

Curso de capacitación sobre Evaluaciones de Seguridad de Instalaciones y actividades con radiaciones ionizantes .

Estimaciones de dosis en Braquiterapia HDR.





- **Metodología para la estimación de dosis en condiciones de operación normal en Braquiterapia.**
- **Ejemplo de estimación de dosis en condiciones de operación normal en Braquiterapia.**
 - ✓ *Trabajadores.*
 - ✓ *Público en general*
- **Ejemplo de estimación de dosis en condiciones de accidente en Braquiterapia**



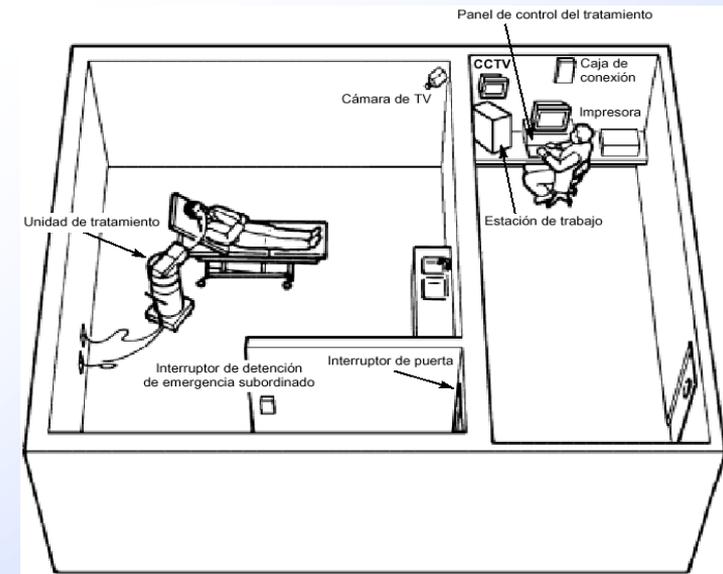
INTRODUCCIÓN

END

Para estimar dosis en condiciones de operación normal es necesario identificar las personas potencialmente expuestas y la condiciones de exposición en la práctica de Braquiterapia.

Se requiere hacer la estimación de dosis para:

1. Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos
2. Miembros del público

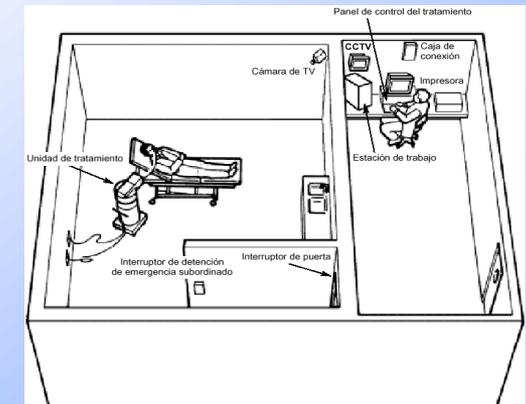




TRABAJADORES OCUPACIONALMENTE EXPUESTOS EN BRAQUITERAPIA

END

Trabajadores expuestos	Tareas asignadas	Dosis
Técnico operador del equipo de Braquiterapia	Operación del equipo desde el panel de control	Si
	Posicionamiento de los pacientes en el equipo para su tratamiento.	Si
Físico Médico	Control de calidad	Si
Médico Radioterapeuta	Colocación de los implantes en el bunker de Braquiterapia	Si





EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS PARA EL OPERADOR DE EQUIPO DE BRAQUITERAPIA

END

1. Estimación de dosis en el panel de control (en Braquiterapia todas las barreras son barreras primarias).

La tasa de dosis instantánea (IDR) en la barrera primaria puede ser estimada por la ecuación:

$$IDR = \frac{DR_0 \cdot B}{d^2}$$

DR_0 : Tasa de Kerma en aire a 1 m de la fuente.

$$DR_0 = RAKR \cdot A,$$

Donde:

- **RAKR**, está tabulado en la bibliografía y es la Tasa de Kerma en Aire a 1 m de la fuente estimada por unidad de actividad ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{MBq} \cdot \text{h}$), (RAKR I-192 = 0.111 y RAKR Co-60 = 0.308)
- **A** es la actividad de la fuente.
- **B**, Factor de transmisión de la barrera.
- **d**, es Distancia desde la Fuente y el punto de cálculo.



EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS PARA EL OPERADOR DE EQUIPO DE BRAQUITERAPIA

END

1. Estimación de dosis en el panel de control.

El factor de transmisión de la barrera puede ser calculado mediante la ecuación siguiente:

$$B = 10^{-\left\{1 + \left[\frac{S - TVL_1}{TVL_e} \right] \right\}}$$

Donde:

- **S**: es el espesor de la barrera.
- **TVL₁ = TVL_e**: es el espesor de la capa decimo reductora (15.2 cm, para Ir-192 y 21,8 cm, para Co-60)



EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS PARA EL OPERADOR DE EQUIPO DE BRAQUITERAPIA

END

1. Estimación de dosis en el panel de control.

La tasa de dosis promediada semanal que recibe el operador se estima partiendo de la IDR como:

$$R_w = IDR \times \frac{W U T}{DR_0}$$

W: es la carga de trabajo,

U: es el factor de uso.

T: es el factor de ocupación.

$$W = RAKR \cdot A \cdot t \cdot n$$

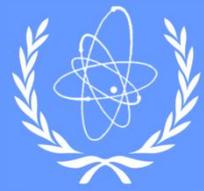
t, es el tiempo promedio por cada tratamiento,

n, es el número de pacientes por semana.

La dosis anual recibida por el operador en el panel de control es:

$$D_1 = R_w * N_w$$

N_w : es el número de semanas de trabajo al año (50 semanas).



EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS PARA EL OPERADOR DE EQUIPO DE BRAQUITERAPIA

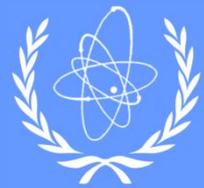
END

2. Dosis debida al posicionamiento del paciente en la unidad de tratamiento.

Consideraciones para la estimación de dosis.

1. Según la **norma IEC 60601-2-17** se asume que la tasa de dosis a 1 m del cabezal de la unidad **es 0.01 mGy/h**
2. N_0 es el **número de pacientes por día** que son tratados, asumimos que cada turno de trabajo tienen **2 tecnólogos operadores** y cada uno de ellos posiciona la mitad de los pacientes tratados.
3. En el **posicionamiento de cada paciente**, colocando los tubos guías, **se utilizan aproximadamente 5 minutos**.
4. Los tecnólogos trabajan **5 días a la semana y 50 semanas al año**.





EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS PARA EL OPERADOR DE EQUIPO DE BRAQUITERAPIA

END

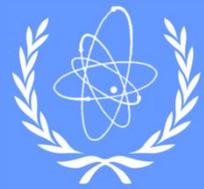
2. Dosis debida al posicionamiento del paciente en la unidad de tratamiento.

D_2 , es las dosis anual debida al posicionamiento del paciente.

$$D_2 = N_o/2 \text{ pac/días} * 0.0833h/pac. * 0.01mSv/h * 50 \text{ Sem/años} * 5 \text{ días/sem (mSv/año)}$$

Nota: $N_o/2$ es bajo la suposición de que trabajan 2 tecnólogos por equipo y cada uno de ellos posiciona la mitad de los pacientes tratados.





EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS PARA EL OPERADOR DE EQUIPO DE BRAQUITERAPIA

END

La Dosis Total Anual (D_{ta}) que recibe el operador en condiciones de operación normal es:

D_1



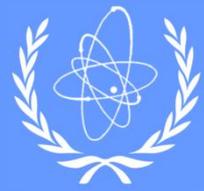
D_2



+

$$D_{ta} = D_1 + D_2$$

Conclusión: La D_{ta} debe ser menor que el límite y la restricción de dosis para esta práctica.

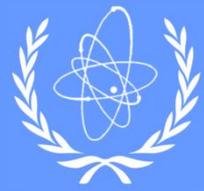


EXPOSICIÓN DE MIEMBROS DEL PÚBLICO EN LA PRACTICA DE BRAQUITERAPIA.

END

Miembros del público	Actividad que realizan	Dosis
Acompañante del paciente	Espera durante el tratamiento del paciente	Si
	Asistencia a ancianos y niños.	Si
Trabajadores del Hospital	Oficinas, Baños, Áreas adyacentes al Bunker.	Si





EJEMPLO DE ESTIMACIONES DE DOSIS BRAQUITERAPIA DE ATD PARA EL PÚBLICO



Para estimar la dosis que reciben los miembros del público podemos utilizar las mismas ecuaciones que se usaron para estimar la dosis en el Panel de Control. Se deben usar distancias y factor de ocupación realistas.



Barrera Primaria:
$$IDR = \frac{DR_0 \cdot B}{d^2}$$



ESCENARIOS DE ACCIDENTE. PRACTICA DE BRAQUITERAPIA



Escenarios de accidentes mas importantes en la práctica de Braquiterapia

1. **Atascamiento inadvertido de la Fuente durante el tratamiento de un paciente: *Con consecuencias para el paciente y el trabajador.***
2. **Desenganche del cable de accionamiento de la Fuente de Braquiterapia durante el tratamiento de un paciente: *Con consecuencia para el paciente y el trabajador.***
3. **Pérdida de la Fuente de Brquiterapia durante su almacenamiento o transportación: *Con consecuencia para el público.***
4. **Entrada inadvertida de una persona (trabajador o público) al bunker durante el tratamiento de un paciente: *Con consecuencia para el trabajador o el público.***
5. **Permanencia inadvertida de una persona (trabajador o público) en el bunker durante el tratamiento: *Con consecuencias para el trabajador o el público.***





ESCENARIOS DE ACCIDENTE. PRACTICA DE BRAQUITERAPIA

END

En todas los escenarios de accidentes existen dos condiciones de exposición de las personas que pueden ocurrir:

1. La persona se expone a la radiación primaria que proviene desde la fuente. En Braquiterapia la fuente emite en todas direcciones radiación primaria (“4 π ”).
2. La persona toma la fuente de Braquiterapia en sus manos.





EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CONDICIONES DE ACCIDENTE EN BRAQUITERAPIA

END

1. La persona se expone a la Radiación primaria.

La tasa de dosis que recibe la persona situada a una distancia «d» de la Fuente, puede ser estimada por la ecuación:

$$H_{ac} = \dot{H} = \frac{\Gamma \cdot A}{d^2}$$

donde:

Γ es la constante gamma del radioisótopo que contiene la Fuente utilizada (Γ I-192 = 0.135 mSv m²/ GBq h).

A es la actividad de la fuente.

d es la distancia desde la Fuente hasta la persona expuesta.

$$D_{ac} = H_{ac} * t_o$$

donde:

- t_o , es el tiempo durante el cual la persona se encuentra expuesta. Conservadoramente se asume que la persona se expone durante todo el tiempo en que se imparte la sesión de tratamiento del paciente



EJEMPLO DE ESTIMACIÓN DE DOSIS EN CONDICIONES DE ACCIDENTE EN BRAQUITERAPIA

END

2. La persona toma en sus manos la Fuente de Braquiterapia.

La dosis recibida por sostener con las manos la Fuente de Braquiterapia durante un cierto periodo de tiempo puede ser calculada por la ecuación:

$$D_c = F_c * T_c * A$$

donde:

F_c es el factor de conversión de tasa de dosis absorbidas, aplica a tejido blando, en Gy/Bq*s. (Tabla #15 EPR-D-VALUES 2006) (para I-192 $F_c = 8.5 \text{ e}^{-15} \text{ Gy/Bq*s}$)

T_c es el tiempo en que la persona sostiene la Fuente con sus manos.

A es la Actividad de la fuente (asumimos conservadoramente la actividad inicial de la fuente)

