

**PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN INSTALACIONES
RADIATIVAS EN LA INDUSTRIA**

**SISTEMA REGULADOR DE LAS
INSTALACIONES RADIATIVAS**

Sofía Suárez, CSN, mayo- 2006

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la utilización de las RI en la industria está muy extendida

La gran variedad de procesos físicos involucrados en los **fenómenos de interacción radiación- materia** es la causa de que el n° de aplicaciones posibles de RI en la industria sea muy elevado

La posesión y uso de emisores de RI están regulados desde el punto de vista de S y PR fundamentalmente por:

- **Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas RD 1836/1999. Trámite administrativo de autorizaciones**
- **Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. RD 783/2001. Normas de PR para el personal expuesto y para el público**

Más recientemente

- **RD 229/2006 sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad (FEAA) y fuentes huérfanas**

Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas Instalaciones radiactivas: definición y clasificación

Según el RINR se entiende por IRAs:

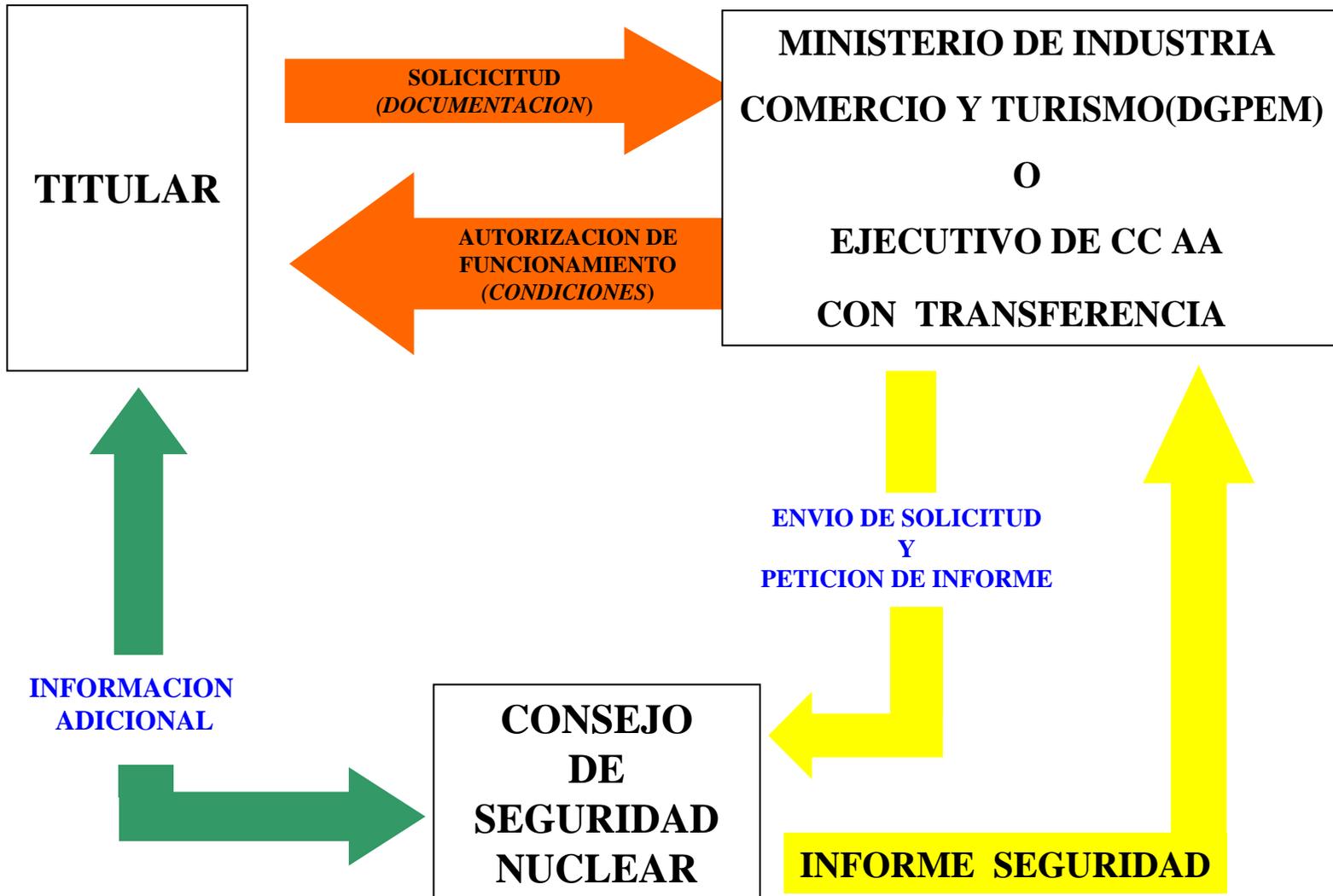
- Aquellas en las que exista una fuente de RI
- Equipos generadores de RX (más de 5 kV tensión)
- Cualquier dependencia o emplazamiento donde se produzcan, utilicen, manipulen o almacenen sustancias capaces de emitir RI cuando la actividad supere los valores de exención establecidos en este reglamento

Las clasifica en **tres categorías**, siendo las de primera categoría las de mayor riesgo.

En España solo tenemos una instalación radiactiva industrial de 1ª categoría

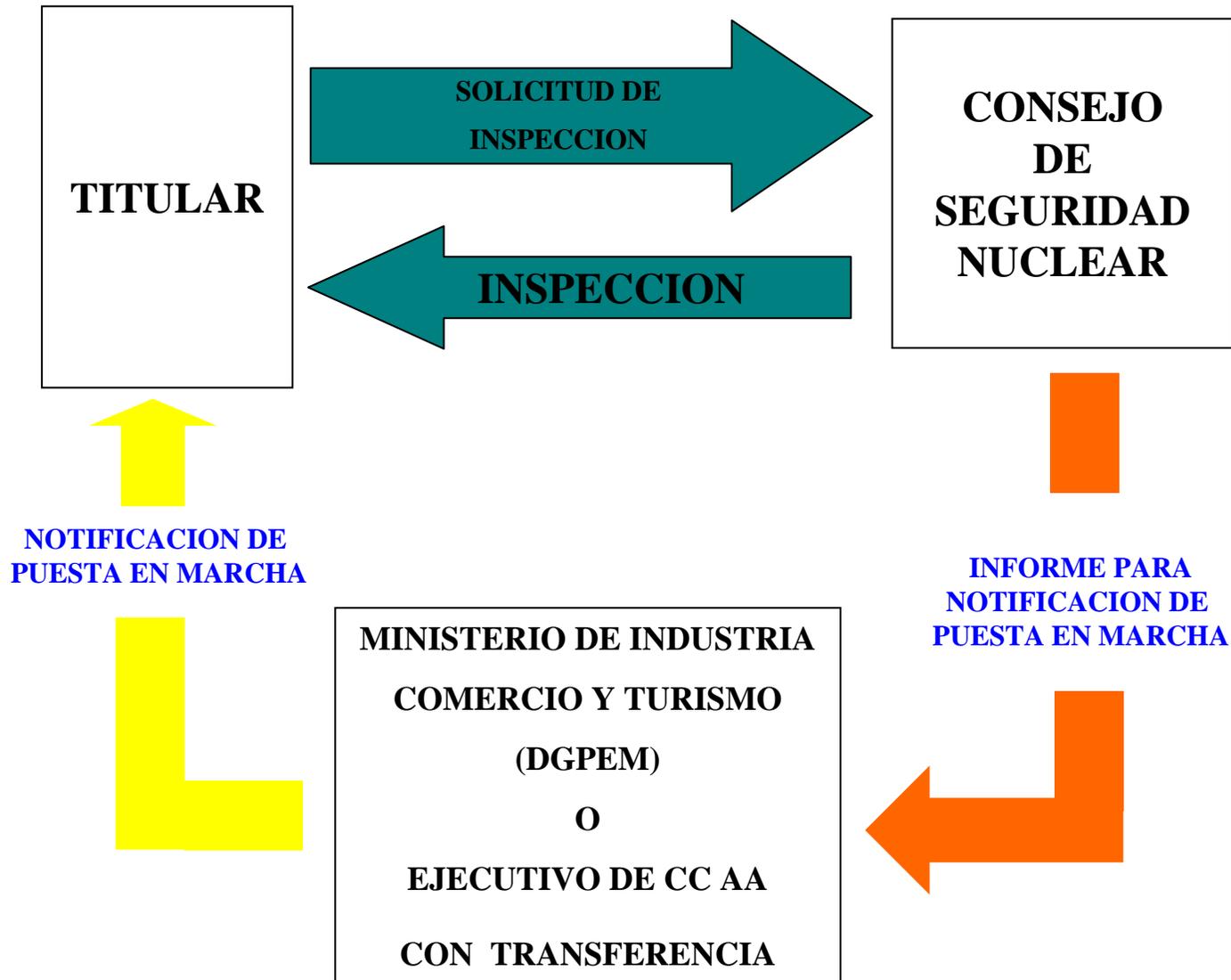
Licenciamiento de instalaciones radiactivas

Autorización de funcionamiento/modificación



Licenciamiento (2).

Notificación de puesta en marcha



Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes

Como parte del sistema de protección se establecen límites de dosis:

- Garantizan que se evitan los efectos deterministas y se limita la incidencia de efectos estocásticos
- No pueden ser interpretados como un objetivo sino como una frontera con lo inaceptable

ALARA (art.4.2)

DOSIS TAN BAJAS COMO RAZONABLEMENTE SEA POSIBLE

RD: control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas

Objeto:

Evitar la exposición de trabajadores y público a las RI como consecuencia de **control inadecuado** de las FEAA y de la posible existencia de FH

Para conseguir este objetivo:

Establece medidas para llevar a cabo un **estricto control** de cada una de las FEAA desde “la cuna a la tumba”

(fabricante, distribuidor, usuarios, destino final)

Exige entre otras cosas:

- Registro de cada FEAA y su localización (usuario).
- Inventario de fuentes a nivel nacional (CSN)
- Garantía financiera para gestión segura de las fuentes en desuso
- Cada FEAA identificada con nº único y acompañada de sus documentos de identificación incluyendo foto de fuente y contenedor
- ...
-

Único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica : Ley 15/1980 de creación del CSN

Competencias en relación a las IRAs:

- **Licenciamiento:** emitir informes previos a la concesión de la autorizaciones de las IRAs por el MICYT o CCAA
- **Control:** Inspección y control de las IRAs hasta su clausura con el fin de que el funcionamiento de dichas instalaciones no suponga riesgos indebidos, ni para las personas ni para el medio ambiente

ACTUACIONES DE CONTROL DEL CSN

Control del funcionamiento de las IRAs

Mediante :

- ***Programa anual de inspecciones a las IRAS y***
- ***la evaluación de:***
 - Informes anuales de las instalaciones radiactivas
 - Actas de inspecciones de control
 - Modificación de documentos oficiales.
 - Incidencias, sobredosis, denuncias.

Se verifica el cumplimiento:

- Normativa aplicable
- Condiciones de la autorización
- Contenido de los documentos de IRA : MD,ES,RF,PE

Estos elementos de control permiten también hacer un seguimiento de la gestión de fuentes radiactivas

Las autorizaciones de las IRAs

Fijan la cantidad de equipos y fuentes radiactivas autorizadas,
Señalando las características técnicas / isótopos y actividad

En estas autorizaciones se requiere al titular:

- Adquisición del material /equipos a través de comercializadoras autorizadas
- O por importación directa siguiendo trámites reglamentarios
- Establecer acuerdos con los suministradores para la devolución de las fuentes fuera de uso a su país de origen; en su defecto ENRESA

Mediante inspecciones de control y revisión de los IP se comprueba que el inventario coincide con el autorizado; transferencias o adquisiciones no autorizadas; fuentes fuera de uso o almacenadas deficientemente

Las autorizaciones de comercialización

En ellas se requiere al titular:

- El suministro **solo** a titulares autorizados
- Disponer de **los medios para hacerse cargo de las fuentes fuera de uso** hasta su devolución a país de origen
- La remisión de un **registro trimestral de ventas y suministros** lo que permite detectar transferencias no autorizadas

Importación directa por el titular

- **País de UE :** El traslado de fuentes selladas entre Estados Miembros está sujeto al procedimiento en el Reglamento (Euratom) del Consejo nº1493/93
- **Países fuera de la Unión :** el mecanismo de control son las autorizaciones de importación

Clausura de las instalaciones

- **Por parte del CSN no se procede a informar la clausura hasta que se haya retirado el material o equipos radiactivos mediante un destino reglamentario**

Actuaciones para corrección (CSN)

- *Apercibimientos*: cuando hay incumplimientos
- *Multas coercitivas*: cuando no solucionan los incumplimientos y estos no son graves

Actuación Sancionador

- *Propuesta de Sanción*: Incumplimientos graves o reincidentes
- *Propuesta de Precintado/Incautación* de fuentes/equipos.
- *Suspensión de Funcionamiento*. (CSN por razones de seguridad)

OTRAS ACTUACIONES DEL CSN

- **INSTRUCCIONES TÉCNICAS: Recomendaciones o requerimientos** dadas al Titular para mejorar el funcionamiento de la instalación y evitar que determinadas desviaciones se conviertan en incumplimientos
- **INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS: Requerimientos** de obligado cumplimiento, complementarias al condicionado de la autorización



Hay 738 instalaciones industriales activas en todo el territorio nacional

IRAs INDUSTRIALES: TIPOS DE EMISORES DE RI

- Fuentes radiactivas encapsuladas:

Isótopos encerrados en cápsulas selladas de materiales resistentes o aquellas en las que el material radiactivo se encuentra sólidamente incorporado en materiales sólidos inactivos protegidos contra toda fuga.

Se les exige que cumplan como mínimo los requisitos de la ISO 2919 (T, P, Impacto, Vibración y Punción)

- Equipos generadores de rayos X

- Aceleradores de partículas

EQUIPOS DE CONTROL DE PROCESOS



Emisor: Fuente radiactiva o generador de RX

- Instalados en línea de proceso, pueden ser del tipo fijo o de barrido

En general en este tipo de instalaciones:

- El funcionamiento es sencillo y generalmente automático
- El riesgo de operación es muy bajo
- No suele haber puestos de trabajo en zona de influencia de los equipos
- Suele ser suficiente una licencia de supervisor
- Generalmente el SP es el único trabajador clasificado como expuesto

En España existen más de 320 instalaciones radiactivas autorizadas de control de proceso de las que 26 tienen FEAA

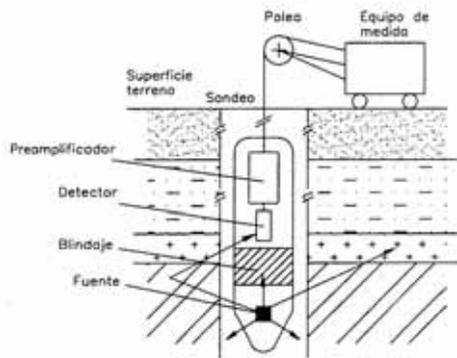
Instalaciones radiactivas de medida de humedad y densidad del terreno

Emisor: 1 o 2 fuentes radiactivas

- Son equipos móviles
- Se transportan al lugar de trabajo para su utilización
- Les aplica la reglamentación de TRA de MR
- Se utilizan para medida de densidad y humedad del suelo

Hay dos tipos:

- 1- Llevan fuente incorporada al equipo, son bultos de transporte tipo A y se emplean a poca profundidad (Troxler y CPN)
- 2- No llevan la fuente incorporada al equipo, mayor actividad de fuente, mayor riesgo de operación, se utilizan a grandes profundidades (sondas para prospecciones geofísicas)



En España hay unas 200 instalaciones radiactivas autorizadas de este tipo, de las cuales solo hay 3 del tipo 2 que además poseen FEAA

MATERIAL RADIOACTIVO: REQUISITOS DE DISEÑO

Fuentes radiactivas	Campo de aplicación	Actividad		Norma ISO:T,P,I,V,P	
		Sonda	Equipo	Sonda	Equipo
Am-241/Be	Medida de humedad	Hasta 740 GBq (20 Ci)	1,48 -1,85 GBq (40-50 mCi)	56522	43333 Real: 64444
Cs-137	Medida de densidad	Hasta 74GBq (2 Ci)	296 –370 MBq (8 – 10 mCi)		

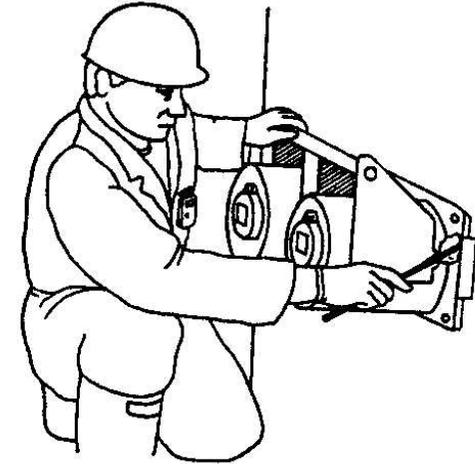
- Fuentes radiactivas doblemente encapsuladas (Aluminio y Acero)
- Cumple los requerimientos de la reglamentación de transporte para **Material en forma especial**: han superado ensayos especiales de caída libre, percusión, calor, inmersión
- Dadas sus características es difícil que se produzca pérdida de hermeticidad

EQUIPOS DE MEDIDA DE DENSIDAD Y HUMEDAD DE SUELOS: Actuaciones de control genéricas efectuadas por el CSN

Dos instrucciones técnicas complementarias:

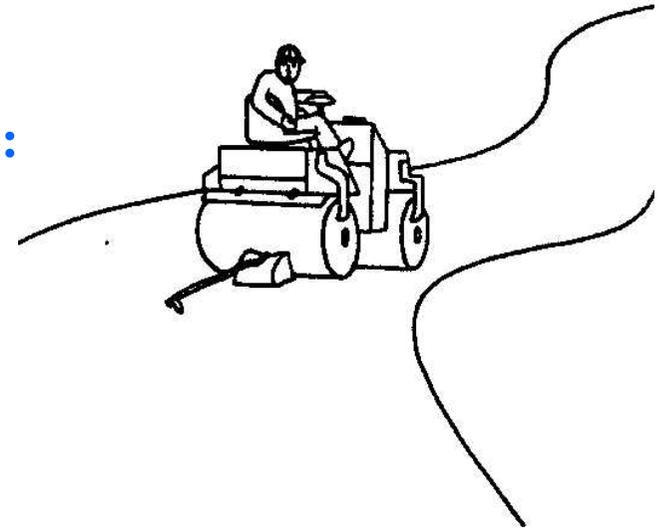
■ **En relación con el mantenimiento:**

- **Recoge el alcance mínimo del programa de mantenimiento a aplicar en estos equipos**



■ **Para disminuir la incidencia de aplastamientos**

- **Se deberá extremar la vigilancia sobre el equipo: debe permanecer en la maleta de transporte hasta que vaya a ser utilizado; el operador no debe perder de vista el equipo**
- **El equipo en funcionamiento señalizado con destellos luminosos**



Gammagrafía móvil : Aspectos de PR

La experiencia de operación ha puesto de manifiesto que el sector de la gammagrafía móvil es el que presenta no solo las dosis medias individuales más altas, sino también el mayor nº de dosis elevadas, sobredosis y accidentes

NECESIDAD DE MEJORA EN LA APLICACIÓN DEL
PRINCIPIO ALARA

GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

En España hay unas 49 Instalaciones radiactivas de gammagrafía móvil todas con FEAA

MATERIAL RADIATIVO

- Fuentes radiactivas doblemente encapsuladas (acero inoxidable o aleaciones de titanio)
- Como “material en forma especial” según reglamentación de transporte
- Diseñadas según norma ISO 2919 con una clasificación al menos de 43515. los equipos en uso tienen 64545
- El radionúclido más utilizado es el **Ir-192 con una actividad máxima de hasta 5 TBq (135 Ci)**
- Otros isótopos utilizados son: **Co-60 (fijas), Se-75, Yb-169**

Gammagrafía móvil : Aspectos de PR

Debido a sus particularidades de uso:

- Utilización a pie de obra
- Utilización de fuentes de actividad elevada
- No disponer de adecuados blindajes
- La PR va a depender sobre todo de la actuación del operador
- Necesidad de procedimientos detallados de actuación
- Sector muy competitivo – presión sobre el operador para hacer el trabajo en el menor tiempo posible (no planificación)

La filosofía de operación:

Tan rápido como sea posible,

no compatible con la filosofía de dosis:

Tan baja como sea posible.

IRAs DE GAMMAGRAFÍA : Actuaciones de control genéricas efectuadas por el CSN

1º Plan de mejora (1993)

- **Programa de auditorias** cuyas acciones derivadas fueron:
 - Envío de requerimientos y recomendaciones para mejorar los procedimientos de trabajo
 - Publicación de la guía 5.14 del CSN donde se establecen criterios para la elaboración de los procedimientos de operación y emergencia
 - Definición de cursos específicos para la cualificación de los SP y OP(guía 5.12 del CSN
- **Análisis del programa de revisiones periódicas** de los equipos y sus accesorios: para definir el alcance mínimo

Resultados:

- Mejora de los procedimientos escritos
- Mejora en el mantenimiento de equipos
- Ampliación y mejora de medios de PR

Sin embargo:

Se mantiene el porcentaje de trabajadores con dosis superiores a 10 mSv

IRAs DE GAMMAGRAFÍA : Actuaciones de control genéricas efectuadas por el CSN (2)

2ª Plan de mejora (aprobado por el CSN en 2001)

Objetivo principal:

Aumentar el compromiso de los titulares con el principio ALARA

- **Envío de ITC con los siguiente requerimientos:**
 - Elaboración de un **programa de formación** continua
 - **Planificación previa de tareas** para optimizar dosis: tipo de técnica, tipo de equipo, activ. fuente, telemando(tipo, longitud), nº operaciones, horario, dosis esperada
 - Elaboración de un **programa de inspecciones del SP** a trabajos del OP
- **Incremento de las actuaciones de control y coerción por parte del CSN**
- **Informar a los titulares sobre lecciones aprendidas en los sucesos y sobre prácticas internacionales**
- ..

INSTALACIONES DE GAMMAGRAFÍA EVOLUCIÓN DE DOSIS AÑOS DEL 2001 A 2004

■ Consideraciones de partida:

- Dosis individuales trabajadores de *9 empresas* representativas del sector
- El nº de trabajadores expuestos aumento progresivo: 342(2001) a 470 (2004)

■ CONCLUSIONES:

- Se observa una evolución favorable en los **valores bajos de dosis**, pasando de 228 trabajadores con dosis **inferiores a 5 mSv** en el año 2001, a 384 trabajadores en el 2004.
- Esto representa que en el año 2001 un **67%** de los trabajadores tuvieron dosis inferiores a 5 mSv, pasando este porcentaje a un **82%** en el año 2004.
- **En el rango intermedio de dosis, valores entre 5-15 mSv**, se ha producido una disminución desde un valor de 94 trabajadores en el 2001 hasta 66 en el 2004, debido al desplazamiento de los valores de dosis hacia el rango inferior.
- **En el rango alto de dosis, valores superiores a 15 mSv**, se ha mantenido constante la cantidad de trabajadores en ambos años en un valor de 20, lo que también supone una mejora considerando el incremento de trabajadores habido entre ambos años.

IRAs DE GAMMAGRAFÍA: DISEÑO DE EQUIPOS

Otro aspecto a considerar en la mejora de la PR es la seguridad inherente al equipo, diseño y mantenimiento, ya que muchos incidentes operacionales son debidos a fallos en ellos

Se han analizado las **condiciones de seguridad** de los equipos existentes en España

Referencia: ISO 3999

El CSN aprobó en diciembre-2005 un **Plan de actuación** con los requisitos mínimos que deben cumplir los equipos y plazos para cumplirlos



INSTALACIONES DE IRRADIACIÓN INDUSTRIAL

En España hay dos irradiadores industriales destinados fundamentalmente a la esterilización de productos con fuentes de radiación diferentes:

- **IONMED: ACELERADOR DE ELECTRONES DE 10 MeV, en Cuenca**
- **ARAGOGAMMA: CON FUENTE DE Co-60 de 12,21 PBq (330 KCi) en Barcelona**

En base al Reglamento sobre Inst. Nucleares y Radiactivas, así como la Ley de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear:

- Los **aceleradores** de partículas se clasifican como **Instalaciones Radiactivas de 2ª categoría**
- Las instalaciones de **irradiación industrial con fuente radiactiva** se clasifican como **Instalaciones Radiactivas de 1ª categoría**

INSTALACIONES DE IRRADIACIÓN INDUSTRIAL

- Este tipo instalaciones producen muy altas dosis dentro de la cámara de irradiación,
- El riesgo de exposiciones accidentales se hace mínimo con un **diseño y construcción adecuados**.
Especial atención a blindajes, control de acceso, enclavamientos de seguridad y unos procedimientos de trabajo y entrenamiento adecuados.

INSTALACIONES RADIATIVAS INDUSTRIALES CONCLUSIÓN FINAL

En las instalaciones radiactivas:

LOS RIESGOS ESTÁN CONTROLADOS POR: EL PROPIO DISEÑO (BLINDAJES, SISTEMAS DE SEGURIDAD..), FUENTES ENCAPSULADAS QUE CUMPLEN NORMATIVA INTERNACIONAL, FORMACIÓN Y PREPARACIÓN DEL PERSONAL DE OPERACIÓN, PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y DE EMERGENCIA...

EL CONTROL REGULADOR garantiza que se cumplen y mantienen las condiciones aprobadas