

## **PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN DE TRABAJOS DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL EN CAMPO**

### **NOTA ACLARATORIA**

El objetivo de este procedimiento de planificación de tareas, es que sirva como guía metodológica para que cada instalación radiactiva que efectúe actividades de gammagrafía móvil, desarrolle su propio procedimiento al respecto.

En cuanto a los niveles de riesgo asociado a cada tipo de trabajo, como los coeficientes en función del nivel de riesgo del trabajo, o los factores de corrección, FC, recogidos en este documento para así estimar la dosis que recibiría los operadores, son valores experimentales aportados por empresas del sector, por lo que se trata de valores orientativos, y por tanto podrán establecerlos cada usuario y actualizarlos con la experiencia operativa.

En cuanto a la distribución de la dosis estimada entre los participantes en cada trabajo (operador y/o ayudante), no es un factor de importancia, y en base a las operaciones que puede realizar cada uno según el Reglamento de Funcionamiento presentado, se puede repartir esa dosis bien como se recoge en este documento (3/4 operador, 1/4 ayudante), u otra proporción hasta llegar a un reparto equitativo entre ambos.



## - INDICE -

1.-OBJETO .....	4
2.-ALCANCE.....	4
3.-RESPONSABILIDADES .....	4
4.-REQUISITOS PREVIOS.....	4
5.-CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	4
5.1 Fases de proceso .....	4
5.2 Componente .....	4
5.3 Fuente de radiación .....	5
6.-NIVELES DE RIESGO.....	6
6.1 Simbología .....	6
6.2 Nivel de riesgo parcial según fase, componente y situación .....	6
6.3 Nivel de riesgo en función del tipo de emisor de radiación ionizante.....	7
6.4 Nivel de riesgo del trabajo (NRT) .....	7
7.-MEDIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA .....	7
7.1 Colimador .....	7
7.2 Longitud del telemando .....	7
7.3 Longitud y nº de mangueras de salida.....	8
7.4 Telemando automático.....	8
7.5 Actividad de la fuente.....	8
7.6 Otros (zonas con blindajes).....	8
8.-PLANIFICACIÓN .....	9
8.1 Trabajos habituales o rutinarios.....	9
8.2 Otros trabajos .....	9
8.3 Hipótesis de cálculo para las tablas de dosis.....	10
8.4 Registro de planificación .....	10
8.5 Registro de dosis .....	11
8.6 Análisis .....	11
8.7 Actuaciones en caso de desviación.....	11
9.-ACTUALIZACION DEL FACTOR K.....	11
10.-ARCHIVO .....	11
A N E X O – I .....	12
A N E X O – II .....	14
A N E X O – III .....	20
A N E X O – IV .....	22

## **1.-OBJETO**

Este procedimiento tiene por objeto establecer los criterios y la sistemática para la planificación de los trabajos de radiografía industrial en campo, a fin de minimizar tanto como sea razonablemente posible la dosis del personal de operación y del público en general. Siempre que sea razonablemente posible, la radiografía industrial se realizará en una instalación fija.

## **2.-ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todos los trabajos de radiografía industrial que se realicen fuera de instalaciones fijas (bunker), con las siguientes excepciones:

- Radiografiado con Co-60, que será objeto de autorización previa por el CSN de acuerdo con un procedimiento de actuación y análisis de dosis específico para cada actuación.
- Radiografiado en zonas urbanas habitadas, que será realizado de acuerdo con un procedimiento específico para cada actuación.

Se entiende por instalación fija, todo recinto blindado (bunker) autorizado para realizar radiografías en su interior de acuerdo a las Especificaciones Técnicas a las que está sometido el funcionamiento de la instalación radiactiva, y que por tanto dispone de los correspondientes enclavamientos de seguridad y dispositivos de señalización.

Todo emplazamiento en el que se vaya a trabajar y disponga de un recinto cerrado y blindado de forma que la tasa de dosis en el exterior del mismo permita clasificar la zona como de libre acceso, se dotará de los dispositivos necesarios para convertirlo en una instalación fija.

## **3.-RESPONSABILIDADES**

En el Reglamento de Funcionamiento de la Instalación se establecerá la organización del personal con responsabilidad en la aplicación de este procedimiento.

## **4.-REQUISITOS PREVIOS**

Antes de la realización de cualquier planificación se analizará con el cliente la idoneidad de la ubicación y horarios de trabajo, a fin de que se pueda asegurar el cumplimiento de los límites de dosis legalmente establecidos para el público en general.

En cada nuevo emplazamiento se estudiarán las condiciones de trabajo a fin de minimizar los riesgos radiológicos para el personal de operación.

## **5.-CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS**

A fin de establecer los niveles de riesgo, para cada trabajo, previamente se efectúa la siguiente clasificación según la fase del proceso, componente, situación y tipos de fuentes de radiación:

### **5.1 Fases de proceso**

Se establece la siguiente clasificación:

- . Fabricación en Taller
- . Montaje / Obra
- . Servicio / Mantenimiento

### **5.2 Componente**

Para establecer con mayor precisión los niveles de riesgo, se tendrá en cuenta la situación dentro de cada fase del componente a radiografiar.

FASE	COMPONENTE	SITUACIÓN
Fabricación en taller	Tubería y accesorios Estructura Calderería	----- ----- -----
Montaje / Obra	Tubería y accesorios  Estructura Tanques/Esferas	Línea aérea (sin protección posible por blindaje) Gasoducto fuera de zanja Instalaciones en planta Gasoducto dentro de zanja Gasoducto con equipo crawler  ----- -----
. Servicio / Mantenimiento	Tubería y accesorios  Estructura Tanques Esferas	Línea aérea (sin protección posible por blindaje). Instalaciones en planta Gasoducto dentro de zanja.  ----- ----- -----

### 5.3 Fuente de radiación

En función de la fuente de radiación a utilizar, se clasifican en:

- . Rayos X
- . Isótopo de Se<sup>75</sup>
- . Isótopo de Ir<sup>192</sup>

## 6.-NIVELES DE RIESGO

### 6.1 Simbología

A fin de establecer una diferenciación cualitativa del nivel de riesgo de los distintos tipos de trabajos, según la clasificación del punto anterior, se establece la siguiente simbología:

SÍMBOLO (X)	NIVEL DE RIESGO ASOCIADO
0	RIESGO MÍNIMO
1	RIESGO PEQUEÑO
2	RIESGO MODERADO
3	RIESGO MEDIO

### 6.2 Nivel de riesgo parcial según fase, componente y situación

El nivel de riesgo asociado, en función de la fase del proceso, componente a radiografiar y su situación es el siguiente:

FASE	COMPONENTE	SITUACIÓN	NIVEL DE RIESGO
Fabricación en taller	Tubería y accesorios	-----	1
	Estructura	-----	1
	Calderería	-----	1
Montaje / Obra	Tubería y accesorios	Línea aérea (sin protección posible por blindaje)	3
		Instalaciones en planta	2
		Gasoducto fuera de zanja	3
		Gasoducto en zanja	0
		Gasoducto con equipo crawler	1
	Estructura	-----	<b>3</b>
	Tanques	-----	2
Esferas	-----	2	
Servicio / Mantenimiento	Tubería y accesorios	Gasoducto dentro de zanja	0
		Línea aérea (sin protección posible por blindaje)	3
		Instalaciones en planta	2
	Estructura	-----	<b>2</b>
	Tanques	-----	2
	Esferas	-----	2

NOTA: Puede haber casos que no coincidan exactamente con los conceptos de esta clasificación, pero por similitud serán asociados a uno de los niveles de riesgo indicados.

### 6.3 Nivel de riesgo en función del tipo de emisor de radiación ionizante

TIPO DE EMISOR	NIVEL DE RIESGO (Y)
Rayos X	0
Isótopo Se <sup>75</sup>	1
Isótopo Ir <sup>192</sup>	2

### 6.4 Nivel de riesgo del trabajo (NRT)

El nivel de riesgo del trabajo se definirá mediante dos dígitos 

X	Y
---	---

, el primero representa el nivel riesgo correspondiente a la fase, componente y situación, y el segundo al de tipo de fuente radiactiva.

## 7.-MEDIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Los medios de protección radiológica que mediante una buena elección pueden tener influencia en la disminución de la dosis del personal de operación son:

- . Colimador
- . Longitud del telemando
- . Longitud y nº de mangueras de salida
- . Telemando automático
- . Actividad de la fuente
- . Otros como blindajes adicionales, etc...

Para su adecuada elección se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

### 7.1 Colimador

El colimador proporciona un blindaje a la radiación cuando la fuente está en posición de exposición, en aquellas direcciones en las que esta radiación no es utilizada para la obtención de las radiografías. El uso de un colimador de tungsteno convencional proporciona una reducción de la tasa de dosis que puede llegar a ser entre un 85-90%.

Por lo tanto, siempre que sea operativo, deberá establecerse su utilización en la planificación de los trabajos. Las situaciones en que el uso del colimador no es operativo pueden venir dadas por las características del trabajo, como pueden ser: exposiciones panorámicas u otras, en las que con la propia protección del componente a radiografiar y la disminución del nº de exposiciones a realizar, darían lugar a una menor dosis para el personal de operación.

### 7.2 Longitud del telemando

Es evidente que un factor muy importante en la protección radiológica es la distancia, por ello cabe pensar que cuanto mayor sea la longitud del telemando, mayor protección, y así es, pero por otra parte hay que tener en cuenta que al aumentar la longitud, aumenta el rozamiento del cable en la manguera, y por consiguiente puede llegar a disminuir en gran medida su operatividad y aumentar el tiempo de operación.

Pruebas realizadas a fin de encontrar la mejor solución, han concluido con la conveniencia de sustituir, en lo posible, los telemandos tradicionales de 7,5 m por telemandos de 10 m con cable propulsor de 15 m, con lo que la longitud de salida del cable propulsor queda limitada a un máximo de 5 m (manguera + puntal), que en la mayoría de los casos es más que suficiente, y representa una reducción de la tasa de dosis en la zona de telemando del orden del 50%.

No obstante, hay ocasiones en las que es importante tener una mayor distancia del equipo al punto focal de forma que nos permita colocar el equipo en posiciones más seguras y estables y a la vez situar el punto focal en la posición técnicamente adecuada, como puede ser en exposiciones panorámicas, o individuales en el interior de componentes donde, además se cuente con un blindaje de protección, bien por el propio componente a radiografiar y/u otro que pueda existir en la zona, con una mayor eficiencia en la reducción de dosis que la proporcionada por la mayor longitud de telemando. En estos casos se utilizarán telemandos de 7,5 m, con cable propulsor de 15 m, lo que permite una salida del cable propulsor de 7,5 m, o mucho mejor telemandos de 10 m con cable propulsor de 20 m.

### **7.3 Longitud y nº de mangueras de salida**

Dado que el tiempo más crítico de la operación, cuando no se dispone de una barrera de blindaje interpuesta entre telemando y equipo, es el que transcurre durante la puesta en exposición (desplazamiento de la fuente desde el equipo al colimador) y viceversa, recogida de la fuente al equipo, es de la máxima importancia que este recorrido sea el menor posible, de forma que este tiempo pueda ser reducido al máximo.

No obstante, por razones operativas y de seguridad en el caso de una emergencia por desconexión de la fuente, esta longitud no debería ser inferior a 2 m.

También hay que tener en cuenta que, por razones de seguridad en los casos de emergencia anteriores, no se debería utilizar un solo tramo de manguera de salida (solo la manguera puntal), ya que dificultaría las operaciones de recogida y ocasionaría un coste en dosis mucho más alto; por lo tanto, se deberá disponer de puntales cortos de 175 mm de longitud, que utilizados con una manguera de  $\approx 2,10$  m, constituyen una longitud de  $\approx 2,275$  m que es muy apropiada para la mayoría de los trabajos.

### **7.4 Telemando automático**

Se utilizará un telemando automático, con mando a distancia o temporizador, de forma que permita al operador alejarse antes de que comience la salida de la fuente del equipo, cuando en los trabajos clasificados como nivel de riesgo 

3	2
---	---

 no se pueda realizar toda la producción sin superar el límite diario definido en el Reglamento de Funcionamiento de la instalación.

### **7.5 Actividad de la fuente**

En todos los casos, el responsable de la planificación establecerá, dentro de los equipos disponibles, el de actividad más adecuada para cada trabajo, en función de los valores de espesores, diámetros y la clasificación del nivel de riesgo.

### **7.6 Otros (zonas con blindajes)**

En casos especiales, en los que los medios indicados no sean suficientes, o no puedan ser utilizados, como por ejemplo, el telemando automático en ambientes explosivos, o porque siendo factible su utilización se pueda conseguir una protección equivalente o mejor se utilizarán otras alternativas de protección como pueden ser barreras móviles de blindaje: bidones de agua, planchas de plomo, sacos de arena, etc.

El blindaje es otro parámetro, junto con la distancia, que influyen en la dosis debida a un emisor radiactivo. Si se interpone una barrera de blindaje entre telemando y equipo se reduce la dosis en función del tipo de emisor y material y espesor de ese blindaje.

Para el caso del Ir-192, se incluye una tabla con los espesores de semireducción para diferentes materiales:

	Plomo (mm)	Acero (mm)	Hormigón (mm)	Tungsteno (mm)
Ir-192	4	13	40	3.3

Como ejemplo suponemos que entre la fuente y el trabajador existe una pared de hormigón de 12 cm, para calcular el número de espesores de semireducción (n), se divide este valor por el espesor de semirreducción que figura en la tabla:

$$12 \text{ cm de hormigón} / 4 \text{ cm de espesor de semireducción} = 3$$

La nueva dosis se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$D_2 = D_1 / 2^n$$

Siendo  $D_2$  la nueva dosis tras interponer el blindaje,  $D_1$  la dosis sin blindaje y "n" el número de espesores de semireducción calculado.

## 8.-PLANIFICACIÓN

Será función del tipo de trabajo a desarrollar.

### 8.1 Trabajos habituales o rutinarios

Son todos aquellos trabajos que por la naturaleza de los mismos ya han sido realizados previamente. Para el establecimiento de la dosis teórica estimada para cada trabajo, el operador dispone de la/s tabla/s correspondiente/s a la actividad a desarrollar (en el anexo II se incluyen las correspondientes al Ir-192, con longitud de manguera prefijada y colimador de tungsteno), con la que este, en función del número de placas, puede determinar dicha dosis e incluirla en la casilla correspondiente del formato de registro cuyo modelo se incluye como anexo III a este procedimiento.

### 8.2 Otros trabajos

Para aquellos trabajos que se realicen por primera vez y se desconozca el entorno y las situaciones en las que pueden desarrollarse, será preciso realizar una visita previa a estas instalaciones para asegurarnos que pueden incluirse en alguno de los supuestos ya previstos o bien realizar el estudio de seguridad oportuno de cara a la planificación.

En muchos casos, puede no ser necesario realizar tal visita siempre que pueda obtenerse la información necesaria. Dicha información se rellenará en un cuestionario cuyo modelo se adjunta como anexo IV a este procedimiento.

Si tras la visita o el análisis de la información recopilada la planificación existente sigue siendo válida no será necesario tomar medidas adicionales, en caso de dar lugar a una **nueva** planificación está se elaborará de acuerdo a lo recogido en el punto 8.3 con las **nuevas** hipótesis de cálculo y se entregarán al operador para su aplicación.

Si por la naturaleza puntual y no repetitiva de los trabajos no fuera necesario elaborar una nueva tabla, el responsable de planificación facilitará al operador la información necesaria para planificar los trabajos:

- Medios de protección necesarios (telemando, manguera, colimador...)
- Planificación específica de trabajos (dosis esperada, blindajes adicionales...)

### 8.3 Hipótesis de cálculo para las tablas de dosis

Para la estimación de dosis del operador se utilizará la siguiente expresión:

$$A \times R \times K \times FC = \text{Dosis (mSv)}$$

Siendo:

- A = Actividad en Ci de la fuente de gammagrafía / En el caso de equipos de rayos X este valor será igual a 1
- R = N° de exposiciones a realizar
- K = Coeficiente experimental en función del Nivel de Riesgo del Trabajo, para telemando de 10 metros y 2 mangueras de salida (2x2m), indicado en Tabla Anexo I.
- FC = Factor de corrección. Este factor será igual a 1 cuando las condiciones sean las consideradas en la obtención del factor K, ó los valores de corrección para otras condiciones que le sean aplicables que aparecen en la Tabla del Anexo I.

En caso de disponer de un blindaje para utilizar en los trabajos de radiografiado, se recalculará la nueva dosis de acuerdo al punto 7.6.

Los valores de K se han obtenido experimentalmente como valores medios para cada NRT, pero cada instalación deberá recalcularlos de acuerdo al punto 9.

El factor de corrección a aplicar en caso de utilizar un telemando automático, se ha obtenido experimentalmente y podrá ser recalculado en base a la experiencia operativa.

Una vez calculada la dosis para esa operación, en el caso de que trabajen dos operadores la dosis estimada se repartirá equitativamente entre ambos y si los que trabajan son un operador y su ayudante, al operador se le asignará las tres cuartas partes y al ayudante la cuarta parte de la dosis total restante. *Esta* proporción, ó el criterio para asignar dosis al ayudante, deberán actualizarse en base a la experiencia operativa.

Si la dosis calculada en la planificación supone superar alguno de los niveles de referencias fijados en el Reglamento de Funcionamiento de la instalación, se tendrán en cuenta medidas adicionales para evitar la superación de esos niveles. Estas medidas adicionales adoptadas, deberán quedar registradas.

NOTA: Las tablas incluidas en el anexo II han sido elaboradas utilizando estas hipótesis de cálculo.

### 8.4 Registro de planificación

El contenido anterior será contemplado en un registro firmado por el Responsable de la planificación que lo emite.

Este registro puede ser según el modelo incluido en el Anexo III o cualquier otro formato o programa informático.

Una copia de este registro será entregado a cada operador o ayudante y el original permanecerá en poder del emisor.

## 8.5 Registro de dosis

Tal y como se ha descrito en el apartado 8.1 las dosis estimadas se plasman en la casilla "Dosis teórica  $\mu\text{Sv}$ "<sup>1</sup> del modelo de formato del anexo III. Este formato contempla además otros datos entre los que figuran las dosis reales leídas del DLD, para posteriormente poder comparar los valores con los planificados para análisis y archivo conjunto por un período de, al menos, un año, de forma que pueda ser una fuente de información estadística para la actualización de los valores de K, que permita mejorar la precisión en la estimación de dosis.

## 8.6 Análisis

El Responsable de la planificación recogerá mensualmente el registro de la dosis operacional del operador y ayudante, a fin de efectuar el análisis comparativo entre dosis la leída en el DLD y la dosis teórica, teniendo en cuenta que la desviación entre la dosis real DLD y la estimada para cada trabajador no será superior a 40  $\mu\text{Sv}$  por jornada. En este caso, el operador lo comunicará al responsable de planificación al término de la jornada laboral.

## 8.7 Actuaciones en caso de desviación

En los casos en que se sobrepasen los valores de desviación del punto anterior ó algunos de los niveles de referencia establecidos en el procedimiento correspondiente del Reglamento de Funcionamiento de la instalación, el Responsable de la planificación emprenderá las que procedan de las siguientes actuaciones:

- . Analizar las posibles causas hablando con el operador.
- . Detectadas las causas, conjuntamente con el operador, analizar las modificaciones necesarias en los medios de protección.
- . En caso de no detectar las causas, efectuar una supervisión en campo al mismo operador y trabajo o primer trabajo similar.
- . Revisar planificación de los trabajos.

## 9.-ACTUALIZACION DEL FACTOR K

Dado que los valores de K que figuran en la Tabla I se han obtenido experimentalmente, sería conveniente que cada instalación obtenga sus propios valores de K, aunque de partida se tomen los que figuran en esa tabla.

Para el cálculo de ese factor, se toman las dosis total (operador mas ayudante) de cada trabajo con la misma NRT y efectuadas en las mismas condiciones (longitud del telemando y mangueras de salida). En el caso de otras condiciones de longitud de telemando y mangueras de salida se aplicarán los factores de corrección teóricos que figuran en la tabla I.

Con esos valores de dosis total, se calcula la K dividiendo por la actividad de la fuente empleada en cada trabajo, (o en el caso de rayos X por 1) y el nº de radiografías realizado, hallándose el valor medio de K para cada NRT.

Con los datos obtenidos a lo largo de un año, sería conveniente efectuar un primer ajuste de estos valores de K, estableciéndose posteriormente una revisión periódica.

## 10.-ARCHIVO

Los registros diarios de la dosimetría DLD de los operadores se archivarán un mínimo de 1 año.

---

<sup>1</sup> La dosis teórica que figura en las tablas es una dosis total por trabajo. Es necesario multiplicar por el factor que corresponda según sea operador o ayudante (3/4 operador-1/4 ayudante, dos operadores 1/2 cada uno)

## ANEXO-I

### TABLA DE VALORES DE K ESTIMACIÓN DE DOSIS

**TABLA DE COEFICIENTES PARA LA ESTIMACIÓN DE DOSIS**  
**mSv = A × R × K × FC (para equipos con fuentes radiactivas)**

Valores de K en función del Nivel de Riesgo para telemando de 10 metros y 2 mangueras de salida (2 Mg), en el caso de equipos de gammagrafía con colimador		FC (Correcciones para otras condiciones) *			
NRT	K	T <sub>L7,5</sub>	T <sub>LAut</sub>	1 Mg	3 Mg
0-0	0	----		----	----
0-1	1,10 <sup>-6</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
0-2	2,25 <sup>-6</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
1-0	8,33 <sup>-6</sup>	----		----	----
1-1	1,00 <sup>-5</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
1-2	2,30 <sup>-5</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
2-0	1,10 <sup>-5</sup>	----		----	----
2-1	2,2 <sup>-5</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
2-2	5,05 <sup>-5</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
3-0	2,00 <sup>-5</sup>	----		----	----
3-1	2,65 <sup>-5</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56
3-2	6,07 <sup>-5</sup>	1,77	0,21	0,68	1,56

\* **Simbología :**

NRT = Nivel de Riesgo de Trabajo  
T<sub>L7,5</sub> = Telemando de 7,5 metros  
T<sub>LAut</sub> = Telemando automático  
1 Mg = 1 Manguera de salida  
3 Mg = 3 Mangueras de salida

NOTA: Se considera manguera de salida o tubo guía a cada manguera intermedia o puntal de ≈ 2,10 metros

## ANEXO II

Tablas de dosis teórica TOTAL estimada para Ir-192, telemando de 10m,  
manguera de salida de 4m y colimador de tungsteno

**NUMERO DE PLACAS REALIZADAS POR JORNADA**

**ACTIVIDAD IRIDIO-192 (Ci)**

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56	0,62	0,68	0,73	0,79	0,84	0,90	0,96	1,01	1,07	1,13
10	0,11	0,23	0,34	0,45	0,56	0,68	0,79	0,90	1,01	1,13	1,24	1,35	1,46	1,58	1,69	1,80	1,91	2,03	2,14	2,25
15	0,17	0,34	0,51	0,68	0,84	1,01	1,18	1,35	1,52	1,69	1,86	2,03	2,19	2,36	2,53	2,70	2,87	3,04	3,21	3,38
20	0,23	0,45	0,68	0,90	1,13	1,35	1,58	1,80	2,03	2,25	2,48	2,70	2,93	3,15	3,38	3,60	3,83	4,05	4,28	4,50
25	0,28	0,56	0,84	1,13	1,41	1,69	1,97	2,25	2,53	2,81	3,09	3,38	3,66	3,94	4,22	4,50	4,78	5,06	5,34	5,63
30	0,34	0,68	1,01	1,35	1,69	2,03	2,36	2,70	3,04	3,38	3,71	4,05	4,39	4,73	5,06	5,40	5,74	6,08	6,41	6,75
35	0,39	0,79	1,18	1,58	1,97	2,36	2,76	3,15	3,54	3,94	4,33	4,73	5,12	5,51	5,91	6,30	6,69	7,09	7,48	7,88
40	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	5,40	5,85	6,30	6,75	7,20	7,65	8,10	8,55	9,00
45	0,51	1,01	1,52	2,03	2,53	3,04	3,54	4,05	4,56	5,06	5,57	6,08	6,58	7,09	7,59	8,10	8,61	9,11	9,62	10,13
50	0,56	1,13	1,69	2,25	2,81	3,38	3,94	4,50	5,06	5,63	6,19	6,75	7,31	7,88	8,44	9,00	9,56	10,13	10,69	11,25
55	0,62	1,24	1,86	2,48	3,09	3,71	4,33	4,95	5,57	6,19	6,81	7,43	8,04	8,66	9,28	9,90	10,52	11,14	11,76	12,38
60	0,68	1,35	2,03	2,70	3,38	4,05	4,73	5,40	6,08	6,75	7,43	8,10	8,78	9,45	10,13	10,80	11,48	12,15	12,83	13,50
65	0,73	1,46	2,19	2,93	3,66	4,39	5,12	5,85	6,58	7,31	8,04	8,78	9,51	10,24	10,97	11,70	12,43	13,16	13,89	14,63
70	0,79	1,58	2,36	3,15	3,94	4,73	5,51	6,30	7,09	7,88	8,66	9,45	10,24	11,03	11,81	12,60	13,39	14,18	14,96	15,75
75	0,84	1,69	2,53	3,38	4,22	5,06	5,91	6,75	7,59	8,44	9,28	10,13	10,97	11,81	12,66	13,50	14,34	15,19	16,03	16,88
80	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	10,80	11,70	12,60	13,50	14,40	15,30	16,20	17,10	18,00
85	0,96	1,91	2,87	3,83	4,78	5,74	6,69	7,65	8,61	9,56	10,52	11,48	12,43	13,39	14,34	15,30	16,26	17,21	18,17	19,13
90	1,01	2,03	3,04	4,05	5,06	6,08	7,09	8,10	9,11	10,13	11,14	12,15	13,16	14,18	15,19	16,20	17,21	18,23	19,24	20,25
95	1,07	2,14	3,21	4,28	5,34	6,41	7,48	8,55	9,62	10,69	11,76	12,83	13,89	14,96	16,03	17,10	18,17	19,24	20,31	21,38
100	1,13	2,25	3,38	4,50	5,63	6,75	7,88	9,00	10,13	11,25	12,38	13,50	14,63	15,75	16,88	18,00	19,13	20,25	21,38	22,50

**TIPO DE TRABAJO: 0**

**GASODUCTO DENTRO DE ZANJA**

**Todas las dosis son en  $\mu$ Sv**

**NUMERO DE PLACAS REALIZADAS POR JORNADA**

<b>ACTIVIDAD IRIDIO-192 (Ci)</b>		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	<b>TIPO DE TRABAJO: 1</b>	
	5	0,06	0,12	0,17	0,23	0,29	0,35	0,40	0,46	0,52	0,58	0,63	0,69	0,75	0,81	0,86	0,92	0,98	1,04	1,09	1,15		
	10	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,69	0,81	0,92	1,04	1,15	1,27	1,38	1,50	1,61	1,73	1,84	1,96	2,07	2,19	2,30		
	15	0,17	0,35	0,52	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38	1,55	1,73	1,90	2,07	2,24	2,42	2,59	2,76	2,93	3,11	3,28	3,45		
	20	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	2,30	2,53	2,76	2,99	3,22	3,45	3,68	3,91	4,14	4,37	4,60		
	25	0,29	0,58	0,86	1,15	1,44	1,73	2,01	2,30	2,59	2,88	3,16	3,45	3,74	4,03	4,31	4,60	4,89	5,18	5,46	5,75		
	30	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45	3,80	4,14	4,49	4,83	5,18	5,52	5,87	6,21	6,56	6,90		
	35	0,40	0,81	1,21	1,61	2,01	2,42	2,82	3,22	3,62	4,03	4,43	4,83	5,23	5,64	6,04	6,44	6,84	7,25	7,65	8,05		
	40	0,46	0,92	1,38	1,84	2,30	2,76	3,22	3,68	4,14	4,60	5,06	5,52	5,98	6,44	6,90	7,36	7,82	8,28	8,74	9,20		
	45	0,52	1,04	1,55	2,07	2,59	3,11	3,62	4,14	4,66	5,18	5,69	6,21	6,73	7,25	7,76	8,28	8,80	9,32	9,83	10,35		
	50	0,58	1,15	1,73	2,30	2,88	3,45	4,03	4,60	5,18	5,75	6,33	6,90	7,48	8,05	8,63	9,20	9,78	10,35	10,93	11,50		
	55	0,63	1,27	1,90	2,53	3,16	3,80	4,43	5,06	5,69	6,33	6,96	7,59	8,22	8,86	9,49	10,12	10,75	11,39	12,02	12,65		
	60	0,69	1,38	2,07	2,76	3,45	4,14	4,83	5,52	6,21	6,90	7,59	8,28	8,97	9,66	10,35	11,04	11,73	12,42	13,11	13,80		
	65	0,75	1,50	2,24	2,99	3,74	4,49	5,23	5,98	6,73	7,48	8,22	8,97	9,72	10,47	11,21	11,96	12,71	13,46	14,20	14,95		
	70	0,81	1,61	2,42	3,22	4,03	4,83	5,64	6,44	7,25	8,05	8,86	9,66	10,47	11,27	12,08	12,88	13,69	14,49	15,30	16,10		
	75	0,86	1,73	2,59	3,45	4,31	5,18	6,04	6,90	7,76	8,63	9,49	10,35	11,21	12,08	12,94	13,80	14,66	15,53	16,39	17,25		
	80	0,92	1,84	2,76	3,68	4,60	5,52	6,44	7,36	8,28	9,20	10,12	11,04	11,96	12,88	13,80	14,72	15,64	16,56	17,48	18,40		
	85	0,98	1,96	2,93	3,91	4,89	5,87	6,84	7,82	8,80	9,78	10,75	11,73	12,71	13,69	14,66	15,64	16,62	17,60	18,57	19,55		
	90	1,04	2,07	3,11	4,14	5,18	6,21	7,25	8,28	9,32	10,35	11,39	12,42	13,46	14,49	15,53	16,56	17,60	18,63	19,67	20,70		
	95	1,09	2,19	3,28	4,37	5,46	6,56	7,65	8,74	9,83	10,93	12,02	13,11	14,20	15,30	16,39	17,48	18,57	19,67	20,76	21,85		
	100,00	1,15	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	12,65	13,80	14,95	16,10	17,25	18,40	19,55	20,70	21,85	23,00		

**FABRICACION EN TALLER: TUBERIA Y ACCESORIOS, ESTRUCTURA, CALDERERIA  
MONTAJE/OBRA: GASODUCTO CON CRAWLER**

**Todas las dosis son en  $\mu$ Sv**

**NUMERO DE PLACAS REALIZADAS POR JORNADA**

<b>ACTIVIDAD IRIDIO-192 (Ci)</b>	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
	5	1,26	2,53	3,79	5,05	6,31	7,58	8,84	10,10	11,36	12,63	13,89	15,15	16,41	17,68	18,94	20,20	21,46	22,73	23,99	25,25
	10	2,53	5,05	7,58	10,10	12,63	15,15	17,68	20,20	22,73	25,25	27,78	30,30	32,83	35,35	37,88	40,40	42,93	45,45	47,98	50,50
	15	3,79	7,58	11,36	15,15	18,94	22,73	26,51	30,30	34,09	37,88	41,66	45,45	49,24	53,03	56,81	60,60	64,39	68,18	71,96	75,75
	20	5,05	10,10	15,15	20,20	25,25	30,30	35,35	40,40	45,45	50,50	55,55	60,60	65,65	70,70	75,75	80,80	85,85	90,90	95,95	101,00
	25	6,31	12,63	18,94	25,25	31,56	37,88	44,19	50,50	56,81	63,13	69,44	75,75	82,06	88,38	94,69	101,00	107,31	113,63	119,94	126,25
	30	7,58	15,15	22,73	30,30	37,88	45,45	53,03	60,60	68,18	75,75	83,33	90,90	98,48	106,05	113,63	121,20	128,78	136,35	143,93	151,50
	35	8,84	17,68	26,51	35,35	44,19	53,03	61,86	70,70	79,54	88,38	97,21	106,05	114,89	123,73	132,56	141,40	150,24	159,08	167,91	176,75
	40	10,10	20,20	30,30	40,40	50,50	60,60	70,70	80,80	90,90	101,00	111,10	121,20	131,30	141,40	151,50	161,60	171,70	181,80	191,90	202,00
	45	11,36	22,73	34,09	45,45	56,81	68,18	79,54	90,90	102,26	113,63	124,99	136,35	147,71	159,08	170,44	181,80	193,16	204,53	215,89	227,25
	50	12,63	25,25	37,88	50,50	63,13	75,75	88,38	101,00	113,63	126,25	138,88	151,50	164,13	176,75	189,38	202,00	214,63	227,25	239,88	252,50
	55	13,89	27,78	41,66	55,55	69,44	83,33	97,21	111,10	124,99	138,88	152,76	166,65	180,54	194,43	208,31	222,20	236,09	249,98	263,86	277,75
	60	15,15	30,30	45,45	60,60	75,75	90,90	106,05	121,20	136,35	151,50	166,65	181,80	196,95	212,10	227,25	242,40	257,55	272,70	287,85	303,00
	65	16,41	32,83	49,24	65,65	82,06	98,48	114,89	131,30	147,71	164,13	180,54	196,95	213,36	229,78	246,19	262,60	279,01	295,43	311,84	328,25
	70	17,68	35,35	53,03	70,70	88,38	106,05	123,73	141,40	159,08	176,75	194,43	212,10	229,78	247,45	265,13	282,80	300,48	318,15	335,83	353,50
	75	18,94	37,88	56,81	75,75	94,69	113,63	132,56	151,50	170,44	189,38	208,31	227,25	246,19	265,13	284,06	303,00	321,94	340,88	359,81	378,75
	80	20,20	40,40	60,60	80,80	101,00	121,20	141,40	161,60	181,80	202,00	222,20	242,40	262,60	282,80	303,00	323,20	343,40	363,60	383,80	404,00
	85	21,46	42,93	64,39	85,85	107,31	128,78	150,24	171,70	193,16	214,63	236,09	257,55	279,01	300,48	321,94	343,40	364,86	386,33	407,79	429,25
	90	22,73	45,45	68,18	90,90	113,63	136,35	159,08	181,80	204,53	227,25	249,98	272,70	295,43	318,15	340,88	363,60	386,33	409,05	431,78	454,50
	95	23,99	47,98	71,96	95,95	119,94	143,93	167,91	191,90	215,89	239,88	263,86	287,85	311,84	335,83	359,81	383,80	407,79	431,78	455,76	479,75
	100	25,25	50,50	75,75	101,00	126,25	151,50	176,75	202,00	227,25	252,50	277,75	303,00	328,25	353,50	378,75	404,00	429,25	454,50	479,75	505,00

**TIPO DE TRABAJO: 2**

**MONTAJE / OBRA: INSTALACIONES EN PLANTA, TANQUES, ESFERAS  
 SERVICIO/MANTENIMIENTO: TUBERIA Y ACCESORIOS (INSTALACIONES EN PLANTA)  
 SERVICIO/MANTENIMIENTO: ESTRUCTURA, TANQUES ESFERAS.**

**Todas las dosis son en µSv**

**NUMERO DE PLACAS REALIZADAS POR JORNADA**

ACTIVIDAD IRIDIO-192 (Ci)	NUMERO DE PLACAS REALIZADAS POR JORNADA																				TIPO DE TRABAJO: 3
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
5	1,52	3,04	4,55	6,07	7,59	9,11	10,62	12,14	13,66	15,18	16,69	18,21	19,73	21,25	22,76	24,28	25,80	27,32	28,83	30,35	
10	3,04	6,07	9,11	12,14	15,18	18,21	21,25	24,28	27,32	30,35	33,39	36,42	39,46	42,49	45,53	48,56	51,60	54,63	57,67	60,70	
15	4,55	9,11	13,66	18,21	22,76	27,32	31,87	36,42	40,97	45,53	50,08	54,63	59,18	63,74	68,29	72,84	77,39	81,95	86,50	91,05	
20	6,07	12,14	18,21	24,28	30,35	36,42	42,49	48,56	54,63	60,70	66,77	72,84	78,91	84,98	91,05	97,12	103,19	109,26	115,33	121,40	
25	7,59	15,18	22,77	30,35	37,94	45,53	53,11	60,70	68,29	75,88	83,46	91,05	98,64	106,23	113,81	121,40	128,99	136,58	144,16	151,75	
30	9,11	18,21	27,31	36,42	45,53	54,63	63,74	72,84	81,95	91,05	100,16	109,26	118,37	127,47	136,58	145,68	154,79	163,89	173,00	182,10	
35	10,62	21,25	31,87	42,49	53,11	63,74	74,36	84,98	95,60	106,23	116,85	127,47	138,09	148,72	159,34	169,96	180,58	191,21	201,83	212,45	
40	12,14	24,28	36,42	48,56	60,70	72,84	84,98	97,12	109,26	121,40	133,54	145,68	157,82	169,96	182,10	194,24	206,38	218,52	230,66	242,80	
45	13,66	27,32	40,97	54,63	68,29	81,95	95,60	109,26	122,92	136,58	150,24	163,89	177,55	191,21	204,86	218,52	232,18	245,84	259,49	273,15	
50	15,18	30,35	45,53	60,70	75,88	91,05	106,23	121,40	136,58	151,75	166,93	182,10	197,28	212,45	227,63	242,80	257,98	273,15	288,33	303,50	
55	16,69	33,38	50,07	66,76	83,45	100,14	116,83	133,52	150,21	166,90	183,59	200,28	216,97	233,66	250,35	267,04	283,73	300,42	317,11	333,80	
60	18,21	36,42	54,63	72,84	91,05	109,26	127,47	145,68	163,89	182,10	200,31	218,52	236,73	254,94	273,15	291,36	309,57	327,78	345,99	364,20	
65	19,73	39,46	59,19	78,91	98,64	118,37	138,10	157,83	177,56	197,29	217,02	236,75	256,48	276,21	295,94	315,67	335,40	355,13	374,86	394,59	
70	21,25	42,49	63,74	84,98	106,23	127,47	148,72	169,96	191,21	212,45	233,70	254,94	276,18	297,43	318,67	339,91	361,15	382,40	403,64	424,88	
75	22,77	45,53	68,29	91,05	113,81	136,57	159,33	182,09	204,85	227,61	250,37	273,13	295,89	318,65	341,41	364,17	386,93	409,69	432,45	455,21	
80	24,28	48,56	72,84	97,12	121,40	145,68	169,96	194,24	218,52	242,80	267,08	291,36	315,64	339,92	364,20	388,48	412,76	437,04	461,32	485,60	
85	25,80	51,60	77,39	103,19	128,99	154,79	180,59	206,39	232,19	257,99	283,79	309,59	335,39	361,19	386,99	412,79	438,59	464,39	490,19	515,99	
90	27,32	54,63	81,95	109,26	136,58	163,89	191,21	218,52	245,83	273,14	300,45	327,76	355,07	382,38	409,69	437,00	464,31	491,62	518,93	546,24	
95	28,83	57,66	86,50	115,33	144,16	173,00	201,83	230,66	259,49	288,33	317,16	345,99	374,82	403,65	432,48	461,31	490,14	518,97	547,80	576,63	
100	30,35	60,70	91,05	121,40	151,75	182,10	212,45	242,80	273,15	303,50	333,85	364,20	394,55	424,90	455,25	485,60	515,95	546,30	576,65	607,00	

**MONTAJE/OBRA/SERVICIO/ MANTENIMIENTO: LINEA AEREA SIN PROTECCION POSIBLE POR BLINDAJE**

**MONTAJE/OBRA: TUBERIA Y ACCESORIOS, GASODUCTO FUERA DE ZANJA**  
**MONTAJE/OBRA: ESTRUCTURA**

**Todas las dosis son en  $\mu\text{Sv}$**

## ANEXO – III

### EJEMPLO DE FORMATO DE PLANIFICACIÓN DE TRABAJOS DE RADIOGRAFÍA Y DE REGISTRO DE DOSIS

**DELEGACIÓN:**

**Año:**

**Mes:**

**Nombre:**

Operador:  Radiómetro Marca: \_\_\_\_\_ N° Serie: \_\_\_\_\_

Ayudante:  DLD Marca: \_\_\_\_\_ N° Serie: \_\_\_\_\_

Día	Activ. Ci	Dosis leída DLD (µSv)	Dosis teórica µSv (Tablas) Ir-192	N° Exposiciones realizadas	Tipo de trabajo (0,1,2 o 3)	Medidas adicionales de P.R. * (cuando proceda)	TIPOS DE TRABAJO
1							<b>0</b>  GASODUCTO EN ZANJA
2							
3							
4							
5							
6							<b>1</b>  FABRICACION EN TALLER, GASODUCTO CON CRAWLER
7							
8							
9							
10							<b>2</b>  MONTAJE, OBRAS, TANQUES, ESFERAS, TUBERIAS, ESTRUCTURA, etc... <b>CON POSIBILIDAD DE BLINDAJE</b>
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							<b>3</b>  MONTAJE, OBRA, LINEAS AEREAS, TUBERÍA, GASODUCTO FUERA DE ZANJA, ESTRUCTURA, etc... <b>SIN MUCHA POSIBILIDAD DE BLINDAJE</b>
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
<b>TOTAL</b>		<b>µSv</b>	-	-			<b>FIRMA</b>

1 mSv = 1000 µSv = 100 mR

El día que no se trabaje se hará una raya en el cuadro.

ISOTOPO: IRIDIO-192

Dosis TLD:

Diferencia entre los valores de dosis leída (DLD) y la revelada del TLD =

**ESTE REGISTRO O FOTOCOPIA DEL MISMO DEBE ENVIARSE DEBIDAMENTE CUMPLIMENTADO MENSUALMENTE JUNTO CON LA PLACA DOSIMETRICA.**

## ANEXO – IV

EJEMPLO DE CUESTIONARIO PARA RECOGER INFORMACIÓN DE  
NUEVOS TRABAJOS DE CARA A LA PLANIFICACIÓN DE LAS  
ACTIVIDADES DE CONTROL RADIOGRÁFICO

**CLIENTE:**

**Dirección:**

**DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS:**

Taller:  Montaje  Zona urbana  Zona industrial  Campo  Otros.....

Proximidad de personas: si  no

**HORARIOS PREVISTOS PARA EL CONTROL**

Horario de comida.....Horario nocturno.....Cualquier horario.....

**DATOS PREVISTOS DE OBTENCIÓN DE LAS RADIOGRAFÍAS**

Exposición simple  Doble pared  Panorámica  Otras.....

Utilización de colimador: si  no

Espesores.....Cantidad:            Diámetros.....Cantidad

Tipos de material

**DATOS DE ACCESIBILIDAD, BLINDAJES ETC**

Tipo de accesibilidad:  
Posibilidades de blindajes naturales, artificiales, etc  
Se requieren medidas de seguridad adicionales

**OTRAS INFORMACIONES ADICIONALES**

Se solicitan fotografías de los lugares de actuación: si  no

**En base a los datos obtenidos, esta actividad se puede incluir dentro de las planificaciones habituales**  
si  no

**Se requiere la realización de una planificación especial** si  no

**OBSERVACIONES**