

# Dosimetría por Películas EDR2 de filtros de Radioterapia de Intensidad Modulada

Resumen Trabajo de Tesis de Maestría Física Médica (Instituto Balseiro – CNEA )

Mg. Joseph Símon P.

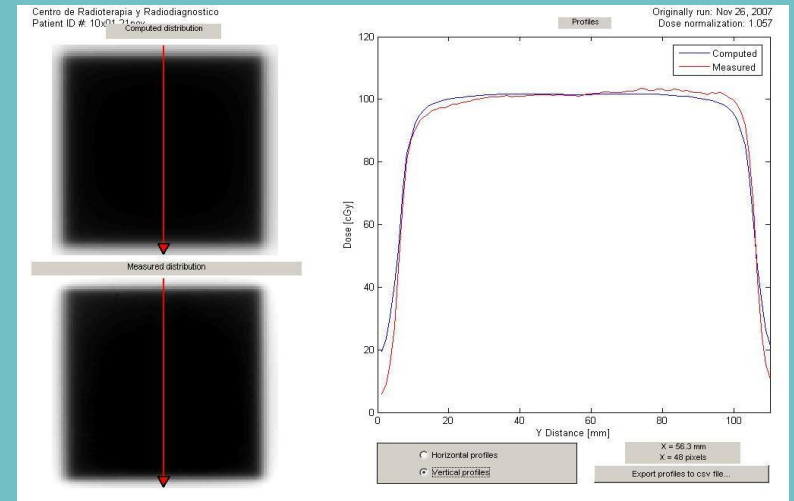
josephsimonpri@gmail.com

Director Tesis Lic. Leopoldo Mazzucco

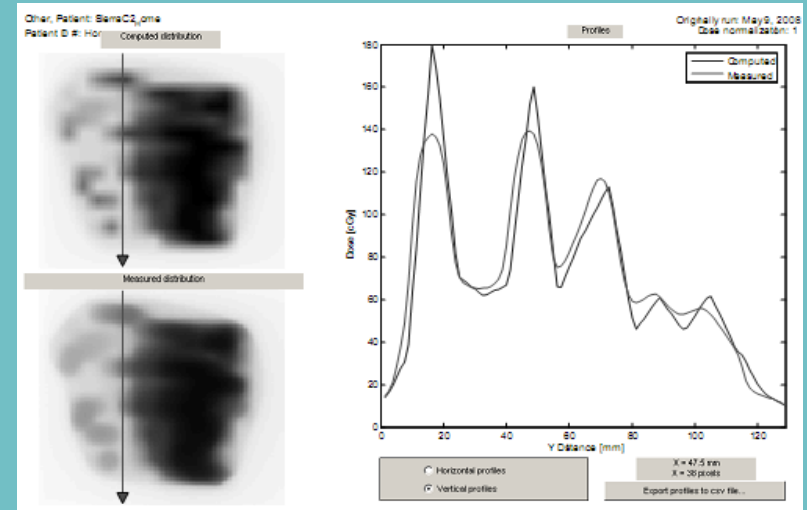
lmazzucco@arnet.com.ar

# Filtros de Intensidad Modulada

- Intensidad Modulada mediante filtros compensadores
- Técnica avanzada en Radioterapia.
- Mayor cuidado de tejido sano y alta dosis a tumor comparado con el tratamiento Tridimensional conformado (3DCRT)
- Filtros altamente tallados modifican la fluencia del haz de fotones.
- Las propiedades de atenuación de las aleaciones son investigadas antes de su uso para fabricación de los filtros.



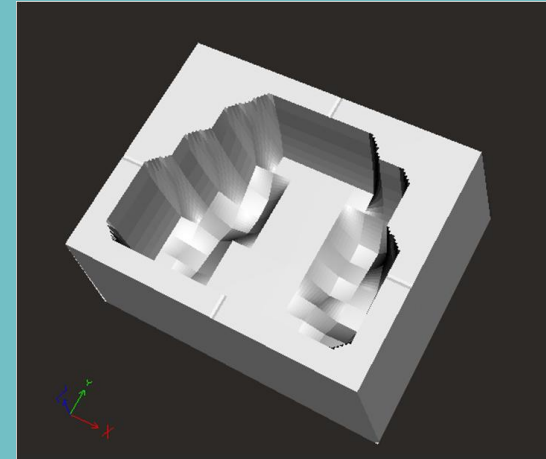
Perfil Típico de Campo Abierto



Perfil de Campo Intensidad Modulada

# Filtros de Intensidad Modulada

- El método adoptado para el ajuste por atenuación por el planificador CAT3D MEVIS es el desarrollado por [Sha X Chang](#),
- Donde considera 4 coeficientes que toman en cuenta endurecimiento del haz, dependencia del tamaño de campo, y atenuación fuera del eje.



Filtro Optimizado con el TPS

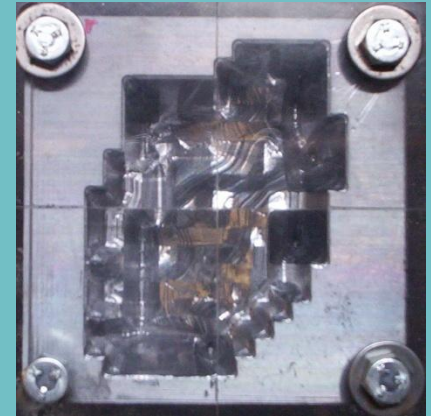
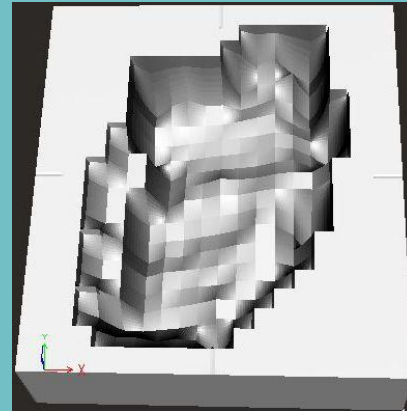
$$I^{mod}(x, y) = I_0(x, y) \exp(-\mu t^{comp}(x, y))$$

$$\mu = \mu_0 + c_1 t^{comp}(x, y) + c_2 r + c_3 S$$

$I^{mod}$  y  $I_0$  representan la fluencia modulada deseada y la fluencia de campo abierto respectivamente, el coeficiente de atenuación efectivo del pencil beam es denotado por  $\mu$  y el espesor de camino del haz por el material  $t^{comp}(x, y)$ , los parámetros  $S$  y  $r$  representan la medida del campo de tratamiento (con un campo cuadrado equivalente  $S \times S$ ) y la distancia fuera del eje respectivamente.

# Control de Calidad del Tratamiento

- Estos filtros son diseñados teóricamente para generar un mapa de dosis determinado, por tanto estos deben ser examinados para comprobar su calidad de reproducibilidad.
- Para esto usamos varios métodos:
  - Medición de perfiles con cámara de Ionización.
  - Medición con detector de diodos [Map check](#).
  - Dosimetría por películas [Kodak EDR2](#).



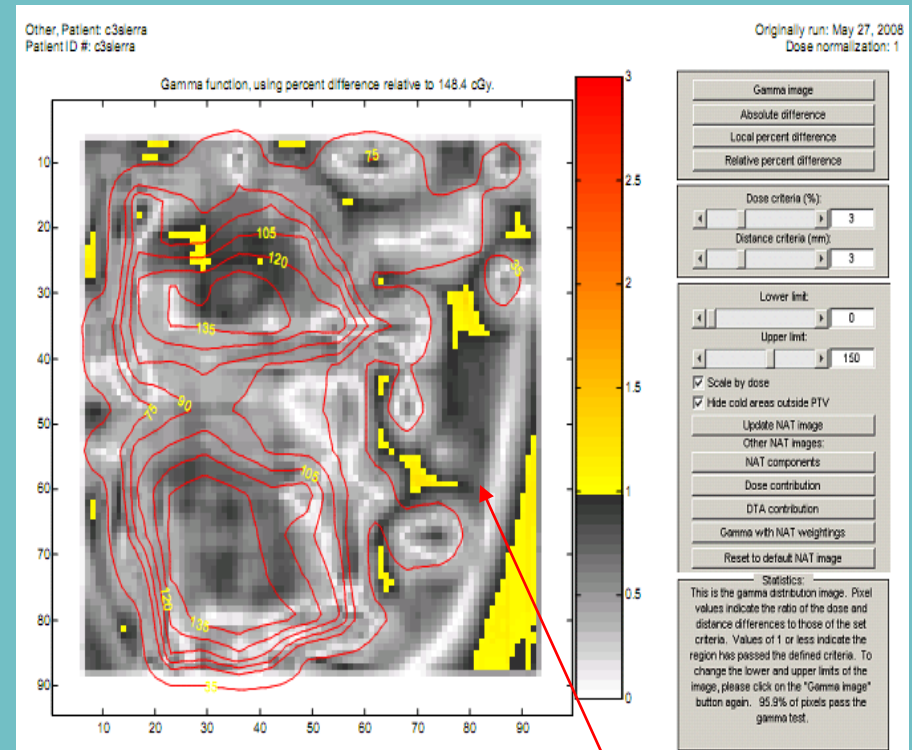
Filtro diseñado y filtro fabricado



Cámara de Ionización PTW31003 Detector de diodos Mapcheck

# Dosimetría por Películas EDR2

- El haz atraviesa el filtro y modula su intensidad, este mapa de modulación queda registrado en la película.
- El mapa de modulación teórico se genera con el planificador [CAT3D](#) de tratamientos que tiene el módulo de Radioterapia de Intensidad Modulada.
- Mediante el software [DOSELAB](#) realizamos la comparación de ambos.
- El análisis cuantitativo se realiza mediante la función Gamma sugerida por [Daniel Low y col. Med Phys. 25 \(5\), May 1998](#)



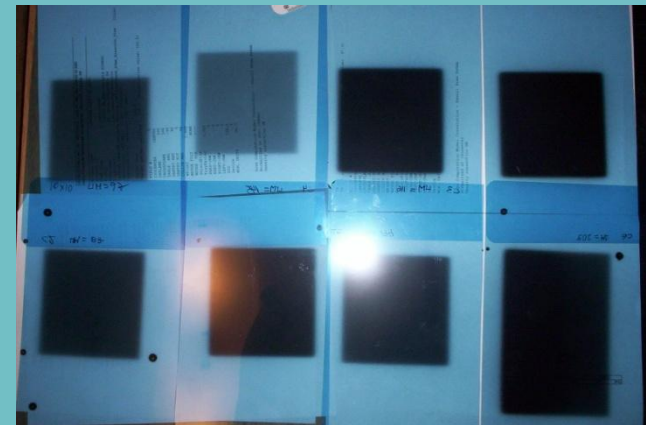
Evaluación Función Gamma de filtro individual de próstata con 95.9% de aceptación. Las zonas amarillas indican los puntos que fallan el criterio de desviación del 3% en Dosis y 3 mm en desviación espacial.

# Dosimetría por Películas EDR2

- Para este método se utilizó un escáner de escritorio de transmisión (el cual ha sido comisionado para su uso en dosimetría).
- El medio de irradiación es un fantoma de acrílico diseñado en casa, donde se irradia las películas.
- El proceso requiere una calibración de la dosis respecto la densidad óptica.
- Por lo general se utiliza películas irradiadas con diferentes zonas de oscurecimiento y donde se conoce la dosis entregada a cada zona.
- Se realiza un ajuste de Dosis vs. OD y a un polinomio de 3<sup>o</sup> orden, con lo cual las películas irradiadas y escaneadas en OD pasaran a valores de dosis.

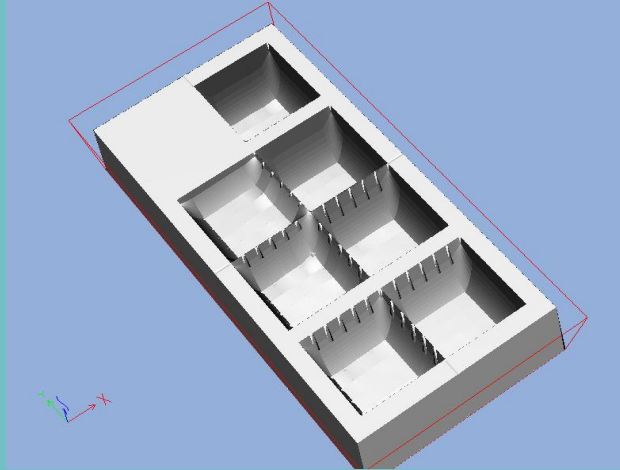


Escáner Epson Perfection 4990 Photo



Cortes de película para la calibración de densidad óptica a dosis.

# Filtro Patrón y Película de Calibración



Filtro patrón diseñado en el centro, optimizado con el planificador CAT3D – Mevis Informática.



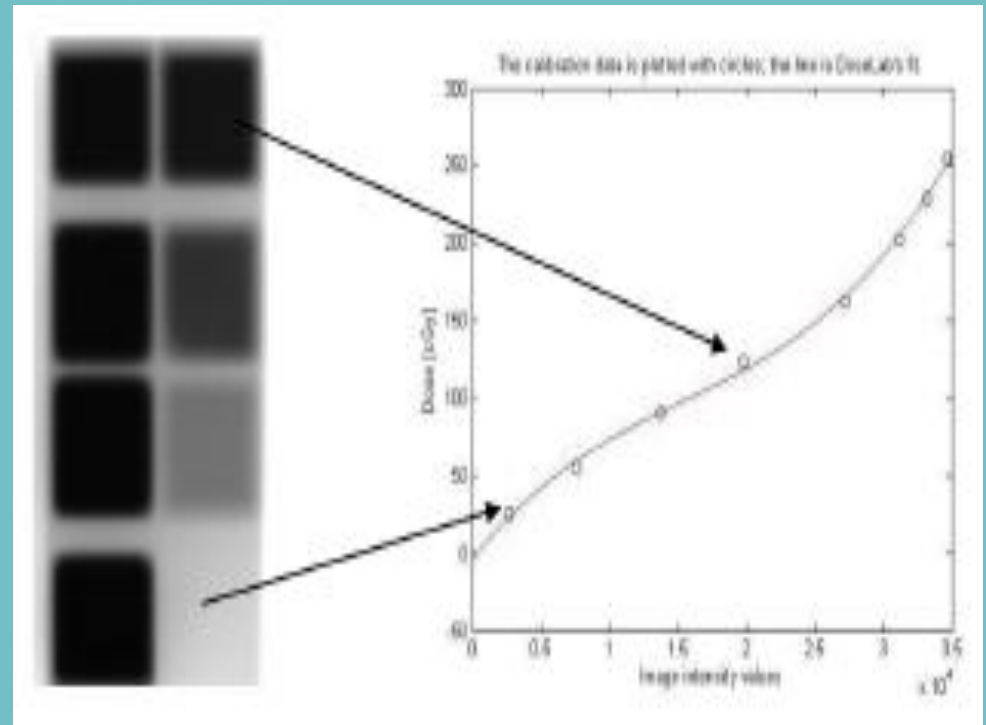
Filtro patrón maquinado, con 8 zonas de distinto profundidad de tallado y forma, con un tamaño de 260 mm x 130 mm y espesor de 50 mm.

Como parte del trabajo de tesis consistió en la fabricación de un Filtro Patrón que genere una película de calibración con diferentes zonas de densidad óptica con un solo disparo (en los cuales se conoce el valor de dosis entregada hecho en pruebas y calibraciones del filtro patrón) de modo que se reduzca el tiempo de elaboración de la película de calibración y del proceso de dosimetría por películas respecto del método con campos abiertos y varias películas.

# Filtro Patrón y Película de Calibración

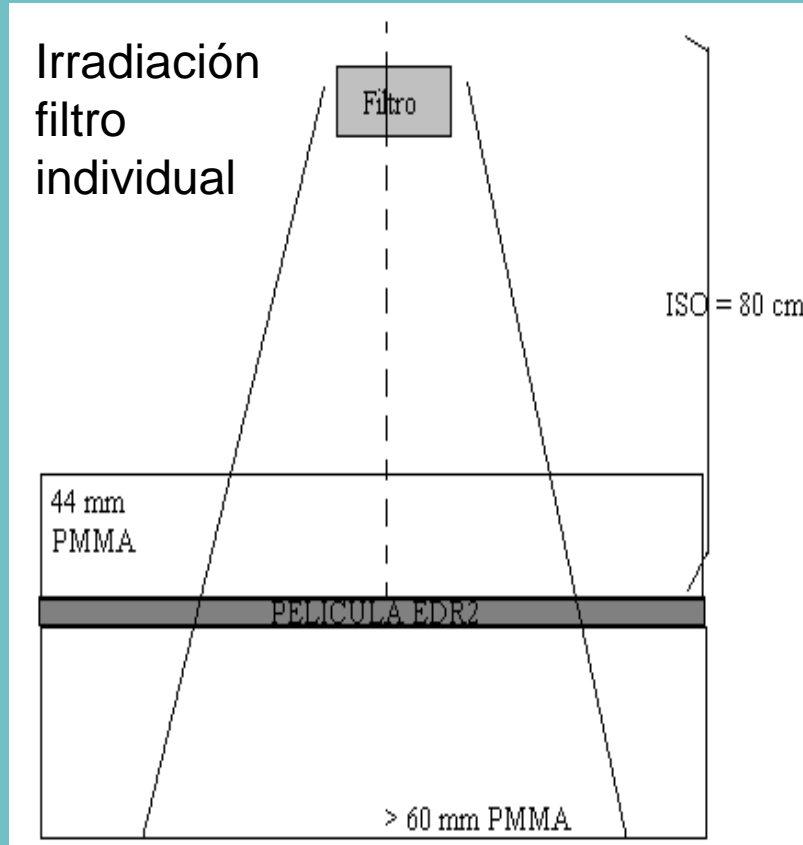
El filtro patrón permite generar 8 zonas de distintos valores de densidad óptica, con la calibración del filtro se conocen los valores de dosis que entrega cada región, con lo cual se realiza el ajuste de dosis densidad óptica.

Con un solo disparo del acelerador obtenemos 8 puntos para el ajuste contra los 8 disparos y cambio de película en el método de ajuste por campos abiertos, reduciendo así el tiempo de evaluación.



Película de Calibración generada con el filtro patrón.

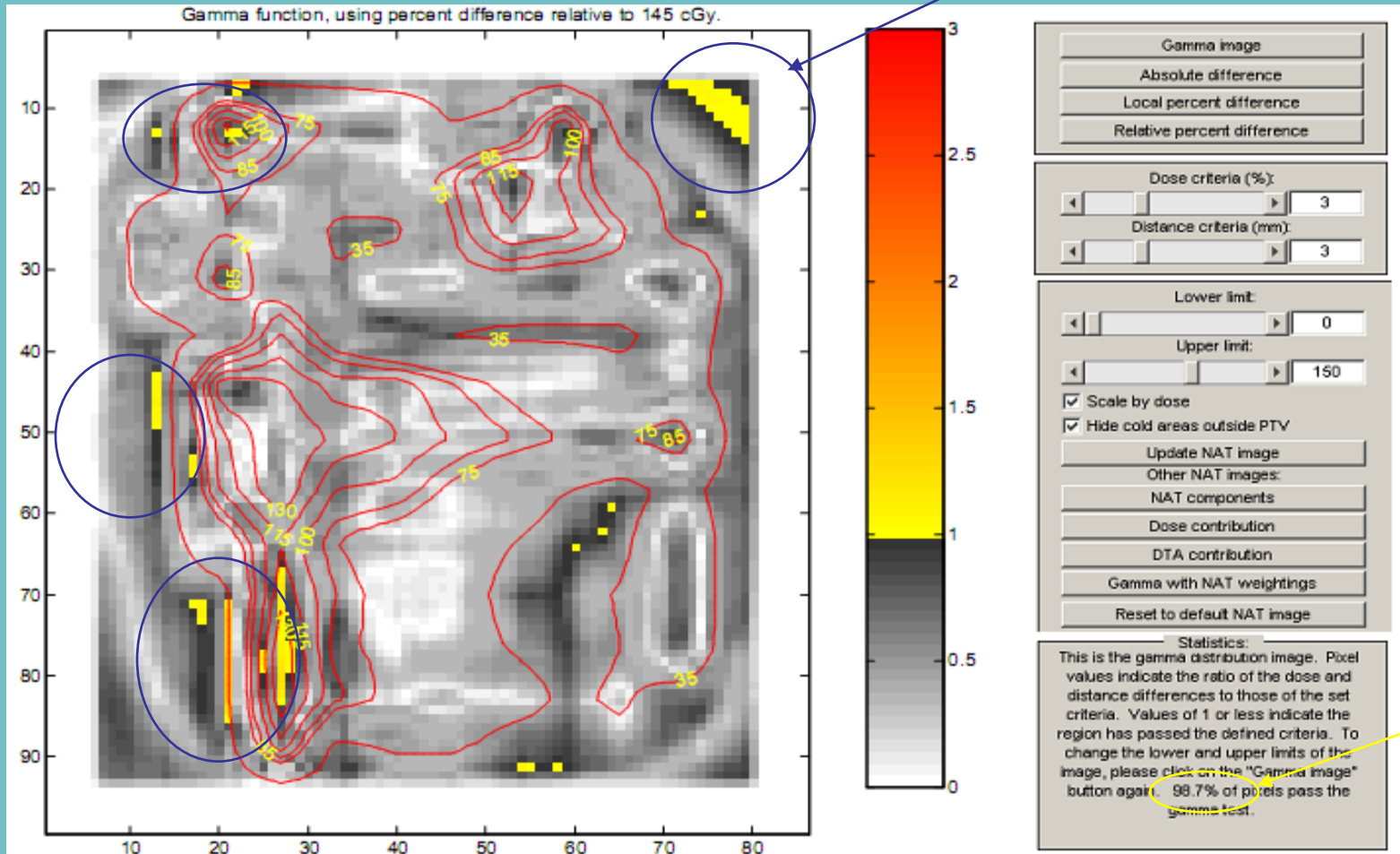
# Esquema de Irradiación: Filtro Individual



Para irradiación de filtros individuales se utiliza planchas de acrílico como medio de irradiación, una base de acrílicos da la contribución de por retrodispersion y la profundidad de 44 mm la deposición de la energía, donde se asigna la dosis a esa profundidad la registrada por la película colocada perpendicular el eje del haz (la película se encuentra en el isocentro).

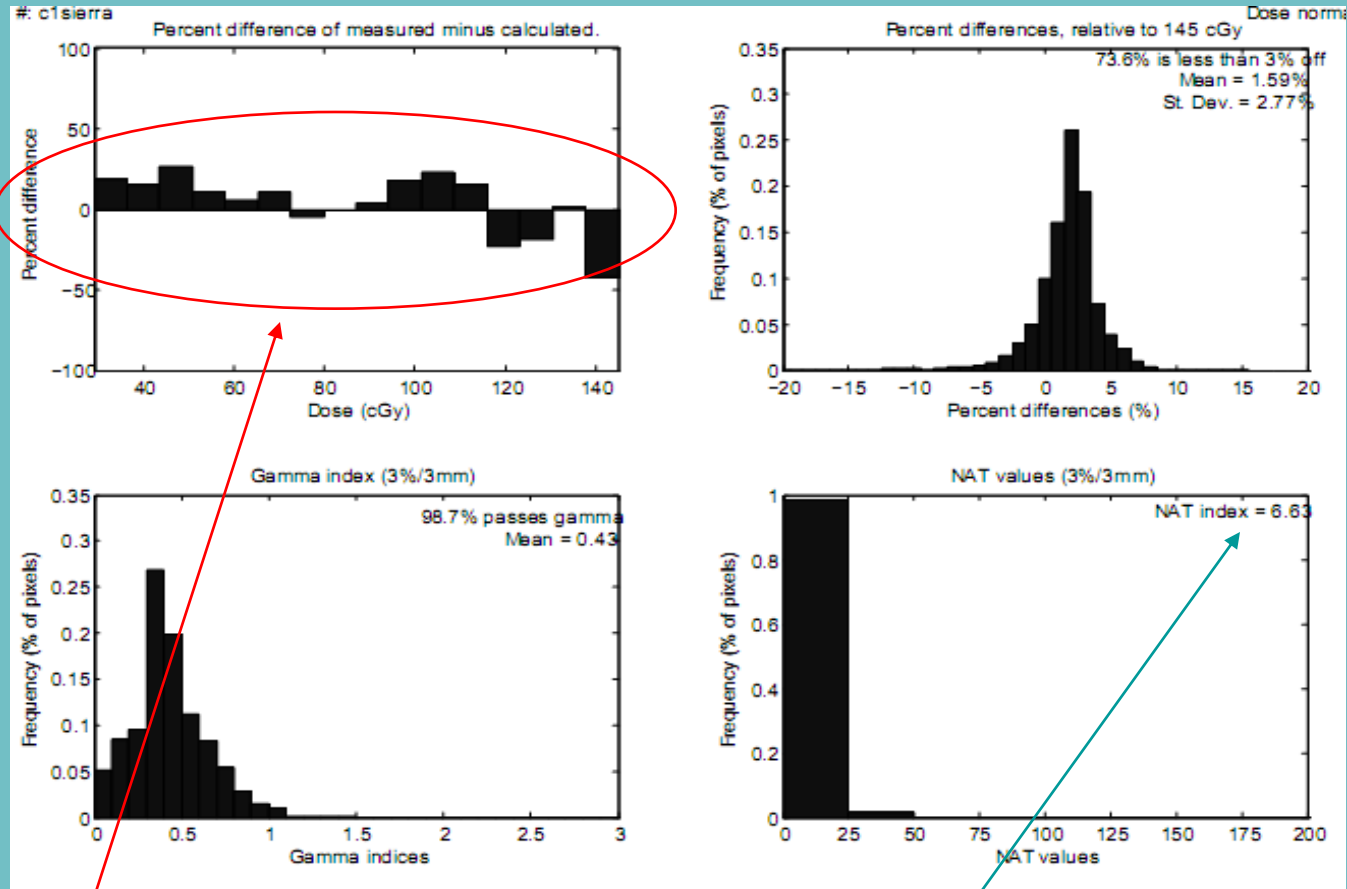
# Ejemplos Resultados Análisis: *Filtro Individual*

Zona de puntos que no pasan el criterio.



Porcentaje de puntos pasando el criterio

# Ejemplos Resultados Análisis: *Filtro Individual*



En general el filtro reproduce bien las dosis teóricas planificadas.

El índice NAT me indica la desviación porcentual promedio de los puntos que fallan respecto del criterio establecido (3mm o 3% en dosis), es decir que un punto de falla no pasaría el 3mm pero podría pasar el  $[0.0663 \cdot 3\text{mm} = 0.1989]$  3.1989 en promedio.

# Esquema de Irradiación: Tratamiento completo



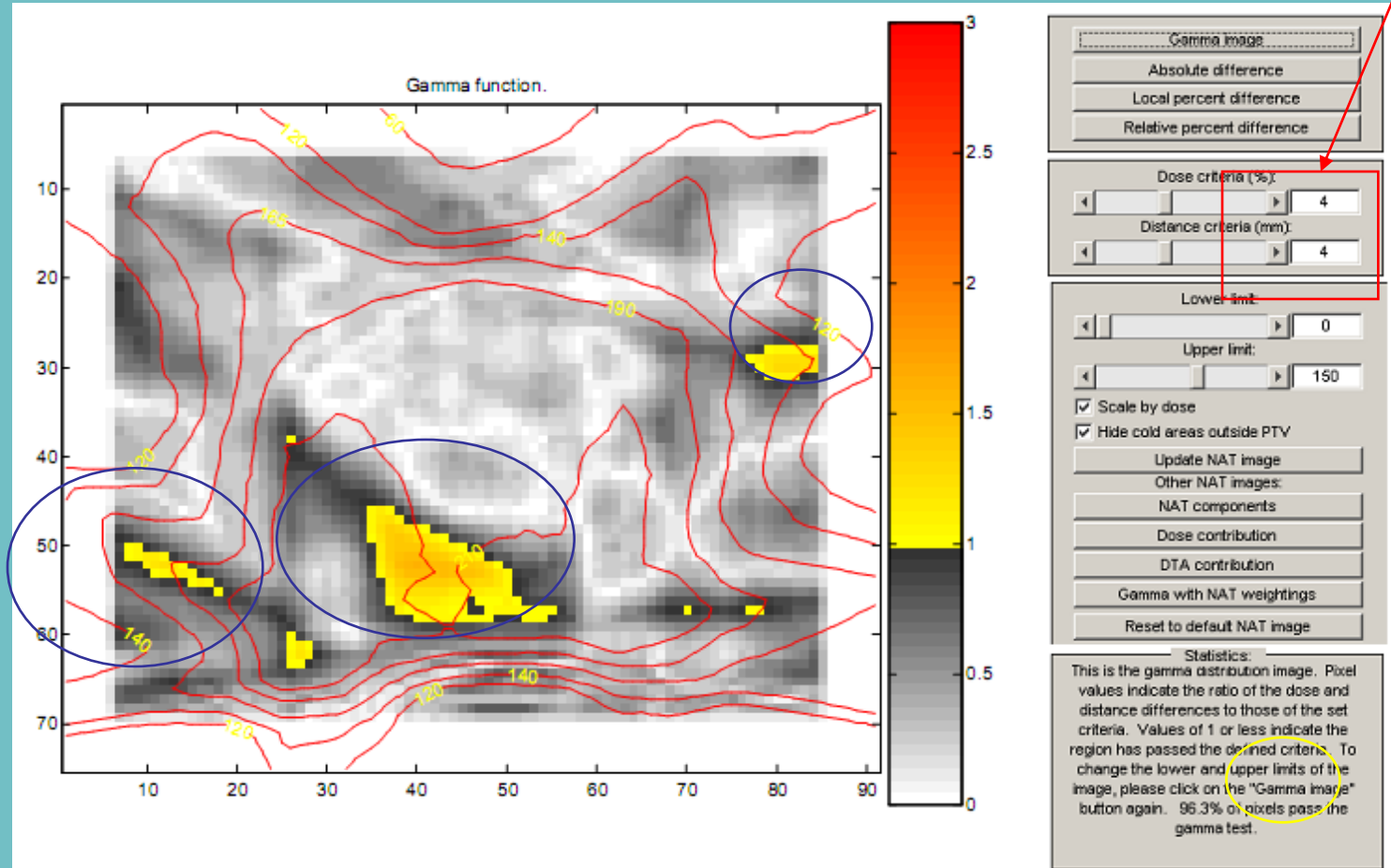
Fantoma de Acrílico diseñado en casa, donde se irradian las películas con todos los filtros que componen el tratamiento completo



Imagen de una evaluación del tratamiento completo de intensidad modulada con uno de los campos, donde para cada posición del gantry se coloca el filtro diseñado y se irradia la película en forma paralela al haz. (puede verse el filtro montado en el cabezal del acelerador).

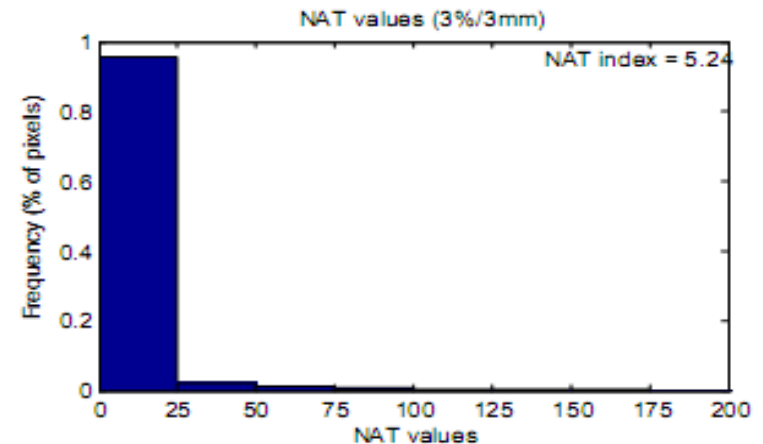
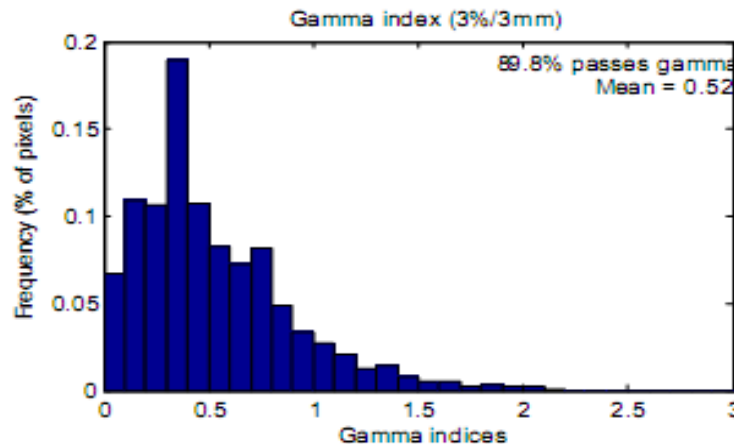
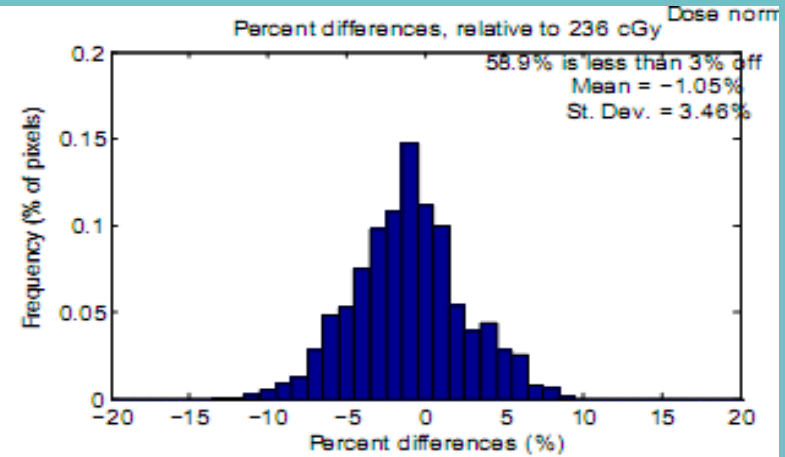
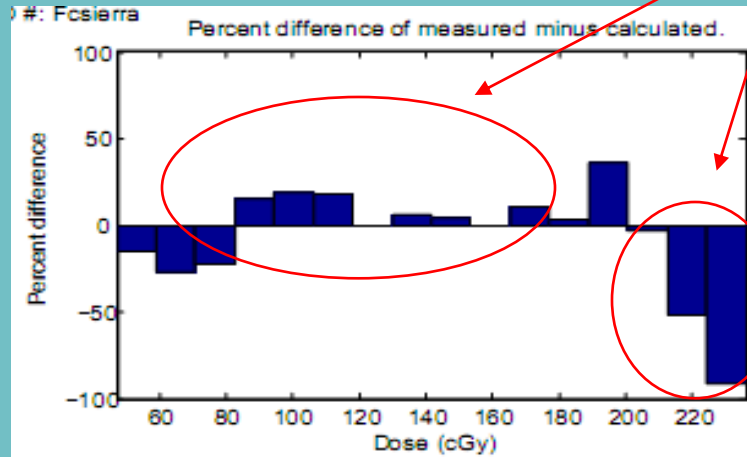
# Ejemplos de algunos Resultados del Análisis: Tratamiento Completo.

Se estableció para tratamiento completo el criterio 4% en dosis y 4 mm, debido a que errores en el posicionamiento del fantoma la película y de cada filtro contribuyen con mayor peso que para una evaluación individual de un filtro.



# Ejemplos de algunos Resultados del Análisis: Tratamiento Completo.

La zona central muestra un gran concordancia para dosis entre 80 y 180 cGy e incluso zonas de 60 cGy, las diferencias en altas dosis son por lo general muy comunes de encontrar, debido a que son por lo general muy pocos puntos y donde el maquinado no logra cavados profundos como lo teórico debido a limitaciones técnicas..



## Conclusiones

- La dosimetría por películas es un método viable en su implementación y no requiere costos elevados, pudiendo realizarlos usando equipamiento de un centro de radioterapia estándar.
- Con ello es posible la evaluación del tratamiento completo en intensidad modulada (fuegos cruzados) mas la evaluación de cada filtro individualmente.
- La evaluación con dosimetría por películas es insuperable en continuidad se obtiene un mapa continuo en la película respecto de otros métodos de evaluación (diodos detectores, perfiles medidos con cámara).
- Doselab es un software evaluado y comprobado por muchos investigadores es una herramienta eficaz y esta habilitado para usarlo libremente sin costo y de código abierto.
- El equipamiento usado si bien no es especializado (escáner de escritorio, fantoma casero, etc.) con un adecuado comisionamiento de cada una de las partes se logra resultados aceptables internacionalmente.