

# INTERFAZ PARA EL CÁLCULO o COMPROBACIÓN DE BLINDAJES EN BRAQUITERAPIA

Autora: Zahara Martín Rodríguez.

Esta interfaz (Fig.1) permite el cálculo de espesores de barrera para una instalación nueva o comprobación de las dosis recibidas detrás de la barrera para instalaciones ya construidas. Los cálculos se llevan a cabo marcando los diferentes puntos de medida en los planos de la de la instalación correspondiente.

La interfaz está provista de un apartado en el que se informa del estado y de los pasos pertinentes a seguir al usuario. Algunos de los mensajes son meramente informativos y aparecen en amarillo, para continuar se hace click en el botón izquierdo del ratón.

Para la realización de los cálculos se llevan a cabo los siguientes pasos:

1.- **Buscar:** Descarga las imágenes necesarias comenzando la búsqueda en el mismo directorio. La imagen mostrada será la elegida en el directorio, pero cualquier otra se puede seleccionar de la lista apareciendo ilustrada inmediatamente.

2.- **Calibra:** Se lleva a cabo la calibración de la imagen del plano. Para ello se marcan dos puntos en el plano de una distancia conocida. A continuación, se introduce la distancia real en milímetros. La calibración viene dada en mm/pixel.

3.- **Radioisótopo:** Se elige un radioisótopo de la lista. Para cada radioisótopo en particular se almacena la energía media para fotones, la vida media, la constante tasa-kerma y los coeficientes,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  necesarios tanto para el cálculo de blindajes como de dosis con barrera.

4.- **Carga de trabajo** (mGy/sem): Se introducen los datos necesarios para el cálculo de la carga de trabajo como la actividad máxima en MBq, el número de tratamientos a la semana y el tiempo en minutos para cada tratamiento [1].

$$\text{Carga\_Trabajo} = (\text{TKRA} * \text{TratSemana} * \text{Irradiacion} * \text{FConvKerma2Dose}) / (1000 * 60)$$

5.- **Posición:** Se refiere a la posición de la fuente radiativa desde la que se calculará la distancia a cada uno de los puntos de medida. Esta medida se calcula en píxeles y se multiplica por la calibración correspondiente.

6.- **Tipo de barrera:** Primaria, si se trata de un punto de cálculo de medida tras una barrera primaria. Se elige un punto sobre el plano de la instalación. Al elegir el punto se calcula la distancia automáticamente a la que se encuentra el punto de medida. Los campos para el coeficiente de dispersión y el área estarán deshabilitados para los puntos de medida para barrera primaria. Si se conocen los espesores de barrera, se contesta a la pregunta **SI** y se introduce el valor del espesor en milímetros.

Para el cálculo se ha llevado cabo la implementación de la expresión analítica que ajusta valores de transmisión obtenidos con Monte Carlo con la que obtener el espesor de blindaje necesario que reduce la transmisión a un valor dado, para cada uno de los radioisótopos y materiales empleados en las barreras de blindajes [2].

La interfaz permite la obtención directa del espesor de blindaje necesario, en función de la tasa de kerma de referencia en aire de la fuente radiactiva, la distancia al punto de medida, el factor de ocupación, el factor de uso y el límite anual de dosis.

$$T=(LDosisSem*(Distanciam^2))/(CargaTrabajo*UsoF*oKupaF)$$

$$GrosorCal=(1/(\alpha*\gamma))*(\log(((T^{(-\gamma)}+(\beta/\alpha))/(1+(\beta/\alpha))))$$

$\alpha$  (mm<sup>-1</sup>),  $\beta$  (mm<sup>-1</sup>) y  $\gamma$  no tiene dimensiones.

Si no se conocen los espesores se contesta a la pregunta **NO** y estos dos campos quedan deshabilitados para todos los puntos de medida. Para este caso los factores de transmisión vienen dados por la siguiente expresión:

$$TCal=((1+(\beta/\alpha))*(\exp(\alpha*\gamma*Grosor))-(\beta/\alpha))^{(-1/\gamma)}$$

De esta manera la dosis con barrera viene calculada de acuerdo con la siguiente expresión:

$$DoseWeek=(CargaTrabajo*oKupaF*UsoF*TCal)/((Distanciam)^2)$$

Secundaria. En este caso se eligen dos puntos sobre el plano: el punto de difusión y el punto de cálculo.

Recientemente, se ha desarrollado un estudio en el que se trata de adaptar la metodología de la NCRP 151 [3] para radioterapia externa a braquiterapia [4]. Este trabajo calcula la tasa de dosis en la puerta del laberinto para una serie de diseños de instalaciones radiativas en braquiterapia. Tiene en cuenta tres contribuciones, a saber: la transmisión directa de la pared del laberinto, la transmisión del área opuesta a la puerta que se ve desde la misma y por último, la transmisión del resto de las paredes. Se ha implementado la expresión para el cálculo de la radiación dispersa en la puerta como la contribución de la transmisión directa y del área opuesta a la puerta del laberinto que se ve desde la misma. La tercera de las contribuciones, no se incluye ya que para las energías de los radioisótopos con los que se trabaja en braquiterapia, se ha considerado despreciable. En la publicación sólo aparecen valores para el factor de dispersión del <sup>60</sup>Co y <sup>192</sup>Ir, para el resto de los radioisótopos se toma 0,2 que corresponde al tanto por ciento de la tasa de dosis absorbida debido a la radiación incidente dispersa a 1 metro irradiada por un área de 400 cm<sup>2</sup> de un maniquí fabricado con material que se asemeja al tejido humano [5]. Tradicionalmente, este valor es el considerado para el cálculo de radiación dispersa, por tratarse del caso más desfavorable.

7.- **Límite de dosis**. Se elige del menú según corresponda trabajador o miembro del público.

Existe una ayuda al lado del menú en caso de que se necesite.

8.- **Factor de ocupación**. Se elige del menú según corresponda.

Existe una ayuda al lado del menú en caso de que se necesite.

9.- **Factor de uso**. Se elige del menú según corresponda.

Este último es uno, debido a que las fuentes en braquiterapia no están colimadas [6].

10.- **Exportar**: Se exportan los resultados dinámicamente y por orden de acuerdo con el número que tienen en el plano a un libro de Excel que consiste en tres hojas: la primera recoge los datos de las características de la fuente radiativa y su estimación de uso, la segunda hoja es para el cálculo de espesores para diferentes materiales y finalmente, la tercera hoja es para el cálculo de dosis con barrera.



Figura 1: Interfaz.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M.C. Pujades-Claumarchirant, J. Perez- Calatayud and F. Ballester, *Estudio de la carga de trabajo a aplicar en el cálculo de blindajes en instalaciones de braquiterapia HDR con Ir-192*, Radioprotección, vol.19, no. 69, pp. 30-34, Octubre 2011.
- [2] P. Papagiannis, D. Baltas, D. Granero, J. Perez-Calatayud, J. Gimeno, F. Ballester, J.L.M.Venselaar, *Radiation transmission data for radionuclides and materials relevant to brachytherapy facility shielding*, Medical Physics, Vol. 35, no. 11, November 2008
- [3] NCRP Report no. 151, *Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities*, Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements, December 2005.
- [4] M.C. Pujades, D. Granero, J. Vijande, F. Ballester, J. Perez-Calatayud, P. Papagiannis and F.A. Siebert. *Air-kerma evaluation at the maze entrance of HDR brachytherapy facility*. J. Radiol. Proct. vol. 34, pp. 741-753, September 2014.
- [5] ICRP Publication 33, *Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine*, Pergamon Press, vol.9, no.1, 1982
- [6] Safety Reports Series no. 47 *Radiation protection in the design of radiotherapy facilities*, IAEA, Vienna, September 2006.