

## Anexo: Comprobación de un tratamiento con Dolphin

### Dolphin

*Dolphin* [1], de *IbaDosimetry* [2] es un maniquí plano que contiene una matriz de cámaras de ionización en su interior que permite medir la dosis y comprobar la calidad de los tratamientos de radioterapia. Está acompañado del software *Compass* [3] que reconstruye y permite comparar la distribución de dosis de una planificación de un tratamiento con la distribución de dosis real que genera el acelerador. Para comparar cualitativamente ambas distribuciones se utiliza el criterio gamma. [4]

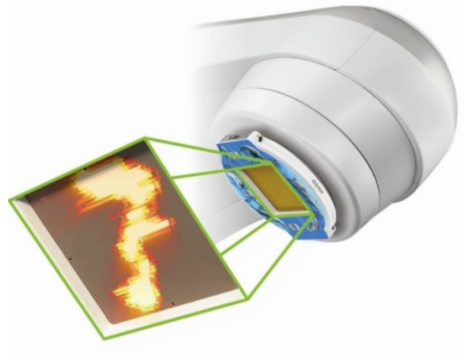


Figura 1: *Imagen de Dolphin acoplado al cabezal del gantry.* [1]

### Índice Gamma

Este índice es una métrica para comparar distribuciones espaciales de dosis. Dado un punto de la distribución de referencia y su dosis, mide la diferencia de dosis con su homólogo y la mínima distancia a la que se encuentra el punto con la misma dosis de la otra distribución. Por ello, este criterio permite comparar zonas de alto y bajo gradiente de dosis, como las que se generan en los tratamientos de radioterapia. [5]

En la figura 2 se puede ver el formalismo matemático empleado. Dado un punto de medida  $P_m$  definido por las coordenadas dosis-distancia  $(D_m, x_m)$  y un punto calculado  $P_c$  definido por las coordenadas  $(D_c, x_c)$ , el vector que los une ( $\gamma$ ) tiene que estar dentro del elipsoide definido por las tolerancias  $D_t$  y  $x_t$ . El módulo del vector gamma debe de ser menor que 1 para que sea un valor aceptado.

El criterio gamma seguido es 2 mm en 2 %. Lo que implica que nos permite conocer qué puntos tienen menos de un 2 % de diferencia de dosis absorbida en una distancia de 2 mm. Si la cantidad de puntos supera el valor 1 según el criterio gamma, significa que la medida está por encima de un cierto porcentaje de aceptación (los valores habituales son entre un 5 % o 10 %). Esto se traduce en que las dosis comparadas entre la planificación y los resultados medidos no son equivalentes. [4]

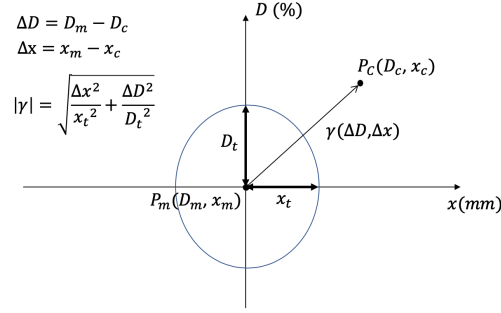


Figura 2: Esquema del formalismo matemático del índice gamma en 1D. El paso a distribuciones 2D y 3D es extrapolable. Imagen adaptada de [6] y [4] pág. 402.

## Comprobación de un tratamiento

Visto lo anterior, se ha realizado un tratamiento de IMRT en una mama, siguiendo el criterio gamma mencionado anteriormente. A continuación se muestran distintas capturas de pantalla del software *Compass* [3] empleado.

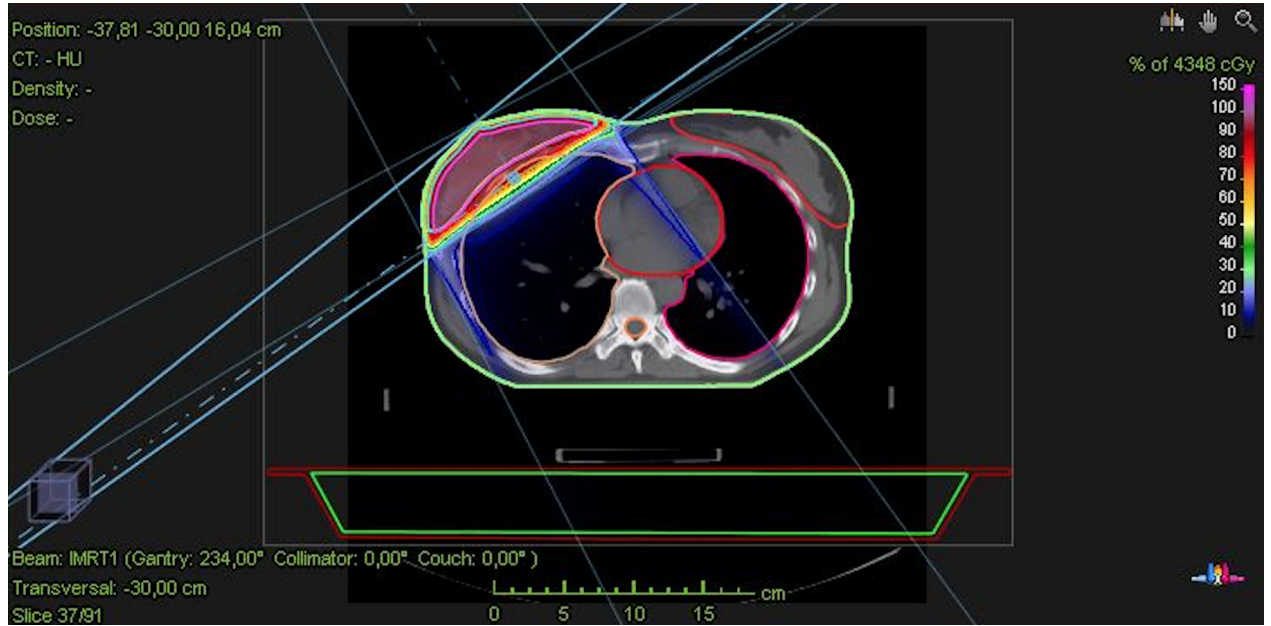


Figura 3: Vista general de un corte transversal de una imagen TAC junto con la planificación de una mama en Mónaco. Las áreas contorneadas por distintos colores son los distintos órganos de riesgo como el corazón, la médula, los pulmones y la mama izquierda, que hay que proteger en el tratamiento.

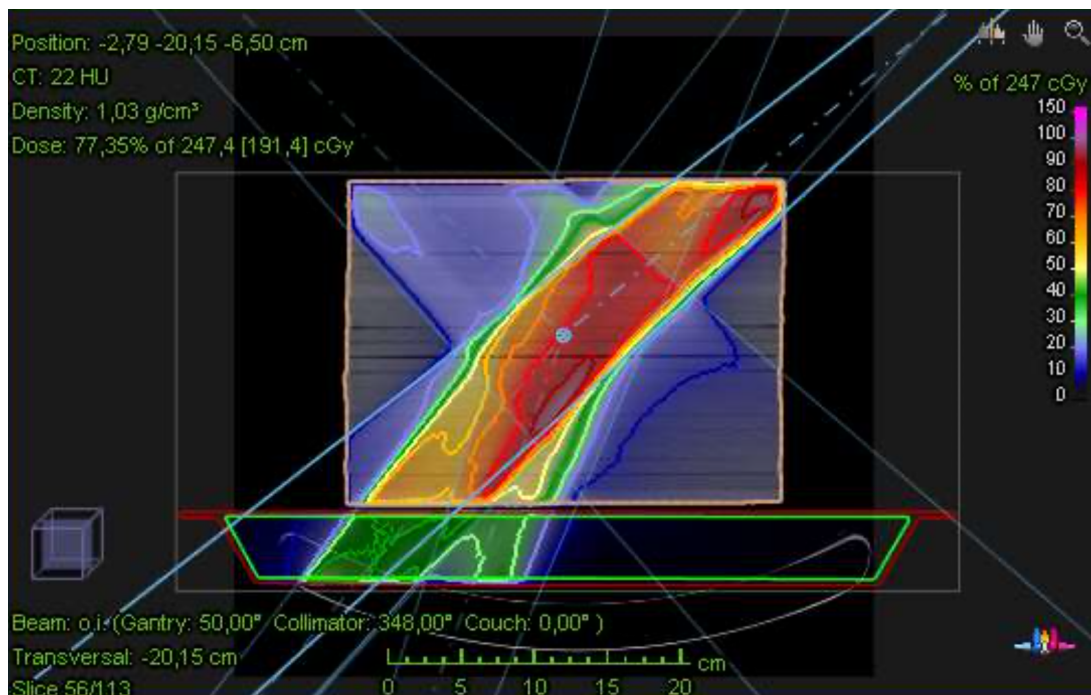


Figura 4: Vista ampliada del área de tratamiento junto con la planificación en Mónaco. La dosis absorbida en el maniquí sobre el que se ha trasladado la planificación de mama prevista por el planificador es de 205,5 cGy.

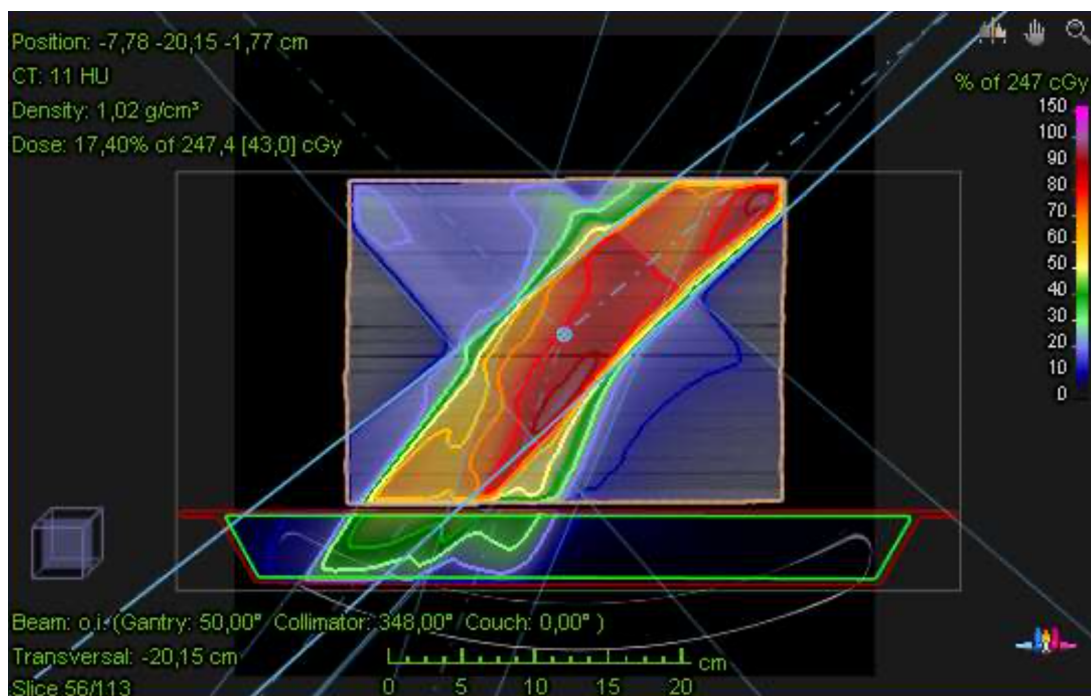


Figura 5: Dosis absorbida en el área de tratamiento según Dolphin. La dosis total absorbida absorbida en el maniquí sobre el que se ha trasladado la planificación de mama prevista es de 205,1 cGy.

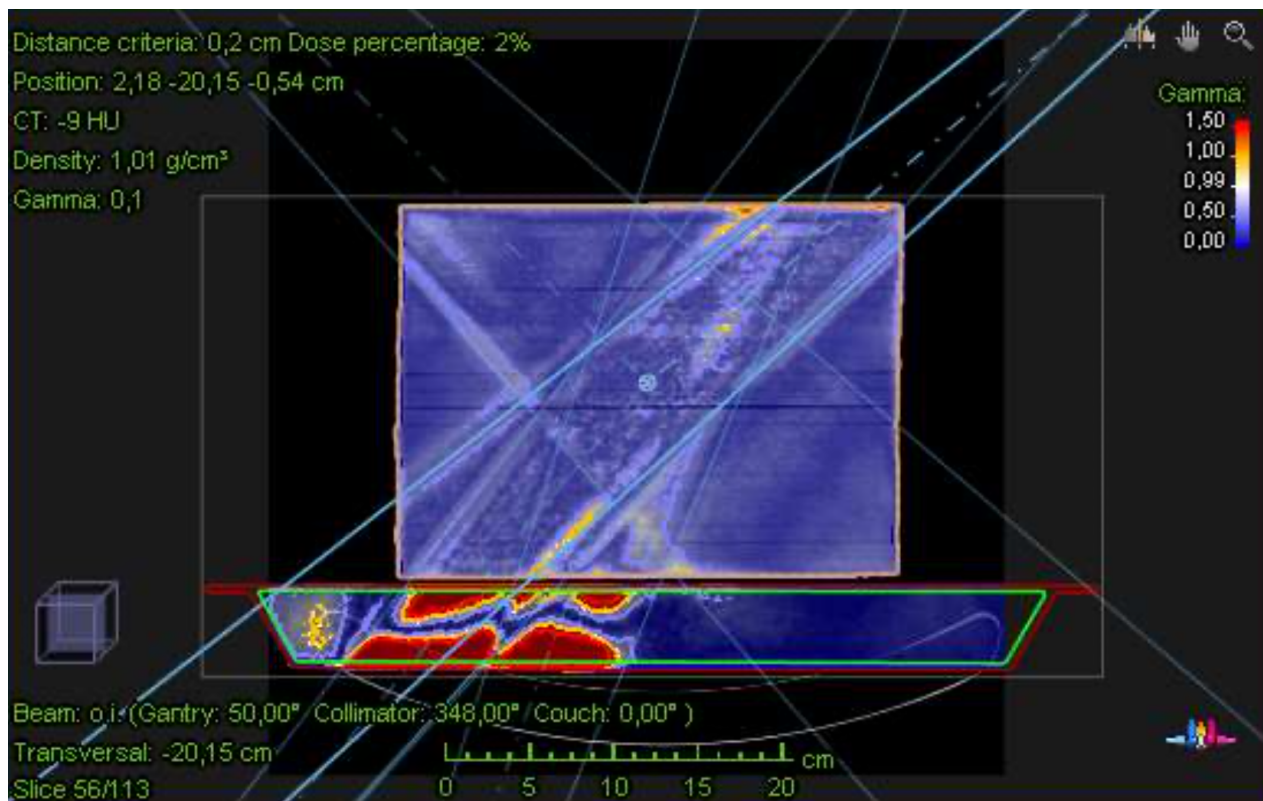


Figura 6: Comparación de ambas distribuciones de dosis mediante el índice gamma. El valor del análisis realizado mediante el índice gamma es del 0,88%, por lo que el tratamiento se ha aplicado acorde a la planificación. Además, la diferencia de dosis total absorbida en la mama entre el planificador Mónaco y la medida de Dolphin supone un 0,2 %; Un valor totalmente aceptable. Se puede decir que el comisionado del sistema de planificación de tratamientos llevado a cabo en el trabajo se ha realizado correctamente.

## Referencias

- [1] Dolphin, disponible en: <https://www.iba-dosimetry.com/product/dolphin/>, [Accedido: Jun-2020].
- [2] IbaDosimetry, disponible en: <https://www.iba-dosimetry.com>, [Accedido: Jun-2020].
- [3] Compass, disponible en: <https://www.iba-dosimetry.com/product/compass/>, [Accedido: Jun-2020].
- [4] A. Brosed y E. Millán, *Fundamentos de física médica vol.4: Radioterapia externa II. Dosimetría clínica, algoritmos de cálculo, sistemas de planificación y control de calidad*. ADI, 2013, ISBN: 978-84-940849-7-3.
- [5] D. A. Low, W. B. Harms, S. Mutic y J. A. Purdy, «A technique for the quantitative evaluation of dose distributions.», *Medical physics* 656-61, 1998.
- [6] P. B. Ibáñez, «Validación de los modelos de aceleradores para radioterapia intraoperatoria. Experimentos y simulaciones.», *Trabajo de fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid.*,