

# EXAMENES PERIODICOS PARA PERSONAL EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES EN ARGENTINA



Cascón, Adriana



*X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y  
Seguridad Radiológica*

*“Radioprotección: Nuevos Desafíos para un Mundo en  
Evolución”*

*Buenos Aires, 12 al 17 de abril, 2015*

*SOCIEDAD ARGENTINA DE RADIOPROTECCIÓN*



Inspeção radiográfica de soldas em tubos.



# Trabajadores ocupacionalmente expuestos a las RI



- œ Operadores de equipos de Rayos X diversos
- œ Personal de seguridad aeroportuaria y aduanas
- œ Profesionales de la salud; biólogos; químicos veterinarios, etc. que utilicen fuentes radiactivas
- œ Radiografistas y fluoroscopistas industriales
- œ Trabajadores de la Industria Nuclear, Petrolera y Minería
- œ Tripulación de aeronavegación y aeroespacial
- œ Militares y fabricación de armas
- œ Transporte de material radiactivo
- œ Investigación científica

# VIGILANCIA OCUPACIONAL



Tiene dos aspectos:

- 1) compatibilidad con las condiciones del trabajo al inicio y en el tiempo: Profesiograma (Aptitud psicofísica)
- 2) evaluación del estado de salud: Exámenes Periódicos



# Exámenes Periódicos



# OBJETIVOS DE LA VIGILANCIA OCUPACIONAL



Prevención, Limitación y  
Detección Precoz  
de patologías inducidas por  
las radiaciones ionizantes



# OBJETIVOS DE LA VIGILANCIA OCUPACIONAL

## Organización Internacional del Trabajo OIT



### Principios Directivos Técnicos y Éticos Relativos a la Vigilancia de la Salud de los Trabajadores OIT

*“Todos los trabajadores directamente ocupados en trabajos bajo radiaciones deberán someterse a examen médico apropiado, antes o poco después de la ocupación en tales trabajos, y someterse ulteriormente a exámenes médicos a intervalos apropiados.”*

Radiation Protection Convention, 1960 (No. 115) *Convention concerning the protection of Workers against Ionising Radiations* (Entry into force: 17 Jun 1962); Adoption: Geneva, 44th ILC session (22 Jun 1960) - Status: Up-to-date instrument (Technical Convention)

# OBJETIVOS DE LA VIGILANCIA OCUPACIONAL



**ICRP**

**Comisión Internacional de Protección Radiológica**

- a) **evaluar la salud** de los trabajadores;
- b) ayudar a **garantizar la compatibilidad inicial y la continuidad** entre la salud del trabajador y las condiciones de su trabajo; y
- c) **proveer información útil** en el caso de exposición accidental o enfermedad profesional.

**La periodicidad del examen periódico será regulada por la salud del trabajador y por las condiciones del trabajo.**





# ARGENTINA



Ley de Riesgos del Trabajo 24557, Resolución N° 37/10, artículo 3°

3.1 *Los exámenes periódicos tienen por objetivo la **detección precoz de afecciones producidas por aquellos agentes de riesgo determinados por el Decreto N° 658/96** a los cuales el trabajador se encuentre expuesto con motivo de sus tareas, con el fin de evitar el desarrollo de enfermedades profesionales*



# ARGENTINA



3.2 *La realización de estos exámenes es obligatoria en todos los casos en que exista exposición a los agentes de riesgo antes mencionados, **debiendo efectuarse con las frecuencias y contenidos mínimos indicados en el ANEXO II de la presente Resolución, incluyendo un examen clínico anual.***



En el caso específico de los **trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes**, (Radiaciones  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ , Rx y Neutrones), la ley establece una **examen periódico semestral**, consistente en **Hemograma con recuento de Reticulocitos**

## ANEXO II

# LISTADO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES LEY 24.557

APROBADO POR EL COMITÉ CONSULTIVO PERMANENTE EL DÍA 8 DE FEBRERO DE 1996

<b>AGENTES FISICOS</b>	
<b>Frecuencia semestral</b>	
<b>Agente de Riesgo</b>	<b>Estudio específico</b>
Radiaciones ionizantes (Radiaciones $\alpha$ , $\beta$ , $\delta$ , Rx y Neutrones)	Hemograma completo. Recuento de reticulocitos.
<b>AGENTES FISICOS</b>	
<b>Frecuencia anual</b>	
<b>Agente de Riesgo</b>	<b>Estudio específico</b>
Radiaciones no ionizantes (Rayos ultravioletas e infrarrojos)	Examen oftalmológico.
Ruido	Audiometría tonal (vías aérea y ósea).
Vibraciones	Examen corporal del segmento comprometido.
Sobrecarga del uso de la voz.	Examen clínico con orientación ORL. Cuestionario direccionado. (*)
Iluminación insuficiente	Examen externo de los ojos. (Examen de la motilidad ocular, medición de la agudeza visual y medición del campo visual). Cuestionario direccionado. (*)
Otros agentes físicos incluidos en el Decreto N° 658/96	Estudios necesarios para la detección temprana de la patología correspondiente.

## Decreto 658/96

### Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 80, inciso 2

AGENTE: **RADIACIONES IONIZANTES**

— Anemia, leucopenia, trombocitopenia, o síndrome hemorrágico consecutivo a una irradiación aguda.

— Anemia, leucopenia, trombocitopenia o síndrome hemorrágico consecutivo a una irradiación crónica.

— Blefaritis o conjuntivitis.

— Queratitis crónica.

— Cataratas.

— Radiodermatitis aguda.

— Radiodermatitis crónica.

— Radiolesiones agudas de las mucosas.

— Radiolesiones crónicas de las mucosas.

— Radionecrosis ósea.

— Leucemias.

— Cáncer broncopulmonar primitivo por inhalación.

— Sarcoma óseo.

— Cáncer cutáneo.

— Alteraciones reproductivas; oligo o azoospermia, abortos espontáneos.

Lista de actividades donde se puede producir la exposición:

Todos los trabajos que exponen a los Rayos X o las sustancias radiactivas naturales o artificiales así como toda fuente de emisión corpuscular o de **radiaciones**, en especial:

— Extracción y tratamiento de minerales radiactivos.

— Preparación de compuestos radiactivos incluyendo los productos químicos y farmacéuticos radiactivos.

— Preparación y aplicación de productos fosforescentes radiactivos.

— Fabricación y uso de equipos de radioterapia y de rayos X.

— Todos los trabajos de los Hospitales, Sanatorios, Policlínicos, Clínicas, Clínicas dentales, que expongan al personal de salud a la acción de los rayos X.

— Radiografías industriales utilizando equipos de rayos X u otras fuentes de emisión de **radiaciones** gama.

— Plantas de producción de isótopos radiactivos.

— Centrales nucleares.



# Ley No 24.557

## Riesgos del Trabajo



ARTICULO

11.-

Anexos.

☞ Apruébanse los ANEXOS I, II, III, IV y V como parte integrante de la presente resolución.

1. Los estudios previstos en los ANEXOS I y II tienen el carácter de **mínimos obligatorios**, quedando, no obstante, a criterio de los profesionales intervinientes la realización de otros estudios que no se hallen allí contemplados.

☞ 2. Los estudios del ANEXO II podrán sustituirse por otros que resulten equivalentes, según el criterio de los profesionales intervinientes. A tal efecto, **se entiende que habrá equivalencia cuando los estudios alternativos posean igual o mayor sensibilidad y especificidad que los previstos en el ANEXO II de la presente Resolución.**

# Examen Periódico



¿Que se propone?

⌘A) modificar la periodicidad

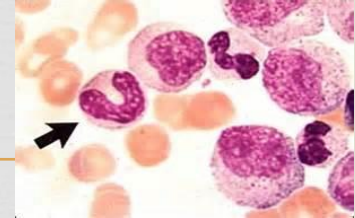
⌘B) reevaluar estudios complementarios según la evidencia médica actualizada

⌘C) el examen periódico deberá basarse en el examen físico completo

# EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS

# RI

# α



## **Aleatorios**

la interacción de la radiación con la materia es una función de la probabilidad y tiene lugar al azar

## **Inespecíficos**

las lesiones son siempre inespecíficas lo que significa que la lesión puede ser producida por otras causas

## **No selectivos**

la radiación no muestra predilección por ninguna molécula u organela

## **Tienen un período de latencia**

Los efectos no se expresan inmediatamente sino que tardan un tiempo en manifestarse



# Dosis Umbral



$ED_1$

**(dosis estimada para el 1% de incidencia)**

Cantidad de radiación necesaria para causar un efecto específico en el 1% de los individuos

si se supera el umbral: Efectos Determinísticos:  Accidente de trabajo

Estocásticos: sin umbral

# EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RI



## ∞ DETERMINÍSTICOS

(Reacciones Tisulares)

Tiene umbral

*Muerte Celular*

>100 mSv



## ∞ ESTOCÁSTICOS

(Cáncer y Efectos Hereditarios)

Sin umbral

*Mutaciones*



<100 mSv (efecto enmascarado por la aparición espontánea de CA)

# Límites de Dosis para trabajadores con RI

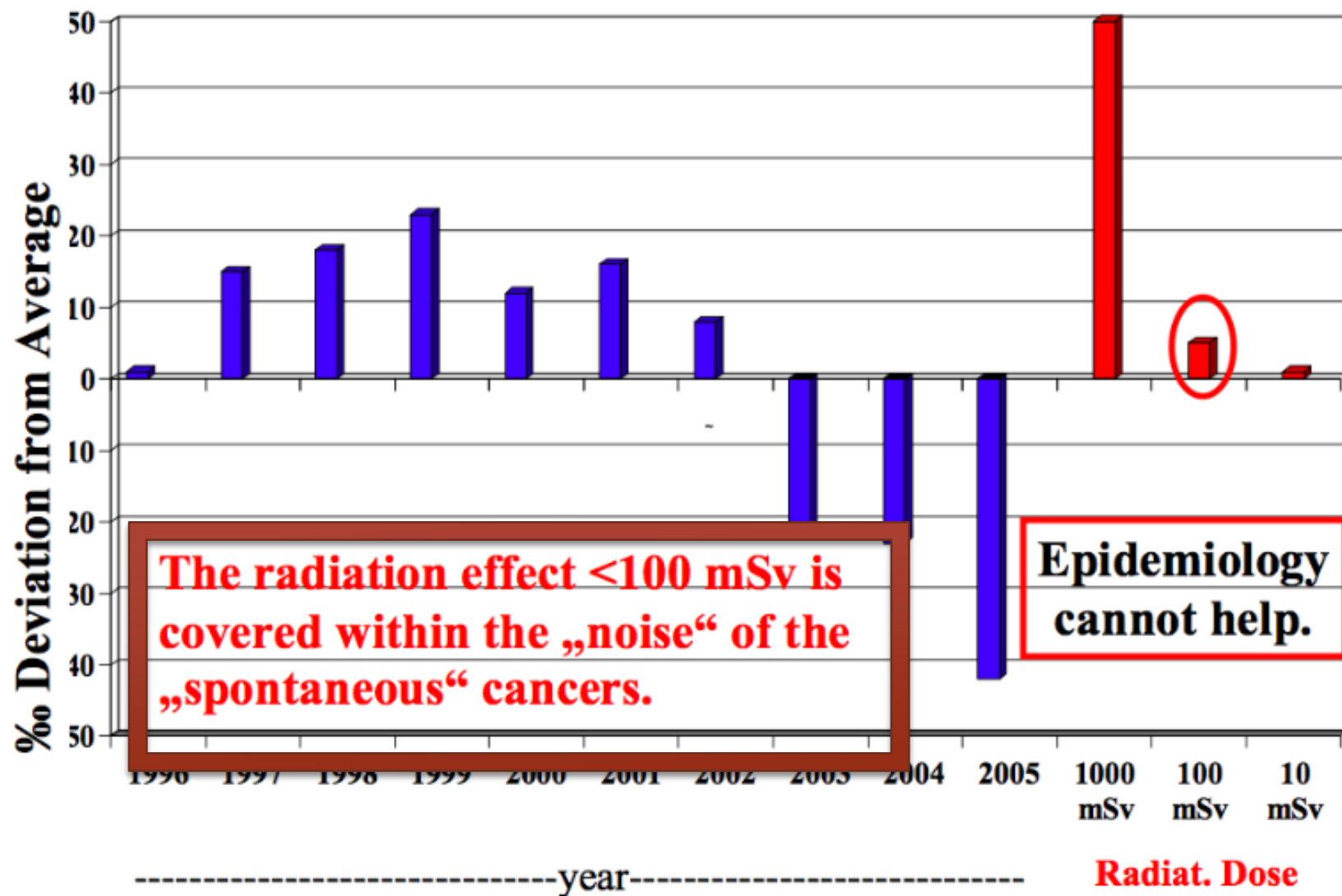


**Limite de dosis efectiva para trabajadores: 20 mSv por año o  
promediado en los 5 años consecutivos**

**Mujeres Embarazadas: 1 mSv en el feto**

(especificado en para. II-5) (Schedule II) del BBS

# Deviation of Cancer Mort. from the Average (‰) in 1996-2005 (SEER-U.S.A.) and Radiation Effect (ICRP)



The radiation effect <100 mSv is covered within the „noise“ of the „spontaneous“ cancers.

Epidemiology cannot help.



Los estudios epidemiológicos son muy importantes para evaluar los factores de riesgo cuantitativo de cáncer inducido por las RI, pero no resuelve la pregunta del riesgo a bajas dosis.

## Decreto 658/96

### Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 80, inciso 2

#### AGENTE: **RADIACIONES IONIZANTES**

<ul style="list-style-type: none"><li>— Anemia, leucopenia, trombocitopenia, o síndrome hemorrágico consecutivo a una irradiación aguda.</li></ul>	<p>esta de actividades donde se puede producir la exposición:</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Anemia, leucopenia, trombocitopenia o síndrome hemorrágico consecutivo a una irradiación crónica.</li></ul>	<p>Todos los trabajos que exponen a los Rayos X o las sustancias radiactivas naturales o artificiales así como toda fuente de emisión corpuscular o de <b>radiaciones</b>, en especial:</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Blefaritis o conjuntivitis.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Extracción y tratamiento de minerales radiactivos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Queratitis crónica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Preparación de compuestos radiactivos incluyendo los productos químicos y farmacéuticos radiactivos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Cataratas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Preparación y aplicación de productos fosforescentes radiactivos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Radiodermitis aguda.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Fabricación y uso de equipos de radioterapia y de rayos X.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Radiodermitis crónica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Todos los trabajos de los Hospitales, Sanatorios, Policlínicos, Clínicas, Clínicas dentales, que expongan al personal de salud a la acción de los rayos X.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Radiolesiones agudas de las mucosas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Radiografías industriales utilizando equipos de rayos X u otras fuentes de emisión de <b>radiaciones</b> gama.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Radiolesiones crónicas de las mucosas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Plantas de producción de isótopos radiactivos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Radionecrosis ósea.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Centrales nucleares.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>— Leucemias.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>— Cáncer broncopulmonar primitivo por inhalación.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>— Sarcoma óseo.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>— Cáncer cutáneo.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>— Alteraciones reproductivas; oligo o azoospermia, abortos espontáneos.</li></ul>	

# Aspectos radiológicos



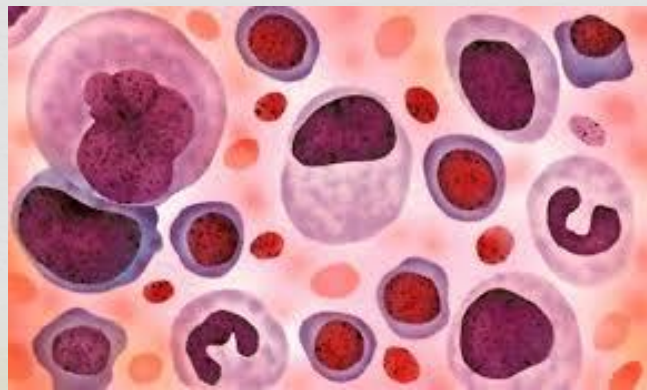
Estudios experimentales y en humanos (seguimientos a largo plazo de trabajadores de la industria nuclear) permitieron sostener que el sistema hemopoyético se caracteriza por una gran plasticidad y adaptación a la exposición crónica a las radiaciones ionizante.

# Aspectos Radiológicos



En nuestro caso, podemos afirmar que no se evidenciarían alteraciones clínicamente detectables por un hemograma como resultado de efectos tisulares en médula ósea.

Umbral de dosis que establece el Annals of the ICRP Publication para depresión del medula ósea es de 0,4 Gy/año.





# Aspectos Radiológicos



☞ En las Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica del año 2007, se sostiene que

*“En el rango de dosis absorbidas de **hasta alrededor de 100 mGy** (alta o baja LET) se estima que **ningún tejido expresa un deterioro funcional clínicamente relevante**. Dicha estimación se aplica tanto a dosis agudas únicas, como a situaciones donde dichas dosis bajas son recibidas de forma prolongada como exposiciones anuales repetidas”.*

(LET: Transferencia Lineal de Energía)

ICRP 2007, publicación 103

# Aspectos Médicos

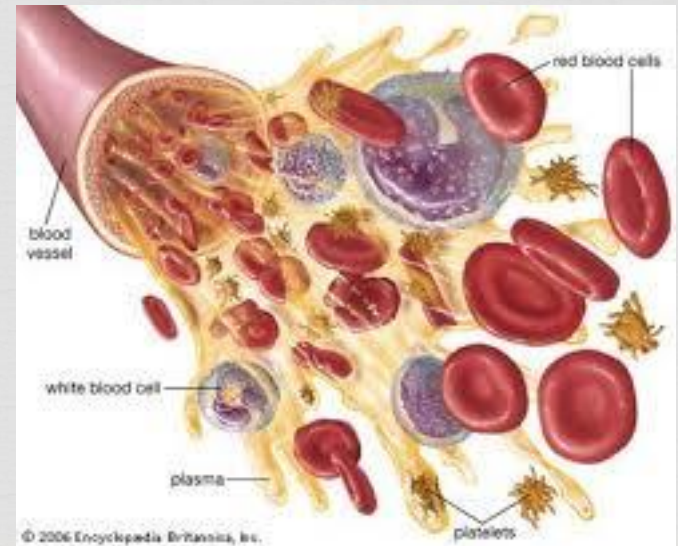
## Pruebas biológicas



∞ *Sensibilidad*

∞ *Especificidad*

∞ *Valor predictivo*



# Hemograma: ¿sensibilidad?



Las dosis necesarias para observar efectos en sangre superan por lo general los **300 mSv/año** (ICRP 118) , valor al que no se puede llegar sin superar los límites impuestos por las normas internacionales de la protección radiológica, que como mencionamos anteriormente es de 20 mSv/año.

Para alcanzar cifras de reticulocitos disminuídos por lesión radiológica de la médula ósea es necesario un nivel de dosis muy por encima de los valores establecidos como límites, incompatibles con el trabajo bajo normas. El umbral de tasa de dosis para observar efectos de depresión de médula ósea, para exposición crónica es mayor de 0.4 Gy/a



# Hemograma: ¿Valor predictivo?



- ∞ El hemograma y sus modificaciones no parecen ser indicadores precoces de efectos tempranos de patología radioinducida.
- ∞ Con dosis acumuladas por debajo de los 0,25 Gy/año no se evidenció disminución de la hemopoyesis.

(ICRP Publication 118: ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs - Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context)

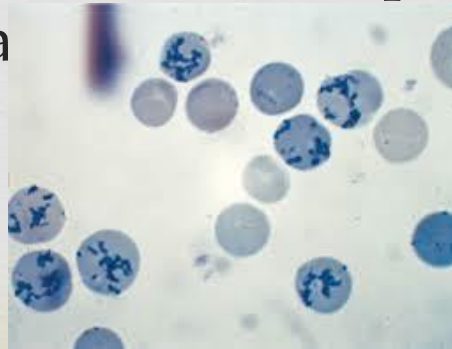
# Aspectos Médicos

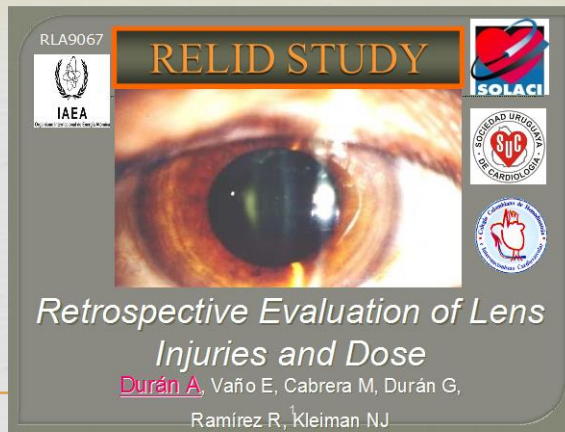


∞ El Número de Reticulocitos no es un parámetro diagnóstico de ninguna enfermedad concreta. Es INESPECÍFICO

Por Ej.: Un porcentaje de reticulocitos menor al normal puede indicar:

Insuficiencia de la médula ósea producida por toxicidad de drogas, tumor o infección; cirrosis hepática; deficiencia de folato; deficiencia de hierro; enfermedad renal con disminución de la producción de eritropoyetina; deficiencia de vitamina 12 entre otras pa





# CATARATAS

## Efecto determinístico observable a Bajas Dosis

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE  
ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION  
New York, 2011

III. INFORME CIENTÍFICO: RESUMEN DE LOS EFECTOS DE LAS  
RADIACIONES DE DOSIS BAJAS EN LA SALUD

# Aspectos ocupacionales



En la bibliografía internacional revisada, en general los períodos entre evaluaciones son anuales. Las Guías Internacionales del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), o la Comisión Internacional de Protección Radiológica sugieren un año como suficiente.

*MEDICAL SURVEILLANCE AND APPOINTED DOCTOR*,: 46.2 donde sugiere el menos una vez al año (*Periodic health reviews at least once per year*),  
“*MEDICAL EXAMINATIONS: VI.4. ( Persons employed in areas in which they may be exposed to radiation should be screened medically for fitness before commencing such employment and at appropriate intervals while so employed.*”)

IAEA, Safety Standards Series, Occupational Radiation, Protection in the Mining and Processing of Raw Materials, 2004

IAEA; Basic Safety Series 115, page 22

# Aspectos ocupacionales



La extracción de sangre para la realización de un hemograma es una práctica considerada mínimamente **invasiva**, que conlleva un **costo económico** así como el **riesgo de complicaciones**, en general menores. Como cualquier práctica médica, y dentro de la protección radiológica en particular, debe reunir el requisito de **Justificación**





para atribuir algunas enfermedades a la exposición a las radiaciones a bajas dosis, hay tres problemas fundamentales:



- ❧ A) La falta de especificidad en el tipo o las características de la enfermedad inducida por la exposición a las radiaciones;
- ❧ B) El período largo (de años o decenios) que media entre la exposición a las radiaciones y la aparición de la enfermedad;
- ❧ C) La elevada incidencia espontánea de enfermedades vinculadas con las radiaciones en la población en general de edad avanzada



Es el médico responsable de la vigilancia médica de los trabajadores con radiaciones quien tiene la potestad discrecional de llevar a cabo los exámenes que considere necesarios, fundamentados en el caso individual de cada trabajador.



## ÉTICA de la Vigilancia Ocupacional



- ❧ a) Las pruebas biológicas y otras investigaciones deben seleccionarse en función de su validez para proteger la salud del trabajador en cuestión.
- ❧ b) Deben de preferirse las pruebas biológicas que *no sean invasivas* y que no representen ningún riesgo para la salud del trabajador.
- ❧ d) Deben practicarse con el debido consentimiento informado del trabajador

Código de Ética de la Comisión Internacional de Medicina del Trabajo 1991, punto 12

# PROPUESTA DE EXAMEN PERIÓDICO



- ❧ 1) Anual o según exclusivo criterio médico en caso de comorbilidades
- ❧ 2) Elaboración de una Historia Clínica Laboral
- ❧ 3) Evaluación física completa
- ❧ 4) Resto de estudios según criterio médico, patologías o antecedentes de riesgo

# PROPUESTA DE EXAMEN PERIÓDICO



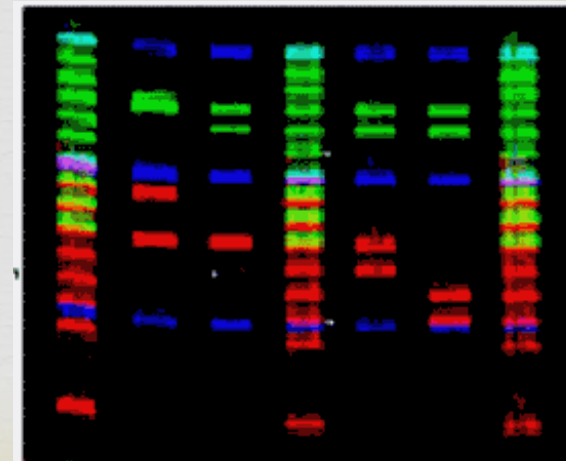
- ✧ Exploración oftalmológica (examen del cristalino)
- ✧ - Pruebas funcionales respiratorias a personal que trabaja en ambientes con alta carga atmosférica de polvo
- ✧ - Creatinina y pruebas de función hepática y tiroidea en operadores de fuentes no selladas según radionúclido involucrados
- ✧ - Audiometría a trabajantes en instalaciones del ciclo nuclear

# EL FUTURO



## BIOMARCADORES MOLECULARES

Útiles para susceptibilidad y trastornos de  
hipersensibilidad a las RI



# EXCEPCIONES

- 
- ☞ El organismo OIEA establece como excepción a estos programas de vigilancia médica tres situaciones que requieren una observación especial:
  - ☞ a) cuando el trabajo implica exposición a material radiactivo suspendido en el aire y es necesario evaluar la capacidad física del trabajador para desempeñarse con equipo respiratorio autónomo,
  - ☞ b) o bien cuando el trabajo involucra posible contaminación de la piel y es necesario evaluar las condiciones individuales de la piel del personal para descartar patologías o daño que pudiera exacerbarse por contaminación o agravar ésta y
  - ☞ c) cuando el trabajo es tal que los trabajadores con trastornos psicológicos puedan ser un peligro para sí mismos o para terceros.

**Muchas gracias !!!**

