitando en lo posible el paso y permanencia en locales ocupados por miembros del público cuando el traslado se efectúe dentro del mismo edificio.

68. Durante el traslado del contenedor con las fuentes o del paciente, según sea el caso, deberá mantenerse a los mismos bajo la vigilancia constante del personal a cargo del traslado.

69. Si las fuentes se ven involucradas en un accidente durante su transporte dentro del edificio, deberán seguirse los procedimientos de emergencia preparados al efecto.

70. Para el transporte de fuentes por la vía pública se aplicará el "Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo" (Norma AR 10.16.1.).

6.7. Locales de Tratamiento

71. El tratamiento de los pacientes deberá efectuarse exclusivamente en los locales que la entidad autorizada esté autorizada a emplear para este propósito.

72. En cada local sólo podrán usarse los radionucleidos que la entidad autorizada haya sido autorizada a emplear en el mismo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 128

73. Los pacientes portadores de fuentes deberán permanecer bajo el cuidado de personal debidamente instruido.

74. No deberán permanecer en el mismo local de tratamiento en forma simultánea pacientes portadores y no portadores de material radiactivo, a menos que esta circunstancia haya sido contemplada en el diseño y el mismo haya sido autorizado en esas condiciones.

75. Deberá efectuarse en forma rutinaria el monitoraje del local de tratamiento, de la ropa de cama y de todo otro elemento que pudiera contener material radiactivo desprendido del implante.

76. Al finalizar cada tratamiento deberá verificarse que la cantidad de fuentes que se retiren del paciente coincida con la de fuentes colocadas.

77. Mientras el paciente permanezca bajo tratamiento deberán fijarse las señalizaciones e instrucciones indicadas a continuación:

a. En la parte exterior de la puerta de acceso:

- Señalización
- Régimen de visitas.
- Condiciones de uso autorizado del local.

b. En lugar visible dentro de la habitación: instrucciones para el personal dedicado a la atención del paciente. Estas instrucciones deberán, como mínimo, describir:

- Tamaño y apariencia de las fuentes.
- Manipulación, almacenamiento seguro y comunicación inmediata en caso de situaciones anormales o de emergencia.
- Atención del paciente.
- Control de visitas.
- Notificación al responsable en caso de emergencia médica o muerte del paciente.

c. Al pie de la cama: enumeración de las fuentes colocadas y esquema demostrativo.

78. Un duplicado de la información indicada en el párrafo (77) punto c) deberá permanecer en la historia clínica del paciente.

79. Los pacientes portadores de fuentes no deberán abandonar el local de tratamiento, salvo que razones médicas u otras de fuerza mayor así lo requieran.

80. No se permitirán las visitas de menores de 18 años a los pacientes portadores de fuentes radiactivas.

81. Deberá disponerse de un contenedor para casos de emergencia dentro del local de tratamiento.

6.8. Implantes Radiactivos Permanentes

82. Ningún paciente con fuentes radiactivas implantadas en forma permanente podrá retirarse del establecimiento a menos que:

a. Se haya comprobado que las fuentes quedaron colocadas en forma segura.
b. Los niveles de radiación emergentes del paciente no excedan lo razonable.

83. Los pacientes que se retiren del establecimiento con implantes permanentes y/o sus familiares deberán ser instruidos por personal idóneo respecto de la forma de mantener las dosis tan bajas como sea razonablemente posible.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 129

6.9. Situaciones Anormales

84. Deberán existir procedimientos de emergencia que describan las acciones a tomar en caso de:

a. Extravío o robo de material radiactivo.
b. Rotura o daño de fuentes radiactivas.
c. Emergencia médica que involucre a pacientes portadores de fuentes.
d. Eventos externos o catástrofes que afecten a los locales donde existen fuentes.
e. Toda otra situación anormal que pueda llegar a ocurrir teniendo en cuenta las características particulares de cada instalación.

85. Los procedimientos para situaciones anormales deberán estar escritos y ubicados en lugar visible dentro de las áreas donde tales situaciones puedan llegar a ocurrir. En el caso de equipos de carga diferida remota, los procedimientos deberán ubicarse junto a la consola de mando del equipo.

86. Cuando un paciente portador de fuentes radiactivas deba pasar a condición de cuidado intensivo tendrá prioridad la atención del mismo, pero las fuentes deberán retirarse tan pronto como sea posible. Deberá instruirse sobre estos aspectos al personal que puede llegar a intervenir en tales situaciones.

87. En el caso de muerte de un paciente con material radiactivo implantado, las fuentes deberán ser retiradas y trasladadas al depósito. Cuando se trate de implantes permanentes toda acción relativa al tratamiento del cuerpo deberá ser efectuada con el asesoramiento de personal idóneo en seguridad radiológica.

88. En caso de catástrofe que requiera la evacuación inmediata del paciente y del personal, las acciones a tomar deberán seguir el siguiente orden:

a. Atención de las víctimas.
b. Segregación de los pacientes portadores de fuentes.
c. Retiro de las fuentes, verificación de su cantidad y colocación dentro de un blindaje apropiado.

89. La entidad autorizada deberá comunicar a la autoridad de aplicación en forma inmediata, por el medio más rápido, toda situación anormal que implique riesgo de irradiación de personal del servicio o ajeno al mismo.

90. Toda situación anormal resuelta sin la intervención de la Autoridad Regulatoria deberá informarse a ésta dentro de las 24 h de producida.

6.10. Documentación y Registros

91. La entidad autorizada deberá poner a disposición de la autoridad de aplicación la documentación y registros que la misma determine, además de los indicados en los puntos siguientes.

92. La entidad autorizada deberá conservar la siguiente documentación mientras tenga la posesión de los elementos a que se haga referencia a continuación:

a. Certificado de fabricación, calibración y características de cada fuente.
b. Manual de operación y mantenimiento de los equipos de carga diferida remota.
c. Manual de operación y mantenimiento del instrumental de radioprotección.
d. Registro de los controles y mantenimiento que se efectúen en cumplimiento de lo indicado en (46); (60); (61) y (62).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
130

93. Deberá implementarse un registro de material radiactivo, que contenga como mínimo:

a. Inventario de fuentes radiactivas.
b. Movimiento de fuentes y novedades operativas.
c. Inventario del instrumental de protección radiológica.

94. Se deberá consignar en cada caso toda la información necesaria para documentar, en medida suficiente, el movimiento de fuentes o modificaciones en el inventario.

95. En el caso de instituciones que solamente tengan autorizadas salas de internación, deberá implementarse un registro en el se que detalle cada implante e internación efectuados, y los responsables de los mismos.

96. Los informes de los monitorajes individuales deberán ser registrados y archivados por la entidad autorizada durante un período no menor de 30 años, a partir de la finalización de la prestación de servicios del personal involucrado. Los registros deberán incluir la fecha de incorporación y/o desafectación de cada persona al sistema de monitoraje individual.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
131

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 5.7.1.

Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de un acelerador de partículas

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
132

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
133

NORMA AR 5.7.1.

CRONOGRAMA DE LA DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR ANTES DE LA OPERACIÓN DE UN ACELERADOR DE PARTÍCULAS

A. OBJETIVO

1. Establecer el cronograma de la documentación que debe presentar la Entidad Responsable a la Autoridad Regulatoria para solicitar las licencias de construcción, puesta en marcha y operación.

B. ALCANCE

2. La presente norma es aplicable a aceleradores de partículas con energías mayores o iguales a 1 MeV (excepto aceleradores de uso médico).

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Construcción:** Proceso que comprende la ejecución de obras civiles de una instalación Clase I, el montaje de sus componentes, equipos y sistemas, así como la realización de las pruebas respectivas. Tal ejecución excluye los trabajos de preparación y excavación del sitio del emplazamiento, y se considera iniciada cuando se procede a la colada de hormigón correspondiente.

4. **Entidad Responsable:** Titular de las licencias de una instalación Clase I.

5. **Licencia:** Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, la operación de una instalación o la ejecución de una dada etapa de la vida de dicha instalación. Estas etapas pueden ser la construcción, puesta en marcha, retiro de servicio o cualquier otra que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario licenciar.

6. **Licencia de Construcción:** Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable, bajo ciertas condiciones, para que inicie la construcción de una instalación Clase I.

7. **Licencia de Operación:** Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable, bajo ciertas condiciones, para que opere una instalación Clase I.

8. **Licencia de Puesta en Marcha:** Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a la Entidad Responsable de una instalación nuclear Clase I, bajo ciertas condiciones, a que inicie las actividades de puesta en marcha de la misma.

9. **Programa de Calidad:** Programa donde se definen la política de calidad, los objetivos, la planificación, la organización, las responsabilidades, los procesos y aquellas actividades que requieren procedimientos escritos.

134

10. Pruebas Preliminares: Conjunto de pruebas realizadas en una instalación Clase I o Clase II antes de la recepción o montaje de aquellos materiales o dispositivos previstos en el diseño que generen o sean capaces de generar radiaciones ionizantes, y planificadas para comprobar que, previo a la puesta en marcha, los componentes, equipos y sistemas cumplen con sus bases originales de diseño y con los criterios de performance pertinentes.

11. Puesta en Marcha: Conjunto de pruebas realizadas en una instalación Clase I o Clase II después de la recepción o montaje de aquellos materiales o dispositivos previstos en el diseño que generen o sean capaces de generar radiaciones ionizantes, y planificadas para comprobar que la instalación reúne todas las condiciones para su operación en condiciones de seguridad.

12. Sistema de Calidad: Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar el nivel de calidad de una instalación o práctica.

D. CRITERIOS

13. La puesta en marcha de un acelerador de partículas con energías mayores o iguales a 1 MeV (excepto aceleradores de uso médico) debe considerarse iniciada con la generación del haz.

14. El cronograma de la documentación a presentar es el siguiente:

1	Presentación del Informe Preliminar de Seguridad (IPS).	Cuatro (4) meses antes de solicitarse la licencia de construcción.
2	Presentación sistemática de informes relacionados con los eventuales cambios de diseño y otros aspectos, resultantes de la interacción entre la Entidad Responsable y la Autoridad Regulatoria.	Se inicia un (1) mes después de la presentación del IPS y continúa hasta un (1) mes antes de procederse a la generación del haz.
3	Presentación del sistema de calidad, incluyendo el correspondiente programa y toda otra documentación relacionada con la calidad.	Se inicia un (1) mes después de la presentación del IPS y continúa actualizándose progresivamente.
4	Presentación sistemática de informes de progreso sobre la construcción del acelerador, excluyendo las pruebas preliminares.	Mensualmente, a partir de la obtención de la licencia de construcción.
5	Presentación del proyecto de organigrama de operación y del programa de entrenamiento del personal.	En la fecha de comienzo de la construcción. Debe actualizarse toda vez que se produzcan cambios.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 135

6	Presentación del código de práctica (incluyendo los procedimientos para situaciones de emergencia) y del manual de operación.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
7	Presentación del pedido de licencias del personal junto con los resultados de los exámenes psicofísicos y teórico-prácticos.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
8	Presentación del Informe de Seguridad (IS), incluyendo la distribución espacial de las tasas de dosis en la instalación para distintas condiciones de haces y blancos.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
9	Presentación de los programas de pruebas preliminares y de puesta en marcha, incluyendo la subida de energía y corriente de blanco para distintas combinaciones de haces y blancos, y para distintos puntos de extinción del haz.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
10	Presentación sistemática de informes de progreso sobre el desarrollo de los programas de pruebas preliminares y puesta en marcha.	A partir del comienzo de las pruebas preliminares y la puesta en marcha y en forma continuada durante la ejecución de ambos programas.
11	Presentación del manual de mantenimiento.	Tres (3) meses antes de solicitarse la licencia de operación.

15. Los plazos que figuran en el criterio N° 14, son los mínimos exigidos por la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD DE CORDOBA 136

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 6.7.1.

Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación de una planta industrial de irradiación

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
137

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
138

CRONOGRAMA DE LA DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR ANTES DE LA OPERACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DE IRRADIACIÓN

A. OBJETIVO

1. Establecer el cronograma de la documentación que debe presentar la Entidad Responsable a la Autoridad Regulatoria para solicitar las licencias de construcción, puesta en marcha y operación.

B. ALCANCE

2. La presente norma es aplicable a plantas industriales de irradiación con fuente móvil depositada bajo agua.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionadas con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

UNIVERSIDAD NACIONAL 139

10. Puesta en Marcha: Conjunto de pruebas realizadas en una instalación Clase I o Clase II después de la recepción o montaje de aquellos materiales o dispositivos previstos en el diseño que generen o sean capaces de generar radiaciones ionizantes, y planificadas para comprobar que la instalación reúne todas las condiciones para su operación en condiciones de seguridad.

11. Sistema de Calidad: Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar el nivel de calidad de una instalación o práctica.

D. CRITERIOS

12. La puesta en marcha de una planta industrial de irradiación con fuente móvil depositada bajo agua debe considerarse iniciada al cargarse la fuente.

13. El cronograma de la documentación a presentar es el siguiente:

1	Presentación del Informe Preliminar de Seguridad (IPS).	Cuatro (4) meses antes de solicitarse la licencia de construcción.
2	Presentación sistemática de informes relacionados con los eventuales cambios de diseño y otros aspectos, resultantes de la interacción entre la Entidad Responsable y la Autoridad Regulatoria.	Se inicia un (1) mes después de la presentación del IPS y continúa hasta un (1) mes antes de la carga de la fuente.
3	Presentación del sistema de calidad, incluyendo el correspondiente programa y toda otra documentación relacionada con la calidad.	Se inicia un (1) mes después de la presentación del IPS y continúa actualizándose progresivamente.
4	Presentación del proyecto de organigrama de operación y del programa de entrenamiento del personal.	En la fecha de comienzo de la construcción. Debe actualizarse toda vez que se produzcan cambios.
5	Presentación de los programas de pruebas preliminares y de puesta en marcha, del código de práctica radiológica (incluyendo los procedimientos para situaciones de emergencia) y del manual de operación.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
6	Presentación del pedido de licencias del personal junto con los resultados de los exámenes psicofísicos y teórico-prácticos.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
7	Presentación del Informe de Seguridad (IS).	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de puesta en marcha.
8	Presentación de un informe sobre el desarrollo de los programas de pruebas preliminares y puesta en marcha.	En la fecha de finalización de la puesta en marcha.
9	Presentación del manual de mantenimiento.	Dos (2) meses antes de solicitarse la licencia de operación.

14. Los plazos que figuran en el criterio N° 13, son los mínimos exigidos por la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
140

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 6.1.2.

Limitación de efluentes radiactivos de instalaciones radiactivas Clase I

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 36/01 (Boletín Oficial 15/1/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
141

NORMA AR 6.1.2.

LIMITACIÓN DE EFLUENTES RADIACTIVOS EN INSTALACIONES RADIACTIVAS CLASE I

A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios de protección radiológica que se deben tener en cuenta en el diseño, para limitar las descargas de efluentes radiactivos al ambiente.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable al diseño de instalaciones radiactivas Clase I.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Efluente Radiactivo:** Cualquier material radiactivo líquido, gaseoso o en forma de aerosol procedente de una instalación, que la Entidad Responsable somete a control antes de su descarga al ambiente de manera que la actividad descargada resulte compatible con los límites establecidos por la Autoridad Regulatoria.

4. **Grupo Crítico:** Grupo de población representativo de los individuos más expuestos y homogéneo en cuanto a los parámetros que influyen en las dosis recibidas, durante la operación normal o en caso de accidentes, en una instalación o práctica no rutinaria.

5. **Instalación Clase I:** Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa.

6.**Instalación Radiactiva:** Instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material radiactivo no fisionable.

7. **Inventario Integrado Anual:** Integral temporal de la actividad presente en la instalación a lo largo de un año.

D. CRITERIOS

8. Deben optimizarse los sistemas de limitación de las descargas de efluentes radiactivos, teniendo en cuenta el costo de las diversas alternativas factibles y las dosis efectivas colectivas debidas a la liberación de efluentes radiactivos durante toda la vida de la instalación.

9. Debe proveerse como mínimo suficiente retención de modo que se cumplan las siguientes restricciones de dosis:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
142

a) La dosis efectiva anual en el grupo crítico debida a la liberación de efluentes radiactivos no exceda 0,3 mSv.

b) La dosis efectiva colectiva debida a la liberación de efluentes radiactivos, no debe exceder 1,5 sievert hombre por terabecquerel año del valor del inventario integrado anual.

10. Debe preverse que la actividad descargada al ambiente en un (1) trimestre calendario no excederá 1/3 del valor anual deducido a partir de los criterios N° 8 y N° 9.

11. Debe preverse que la actividad descargada al ambiente en un (1) día no excederá cuatro veces el valor diario promedio deducido a partir de los criterios N° 8 y N° 9.

12. Las descargas de efluentes radiactivos al ambiente deben tener lugar solamente por rutas controladas. Las descargas a la atmósfera deben realizarse por rutas controladas que terminen en una chimenea adecuada.

13. Los efluentes radiactivos líquidos deben ser contenidos en tanques ubicados en una contención secundaria cuya superficie sea fácilmente descontaminable. El volumen de la contención secundaria debe ser al menos igual al del mayor tanque primario. La contención secundaria debe contar con medios adecuados de monitoreo y de remoción de los líquidos. El sistema de monitoreo debe accionar una alarma en el caso de falla de tanques primarios.

14. Debe preverse que los lugares de almacenamiento, tanques y tuberías del sistema de efluentes radiactivos estén identificados con señalización adecuada.

15. Debe preverse la realización del monitoreo de las descargas al ambiente, de efluentes radiactivos preferentemente de manera continua o, como alternativa, a intervalos a determinarse de acuerdo con las condiciones de operación y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
143

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 8.2.4.

Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02)

República Argentina – 2003

144

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
Av. del Libertador 8250
(C1429BNP) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ARGENTINA
Teléfono (011) 6323-1356
Fax (011) 6323-1771/1798
http://www.arn.gov.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
145

NORMA AR 8.2.4

USO DE FUENTES RADIACTIVAS NO SELLADAS EN INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR

A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios mínimos de seguridad radiológica para la operación.

B. ALCANCE

2. La presente norma es aplicable a la operación de instalaciones o a la realización de prácticas de medicina nuclear que usen fuentes radiactivas no selladas con fines terapéuticos o de diagnóstico "in vivo".

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Calibrador de Actividades ("Activímetro"):** Equipo destinado a medir las actividades de los radionucleidos que se administrarán a los pacientes, con fines de diagnóstico o terapéuticos.

4. **Documentación Técnica:** Documentación que contiene la información técnica requerida por la Autoridad Regulatoria para solicitar la licencia o registro de una instalación o la autorización de una práctica.

5. **Equipamiento de Medicina Nuclear:** Equipos destinados a la obtención de información a partir de la actividad incorporada por los pacientes en estudios "in vivo" de medicina nuclear (brazo de captación, cámara gamma planar, SPECT[1], PET[2] u otros).

6. **Equipamiento de Protección Radiológica:** Instrumental empleado en una instalación o práctica para la medición de radiación ambiental y de contaminación superficial.

7. **Especialista en Física Médica:** Profesional universitario con formación y experiencia en física aplicada a la medicina nuclear.

8. **Medicina Nuclear:** Especialidad médica en la que se emplean fuentes radiactivas no selladas en seres humanos, con fines de diagnóstico o tratamiento.

9. **Responsable:** Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.

10. **Sistema de Calidad:** Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar un nivel de calidad adecuado en una instalación o práctica.

[1] SPECT: Tomografía por emisión de fotón único
[2] PET: Tomografía por emisión de positrones.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 146

11. Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación Clase I o Clase II.

D. CRITERIOS

D.1. Generales

12. Para operar una instalación o para llevar a cabo una práctica de medicina nuclear, se debe contar con la licencia de operación otorgada por la Autoridad Regulatoria y con un Responsable.

13. En las instalaciones de medicina nuclear, los sistemas de protección deben estar optimizados para que la dosis efectiva de radiación que reciba cada trabajador no supere el valor de 6 mSv en un (1) año. Cuando la jornada de labor sea menor que ocho (8) horas, no deberá superarse la parte proporcional de la restricción de dosis establecida.

14. Los radionucleidos que se utilicen o estén almacenados en la instalación deben ser los autorizados, y la actividad total de cada uno de ellos no debe exceder los valores establecidos en la licencia de operación.

15. Los radionucleidos o radiofármacos sólo pueden adquirirse a proveedores autorizados por la Autoridad Regulatoria o ser importados en forma directa por el titular de la licencia de operación. Sólo pueden transferirse a otros titulares de licencia, para la misma práctica.

D.2. Licencia de Operación

D.2.1. Solicitud de la Licencia de Operación

16. El solicitante debe presentar la documentación técnica necesaria para demostrar, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, que el diseño y la operación de la instalación de medicina nuclear cumplen, como mínimo, los requisitos de seguridad radiológica establecidos en la presente norma y en las demás normas de la Autoridad Regulatoria que sean de aplicación.

17. La documentación técnica debe contener como mínimo, lo siguiente:

a. Descripción de la instalación, incluyendo:
   - la distribución en planta (acompañada de esquemas o planos),
   - los detalles constructivos vinculados a la seguridad radiológica de los locales donde se emplee material radiactivo (p. ej. revestimientos en pisos, paredes y superficies de trabajo),
   - los blindajes previstos.
   - los sistemas de ventilación, cuando corresponda.

b. Detalle del equipamiento previsto.

c. Detalle del personal de operación previsto.

d. Descripción del sistema de calidad.

D.2.2. Instalación

18. La instalación debe contar como mínimo con:

a. Un local exclusivo (cuarto de preparados o "cuarto caliente") para la preparación de los radionucleidos, que deberá contar con materiales de construcción, dimensiones y blindajes apropiados, y con áreas debidamente separadas y señalizadas para el almacenamiento del material radiactivo y el almacenamiento transitorio de los residuos radiactivos.

b. Un local destinado a la administración de radionucleidos al paciente.

c. Un local con dimensiones apropiadas para cada equipo de medicina nuclear.

UNIVERSIDAD NACIONAL 144

d. Una sala de espera con un área exclusiva y debidamente delimitada, para pacientes a los cuales se les hayan administrado radionucleidos con fines de diagnóstico.
e. Un cuarto de baño exclusivo para pacientes a los cuales se les haya administrado radionucleidos.

19. En aquellas instalaciones de medicina nuclear en las que se internen los pacientes tratados con dosis terapéuticas de I 131 u otros radionucleidos, se deberá disponer de una sala de internación, con cuarto de baño exclusivo y adecuadamente acondicionada para tal fin.

20. El revestimiento de los pisos y las superficies de trabajo de los locales donde se utilice material radiactivo, debe ser de acabado liso, libre de discontinuidades, impermeable y fácilmente descontaminable.

21. Aquellos locales en los que se utilicen sustancias volátiles, gases o aerosoles radiactivos, deberán contar con un sistema de ventilación a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

22. El cuarto de preparados debe contar, como mínimo, con dos piletas separadas. Una de ellas estará destinada al lavado de elementos contaminados ("pileta activa"), y la otra al lavado de elementos no contaminados. Esta última debe estar ubicada en una zona dentro del cuarto caliente en la cual la probabilidad de contaminación sea baja.

23. Los desagües de la "pileta activa" deben conectarse a la red cloacal de forma tal que se minimicen las dosis a trabajadores debidas a eventuales retenciones de material radiactivo en la cañería de desagote.

24. Deben existir barreras físicas y señalizaciones de seguridad, que permitan restringir el acceso a los locales en los que se trabaja con materiales radiactivos.

25. Cualquier proyecto de modificación al diseño de la instalación descripta en la documentación técnica y que pudiere afectar la seguridad radiológica, deberá ser comunicado a la Autoridad Regulatoria por el solicitante de la licencia de operación, previamente a la ejecución del proyecto.

26. En el caso de instalaciones de medicina nuclear nuevas, el diseño debe prever una ubicación de los locales tal que se minimicen los recorridos en el transporte interno del material radiactivo y se evite el paso de este material a través de locales tales como consultorios, salas de espera, etc.

D.2.3. Dotación de Personal

27. La dotación de personal de la instalación de medicina nuclear debe estar de acuerdo con los tipos de estudios o tratamientos que se realicen en ella, el equipamiento de medicina nuclear utilizado y la carga de trabajo. La dotación mínima debe estar integrada por:

a. Personal médico con permiso individual para los estudios o tratamientos que se realizan, en número suficiente para cubrir todo el horario en que se administre material radiactivo a los pacientes.
b. Personal profesional o técnico con permiso individual y preparación adecuada para la manipulación de material radiactivo, en número adecuado a la carga de trabajo de la instalación de medicina nuclear.

28. En aquellas instalaciones que utilicen equipamiento de medicina nuclear de alta complejidad (tal como PET o SPECT con más de un cabezal) que se emplee para mediciones en coincidencia, el plantel mínimo debe completarse, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, con un especialista en física médica según lo definido en la definición N° 7, con dedicación parcial.

29. Cuando la complejidad de los procesos radioquímicos que se realicen en la instalación de medicina nuclear así lo requiera, el plantel mínimo deberá completarse con un especialista en radioquímica o radiofarmacia con permiso individual, con dedicación parcial a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
148

D.2.4. Equipamiento Mínimo

30. El equipamiento mínimo requerido para la operación de la instalación de medicina nuclear debe consistir en:

a. Monitor portátil de radiación y contaminación con respuesta adecuada a los radionucleídos y actividades empleadas
b. Calibrador de actividades ("activímetro") que utilice como elemento de medición una cámara de ionización o un sistema de medición de tecnología más avanzada, con respuesta adecuada a los radionucleidos y actividades empleados.
c. Equipamiento de medicina nuclear en cantidad y tipo acordes con la licencia de operación solicitada.

D.3. Operación

31. La operación de la instalación de medicina nuclear debe enmarcarse dentro de un sistema de calidad que contenga procedimientos escritos, como mínimo para:

a. Compra, recepción y almacenamiento, e inventario del material radiactivo.
b. Manipulación del material radiactivo dentro de la instalación y para aquellos casos en que deba ser utilizado fuera de ella (quirófanos, salas de internación, etc.).
c. Vigilancia radiológica de áreas y personal.
d. Mantenimiento y control de calidad del equipamiento de medicina nuclear, del "activímetro" y del equipamiento de protección radiológica.
e. Protección radiológica del paciente.
f. Gestión de los residuos radiactivos.
g. Situaciones anormales.

32. Toda modificación en las condiciones de operación autorizadas debe ser aprobada previamente por la Autoridad Regulatoria.

33. Al efectuarse la recepción de material radiactivo debe verificarse la integridad del bulto y del contenido, y la ausencia de contaminación superficial arrastrable.

34. La manipulación del material radiactivo debe realizarse exclusivamente en los locales correspondientes, descriptos en el criterio N° 18, y en condiciones de seguridad que permitan minimizar las dosis por irradiación y la probabilidad de contaminación.

35. Si se llevaran a cabo estudios o tratamientos que requirieran el traslado de material radiactivo fuera del ámbito de la instalación de medicina nuclear (p. ej. estudios intra operatorios), los mismos deberán ser realizados bajo supervisión del Responsable y en adecuadas condiciones de seguridad radiológica.

36. Cualquier acción que implique el traslado de material radiactivo por la vía pública debe llevarse a cabo en las condiciones establecidas por la Norma A.R. 10.16.1 – "Transporte de Materiales Radiactivos".

37. Todos los trabajadores que se desempeñen en la instalación de medicina nuclear deben recibir capacitación y entrenamiento apropiados en protección radiológica antes de comenzar a desempeñar sus funciones y con posterioridad, con una periodicidad adecuada. Además, la instrucción del personal se realizará cada vez que ocurran cambios significativos en sus responsabilidades, en las técnicas empleadas, en la instalación, en las funciones, en las normas aplicables o en las condiciones de la licencia de operación.

38. El personal que deba concurrir esporádicamente a la instalación en razón de sus funciones o responsabilidades (personal de mantenimiento, personal de servicio, etc.) debe recibir, previamente a su concurrencia, instrucciones básicas de protección radiológica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 149

39. El personal de la instalación de medicina nuclear debe contar con los elementos de protección personal adecuados para cada tarea.

40. La instalación de medicina nuclear debe contar con los elementos de descontaminación adecuados al tipo de radionucleidos que se empleen, su actividad y su forma física y química. Las previsiones para la gestión de los residuos radiactivos resultantes de la eventual descontaminación, deben estar incluidas en el procedimiento mencionado en el criterio N° 31 f.

41. La liberación de efluentes líquidos, gaseosos o aerosoles debe ser tan baja como resulte posible. Si se han establecido límites de descarga en la licencia de operación, éstos no deben excederse.

42. Los pacientes a los que se les administre radionucleidos con fines terapéuticos deben recibir, previamente, instrucciones escritas sobre las acciones a tomar para mantener las dosis de familiares y público en general, tan bajas como sea posible.

43. En aquellas instalaciones de medicina nuclear en las que se internen los pacientes tratados con dosis terapéuticas de I-131 u otros radionucleidos, las salas de internación deberán contar con una señalización adecuada. Todas las operaciones vinculadas con la atención de los pacientes, así como el régimen de visitas si lo hubiere, deberán llevarse a cabo siguiendo procedimientos que aseguren que las dosis a los trabajadores y al público sean tan bajas como resulte posible.

44. Los procedimientos para situaciones anormales mencionados en el criterio N° 31 g deben incluir evaluaciones dosimétricas y acciones correctivas apropiadas para el caso de contaminaciones significativas.

45. Las fuentes radiactivas selladas o no selladas destinadas a controles de calidad o calibraciones deben estar inventariadas y deben guardarse debidamente blindadas y señalizadas, en un área especialmente destinada a tal fin, en el cuarto de preparados.

D.4. Vigilancia Radiológica

D.4.1. Vigilancia Radiológica de Áreas

46. Debe contarse con un programa de vigilancia radiológica destinado a mantener los niveles de radiación y contaminación tan bajos como sea razonablemente alcanzable y que contemple, como mínimo, lo siguiente.

a. El monitoreo periódico de la radiación ambiental y la contaminación superficial en todas las áreas de la instalación en las que se emplee material radiactivo y de todos los objetos que pudieran resultar contaminados con material radiactivo (guardapolvos, pinzas, material reutilizable, portajeringas, portamuestra del "activímetro", etc.).
b. El monitoreo de la contaminación superficial en aquellas áreas en que no se emplea material radiactivo cuando se sospeche el arrastre incidental de dicha contaminación.

D.4.2. Vigilancia Radiológica Individual

47. Debe llevarse a cabo el control dosimétrico individual de los trabajadores en los casos que corresponda.

48. El Responsable debe determinar la nómina de los trabajadores afectados al control dosimétrico individual. El personal que realiza tareas de elución, fraccionamiento, administración o cualquier otra tarea relacionada con la manipulación de radionucleidos, debe contar, además, con dosímetro de mano.

49. El dosímetro personal de cada trabajador debe ser de uso exclusivo en cada instalación de medicina nuclear.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA 150

50. La dosimetría personal sólo podrá ser llevada a cabo por aquellos servicios de dosimetría que participen en ejercicios periódicos de intercomparación efectuados por organismos reconocidos por la Autoridad Regulatoria.

51. Debe vigilarse la contaminación interna del personal que realiza rutinariamente tareas con radionucleidos que puedan dar lugar a una incorporación, con una frecuencia adecuada a la carga de trabajo o cuando se sospeche la existencia de una contaminación resultante de una situación anormal.

52. Las dosis individuales deben computarse e informarse al personal en forma mensual. El titular de la licencia de operación debe entregar a cada persona sujeta a dosimetría individual, cuando deje de prestar servicio en la instalación de medicina nuclear, una certificación de la dosis individual recibida en cada año de trabajo en dicha instalación.

D.5. Mantenimiento y Calibración Periódica del Equipamiento de Protección Radiológica

53. Debe efectuarse el mantenimiento y el control periódico del equipamiento de protección radiológica.

54. El equipamiento de protección radiológica debe ser adecuadamente calibrado como mínimo:

a. una vez cada dos (2) años;
b. cada vez que sea sometido a una reparación;
c. cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

55. La calibración debe ser realizada por un laboratorio de calibración dosimétrica reconocido por la Autoridad Regulatoria o bien se deberá presentar en la documentación técnica un procedimiento de calibración a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

D.6. Mantenimiento y Control Periódico del Equipamiento de Medicina Nuclear y del "Activímetro"

56. Debe efectuarse el mantenimiento del equipamiento de medicina nuclear y del "activímetro". Las tareas de mantenimiento o reparación que pudieran implicar modificaciones significativas al diseño, desde el punto de vista de la seguridad radiológica, deberán ser comunicadas a la Autoridad Regulatoria, previamente a su ejecución.

57. Luego de realizarse un mantenimiento o una reparación, el Responsable debe verificar el correcto funcionamiento del equipo, llevando a cabo las pruebas de aceptación que correspondan, según las tareas ejecutadas.

58. El "activímetro" y el equipamiento de medicina nuclear deben someterse a un protocolo de controles periódicos con periodicidad y extensión adecuados a su complejidad, sus funciones y su frecuencia de utilización. En particular, para "activímetros" la calibración en energía (medición de la fuente patrón) debe efectuarse al menos una vez al día, y el resultado de este control debe registrarse.

D.7. Protección Radiológica del Paciente

59. La actividad del material radiactivo administrado con fines diagnósticos debe ser tal que la dosis al paciente sea la mínima necesaria y suficiente para conseguir el objetivo perseguido.

60. La actividad del material radiactivo administrado con fines terapéuticos debe ser tal que la dosis al tejido sano sea la mínima que pueda razonablemente alcanzarse compatible con la dosis de tratamiento requerida.

61. Previamente a la administración de un radionucleido con fines terapéuticos a una mujer en edad de gestación, se le debe efectuar una prueba de embarazo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
151

62. La prescripción de las actividades diagnósticas o terapéuticas debe ser realizada y firmada por un médico que cuente con el correspondiente permiso individual.

63. Debe verificarse la actividad a ser administrada previamente a la realización de cada estudio o tratamiento. El resultado de la calibración de dicha actividad debe ser registrado.

64. Antes de administrar el material radiactivo se debe verificar que el radionucleido y la actividad a administrar sean las prescriptas. Los procedimientos escritos incluirán métodos inequívocos de identificación del paciente y del o los órganos a estudiar o tratar.

65. Se deben usar métodos adecuados para bloquear la absorción de los radionucleidos por órganos que no sean objeto de estudio y para acelerar su excreción, cuando proceda.

66. Previamente a la administración de material radiactivo en procedimientos diagnósticos o terapéuticos a mujeres embarazadas, debe evaluarse la dosis que recibiría el embrión o feto.

67. En los casos que corresponda, el Responsable debe recomendar a las madres en período de lactancia -que sean objeto de estudios o tratamientos con material radiactivo- la interrupción del amamantamiento, hasta que la cantidad secretada del radioisótopo suministrado no cause al lactante una dosis efectiva inaceptable

D.8. Gestión de Residuos Radiactivos

68. El titular de la licencia de operación de una instalación de medicina nuclear debe prever, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, las alternativas para la gestión de los residuos radiactivos que se generen como consecuencia de la práctica, antes del inicio de la operación.

69. Cuando el período de semidesintegración y la actividad de los radionucleidos utilizados sea tal que no se prevean tiempos de almacenamiento superiores a un (1) año, se podrán almacenar los residuos radiactivos transitoriamente para su decaimiento en la propia instalación.

70. Los residuos radiactivos que se almacenen transitoriamente en la instalación de medicina nuclear para decaimiento, deben retenerse por un tiempo igual o superior a ocho (8) períodos de semidesintegración, al cabo del cual serán gestionados como residuos convencionales o como residuos patogénicos, según corresponda, retirando previamente su identificación como material radiactivo.

71. Cuando el período de semidesintegración, la actividad de los radionucleidos utilizados o la capacidad de almacenamiento de la instalación de medicina nuclear no permita realizar en ella el almacenamiento transitorio, deben gestionarse los residuos radiactivos transfiriéndolos a una gestionadora de residuos radiactivos, según lo establecido en la norma AR. 10.12.1 "Gestión de Residuos Radiactivos".

72. Los residuos radiactivos deben ser minimizados (reduciendo volúmenes y racionalizando operaciones), clasificados, segregados e identificados por radionucleido, actividad, fecha de generación y período de almacenamiento requerido. Además deben ser acondicionados adecuadamente para permitir su almacenamiento o transporte para su disposición final.

73. Los residuos sólidos (tales como jeringas, agujas y material de vidrio) conteniendo material radiactivo deben ser acondicionados de manera adecuada para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.

74. Los filtros de los sistemas de ventilación existentes en la instalación de medicina nuclear deben ser gestionados como residuo radiactivo cuando corresponda.

D 9. Registros

75. El titular de licencia debe asegurar que se mantengan actualizados, como mínimo, los siguientes registros:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
152

a. Contabilidad de material radiactivo que incluya como mínimo: radionucleidos ingresados al servicio, forma física y química, actividad y fecha de ingreso o egreso.
b. Residuos eliminados a través de una gestionadora de residuos radiactivos: material eliminado, actividad estimada y fecha de eliminación.
c. Dosis diagnósticas y terapéuticas: nombre del paciente, radioisótopo y actividad administrados, y fecha de administración. En los casos en que haya internación: lugar de internación y fecha de alta. Estos registros deberán mantenerse como mínimo durante diez (10) años.
d. Calibraciones y controles del equipamiento de medicina nuclear y del equipamiento de protección radiológica.
e. Dosis del personal. Estos registros deberán conservarse como mínimo durante treinta (30) años con posterioridad a la fecha en que el trabajador deje de prestar servicios para la instalación.

Aquellos registros para los que no se prescriba explícitamente un plazo, deben mantenerse por un período mínimo de tres (3) años. Los registros precedentes deben ser puestos a disposición de la Autoridad Regulatoria cuando ésta lo requiera.

D.10 Responsabilidades

76. Del Titular de Licencia

a. Proveer los medios necesarios para cumplir y hacer cumplir, como mínimo, los requisitos establecidos en la licencia de operación, en las normas aplicables y en todo otro requerimiento de la Autoridad Regulatoria aplicable a la instalación o práctica.
b. Designar al Responsable, asegurar que la función del mismo esté cubierta mientras permanezca vigente la licencia de operación correspondiente y prestarle al Responsable todo el apoyo que necesite para garantizar la calidad técnica de los estudios y que la práctica se desarrolle en adecuadas condiciones de seguridad radiológica.
c. Comunicar a la Autoridad Regulatoria en forma fehaciente e inmediata, el caso en que se produzca la ausencia definitiva del Responsable. Si se produce el cese en funciones (temporal o definitivo) del mismo, la instalación no podrá operar hasta tanto se designe un nuevo Responsable, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.
d. Establecer un sistema de calidad adecuado y supervisar su correcta implementación.
e. Contar con el personal necesario para operar la instalación y asegurar su capacitación y reentrenamiento.
f. Facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias por parte del personal de la Autoridad Regulatoria o por quien ésta designe.
g. Remitir anualmente a la Autoridad Regulatoria los registros dosimétricos del personal, incluyendo fechas de altas y bajas dentro del período.
h. Notificar a la Autoridad Regulatoria la intención de cesar en forma temporaria o definitiva el uso de material radiactivo.
i. Tramitar, con la debida anticipación, la renovación, modificación o ampliación de la licencia de operación.

77. Del Responsable

a. Asegurar que la operación de la instalación se realizará, al menos, con la presencia de la dotación mínima de personal acorde a lo establecido en el criterio N° 27 y en los criterios N° 28 ó 29, cuando corresponda.
b. Implementar el sistema de calidad.
c. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, la ocurrencia de eventos que afecten o puedan afectar la seguridad radiológica, investigar sus causas y consecuencias e implementar las medidas correctivas que correspondan.

UNIVERSIDAD NACIONAL
153

d. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, su renuncia o ausencia temporaria como Responsable.

e. Informar en forma fehaciente a la Autoridad Regulatoria cuando, a su entender, el titular de licencia no provee los recursos necesarios para garantizar la seguridad radiológica.

f. Mantener actualizados los registros indicados en el criterio Nº 75.

78. Del Trabajador

a. Cumplir los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores, la de los pacientes y la del público.

154

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 7.9.1.

Operación de equipos de gammagrafía industrial

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02)

República Argentina – 2003

UNIVERSIDAD
155
FOLIO

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
Av. del Libertador 8250
(C1429BNP) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ARGENTINA
Teléfono (011) 6323-1356
Fax (011) 6323-1771/1798
http://www.arn.gov.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
156

OPERACIÓN DE EQUIPOS DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

A. OBJETIVO

1. Establecer criterios generales de seguridad radiológica para la operación.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a la operación de equipos de gammagrafía industrial.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Área Abierta: Zona delimitada en la que se realizan tareas de gammagrafía industrial, con protección especifica para el personal y los miembros del público, adecuada a cada eventual localización.

4. Área de Operación: Lugar donde se realizan tareas de gammagrafía industrial. Se clasifican en: área abierta o recinto de irradiación.

5. Contenedor: Recipiente blindado diseñado para transportar una o más fuentes de gammagrafía, y transferir las mismas hacia o desde un equipo de gammagrafía. Cuando se utilice para el transporte por la vía pública debe responder a un modelo reconocido por la Autoridad Regulatoria.

6. Depósito Autorizado: Recinto autorizado por la Autoridad Regulatoria destinado a la guarda de fuentes, que brinda una adecuada seguridad radiológica.

7. Dosis Equivalente Ambiental: Dosis equivalente en la esfera ICRU[1] -a la profundidad d- cuando se encuentra en un campo de radiación alineado y expandido, en el radio opuesto al sentido del campo alineado. Cuando la radiación es penetrante, se adopta d = 10 milímetros.

8. Equipo de Gammagrafía: Aparato que comprende un proyector y los accesorios que sean necesarios para su operación.

9. Fuente Sellada: Fuente radiactiva en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes para prevenir el contacto y dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

10. Gammagrafía Industrial: Radiografía industrial realizada mediante radiación gamma.

11. Instalación Clase II: Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación.

[1] International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 51.

UNIVERSIDAD 157

12. Operador: Persona física autorizada para operar un equipo de gammagrafía, que tiene la responsabilidad de hacerlo en forma segura de acuerdo a las reglas del arte, y cumpliendo como mínimo con las normas aplicables.

13. Portafuente: Dispositivo por medio del cual la fuente sellada puede fijarse al equipo de gammagrafía o al elemento de mando a distancia, diseñado para ser utilizado con un modelo de equipo determinado, y que brinda protección adicional a la fuente sellada.

14. Proyector: Recipiente blindado que responde a un modelo reconocido por la Autoridad Regulatoria para utilizar, en forma controlada en gammagrafía industrial, la radiación gamma proveniente de una fuente sellada.

15. Recinto de Irradiación: Recinto autorizado por la Autoridad Regulatoria para el uso de equipos de gammagrafía, con blindajes adecuados y con los elementos de seguridad radiológica necesarios para la protección del personal y los miembros del público.

16. Responsable: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.

17. Situación Accidental: Alteración grave de una situación operacional que puede conducir a consecuencias radiológicas significativas para las personas expuestas a radiación, si los correspondientes sistemas de seguridad no funcionan según se ha previsto en el diseño.

18. Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación Clase I o Clase II.

D. CRITERIOS

D1. Criterios Generales

19. Las dosis de radiación originadas en tareas de gammagrafía deben resultar tan bajas como sea razonablemente alcanzable, y no deben superar las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria.

20. Debe limitarse tanto como sea razonablemente posible la probabilidad de ocurrencia de situaciones accidentales, utilizando procedimientos y elementos de seguridad apropiados, que permitan, además, la detección temprana de tales situaciones.

21. En caso de situaciones accidentales deben llevarse a cabo las acciones correctivas necesarias, mediante los procedimientos y los elementos apropiados, de modo que las dosis que se generen resulten tan bajas como sea razonablemente posible.

22. Para operar una instalación o para llevar a cabo una práctica de gammagrafía industrial, se debe contar con la licencia de operación otorgada por la Autoridad Regulatoria, con un Responsable y con operadores con permiso individual vigente para este propósito.

23. Los titulares de licencias, los responsables y los operadores, en sus respectivos niveles, deben cumplir con los siguientes criterios particulares para la operación:

D2. Criterios Particulares para la Operación

24. Todo equipo de gammagrafía debe ser operado utilizando, como mínimo:

a. Los accesorios que sean necesarios para su operación segura.
b. Monitor de radiación acorde con lo establecido en el criterio Nº 45 a), en condiciones operativas.
c. Colimadores y blindajes adicionales, cuando sea posible, compatibles con la técnica de radiografiado.

d. El instrumental de radioprotección acorde con lo establecido en el criterio N° 45 b), c) y d), en condiciones operativas y en cantidad suficiente para que pueda ser utilizado por todo el personal afectado a la operación.

158

25. Ningún operador puede operar más de un equipo de gammagrafía simultáneamente, ni efectuar otro tipo de tareas mientras realice una exposición.

26. La operación de un equipo de gammagrafía debe ser realizada en un área abierta o en un recinto de irradiación siguiendo procedimientos operativos preparados al efecto. En la operación de cada equipo deben intervenir dos personas como mínimo y, al menos, una de ellas autorizada para este propósito por la Autoridad Regulatoria.

27. Cuando en la misma área de operación se trabaje con más de un equipo, los operadores deben coordinar las tareas de modo de prevenir que ocurran situaciones accidentales.

28. Sólo pueden ingresar en el área de operación las personas autorizadas o supervisadas por el operador.

29. Los distintos elementos intercambiables o acoplables de los equipos y contenedores de gammagrafía deben ser compatibles, y utilizarse en las condiciones para las que fueron diseñados.

30. Los operadores deben evitar la operación y/o desplazamiento de elementos móviles ajenos al equipo de gammagrafía en el área de operación, así como cualquier otro elemento o material que pueda dañar el equipamiento o afectar el normal desplazamiento de la fuente.

31. Luego de cada exposición radiográfica el operador debe verificar el correcto reingreso de la fuente al proyector mediante monitoreo con un medidor portátil.

32. Mientras no estén en uso, los proyectores y fuentes de gammagrafía deben guardarse en el depósito autorizado por la Autoridad Regulatoria. Cuando alguno de estos elementos deba permanecer en obra, el responsable debe tomar las medidas para implementar un depósito transitorio que ofrezca, como mínimo, la misma seguridad radiológica que el depósito autorizado.

33. Las llaves de los proyectores y contenedores deben mantenerse separadas de los mismos mientras no estén en uso, permaneciendo bajo el control directo del responsable o del operador a cargo del equipo de gammagrafía, según la circunstancia.

34. La transferencia de fuentes debe efectuarse utilizando contenedores y accesorios diseñados específicamente para este propósito y que sean compatibles con el tipo de equipo de gammagrafía y portafuente en cuestión.

35. Los contenedores y proyectores deben identificarse mediante dos o más placas metálicas, ubicadas en la parte externa de los mismos, con la siguiente información grabada o estampada en forma visible: marca, modelo y número de serie del contenedor o proyector; radionucleido; símbolo normalizado de radiación y la palabra "RADIACTIVO".

36. En la parte externa del contenedor debe también identificarse la fuente radiactiva en el cual se aloja, conteniendo la siguiente información: símbolo químico y número de masa del nucleido, actividad y fecha de calibración, modelo y número de serie de la fuente y nombre del fabricante.

37. Toda fuente fuera de uso debe almacenarse en el depósito autorizado dentro de un contenedor adecuado, señalizado y con su placa de identificación colocada en la parte externa del mismo, hasta tanto se disponga su eliminación como residuo o se autorice otro destino.

159

D3. Criterios Adicionales para Áreas Abiertas

38. Los operadores deben:

a. Delimitar el área de operación mediante barreras físicas apropiadas, ubicadas de tal manera que permitan:
   - prevenir el acceso inadvertido de personas a la misma y
   - limitar las dosis individuales de acuerdo con lo indicado en el criterio N° 19.
   - establecer límites para la tasa de dosis equivalente ambiental en el exterior del área de operación, para cada caso particular y verificar, por medición, que durante la exposición no se excedan dichos límites.

b. Informar a quien sea responsable del movimiento de personas no relacionadas con el trabajo de gammagrafía, pero que desarrollen tareas en las inmediaciones del área de operación, sobre los riesgos y las precauciones a tomar, en particular la restricción del acceso a la misma.

c. Mantener vigilancia visual directa sobre el área de operación, a fin de detectar en forma inmediata cualquier acceso no autorizado a la misma.

D4. Criterios Particulares para Recintos de Irradiación

39. El recinto de irradiación sólo puede destinarse a la operación y depósito de equipos y fuentes de gammagrafía.

40. El comando de los equipos debe efectuarse desde el exterior del recinto de irradiación.

41. El acceso al recinto de irradiación debe señalizarse apropiadamente.

42. Se deben emplear sistemas de seguridad y/o procedimientos operativos que eviten:

a. Que se inicie una exposición mientras haya personas dentro del recinto de irradiación.

b. Que ingresen personas al recinto de irradiación durante la operación de los equipos.

c. Que los equipos sean operados por personas no autorizadas.

43. Debe disponerse de un exposímetro fijo en el interior del recinto, que tenga asociados los siguientes dispositivos:

a. Una alarma lumínica en cada acceso al recinto, que permanezca activada mientras dure la exposición.

b. Una alarma acústica que se active cada vez que se intente acceder al recinto de irradiación con la fuente en exposición.

Ambos dispositivos deben permanecer operativos aún en caso de interrupción del suministro de energía eléctrica de la red; asimismo deben activarse en caso de falla en la alimentación eléctrica a los sensores.

44. Los sistemas de seguridad del recinto de irradiación deben estar sujetos a un programa de inspección y mantenimiento preventivo periódico.

D5. Instrumental de Radioprotección

45. A los efectos de cumplir con las tareas de monitoreo indicadas en los capítulos D1, D2 y D3, el titular de licencia debe asegurar que los operadores tengan a su disposición, como mínimo, el siguiente equipamiento en adecuadas condiciones operativas y en cantidad suficiente:

a. Medidores de radiación portátiles cuantitativos. Deben poder medir tasa de dosis equivalente ambiental, como mínimo, entre 0 y 100 mSv/h (con indicación en estas unidades o equivalentes).

160

b. Monitores portátiles con indicación acústica, cuya tasa de repetición de pulsos sea proporcional a la tasa de dosis.

c. Dosímetros individuales integradores de lectura directa (tipo lapicera o similar). El rango de medición debe incluir, como mínimo, los valores de 0 a 2 mSv.

d. Dosímetros individuales integradores de lectura diferida asignando uno (1) a cada persona afectada a tareas de gammagrafía, que permita la determinación de dosis entre 0,5 mGy y 0,6 Gy.

El error en la indicación de los instrumentos de medición no debe exceder del orden de +50% ni -30% del valor verdadero de la magnitud medida, en todo el rango de medición y energías en las que se utilicen.

D6 Controles, Mantenimiento y Reparación

46. Debe asegurarse que todos los elementos relacionados con las tareas de gammagrafía - proyectores, fuentes, accesorios e instrumental de protección radiológica- se encuentren en condiciones que hagan segura su operación, y que aquellos que no cumplan con tales condiciones no sean utilizados.

47. Debe efectuarse el mantenimiento preventivo y el control rutinario del equipamiento.

Para los equipos de gammagrafía este control debe incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Verificación de conexiones.
- Control de los dispositivos de bloqueo del movimiento de la fuente.
- Verificación del estado de los sistemas de control de la fuente.
- Detección de niveles de exposición en el exterior de los contenedores y proyectores.
- Verificación del estado de la identificación de contenedores y proyectores, la que debe ser repuesta en caso de deterioro.

48. Cada equipo de gammagrafía debe ser sometido anualmente a un control especial a fin de verificar que se encuentre en condiciones operativas seguras.

El control indicado debe ser efectuado por entidades que:

a. Posean el equipamiento y los medios necesarios para cumplir con este propósito.

b. Cuenten con personal calificado a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

c. Posean un programa de inspección a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

La entidad que efectúe la inspección debe certificar por escrito la aprobación de la misma y colocar una identificación sobre el mismo equipo, en la que conste la fecha de certificación y el nombre de la entidad certificadora; esta identificación no puede ser retirada sino hasta el siguiente control especial.

49. Las tareas de mantenimiento o reparación de equipos de gammagrafía que requieran el desarme total o parcial de los mismos, o que puedan afectar los sistemas de seguridad deben ser realizadas por personal calificado, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

50. Los instrumentos de medición cuantitativos deben ser adecuadamente calibrados:

a. Como mínimo una vez cada seis (6) meses.

b. Cada vez que el instrumento sea sometido a una reparación.

c. c) Cuando existan motivos para suponer una alteración de su calibración.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO 161

D7. Criterios Particulares para Fuentes Selladas

51. Toda fuente sellada para gammagrafía industrial debe ajustarse a un modelo aprobado como "material radiactivo en forma especial", según lo establecido en la norma AR 10.16.1 "Transporte de Materiales Radiactivos" y a los requerimientos especiales que sobre el particular determine la Autoridad Regulatoria.

52. Toda fuente sellada que se utilice dentro de un proyector en el que la exposición se produzca sin retirar la fuente del mismo, ya sea por desplazamiento de un obturador, por rotación del portafuente o por otros medios debe contar, como mínimo, con un encapsulado hermético que asegure la estanqueidad de la fuente en las condiciones normales de uso.

53. Toda fuente sellada que se utilice con un proyector en el que la exposición se produzca retirando la fuente del mismo por medio de un sistema de mando a distancia, debe contar como mínimo con un encapsulado hermético, y estar alojada en un portafuente apropiado, de modo que el conjunto brinde una protección suficiente para evitar la fuga o dispersión del material radiactivo en las condiciones normales de uso.

D8. Transporte de Fuentes Radiactivas

54. Para el transporte de fuentes radiactivas se aplica la norma AR 10.16.1. "Transporte de Materiales Radiactivos".

55. El titular de licencia debe asegurar que:

a. Los contenedores o proyectores que contengan fuentes radiactivas se transporten con las trabas mecánicas necesarias para evitar el desplazamiento de las fuentes.
b. Las llaves correspondientes no se transporten en los mismos bultos que las fuentes.
c. Los bultos estén correctamente etiquetados.
d. Los transportistas cuenten con procedimientos para casos de emergencia.
e. Los transportes que no se ajusten a la totalidad de los requerimientos aplicables, se realicen previa aprobación escrita por parte de la Autoridad Regulatoria.

56. Las llaves deben permanecer en poder del transportista durante todo el tiempo que dure el transporte.

57. Se debe evitar que el vehículo permanezca fuera del control visual directo de las personas involucradas en el transporte.

D9. Documentación, Registros e Informes a la Autoridad Regulatoria

58. El titular de licencia debe retener la documentación que en la siguiente lista se muestra, mientras tenga la posesión de las fuentes, equipos o bultos que en la misma lista figuran:

a. Certificado de fabricación (original) de cada fuente sellada, con constancia de que el modelo de fuente está aprobado como "material radiactivo en forma especial" según lo establecido en el criterio N° 51.
b. Documentación que permita identificar fabricante, marca, modelo y número de serie de cada equipo de gammagrafía, los certificados de los controles especiales de condiciones operativas según lo indicado en el criterio N° 48, así como el manual de operación y mantenimiento.
c. Certificado de aprobación por parte de la autoridad competente cuando se trate de bultos tipo B.
d. Registro de mantenimiento y de los resultados de los controles efectuados sobre los equipos de gammagrafía, en cumplimiento de lo establecido en los criterios N° 46 a 50.
e. Manual de operación y certificados de las calibraciones, controles y mantenimiento efectuados en cumplimiento del criterio N° 50, para cada equipo de radioprotección.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 162

59. El titular de licencia debe implementar un sistema de registro de material radiactivo que incluya, como mínimo:

a. Inventario de proyectores, contenedores y fuentes radiactivas.
b. Movimiento de proyectores y fuentes, y novedades operativas.
c. Inventario del instrumental de protección radiológica.
d. Información de eliminación de fuentes decaídas.

60. El titular de licencia debe:

a. Mantener los registros de dosis de los operadores, los ayudantes de los operadores, y toda otra persona afectada a tareas de gammagrafía, por un período no inferior a treinta (30) años posteriores al cese de sus servicios para el titular de licencia.
b. Registrar la fecha de incorporación y/o baja al servicio de dosimetría para cada persona a la que se le haya asignado dosímetro individual.
c. Notificar a cada operador de su correspondiente informe dosimétrico mensual.
d. Entregar a cada persona sujeta a dosimetría individual una certificación de la dosis individual acumulada con una frecuencia mensual y cuando deje de prestar servicios para el titular de licencia.
e. Entregar anualmente a la Autoridad Regulatoria un resumen de la historia dosimétrica del personal, incluyendo fechas de alta y baja dentro del período.

61. El titular de licencia debe informar a la Autoridad Regulatoria toda compra, venta, alquiler, préstamo o baja de equipos o fuentes de gammagrafía, dentro de los cinco (5) días de producida.

62. Independientemente de toda otra comunicación o información que corresponda efectuar en casos de situaciones accidentales, el titular de licencia debe comunicar a la Autoridad Regulatoria:

a. En forma inmediata, por el medio más rápido, todo robo, daño o cualquier otro evento que implique riesgo real o potencial de acceso a la fuente por parte del público, o dispersión de material radiactivo.
b. Dentro de las 24 horas de ocurrida, y por escrito, toda situación anormal no comprendida en a), detallando las medidas tomadas.
c. Inmediatamente de conocida, y por escrito, cualquier situación en la que algún individuo pueda haber resultado expuesto a dosis superiores a los límites de dosis correspondientes, y las medidas adoptadas.
d. Dentro de los diez (10) días de conocida, y por escrito, cualquier situación en la que algún individuo pueda haber resultado expuesto a dosis menores al límite correspondiente, pero mayores a los tres décimos (3/10) del mismo en un mes calendario.

63. El titular de licencia debe poner a disposición de la Autoridad Regulatoria la documentación obrante en su poder, que la misma determine en casos particulares.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
163

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 6.1.1.

Exposición ocupacional de instalaciones radiactivas Clase I

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 36/01 (Boletín Oficial 15/1/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 164

NORMA AR 6.1.1

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL EN INSTALACIONES RADIACTIVAS CLASE I

A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios de protección radiológica ocupacional que se deben tener en cuenta en el diseño.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a las características de diseño de las instalaciones radiactivas Clase I, relacionadas con la exposición de los trabajadores.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Área Controlada: Lugar de trabajo donde se requiere, en condiciones normales de operación, que los trabajadores apliquen procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para prevenir la dispersión de la contaminación radiactiva, y en la que se requieren medidas específicas para prevenir exposiciones potenciales.

4. Concentración Derivada en Aire (DAC): Para un dado radionucleido, es el cociente entre el valor del límite anual de incorporación de ese radionucleido y 2500 m^3 de aire.

5. Dosis: Medida de la radiación recibida o absorbida por un órgano o cuerpo. Se utilizan, según el contexto, las magnitudes denominadas dosis efectiva, dosis equivalente, dosis colectiva y dosis efectiva comprometida. Los términos calificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés.

6. Dosis Equivalente Ambiental, H*(d): Dosis equivalente en la esfera ICRU[1] -a la profundidad d- cuando se encuentra en un campo de radiación alineado y expandido, en el radio opuesto al sentido del campo alineado. Cuando la radiación es penetrante, se adopta d = 10 milímetros.

7. Factor de Ocupación: Fracción del año laboral (2000 horas) en la que una persona ocupa un determinado local.

8. Instalación Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa.

9. Instalación Radiactiva: Instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material radiactivo no fisionable.

[1] International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 51.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
165

10. Optimización: Procedimiento para reducir tanto como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos, la dosis colectiva originada en una Instalación o en una práctica.

D. CRITERIOS

11. Las dosis anuales que reciban los trabajadores expuestos deben ser inferiores a las restricciones de dosis establecidas, y los sistemas de protección deben estar optimizados. Para verificar el cumplimiento de este criterio, se podrá tener en cuenta el factor de ocupación previsto para los distintos locales; en cambio no podrá tenerse en cuenta un eventual reemplazo de trabajadores.

12. La protección debe implementarse mediante sistemas propios de la instalación radiactiva, en lugar de hacerlo por medios operativos.

13. La tasa de dosis equivalente ambiental en áreas sin ningún condicionamiento de acceso o permanencia no debe exceder de 1 μSv/h.

14. El acceso a áreas donde la tasa de dosis equivalente ambiental exceda de 200 μSv/h debe estar prevenido mediante alguna barrera física apropiada.

15. En locales sin restricción de acceso, la concentración de radionucleidos en aire no excederá 1/100 DAC.

16. Ningún trabajador debe estar expuesto a concentraciones de radionucleidos en aire superiores a 1/10 DAC. Deben preverse medios de protección adecuados para las áreas donde estos niveles de contaminación radiactiva puedan ocurrir.

17. El acceso a los locales donde la concentración de radionucleidos en aire exceda 1 DAC debe estar prevenido por una barrera física apropiada.

18. Se debe prever una adecuada distribución de áreas y suficientes blindajes, contención y sistemas de ventilación y purificación del aire para cumplir con los criterios 11 a 17.

19. Cuando la posición o el estado de una o más fuentes radiactivas sea variable y la seguridad dependa de una adecuada prevención de acceso, se deben prever adecuados sistemas de monitoreo con sus correspondientes alarmas. Si en estos casos son posibles tasas de dosis equivalente ambiental superiores a 20 mSv/h en un área dada, se deben prever enclavamientos entre las barreras de acceso a esa área y los sistemas que lleven las fuentes radiactivas a posición segura blindada. Si la tasa de dosis equivalente ambiental puede exceder de 400 mSv/h, dichos sistemas deberán poder activarse mediante accionamientos de emergencia en el área.

20. La confiabilidad de la instrumentación de monitoreo y alarma y de los enclavamientos debe ser adecuada para los riesgos involucrados y la tasa de fallas en ningún caso será superior a 10^{-2} por demanda.

21. Se deben prever medios adecuados para probar y calibrar la instrumentación relacionada con la seguridad.

22. Los sistemas de manipulación y visión a distancia, así como los sistemas de transferencia y transporte interno de los materiales radiactivos, cuando sean necesarios para la operación segura de la instalación radiactiva, deben estar previstos en el diseño.

23. Se debe permitir el adecuado mantenimiento y las reparaciones de la instalación radiactiva sin que el personal esté expuesto a tasas de dosis equivalente ambiental superiores a 200 μSv/h.

166

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 10.1.1.

Norma básica de seguridad radiológica

REVISIÓN 3

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 22/01 (Boletín Oficial Nº 20/11/01)

República Argentina – 2003

167

NORMA BÁSICA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

A. OBJETIVO

1. Lograr un nivel apropiado de protección de las personas contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes y de seguridad de las fuentes de radiación.

B. ALCANCE

2. La presente norma se aplica a todas las instalaciones, prácticas e intervenciones que regula y fiscaliza la Autoridad Regulatoria, de acuerdo a las atribuciones que le ha conferido la legislación vigente. No abarca los equipos destinados específicamente a generar rayos x, en los términos de la Ley N° 17.557, y sí comprende los aceleradores lineales de uso médico que, como consecuencia de su operación, den lugar o produzcan radiación ionizante adicional a la radiación x.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

Quedan exentos de esta norma y del control regulatorio, siempre que la Autoridad Regulatoria no entienda lo contrario, los siguientes casos:

- Toda práctica en la que se pueda demostrar, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, que no es conceptualmente posible originar, durante un año, una dosis efectiva en los individuos más expuestos superior a 10 microSv ni una dosis efectiva colectiva mayor que 1 Sv hombre.

- Toda utilización de materiales radiactivos naturales a los cuales no se les haya incrementado, tecnológicamente, la actividad por unidad de masa.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Acelerador de Partículas: Instalación que cuenta con un dispositivo tecnológico que acelera partículas cargadas y utiliza las radiaciones ionizantes producidas con fines científicos, industriales o médicos.

4. Área Controlada: Lugar de trabajo donde se requiere, en condiciones normales de operación, que los trabajadores apliquen procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para prevenir la dispersión de la contaminación radiactiva, y en la que se requieren medidas específicas para prevenir exposiciones potenciales.

5. Área Supervisada: Lugar de trabajo donde las condiciones radiológicas deben mantenerse bajo supervisión aun cuando no se requieran rutinariamente procedimientos especiales.

6. Autoridad Regulatoria: Es la Autoridad Regulatoria Nuclear según lo establecido en la Ley N° 24.804 denominada Ley Nacional de la Actividad Nuclear.

168

7. Autorización de Práctica no rutinaria: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza a su titular, bajo ciertas condiciones y por un lapso expresamente determinado, a efectuar una práctica no rutinaria.

8. Autorización Específica: Certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se autoriza a una persona, que posee Licencia Individual, a ejercer una función especificada, en una Instalación Clase I determinada.

9. Dosis: Medida de la radiación recibida o absorbida por un órgano o cuerpo. Se utilizan, según el contexto, las magnitudes denominadas dosis efectiva, dosis equivalente, dosis colectiva y dosis efectiva comprometida. Los términos calificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés.

10. Entidad Responsable: Titular de las licencias de una Instalación Clase I.

11. Exposición Médica: Exposición a las radiaciones ionizantes a la que se someten los pacientes durante su diagnóstico o tratamiento y aquellas personas no ocupacionalmente expuestas que los acompañen voluntariamente.

12. Exposición Potencial: Exposición no programada que puede ocurrir como resultado de un accidente en una Instalación o en una práctica no rutinaria, debido a fallas de equipos, errores de operación u otros sucesos de carácter aleatorio.

13. Fuente de Radiación: Cualquier sustancia natural o artificial, o dispositivo tecnológico que emite radiaciones ionizantes.

14. Gestionadora de Residuos Radiactivos: Instalación en la que se realiza la gestión de los residuos radiactivos transferidos por las instalaciones generadoras de residuos radiactivos, incluyendo la disposición final de tales residuos.

15. Grupo Crítico: Grupo de población representativo de los individuos más expuestos y homogéneo en cuanto a los parámetros que influyen en las dosis recibidas, durante la operación normal o en caso de accidentes, en una instalación o práctica no rutinaria.

16. Instalación: Instalación Nuclear, Instalación Radiactiva, Instalación Minero Fabril o Acelerador de Partículas.

17. Instalación Clase I: Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa.

18. Instalación Clase II: Instalación o práctica que sólo requiere licencia de operación.

19. Instalación Clase III: Instalación o práctica que sólo requiere registro.

20. Instalación Minero Fabril: Instalación destinada a la extracción y concentración de minerales que contienen radionucleidos de la serie del uranio o de la serie del torio, a los efectos de producir concentrado de uranio o de torio, y que puede incluir el sitio de disposición final de residuos radiactivos provenientes de esa producción.

21. Instalación Nuclear: Instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material fisionable, excluyendo Instalaciones Minero Fabriles.

22. Instalación Radiactiva: Instalación donde se procesa, manipula, almacena transitoriamente o utiliza material radiactivo no fisionable.

23. Instalación Relevante: Toda Instalación clasificada en la Clase I.

24. Intervención: Toda acción tendiente a reducir la exposición o la posibilidad de exposición a fuentes que no formen parte de una práctica controlada o que se hallen sin control, a consecuencia de un accidente.

169

25. Justificación: Análisis mediante el cual se evalúa si las actividades realizadas en una práctica originan un beneficio neto positivo para la sociedad.

26. Licencia: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, la operación de una instalación o la ejecución de una dada etapa de la vida de dicha instalación. Estas etapas pueden ser la construcción, puesta en marcha, retiro de servicio o cualquier otra que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario licenciar.

27. Licencia Individual: Certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se reconoce la capacidad técnico-científica de un individuo para desempeñar una función dada en una Instalación Clase I.

28. Límite de Dosis: Valor establecido por la Autoridad Regulatoria, de la dosis efectiva o de la dosis equivalente, que no debe ser superado durante un período determinado.

29. Límite Anual de Incorporación: Actividad de un dado radionucleido cuya incorporación da lugar a una dosis efectiva comprometida igual al límite anual de dosis efectiva.

30. Monitoreo: Conjunto de mediciones e interpretación de los resultados, que se realiza para evaluar la exposición a la radiación.

31. Optimización: Procedimiento para reducir tanto como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos, la dosis colectiva originada en una Instalación o en una práctica.

32. Permiso Individual: Certificado, expedido por la Autoridad Regulatoria, por el que se autoriza a una persona a trabajar con fuentes de radiación, en una Instalación Clase II o en una práctica no rutinaria.

33. Plan de Emergencia: Conjunto de acciones planificadas para mitigar las consecuencias radiológicas de un accidente en una Instalación Clase I.

34. Práctica: Toda tarea con fuentes de radiación que produzca un incremento real o potencial de la exposición de personas a radiaciones ionizantes, o de la cantidad de personas expuestas.

35. Práctica no Rutinaria: Práctica que se realiza por única vez, o que no forma parte del proceso rutinario de operación de una instalación o que puede llevarse a cabo fuera de una instalación y que requiere de una autorización de práctica no rutinaria.

36. Registro: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, a operar aquellas instalaciones en las que las dosis en los trabajadores y en el público, son poco significativas tanto en operación normal como en situaciones accidentales.

37. Responsable: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una Instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.

38. Responsable Primario: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una Instalación Clase I.

39. Restricción de Dosis: Restricción prospectiva de las dosis individuales, relacionada directamente con la fuente que la produce, y que sirve como confín para la optimización de la protección y la seguridad de la fuente.

40. Secuencia Accidental: Serie de fallas que eventualmente pueden acontecer a partir de la ocurrencia de un evento iniciante.

41. Sistema de Calidad: Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar el nivel de calidad de una Instalación o de una práctica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 170

42. Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una Instalación Clase I o Clase II.

43. Titular de Registro: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado un Registro para una Instalación Clase III.

44. Titular de Práctica no rutinaria: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una Autorización de Práctica no rutinaria.

D. CRITERIOS

D1. GENERALES

45. Sólo se podrá operar una Instalación o llevar a cabo una práctica cuando esté licenciada o registrada por la Autoridad Regulatoria.

46. Sólo se podrá realizar una práctica no rutinaria, si se cuenta con una Autorización de práctica no rutinaria otorgada por la Autoridad Regulatoria.

47. Las INSTALACIONES CLASE I llamadas también Instalaciones Relevantes comprenden las siguientes subclases:

1. Reactores Nucleares de Potencia
2. Reactores Nucleares de Producción e Investigación.
3. Conjuntos Críticos.
4. Instalaciones nucleares con potencial de criticidad.
5. Aceleradores de Partículas con E > 1 MeV (excepto los aceleradores de uso médico).
6. Plantas de Irradiación fijas o móviles.
7. Plantas de producción de fuentes radiactivas abiertas o selladas.
8. Gestionadora de Residuos Radiactivos.
9. Instalaciones Minero Fabriles que incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.

48. Las INSTALACIONES CLASE II comprenden las siguientes subclases:

1. Aceleradores de Partículas con E ≤ 1MeV y aceleradores lineales de uso médico.
2. Instalaciones de Telecobaltoterapia.
3. Instalaciones de Braquiterapia.
4. Instalaciones de Medicina Nuclear.
5. Irradiadores Autoblindados.
6. Gammagrafía Industrial.
7. Instalaciones Minero Fabriles que no incluyen el sitio de disposición final de los residuos radiactivos generados en su operación.
8. Instalaciones nucleares sin potencial de criticidad.
9. Medidores Industriales.
10. Investigación y Desarrollo en áreas físico-químicas y biomédicas.

11. Importación, Exportación y Depósito de material radiactivo.
12. Fraccionamiento y Venta de material radiactivo.

49. Las INSTALACIONES CLASE III comprenden las siguientes subclases:

1. Diagnóstico in vitro para seres humanos.
2. Uso de fuentes abiertas de muy baja actividad en investigación o en otras aplicaciones.
3. Uso de fuentes selladas de muy baja actividad en investigación, en docencia o en otro tipo de aplicaciones.

50. Las instalaciones no comprendidas en los Criterios N° 47, 48 y 49 serán evaluadas caso por caso y clasificadas por la Autoridad Regulatoria de acuerdo al riesgo radiológico y a la complejidad tecnológica asociados.

51. En el caso de que existan nuevos elementos de juicio y que nuevas evaluaciones técnicas así lo justifiquen, la Autoridad Regulatoria podrá cambiar la clasificación de una Instalación.

52. El solicitante de una Licencia, Registro o Autorización de Práctica no rutinaria, deberá presentar a la Autoridad Regulatoria, la documentación técnica necesaria para evaluar la seguridad radiológica de la Instalación o de la práctica no rutinaria, con el alcance y la antelación que ésta determine.

53. El Titular de una Licencia, Registro o Autorización de práctica no rutinaria no podrá iniciar ninguna modificación de una Instalación o de una práctica no rutinaria que altere las características de diseño u operación en base a las cuales ésta fue licenciada o autorizada, respectivamente, sin autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

D2. RESPONSABILIDADES POR LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA

54. La responsabilidad por la seguridad radiológica de las Instalaciones o prácticas señaladas en los Criterios N° 47, 48 y 49, y de las prácticas no rutinarias recae en el titular de licencia, registro o autorización de práctica no rutinaria, según corresponda.

55. Lo establecido en esta norma y en las normas y requerimientos que de ella se deriven son condiciones mínimas que debe cumplir el titular de licencia, de registro o de Autorización de práctica no rutinaria y su cumplimiento no lo exime de la responsabilidad de llevar a cabo toda otra acción necesaria para mejorar la seguridad radiológica.

56. Los trabajadores son responsables del cumplimiento de los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores, la del público y en el caso de las exposiciones médicas, la de los pacientes y acompañantes voluntarios.

D2.1. INSTALACIONES CLASE I

57. Sólo podrán iniciarse las actividades correspondientes a una etapa de una Instalación Clase I cuando la Instalación cuente con la licencia correspondiente a dicha etapa.

58. La Entidad Responsable debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad de la Instalación Clase I cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.

59. La Entidad Responsable puede delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas inherentes a la seguridad radiológica de una Instalación Clase I, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

60. La Entidad Responsable debe designar a un Responsable Primario a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 172

61. La Entidad Responsable debe prestarle al Responsable Primario todo el apoyo que necesite y debe realizar una supervisión adecuada, para garantizar que todas las etapas de una Instalación Clase I se lleven a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.

62. La Entidad Responsable y el Responsable Primario deben facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.

63. La Entidad Responsable deberá asegurar que el organigrama de operación esté cubierto por personal debidamente capacitado y, en los casos que se determine, tal personal cuente con la licencia individual y la autorización especifica correspondientes.

64. Todo cambio en la organización de la Entidad Responsable que pueda afectar su capacidad para afrontar las responsabilidades que se han definido anteriormente requiere, para que las licencias de las Instalaciones Clase I afectadas mantengan su vigencia, una aceptación formal previa de tales cambios por parte de la Autoridad Regulatoria.

D2.2. INSTALACIONES CLASE II

65. El Titular de Licencia debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad de la Instalación Clase II cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.

66. El Titular de Licencia puede delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas inherentes a la seguridad radiológica de una Instalación Clase II, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

67. El titular de Licencia de una Instalación Clase II debe designar a un Responsable, el que en algunos casos puede ser el mismo titular.

68. El Titular de Licencia deberá garantizar que el personal de operación de una Instalación Clase II esté adecuadamente capacitado para la función que le compete y, en los casos que se determine, dicho personal deberá contar con un Permiso Individual.

69. El titular de Licencia de una Instalación Clase II debe garantizar que su operación se lleve a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.

70. El titular de la Licencia y el Responsable de una Instalación Clase II deben facilitar en todo momento la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.

D2.3. INSTALACIONES CLASE III

71. El Titular del Registro debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad de la Instalación Clase III cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.

72. El Titular del Registro de una instalación Clase III debe designar a un Responsable, el que en algunos casos puede ser el mismo titular.

73. El Titular del Registro deberá garantizar que el personal que trabaja en una Instalación Clase III esté capacitado para la función que le compete.

74. El titular del Registro de una Instalación Clase III debe garantizar que su operación se lleve a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, procedimientos apropiados.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
173

D2.4. PRÁCTICAS NO RUTINARIAS

75. El Titular de Práctica no rutinaria debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad durante el desarrollo de la misma, cumpliendo, como mínimo, con las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.

76. El Titular de Práctica no rutinaria puede delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas inherentes a la seguridad radiológica, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

77. El Titular de Práctica no rutinaria deberá garantizar que el personal involucrado en dicha práctica esté adecuadamente capacitado para la función que le compete y, en los casos que la Autoridad Regulatoria así lo determine, dicho personal deberá contar con un Permiso Individual.

78. El Titular de Práctica no rutinaria debe garantizar que las operaciones se lleven a cabo en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.

79. El Titular de Práctica no rutinaria debe facilitar en todo momento la realización de inspecciones y auditorías regulatorias.

D3. SEGURIDAD RADIOLÓGICA

80. Se deben justificar las prácticas, efectuar la optimización de la protección radiológica, respetar los límites de dosis y las restricciones de dosis establecidos, y prevenir adecuadamente la posibilidad de accidentes.

81. En la evaluación de seguridad de una práctica deben considerarse la exposición de los trabajadores, la del público y, en el caso de exposiciones médicas, adicionalmente, la de los pacientes y acompañantes voluntarios.

D3.1. JUSTIFICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

82. Toda práctica que se introduzca debe estar justificada.

83. En el caso de exposición médica, la justificación de la práctica debe ser efectuada por el médico responsable de su prescripción.

84. Las prácticas ya establecidas pueden dejar de estar justificadas, si se demuestra que ya no existe un beneficio neto positivo originado en la continuación de dicha práctica.

85. No se consideran justificadas las prácticas que involucren la adición de material radiactivo en alimentos, bebidas, cosméticos u otros elementos del mismo tenor que puedan ser incorporados al organismo de las personas.

86. No se consideran justificadas las prácticas que involucren usos juzgados como superfluos de material radiactivo en productos de empleo corriente tales como juguetes, adornos personales o elementos decorativos, salvo que un análisis específico demuestre lo contrario.

D3.2. OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

87. Los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, de manera que las dosis resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.

88. Cuando los estudios de optimización se realicen mediante un análisis diferencial costo-beneficio se utilizará un valor del coeficiente de proporcionalidad entre el costo social y la dosis colectiva, de 10 000 dólares estadounidenses por Sievert hombre.

174

89. Cuando el diseño de los sistemas de protección radiológica asegure que, en condiciones normales de operación, ningún trabajador puede recibir una dosis efectiva superior a 5 milisievert en un año, que ningún miembro del público puede recibir una dosis efectiva superior a 100 microSievert en un año, y que la dosis efectiva colectiva debida a un año de operación es inferior a 10 Sievert hombre, no es necesario demostrar que los sistemas están optimizados, salvo que la Autoridad Regulatoria lo solicite expresamente.

90. En las prácticas que involucren la exposición médica de pacientes debe optimizarse el empleo de equipos y técnicas para que las dosis innecesarias, a los fines del procedimiento, resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable.

D3.3. LÍMITES Y RESTRICCIONES DE DOSIS

91. Durante la operación normal de una instalación o la realización de una práctica, ningún individuo debe ser expuesto a dosis de radiación superiores a los límites establecidos. Estos límites de dosis se aplican a cada trabajador y a miembros del público. En el caso de exposición del público, los límites se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.

92. Para computar la dosis efectiva total a comparar con los límites correspondientes, se deben sumar la dosis efectiva en un año debida a exposición externa y la dosis efectiva comprometida debida a incorporaciones en ese mismo año.

93. Para el caso de límites adicionales para el cristalino o la piel, expresados en dosis equivalente, se computa la dosis equivalente en esos tejidos debida a la exposición externa y, cuando corresponda, se le debe sumar a esta dosis equivalente, la dosis equivalente comprometida debida a las incorporaciones, en un año, en el tejido u órgano correspondiente.

94. La dosis efectiva comprometida, en los casos de los trabajadores y del público, se debe calcular integrando las tasas de dosis debidas a una incorporación sobre 50 años y 70 años, respectivamente, siguientes a la incorporación.

95. En el cómputo de las dosis recibidas por los trabajadores y miembros del público, no deben incluirse las dosis originadas en la exposición médica ni las provenientes del fondo natural de radiación.

96. Los límites de dosis no se aplican a las dosis debidas a exámenes o tratamientos médicos.

D.3.3.1 LÍMITES Y RESTRICCIONES DE DOSIS PARA LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

97. Para los trabajadores los límites de dosis son los siguientes:

El límite de dosis efectiva es 20 milisievert en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 milisievert en 5 años), no pudiendo excederse 50 milisievert en un único año.

El límite de dosis equivalente es 150 milisievert en un año para el cristalino y 500 milisievert en un año para la piel.

98. Para los trabajadores expuestos a incorporación de radón 222 y sus productos de decaimiento de período corto, el límite es 14 milijoule hora por metro cúbico en un año (4 WLM en un año) de energía alfa potencial.

175

99. Los límites de dosis para trabajadores se aplican a la dosis que ha sido comprometida durante un año de trabajo, y la manera de verificar el cumplimiento de tales límites, es la siguiente:

$$\frac{H_p(0,07)}{L_{D,T}} \leq 1$$

$$\frac{H_p(10)}{20\text{mSv}} + \sum_j \frac{I_j}{I_{L,j}} \leq 1$$

$H_p(0,07)$: dosis equivalente personal a una profundidad de la piel de 0,07 milímetros integrada en un año (ver Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1.).

$H_p(10)$: dosis equivalente personal a una profundidad de 10 milímetros desde la superficie de la piel, integrada en un año (ver Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1.).

$L_{D,T}$: límite de dosis equivalente en piel o cristalino.

I_j: incorporación del radionucleido *j* en un año.

$I_{L,j}$: límite anual de incorporación para el radionucleido *j*, resultante de dividir 20 milisievert por el factor dosimétrico de dosis efectiva comprometida, para trabajadores, por unidad de incorporación de dicho radionucleido (Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1.).

100. Para las mujeres embarazadas se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Toda trabajadora tan pronto conozca o presuponga su estado de gravidez debe notificarlo inmediatamente al responsable de la instalación o de la práctica.

- Con el objetivo de que la dosis en el feto no exceda el límite correspondiente para miembros del público, desde el momento en que es declarada la gravidez, las condiciones de trabajo deben ser tales que resulte altamente improbable que la dosis equivalente personal, $H_p(10)$, en la superficie del abdomen exceda 2 milisievert, y que la incorporación de cada radionucleido involucrado exceda 1/20 del límite anual de incorporación respectivo, durante todo el período que resta de embarazo. Se debe cumplir:

$$\frac{H_p(10)}{2\text{mSv}} + \sum_j \frac{20I_j}{I_{L,j}} \leq 1$$

$H_p(10)$: dosis equivalente personal a una profundidad de 10 milímetros desde la superficie del abdomen, integrada en el período de gravidez.

I_j: incorporación del radionucleido *j* en el período de gravidez.

$I_{L,j}$: límite anual de incorporación para el radionucleido *j*, resultante de dividir 20 milisievert por el factor dosimétrico de dosis efectiva comprometida, para adultos, por unidad de incorporación de dicho radionucleido (Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1.).

101. No se admite la exposición ocupacional de menores de 18 años.

102. Para estudiantes de 16 a 18 años de edad, que en sus estudios requieran el uso de fuentes radiactivas, el límite anual de dosis efectiva es 6 milisievert y el límite anual de dosis equivalente es 50 milisievert para el cristalino y 150 milisievert para la piel.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 176

103. La Autoridad Regulatoria podrá establecer en la Autorización de práctica no rutinaria o en la Licencia de operación, restricciones de dosis para la exposición ocupacional en los casos que considere apropiado.

D3.3.2. LÍMITES Y RESTRICCIONES DE DOSIS PARA LA EXPOSICIÓN DE MIEMBROS DEL PÚBLICO

104. Los límites de dosis para miembros del público se aplican a la dosis promedio en el grupo crítico.

105. El límite de dosis efectiva es 1 milisievert en un año y los límites anuales de dosis equivalente son 15 milisievert para el cristalino y 50 milisievert para la piel.

106. Para una instalación en particular, la Autoridad Regulatoria podrá establecer en la Autorización de práctica no rutinaria o en la Licencia de operación, restricciones de dosis para las dosis individuales de los miembros del público y para las dosis colectivas, las que actuarán restringiendo el proceso de optimización.

D4. EXPOSICIONES POTENCIALES

107. En el diseño u operación de una Instalación Clase I, Clase II o en la realización de una práctica no rutinaria, se debe prevenir la ocurrencia de accidentes así como mitigar sus consecuencias radiológicas en el caso de que estos ocurran.

108. Para estimar el riesgo radiológico de una Instalación Clase I y en los casos que se justifique, se deben analizar todas las secuencias accidentales previsibles, incluyendo las fallas dependientes, las combinaciones de fallas y las situaciones que excedan las bases de diseño.

109. En el diseño de una Instalación Clase I en los casos que se justifique, debe asegurarse que la probabilidad anual de ocurrencia de una secuencia accidental, con implicancias radiológicas para los trabajadores y la dosis efectiva resultante en el trabajador más expuesto, no definan un punto en la zona no aceptable de la Figura 1. Si el número N de secuencias accidentales fuese mayor que 10, los valores de la escala de ordenadas de la Figura 1, deben ser divididos por la relación N/10 antes de representarse al citado punto.

110. El diseño de una Instalación Clase I en los casos que se justifique, debe asegurar que la probabilidad anual de ocurrencia de una secuencia accidental, con implicancias radiológicas para los miembros del público y la dosis efectiva resultante en el grupo crítico, no definan un punto en la zona no aceptable de la Figura 2. Si el número N de secuencias accidentales fuese mayor que 10, los valores de la escala de ordenadas de la Figura 2 deben ser divididos por la relación N/10 antes de representarse al citado punto.

111. Puede simplificarse el tratamiento de las secuencias accidentales eligiendo a una secuencia accidental para representar a un grupo de ellas. En este caso debe seleccionarse aquella secuencia accidental que dé lugar a la peor consecuencia radiológica de las del grupo, y el análisis debe tener en cuenta la suma de las probabilidades anuales de ocurrencia de las secuencias accidentales que componen el grupo.

D5. GESTIÓN DE RESIDUOS RADIACTIVOS

112. En la evaluación del impacto radiológico de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos se debe tener en cuenta un escenario normal y la situación resultante de posibles eventos disruptivos durante el período de aislamiento previsto.

113. En la evaluación de seguridad de un escenario normal las dosis estimadas que recibirán las generaciones futuras no deberán exceder las restricciones de dosis establecidas al inicio del período de aislamiento de los residuos radiactivos.

177

114. No pueden utilizarse los resultados de mediciones ambientales posteriores al momento de la eliminación para demostrar la seguridad del sistema de disposición final.

D6. REQUERIMIENTOS OPERATIVOS

115. El titular de Licencia, Registro o Autorización de práctica no rutinaria debe presentar, ante la Autoridad Regulatoria, los objetivos y compromisos que se adoptarán en materia de seguridad radiológica, definiendo las jerarquías y relaciones de todo el personal involucrado en la ejecución de tales compromisos.

116. La operación de las Instalaciones y la realización de las prácticas no rutinarias debe planificarse de modo tal que las dosis resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable.

117. Los procedimientos operativos deben estar escritos y mantenerse actualizados.

118. No se debe afectar a tareas que supongan o puedan suponer exposición a radiaciones ionizantes, a trabajadores que no hayan recibido la capacitación correspondiente.

119. Se debe asegurar el adecuado reentrenamiento periódico del personal.

D6.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

120. Se deben delimitar y clasificar las áreas de trabajo según la experiencia operativa y las características de la Instalación.

121. En las áreas controladas debe implementarse la delimitación mediante barreras físicas apropiadas, la señalización, el control de accesos y el monitoreo individual del personal.

122. Las áreas supervisadas deben estar individualizadas con señalización adecuada y las condiciones de trabajo deben revisarse periódicamente, y normalmente es suficiente con tener una evaluación dosimétrica de su personal en base a mediciones del área involucrada.

D6.2. VIGILANCIA MÉDICA

123. La vigilancia médica de trabajadores expuestos a fuentes de radiación debe basarse en los principios generales de la medicina ocupacional y debe cumplir los siguientes propósitos, según corresponda:

- Evaluar la salud de los trabajadores.
- Evaluar la compatibilidad de la salud y aptitud psicofísica de los trabajadores con las condiciones de su trabajo.
- Mantener actualizados los registros apropiados.
- Recopilar información de base necesaria en caso de enfermedad ocupacional o exposición accidental.

124. Ningún trabajador puede emprender sus tareas o continuar en las mismas, en oposición al dictamen médico competente.

125. Cuando se estime que un trabajador ha recibido una dosis efectiva superior a 100 milisievert en un año se debe efectuar una evaluación médica y dosimétrica previo a su reintegro al trabajo. El responsable de la Instalación o práctica no rutinaria debe decidir si dicho trabajador puede continuar afectado a tareas con fuentes de radiación.

126. Los trabajadores que desempeñen una función que requiera autorización específica y aquellos que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario, deben poseer un certificado de aptitud psicofísica.

178

127. Los exámenes de aptitud psicofísica deben ser realizados por médicos especialmente designados por el Titular de Licencia a satisfacción de la Autoridad Regulatoria. Previo a la evaluación se deben establecer los profesiogramas psicofísicos de las funciones, tomando como base la descripción de las tareas y el ambiente de trabajo, incluyendo las tareas previstas en situaciones accidentales.

D6.3. REGISTROS PERSONALES

128. Cuando la Autoridad Regulatoria lo requiera, el Responsable Primario de una Instalación Clase I y el Responsable de una Instalación Clase II o de una práctica no rutinaria deben llevar registros individuales de cada trabajador expuesto en áreas controladas, los que estarán a disposición de la Autoridad Regulatoria. En estos registros se debe consignar la siguiente información:

- La índole de las tareas que realiza el trabajador.
- El tipo de radiación y contaminación a la que se halla expuesto.
- El resultado de la evaluación de las dosis ocupacionales debidas a la exposición externa y a la incorporación de material radiactivo.
- Los resultados de los reconocimientos médicos.

129. Los registros mencionados en el Criterio N° 128 se deben conservar durante 30 años posteriores al momento en que el trabajador haya cesado en las tareas que provocaron exposición a radiaciones. Cuando la organización responsable de la instalación o de la práctica no rutinaria cese en su actividad, dichos registros deberán ser remitidos a la Autoridad Regulatoria.

130. Todas las dosis recibidas en situaciones accidentales se deben registrar distinguiéndolas claramente de las dosis recibidas en operación normal.

131. El Responsable Primario de una Instalación Clase I o el Responsable de una Instalación Clase II o de una práctica no rutinaria deben llevar, además de los registros mencionados en el Criterio N° 128, aquellos registros particulares que en cada caso determine la Autoridad Regulatoria.

D7. PLANES Y PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

132. Toda Instalación Clase I debe poseer un Plan de Emergencia Interno. Aquellas instalaciones en las que las consecuencias radiológicas de un accidente puedan ser significativas para miembros del público deben contar, además, con un Plan de Emergencia Externo. Ambos Planes de Emergencia deberán contar con la aprobación de la Autoridad Regulatoria.

133. El Responsable Primario debe mantener actualizado y operativo el plan de emergencia.

134. Se deben realizar simulacros de aplicación del plan de emergencia cuya periodicidad será establecida por la Autoridad Regulatoria.

135. En las Instalaciones Clase II y en las prácticas no rutinarias deben preverse procedimientos de emergencia para poder enfrentar situaciones anormales que involucren material radiactivo.

D8. INTERVENCIONES

136. La presente norma se aplica a los siguientes casos de intervención:

- Situaciones crónicas de exposición a ciertas fuentes naturales de radiación que así lo requieran.
- Situaciones crónicas de exposición debidas a la contaminación radiactiva proveniente de prácticas o accidentes ocurridos en el pasado.
- Situaciones accidentales.
- Cualquier otra situación de intervención así considerada por la Autoridad Regulatoria.

179

137. Sólo se considera justificada una intervención si se prevé que con ella se obtiene una mejora de la situación.

138. Cuando la situación en la cual la dosis proyectada puede exceder el umbral de los efectos determinísticos severos, la intervención se encuentra generalmente justificada.

139. Una vez decidida la intervención, los niveles a los cuales se interviene y el tiempo durante el cual se mantiene la intervención deben surgir de un análisis de optimización. Los límites de dosis establecidos para las prácticas no son aplicables a situaciones de intervención.

140. En el caso de contaminación de alimentos y cuando la intervención (retiro del consumo) esté justificada, los niveles de intervención son los resultantes de un análisis genérico de optimización - como los niveles que a modo de ejemplo se muestran en la Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1. salvo que un análisis específico de optimización demuestre lo contrario.

141. Si la concentración en los alimentos no supera los valores establecidos en el Codex Alimentarius (ver Guía Regulatoria GR 1 / AR 10.1.1.) no se debe evitar o restringir el libre tránsito y comercio de tales alimentos.

142. Cuando la concentración promedio anual de radón en el interior de viviendas exceda 400 becquerel por metro cúbico se deben adoptar soluciones de ingeniería para ventilar los ambientes y reducir la emanación del gas.

D8.1. EXPOSICIÓN DE PERSONAS QUE EJECUTAN LAS INTERVENCIONES

143. Cuando la dosis efectiva proyectada supere 100 milisievert, las tareas a cumplir en operaciones de intervención deben ser voluntarias. Los voluntarios deberán ser informados previamente acerca de los riesgos involucrados en la ejecución de las tareas de intervención.

144. Las situaciones de intervención que impliquen la exposición de voluntarios a una dosis efectiva que exceda 1 Sievert o dosis equivalente en piel superior a 10 Sievert, sólo pueden ser justificadas si se trata de salvar vidas humanas.

145. La participación de un mismo trabajador en más de una intervención debe, en todos los casos, estar especialmente autorizada por el Responsable de la Instalación o práctica no rutinaria, según corresponda.

146. Cuando se estime que un trabajador ha recibido una dosis efectiva superior a 100 milisievert durante una intervención, se debe efectuar una evaluación médica y dosimétrica previo a su reintegro al trabajo.

147. El responsable de la Instalación o práctica no rutinaria debe decidir si dicho trabajador puede continuar afectado a tareas que impliquen exposición a la radiación.

D9. COMUNICACIONES

148. El responsable de una Instalación Clase I, Clase II o de una práctica no rutinaria debe comunicar a la Autoridad Regulatoria la información que ésta establezca para cada caso y dentro de los plazos fijados, debiendo detallar como mínimo lo siguiente:

- Los valores de dosis efectiva, dosis equivalente y, en caso de corresponder, dosis efectiva comprometida y dosis efectiva colectiva, del personal ocupacionalmente expuesto.
- Cuando corresponda, los valores de liberación de material radiactivo al ambiente, detallando los radionucleidos involucrados y la actividad descargada.
- Cuando corresponda, la cantidad de residuos radiactivos generados y los transferidos a la Gestionadora de Residuos Radiactivos.

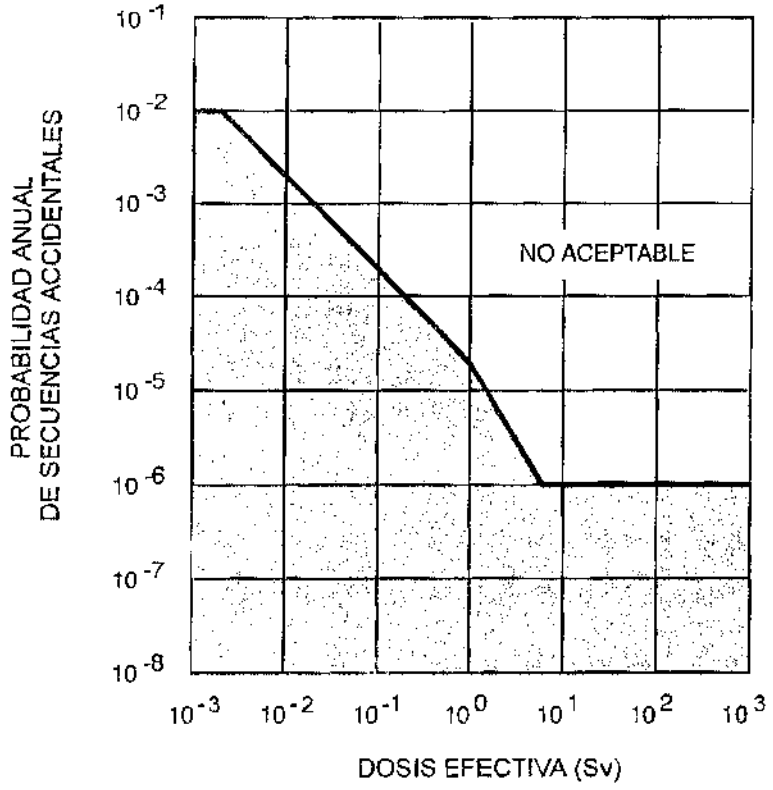
180

- Los apartamientos de la operación normal que hubiesen provocado, o pudiesen haber provocado, incrementos significativos de las dosis ocupacionales o de las descargas de material radiactivo al ambiente.
- Los resultados del monitoreo ambiental alrededor de la Instalación cuando esto corresponda.

D10. TRANSPORTE DE MATERIALES RADIACTIVOS

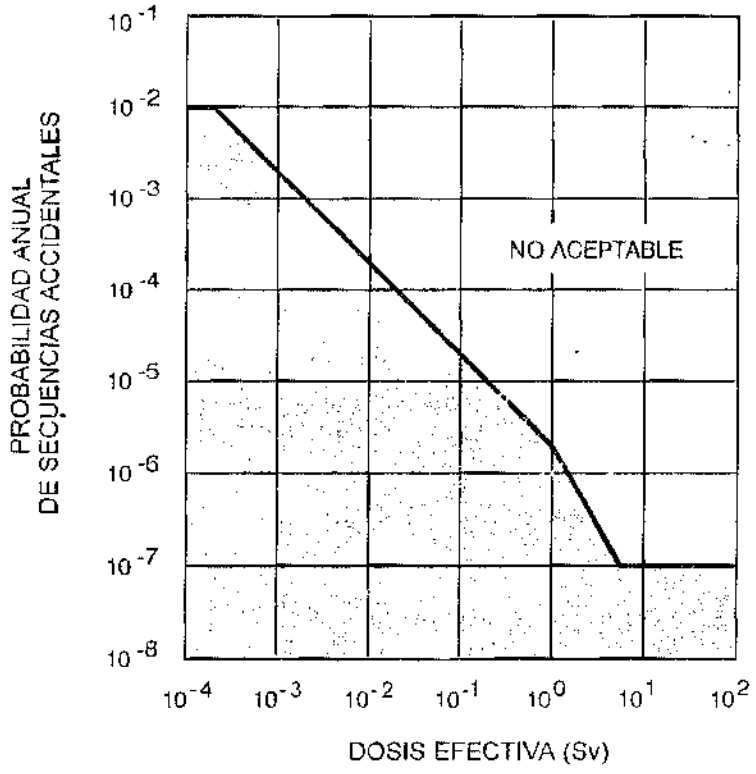
149. El transporte de materiales radiactivos se debe realizar de acuerdo con las reglamentaciones específicas que indique la Autoridad Regulatoria.

Figura 1
CURVA CRITERIO PARA LOS TRABAJADORES



181

Figura 2
CURVA CRITERIO PARA EL PÚBLICO



182

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 6.9.1.

Operación de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua

REVISIÓN 2

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 15/03 (Boletín Oficial Nº 5/8/03)

República Argentina – 2003

183

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
Av. del Libertador 8250
(C1429BNP) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ARGENTINA
Teléfono (011) 6323-1356
Fax (011) 6323-1771/1798
http://www.arn.gov.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL
184

NORMA AR 6.9.1.

OPERACIÓN DE PLANTAS DE IRRADIACIÓN FIJAS CON FUENTES DE IRRADIACIÓN MÓVILES DEPOSITADAS BAJO AGUA

OBJETIVO

Establecer criterios de seguridad radiológica para la operación de plantas de irradiación fijas que posean fuentes de irradiación móviles.

ALCANCE

Esta norma es aplicable a la operación de plantas de irradiación fijas cuyas fuentes de irradiación sean móviles y se encuentren sumergidas en agua durante su posición de depósito.

CUMPLIMIENTO

El cumplimiento de la presente norma no excluye la observancia de cualquier otra norma o requerimiento aplicable establecido por la Autoridad Regulatoria.

Asimismo, el cumplimiento de las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria no exime de la observancia de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica establecidos por otras autoridades competentes.

CRITERIOS

1. La Entidad Responsable sólo podrá operar la instalación si cuenta previamente con:

a) la licencia de operación otorgada por la Autoridad Regulatoria.

b) el plantel de operación a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, incluyendo al personal que desempeña funciones especificadas en el organigrama de operación, con autorizaciones específicas vigentes.

2. Durante la operación de la instalación se debe garantizar que no se superen las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria. Asimismo, las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público deben resultar tan bajas como sea razonablemente posible.

3. Debe limitarse tanto como sea razonablemente posible la probabilidad de ocurrencia de situaciones accidentales, mediante la detección temprana de tales situaciones.

4. Deben estar previstas las acciones que se lleven a cabo cuando ocurran situaciones accidentales de modo de mitigar las consecuencias radiológicas en las personas involucradas.

5. Una vez producida una situación accidental se adoptarán medidas para prevenir la ocurrencia de situaciones similares.

185

6. La instalación debe ser operada de acuerdo a los límites y condiciones establecidos en la licencia de operación y demás documentación mandatoria.

7. Se debe concebir y ejecutar un sistema de calidad efectivo a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, particularmente en relación con aquellas operaciones que puedan tener directa o indirectamente influencia sobre la seguridad de la instalación.

8. La Entidad Responsable debe mantener actualizada la documentación mandatoria durante el tiempo de vida útil de la instalación. Estos documentos deben estar a disposición de la Autoridad Regulatoria.

9. Toda modificación de la instalación, de la documentación mandatoria o de la organización de la Entidad Responsable (incluyendo el plantel de operación) que afecte la protección radiológica de las personas o la seguridad de las fuentes de radiación requiere una aprobación previa de la Autoridad Regulatoria.

10. La Entidad Responsable de la instalación debe definir, por escrito, los criterios para generar, revisar, aprobar, distribuir, y archivar los documentos necesarios para la operación de la planta.

11. El personal que desempeñe funciones especificadas debe mantener actualizados los conocimientos relacionados con las normas aplicables de seguridad radiológica y la documentación mandatoria.

12. El personal auxiliar que trabaja en la instalación debe poseer un adecuado conocimiento de los riesgos radiológicos inherentes a la instalación.

13. La ejecución de las tareas que tengan influencia sobre la seguridad de la instalación debe ser supervisada por un miembro del plantel de operación autorizado para tal fin.

14. La Entidad Responsable debe implementar un programa de pruebas periódicas del funcionamiento de los sistemas equipos y componentes importantes para la seguridad.

15. Las pruebas, mantenimiento, reparaciones y cualquier tarea que requiera la supresión o modificaciones transitorias de sistemas importantes para la seguridad deben ejecutarse de acuerdo con procedimientos aprobados que establezcan la restitución de las condiciones iniciales de dichos sistemas.

16. Deben evaluarse las características fisicoquímicas del material a irradiar de modo de asegurar que su irradiación no implique riesgos para la integridad de la fuente de irradiación ni de la instalación.

17. Se deben utilizar dosímetros individuales para ingresar al recinto de irradiación o a las áreas controladas.

18. La Entidad Responsable debe aplicar un adecuado programa de mantenimiento a todas las estructuras, sistemas, equipos y componentes relacionados con la seguridad.

19. Debe contarse con equipos portátiles de medición de tasa de dosis equivalente ambiental, disponibles y adecuadamente calibrados.

20. Toda vez que se ingrese al recinto de irradiación debe verificarse, mediante el uso de un monitor portátil, que la tasa de dosis equivalente ambiental esté por debajo de los límites establecidos en la licencia de operación.

21. Las personas que no pertenezcan al plantel de operación sólo pueden ingresar al recinto de irradiación precedidas por personal autorizado.

186

22. La barrera de acceso de personas al recinto de irradiación debe permanecer cerrada y la fuente de irradiación en su posición de depósito, cuando no esté presente el responsable de la operación.

23. Debe verificarse la ausencia de personas en el recinto de irradiación antes que la fuente de irradiación pueda abandonar su posición de depósito.

24. Deben ejecutarse de acuerdo a procedimientos aprobados, como mínimo, las siguientes actividades:

a) la irradiación de materiales, y la carga, movimientos y descarga de fuentes selladas;
b) el mantenimiento de la instalación y las pruebas tendientes a asegurar que los sistemas equipos y componentes importantes para la seguridad funcionan apropiadamente;
c) la reposición de sistemas, equipos y componentes importantes para la seguridad;
d) la operación del sistema de purificación de agua de la pileta.

25. Deben existir procedimientos aprobados que prevean las acciones que se deben llevar a cabo, como mínimo, en las siguientes situaciones:

a) falla de los enclavamientos;
b) traba de la fuente de irradiación;
c) pérdida del agua de la pileta;
d) pérdidas en las fuentes selladas;
e) incendio o explosión.

26. Con el fin de verificar la ausencia de pérdidas en las fuentes selladas deben existir procedimientos para el adecuado monitoreo periódico del agua de la pileta, de filtros y de resinas.

27. Debe verificarse, periódicamente y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, que la contaminación superficial en el recinto de irradiación no exceda los límites establecidos en la licencia de operación. En el caso de comprobarse la presencia de contaminación se deben tomar las medidas correctivas previstas y notificar la situación a la Autoridad Regulatoria de inmediato.

28. En los filtros y resinas del sistema de desmineralización del agua de pileta, se debe verificar que la contaminación radiactiva no exceda los límites establecidos en la licencia de operación antes de proceder a su lavado o regeneración.

29. Antes de efectuar operaciones de limpieza o vaciado de la pileta debe verificarse que la contaminación radiactiva en el agua no supera los límites establecidos en la licencia de operación.

30. Luego de la carga, descarga o movimiento de fuentes selladas se debe verificar el nivel de contaminación radiactiva en el agua de la pileta.

31. No debe efectuarse ningún tipo de manipulación en la pileta si existen, o se supone que existen, pérdidas en la fuente de irradiación. Asimismo, dicha situación debe notificarse inmediatamente a la Autoridad Regulatoria.

32. El personal de la instalación no debe verse expuesto a una concentración de gases tóxicos superior a los límites establecidos en la normativa correspondiente.

33. Los registros de las dosis que resultan del monitoreo individual deben conservarse durante treinta (30) años como mínimo contados a partir de la finalización de la prestación de servicios del personal involucrado.

34. Debe implementarse un sistema de registro y archivo que describa las condiciones en que se produzcan las situaciones anormales, modificaciones, reparaciones y los resultados de las

187

pruebas llevadas a cabo en la instalación. Dicho sistema debe mantenerse permanentemente actualizado durante la vida útil de la misma.

35. El ingreso o egreso al recinto de irradiación de personas que no pertenezcan al plantel de operación debe quedar registrado en un libro de registro de ingreso o egreso y verificado mediante firma autorizada.

36. El responsable primario debe mantener un inventario actualizado de las fuentes selladas de la instalación, tanto para las existentes como para las que se fueron recambiando.

37. Debe ser inmediatamente comunicada a la Autoridad Regulatoria toda situación anormal que pueda afectar directa o indirectamente la protección radiológica de las personas o la seguridad de las fuentes de radiación.

38. Para aquellas situaciones anormales que se consideren significativas desde el punto de vista radiológico, se debe realizar una investigación cuyos resultados deben comunicarse a la Autoridad Regulatoria dentro de los treinta (30) días de ocurrido el incidente.

39. Toda vez que – dentro de la actividad máxima autorizada - se incremente la actividad de la fuente de irradiación debe mediar, previamente, una comunicación a la Autoridad Regulatoria.

40. Se deben comunicar trimestralmente los resultados de la ejecución del plan de monitoreo.

41. Para el cese definitivo de operación la Entidad Responsable debe presentar, con la suficiente antelación, un plan de retiro de servicio de la instalación.

GLOSARIO

Dosis Equivalente Ambiental (H* (d)): Dosis equivalente en la esfera ICRU[1] -a la profundidad d- cuando se encuentra en un campo de radiación alineado y expandido, en el radio opuesto al sentido del campo alineado. Cuando la radiación es penetrante, se adopta d = 10 milímetros.

Entidad Responsable: Titular de las licencias de una instalación clase I.

Fuente de Irradiación: Conjunto de fuentes selladas montadas en un portafuentes al cual será expuesto el producto a irradiar.

Fuente Sellada: Fuente radiactiva en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes para prevenir el contacto y dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

Licencia: Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, la operación de una instalación o la ejecución de una dada etapa de la vida de dicha instalación. Estas etapas pueden ser la construcción, puesta en marcha, retiro de servicio o cualquier otra que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario licenciar.

Plantel de Operación: Personal cuyas funciones y responsabilidades de supervisión y operación están definidas en el organigrama de operación.

Posición de Depósito: Es aquella posición de la fuente de irradiación correspondiente al límite inferior de su recorrido.

Recinto de Irradiación: Local de la instalación destinado a la irradiación, con suficiente blindaje para limitar adecuadamente las dosis en el exterior del mismo. Incluye la sala de irradiación y las zonas o laberinto de acceso.

---

[1] International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report 51.

188

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 6.2.1.

Diseño de plantas de irradiación fijas con fuentes de irradiación móviles depositadas bajo agua

REVISIÓN 2

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 15/03 (Boletín Oficial 5/8/03)

República Argentina – 2003

189

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
Av. del Libertador 8250
(C1429BNP) Ciudad Autónoma de Buenos Aires
ARGENTINA
Teléfono (011) 6323-1356
Fax (011) 6323-1771/1798
http://www.arn.gov.ar

190

NORMA AR 6.2.1.

DISEÑO DE PLANTAS DE IRRADIACIÓN FIJAS CON FUENTES DE IRRADIACIÓN MÓVILES DEPOSITADAS BAJO AGUA

OBJETIVO

Establecer criterios de seguridad radiológica para el diseño de plantas de irradiación fijas que posean fuentes de irradiación móviles.

ALCANCE

Esta norma es aplicable al diseño de plantas de irradiación fijas cuyas fuentes de irradiación sean móviles y se encuentren sumergidas en agua durante su posición de depósito.

CUMPLIMIENTO

El cumplimiento de la presente norma no excluye la observancia de cualquier otra norma o requerimiento aplicable establecido por la Autoridad Regulatoria.

Asimismo, el cumplimiento de las normas y requerimientos de la Autoridad Regulatoria no exime de la observancia de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica establecidos por otras autoridades competentes.

CRITERIOS

1. El diseño debe garantizar que durante la operación normal de la planta de irradiación los límites de dosis anuales establecidos por la Autoridad Regulatoria no sean superados y las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público resulten tan bajas como sea razonablemente obtenible. Además, el diseño debe prevenir adecuadamente la posibilidad de accidentes.

2. Se debe demostrar que la protección radiológica de las personas y la seguridad de las fuentes de radiación se basa en el adecuado diseño de estructuras, componentes, equipos y sistemas, y no en procedimientos operativos.

3. Los niveles de seguridad de las variables de proceso deben contemplar un margen de seguridad adecuado respecto de los límites de seguridad asociados.

4. El diseño debe tener en cuenta las características del emplazamiento que pudieran afectar la integridad de los blindajes y demás estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

5. Se deben identificar el recinto de irradiación y las áreas controladas, supervisadas y no reglamentadas.

6. La sala de control debe ubicarse en un área de acceso no reglamentado pero restringido, por medios físicos, a personal no autorizado.

191

7. Se debe prever que en ningún momento el personal de la instalación se vea expuestos a una concentración de gases tóxicos superior a los límites establecidos en la normativa correspondiente.

8. Se debe prever, en la selección de los materiales, la degradación que los campos intensos de radiación pueden producir en las estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

9. Se debe prever que las tareas de mantenimiento en la instalación se puedan desarrollar dentro de las condiciones de seguridad radiológica requeridas.

10. Se debe concebir y ejecutar un sistema de calidad efectivo a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, particularmente en relación con las estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

11. Los blindajes - de hormigón u otros materiales - deben ser monolíticos.

12. La tasa de falla de los componentes de la instrumentación, alarmas y enclavamientos en ningún caso debe ser superior a 10^{-2} por demanda.

13. La barrera de acceso de personas al recinto de irradiación debe permanecer enclavada siempre que ocurra una de las siguientes situaciones:

a. La tasa de dosis equivalente ambiental en el recinto de irradiación supera el nivel de seguridad.
b. El nivel del agua de la pileta está por debajo del nivel de seguridad.
c. Los detectores de radiación no emiten señal.
d. La fuente de irradiación no se encuentra en la posición de depósito.
e. Se interrumpe la alimentación eléctrica a la instalación.

Estas condiciones deben anunciarse mediante alarmas de señal acústica y luminosa. Cada uno de los canales correspondientes debe actuar al menos con lógica 1 de 2.

14. El sistema que lleva la fuente de irradiación a su posición de depósito se accionará automáticamente toda vez que se viole el enclavamiento de la barrera de acceso de personas al recinto de irradiación. Dicho accionamiento incluirá una alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola.

15. Se debe disponer de un sistema que detecte mediante sistemas adecuados (v.g. rayos infrarrojos) el ingreso de personas al recinto de irradiación cuando la fuente de irradiación se aparte de su posición de depósito. Dicho sistema debe accionar automáticamente el retorno de la fuente a su posición de depósito.

16. Debe existir un dispositivo de accionamiento manual ubicado perimetralmente en el recinto de irradiación que lleve la fuente de irradiación a su posición de depósito en el caso de ocupación indebida de este recinto.

17. El recinto de irradiación debe permanecer a oscuras cuando la fuente de irradiación se encuentre en su posición de irradiación; no obstante, se deben disponer los medios que permitan la inmediata salida de personas en el caso de ocupación indebida del recinto.

18. El diseño debe prever barreras físicas que impidan el ingreso de personas al recinto de irradiación por la zona de carga-descarga de material; también debe prever para el caso que se intente violar estas barreras, el retorno automático de la fuente de irradiación a su posición de depósito y la existencia de una alarma por señal acústica y luminosa.

19. En los casos en que el recinto de irradiación no posea un laberinto de acceso a la sala de irradiación debe preverse la visión directa o indirecta de la fuente de irradiación.

192

20. El eventual arrastre de material radiactivo por el sistema de transporte del producto a ser irradiado debe poder detectarse mediante un monitor fijo con alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola. El accionamiento de esta alarma debe causar la detención inmediata del sistema de transporte.

21. El diseño debe asegurar que la secuencia de izado de la fuente de irradiación esté temporizada y se inicie en la sala de irradiación con el accionamiento obligatorio de un dispositivo adecuado. Dicho accionamiento debe disparar una alarma por señal acústica y luminosa detectable en el recinto de irradiación, barrera de acceso de personas y sala de comando, la cual debe permanecer en funcionamiento durante toda la secuencia de izado de la fuente de irradiación.

22. El dispositivo que acciona el sistema temporizado debe ser el mismo que habilita, en la consola, el izado de la fuente de irradiación.

23. El correcto cierre de la barrera de acceso de personas al recinto de irradiación debe ser una de las condiciones a cumplir para la secuencia de izado de la fuente de irradiación. Al respecto:

f. Debe estar claramente identificada la posición "cerrada" de la barrera.

g. Debe existir un mecanismo que asegure que la barrera no se puede abrir con la fuente de irradiación fuera de su posición de depósito.

24. El diseño debe ser tal que cualquier modificación de la secuencia de izado de la fuente de irradiación obligue a reiniciar dicha operación.

25. El recinto de irradiación y el área controlada deben disponer de señalización luminosa de advertencia durante la irradiación.

26. En caso de resultar bloqueado el movimiento de la fuente de irradiación en alguna posición de su recorrido, el diseño debe prever las acciones correctivas, de modo tal que las dosis que reciba el personal interviniente resulten tan bajas como sea razonablemente posible.

27. El diseño debe prever, entre otras señalizaciones, la de las posiciones de irradiación y de depósito de la fuente de irradiación, en la sala de comando.

28. Deben preverse medios adecuados en lugares apropiados para llevar manualmente y de manera segura a la fuente de irradiación a su posición de depósito.

29. El diseño debe prever que la instalación disponga de un sistema eléctrico de emergencia adecuado que alimente los sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

30. El diseño debe prever los medios adecuados de detección y extinción de incendios en la instalación para proteger la integridad de la fuente de irradiación y los sistemas de seguridad.

31. El diseño debe prever la existencia de detectores de humo adecuados ubicados en la entrada de los conductos de extracción de aire conectados a una alarma por señal acústica y luminosa ubicada en la consola.

32. En caso de utilizarse sistemas de extinción de incendios por inundación total de gas en el recinto de irradiación, el diseño debe prever que el funcionamiento del sistema de ventilación se interrumpa automáticamente.

33. El material radiactivo contenido en la fuente de irradiación debe estar bajo forma sólida no dispersable.

34. La fuente de irradiación debe contener fuentes selladas que respondan a estándares aceptables para la Autoridad Regulatoria en base a modelos que contemplen los posibles efectos del fuego, las explosiones, la corrosión y el uso continuo de tales fuentes.

193

35. Se debe prever una adecuada protección mecánica de la fuente de irradiación con el fin de evitar su interacción con los productos tratados y con los sistemas mecánicos en movimiento.

36. El diseño debe prever, dentro de la instalación, el traslado, el almacenamiento, la carga y descarga, y el retiro de las fuentes selladas en condiciones seguras. Asimismo, debe contemplar el retiro de dichas fuentes.

37. La pileta debe ser estanca y estar diseñada para soportar los contenedores de transporte de las fuentes selladas de forma tal que éstos no comprometan su integridad.

38. Se debe prevenir un vaciamiento accidental de la pileta por fallas o incidentes operacionales.

39. Se debe prever el mantenimiento del nivel de seguridad del agua de la pileta en forma automática.

40. Los componentes que estén en contacto con el agua de la pileta deben fabricarse con materiales que minimicen los efectos físico-químicos que puedan deteriorar las estructuras, sistemas, equipos y componentes de importancia para la seguridad.

41. La pileta debe estar equipada con un sistema de purificación del agua tal que la conductividad del agua no exceda los 10 µS/cm.

42. Se debe prever una barrera física en la pileta para evitar la caída accidental de personas u objetos.

GLOSARIO

Área Controlada: Lugar de trabajo donde se requiere, en condiciones normales de operación, que los trabajadores apliquen procedimientos preestablecidos para controlar la exposición a la radiación o para prevenir la dispersión de la contaminación radiactiva, y en la que se requieren medidas específicas para prevenir exposiciones potenciales.

Área Supervisada: Lugar de trabajo donde las condiciones radiológicas deben mantenerse bajo supervisión aun cuando no se requieran rutinariamente procedimientos especiales.

Enclavamiento: Dispositivo que actúa para impedir la entrada o permanencia inadvertida de personas en zonas peligrosas, a fin de evitar su exposición indebida.

Fuente de Irradiación: Conjunto de fuentes selladas montadas en un portafuentes al cual será expuesto el producto a irradiar.

Fuente Sellada: Fuente radiactiva en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes como para prevenir el contacto y la dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

Límite de Seguridad: Valor máximo que puede tomar una variable de importancia para la seguridad, sin afectar la seguridad de la instalación.

Nivel de Seguridad: Valor especificado de las variables de proceso para el cual deben iniciarse acciones automáticas de los sistemas de seguridad.

Ocupación Indebida: Presencia de personas en el recinto de irradiación desde que se inicia la secuencia de izado de la fuente de irradiación.

Posición de Depósito: Es aquella posición de la fuente de irradiación correspondiente al límite inferior de su recorrido.

194

Posición de Irradiación: Es aquella posición de la fuente de irradiación a lo largo de su recorrido, necesaria para satisfacer una dada geometría de irradiación.

Recinto de Irradiación: Local de la instalación destinado a la irradiación, con suficiente blindaje para limitar adecuadamente las dosis en el exterior del mismo. Incluye la sala de irradiación y las zonas o laberinto de acceso.

Sala de Irradiación: Sala donde se expone el producto a tratar, a la fuente de irradiación.

Secuencia de Izado: Conjunto de acciones y condiciones que se cumplen ordenadamente para llevar a la fuente de irradiación desde la posición de depósito a la posición de irradiación.

195

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 10.12.1.

Gestión de residuos radiactivos

REVISIÓN 2

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 22/08 (Boletín Oficial 3/04/08)

República Argentina – Impresión 2008

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
196

192

NORMA AR 10.12.1.

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIACTIVOS

A. OBJETIVO

1. Establecer requisitos generales para que la gestión de residuos radiactivos se realice con un nivel adecuado de protección radiológica de las personas y de preservación del ambiente tanto en el caso de las generaciones actuales como en el de las futuras.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a la gestión de residuos radiactivos provenientes de todas las instalaciones y prácticas controladas por la Autoridad Regulatoria.

No es aplicable a los materiales que contengan sustancias radiactivas de origen natural y que no hayan sufrido un proceso tecnológico de concentración o alteración de sus propiedades naturales.

El cumplimiento de esta norma no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos aplicables que establezcan otras autoridades competentes no relacionadas con la seguridad radiológica y nuclear.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Acondicionamiento de Residuos Radiactivos: Operaciones que transforman los residuos radiactivos en una forma adecuada para el transporte, almacenamiento o disposición final.

4. Almacenamiento de Residuos Radiactivos: Ubicación segura de los residuos radiactivos en un sitio en forma temporaria .

5. Barreras múltiples: Sistemas que emplean dos o más barreras independientes para aislar los residuos radiactivos del ambiente accesible al hombre. Las barreras pueden ser de índole geológica, de ingeniería o combinaciones de ambas.

6. Cierre Definitivo: Conjunto de actividades autorizadas por la Autoridad Regulatoria llevadas a cabo al final de la etapa de operación de una instalación destinada a la disposición final de residuos radiactivos.

7. Confinamiento de Residuos Radiactivos: Aislación de los radionucleidos contenidos en los residuos radiactivos, del ambiente accesible al hombre y restricción de su liberación al mismo.

8. Disposición Final de Residuos Radiactivos: Ubicación segura de los residuos radiactivos, sin el propósito de recuperarlos, en instalaciones o sitios licenciados para ese fin.

9. Entidad Responsable: Titular de las licencias de una Instalación Clase I.

10. Generadora de Residuos Radiactivos: Instalación controlada por la Autoridad Regulatoria en la que, debido a su operación, se producen residuos radiactivos y en la que se pueden realizar cualesquiera de las actividades incluidas en la Gestión de Residuos Radiactivos, excepto la disposición final.

198

11. Gestión de Residuos Radiactivos: Conjunto de actividades, relativas al manejo administrativo y operativo de residuos radiactivos, que incluye registro, clasificación, segregación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y disposición final.

12. Gestionadora de Residuos Radiactivos: Instalación en la que se realiza la gestión de los residuos radiactivos transferidos por las instalaciones generadoras de residuos radiactivos, incluyendo la disposición final de tales residuos.

13. Residuos Radiactivos: Materiales para los cuales no se prevé ningún uso ulterior y que contienen sustancias radiactivas con valores de actividad tales que exceden las restricciones de dosis establecidas por la Autoridad Regulatoria para su dispersión en el ambiente.

14. Retiro de Servicio: Conjunto de actividades autorizadas por la Autoridad Regulatoria llevadas a cabo al final de la etapa de operación de una instalación Generadora de Residuos Radiactivos, y cuando corresponda a instalaciones de tratamiento, acondicionamiento o almacenamiento de las Generadoras de Residuos Radiactivos.

15. Sistema para la Disposición Final de Residuos Radiactivos: Instalación diseñada y licenciada para el confinamiento de los residuos radiactivos.

16. Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una Instalación Clase I o Clase II.

17. Tratamiento de Residuos Radiactivos: Operaciones realizadas con el fin de modificar las características de los residuos radiactivos en forma apropiada para su gestión.

D. CRITERIOS

Criterios generales

18. Los residuos radiactivos deben ser gestionados en forma tal que, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, se asegure un nivel aceptable de protección radiológica de los trabajadores y del público, y de preservación del ambiente.

19. Los residuos radiactivos deberán mantenerse aislados del ambiente accesible al hombre el tiempo necesario para que hayan decaído suficientemente utilizando barreras múltiples adecuadas, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

20. Los sistemas de protección radiológica utilizados en la gestión de residuos radiactivos deben estar optimizados, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, teniendo en cuenta la reducción de las dosis efectivas, el costo de las diversas opciones factibles, las incertezas asociadas al largo plazo y las restricciones de dosis aplicables.

21. Los efluentes generados en la gestión de residuos radiactivos podrán ser liberados al ambiente cumpliendo con la normativa específica de la Autoridad Regulatoria sobre descarga de efluentes radiactivos.

22. Para gestionar como residuo radiactivo materiales que contienen sustancias sujetas a salvaguardias, se requerirá una previa autorización particular de la Autoridad Regulatoria.

23. La transferencia de residuos radiactivos de una instalación Generadora a una instalación Gestionadora de Residuos Radiactivos deberá realizarse acorde a procedimientos previamente aprobados a tal efecto por la Autoridad Regulatoria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 199

Criterios específicos para la Generadora de Residuos Radiactivos

24. El titular de Licencia, el titular de registro o el titular de práctica no rutinaria de una Generadora de Residuos Radiactivos será responsable del manejo seguro de los residuos radiactivos generados debido a la operación, hasta su transferencia a la Gestionadora de Residuos Radiactivos.

25. En las instalaciones Generadoras de Residuos Radiactivos deberá realizarse, cuando corresponda, el registro, caracterización, segregación, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y transporte de los residuos radiactivos siempre que se cuente con la autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

26. El titular de Licencia de una Generadora de Residuos Radiactivos no podrá efectuar el retiro de servicio de la instalación hasta tanto todos los residuos radiactivos almacenados en la misma sean transferidos a la Gestionadora de Residuos Radiactivos.

27. El titular de Licencia de una Generadora de Residuos Radiactivos deberá llevar inventarios de los residuos radiactivos generados, los almacenados y los transferidos a la Gestionadora de Residuos Radiactivos, manteniendo permanentemente actualizado dichos inventarios durante la etapa de operación de la instalación, e informando periódicamente a la Autoridad Regulatoria. En el momento del retiro de servicio de la instalación, deberá remitir todos los registros a la Autoridad Regulatoria.

28. El titular de Licencia, el titular de registro o el titular de práctica no rutinaria de una Generadora de Residuos Radiactivos podrá delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas de manejo de los residuos radiactivos generados pero mantendrá en su totalidad las responsabilidades correspondientes.

Criterios específicos para la Gestionadora de Residuos Radiactivos

29. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos podrá realizar la disposición final de los residuos radiactivos si ha decidido no efectuar un tratamiento ulterior de los mismos y si cuenta con la previa autorización de la Autoridad Regulatoria.

30. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos deberá llevar a cabo evaluaciones apropiadas de seguridad de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos en las etapas de diseño, construcción, operación y cierre definitivo, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

31. La evaluación del impacto radiológico de los sistemas de disposición final de residuos radiactivos deberá tener en cuenta un escenario normal, donde se considera que se cumplen los objetivos de diseño, y la situación resultante de eventos disruptivos concebibles durante el período de aislamiento previsto.

32. En las evaluaciones del escenario normal, las dosis estimadas que recibirán las generaciones futuras no deberán exceder las restricciones de dosis establecidas al inicio del período de aislamiento. Dichas evaluaciones de seguridad, en términos de dosis, riesgo u otros indicadores de seguridad apropiados para los períodos de aislamiento requeridos, deberán ser realizadas a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

33. Los riesgos asociados a eventos disruptivos concebibles durante el período de aislamiento previsto no deberán exceder los niveles de riesgo aceptable establecidos al realizarse el diseño del Sistema para la Disposición Final de Residuos Radiactivos.

34. Para demostrar la seguridad del sistema de disposición final, no podrá utilizarse el resultado de mediciones ambientales posteriores al cierre definitivo de dicho sistema.

35. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos deberá llevar inventarios de los residuos radiactivos transferidos por las Generadoras de Residuos Radiactivos, los almacenados y los dispuestos en forma definitiva, manteniendo permanentemente actualizados

dichos inventarios durante la etapa de operación de la instalación, e informando periódicamente a la Autoridad Regulatoria. En el momento del cierre definitivo de la instalación, deberá remitir todos los registros a la Autoridad Regulatoria.

36. El cierre definitivo de una instalación para la disposición final de residuos radiactivos, o de un sistema particular de dicha instalación, deberá contar con la autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

37. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos continuará manteniendo su responsabilidad durante las tareas de cierre definitivo y, cuando corresponda a posteriori, durante el período de control administrativo autorizado por la Autoridad Regulatoria.

38. La Entidad Responsable de una Gestionadora de Residuos Radiactivos podrá delegar, total o parcialmente, la ejecución de las tareas de gestión de residuos radiactivos pero mantendrá en su totalidad la responsabilidad correspondiente.

201

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 10.13.2.

Norma de seguridad física de fuentes selladas

REVISIÓN 0

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 8/07 (Boletín Oficial 30/1/07)

República Argentina – 2007

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
202

NORMA DE SEGURIDAD FÍSICA DE FUENTES SELLADAS

OBJETIVO

1. Establecer los criterios generales para la seguridad física de fuentes selladas.

B. ALCANCE

2. La presente norma se aplica al manejo de Fuentes Selladas Categoría 1, Categoría 2 y Categoría 3 y no es aplicable a fuentes selladas utilizadas en programas militares o de defensa.

La presente norma no se aplica a los materiales protegidos alcanzados por la Norma AR 10.13.1, salvo por lo que se refiere a las fuentes selladas que contienen ^{239}Pu.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica o con la seguridad física, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Cultura de la Seguridad Física: Características y actitudes de las organizaciones y personas que determinan que las cuestiones de seguridad física reciban la atención que merecen por su importancia.

4. Fuente de Radiación: cualquier sustancia natural o artificial, o equipo o dispositivo tecnológico que emite radiaciones ionizantes.

5. Fuente Radiactiva: Fuente de radiación que contiene material radiactivo.

6. Fuente Sellada: Fuente radiactiva en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes para prevenir el contacto y dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

7. Fuente Sellada Categoría 1: Fuente sellada, de actividad igual o mayor al valor D_1 establecido en el Anexo a esta Norma.

8. Fuente Sellada Categoría 2: Fuente sellada, de actividad comprendida entre los valores D_1 y D_2 establecidos en el Anexo a esta Norma.

9. Fuente Sellada Categoría 3: Fuente sellada, de actividad comprendida entre los valores D_2 y D_3 establecidos en el Anexo a esta Norma.

10. Fuente Huérfana: Fuente radiactiva que no está sometida a control regulatorio, sea porque nunca lo estuvo, o porque ha sido abandonada, perdida, extraviada, hurtada, robada, o transferida sin la debida autorización.

11. Fuerza de Respuesta: Conjunto de personas y medios que pueden concurrir en apoyo del sistema de seguridad física.

12. Manejo de las Fuentes Selladas: Fabricación, comercialización, tenencia, uso, transferencia, suministro, recibo, almacenamiento, mantenimiento, reciclado, importación y exportación, y transporte de fuentes selladas así como el reciclado y la gestión como residuo radiactivo.

13. Responsable: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.

14. Responsable Primario: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una instalación Clase I.

15. Responsable por la Seguridad Física: Persona designada por el Titular de Licencia o de Autorización de Práctica no rutinaria, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, que asume la

203

responsabilidad directa por la seguridad física de las fuentes selladas o de la instalación o equipos que las contengan.

16. Seguridad Física: Conjunto de medidas destinadas a prevenir, evitar y responder, con un grado razonable de seguridad, actos que den lugar a:

a. El robo, hurto o sustracción de fuentes selladas;
b. El acceso no autorizado, la pérdida o transferencia no autorizada de las fuentes, o
c. El sabotaje o daño a fuentes selladas, o el sabotaje, intrusión o daño a instalaciones y equipos que las contengan, que produzcan o pudieran producir la pérdida de confinamiento o la disminución del blindaje.

17. Sistema de Seguridad Física: Conjunto de personas, procedimientos y medios disponibles en forma permanente que implementan las medidas de seguridad física.

18. Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más Licencias para una Instalación Clase I o Clase II.

19. Titular de Práctica no Rutinaria: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una Autorización de Práctica no Rutinaria.

20. Traslado transfronterizo: Traslado de material radiactivo de un país a otro o a través de otro.

21. Zona Protegida: Zona sometida a constante vigilancia por personal de guardia o medios técnicos o ambos, circundada por una barrera física y con un número limitado de accesos controlados.

D. CRITERIOS DE SEGURIDAD FÍSICA PARA FUENTES SELLADAS

D1. Generales

22. Lo establecido en las normas o requerimientos de la Autoridad Regulatoria son condiciones mínimas que debe cumplir el titular de Licencia o Autorización de Práctica no rutinaria y su cumplimiento no lo exime de la responsabilidad de llevar a cabo toda otra acción necesaria para mejorar la seguridad física de las fuentes selladas o de instalaciones o equipos que las contengan.

23. El Titular de Licencia o Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda debe designar a satisfacción de la Autoridad Regulatoria un Responsable por la Seguridad Física, que puede o no coincidir con el Responsable o con el Responsable Primario según corresponda. Cuando no coincidan, el Responsable por la Seguridad Física debe ajustar su accionar a lo que establezca el Responsable o Responsable Primario según corresponda.

24. El Titular de Licencia o Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda debe presentar a la Autoridad Regulatoria toda la documentación técnica necesaria, incluidos los procedimientos operativos, para demostrar -a satisfacción de ésta- que se han alcanzado los niveles de seguridad física requeridos para el manejo de las fuentes selladas.

25. El Titular de Licencia o Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda debe contemplar la disponibilidad de los recursos humanos, medios y servicios necesarios para:

a. La respuesta en caso de un acto que afecte la seguridad física de las fuentes selladas.
b. La respuesta para la recuperación del control de las fuentes huérfanas de la instalación.

26. Se debe establecer e implementar un sistema de calidad adecuado en relación a la seguridad física de las fuentes selladas.

27. Según sea necesario a la luz de los riesgos que se planteen y de la evaluación nacional de la amenaza actual, se debe:

a. realizar una evaluación de la seguridad física de las fuentes selladas, a fin de reducir la probabilidad de la utilización de dichas fuentes con fines dolosos para causar daños a las personas, la sociedad o el medio ambiente.
La evaluación debe contemplar, para todas las etapas de manejo de las fuentes selladas, los casos de robo o hurto de fuentes selladas; los casos de acceso no autorizado, pérdida

204

o transferencia no autorizada de las fuentes; los casos de sabotaje o daño a fuentes selladas; así como los casos de intrusión, sabotaje o daño a instalaciones y equipos que las contengan, y que produzcan o pudieran producir la pérdida de confinamiento o la disminución del blindaje de las fuentes selladas.

b. implementar un sistema de seguridad física adecuado a la evaluación de la seguridad física realizada según a)

28. La existencia de un sistema de seguridad física adecuado que se encuentre operativo en forma permanente es una condición necesaria para el manejo de las fuentes selladas.

29. El sistema de seguridad física debe ser acorde con el nivel de seguridad que corresponda aplicar y debe ajustarse a los siguientes criterios:

a. La seguridad física es una condición necesaria pero no suficiente para la seguridad radiológica de las fuentes selladas, y ninguna medida de seguridad física debe ir en desmedro de la seguridad radiológica.
b. El sistema de seguridad física debe poseer la flexibilidad necesaria para aumentar o disminuir la intensidad de las medidas de seguridad física de acuerdo con la amenaza
c. Ninguna medida de vigilancia y seguridad destinada al resguardo de bienes patrimoniales irá en desmedro de las medidas de seguridad física de las fuentes selladas.
d. El diseño de los sistemas de seguridad física debe basarse principalmente en la prevención y la disuasión, particularmente mediante el uso de medidas pasivas.
e. En el diseño del sistema de seguridad física debe lograrse una adecuada complementación entre los medios técnicos y los procedimientos operativos.
f. Los procedimientos operativos de seguridad física deben establecerse de manera tal que se minimice cualquier interferencia con los trabajos que normalmente realiza el personal de operación.

30. En el diseño del sistema de seguridad física debe contemplarse:

a. Que la determinación de objetivos incluya:
    1. La caracterización de la instalación, compuesta por una memoria descriptiva, los diagramas de flujo de procesos, los diagramas de planta, la lista de fuentes selladas y equipos, incluyendo los correspondientes a seguridad física, la localización de la planta y todo elemento gráfico que permita lograr un mejor conocimiento de la misma.
    2. La definición del tipo de amenaza actual.
    3. La identificación de las fuentes selladas o los equipos que presumiblemente pudieran ser afectados por los actos indicados en el Inciso a) del Criterio 27.
b. La inclusión de medidas de seguridad física destinadas, según corresponda, a:
    1. La detección de ingresos no autorizados y accionamiento de las alarmas correspondientes a la disponibilidad de medios de comunicación y a la implementación de control de accesos, etc.
    2. La demora a la intrusión mediante guardias y barreras perimetrales, estructurales y consumibles.
    3. La respuesta, a partir de una señal de alarma, frente a los actos indicados en el Inciso a) del Criterio 27.
c. La Fuerza de Respuesta que debe acudir según corresponda en apoyo del sistema de seguridad física y los medios de comunicación con esa fuerza.
d. Los métodos para la evaluación del desempeño del sistema de seguridad física y para el aprovechamiento de los resultados de esa evaluación.
e. Las organización, procedimientos y entrenamiento de los medios utilizados para implementar las medidas de seguridad física.

31. El sistema de seguridad física debe contemplar la adecuada confidencialidad de la información que pudiera ser utilizada en la comisión de los actos indicados en el Inciso a) del Criterio 27. La

205

información especifica del sistema de seguridad física debe ser clasificada y en particular aquélla que describa aspectos claves del mismo debe recibir el más alto nivel de clasificación.

32. Las operaciones de la Fuerza de Respuesta indicada en el Inciso c) del Criterio 30 deben ser determinadas conforme a las prioridades y modalidades que establezca el Responsable por la Seguridad Física en conjunto con el Responsable o el Responsable Primario según corresponda.

33. Se debe realizar un mantenimiento apropiado del equipamiento destinado a la seguridad física de las fuentes selladas.

34. Se debe asegurar que las fuentes selladas se almacenen en instalaciones con un nivel de seguridad física apropiado.

D2. Niveles de seguridad física

35. Los niveles de seguridad física están determinados por la categoría de las fuentes selladas involucradas, salvo que la Autoridad Regulatoria establezca un criterio diferente.

36. En la aplicación de las medidas especificas correspondientes a los niveles de seguridad física, se deben tener en cuenta los siguientes principios básicos:

a. Ninguna medida de seguridad física debe ir en desmedro de los planes para emergencias radiológicas ni de la seguridad radiológica en general.

b. El Titular de Licencia o Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, con el concurso de especialistas en seguridad radiológica y en seguridad física, debe identificar las zonas protegidas.

c. En lo posible, la distribución de zonas protegidas se efectuará de forma que su acceso esté limitado al mínimo número de personas necesario.

d. Toda instalación que no se encuadre en alguno de los niveles subsiguientes queda exenta de la aplicación de medidas de seguridad física, salvo que la Autoridad Regulatoria considere que sea conveniente asignarle alguno de los niveles de seguridad física definidos en esta norma, sin perjuicio de las prácticas de gestión prudente que corresponda aplicar.

D2.1. Nivel I de seguridad física

37. El nivel I de seguridad física se aplica al manejo de las Fuentes Selladas Categoría 1.

38. La intensidad de las medidas de seguridad física en el nivel I de seguridad física debe mantener una adecuada proporción con la actividad de la fuente sellada, para el radionucleido que se trate.

39. En las instalaciones bajo nivel I de seguridad física, las fuentes selladas, las estructuras, los sistemas y los componentes de la instalación que puedan ser vulnerables a los actos intencionales referidos en el Inciso a) del Criterio 27, deben estar ubicados dentro de una Zona Protegida.

D2.2. Nivel II de seguridad física

40. El nivel II de seguridad física se aplica al manejo de las Fuentes Selladas Categoría 2.

41. La intensidad de las medidas de seguridad física en el nivel II de seguridad física debe mantener una adecuada proporción con la actividad de la fuente sellada, para el radionucleido que se trate.

42. En las instalaciones bajo nivel II de seguridad física, las fuentes selladas, las estructuras, los sistemas y los componentes de la instalación que puedan ser vulnerables a los actos intencionales referidos en el Inciso a) del Criterio 27, deben estar en la medida de lo posible ubicados dentro de una Zona Protegida.

D2.3. Nivel III de seguridad física

43. El nivel III de seguridad física se aplica al manejo de las Fuentes Selladas Categoría 3.

44. La intensidad de las medidas de seguridad física en el nivel III de seguridad física debe mantener una adecuada proporción con la actividad de la fuente sellada, para el radionucleido que se trate.

45. En las instalaciones bajo nivel III de seguridad física, el acceso a las fuentes selladas, a las estructuras, los sistemas y los componentes de la instalación que puedan ser vulnerables a los actos intencionales referidos en el Inciso a) del Criterio 27, debe estar restringido a personal autorizado.

D2.4. Nivel de seguridad física en el transporte

46. El transporte de Fuentes Selladas Categoría 1 debe efectuarse bajo previsiones de seguridad física a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, las que deben estar acordes a los riesgos asociados a las condiciones particulares de cada transporte, incluyendo de ser necesario la vigilancia de cada remesa y las previsiones para la actuación de la fuerza de respuesta. La información sobre dichas previsiones debe guardar una adecuada confidencialidad.

47. El traslado transfronterizo de Fuentes Selladas Categoría 1 debe efectuarse cumpliendo con la norma AR 10.16.1 y asegurando la continuidad de las medidas de seguridad física durante el transporte y el almacenamiento en tránsito así como en el cruce de la frontera, cumpliendo según corresponda con lo establecido en el Criterio Nº 46 y con los requerimientos establecidos por la ARN para la importación o exportación de fuentes radiactivas.

D3. RESPONSABILIDADES

D3.1. Titular de licencia o autorización de práctica no rutinaria.

48. El Titular de Licencia o de Autorización de práctica no rutinaria según corresponda, es responsable por la seguridad física de las fuentes selladas o de las instalaciones o equipos que las contengan.

49. El Titular de Licencia o de Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, mantiene en su totalidad su responsabilidad aunque delegue, total o parcialmente, la ejecución de las tareas de seguridad física.

50. El Titular de Licencia o de Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, debe tomar todas las medidas razonables y compatibles con sus posibilidades para garantizar la seguridad física de las fuentes selladas y de las instalaciones o equipos que las contengan.

51. Todo cambio en la organización del Titular de Licencia o de Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, que pudiera directa o indirectamente afectar la capacidad de afrontar sus responsabilidades en materia de seguridad física requiere la previa aprobación de la Autoridad Regulatoria.

52. El Titular de Licencia o de Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, debe asegurar que los trabajadores posean un nivel apropiado de información y capacitación en relación a la seguridad física de las fuentes selladas y debe promover en los mismos la Cultura de la Seguridad Física.

53. El Titular de Licencia o de Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, debe supervisar la implementación del sistema de calidad en relación a la seguridad física de las fuentes selladas.

54. El Titular de Licencia o de Autorización de práctica no Rutinaria, según corresponda, debe adoptar todas las medidas razonables para asegurar la confidencialidad de la información que presumiblemente pueda ser utilizada en la comisión de actos intencionales descriptos en esta norma, y en particular la referida al sistema de seguridad física utilizado o proyectado.

D.3.2. Responsable por la seguridad física

55. El Responsable por la Seguridad Física debe implementar el sistema de calidad en lo relativo a la seguridad física de las fuentes radiactivas.

207

56. El Responsable por la Seguridad Física debe establecer y mantener en adecuadas condiciones de funcionamiento un sistema de comunicaciones con la Fuerza de Respuesta y los organismos gubernamentales de seguridad que deben intervenir.

57. El Responsable por la Seguridad Física debe asegurar el mantenimiento de todos los sistemas, componentes, procedimientos, documentación e información que constituyen el sistema de seguridad física.

58. El Responsable por la Seguridad Física debe asegurar la confidencialidad de la información que presumiblemente pueda ser utilizada en la comisión de actos intencionales descriptos en esta norma, y en particular la referida al sistema de seguridad física utilizado o proyectado

59. El Responsable por la Seguridad Física debe disponer de una alternativa viable y eficaz para resolver cualquier situación de falta de operabilidad o de indisponibilidad de cualquiera de los medios, servicios y procedimientos del sistema de seguridad física.

60. El Responsable por la Seguridad Física debe comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, la ocurrencia de eventos que afecten o puedan afectar la seguridad física, debe investigar sus causas y consecuencias e implementar las medidas correctivas que correspondan.

61. El Responsable por la Seguridad Física debe comunicar a la Autoridad Regulatoria en forma fehaciente e inmediata su ausencia temporaria o renuncia como Responsable por la Seguridad Física

62. El Responsable por la Seguridad Física debe comunicar a la Autoridad Regulatoria en forma fehaciente cuando, a su entender, el Titular de Licencia o Autorización de Práctica no Rutinaria según corresponda, no provea los recursos necesarios para garantizar la seguridad física.

D3.4. Trabajador

63. Los trabajadores deben ajustar su accionar a los procedimientos de seguridad radiológica y seguridad física establecidos en esta norma.

208

ANEXO A LA NORMA AR 10.13.2, Rev.0

VALORES D PARA FUENTES SELLADAS CATEGORÍA 1, 2 y 3

Radionucleido	D_1 (TBq)	D_2 (TBq)	D_3 (TBq)
^{241}Am	6.E+01	6.E-01	6.E-02
^{241}Am/Be	6.E+01	6.E-01	6.E-02
^{252}Cf	2.E+01	2.E-01	2.E-02
^{244}Cm	5.E+01	5.E-01	5.E-02
^{60}Co	3.E+01	3.E-01	3.E-02
^{137}Cs	1.E+02	1.E+00	1.E-01
^{153}Gd	1.E+03	1.E+01	1.E+00
^{192}Ir	8.E+01	8.E-01	8.E-02
^{147}Pm	4.E+04	4.E+02	4.E+01
^{238}Pu	6.E+01	6.E-01	6.E-02
^{239}Pu/Be	6.E+01	6.E-01	6.E-02
^{226}Ra	4.E+01	4.E-01	4.E-02
^{75}Se	2.E+02	2.E+00	2.E-01
^{90}Sr(^{90}Y)	1.E+03	1.E+01	1.E+00
^{170}Tm	2.E+04	2.E+02	2.E+01
^{169}Yb	3.E+02	3.E+00	3.E-01
^{198}Au	2.E+02	2.E+00	2.E-01
^{109}Cd	2.E+04	2.E+02	2.E+01
^{57}Co	7.E+02	7.E+00	7.E-01
^{55}Fe	8.E+05	8.E+03	8.E+02
^{68}Ge	7.E+02	7.E+00	7.E-01
^{63}Ni	6.E+04	6.E+02	6.E+01
^{103}Pd	9.E+04	9.E+02	9.E+01
^{210}Po	6.E+01	6.E-01	6.E-02
^{106}Ru	3.E+02	3.E+00	3.E-01
^{204}Tl	2.E+04	2.E+02	2.E+01

UNIVERSIDAD 209

Autoridad Regulatoria Nuclear
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 8.2.3.

Operación de instalaciones de telecobaltoterapia

REVISIÓN 3

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear Nº 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02)

República Argentina – 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL
210

UNIVERSIDAD 211

NORMA AR 8.2.3

OPERACIÓN DE INSTALACIONES DE TELECOBALTOTERAPIA

A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios mínimos de seguridad radiológica para la operación.

B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable a la operación de las instalaciones Clase II que posean equipos de telecobaltoterapia para el tratamiento de seres humanos.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. Cabezal: Componente del equipo destinado a alojar la fuente sellada y que actúa, además, como blindaje.

4. Documentación Técnica: Documentación que contiene la información técnica requerida por la Autoridad Regulatoria para licenciar o registrar una instalación o autorizar una práctica.

5. Equipo de Telecobaltoterapia: Conjunto formado por el cabezal, el puente, el estativo, la consola de control, la camilla y los accesorios.

6. Recinto de Irradiación: Lugar donde se encuentra instalado el equipo de telecobaltoterapia, incluyendo la zona o laberinto de acceso.

7. Responsable: Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad radiológica de una Instalación Clase II o Clase III o de una práctica no rutinaria.

8. Sistema de Calidad: Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar el nivel de calidad de una instalación o de una práctica.

9. Titular de Licencia: Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación Clase I o Clase II.

D. CRITERIOS

D.1. Licencia de Operación

10. El solicitante de la licencia de operación debe presentar la documentación técnica necesaria para demostrar, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria, que la operación del equipo de telecobaltoterapia (en adelante el equipo) se desarrollará en forma segura y que se tomarán todas las medidas tendientes a prevenir la ocurrencia de situaciones anormales.

212

11. La documentación técnica incluirá, como mínimo, las especificaciones del equipo y el manual de operación del mismo, los planos y memoria de cálculo del recinto de irradiación, los procedimientos para operar en condiciones normales y para enfrentar situaciones anormales, y la descripción del sistema de calidad.

12. El solicitante de la licencia de operación debe demostrar que los sistemas de protección radiológica están optimizados. El diseño del recinto de irradiación debe garantizar que en todo momento las dosis que reciban los trabajadores y los miembros del público, excluyendo los pacientes, resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable y que no superen los límites de dosis aplicables.

13. Cuando el diseño de los sistemas de protección radiológica asegure que, en condiciones normales de operación, ningún trabajador pueda recibir una dosis efectiva superior a 5 mSv en un (1) año, que ningún miembro del público pueda recibir una dosis efectiva superior a 100 μSv en un (1) año, y que la dosis efectiva colectiva debida a un (1) año de operación sea inferior a 10 Sv hombre, no es necesario demostrar que los sistemas están optimizados, salvo que la Autoridad Regulatoria lo solicite expresamente.

14. En la consola de control debe existir un dispositivo que permita al operador interrumpir manualmente la irradiación.

15. En el interior del recinto de irradiación deben existir uno o más interruptores adecuadamente ubicados, que permitan interrumpir manualmente la irradiación.

16. El recinto de irradiación debe contar con un sistema de seguridad que produzca la interrupción automática de la irradiación si se abre la puerta de acceso al recinto cuando el equipo está irradiando.

17. El recinto de irradiación debe contar con un sistema de monitoreo y alarma que se active cuando la tasa de dosis equivalente ambiental, en el interior de dicho recinto, alcance el valor de la tasa de dosis que produce la fuente en posición de irradiación.

18. El acceso al recinto de irradiación debe estar adecuadamente señalizado mediante señales luminosas que indiquen si la fuente se encuentra en posición de irradiación o de no-irradiación.

19. La consola de control debe estar instalada de tal manera que, en todo momento, el operador ubicado frente a ella tenga un control total del acceso al recinto de irradiación.

20. El operador debe tener desde la consola de control una visión clara y completa del paciente.

21. El equipo debe poseer un indicador mecánico situado en el cabezal que permita saber inmediatamente si la fuente está en posición de irradiación o de no-irradiación. Además, el equipo deberá poseer un indicador luminoso de la posición de la fuente. Ambos indicadores deben ser bien visibles.

22. El operador, previo a su ingreso al recinto de irradiación, debe tener una visión clara del indicador mecánico de posición de la fuente para saber si la fuente está en posición de irradiación o no.

23. Todo equipo que se instale por primera vez en el país debe contar con dos (2) sistemas de control del tiempo de exposición.

24. El equipo debe poseer un dispositivo que retorne la fuente automáticamente a la posición de no-irradiación y permanezca en esta posición, en los siguientes casos:

a. al finalizar el tiempo prefijado de exposición,
b. ante una interrupción del suministro eléctrico,
c. ante la falta de suficiente presión en el sistema neumático.

213

25. El mecanismo de movimiento de la fuente debe prever que, en caso de falla del sistema automático de retorno de la fuente, la exposición pueda ser interrumpida manualmente.

26. El equipo podrá irradiar fuera de la zona de intersección del haz con el interceptor del haz siempre que lo haga en la dirección en que existan barreras primarias con suficiente capacidad blindante.

27. En la consola de control debe existir, como mínimo, un indicador luminoso de las posiciones de irradiación y de no-irradiación de la fuente.

28. Después de una interrupción de la irradiación, sólo será posible reiniciar la operación del equipo desde la consola de control.

29. El equipo debe contar con dos indicadores, uno óptico y otro mecánico, de la distancia fuente-superficie de irradiación.

30. Además de los procedimientos incluidos en la documentación técnica, se debe contar con procedimientos escritos para verificar el funcionamiento y para proceder al ajuste de los enclavamientos de seguridad tales como los interruptores de la puerta de acceso al recinto de irradiación, los interruptores de emergencia ubicados dentro y fuera de este recinto, o los dispositivos de bloqueo que impiden comenzar la irradiación ante la ocurrencia de situaciones anormales.

31. Se debe tener disponible el equipamiento y los medios necesarios para llevar a cabo la simulación y planificación de los tratamientos.

D.2. Operación

32. El equipo sólo podrá ser operado cuando la instalación cuente con la correspondiente licencia de operación, cuando la dotación de personal cuente con los permisos individuales vigentes correspondientes y cuando se encuentre presente la dotación mínima de personal necesaria, a juicio del Responsable y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

33. Durante la operación del equipo deben respetarse los procedimientos y las condiciones establecidas en la documentación técnica.

34. La documentación técnica debe estar disponible permanentemente en la consola de control.

35. Toda modificación del recinto de irradiación, del equipo y/o de la documentación técnica directa o indirectamente relacionada con la seguridad, requerirá la aprobación de la Autoridad Regulatoria, previo a la implementación de la modificación.

36. No debe admitirse la permanencia ni circulación de personas no imprescindibles a los fines de los tratamientos durante los períodos de irradiación, en las zonas que a tal efecto determine el Responsable y que estén establecidas en la documentación técnica.

37. Deben establecerse los procedimientos de control necesarios para verificar que, como mínimo, las condiciones iniciales de seguridad radiológica del equipo y la instalación se mantienen en el tiempo.

38. Se debe contar con los elementos auxiliares de colimación y fijación necesarios para proteger el tejido sano del paciente.

214

D.3. Mantenimiento Preventivo y Reparaciones

39. Debe efectuarse el mantenimiento preventivo de todos los sistemas de la instalación relacionados con la seguridad. Las tareas de mantenimiento preventivo o de reparación que se hagan, no deben modificar las características funcionales originales establecidas por el fabricante.

40. Las reparaciones y el mantenimiento preventivo que impliquen el cambio de la fuente radiactiva, la disminución del blindaje del cabezal o las tareas que directa o indirectamente afecten el mecanismo de accionamiento de la fuente, sólo pueden ser realizadas por personal calificado con permiso individual perteneciente a empresas que cuenten con la licencia de operación, otorgada por la Autoridad Regulatoria para los fines mencionados.

41. Luego de realizarse un mantenimiento preventivo o una reparación, el Responsable debe verificar el correcto funcionamiento del equipo, llevando a cabo las pruebas de aceptación o la parte de las mismas que corresponda, acorde a las tareas ejecutadas. Deberá también tener en cuenta lo establecido en el criterio N° 49 en lo que corresponda.

D.4. Sistema de Registros

42. Se debe implementar un sistema adecuado de registros, los cuales tienen que estar permanentemente actualizados y a disposición de la Autoridad Regulatoria. Los registros deben ser conservados durante la vida útil de la instalación y contener, como mínimo, la siguiente información:

a. Las modificaciones o reparaciones realizadas en la instalación.
b. Las descripciones de las situaciones anormales que se produzcan.
c. Las tareas de mantenimiento significativas realizadas en la instalación.
d. Los resultados de las pruebas de sistemas relacionados con la seguridad radiológica.
e. Los resultados de las pruebas periódicas del equipo.
f. El resultado de las pruebas del correcto funcionamiento o de aceptación llevadas a cabo luego de la realización de tareas de mantenimiento preventivo o de reparación.
g. La documentación vinculada con la capacitación y el reentrenamiento del personal.

43. Las dosis individuales deben computarse e informarse al personal en forma mensual y los registros correspondientes deben ser conservados durante treinta (30) años posteriores al momento en que el trabajador haya cesado en las tareas que provocaron su exposición a la radiación. Tales registros deben estar a disposición de la Autoridad Regulatoria.

D.5. Dotación de Personal

44. La dotación mínima de personal, con presencia efectiva, debe estar constituida por profesionales médicos, especialistas en física de la radioterapia y técnicos en radioterapia, según se indica a continuación:

a. Profesionales médicos, autorizados por la Autoridad Regulatoria para el uso de equipos de telecobaltoterapia que posean permiso individual vigente, en número suficiente para cubrir todo el horario de atención a los pacientes.
b. Especialistas en física de la radioterapia autorizados por la Autoridad Regulatoria que posean permiso individual vigente, con una presencia efectiva acorde al número de pacientes y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.
c. Técnicos en radioterapia que posean la certificación correspondiente otorgada por la autoridad competente, quienes podrán operar los equipos.

215

D.6. Control Dosimétrico del Personal

45. El Responsable debe determinar la nómina de personal que debe utilizar dosímetro individual para la radiación externa, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

46. El titular de licencia debe entregar a cada persona sujeta a dosimetría individual, cuando deje de prestar servicio en la instalación, una certificación de la dosis individual recibida por la misma en los últimos cinco (5) años de trabajo.

D.7. Controles Periódicos al Equipo

47. Se deben efectuar, como mínimo, las siguientes verificaciones en forma adecuada:

a. Coincidencia entre los indicadores mecánico y luminoso de distancia, y de la imagen del retículo proyectada por el campo luminoso.
b. Coincidencia entre el campo luminoso y el campo irradiado.
c. Coincidencia entre el tamaño del campo luminoso y la indicación del colimador, medidos a la distancia fuente-superficie habitual.
d. Coincidencia del eje de rotación del colimador con el eje del retículo.
e. Simetría de las caras del colimador
f. Ubicación del isocentro.
g. Exactitud de las escalas angulares.
h. Funcionamiento del temporizador.
i. Movimientos de la mesa de tratamientos:
   - Planicidad.
   - Verticalidad.
   - Fijación de movimientos.
j. Funcionamiento de los sistemas de seguridad:
   - Indicadores luminosos de posición de la fuente.
   - Indicador mecánico de posición de fuente.
   - Interruptor de irradiación de emergencia ubicado en la consola del equipo.
   - Interruptor de irradiación por apertura de la puerta del recinto de irradiación.
   - Dispositivos de visión del paciente (espejo o cámara de TV).
   - Interruptores de movimiento mecánico.
   - Limitadores de movimiento del cabezal.
   - Dispositivos antichoque.
k. Geometría del haz (incluye calibración completa).
l. Verificación de la constancia de los factores de calibración.

48. Cada vez que se cambie la fuente del equipo, el titular de licencia debe demostrar a la Autoridad Regulatoria, que la fuente cumple con las especificaciones de fabricación, calibración y calidad correspondientes a fuentes selladas de cobalto-60 para uso en telecobaltoterapia.

49. Se debe efectuar una calibración completa del haz de radiación, al menos una vez cada dos (2) años o en las siguientes circunstancias:

a. Antes del primer uso médico del equipo.
b. Luego del reemplazo de la fuente radiactiva.
c. Luego de la reinstalación del equipo en una nueva ubicación.
d. Luego de una reparación que implique acciones sobre el alojamiento y/o el sistema de exposición y/o guarda segura de la fuente radiactiva.
e. Cuando un control dosimétrico rutinario arroje una discrepancia mayor que el 10% respecto del obtenido en la última calibración completa, corregida por decaimiento. En este caso deberá notificarse inmediatamente la discrepancia a la Autoridad Regulatoria.

216

50. El instrumento destinado a la calibración dosimétrica del haz debe contar con certificado de calibración otorgado por un centro de referencia reconocido por la Autoridad Regulatoria. La calibración de dicho instrumento debe hacerse, al menos, una vez cada dos (2) años.

51. Se deberá participar, como mínimo anualmente, en ejercicios de intercomparación dosimétrica que realicen organismos reconocidos por la Autoridad Regulatoria, y sus resultados deben ser informados a la misma.

D.8. Responsabilidades

52. Del titular de licencia:

a. Proveer los medios necesarios para cumplir y hacer cumplir, como mínimo, los requisitos establecidos en la licencia de operación, en las normas aplicables y en todo requerimiento de la Autoridad Regulatoria aplicable a la instalación o práctica.
b. Podrá delegar total o parcialmente la ejecución de tareas necesarias para la seguridad radiológica, pero manteniendo en su totalidad la responsabilidad correspondiente.
c. Prestarle al Responsable todo el apoyo que necesite y realizar una adecuada supervisión, para garantizar que la operación del equipo sea realizada en correctas condiciones de seguridad radiológica aplicando, al respecto, sistemas de calidad apropiados.
d. Comunicar a la Autoridad Regulatoria en forma fehaciente e inmediata, en caso que se produzca, la ausencia definitiva del Responsable.
e. Disponer de los recursos humanos necesarios para operar la instalación y asegurar su capacitación y reentrenamiento.
f. Designar al Responsable y asegurar que la función del mismo esté cubierta mientras permanezca vigente la licencia de operación correspondiente. No podrá operarse el equipo si se produce el cese en sus funciones, temporal o definitiva, del Responsable hasta el nombramiento de un nuevo Responsable, a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.
g. Mantener actualizados los registros indicados en los criterios N° 42 y 43 y cualquier otro que la Autoridad Regulatoria establezca durante la vida útil de la instalación. Estos registros estarán a disposición de la Autoridad Regulatoria.
h. Facilitar, en todo momento, la realización de inspecciones y auditorías regulatorias por parte del personal de la Autoridad Regulatoria o por quien ésta designe.
i. Entregar anualmente a la Autoridad Regulatoria los registros dosimétricos anuales del personal, incluyendo fechas de altas y bajas dentro del período.
j. Informar a la Autoridad Regulatoria los resultados de las intercomparaciones dosimétricas periódicas a las que hace referencia el criterio N° 51.
k. En caso de discontinuar en forma temporal o permanente el uso del equipo deberá notificarse tal situación, en forma inmediata, a la Autoridad Regulatoria.

53. Del Responsable:

a. Verificar que toda persona que realiza tareas en el recinto de irradiación disponga de su permiso individual vigente o posea la calificación requerida para el trabajo a efectuar, según corresponda.
b. Asegurar que la operación del equipo se realizará, al menos, con la presencia de la dotación mínima de personal acorde a lo establecido en el criterio N° 32.
c. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, la ocurrencia de eventos que afecten o puedan afectar la seguridad radiológica de las personas y de la instalación.
d. Comunicar a la Autoridad Regulatoria, en forma fehaciente e inmediata, su renuncia o ausencia temporaria como Responsable.
e. Implementar las actividades y tareas establecidas en el sistema de calidad.

217

f. Informar a la Autoridad Regulatoria cuando, a su entender, el titular de la licencia de operación no provee los medios necesarios para garantizar la seguridad radiológica de la instalación.

54. Del trabajador:

a. Cumplir los procedimientos establecidos para asegurar su propia protección, la de los demás trabajadores y la del público.

1.- OBJETIVO

A) Detallar el procedimiento general para el manejo adecuado de los Residuos Peligrosos generados en el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba.

B) Establecer las pautas necesarias referidas a la identificación, clasificación, almacenamiento transitorio y transferencia para disposición final; de acuerdo a las normas que regulan estas actividades: Ley Nacional N° 24.051, Decreto N°831/93, Ley Provincial N° 8.973, Decreto N°2149/03.

C) Especificar toda aquella documentación y registros relacionados al movimiento de los mencionados Residuos Peligrosos.

2.- ALCANCE

Este Procedimiento se aplica a todos los Residuos Peligrosos que se generan en el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba. Quedan exceptuados del presente procedimiento, los residuos patógenos, que a pesar de ser Residuos Peligrosos su gestión es especificada en un procedimiento aparte.

3.- DEFINICIONES Y SIGLAS

3.1 DEFINICIONES

1 Residuo Peligroso: Todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. En particular serán considerados peligrosos los residuos indicados en el **Anexo I.** La clasificación está discriminada por origen, composición y peligrosidad (perteneciente a la Ley Nacional N° 24.051).

2 Residuo Patógeno: Todos aquellos desechos en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso que presentan características de toxicidad o actividad biológica y que por sus condiciones puedan ser vehículo de enfermedades. Ej: Residuos provenientes de cultivos de laboratorio, restos de sangre y sus derivados, residuos orgánicos: huesos o restos de tejidos que puedan contener carga viral o carga bacteriana, productos en contacto directo con plasma o sus derivados, elementos punzocortantes que hayan tenido contacto con material biológico: agujas, jeringas, material de vidrio, restos de elementos metálicos (bisturís, cuchillos, etc).

3 Corriente de desecho: Residuo Peligroso ya clasificado de acuerdo a las categorías de la Ley Nacional N° 24.051.

4 Inflamabilidad: Con esta característica se identifican residuos que presenten riesgo de ignición, siendo inflamable bajo las condiciones normales de almacenaje, transporte, manipuleo, y disposición. O bien que sean capaces de agravar severamente una combustión una vez iniciada, o que sean capaces de originar fuegos durante tareas rutinarias de manejo que puedan producir humos tóxicos y crear corrientes convectivas que puedan transportar tóxicos a áreas circundantes.

4 Corrosividad: En base a esta característica se identifica a aquellos residuos que presentan un riesgo para la salud y el ambiente debido a que:

a) En caso de ser depositados directamente en un relleno de seguridad y al entrar en contacto con otros residuos, pueden movilizar metales tóxicos.

b) Requieren un equipamiento especial (recipientes, contenedores, dispositivos de conducción) para su manejo, almacenamiento y transporte, lo cual exige materiales resistentes seleccionados.

c) Pueden destruir el tejido vivo en caso de un contacto.

5 Reactividad: Esta Característica identifica a aquellos residuos que debido a su extrema inestabilidad y tendencia a reaccionar violentamente o explotar, plantean un problema para todas las etapas del proceso de gestión de residuos peligrosos.

6 Lixiviabilidad: Con esta característica se identifican aquellos residuos que, en caso de ser dispuestos en condiciones no apropiadas, pueden originar lixiviados donde los constituyentes nocivos de dichos residuos alcancen concentraciones tóxicas.

7 Toxicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos a sus productos metabólicos que poseen la capacidad de, a determinadas dosis, provocar una acción química o químico-física un daño en la salud, funcional u orgánico, reversible o irreversible, luego de estar en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía.

8 Infecciosidad: Esta característica identifica a aquellos residuos capaces de provocar una enfermedad infecciosa. Un residuo se considerará infeccioso si contiene microbios patógenos con suficiente virulencia y en tal cantidad, que la exposición a un residuo por parte de un huésped sensible puede derivar en una enfermedad infecciosa.

9 Teratogenicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos que por su composición producen efectos adversos sobre el feto, pudiendo ocasionar la muerte del embrión u ocasionar deformaciones, o conducir a una merma del desarrollo intelectual o corporal.

10 Mutagenicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos que en base a las sustancias que contienen provocan mutaciones en el material genético de las células somáticas (causante de cáncer) o de las células germinales (transmisión hereditaria).

11 Carcinogenicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos capaces de originar cáncer.

12 Derrame: Situación accidental en la cual una sustancia o un residuo peligroso o no tiene posibilidad de ingresar directamente al ambiente.

4.- REFERENCIAS

- Ley Nacional N° 24.051, Decreto N°831/93.
- Ley Provincial N° 8.973, Decreto N°2149/03.
- Instructivo Operativo de Gestión de Residuos Peligrosos (IO LA.02). CEQUIMAP, Fac. Cs. Qcas., UNC. 2005.
- Procedimiento Específico Gestión de residuos (LH-DP-IP-H-001). Hemoderivados, UNC.
- Norma IRAM 301 – ISO/IEC 17025.
- Manual Básico de Gestión de Residuos Universidad de Sevilla.
- Manual Merck de Productos Químicos.

5.- RESPONSABLES

Todas las unidades académicas pertenecientes a la Universidad Nacional de Córdoba que generen Residuos Peligrosos deberán gestionarlos de acuerdo al presente Procedimiento. La dependencia que la Universidad Nacional de Córdoba designe como centralizadora será la responsable de gestionar la disposición final de los Residuos Peligrosos.

6.- DESARROLLO

6.1 Identificación, clasificación y almacenamiento de Residuos Peligrosos

Como primera instancia de clasificación, los responsables designados en cada dependencia, identificarán las corrientes de desecho en el ámbito de las distintas actividades que se realicen. La identificación se realizará atendiendo a la definición de Residuo Peligroso explicitada en **3.1** y a las categorías contempladas en el **Anexo 1** del presente procedimiento.

De acuerdo a las correspondientes clasificaciones, se iniciará el almacenamiento transitorio discriminado, tratando en lo posible de no mezclar residuos de distintas categorías (de ser así la clasificación de ese contenedor será la correspondiente a la corriente de desecho de mayor peligrosidad).

El almacenamiento se realizará atendiendo a las siguientes recomendaciones.

Residuos Líquidos: Para todos los residuos líquidos se emplearán envases homologados para el transporte de materias peligrosas. Algunos tipos de posibles envases a utilizar son los siguientes:

- Bidones Plásticos de 5 a 20 litros de capacidad según lo requerido.

- Contenedores plásticos de alta densidad resistentes al tipo de desecho. También pueden emplearse envases originales procedentes de productos, siempre que estén correctamente etiquetados.
- Bidones de polietileno de 40 a 90 litros de capacidad y boca ancha, destinados al material desechable contaminado.
- Cajas estancas de polietileno con un fondo de producto absorbente, preparadas para el almacenamiento y transporte de reactivos obsoletos y otros productos especiales.
- Envases de seguridad, provistos de cortafuegos y compensación de presión, idóneos para productos *muy inflamables* (muy volátiles) o que desprendan malos olores.

Residuos Sólidos: Los residuos se colocarán en bolsas ROJAS (del tipo de las utilizadas para los residuos patógenos) o contenedores plásticos de boca ancha. El material punzo cortante, deberá ser colocado en recipientes colectores para agujas, y el material de vidrio en cajas de cartón. Una vez descartado el residuo y/o precintada la bolsa, higienizarse adecuadamente

6.2 Etiquetado y recomendaciones generales para el manejo de Residuos Peligrosos

En todos los casos los contenedores deben estar correctamente identificados con un rótulo conteniendo los datos respectivos para ese residuo:
- Identificación de la Corriente de desecho (vinculada a la clasificación del Anexo 1).
- Pictogramas e indicaciones de peligro.
- Los riesgos específicos que correspondan (en caso de ser necesario).
- Consejos de prudencia (en caso de ser necesario).

Los bidones y/o contenedores deben ser llenados hasta un 80% de su capacidad total, deben carecer de manchas exteriores a fin de evitar confusiones con la lectura de los rótulos. Deben estar libres de roturas o abolladuras, además de permanecer siempre perfectamente cerrados a fin de evitar posibles fugas.

6.3 Transferencia Interna y Almacenamiento temporal

Periódicamente, los responsables de las distintas unidades académicas, realizarán la transferencia de los Residuos Peligrosos al encargado de la gestión integral de Residuos Peligrosos de la Universidad Nacional de Córdoba. La correspondiente transferencia será formalizada entregando, junto a los contenedores de Residuos Peligrosos, un **Registro de Movimiento Interno de Residuos Peligrosos** (R-PG UNC.01-2), previamente completado.

Una vez transferidos los residuos al Encargado de la Gestión Integral de Residuos, estos serán almacenados temporalmente en un área acondicionada para tal fin en dependencias de la Universidad Nacional de Córdoba. El encargado de la gestión integral de Residuos Peligrosos de la Universidad Nacional de Córdoba llevará un inventario actualizado de todos los residuos que se encuentren en la categoría de almacenamiento temporal, para lo cual completará el correspondiente **Registro de Almacenamiento de Residuos Peligrosos** (R-PG UNC.01-3).

6.4 Enlace con Empresas Transportistas y/u Operadoras de Residuos Peligrosos

Periódicamente la Universidad Nacional de Córdoba, a través de la dependencia designada, gestionará la disposición final periódica de los residuos almacenado transitoriamente. Esto lo realizará por contratación de empresas de transporte y tratamiento de residuos. Los movimientos de residuos hacia las mencionadas empresas serán realizados completando la documentación exigida por la legislación vigente.

6.5 Certificaciones de Disposición Final

Una vez obtenidos los correspondientes certificados de disposición final, se adjuntarán a los correspondientes **Registro de Movimiento Interno de Residuos Peligrosos** (R-PG UNC.01-2).

7-REGISTROS

R-PG UNC.01-1: Etiqueta Genérica para Residuos Peligrosos
R-PG UNC.01-2: Registro de Movimiento Interno de Residuos Peligrosos
R-PG UNC.01-3: Registro de Almacenamiento de Residuos Peligrosos

8-ANEXOS

8.1 Anexo 1. Categorías de desechos sometidas a control (Ley 24.051)

8.1.1 Según su origen

Y1 Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal.
Y2 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
Y3 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.
Y4 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos biosanitarios.
Y5 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
Y6 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
Y7 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y la operaciones de temple.
Y8 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
Y9 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
Y10 Sustancias y artículos de desecho que contengan o están contaminados por bifenilos policlorados (PBC), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromatos (PBB).
Y11 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
Y12 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
Y13 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
Y14 Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
Y15 Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
Y16 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
Y17 Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.
Y18 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

8.1.2 Según su composición

Y19 Metales carbonilos.
Y20 Berilio, compuesto de berilio.
Y21 Compuestos de cromo hexavalente.
Y22 Compuestos de cobre.
Y23 Compuestos de zinc

Y24 Arsénico, compuestos de arsénico.
Y25 Selenio, compuestos de selenio.
Y26 Cadmio, compuestos de cadmio.
Y27 Antimonio, compuestos de antimonio.
Y28 Telurio, compuestos de telurio.
Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.
Y30 Talio, compuestos de talio.
Y31 Plomo, compuestos de plomo.
Y32 Compuestos inorgánicos de flúor, con excepción de fluoruro de calcio.
Y33 Cianuros inorgánicos.
Y34 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
Y35 Soluciones básicas o bases en forma sólida.
Y36 Asbestos (polvo y fibras).
Y37 Compuestos orgánicos de fósforo.
Y38 Cianuros orgánicos.
Y39 Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
Y40 Eteres
Y41 Solventes orgánicos halogenados.
Y42 Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
Y43 Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
Y44 Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
Y45 Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo, Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).

8.1.3 Según su peligrosidad

Clase de las Naciones Unidas	N° de Código y Símbolo	CARACTERÍSTICAS
1	H1	Explosivos: por sustancia explosiva o desecho se extiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidades tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
	H3	Líquidos inflamables: por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos o líquidos sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etc., pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60.5 ° C, en ensayos con cubeta cerrada, o no más de 65.6 ° C, en ensayo con cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubeta abierta y con cubera cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatible con el espíritu de esta definición.
4.1	H4.1	Sólidos inflamables: se trata de sólidos o desechos sólidos, distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.
4.2	H4.2	Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea: se trata de

223

		sustancias o desecho susceptibles de calentamiento espontáneo en las condiciones normales del transporte, o de calentamiento en contacto con el aire, y que pueden entonces encenderse.
4.3	H4.3	Sustancias o desecho que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables: sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
5.1	H5.1	Oxidantes: sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden, en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.
5.2	H5.2	Peróxidos orgánicos: las sustancias o los desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente –O-O- son sustancias inestables térmicamente que pueden sufrir una descomposición autoacelerada exotérmicamente.
6.1	H6.1	Tóxicos (venenos) agudos: sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
6.2	H6.2	Sustancias infecciosas: sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
8	H8	Corrosivos: sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que, en caso de fuga, pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte; o pueden también provocar otros peligros.
9	H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua: sustancias o desechos que, por reacción con el aire o el agua, pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
9	H11	Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos): sustancias o desechos que, de ser aspirados o ingeridos, o de penetrar en la piel pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogenia.
9	H12	Ecotóxicos: sustancias o desechos que si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o restardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
9	H13	Sustancias que pueden, por algún medio, después de su eliminación, dar origen a otra sustancia, por ejemplo, un producto de lixiviación. Que posee alguna de la características arriba expuestas.

9-ARCHIVO

9.1 Archivos de Registro de Movimientos Internos de Residuos Peligrosos

Una vez transferido un contenedor con un determinado residuo de una dependencia a la unidad centralizadora, se archivarán dos copias del Registro de Movimiento Interno de Residuos Peligrosos R-PG UNC.01-2, una en la dependencia generadora y otra en la unidad centralizadora.

9.2 Archivo de registro de Almacenamiento de Residuos Peligrosos

Todos los contenedores trasferidos al Encargado de la gestión integral de residuos deberán estar inventariados en una planilla de Registro de Almacenamiento de Residuos Peligrosos (R-PG UNC.01-3) y archivados en la unidad centralizadora.

9.3 Archivo de registro de Transferencia de Residuos Peligrosos para disposición final

Todas las transferencias de residuos peligrosos a las distintas empresas transportistas y tratadoras de residuos serán asentadas en un libro de actas generado para tal fin a la vez que se dará de baja del correspondiente Registro de Almacenamiento de Residuos Peligrosos (R-PG UNC.01-3).

SECRETO

UNIVERSIDAD 225

Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
SUBGERENCIA DE PROTECCION FISICA

INFORME DE DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCION FISICA

USO EXCLUSIVO ARN

El propósito de este documento es obtener la información de diseño requerida para evaluar el Sistema de Protección Física de la instalación por parte de la ARN. Este documento se utilizará para la evaluación, verificación y aprobación del diseño propuesto.

USO EXCLUSIVO DE ARN	
INSTALACION	
UBICACION	
TIPO	
FECHA DE PRESENTACION	
VERIFICACION	
EVALUACION	
ULTIMA REVISION Y ACTUALIZACIÓN	

*Las preguntas que no sean aplicables se deben declarar "NO CORRESPONDE"
*En caso de no contar con espacio suficiente, se podrán anexar hojas adicionales debidamente rubricadas.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

SECRETO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
226

INFORMACION GENERAL			
1. NOMBRE DE LA INSTALACIÓN (incluyendo abreviatura usual)			
2. DIRECCION Y CODIGO POSTAL			
3. NOMBRE Y DIRECCION DE LA ENTIDAD RESPONSABLE			
4. NOMBRE Y DIRECCION DEL RESPONSABLE PRIMARIO			
5. DESCRIPCION (solamente aspectos principales)			
6. PROPOSITO			
7. STATUS (proyecto, en construcción, en operación)			
8. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION: (si se encuentra en construcción)	Fecha de inicio de la construcción	Fecha estimada de finalización	Fecha estimada de ingreso del material
9. MODO DE OPERACION NORMAL (días, dos turnos, tres turnos; números de días/año, etc.)			
10. PLANO DE LA INSTALACION (planos de planta y corte, estructura, cercos, accesos, áreas de almacenamiento del material protegido, laboratorios, áreas de disposición de residuos, flujo del material protegido, áreas sensitivas, etc.). Detalle de dimensiones y distancias Zonificación acorde Norma AR 10.13.1	PLANOS Y CROQUIS ADJUNTOS REF. Nos.		

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

227

INFORMACION GENERAL	
11. PLANO DEL EMPLAZAMIENTO (plano mostrando con adecuado grado de detalle la ubicación, perimetro de la instalación, otros edificios, caminos, rutas, ríos, vias ferroviarias, etc.) Zonificación acorde Norma AR 10.13.1	PLANOS Y MAPAS ADJUNTOS REF. Nos
12. UBICACION DEL SECTOR DE PROTECCION FISICA EN EL ORGANIGRAMA	

CARACTERIZACION DE LA INSTALACION	
13. DETALLAR LOS MATERIALES PROTEGIDOS (Forma física, química, contenedores, nivel de irradiación, etc.)	ADJUNTAR PLANOS BAJO REFERENCIA Nro.:
14. DIAGRAMA/S DE FLUJO/S PARA CADA UNO DE LOS MATERIALES PROTEGIDOS, INDICANDO LUGARES DE ALMACENAMIENTO	ADJUNTAR PLANOS BAJO REFERENCIA Nro.:
15. FLUJOS MAXIMOS DE LOS MATERIALES PROTEGIDOS (en peso [gr] de material nuclear, en actividad [Bq], etc. , para cada uno de los materiales expresados en 13.	
16. CANTIDADES MAXIMAS DE MATERIAL PROTEGIDO EN CADA AREA DE PROCESO O ALMACENAMIENTO	
17. DETALLAR EQUIPOS Y AREAS VITALES	ADJUNTAR PLANOS BAJO REFERENCIA Nro.:

SISTEMA DE PROTECCION FISICA	
18 HIPOTESIS DE AMENAZA CONSIDERADA Acción (robo, hurto o sabotaje), Motivación, Recursos humanos y materiales del agresor, etc.	

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

228

SISTEMA DE PROTECCION FISICA		
19	DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE PROTECCION FISICA (Distribución en planta, disposición de equipos e instrumentos de protección física, vías de acceso, barreras de contención, identificación de zonas a proteger, etc.)	ADJUNTAR PROCEDIMIENTOS Y PLANOS BAJO REF. Nro.
20	INFORMACION DE DETALLE DE ELEMENTOS TALES COMO: • DETECCIÓN (deberá incluir evaluación de alarmas, medios de comunicación, visualización de alarmas, control de accesos, etc., comprendiendo también la organización, procedimientos y entrenamiento). • DEMORA • FUERZA DE RESPUESTA (deberá incluir organización, procedimientos, entrenamiento, medios de counicación y tiempo de respuesta) (Deberá indicarse ubicación, características técnicas y confiabilidad - de cada elemento y del sistema propiamente dicho-)	ADJUNTAR LOS DETALLES BAJO LA REF. Nro

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

229

SISTEMA DE PROTECCION FISICA	
22 PROGRAMA DE GARANTIA DE CALIDAD i) DESCRIPCION ii)PROCEDIMIENTOS iii)REGISTROS (deberá incluir control de accesos, procedimientos de vigilancia habitual y extraordinaria, organización del personal de protección física con sus correspondientes procedimientos de selección, capacitación y entrenamiento, procedimientos para el resguardo de la información, etc.)	

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

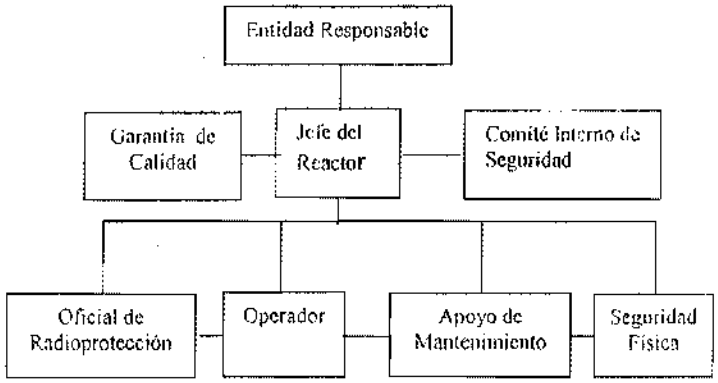
SECRETO

INFORMACION GENERAL			
1. NOMBRE DE LA INSTALACION (incl. abreviatura usual)	Reactor Nuclear RA-0		
2. DIRECCION Y CODIGO POSTAL	Av. Velez Sarsfield 1600. 5000 Córdoba		
3. NOMBRE Y DIRECCION DE LA ENTIDAD RESPONSABLE	Facultad de Ciencias Exáctas, Físicas y Naturales. Ciudad Universitaria.		
4. NOMBRE Y DIRECCION DEL RESPONSABLE PRIMARIO	Francisco Atilio Gazzera Liniers 212. Barrio Cofico anexo 5000 Córdoba		
5. DESCRIPCION (solamente aspectos principales)	Facilidad Crítica Reactor tipo tanque Argonauta de potencia cero		
6. PROPOSITO	Enseñanza de la física de reactores nucleares de fisión, capacitación y entrenamiento de técnicos y profesionales relacionados con reactores nucleares de potencia.		
7. STATUS (proyecto, en construcción, en operación)	En operación.		
8. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION: (si se encuentra en construcción)	Fecha de inicio de la construcción	Fecha estimada de finalización	Fecha estimada de ingreso del material
9. MODO DE OPERACION NORMAL (días, dos turnos, tres turnos; numeros de días/año, etc.)	40 días / año. Se termina de completar al tener la licencia.		
10. PLANO DE LA INSTALACION (planos de planta y corte, estructura, cercos, accesos, áreas de almacenamiento del material protegido, laboratorios, áreas de disposición de residuos, flujo del material protegido, áreas sensitivas, etc.). Detalle de dimensiones y distancias Zonificación acorde Norma AR 10.13.1	PLANOS Y CROQUIS ADJUNTOS REF. Nos. PRe 4 PRe 7 ZONA VITAL : Recinto del Reactor en donde se encuentra ubicada la caja fuerte con los elementos combustibles y el depósito de material radiactivo (Ver Pre 4)		

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA 234

INFORMACION GENERAL

11. PLANO DEL EMPLAZAMIENTO (plano mostrando con adecuado grado de detalle la ubicación, perímetro de la instalación, otros edificios, caminos, rutas, ríos, vías ferroviarias, etc.) Zonificación acorde Norma AR 10.13.1	PLANOS Y MAPAS ADJUNTOS REF. Nos PRe 2 PRe 3 PRe 4 ZONA PROTEGIDA : Edificio en donde se encuentra la Sala del Reactor, Sala de Control, Laboratorio de Radioisótopos y Taller de Electrónica.
12. UBICACION DEL SECTOR DE PROTECCION FISICA EN EL ORGANIGRAMA	

CARACTERIZACION DE LA INSTALACION

13. DETALLAR LOS MATERIALES PROTEGIDOS (Forma física, química, contenedores, nivel de irradiación, etc.)	ADJUNTAR PLANOS BAJO REFERENCIA Nro.: Los elementos combustibles son del tipo "barras combustibles cilíndricas". Internamente están constituidas por una mezcla en peso de las siguientes características: 1) 70,0 % de Dióxido de Uranio (UO2) enriquecido al 20,09 % en el isótopo U-235. 2) 15,0 % de brea aglutinante. 3) 15,0 % de grafito de pureza nuclear. Esta mezcla se encuentra extrudada, desgasada y encapsulada herméticamente en una vaina de aluminio 1100 anodizado. Las vainas de geometría cilíndrica miden 641,5 mm de largo, 9,7 de diámetro exterior de 1 mm de espesor de pared. La longitud activa de los elementos combustibles es de 540,0 mm.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

14. DIAGRAMA/S DE FLUJO/S PARA CADA UNO DE LOS MATERIALES PROTEGIDOS, INDICANDO LUGARES DE ALMACENAMIENTO	ADJUNTAR PLANOS BAJO REFERENCIA Nro.: PRe 8
15. FLUJOS MAXIMOS DE LOS MATERIALES PROTEGIDOS (en peso [gr] de material nuclear, en actividad [Bq], etc. , para cada uno de los mateeriales expresados en 13.	2 Kg. de uranio 235 11 Kg de uranio total
16. CANTIDADES MAXIMAS DE MATERIAL PROTEGIDO EN CADA AREA DE PROCESO O ALMACENAMIENTO	200 elementos combustibles en caja de seguridad o núcleo del reactor.
17. DETALLAR EQUIPOS Y AREAS VITALES	ADJUNTAR PLANOS BAJO REFERENCIA Nro.: Pre 8 Detalle en pág. 5 del Anexo

SISTEMA DE PROTECCION FISICA

18 HIPOTESIS DE AMENAZA CONSIDERADA Acción (robo, hurto o sabotaje), Motivación, Recursos humanos y materiales del agresor, etc.	A continuación se hace un análisis de las posibles amenazas a la instalación del Reactor Nuclear RA-0. **ROBO** **Fuera de las horas de trabajo en el Reactor** Esta situación es poco probable dado que el ejecutante debe vencer ciertas barreras como son el sistema de guardias de la facultad, ventanas con rejas, atravesar dos puertas para ingresar al reactor o un portón con candado y tranca, y finalmente el sistema de alarma. Si logra vencer todas las dificultades, lo único que compromete a la instalación son los elementos combustibles y las fuentes radiactivas, y se estima muy dificultoso que logren salir de la instalación sin ser detectados por los guardias o alcanzados por personal policial. **Dentro de las horas de trabajo** En esta situación el personal se encuentra en la instalación, razón por la cual los intrusos deberían emplear la fuerza para efectuar el robo. Esto también sería poco probable dado que son alrededor de ocho personas las que se movilizan permanentemente entrando y saliendo del reactor, sumado esto al gran movimiento de estudiantes, docentes y no docentes. De lograrlo se estima que rápidamente podría comunicarse con la policía dado que en todas las oficinas de esta Facultad se cuenta con teléfono, algunos de los cuales con línea directa. **Hurto** Este caso es también, muy poco probable dado que ninguna persona ingresa a área controlada si no es acompañada por personal de la instalación, por lo que, al tratar de extraer algún elemento combustible o fuente radiactiva sería rápidamente detectado. **Sabotaje** Ante esta situación, las consecuencias radiológicas serían de bajo impacto. Se deduce esto teniendo en cuenta que la destrucción de las barras combustibles producirían la dispersión de elementos de muy baja radiactividad en estado sólido, considerándose la liberación de elementos radiactivos gaseosos prácticamente nulo. Se fundamenta esto considerando la baja potencia de operación de este Reactor.

SISTEMA DE PROTECCION FÍSICA

19 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE PROTECCION FISICA (Distribución en planta, disposición de equipos e	ADJUNTAR PROCEDIMIENTOS Y PLANOS BAJO REF. Nro.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

instrumentos de protección física, vías de acceso, barreras de contención, identificación de zonas a proteger, etc.)	PRe 6 Se adjunta descripción.

FECHA: FIRMA: ACLARACION:

UNIVERSIDAD NACIONAL 234

20 INFORMACION DE DETALLE DE ELEMENTOS TALES COMO: • DETECCIÓN (deberá incluir evaluación de alarmas, medios de comunicación, visualización de alarmas, control de accesos, etc., comprendiendo también la organización, procedimientos y entrenamiento). • DEMORA • FUERZA DE RESPUESTA (deberá incluir organización, procedimientos, entrenamiento, medios de counicación y tiempo de respuesta) (Deberá indicarse ubicación, características técnicas y confiabilidad - de cada elemento y del sistema propiamente dicho-)	ADJUNTAR LOS DETALLES BAJO LA REF. Nro PRe 5 Se adjunta descripción. Ver información adjunta **DETECCIÓN DE INGRESOS NO AUTORIZADOS (INTRUSIÓN)** **Sistema de Alarma** **Descripción** La central de alarma instalada es marca X-28 modelo 8002-T. Esta unidad posee dos circuitos de entrada o "zonas" a las que se conectan los distintos sensores ubicados en el Reactor Nuclear. La zona número uno tiene conectada los sensores magnéticos ubicados en las puertas de ingreso al Reactor y en la de criogenia. La zona número dos está a cargo de los sensores de movimiento (detectores infrarrojos), los que cubren la sala del Reactor y el pasillo de entrada. Los elementos de señalización son una sirena y una campana, la primera se encuentra colocada en la sala del reactor y la campana se ha ubicado sobre el pasillo de entrada hacia el patio de la F.C.E.F. y N., de forma tal que pueda ser escuchada por el personal de guardia. La programación de la central se ha realizado de la siguiente manera : - Zona 1 retardada. - Zona 2 condicional. La explicación es la siguiente : Si se produce la apertura del lazo de la zona 1, se contará con un determinado tiempo, (tiempo de entrada fijado en 30 seg) para realizar la desactivación de la central, si transcurrido el tiempo fijado no se ha procedido a realizar la desactivación se producirá el disparo de la central. En este caso, como la zona 2 está programada como condicional, la apertura del lazo correspondiente no producirá el disparo; sin embargo, si la apertura de la zona 2 se realiza sin que la zona 1 lo haya detectado se produce el inmediato disparo de la central. (esta situación indicaría el ingreso de una persona que no se ha producido por el acceso normal). El tiempo de disparo ha sido fijado en cinco minutos, quedando indicado en el panel de la central la zona que produjo el disparo. Si luego de un disparo la central recibe nuevamente una señal anormal, se produce otra vez el disparo de señalización. El reset de la central luego de un disparo se realiza presionando la tecla de inclusión/exclusión de la zona correspondiente. A fines del alo 2003 se instaló el sistema de llamado automático para hasta 10 números telefónicos, que se indican más abajo, y entre los cuales se encuentran los correspondientes a las primeras respuestas. **RESPUESTAS A LOS ACTOS INTENCIONALES** Según información remitida a esta instalación por la "SECRETARÍA TÉCNICA de la F.C.E.F.yNat.", se tiene: **Respuesta interna**: Guardia de seguridad del edificio de la F.C.E.F.y Naturales, en la Ciudad Universitaria. Comunicación a la policía y responsables de la F.C.E.F.y Naturales **Respuesta externa**: Ante cualquier incidente se comunica de inmediato, en forma automática o manual, con el Área de Seguridad y Vigilancia para la Ciudad Universitaria, establecida por acuerdo entre la UNC. ***Tiempo de respuesta:*** Medido en pruebas realizadas, el tiempo de respuesta es de siete (7) minutos.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

235

21 PROGRAMA DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA Y CALIBRACIONES DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS (FRECUENCIA, PROCEDIMIENTOS Y REGISTROS)	**Capacitación y entrenamiento**: Se realizan periódicamente pruebas del sistema de alarma. Por otra parte se realizó un curso sobre aspectos relacionados a la seguridad física y radiológica de la instalación . Para permitir la salida del personal al realizar la activación se ha fijado el tiempo de salida en 30 seg. La activación y desactivación de la central se realiza mediante la introducción de cuatro dígitos desde el panel de la misma. La campana cuenta con un sistema de protección antisabotaje por el cual si se intenta desarmar la misma se produce el disparo. Disparada la alarma, sonará la campana instalada en el ingreso al pasillo del Reactor Nuclear y simultáneamente, se producirán llamadas telefónicas a los números que a continuación se detallan, haciendo llegar el siguiente mensaje grabado: "Robo, asalto o batería baja en Reactor Nuclear de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Ciudad Universitaria".

N°	Correspondiente a
4334408	Guardia de la Facultad de C.E.F.yN. de la C. Universitaria.
4343208	Seguridad Planeamiento Físico de la UNC para Ciudad Universitaria.
4334404	Servicios Generales-Pab. Ingeniería, Fac. de Cs. Exactas, Físicas y Naturales en C. Universitaria.
	RESPONSABLES DEL REACTOR NUCLEAR RA-0
4710933	Ing. Francisco A. Gazzera
4763187	Ing. Hector A. Malano
4656929	Lic. Adriana S. Chantemps
154-599875	Sr. Carlos A. Murúa
4252436	Ing. Walter Keil

Verificación de batería

Se procederá a retirar la tapa del panel de la central accediendo a la batería, la cual se desconectará y se medirá la tensión a sus bornes y posteriormente la tensión a bornes del cargador. Se recomienda se recambio cada dos años.

Verificación de señalización

La central cuenta con una tecla correspondiente a test de sirena, la cual se debe presionar durante unos segundos, produciéndose el disparo de la campana y sirena mientras se mantenga la tecla presionada.

SISTEMA DE PROTECCION FISICA

22 PROGRAMA DE GARANTIA DE CALIDAD i) DESCRIPCION ii)PROCEDIMIENTOS iii)REGISTROS (deberá incluir control de accesos, procedimientos de vigilancia habitual y extraordinaria, organización del personal de protección física con sus correspondientes procedimientos de selección, capacitación y entrenamiento, procedimientos para el resguardo de la información, etc.)	Ver información adjunta Demora a la Intrusión **Guardia de seguridad del edificio de la F.C.E.F.y Naturales, en la Ciudad Universitaria: Personal de la Facultad** **Descripción** La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales dispone de personal durante las 24 hs. del día, distribuidos de la siguiente manera: - 6 a 13 hs.: encargado turno mañana (uno), telefonista (uno), personal de limpieza (tres). - 13 a 22:30 hs.: encargado turno tarde (uno), telefonista (uno), personal de limpieza (dos) - 22:30 a 6:00 hs.: sistema de guardia privada permanente (uno). Realiza recorridos periódicos por el sector interno al establecimiento. Dicho personal está capacitado para extinguir principio de incendio y actuar ante eventuales situaciones de robo. Todos los encargados de los distintos turnos, como el personal de guardia y el responsable del personal no docente, recibe cursos informativos en lo referente al Reactor Nuclear y dispone de un listado con números telefónicos

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

236

	disponibles en caso de ser necesario. Por otra parte se cuenta en la instalación del Reactor Nuclear RA-0 con carteles indicativos de extinción de incendios, como así también de matafuegos accesibles. **Área de Seguridad y Vigilancia para la Ciudad Universitaria** Cuenta con personal de guardia, las 24 hs y los 365 días del año. Recorridos policiales permanentes: 7:30 a 23:30 hs. en los puntos que se indican en el plano Ref..... El recorrido lo hace un policía caminando. Se dispone de un vehículo para Ciudad Universitaria. Fin de semana y feriados: se dispone de 5 policías en las bases 2 – 5 – 6 – 7 de los puntos señalados en el plano mencionado. Policía a caballo: de lunes a sábado por la mañana (apoyo gratuito) Para las comunicaciones cuentan con Handy a la base y conectados desde la base a unidades especiales de la policía de la provincia.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 237

CARACTERIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

INTRODUCCIÓN

El reactor Nuclear RA-0 es una herramienta básica para la enseñanza de la física de reactores nucleares de fisión y para capacitación y entrenamiento de personal técnico y profesional, que se deben preparar para su desempeño en tareas relacionadas con la operación y el mantenimiento de reactores nucleares de potencia.
En este último sentido se entiende por Reactor Nuclear RA-0 a todo el conjunto de instalaciones asociadas al propio reactor:

- Laboratorio de Radioisótopos
- Taller de Electrónica

El reactor Nuclear RA-0 es una facilidad crítica encuadrada dentro de la Clase 5 según Resolución C.N.E.A. N* 1054. Opera a una potencia de 1 watt., reduciendo a un mínimo las condiciones de blindaje, los requerimientos de las obras civiles que la albergan y prescindiendo de un sistema de refrigeración para el núcleo.
Esta condición de muy baja potencia, además de brindar simplificación constructiva y de instalación, determina la modalidad operativa del reactor y una permanente accesibilidad al mismo.
Esta versatilidad operativa permite introducir sin inconvenientes elementos de control y facilidades de irradiación, a efectos de contar con una amplia gama de experiencias posibles.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UBICACIÓN

Las instalaciones del Reactor Nuclear RA-0 se encuentran ubicadas en el ala Oeste del edificio principal de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (F.C.E.F.N.) de la Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) emplazado en la Ciudad Universitaria de Córdoba .
Normalmente, en dicho edificio se dictan las principales materias de las distintas carreras de ingeniería, existiendo por lo tanto aulas y laboratorios con una superficie total de aproximadamente cinco mil metros cuadrados. La distancia al centro comercial de la ciudad es de aproximadamente 2 Km.

Por otro lado, también se encuentran en la mencionada Ciudad Universitaria, la mayoría de las restantes facultades de la U.N.C., con una población estudiantil total de aproximadamente treinta mil personas.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

238

EDIFICIOS Y OBRAS CIVILES

EDIFICIO PRINCIPAL DEL REACTOR NUCLEAR RA-0

El edificio principal del reactor nuclear RA-0 constituye básicamente una unidad estructural independiente del cuerpo principal del edificio de la F.C.E.F.yN. ubicado en la ciudad Universitaria.
Se encuentra comunicado con el mismo, a través de un pasillo de libre circulación, que vincula la entrada principal del edificio del reactor con los servicios y áreas de uso común de la Facultad; como son los sanitarios, cafeteria, aulas y demás dependencias administrativas.
En el edificio principal del Reactor Nuclear RA-0 se pueden identificar los siguientes locales:

- SALA DEL REACTOR
- SALA DE CONTROL
- LABORATORIO DE RADIOISÓTOPOS
- TALLER DE MANTENIMIENTO ELECTRÓNICO
- PASILLO DE CIRCULACIÓN INTERIOR

Todos estos lugares conforman la unidad funcional exclusiva para la operación y el mantenimiento del reactor.
Sobre el lado Sur del edificio, existe además un local utilizado como taller del vidrio, que no depende orgánica ni funcionalmente del Reactor Nuclear RA-0.
Este local posee una entrada independiente desde el exterior.

SALA DEL REACTOR NUCLEAR

Este local del edificio está destinado al alojamiento del Reactor Nuclear propiamente dicho (núcleo y mecanismos de reactividad), y su construcción consiste en una estructura sismoresistente de hormigón armado, con paredes de mampostería convencional y/o hormigón, según el blindaje considerado.
Las tres paredes orientadas hacia el exterior del cuerpo principal de la Facultad, tienen un espesor de 45 cm., constituidos por 15 cm. de hormigón y 30 cm. de mampostería de ladrillos comunes.
La pared restante tiene 30 cm. de espesor y está constituida con ladrillos del mismo tipo.
Las dimensiones interiores de la sala del reactor son de 10.88 m. x 8.00 m. de base por 5.50 m. de altura.
Los componentes del reactor se encuentran ubicados en el centro de la sala, asentados sobre un paralepípedo de hormigón armado de 0.80 m. de altura con respecto al piso.
El acceso rutinario a la sala se efectúa a través del pasillo de circulación interior , lateral, sobre el lado este de la sala de control: desde la cual de dispone de un control permanente y visualmente directo de la permanencia de personas en la sala del reactor.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

239

Sobre el lado oeste de la sala existe también un portón que comunica con el exterior, con cierre hermético y destinado al movimiento de grandes componentes.
Este ingreso se encuentra justificado durante la construcción e instalación iniciales, se encuentra clausurado en la actualidad mediante una tranca (barra de contención) y candado. No pude ser habilitado nuevamente sin expresa autorización.
Para ventilación e iluminación natural en el interior de la sala existen ocho ventanas de cierre hermético, cerradas durante la operación del reactor y ubicadas a una altura de 4 metros. Las mismas poseen rejas de hierro para protección física.
El piso de la sala está recubierto en toda su extensión, con piso de plástico del tipo flexiplast, con el objeto de lograr una superficie antipolvo, no absorbente y de fácil descontaminación.
Las paredes y el cielorraso están recubiertos de pintura especial a los fines de su fácil limpieza.
El sumidero existente en el piso conduce los efluentes a la red cloacal general del edificio de la facultad.

SALA DE CONTROL DEL REACTOR

La sala de control (o de comando) del reactor nuclear consiste en un recinto rectangular, ubicado en el área central del edificio principal del reactor, sus dimensiones son: 4 m. x 6.95 m de base por 3.3 m. de altura.
El acceso a la misma se realiza exclusivamente por el pasillo de circulación interior.
Es posible el control visual directo de la sala del reactor nuclear, a través del ventanal de vidrio de 6 m. de largo y 0.95 m. de alto.
Tanto este vidrio, como el existente sobre el lado este de sala de control, para el control de acceso a la sala del reactor nuclear, son de cristal templado, doble, de 0.006 m. de espesor.
En el interior de esta sala de control, está la consola de control, biblioteca con documentación para la operación y diversos instrumentos de la instalación.
Un tragaluz, ubicado en el centro del cielorraso de la sala de control que permanece normalmente cerrado, permite la iluminación y ventilación natural. El mismo también posee una reja de hierro para protección física.
Existe además un sistemas de ventilación / refrigeración con dos ingresos y una extracción de aire a través de conductos de chapa que ingresan por el tragaluz antes mencionado.

LABORATORIO DE RADIOISÓTOPOS

Este local, cuyas principales dimensiones son: 8.80 m.x 3 m. de base por 4.40 m. de altura, aloja los instrumentos de medición, documentación bibliográfica y componentes del reactor nuclear que no se utilizan durante la operación.
Asimismo, se almacenan en él las fuentes de radioisótopos disponibles para fines didácticos, de muy baja actividad todas ellas.
Existen armarios con llaves todo a lo largo de una de las paredes laterales del local y bajo mesada de trabajo.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

240

El laboratorio cuenta también con una pileta de lavado con suministro de agua potable y sumidero al sistema general de cloacas del edificio de la Facultad. Posee un tragaluz, ubicado en el centro del cielorraso del laboratorio y dos ventanas en la pared oeste. Las aberturas poseen rejas de hierro para protección física.

TALLER DE MANTENIMIENTO ELECTRÓNICO

Sobre el lado oeste del edificio del reactor nuclear y vinculado a sala del reactor se encuentra un recinto de 6.07 m. x 2.8 m. de base por 4 m. de altura, destinado a las actividades de reparación mecánica, eléctrica y electrónica necesarias durante la operación normal de las instalaciones.
Posee 4 ventanas para ventilación e iluminación con rejas de hierro para protección física.

PASILLOS DE CIRCULACIÓN INTERIOR

La vinculación de todos los locales del edificio principal del reactor se realiza a través de estos pasillos, el los cuales están ubicados los tableros de control del sistema de alimentación eléctrica y del sistema de ventilación/refrigeración como así también, armarios y tableros de elementos de protección radiológica y seguridad nuclear.
El pasillo posee una ventana para iluminación natural en la pared Este ubicado a una altura de 2.50m.. Posee rejas de hierro para protección física.

DEPENDENCIAS ANEXAS

A continuación se describen las dependencias que, sin ubicarse en el edificio principal del Reactor Nuclear, son utilizadas por personal del mismo.

OFICINA TÉCNICA DEL REACTOR NUCLEAR RA-0

En la parte media del pasillo de ingreso al reactor nuclear, está situada esta oficina, en la cual funcionan los sectores de Radioprotección, Garantía de Calidad e Informática, con sus respectivos archivos y biblioteca.

OFICINAS ADMINISTRATIVAS (PLANTA ALTA)

En la planta alta de la F.C.E.F.yN. se encuentran las siguientes oficinas y locales de carácter administrativo

- Oficina "Jefe Reactor Nuclear RA-0"

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

241

- Oficina "Jefe de Protección Radiológica"

BAÑOS DAMAS Y CABALLEROS

Dependencias comunes a la U.N.C..

FECHA: FIRMA: ACLARACION:

242

LISTADO DE MATERIALES Y EQUIPOS

Se detalla a continuación el listado de materiales y equipos ordenados de acuerdo a su ubicación en el edificio del reactor nuclear RA-0.

EN EL RECINTO DEL REACTOR NUCLEAR RA-0

1- Elementos combustibles en caja fuerte y/o núcleo del reactor: cant.: 200 EECC

2- Fuentes radiactivas en depósito

3- Desechos de baja actividad en depósito.

4- Caja de borneras y relés

5- Bidones para almacenamiento de agua (Cant. : 4)

6- Sensor infrarrojo del sistema de alarma (Cant. : 1)

7- Motor y bomba de alimentación de agua del núcleo del reactor

8- Depósito de agua del reactor

9- Monitor de radiación de área "Zona especial"

10- Monitor de radiación de área "Zona controlada"

11- Núcleo, Reflector, y Mecanismos y Barras de control del reactor

12- Preamplificadores de los tubos de BF_3

13- Cámaras de ionización de neutrones (Cant.: 3)

14- Tubo de BF_3 (Cant. : 3)

15- Blindaje de hormigón

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 243

EN LA SALA DE CONTROL

16- Central de alarma

17- Monitor de radiación de área

18- Consola de comando del reactor y equipos asociados:

19- Biblioteca de documentación para la operación del reactor

20- Teléfono

EN EL LABORATORIO DE RADIOISÓTOPOS

Armario

Escritorio

Monocanal con detector de NaI : cant. 2

Geiger con escalímetro.

Blindajes de plomo.

EN EL TALLER DE ELECTRÓNICA

- Banco de trabajo con luz y estante: cant. 2

- Banco de trabajo simple: cant. 1

- Armario metálico

- Mesa de dibujo

- Documentación de equipos e instrumentos de la instalación

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 244

- Equipamiento:
  - Osciloscopios: Cant. 2
  - Tester digital
  - Fuentes de baja tensión: Cant. 2
  - Soldadores p/estaño y herramientas de mano
  - Amoladora
  - Morsa
  - Cables de distinto tipo y stock de repuestos de electrónica

EN EL PASILLO

21- Armario de protección radiológica.

22- Botiquín primeros auxilios

23- Depósito de indumentaria contaminada

24- Perchero de indumentaria para acceder a zona controlada: Cant. 2

25- Comando aire acondicionado

26- Tablero general de alimentación eléctrica del edificio del reactor nuclear

27- Extintor clase B-C: Capacidad: 3,5 Kg

28- Extintor clase B-C: Capacidad: 10 Kg

29- Sensor infrarrojo del sensor de alarma

30- Sensor magnético contra apertura de puerta del sistema de alarma.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
245

DEFINICIÓN DEL TIPO DE AMENAZA

A continuación se hace un análisis de las posibles amenazas a la instalación del Reactor Nuclear RA-0.

ROBO

Fuera de las horas de trabajo en el Reactor

Esta situación es poco probable dado que el ejecutante debe vencer ciertas barreras como son el sistema de guardias de la facultad, ventanas con rejas, atravesar dos puertas para ingresar al reactor o un portón con candado y tranca, y finalmente el sistema de alarma. Si logra vencer todas las dificultades, lo único que compromete a la instalación son los elementos combustibles y las fuentes radiactivas, y se estima muy dificultoso que logren salir de la instalación sin ser alcanzados por los guardias o personal policial.

Dentro de las horas de trabajo

Sería la situación en que se encuentra el personal en la instalación por lo cual emplearía a la fuerza para efectuar el robo, esto también sería poco probable dado que son alrededor de ocho personas las que se movilizan permanentemente entrando y saliendo del reactor, sumado esto al gran movimiento de estudiantes, docentes y no docentes. De lograrlo se estima que rápidamente podría comunicarse con la policía dado que en todas las oficinas de esta Facultad se cuenta con teléfono, algunos de los cuales con línea directa.

HURTO

Este caso es también, muy poco probable dado que ninguna persona ingresa a área controlada si no es acompañada por personal de la instalación, por lo que, al tratar de extraer algún elemento combustible o fuente radiactiva sería rápidamente detectado.

sabotaje: ante esta situación, las consecuencias radiológicas serían de bajo impacto. Se deduce esto teniendo en cuenta que la destrucción de las barras combustibles producirían la dispersión de elementos de muy baja radiactividad en estado sólido, considerándose la liberación de elementos radiactivos gaseosos prácticamente nulo. Se fundamenta esto considerando la baja potencia de operación de este Reactor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
296

MEDIDAS A TOMAR PARA LA PROTECCIÓN

DETECCIÓN DE INGRESOS NO AUTORIZADOS (INTRUSIÓN)

SISTEMA DE ALARMA

Descripción

La central de alarma instalada es marca X-28 modelo 8002-T. Esta unidad posee dos circuitos de entrada o "zonas" a las que se conectan los distintos sensores ubicados en el Reactor Nuclear.
La zona número uno tiene conectada los sensores magnéticos ubicados en las puertas de ingreso al Reactor y en la de criogenia.
La zona número dos está a cargo de los sensores de movimiento (detectores infrarrojos), los que cubren la sala del Reactor y el pasillo de entrada.
Los elementos de señalización son una sirena y una campana, la primera se encuentra colocada en la sala del reactor y la campana se ha ubicado sobre el pasillo de entrada hacia el patio de la F.C.E.F. y N., de forma tal que pueda ser escuchada fácilmente por el personal de guardia.
La programación de la central se ha realizado de la siguiente manera :

- Zona 1 retardada.
- Zona 2 condicional.

La explicación es la siguiente :
Si se produce la apertura del lazo de la zona 1, se contará con un determinado tiempo, (tiempo de entrada fijado en 30 seg) para realizar la desactivación de la central, si transcurrido el tiempo fijado no se ha procedido a realizar la desactivación se producirá el disparo de la central.
En este caso, como la zona 2 está programada como condicional la apertura del lazo correspondiente no producirá el disparo; sin embargo, si la apertura de la zona 2 se realiza sin que la zona 1 lo haya detectado se produce el inmediato disparo de la central. (esta situación indicaría el ingreso de una persona que no se ha producido por el acceso normal).
El tiempo de disparo ha sido fijado en cinco minutos, quedando indicado en el panel de la central la zona que produjo el disparo.
Si luego de un disparo la central recibe nuevamente una señal anormal, se produce otra vez el disparo de señalización. El reset de la central luego de un disparo se realiza presionando la tecla de inclusión/exclusión de la zona correspondiente.
Para permitir la salida del personal al realizar la activación se ha fijado el tiempo de salida en 30 seg.
La activación y desactivación de la central se realiza mediante la introducción de cuatro dígitos desde el panel de la misma.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 247

La campana cuenta con un sistema de protección antisabotaje por el cual si se intenta desarmar la misma se produce el disparo.
Disparada la alarma, sonará la campana instalada en el ingreso al pasillo del Reactor Nuclear y simultáneamente, se producirán llamadas telefónicas a los números que a continuación se detallan, haciendo llegar el siguiente mensaje grabado: "Robo, asalto o batería baja en Reactor Nuclear de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Ciudad Universitaria".

Nº	Correspondiente a
4334408	Guardia da la Facultad de C.E.F.yN. de la C. Universitaria.
4343208	Seguridad Planeamiento Físico de la UNC para Ciudad Universitaria.
4334404	Servicios Generales-Pab. Ingeniería, Fac. de Cs. Exactas, Físicas y Naturales en C. Universitaria.
	RESPONSABLES DEL REACTOR NUCLEAR RA-0
4710933	Ing. Francisco A. Gazzera
4763187	Ing. Hector A. Malano
4656929	Lic. Adriana S. Chautemps
156-149477	Sr. Carlos A. Murúa
4252436	Ing. Walter Keil

Verificación de batería

Se procederá a retirar la tapa del panel de la central accediendo a la batería, la cual se desconectará y se medirá la tensión a sus bornes y posteriormente la tensión a bornes del cargador. Se recomienda se recambio cada dos años.

Verificación de señalización

La central cuenta con una tecla correspondiente a test de sirena, la cual se debe presionar durante unos segundos, produciéndose el disparo de la campana y sirena mientras se mantenga la tecla presionada.

CONTROL DE ACCESOS

El edificio de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales posee su entrada principal en el ala Este cuya vinculación a la instalación del Reactor se realiza a través de pasillos de libre circulación. Por el sector sur existe un acceso a través del Departamento de Estructura cuya utilización se encuentra circunscrita al personal de dicho departamento. El ingreso a la instalación se realiza en forma controlada a través del pasillo que comunica con el patio central.

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

248

Por otra parte existen dos accesos más que están anulados, uno por el recinto de criogenia y otro por el ala oeste.

DEMORA A LA INSTRUSIÓN

PERSONAL DE LA FACULTAD, SISTEMAS DE GUARDIAS

Descripción

La Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales dispone de personal durante las 24 hs. del día, distribuidos de la siguiente manera:

- 6 a 13 hs.: encargado turno mañana (uno), telefonista (uno), personal de limpieza (tres).
- 13 a 22:30 hs.: encargado turno tarde (uno), telefonista (uno), personal de limpieza (dos)
- 22:30 a 6:00 hs.: sistema de guardia privada permanente (uno). Realiza recorridos periódicos por el sector interno al establecimiento. Dicho personal está capacitado para extinguir principio de incendio y actuar ante eventuales situaciones de robo.

Todos los encargados de los distintos turnos, como el personal de guardia y el responsable del personal no docente, recibe cursos informativos en lo referente al Reactor Nuclear y dispone de un listado con números telefónicos disponibles en caso de ser necesario. Por otra parte se cuenta en la instalación del Reactor Nuclear RA-0 con carteles indicativos de extinción de incendios, como así también de matafuegos accesibles.

RESPUESTAS A LOS ACTOS INTENCIONALES

Según información remitida a esta instalación por la "GUARDIA DE PREVENCIÓN DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA - F.C.E.F.yNat.", se tiene:

Primer fuerza de respuesta: guardia de prevención.

Equipos de comunicación: En cuanto a comunicaciones externas, cualquier incidente se comunica de inmediato, para lo cual dicha "Guardia" dispone de teléfono con línea directa, con el Secretario Técnico de esta Facultad quien posee todos los teléfonos de las personas que desempeñan allí actividades.

FECHA: FIRMA: ACLARACION:

UNIVERSIDAD 249

Tiempo de respuesta: a modo de referencia, se han calculado "tiempos" distintos, para que el personal de guardia logre constituirse por terrazas, corredores internos y por espacios externos. Siendo para tales casos los siguientes:

- Por corredores internos: entre cuarenta a cincuenta segundos.
- Por espacios externos: entre sesenta y noventa segundos.
- Por terrazas: entre ciento veinte y ciento ochenta segundos.

El personal de guardia deja constancia de lo relativo de tales tiempos, según la ubicación del personal al momento de conmutarse la alarma en activa; y dejando los tiempos citados como "registros" entre la guardia de prevención y el Reactor tomados a cronómetro y promediados para conformar lo solicitado.

Capacitación y entrenamiento: Se realizaron comunicaciones con la Policía Federal. Por otra parte se convino la realización de un curso sobre aspectos relacionados a la seguridad física y radiológica de la instalación .

FECHA: **FIRMA:** **ACLARACION:**

250

INTERVENCIÓN ANTE DISTINTAS SITUACIONES

INCENDIO

En caso de ignición en las instalaciones del Reactor Nuclear RA-0 se deberá proceder de la siguiente manera:
Ingresar a la instalación y utilizar los matafuegos que allí se disponen o cualquier otro que contenga CO_2 (dióxido de carbono). Evitar utilizar agua, polvos químicos ni espuma.
Comunicar de inmediato y en forma simultánea al Jefe del Reactor y a Bomberos.

ROBO

Actuar según lo indicado en el procedimiento, evitar ingresar a la instalación sin antes comunicarse con el Jefe del Reactor o la Policía Federal.

ALARMA

En este caso llamar de inmediato al Jefe del Reactor y a la Policía.

FECHA: FIRMA: ACLARACION:

251

1.- OBJETIVO

A) Definir los responsables y las acciones a realizar a los efectos de dar un tratamiento adecuado a los residuos patológicos generados en dependencias de la UNC.
B) Establecer las pautas necesarias referidas a la clasificación, almacenamiento, administración y control de los residuos patológicos.
C) Especificar toda aquella documentación y registros relacionados al movimiento de los residuos patológicos.

2.- ALCANCE

Este instructivo se aplica a los movimientos de todos los residuos patológicos que se generan, manipulan, almacenan en dependencias de la UNC y posteriormente se transfieren para su disposición final.

3.- DEFINICIONES Y SIGLAS

3.1 DEFINICIONES

Residuo peligroso: Todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o ambiente en general.
Residuo patológico: Se considera un residuo peligroso, aplicándose la misma definición.
Virulencia: Propiedad de un agente patógeno infectante de provocar un cuadro morboso en un huésped determinado
Accidente: Evento (suceso o cadena de sucesos) no planeado, que origina lesión, enfermedad, muerte, daño u otras pérdidas.
Incidente: Evento no planeado que tiene la potencialidad de conducir a un accidente, sin producir daños a personas, bienes o instalaciones.
Peligro: Situación con potencial para producir daños en términos de lesión a personas, enfermedad ocupacional, daños a la propiedad, al medio ambiente, o una combinación de estos.
Riesgo: Combinación entre la probabilidad de que ocurra un determinado evento peligroso (daño, lesión o enfermedad) y la magnitud de sus consecuencias.
Evaluación de Riesgo: Proceso global de estimación de la magnitud de riesgo, y su significancia.
Toxicidad: Esta característica identifica a aquellos residuos a sus productos metabólicos que poseen la capacidad de, a determinadas dosis, provocar una acción química o químico-física un daño en la salud, funcional u orgánico, reversible o irreversible, luego de estar en contacto con la piel o las mucosas o de haber penetrado en el organismo por cualquier vía.
Infecciosidad: Esta característica identifica a aquellos residuos capaces de provocar una enfermedad infecciosa. Un residuo se considerará infeccioso si contiene microbios patógenos con suficiente virulencia y en tal cantidad, que la exposición a un residuo por parte de un huésped sensible puede derivar en una enfermedad infecciosa.
Unidad Académica: Distintas dependencias pertenecientes a la UNC.

4.- REFERENCIAS

- Norma IRAM 301 – ISO/IEC 17025.
- Norma ISO 15189.
- Instructivo Operativo de Gestión de Residuos Peligrosos (IO LA.02) – CEQUIMAP 2005.
- Guidelines for the Safe Transport of Infectious Substances and Diagnostic Specimens. World Health Organization. 1997
- Ley 23798. Ley Nacional de SIDA.

VERSIÓN FINAL

- DECRETO1244/1991 de la Ley Nacional de SIDA (23798).
- Ley 22990. Ley Nacional de Sangre.
- Ley 24151. Ley de Vacunación Obligatoria contra la Hepatitis B en el personal de salud.
- RESOLUCION228/1993. Normas de bioseguridad para uso de establecimientos de salud.
- Guía de trabajos prácticos del Practicanato Preparatorio – Asignatura Practicanato Profesional, Departamento de Bioquímica Clínica – Facultad de Ciencias Químicas – Universidad Nacional de Córdoba – Año 2007.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Protection of Laboratory Workers From Occupationally Acquired Infections; Approved Guideline-Third Edition. CLSI document M29-A3.
- Bioseguridad en Laboratorios de Microbiologia y Biomedicina – CDC Departamento de Salud y Servicios Humanos – 4ta. Edición 2001.
- Ley 24051. Residuos Peligrosos.
- Decreto Reglamentario Provincial N°2149/03 de adhesión a la Ley Nacional 24.051

5.- RESPONSABLES

Responsabilidad en la clasificación, selección y almacenamiento temporal de residuos patológicos dentro la UNC

Será responsabilidad de la persona designada a tal fin en cada una de las Unidades Académicas (UA) correspondientes y el personal del sector designado, el manejo, clasificación, selección y almacenamiento temporal de los residuos patológicos generados en las respectivas Unidades Académicas de acuerdo al presente instructivo.

6.- DESARROLLO

6.1 Clasificación y Selección de residuos patológicos

Como primera instancia de clasificación, los responsables de cada UA identificarán y clasificarán los residuos patológicos.

6.1.1 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PATOLÓGICOS SEGÚN EL ORIGEN

- **Tipo A.1**: Atención al Paciente: Residuos sólidos contaminados con secreciones, excreciones y demás líquidos orgánicos provenientes de la atención de pacientes, incluye restos de alimentos.
- **Tipo A.2**: Material Biológico: Cultivos, inóculos, mezcla de microorganismos y medio de cultivo inoculado proveniente del laboratorio clínico o de investigación, vacuna vencida o inutilizada, filtro de gases aspiradores de áreas contaminadas por agentes infecciosos y cualquier residuo contaminado por estos materiales.
- **Tipo A.3**: Bolsas conteniendo sangre humana y hemoderivados: Constituye este grupo las bolsas conteniendo sangre humana de pacientes, bolsas de sangre vacías; bolsas de sangre con plazo de utilización vencida o serología vencida; (muestras de sangre para análisis; suero, plasma y; otros subproductos). Bolsas conteniendo cualquier otro hemoderivado.
- **Tipo A.4**: Residuos Quirúrgicos y Anátomo Patológicos: Compuesto por tejidos, órganos, piezas anatómicas, y residuos sólidos contaminados con sangre y otros líquidos orgánicos resultantes de cirugía.
- **Tipo A.5**: Punzo cortantes: Compuestos por elementos punzo cortantes que estuvieron en contacto con agentes infecciosos, incluyen agujas hipodérmicas, pipetas, bisturís, placas de cultivo, agujas de sutura, catéteres con aguja, pipetas rotas y otros objetos de vidrio y corto punzantes desechados.
- **Tipo A.6**: Animales contaminados: Se incluyen aquí los cadáveres o partes de animales inoculados, expuesto a microorganismos patógenos, así como sus lechos o material utilizado,

provenientes de los laboratorios de investigación médica o veterinaria.

6.1.2 SELECCIÓN DE LOS RESIDUOS PATOLÓGICO SEGÚN EL ORIGEN

La selección es uno de los procedimientos fundamentales de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación de manera posterior a la clasificación en el punto de generación de los residuos ubicándolos de acuerdo a su tipo en el recipiente (almacenamiento primario) correspondiente. La eficacia de este procedimiento minimizará los riesgos a la salud del personal actuante y al deterioro ambiental, además facilitará los procedimientos de transporte, reciclaje y tratamiento.

Requerimientos

1. Servicios debidamente acondicionados para descartar los residuos sólidos.
2. Personal capacitado.

Procedimiento

1. Identificar y clasificar el residuo (según 6.1.1) para eliminarlo en el recipiente respectivo.
2. Desechar los residuos con un mínimo de manipulación, sobre todo para aquellos residuos biocontaminados y especiales.
3. Al desechar los residuos cualquiera sea el tipo verificar que no se exceda de las dos terceras partes de la capacidad del recipiente.
4. En el caso de jeringas descartar de acuerdo al tipo de recipiente rígido: a) si el recipiente tiene dispositivo para separar aguja de la jeringa, descartar sólo la aguja en dicho recipiente, b) si el recipiente no cuenta con dispositivo de separación de aguja, eliminar el conjunto (aguja-jeringa) completo. Si la jeringa contiene residuos de medicamentos citotóxicos se depositará en el recipiente rígido junto con la aguja. En caso de que las jeringas o material punzocortante, se encuentren contaminados con residuos radioactivos, se colocarán en recipientes rígidos, los cuales deben estar rotulados con el símbolo de peligro radioactivo.
5. No separar la aguja de la jeringa con la mano a fin de evitar accidentes.
6. Nunca reencapuchar la aguja.
7. Si se cuenta con un Destructor de Agujas, utilícelo inmediatamente después de usar la aguja y descarte la jeringa u otro artículo usado en el recipiente destinado para residuos biocontaminados.
8. Para otro tipo de residuos punzo-cortantes (vidrios rotos) no contemplados en el tipo A.5 se deberá colocar en envases o cajas rígidas sellando adecuadamente para evitar cortes u otras lesiones. Serán eliminados siguiendo el manejo de residuo biocontaminado y deben ser rotuladas indicando el material que contiene.
9. En caso de los residuos generados en el área de microbiología y específicamente con los cultivos procesados, estos residuos deberán ser previamente autoclavados.

6.2 Almacenamiento temporal de residuos patológicos

De manera posterior a lo desarrollado en el punto 6.1, se procederá al acopio temporal de los residuos generados; este almacenamiento se implementará de acuerdo al volumen de residuos generados en cada UA.

Recomendaciones:

1. Ambiente apropiado: a) Área a determinar considerando la producción de residuos de la unidad generadora, recomendándose un área mínima de 4 m2 y previéndose espacio suficiente para la entrada de los carros de recolección. b) Pisos y paredes revestidos con material liso, resistente, lavable e impermeable. c) Puerta con protección inferior para evitar el acceso de roedores e insectos. d) Ventilación a través de ductos, o aberturas con mínimo 1/20 del área del piso y no inferior a 0.20 m2 localizados a 20 cm del piso y a 20 cm del techo;

254

debidamente protegidos con mallas que impidan el ingreso de roedores e insectos. e)- Poseer iluminación adecuada.
2. Ambiente debidamente acondicionado con el material necesario disponible (recipientes, bolsas, estantes, etc.).

Procedimiento
1. Depositar los residuos embolsados provenientes de los diferentes sectores en los recipientes acondicionados según la clase de residuo. (todos los residuos sólidos deberán eliminarse en sus respectivas bolsas).
2. No comprimir las bolsas con los residuos a fin de evitar que se rompan y se generen derrames.
3. Mantener los recipientes debidamente tapados.
4. Mantener la puerta del almacenamiento temporal siempre cerrada con la señalización correspondiente.
5. Una vez llenos los recipientes no deben permanecer en este ambiente por más de 12-24 horas.
6. Verificar que los residuos del almacenamiento temporal hayan sido retirados deacuerdo al cronograma establecido.
7. Mantener el área de almacenamiento limpia y desinfectada para evitar la contaminación y proliferación de microorganismos patógenos y vectores de transmisión de infecciones.

El responsable del almacenamiento temporal confeccionará un Registro permanente del ingreso de los residuos patológicos al sector de almacenamiento temporal de los mismos, según **Planilla Genérica de Registro de Almacenamiento Temporal de Residuos Patológicos, Registro 7.1.**

6.3 Enlace con Empresa Transportista de Residuos Patológicos

El responsable del almacenamiento temporal de cada UA gestionará la entrega de los mismos **al reponsable de sector**, quien a su vez gestionará la entrega con el responsable final de la UNC,y este último con la empresa transportista de residuos patológicos. La entrega será formalizada entregando, junto con los residuos, una **Planilla Genérica de Registro de Entrega de Residuos Patológicos, Registro 7.2**, previamente completada por triplicado.

7-REGISTROS

7.1 Registro de Almacenamiento Temporal de Residuos Patológicos
7.2 Registro de Entrega de Residuos Patológicos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
255

PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LABORATORIOS, TALLERES Y OTROS ÁMBITOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

1. Introducción, antecedentes y objetivos

El presente documento se enmarca dentro de las actividades que la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) desarrolla persiguiendo, por una parte, el cumplimiento de los requisitos que establece la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su Decreto Reglamentario N° 351/79 y por otra, la implantación y aplicación en la estructura de esta Universidad de los principios de la acción preventiva basada en el conocimiento y el cumplimiento de las normas específicas vigentes. La prevención en el seno de cada una de las áreas es una parte fundamental de sus actividades, en especial en aquellos lugares en los que se presentan riesgos asociados al uso de laboratorios talleres u otros ámbitos de trabajo. Los riesgos derivados del trabajo con aparatos y herramientas eléctricas son importantes debido al número de actividades en las que se usa maquinaria de este tipo.

Se pretende facilitar al personal docente, investigador y de apoyo, y a los propios estudiantes de la UNC la preparación de prácticas en laboratorios, talleres u otros ámbitos, con riesgos variados, de manera que se tengan en cuenta y se eliminen, o al menos se reduzcan, esos riesgos. En particular deben cumplirse dos objetivos:

- Asegurar las condiciones de seguridad en las prácticas de laboratorio con riesgos eléctricos.
- Incluir aspectos de prevención y seguridad en la formación práctica de los estudiantes.

Se propone acometer la planificación de las prácticas para estudiantes en laboratorios con riesgos eléctricos mediante un doble enfoque:

- **Planificación de las prácticas de laboratorio.** Con el objeto de eliminar o disminuir los riesgos asociados a las prácticas y determinar los riesgos residuales que subsisten, controlando los mismos mediante la adopción de las medidas pertinentes y la información y formación de los estudiantes sobre los riesgos específicos existentes en cada práctica.
- **Formación e información a los estudiantes.** Extendida a todas las personas que van a participar en las prácticas. Debería haber una formación inicial, previa al comienzo de las actividades, y una información específica suministrada en cada práctica (que podría suprimirse si basta con la información inicial.)

En todos los casos, las instalaciones eléctricas deben responder a las normas y reglamentos vigentes sobre la materia, así como al Protocolo de Instalaciones Eléctricas dispuesto para la Universidad Nacional de Córdoba

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
256

2. Definiciones y generalidades

A los fines de cumplimentar adecuadamente con los requisitos normativos vigentes y con los propios de la UNC se expondrán los criterios básicos para la categorización de los distintos tipos de ambientes de trabajo en talleres y laboratorios.

Con motivo del creciente uso de artefactos y equipos eléctricos en lugares donde la atmósfera presenta signos de peligrosidad (debido a que el aire puede contener en suspensión elementos que produzcan mezclas inflamables o explosivas), se hizo necesario desarrollar elementos y técnicas que aseguraran su uso sin peligro de posibles accidentes en los lugares mencionados ni daños en las instalaciones y determinar claramente los diferentes tipos de ambientes y clasificarlos según los elementos que componen su atmósfera.

Para definir a que se denomina "zona peligrosa" se puede recurrir a la norma IRAM IAP A20-1 que la define como aquella en la que pueden producirse deterioro en las instalaciones y daños a los ocupantes, debido a la explosión o ignición de vapores, líquidos, gases y polvos, debido a ataques de productos químicos o a propagación de fuego, de mezclas de elementos contenidos en la atmósfera. Un resumen de la clasificación propuesta en la mencionada norma se detalla en el Cuadro I

2.1. Aclaraciones referidas a los ambientes, clases y divisiones:

2.1.1. Ambiente Clase I, División I: son aquellos lugares donde se trasvasan líquidos volátiles o gases licuados inflamables, operaciones de pintado o rociado con líquidos volátiles, secadores con evaporación de disolventes inflamables, lugares usados para extracción de gases con disolventes, lavaderos que usan líquidos volátiles inflamables, plantas generadoras de gas con posibilidad de escapes, salas de bombeo de gases inflamables y otros lugares en que la concentración de gas o vapor inflamable puede adquirir valores peligrosos.

2.1.2. Ambiente Clase I, División II: Esta división define lugares donde se emplean corrientemente líquidos volátiles, gases y vapores peligrosos, que representan peligro solamente en los casos de fallas, averías, accidentes o del anormal funcionamiento de las instalaciones.

Para delimitar el área peligrosa, en estos casos, debe tenerse presente la cantidad de elementos peligrosos que pueden escapar, capacidad de ventilación, volúmenes de los locales, etc.

2.1.3. Ambiente Clase II, División I: comprende en general plantas de almacenamiento de granos (silos), plantas de pulverización, limpieza, mezcladoras, elevadoras, colectoras y todo equipo similar productor de polvo, todo lugar o depósito donde, en condiciones normales de funcionamiento, existe en el aire polvo que produzca mezcla inflamable o explosiva.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
257

Los polvos muy peligrosos son conductores de la electricidad, al igual que los de coque y carbón vegetal. Los polvos no conductores de la electricidad pero combustibles, son los producidos en el manipuleo de granos, molienda del cacao y el azúcar y toda materia orgánica que pueda producir polvos combustibles.

CUADRO 1 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

Clase I Zonas donde el aire contiene o puede contener en suspensión gases o vapores en cantidades que puedan producir mezclas inflamables o explosivas (acetileno, hidrógeno, éter etílico, gasolina, butano, gas natural, etc.)	**División I**	**Zona 0:** Ambiente con concentraciones peligrosas de gases y vapores inflamables en condiciones normales de funcionamiento
		Zona 1: Ambientes donde las concentraciones pueden existir con frecuencia por pérdida o reparaciones.
		Zona 2: Ambiente donde pueden liberarse concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables por fallas o chispas en el funcionamiento de los equipos eléctricos
	División II	Ambiente donde se usan, procesan o manufacturan líquidos volátiles y gases o vapores inflamables, pero ellos se encuentran en recipientes o cañerías cerradas, de los cuales pueden salir únicamente por algún accidente, rotura o mal funcionamiento del equipo.
		Ambiente donde se evitan las concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables por medio de ventilación forzada, pero que al producirse una falla o mal funcionamiento del equipo, representa peligro.
		Lugares vecinos a los de la Clase I División I, a los que pueden introducirse vapores y gases inflamables a menos que cuenten con ventilación forzada con un sistema de seguridad que impida fallas en el equipo de ventilación.
Clase II Zonas donde el aire presenta polvo combustible en suspensión en cantidades que pueden producir ignición o explosión. (Polvo de aluminio, polvo de Magnesio, negro de humo, carbón de piedra, polvo de coque, polvo granulado de flúor, etc.).	**División I** en condiciones normales no es posible que exista polvo combustible en suspensión en el aire	Ambiente donde en condiciones de funcionamiento normal, habrá en forma periódica o continua polvo combustible en condiciones de producir ignición o explosión
		Ambiente donde por posibles desperfectos, mal funcionamiento o accionamiento de máquinas o equipos, pueden producirse mezclas inflamables que provoquen ignición o explosión
		Ambiente donde puede haber polvo conductor de electricidad
	División II en condiciones normales no es posible que exista polvo combustible en suspensión	Puede ocurrir que la cantidad de polvo depositado sea suficiente para impedir la disipación del calor de los equipos eléctricos
		Puede ocurrir que por el polvo acumulado sobre y/o el interior de los equipos eléctricos éste pueda inflamarse debido a chispas o amos producidos por el polvo
Clase III El aire presenta en suspensión fibras y volátiles inflamables, pero no en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables	**División I**	Corresponde a los lugares donde se emplean o fabrican fibras de fácil inflamabilidad y materiales productores de volátiles combustibles. Esta división incluye fábricas de rayón, algodón y textiles, carpinterías, fábricas para tratado de lino, etc., en general fábricas que procesen fibras y volátiles fácilmente inflamables. tales como rayón, nylon, algodón, estopa, cáñamo, etc.
	División II	Corresponde a los lugares donde se almacenan o manipulean fibras y volátiles pero que no están en proceso de fabricación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
258

2.1.4. **Ambiente Clase II, División II:** son lugares fundamentalmente vecinos a los de Clase II División I, además de los lugares que cuentan con transportadores, ventiladores y tolvas cerradas y equipos donde pueden desprenderse cantidades de polvos en condiciones de funcionamiento anormales.

3. **Grupos atmosféricos:** Para realizar los ensayos y comprobaciones se han definido y agrupado mezclas atmosféricas según su peligrosidad en:

Clase I	**Grupo A**	Con acetileno
	Grupo B	Con hidrógeno, gas de alumbrado o equivalentes
	Grupo C	Con éter etílico, etileno cloropropano
	Grupo D	Con gasolina, butano, propano, alcohol, acetona, gas natural
Clase II	**Grupo E**	Con polvos metálicos de aluminio, magnesio y sus aleaciones
	Grupo F	Con negro de humo y polvo de carbón
	Grupo G	Con polvo de granos, harina, almidón, etc.

En función de estas clasificaciones, que deberán ser conocidas por todos los involucrados en las tareas que se realizan en cada taller o laboratorio, el RAMS del Área correspondiente dispondrá la realización de las instalaciones eléctrica en ellos, así como detallar las medidas de seguridad específicas a aplicar en cada caso.

4. Preparación de prácticas

La preparación de las prácticas de laboratorio con estudiantes en lo relativo a los aspectos de seguridad, puede abordarse según un esquema que incluye los siguientes pasos propuestos:

4.1. Preparación de una relación de los productos, equipos, herramientas, instalaciones, máquinas y materiales a utilizar, al menos de los elementos que pueden llevar asociado algún tipo de peligro.

4.2. Evaluación de los riesgos asociados a equipos, herramientas, instalaciones, máquinas y materiales empleados, basándose en las siguientes fuentes:

4.2.1. Consulta de las instrucciones de los equipos, instalaciones y máquinas a utilizar, en especial en lo relativo a manejo, instalación, mantenimiento y aspectos de seguridad.

4.2.2. Experiencias previas u otra información relativa al manejo de equipos o instalaciones y en la realización de las tareas proyectadas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
259

4.3. Determinación, a partir de la misma información utilizada para la evaluación de riesgos, la necesidad de utilizar elementos de protección individual (por ejemplo guantes, gafas o mascarillas) o colectiva, o la necesidad de disponer de equipos de emergencia (por ejemplo extintores de algún tipo determinado) y verificar si están disponibles.

4.4. Verificación de las condiciones de los laboratorios, instalaciones y equipos utilizados. Pueden verificarse, entre otras, las siguientes condiciones:

4.4.1. Existencia de señalización, salidas de emergencia y elementos de protección contra incendios.

4.4.2. Instalación adecuada de los equipos a utilizar, de acuerdo con sus instrucciones.

4.4.3. Existencia y correcto funcionamiento de los sistemas de ventilación o extracción del aire ambiente si son necesarios para el correcto desarrollo de las prácticas.

4.5. Planificación de las prácticas con objeto de eliminar o disminuir los posibles riesgos.

4.6. Especificación de las normas, precauciones, prohibiciones o protecciones necesarias para eliminar o controlar los riesgos.

4.7. Inclusión en los manuales de prácticas de advertencias sobre los riesgos detectados, según lo indicado en el apartado anterior, y sobre las normas, precauciones, prohibiciones y elementos de protección necesarios para su control, indicando la obligatoriedad de seguirlos.

4.8. Comunicación al responsable de prevención del departamento de las deficiencias detectadas en los locales, instalaciones, equipos, materiales o herramientas utilizados en las prácticas, así como deficiencias detectadas en procedimientos o normas de trabajo generales aplicadas en el departamento.

5. Uso de Elementos de Protección Personal y Colectivo

Si durante la planificación de las prácticas se ha determinado la necesidad de utilizar elementos de protección personal de Categoría III (ver punto 17.3), esto puede ser indicativo de que subsiste un riesgo grave que sería conveniente eliminar mediante la sustitución o eliminación de las herramientas, máquinas, equipos o tareas que sean origen del riesgo. En general puede ser aconsejable que se limiten las necesidades de utilización de elementos de protección personal en prácticas de estudiantes a los de Categorías I y II.

En cualquier caso, es conveniente que, bien en alguna de las prácticas, o en la información inicial dada al estudiante, se instruya sobre la utilización de los elementos

de protección personal o colectiva que se considere interesante incluir como parte de su formación en materia de seguridad.

6. Información y formación para el estudiante

Se plantean dos tipos de acciones formativas:

6.1. Inicial, con la presentación de los aspectos de seguridad y las normas de funcionamiento.

6.2. Permanente, en cada práctica, recordando las normas básicas y resaltando los problemas específicos de cada una de ellas

6.2.1. Información / formación inicial

Resulta conveniente impartir al principio del curso una clase, charla o práctica inicial sobre seguridad, que debería ser obligatoria para todas las personas involucradas. Su contenido básico puede incluir los siguientes puntos:

6.2.1.1. Riesgos que pueden presentarse durante la realización de los trabajos. Pueden ser los detectados en la planificación de las actividades o los conocidos de antemano por la naturaleza de las herramientas o equipos a utilizar y de las tareas a realizar, o por otras fuentes de información.

6.2.1.2. Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos; según lo establecido en la planificación de las actividades, la evaluación de los riesgos de los lugares de trabajo o las normas de trabajo del departamento.

6.2.1.3. Elementos de protección personal y colectivo que es necesario utilizar.

6.2.1.4. Señalización, normas y dispositivos de emergencia y contra incendios.

6.2.1.5. Normas de actuación en casos de incidentes o emergencias.

6.2.1.6. Hábitos personales y de trabajo a desarrollar.

Si es necesario que los estudiantes adquieran elementos de protección personal (EPP's), se les debe dar información sobre los requisitos que éstos deben cumplir (tipo, normas a las que deben respondes) y opcionalmente, sobre la forma de adquirirlos.

Se debe indicar la obligatoriedad de seguir las normas de seguridad establecidas, aclarando que su incumplimiento puede suponer la suspensión de

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
261

las actividades y la no superación del estudiante de las prácticas como evaluación de la asignatura impartida.

Es conveniente preparar un documento por escrito que contenga toda la información sobre seguridad y que éste sea entregado a los estudiantes para que lo conozcan y apliquen en sus horas de trabajo en el talle o laboratorio.

7. Información específica de cada práctica

Los aspectos de seguridad que deberían incluir, por escrito, las guías de las prácticas son los siguientes:

7.1. Advertencias sobre los riesgos asociados a las tareas, equipos, máquinas y herramientas. Pueden destacarse con una palabra de aviso escrita con texto que resalte sobre el resto (de mayor tamaño, de diferente tipo de letra, de diferente color), y con la siguiente jerarquía:

- **peligro** (alto riesgo)
- **aviso** (riesgo medio)
- **precaución** (riesgo bajo)

Además de resaltar el riesgo, debería explicarse su naturaleza y qué se debe hacer o qué se debe evitar con relación al riesgo. Debería indicarse tanto el riesgo o peligro existente por incumplimiento de las normas o prohibiciones establecidas, o por no utilizar los medios de protección previstos, como el riesgo residual que pudiera quedar tras cumplir los requisitos anteriores y para el que se deba tener algún tipo de precaución. También debería informarse de los riesgos presentes en caso de acciones inadecuadas que previsiblemente pudieran darse (imprudencias o errores).

7.2. Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos.

7.3. Elementos de protección personal o colectivo que es necesario utilizar.

7.4. Aclaraciones sobre operaciones que están estrictamente prohibidas o que deban realizarse bajo la supervisión de algún responsable.

8. Notificación y conformidad

Para garantizar que los estudiantes han sido formados e informados sobre los posibles riesgos presentes en las prácticas y sobre las normas, obligaciones, prohibiciones y elementos de protección a utilizar, además de realizar de manera efectiva las tareas de formación e información, los estudiantes deberán comunicar por escrito

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
262

que han sido informados sobre estos aspectos, y que aceptan las normas establecidas. Para ello deberán firmar y entregar una hoja adjunta al guión de la actividad o práctica sobre seguridad. De este modo se harán responsables de las consecuencias que pueda acarrear sobre su persona, sobre otros compañeros o sobre las instalaciones y equipamientos el incumplimiento de las normas de seguridad sobre las que han sido informados. Si es necesario, esta notificación puede hacerse para cada práctica impartida. Un documento similar deberá ser firmado por todos los docentes y otro personal que participe de las actividades del taller o laboratorio.

9. Protección contra contactos en las instalaciones y equipos eléctricos.

9.1. En las instalaciones y equipos eléctricos, para la protección de personas contra los contactos con partes habitualmente en tensión se adoptarán algunas de las siguientes medidas preventivas:

9.1.1. Se alejarán las partes activas de la instalarán a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, para evitar un contacto fortuito o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos puedan ser utilizados cerca de la instalación.

9.1.2. Se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo.

9.1.3. Se interpondrán obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos habituales.

9.2. Para la protección contra los riesgos de contacto con las masas de las instalaciones que puedan quedar accidentalmente con tensión, se adoptarán, en corriente alterna, uno o varios de los dispositivos de seguridad:

9.2.1. Puesta a tierra de las masas. Las masas deben estar unidas eléctricamente a una toma de tierra o a un conjunto de tomas de tierra interconectadas, que tengan una resistencia apropiada. Las instalaciones, tanto con neutro aislado de tierra como con neutro unido a tierra, deben estar permanentemente controladas por un dispositivo que indique automáticamente la existencia de cualquier defecto de aislamiento, o que separe automáticamente la instalación o parte de la misma en la que esté el defecto de la fuente de energía que la alimenta.

9.2.2. De corte automático o de aviso, sensibles a la corriente de defecto (interruptores diferenciales), a o la tensión de defecto (relés de tierra).

9.2.3. Unión equipotencial o por superficie aislada de tierra o de las masas (conexiones equipotenciales).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
263

9.2.4. Separación de los circuitos de utilización de las fuentes de energía, por medio de transformadores o grupos convertidores manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización, incluido el neutro.

9.2.5. Por doble aislamiento de los equipos y máquinas eléctricas.

9.3. En corriente continua, se adoptarán sistemas de protección adecuados para cada caso, similares a los referidos para la alterna.

10. Herramientas eléctricas

En la instalación y utilización de herramientas eléctricas son obligatorias las siguientes prescripciones:

10.1. Las masas de cada aparato estarán puestas a tierra. Si se trata de un equipo de soldadura, uno de los conductores del circuito de utilización podrá ser conectado a masa cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa.

10.2. Las superficies exteriores estarán aisladas.

10.3. Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos estarán cuidadosamente aislados.

10.4. Cuando los trabajos con herramientas eléctricas en locales muy conductores (húmedos o mojados) no se emplearán tensiones superiores a 50 V. En el caldo de soldadoras eléctricas, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no superará los 90 V en corriente alterna y los 150 V en corriente continua. El equipo de soldadura debe estar colocado en el exterior del recinto en que opera el trabajador.

10.5. La persona que esté trabajando con cualquier tipo de herramienta dispondrá y utilizará viseras, capuchones o pantallas para la protección de su vista y discos o manoplas para proteger sus manos, mandiles de cuero y botas, según lo requieran las circunstancias.

11. Electricidad estática

Para evitar los peligros de la electricidad estática y, especialmente, que se produzcan chispas en ambientes inflamables, se adoptarán, en general, las siguientes precauciones:

11.1. La humedad relativa del aire se mantendrá sobre el 50 %.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
269

11.2. Las cargas de electricidad estática que puedan acumularse en los cuerpos metálicos serán neutralizadas por medio de conductores de tierra. Especialmente se efectuará esta conexión a tierra:

11.2.1. En los ejes y bancadas de las transmisiones a correas y poleas.

11.2.2. En el lugar más próximo en ambos lados de las correas y en el punto donde salgan de las poleas, mediante peines metálicos.

11.2.3. En los objetos metálicos que se pinten o barnicen con pistolas de pulverización. Estas pistolas también se conectarán a tierra.

11.3. En sustitución de las conexiones a tierra a las que se refiere el apartado anterior se aumentará hasta un valor suficiente la conductibilidad a tierra de los cuerpos metálicos.

12. Motores eléctricos

12.1. Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados, dispuestos de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos, a menos que:

12.1.1. Estén instalados en locales aislados y destinados exclusivamente para motores.

12.1.2. Estén instalados en altura no inferior a tres metros sobre el piso o plataforma, o

12.1.3. Sean de tipo cerrado.

12.2. Nunca se instalarán motores eléctricos que no tengan el debido blindaje antideflagrante o que sean de un tipo antiexplosivo probado, en contacto o proximidad con materias fácilmente combustibles, ni en locales cuyo ambiente contenga gases, partículas o polvos inflamables o explosivos.

12.3. Los tableros de distribución para el control individual de los motores serán de tipo blindado, y todos sus elementos a tensión estarán en un compartimiento cerrado.

13. Conductores eléctricos

13.1. Los conductores eléctricos estarán debidamente aislados respecto a tierra.

13.2. Los conductores portátiles y los conductores suspendidos no se instalarán ni emplearán en circuitos que funcionen a una tensión superior a 250 V a tierra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
265

de corriente alterna, a menos que dichos conductores portátiles cumplan con todas las normas vigentes al respecto.

13.3. Se prohíbe el uso de conductores desnudos en todo caso.

13.4. Los conductores o cables para instalaciones en ambientes inflamables, explosivos o expuestos a la humedad, corrosión, etc., estarán homologados para este tipo de riesgo.

13.5. Todos los conductores tendrán sección suficiente para que el coeficiente de seguridad, en función de los esfuerzos mecánicos que soporten sea el adecuado.

14. Equipos y herramientas eléctricas portátiles

14.1. La tensión de alimentación en las herramientas eléctricas portátiles de cualquier tipo no podrá exceder de 250 V con relación a tierra. Si están provistas de motor tendrán dispositivo para unir las partes metálicas accesibles del mismo a un conductor de protección.

14.2. En los aparatos y herramientas eléctricos que no lleven dispositivos que permitan unir sus partes metálicas accesibles a un conductor de protección, su aislamiento corresponderá en todas sus partes a un doble aislamiento reforzado, constituyendo la aislación clase II. Tales equipos o herramientas deben contar con la siguiente indicación:

14.3. Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles en emplazamientos muy conductores, éstas estarán alimentadas por una tensión no superior a 24 V, si no son alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

14.4. Los cables de alimentación de las herramientas estarán protegidos por material resistente que no se deteriore por roces o torsiones no forzadas.

14.5. Se evitará el empleo de cables de alimentación largos, instalando enchufes en puntos próximos.

14.6. Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia mecánica. Su tensión de alimentación no podrá exceder de 24 V, si no son alimentadas por medio de transformadores de separación de circuitos.

15. Trabajos en instalaciones de baja tensión: estos trabajos deberán ser realizados por personal calificado o autorizado, según corresponda (Ver Protocolo General de Ins-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
266

talaciones Eléctricas para la Universidad Nacional de Córdoba), pero, en todo caso, deberán cumplirse con requisitos mínimos entre los que se cuentan:

15.1. Antes de iniciar cualquier trabajo en baja tensión se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo. Toda instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto. Además del equipo de protección personal (casco, gafas, calzado, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

- Guantes aislantes
- Banquetas o alfombras aislantes
- Vainas o caperuzas aislantes
- Comprobadores o discriminadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Material de señalización (letreros, barreras, banderines, etc.).
- Lámparas portátiles
- Transformadores de seguridad
- Transformadores de separación de circuitos

15.2. En los trabajos que se efectúen sin tensión:

15.2.1. Será aislada la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.

15.2.2. Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento citados, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.

15.2.3. Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión de cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.).

15.2.4. No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.

15.3. Cuando se realicen trabajos en instalaciones eléctricas en tensión, el personal encargado de realizarlos estará adiestrado en los métodos de trabajo a

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
267

seguir en cada caso y en el empleo del material de seguridad, equipo y herramientas.

16. Efectos de la corriente eléctrica

Es bueno tener presente los diversos efectos que la corriente eléctrica puede provocar sobre los organismos vivos, y que pueden revestir mayor o menor gravedad, según numerosas condiciones. De todos modos, se deben extremar las precauciones para evitarlos. Dichos efectos de la corriente se pueden dividir en:

16.1. Efectos directos: son provocados por la corriente al circular por el cuerpo.

- Alteraciones funcionales
- Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
- Asfixia - paro respiratorio.
- Tetanización muscular.

16.2. Efectos indirectos:

No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a actos involuntarios de los individuos afectados por golpes contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente, que si bien por él mismo a veces no pasa de ocasionar un susto o una sensación desagradable, sin embargo sí puede producir una pérdida de equilibrio con la consiguiente caída al mismo nivel o a distinto nivel y el peligro de lesiones, fracturas o golpes con objetos móviles o inmóviles que pueden incluso llegar a producir la muerte.

17. Elementos de protección personal (EPP's).

Los Elementos de Protección Personal son aquellos destinados a ser llevados o sujetados por la persona para que le proteja de uno o varios riesgos; quedan excluidos de este concepto la ropa de trabajo no diseñada específicamente para la protección contra los riesgos y algunos equipos especiales tales como los de socorro y salvamento o el material deportivo.

Mientras se esté trabajando en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, se usará ropa sin accesorios metálicos y se evitará el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; se llevarán las herramientas o equipos en bolsos y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

Las reglamentaciones en vigor clasifican los EPP's en tres categorías, según el nivel de gravedad de los riesgos frente a los que protegen:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 268

17.1. **Categoría I.** ***Riesgo bajo o mínimo.*** Cuando el usuario pueda juzgar por sí mismo su eficacia y pueda percibir por sí mismo y a tiempo, sin peligro para el usuario, los efectos de los riegos cuando éstos son graduales.

17.2. **Categoría II.** ***Riesgo medio o grave.*** Los que no pertenecen a las otras dos categorías.

17.3. **Categoría III.** ***Riesgo alto, muy grave o mortal.*** Los destinados a proteger de todo riesgo mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que se pueda descubrir a tiempo su efecto inmediato.

Los EPP's deben responder a normas de conformidad vigentes, por las que se garantiza que el fabricante cumple con los requisitos, exámenes de conformidad y controles de calidad exigibles

17.4. **Selección, utilización y mantenimiento:** Para la correcta selección de los EPP's, deben seguirse los siguientes pasos:

17.4.1. Análisis y evaluación de los riesgos que no se puedan evitar por otros medios.

17.4.2. Definición de las características necesarias para que los EPP's respondan a los riesgos, incluyendo los riesgos que conlleven los propios EPP's.

17.4.3. Evaluación de las características de los EPP's disponibles en el mercado. Los EPP's deben ser suministrados con instrucciones de uso y mantenimiento, que deben ser seguidas por el usuario y por la Institución.

Los usuarios de los EPP's deben utilizarlos de manera correcta, según las normas fijadas por la Institución, que debe informarles de los riesgos a cubrir, de la necesidad de su utilización correcta y formarles para ello en caso necesario.

17.5. **Elementos de protección personal de uso habitual en trabajos eléctricos.**

17.5.1. **Protectores de la cabeza:** Los cascos de protección para la cabeza son todos de Categoría II. Estos elementos están destinados a proteger la parte superior de la cabeza del usuario contra objetos en caída, y debe estar compuesto como mínimo de dos partes: un armazón y un arnés.

Para una buena protección, el casco debe ajustar a la talla de la cabeza del usuario; está concebido para absorber la energía de un impacto mediante la destrucción parcial o mediante desperfectos del armazón y del arnés por lo que, aun en el caso de que estos daños no sean aparentes, cualquier casco que haya sufrido un impacto severo debe ser sustituido.

Existe peligro al modificar o eliminar cualquier elemento original del casco sin seguir las recomendaciones del fabricante. No se podrán adap-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 269

tar al casco accesorios distintos a los recomendados por el fabricante del casco. No se le podrá aplicar pintura, disolventes, adhesivos o etiquetas auto- adhesivas, excepto si se efectúa de acuerdo con las instrucciones del fabricante del casco.

Deben proporcionar aislamiento eléctrico. Este requisito pretende asegurar la protección del usuario durante un corto período de tiempo contra contactos accidentales con conductores eléctricos activos con un voltaje hasta 440 Vac.

17.5.2. **Protectores de los ojos:** Todos los protectores oculares y filtros son de Categoría II, excepto los que están destinados a proteger en trabajos con radiaciones ionizantes, riesgos eléctricos o para trabajos en ambientes calurosos de temperatura superior a 100 °C, que son de Categoría III.

Se deben usar siempre que se estén realizando trabajos de soldadura. Se utilizarán pantallas faciales para protección contra el arco eléctrico y cortocircuitos.

17.5.3. **Protección de las manos:** Los guantes y manoplas de Protección contra Riesgos Eléctricos pertenecen a la Categoría III.

Los guantes y manoplas de material aislante se clasificarán por su clase y por sus propiedades especiales:

CLASE	Tensión de prueba [V] (Valor Eficaz)	Tensión máxima de utilización [V]
00	2.500	500
0	5.000	1.000
1	10.000	7.500
2	20.000	17.000
3	30.000	26.500
4	40.000	36.500

CATEGORÍA	RESISTENCIA
A	ACIDOS
H	ACEITES
Z	OZONO
M	MECÁNICAS
R	TODAS LAS ANTERIORES (A+H+Z+M)
C	MUY BAJAS TEMPERATURAS

17.5.4. **Protección de los pies:** El calzado de seguridad pertenece a la Categoría II. Se debe usar calzado de protección en todas aquellas operaciones que entrañen trabajos eléctricos o en instalaciones eléctricas de baja y alta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 270

tensión. Debe ofrecer una resistencia entre 100 kΩ y 1000 MΩ en las condiciones previstas de ensayo al paso de la corriente eléctrica.

17.5.5. Ropa de protección: Pertenece a la Categoría II. Deberá usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos: maniobras en seccionadores o interruptores con contactos al aire, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.

Estará confeccionada de cuero curtido u otro material de características ignífugas similares y carecerá de elementos metálicos.

17.6. Elementos de protección de uso habitual en trabajos y maniobras eléctricas.

17.6.1. Banquetas aislantes: de dos tipos: de interior y de exterior. Para su utilización se situarán lejos de las partes del entorno que están puestas a tierra (paredes, resguardos metálicos, etc.). La persona encargada de los trabajos evitará, asimismo, contactos con dicha parte.

17.6.2. Detector de ausencia de tensión: De varios tipos: detector óptico, detector acústico y detector óptico- acústico. Pueden llevar incorporado el dispositivo de comprobación de funcionamiento del detector.

Para su uso deben acoplarse a pértigas aislantes apropiadas a la tensión y el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banquetas aislantes.

Siempre se comprobará el funcionamiento ***antes*** y ***después*** de su utilización.

El detector de tensiones sólo debe usarse dentro del rango de tensiones indicado en su placa de características.

17.6.3. Pértiga aislante: Hay pértigas de interior y de exterior. Sus principales usos son la comprobación de la ausencia de tensión, maniobra de seccionador, colocación y retirada de los equipos de puesta a tierra, limpieza de equipos, extracción y colocación de fusibles, etc.

Para su uso el personal deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banqueta aislante apropiados a la tensión nominal. Durante su utilización no deberá rebasarse la indicación de posición límite de las manos. Debe verificarse que exteriormente no presente defectos, suciedad ni humedad. Se debe limpiar la parte aislante con silicona.

17.6.4. Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito: Existe en el mercado una gama muy variada y para diversos usos, de equipos, pinzas, bridas de sujeción y puntos fijos de sujeción.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
271

18. Primeros Auxilios en caso de accidentes eléctricos

Toda persona que realice actividades en talleres o laboratorios de la UNC deberá estar entrenada en las prácticas de primeros auxilios. De todos modos, en caso de accidente eléctrico, en primer lugar habrá de procederse a eliminar el contacto, para lo cual deberá cortarse la alimentación eléctrica si es posible. En caso de que ello no sea posible, se tenderá a desprender a la persona accidentada, para lo cual deberá actuarse, con las debidas precauciones (utilizando guantes, aislarse de la tierra, empleo de pértigas de salvamento, etc.), ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente eléctrica.

18.1. Accidentes por baja tensión:

- Cortar la corriente eléctrica, si es posible
- Evitar separar a la persona accidentada directamente y especialmente si está húmeda.
- Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con herramienta de mango aislante

18.2. Accidentes por alta tensión

- Cortar la subestación correspondiente
- Prevenir la posible caída si está en alto
- Separar la víctima con auxilio de pértiga aislante y estando provisto de guantes y calzado aislante y actuando sobre banqueta aislante
- Librada la víctima, deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole las técnicas de primeros auxilios convenientes.

19. Riesgos y precauciones a tener con las lámparas eléctricas de iluminación y sus accesorios

19.1. Características de los principales tipos de lámparas:

- Las ***lámparas fluorescentes***, tanto las comunes como las compactas, son lámparas de descarga de baja presión que funcionan bajo el siguiente principio: después del encendido inicial, el vapor del mercurio en el tubo de vidrio emite la radiación UV. Esta radiación es convertida en luz visible por los fósforos en el interior del tubo de vidrio, en un una luz cuyo color depende de los mismos.

272

El dispositivo de control ("balasto", generalmente electrónico), está generalmente integrado en la cubierta de la lámpara, mientras que en otros casos es externo. Los fósforos utilizados son sustancias completamente inertes que no plantean ningún riesgo a la salud aun si son liberados como resultado de la rotura de una lámpara.

Cuando las lámparas están frías, el mercurio está presente en forma de una pequeña combinación de mercurio/hierro en el tubo de descarga (bulbo). Cuando son encendidas, el mercurio se vaporiza mientras la temperatura del bulbo se eleva, y el vapor de mercurio necesario para la descarga llena el bulbo por completo. El mercurio se libera si la lámpara se rompe.

- Las ***lámparas de mercurio de arco corto*** son lámparas de descarga que contienen mercurio, en potencias que van desde 50W hasta 8000W para operar tanto en corriente alternada como en corriente continua, dependiendo del tipo.

  Cuando las lámparas están frías, (a temperatura ambiente), el mercurio se presenta en forma de pequeñas gotas metálicas en el tubo de descarga (bulbo). Cuando la lámpara se enciende, el mercurio se vaporiza y la temperatura en el bulbo se eleva alcanzando aproximadamente los 10000 °C en el arco entre los electrodos. La temperatura en la pared interior del bulbo es de alrededor de 800° C. Cuando se alcanza el equilibrio térmico (que puede tomar de 1 a 10 minutos después de encendida la lámpara, dependiendo del tipo), el vapor de mercurio ejerce una presión de aproximadamente 30 a 70 bar en el bulbo, dependiendo del tipo de la lámpara.

  En todas las lámparas de arco corto, el material de las extremidades de los electrodos se pierde durante el funcionamiento normal. Esto no sólo hace que el bulbo se ennegrezca sino también aumenta el espacio entre los electrodos y por lo tanto aumenta el voltaje de la descarga de la lámpara. Para evitar sobrecargas, las lámparas operadas en CC, solamente pueden utilizarse con dispositivos de control de salida constante (rectificadores principales); las lámparas que operan con CA solo pueden ser utilizadas con las reactancias adecuadas.

- Las ***lámparas de sodio de baja presión*** están disponibles en una gama que va desde los 18W hasta los 180W. En la lámpara, que no contiene mercurio, el sodio está presente en forma sólida a temperatura ambiente y se vaporiza en el bulbo interno durante el proceso de descarga. El vapor del sodio llena el bulbo durante la operación. Si una lámpara se rompe durante la operación, dicho vapor de sodio es liberado y puede inflamarse al hacer contacto con el aire. El sodio se puede condensar y reaccionar con la humedad y el dióxido de carbono en el aire para formar carbonato de sodio e hidróxido de sodio.

  Si una lámpara se rompe en estado frío el sodio sólido puede liberarse si se produce la rotura del bulbo interno y bajo ciertas circunstancias iniciar una

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA 273

explosión si hay alta humedad o agua, formando un hidróxido de sodio corrosivo.

- Las ***lámparas de sodio de alta presión*** son lámparas para operación en corriente alternada, en las cuales toma lugar una descarga bajo presión en una atmósfera de vapor de sodio/mercurio. Las lámparas de sodio alta presión están disponibles desde 50W hasta 1,000W y pueden ser operadas con arrancadores externos o integrados.

  A temperatura ambiente, el mercurio y el sodio metálico están en estado sólido como una amalgama de sodio. Cuando se enciende la lámpara, tanto el mercurio como el sodio se vaporizan al tiempo que la temperatura en el tubo de descarga y en el arco entre los electrodos, se eleva. La temperatura del bulbo exterior es de entre 100 y 500 °C (máx.) dependiendo de la potencia. Cuando se alcanza el equilibrio térmico, el mercurio ejerce una presión de hasta 2 bar en las paredes del tubo de descarga.

- Las ***lámparas de halogenuros metálicos*** son lámparas previstas para operación tanto en corriente alternada como en corriente continua. En ellas el arco de descarga funciona a alta presión en una atmósfera de vapor de halógeno, mercurio y tierras raras. Las lámparas de halogenuros metálicos están disponibles desde 35 a 18,000W.

  Sus características de funcionamiento son similares a las de las lámparas de mercurio de arco corto pero en este caso, la presión ejercida por el vapor de mercurio en el bulbo puede alcanzar los 200 bar, dependiendo del tipo de lámpara.

- Las ***lámparas de proyector de video*** pertenecen a la familia de lámparas en las cuales el arco de descarga funciona a alta presión en una atmósfera de vapor del mercurio. Están disponibles en potencias desde 100W hasta 300W y se comportan como las lámparas de mercurio de arco corto.

  En este tipo de lámparas, el vapor de mercurio ejerce una presión más de 200 bar en el tubo de descarga. Después que se apaga la lámpara, el mercurio se condensa nuevamente después de un par de minutos de enfriamiento.

19.2. Contenidos de mercurio de los distintos tipos de lámparas

	Tipo de Lámpara	Contenido de Mercurio
1	Fluorescentes – Fluorescentes compactas ("de bajo consumo")	3 a 8 mg
2	Lámparas de mercurio de arco corto de 50/100 W	20 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 200 W	120 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 350 W	300 mg máx

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
274

Tipo de Lámpara		Contenido de Mercurio
	Lámparas de mercurio de arco corto de 500 W	500 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 1000 W	600 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 1500 W	800 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de 2000/2500 W	5000 mg máx
	Lámparas de mercurio de arco corto de > 3500 W	35000 mg máx
3	Lámparas de sodio de baja presión	Libres de Hg
4	Lámparas de sodio de alta presión de 50 a 400 W	24 mg
	Lámparas de sodio de alta presión de 400 a 1000 W	50 mg
5	Lámparas de halogenuros metálico – de 35 W a 250 W	5 mg a 20 mg.
	Lámparas de halogenuros metálico – de 250 W	40 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 300 W a 700 W	120 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 1200W a 2500W	190 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 4000W a 6000 W	460 mg máx
	Lámparas de halogenuros metálico – de 12 kW a 18 kW	1120 mg máx
6	Lámparas de proyectores de video – de 100 a 300 W	11 mg a 32 mg

19.3. Dispositivos de control electrónico ("balasto electrónico")

El dispositivo de control electrónico representa un paso importante en el camino hacia una eficiente iluminación. Además de ofrecer ventajas económicas, el uso de dispositivos de control electrónico ayuda a proteger el medio ambiente. Los componentes utilizados (las resistencias, condensadores, transformadores y transistores) son de diseño simple.

Los condensadores son del tipo lámina y contienen etilenglicol como electrolito. Generalmente, los condensadores electrolíticos no contienen PCBs o compuestos asociados ni éteres de bifenil o difenil polibromenado. Los dispositivos de control, en general, están libres de silicona (< 2 µg absolutos) y no son utilizados componentes que contienen PVC.

- **Comportamiento ante un incendio:** Generalmente, el material de la envoltura plástica cumple con los requisitos normativos en términos de inflamabilidad. Como el dispositivo de control electrónico contiene retardadores de incendio que contienen bromo por razones de seguridad operacional, hay riesgo de que se produzcan, en caso de incendio, dibenzodioxanos policlorados y furanos que son particularmente tóxicos. En los dispositivos más modernos, se procura que los retardadores de incendio que contienen bromo no formen dioxinas cloradas o furanos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 275

19.4. Riesgos para la salud:

- Inhalar mercurio o componentes de mercurio en forma de vapor o polvo puede ocasionar problemas de salud. Los polvos y vapores de mercurio se absorben casi completamente por vía pulmonar aunque también puede ser absorbido a través de la piel. Las sales de mercurio producen lesiones en la piel y en las mucosas. Es un metal pesado altamente tóxico y bioacumulable, que se va depositando en diferentes órganos y tejidos del cuerpo en humanos y animales. Básicamente afecta el sistema nervioso, los riñones, los pulmones, el hígado y el cerebro. Este metal puede combinarse con otros elementos tales como el cloro, azufre u oxígeno para formar compuestos de mercurio inorgánico o sales, que son generalmente polvos o cristales blancos. La transformación biológica del mercurio metálico lo convierte en mercurio orgánico (metilmercurio), sustancia tóxica que genera daños a la salud humana, se disuelve fácilmente en grasa y pasa la barrera hemato-encefálica y la placenta. Tiene potencial mutágeno y teratógeno (como sustancia probadamente nociva para los fetos), por lo que ha sido incluido en la lista de sustancias que afectan el embarazo.

- Si el sodio o el hidróxido de sodio tienen contacto con la piel se pueden producir quemaduras cáusticas. Lavar inmediatamente con agua corriente; si este salpica los ojos, enjuagarlos y buscar inmediatamente consejo médico.

- Las lámparas de halogenuros metálicos solo pueden ser operadas si su bulbo exterior está intacto porque de otra manera, la intensa radiación UV que escapa de ellas puede dañar los ojos y causar irritación en la piel.

- Durante la operación normal, las lámparas de xenón de arco corto emiten altos niveles de radiación UV y por lo tanto solo pueden ser utilizadas en luminarias cerradas construidas con este propósito. Si las lámparas son utilizadas sin protección, pueden causar serios daños a los ojos y a la piel, si llegaran a estallar. El bulbo de la lámpara de xenón está bajo alta presión constante. Existe el riesgo de que pueda estallar con fuerza explosiva si se encuentran golpeados o dañados.

- Las lámparas para proyectores de video solo puede ser operadas si el bulbo y el reflector están intactos. La intensa radiación UV que escapa de estas lámpara puede dañar los ojos y causar irritación en la piel. Por lo tanto **ellas solo pueden ser utilizadas en las unidades equipadas con medidas** de protección adecuadas.

19.5. Precauciones a tener en cuenta en caso de rotura:

- Todas las personas en el ambiente deben abandonar el mismo lo más rápido posible para evitar inhalar el vapor de mercurio.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA 276

- Ventilar la habitación por uno 20-30 minutos como mínimo.

- Una vez que la luminaria se enfrió y antes de que vuelva a ser utilizada, todos los residuos de mercurio debe ser eliminado del interior de la luminaria. Para evitar contacto con la piel, se recomienda el uso de guantes desechables. El mercurio líquido puede ser removido con los agentes de absorción comerciales.

- En el caso de las lámparas de vapor de sodio, después que la luminaria se haya enfriado y en cualquier caso antes de que vuelva a ser utilizada, debe ser limpiada de cualquier rastro de hidróxido de sodio con un paño húmedo. Utilizar guantes y anteojos protectores para prevenir quemaduras cáusticas. Precaución: el sodio pegado al vidrio roto puede incendiarse con fuerza explosiva.

- En el caso de rotura del tubo de descarga, quitar cuidadosamente todos los pedacitos del mismo.

- Si el bulbo exterior o la cubierta de la luminaria se rompen, la lámpara se debe apagar de inmediato.

- Mantener las lámparas en sus tubos protectores durante toda la instalación.

- Si está manejando las lámparas sin sus tubos protectores, utilizar siempre anteojos de seguridad, mascara, guantes con protectores de muñeca y un protector de pecho.