

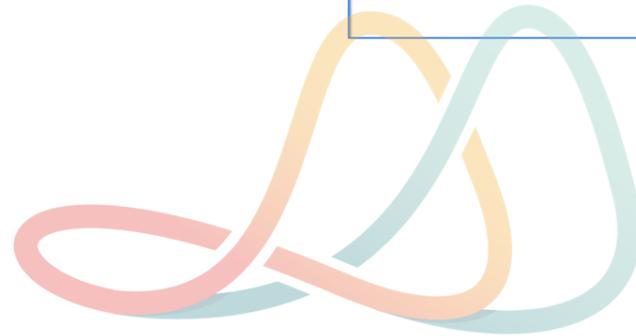
CBCT Gatillado

Luis Fernando Paredes

Abril-2019

IGRT

Entregar Dosis al target mientras se disminuye toxicidad en tejido sano



Instituto Zunino

Fundación Marie Curie

IGRT

Entregar Dosis al target mientras se disminuye toxicidad en tejido sano

Movimiento interno de órganos
en radioterapia

Localizaciones **Intra-Craneales**
el movimiento interno
es prácticamente despreciable

Localizaciones **Extra-Craneales**
(Respiración, Digestión, latidos Corazón)
entre otros

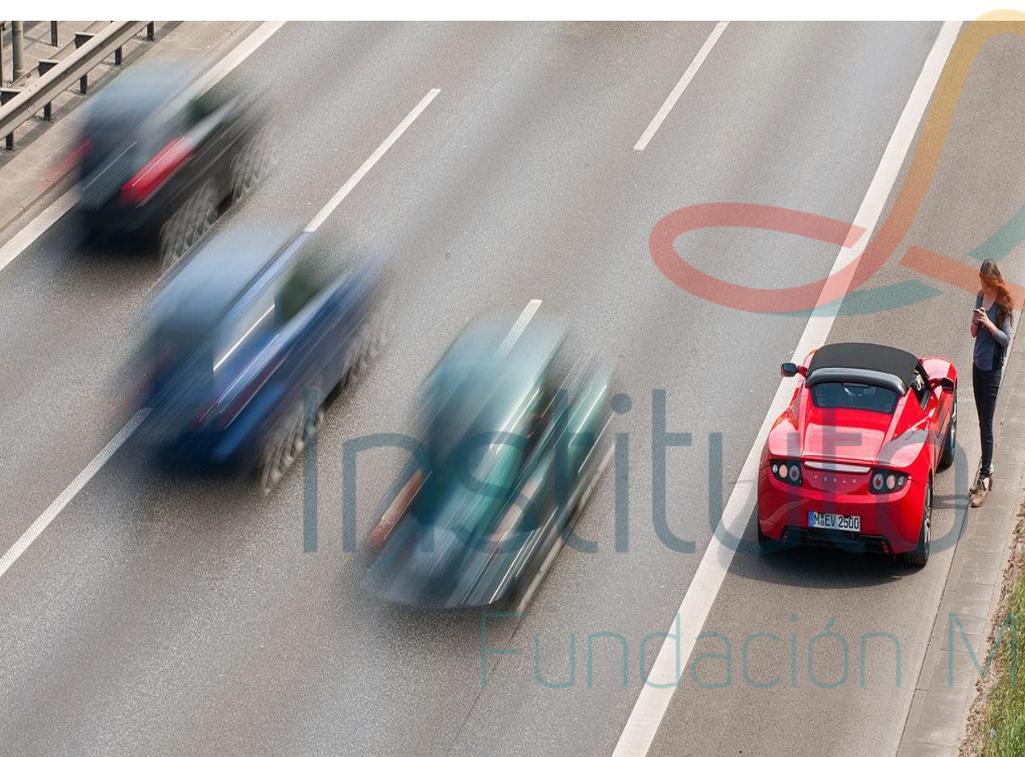
Efecto de Difuminado (Blurring)



- Estático: Precisa localización del target

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Efecto de Difuminado (Blurring)



- Estático: Precisa localización del target
- Movimiento: Incertidumbre en la localización del target

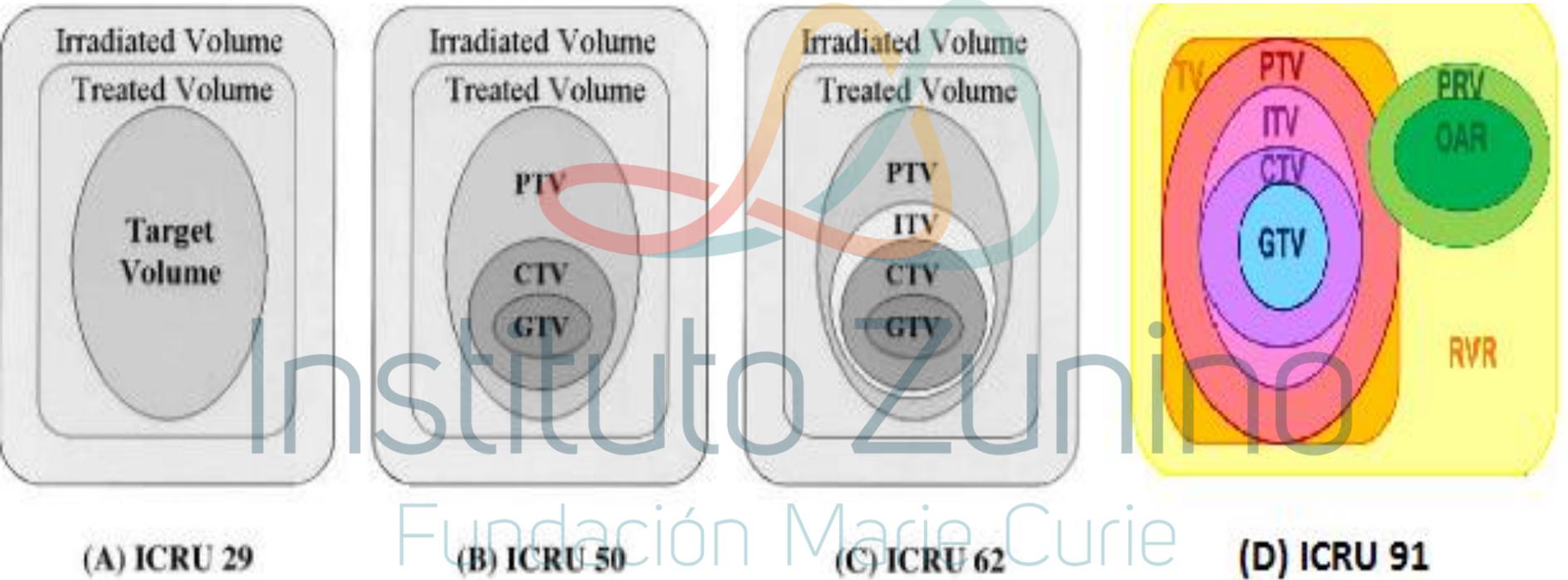
Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Efecto de Difuminado (Blurring)



- Estático: Precisa localización del target
- Movimiento: Incertidumbre en la localización del target
- Radioterapia: Márgenes!!

Efecto de Difuminado (Blurring)



Artefactos: Imágenes CT

El movimiento genera deformación geométrica

- Cambios de forma y volúmenes

CT Respiración Libre



CT Gatillado



P. J. Keall, V. R. Kini, S. S. Vedam, and R. Mohan, "Potential radiotherapy improvements with respiratory gating," *Australas. Phys. Eng. Sci. Med.* 25¹, 1–6 2002.

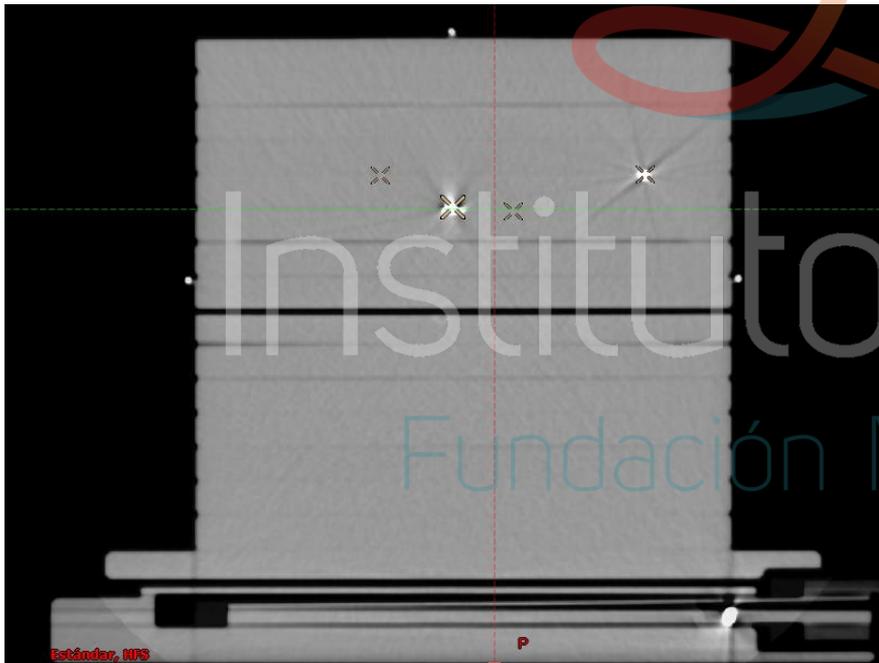
Católica de Chile. Santiago, Chile.

e

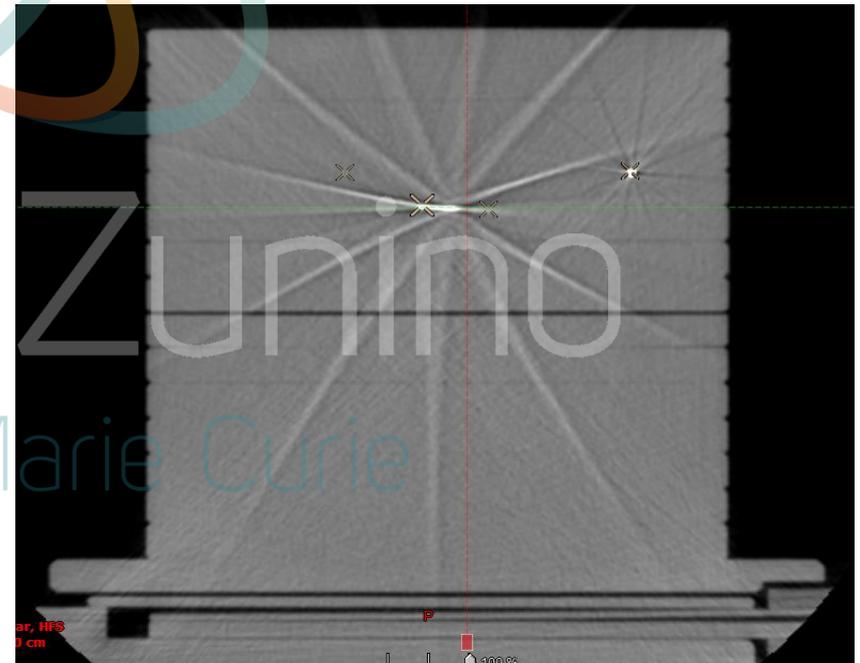
Artefactos: Imágenes CBCT

- El movimiento de los objetos e interfaces de alta densidad provoca artefactos tipo rayas (streak) en las imágenes reconstruidas

CBCT estático



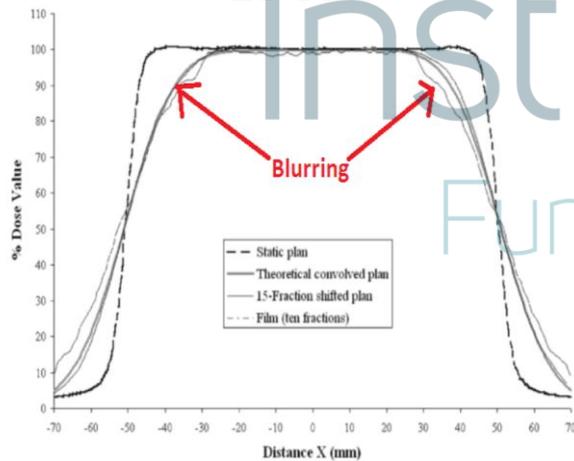
CBCT movimiento



Efectos Dosimétricos

Difuminado de dosis
(Blurring)

25-30%

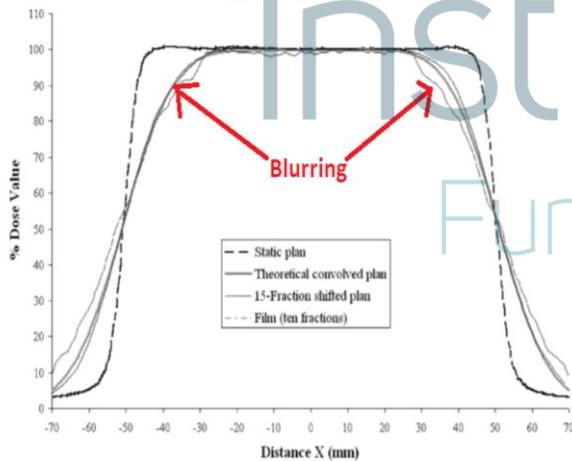


Efectos Dosimétricos

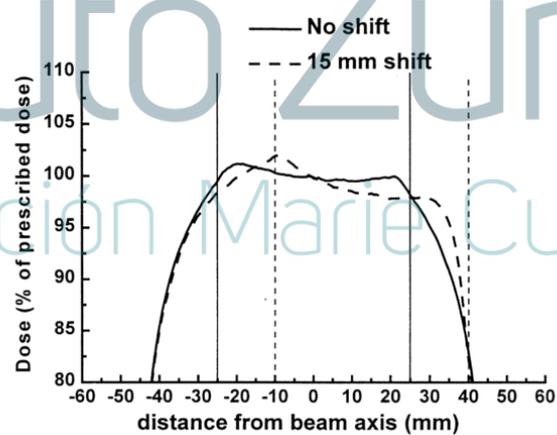
Difuminado de dosis
(Blurring)

Deformación
de dosis

25-30%



5%

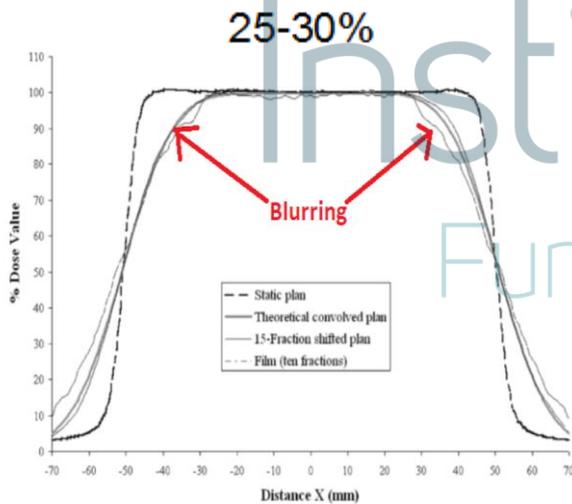


S. D. McCarter and W. A. Beckham,
Phys. Med. Biol., vol. 45, pp. 923–931,
2000

M. Engelsman et al.
Radiother. Oncol., vol. 60, no. 1,
pp. 95–105, 2001.

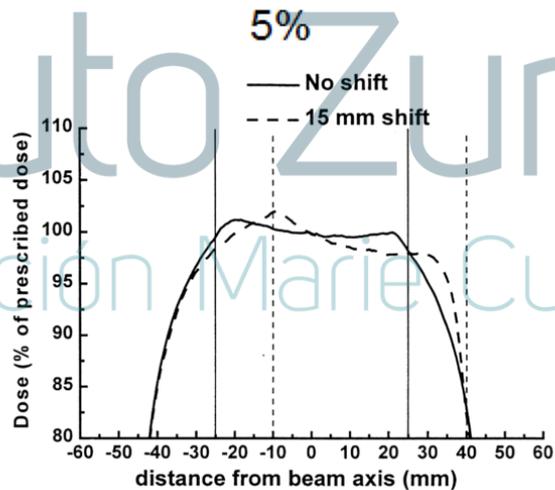
Efectos Dosimétricos

Difuminado de dosis (Blurring)



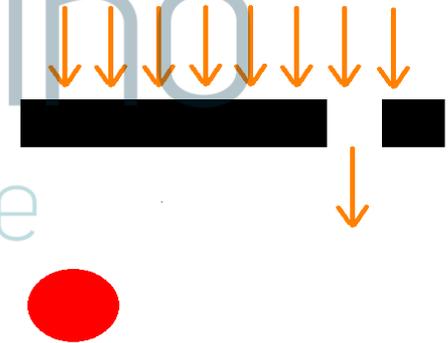
S. D. McCarter and W. A. Beckham,
Phys. Med. Biol., vol. 45, pp. 923–931,
2000

Deformación de dosis



M. Engelsman et al.
Radiother. Oncol., vol. 60, no. 1,
pp. 95–105, 2001.

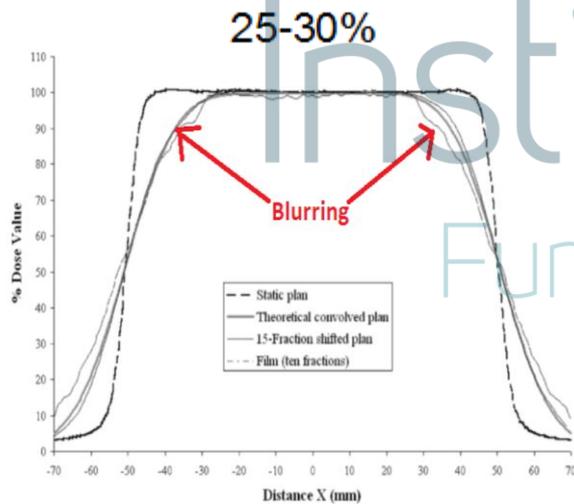
Interplay



C. X. Yu, D. a. Jaffray, and J. W. Wong,
Phys. Med. Biol., vol. 43, no. 1, pp.
91–104, 1998.

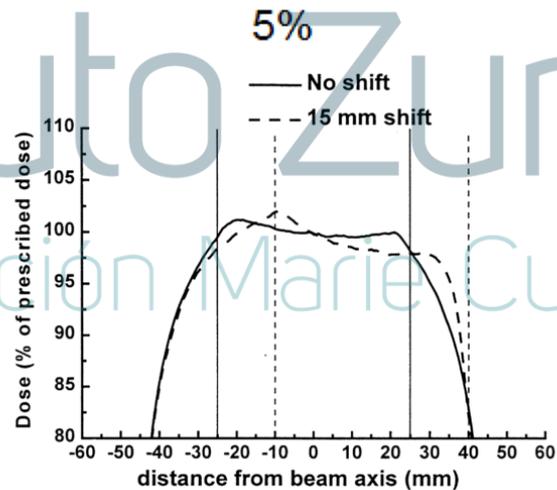
Efectos Dosimétricos

Difuminado de dosis (Blurring)



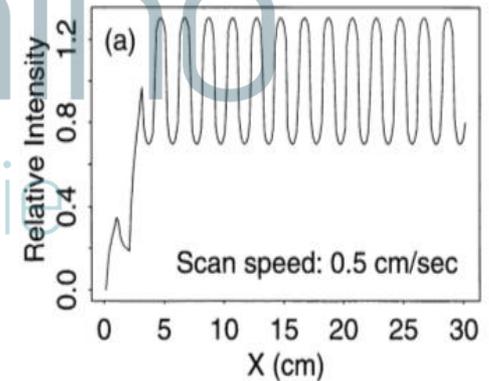
S. D. McCarter and W. A. Beckham,
Phys. Med. Biol., vol. 45, pp. 923–931,
2000

Deformación de dosis



M. Engelsman et al.
Radiother. Oncol., vol. 60, no. 1,
pp. 95–105, 2001.

Interplay



C. X. Yu, D. a. Jaffray, and J. W. Wong,
Phys. Med. Biol., vol. 43, no. 1, pp.
91–104, 1998.

CBCT Gatillado: Estudio en fantoma



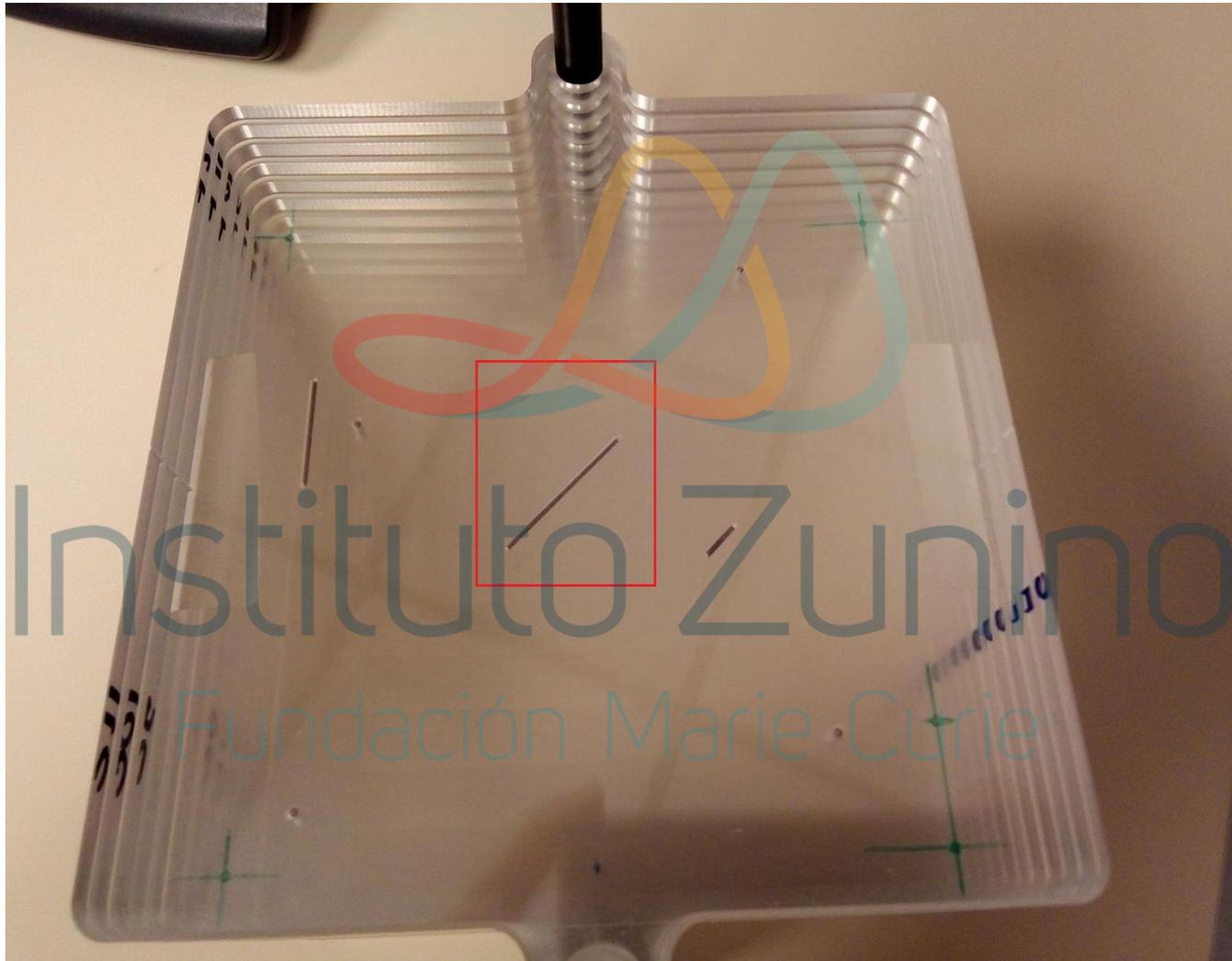
- Fantoma respiratorio Brainlab (movimiento longitudinal)
- CBCT con fantoma estático
- CBCT con movimiento de fantoma:

Curvas respiratorias sinusoidales
 $T=5s, 3s$ y $8s$

Amplitudes de target: 1.6 cm y 0.5 cm

- CBCT gatillado, DIBH 15s, 10s, 5s

CBCT Gatillado: Estudio en fantoma



nlab

co

e fantoma:

dales

n, 1.0 cm y

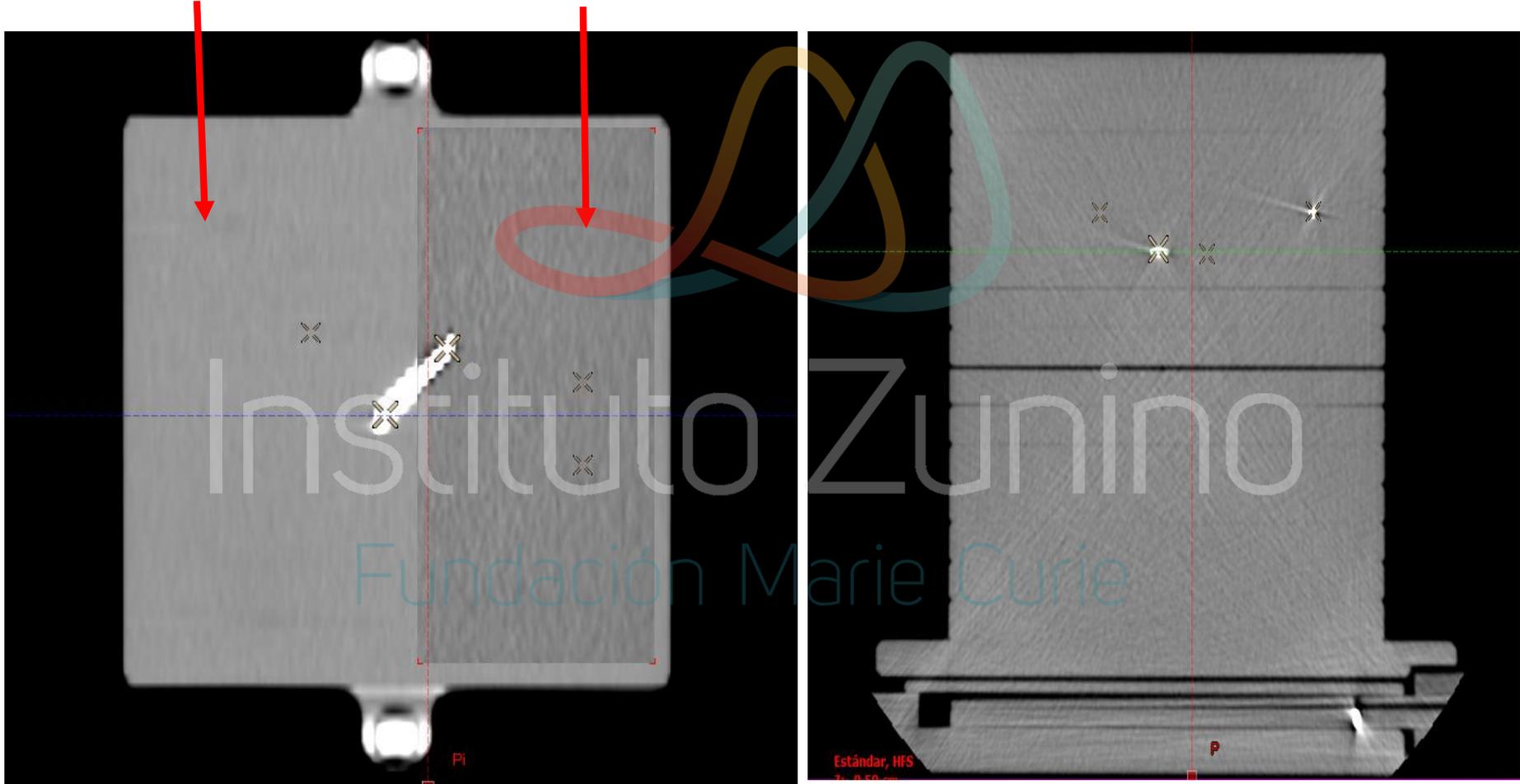
s, 10s, 5s

CBCT Estático

CT

CBCT

CBCT



CBCT Estático

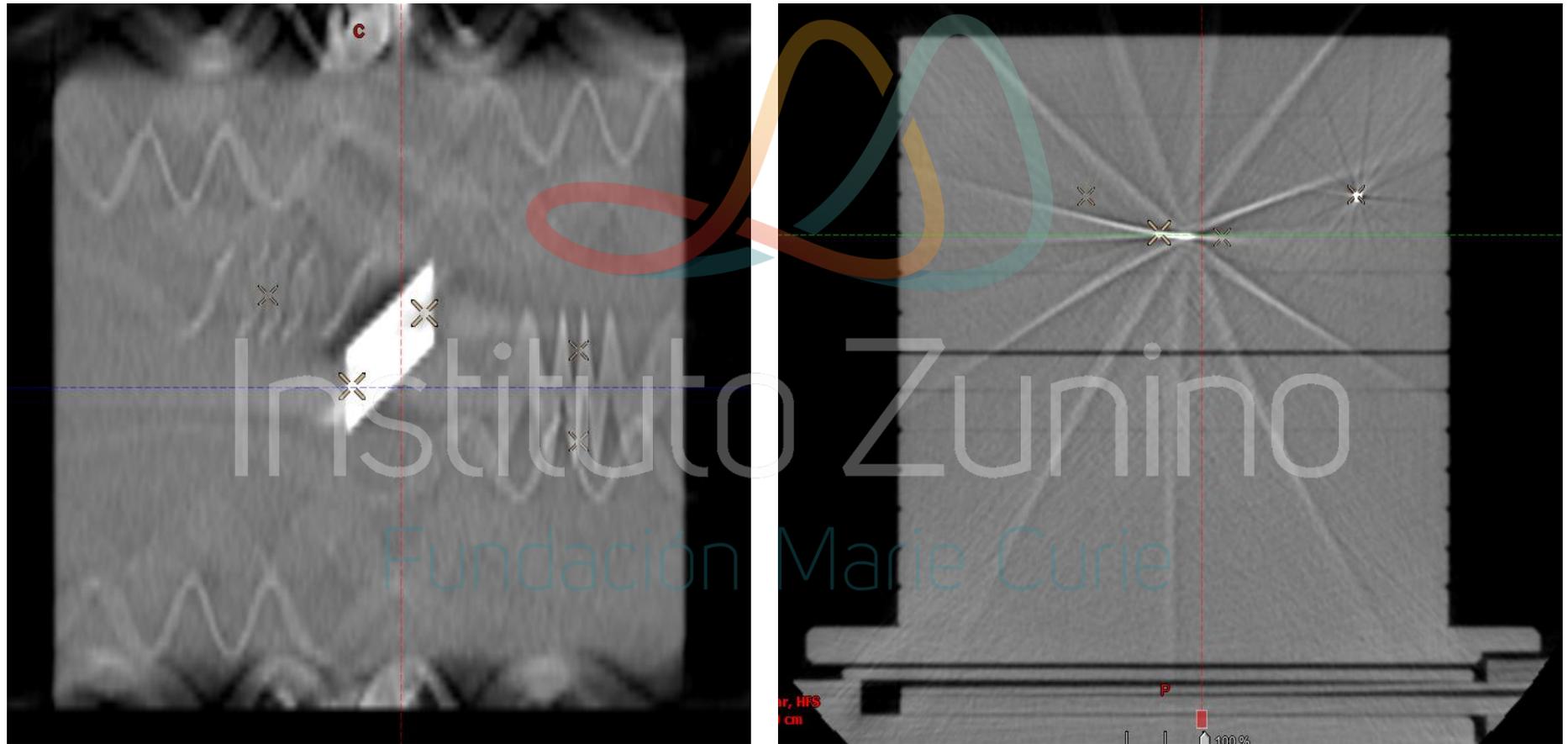
CT

CBCT

CBCT

| <u>CBCT</u> | <u>Vrt</u> | <u>Lng</u> | <u>Lat</u> |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| ESTÁTICO | [cm] | [cm] | [cm] |
| 1 | 0,09 | -0,06 | -0,03 |
| 2 | -0,03 | -0,08 | -0,17 |
| 3 | -0,03 | -0,1 | -0,1 |
| <u>PROM</u> | 0,01 | -0,08 | -0,10 |
| <u>STD</u> | 0,07 | 0,02 | 0,07 |

CBCT con Movimiento sinusoidal, target 1.6cm amplitud

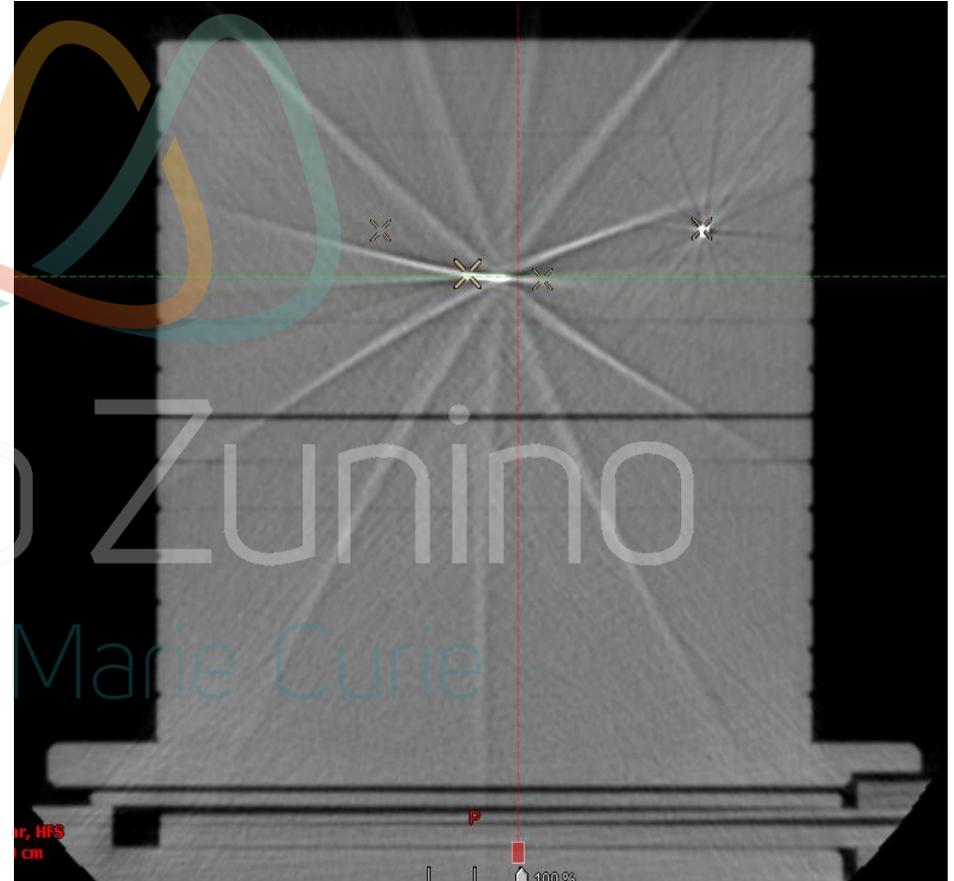
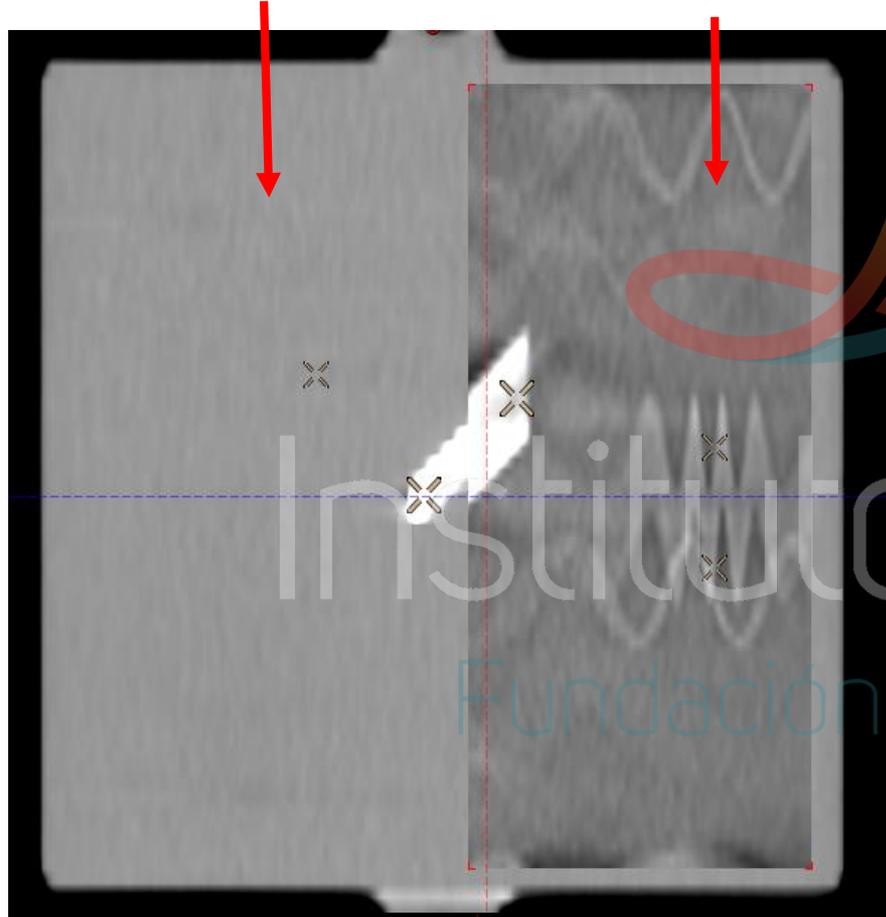


CBCT con Movimiento sinusoidal, target 1.6cm amplitud

CT

CBCT

CBCT



CBCT con Movimiento sinusoidal, target 1.6cm amplitud

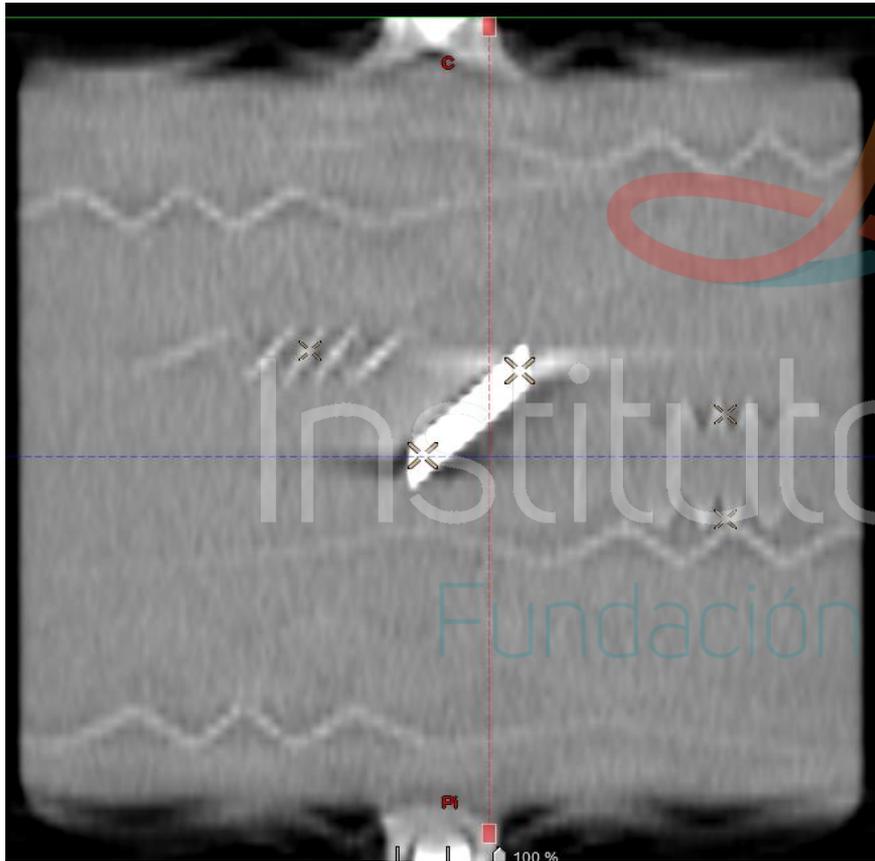
CT

CBCT

CBCT

| CBCT | <u>Vrt</u> [cm] | <u>Lng</u> [cm] | <u>Lat</u> [cm] |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A1.6CM T5S | -0,06 | 0,95 | -0,1 |
| A1.6CM T3S | -0,06 | 0,91 | -0,13 |
| A1.6CM T8S | -0,05 | 0,78 | -0,19 |
| <u>PROM</u> | -0,06 | 0,88 | -0,14 |
| <u>STD</u> | 0,01 | 0,09 | 0,05 |

CBCT con Movimiento sinusoidal, target 0.5 cm amplitud

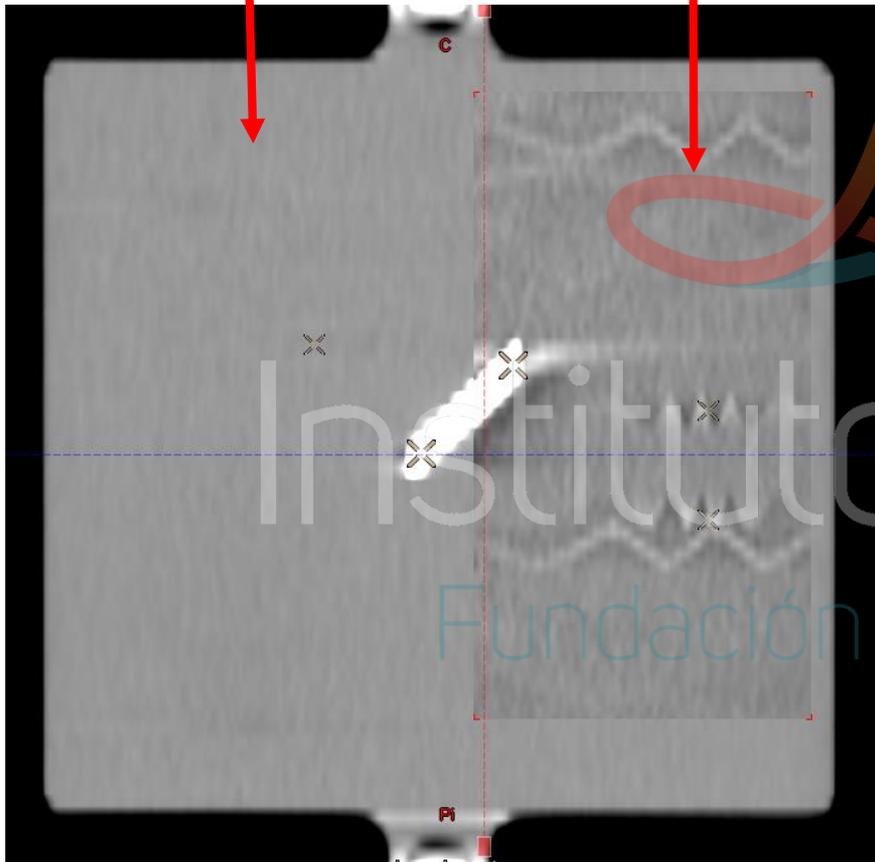


CBCT con Movimiento sinusoidal, target 0.5 cm amplitud

CT

CBCT

CBCT



CBCT con Movimiento sinusoidal, target 0.5 cm amplitud

CT

CBCT

CBCT

| <u>CBCT</u> | <u>Vrt</u> [cm] | <u>Lng</u> [cm] | <u>Lat</u> [cm] |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A0.5CM T3S | -0,05 | 0,23 | -0,27 |
| A0.5CM T5S | -0,04 | 0,18 | -0,17 |
| A0.5CM T8S | -0,04 | 0,2 | -0,11 |
| <u>PROM</u> | -0,04 | 0,20 | -0,18 |
| <u>STD</u> | 0,01 | 0,03 | 0,08 |

CBCT Gatillado, adquisición



Truebeam con sistema RPM de Varían



Instituto Zunino

Fundación Marie Curie

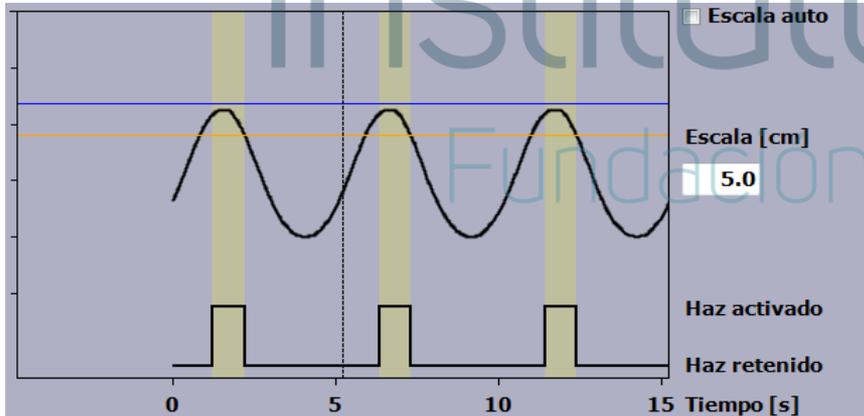
CBCT Gatillado, adquisición



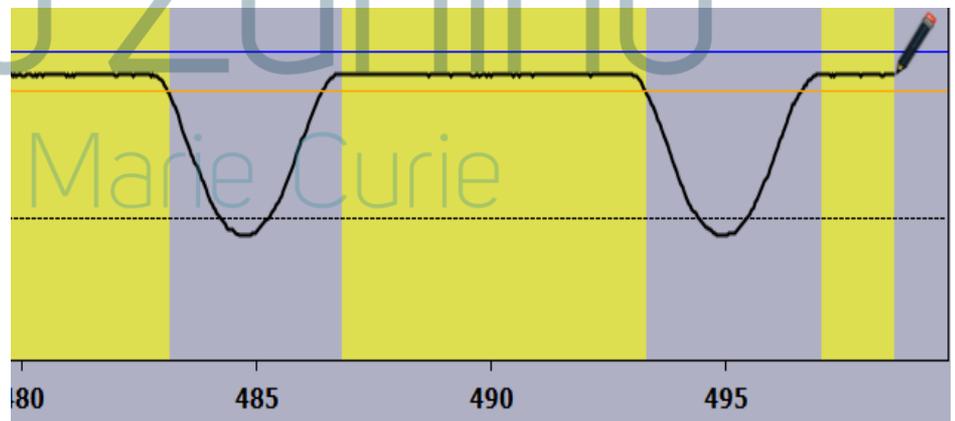
Truebeam con sistema RPM de Varían

Seguimiento al bloque reflector -> Curva respiratoria

Curva de entrenamiento

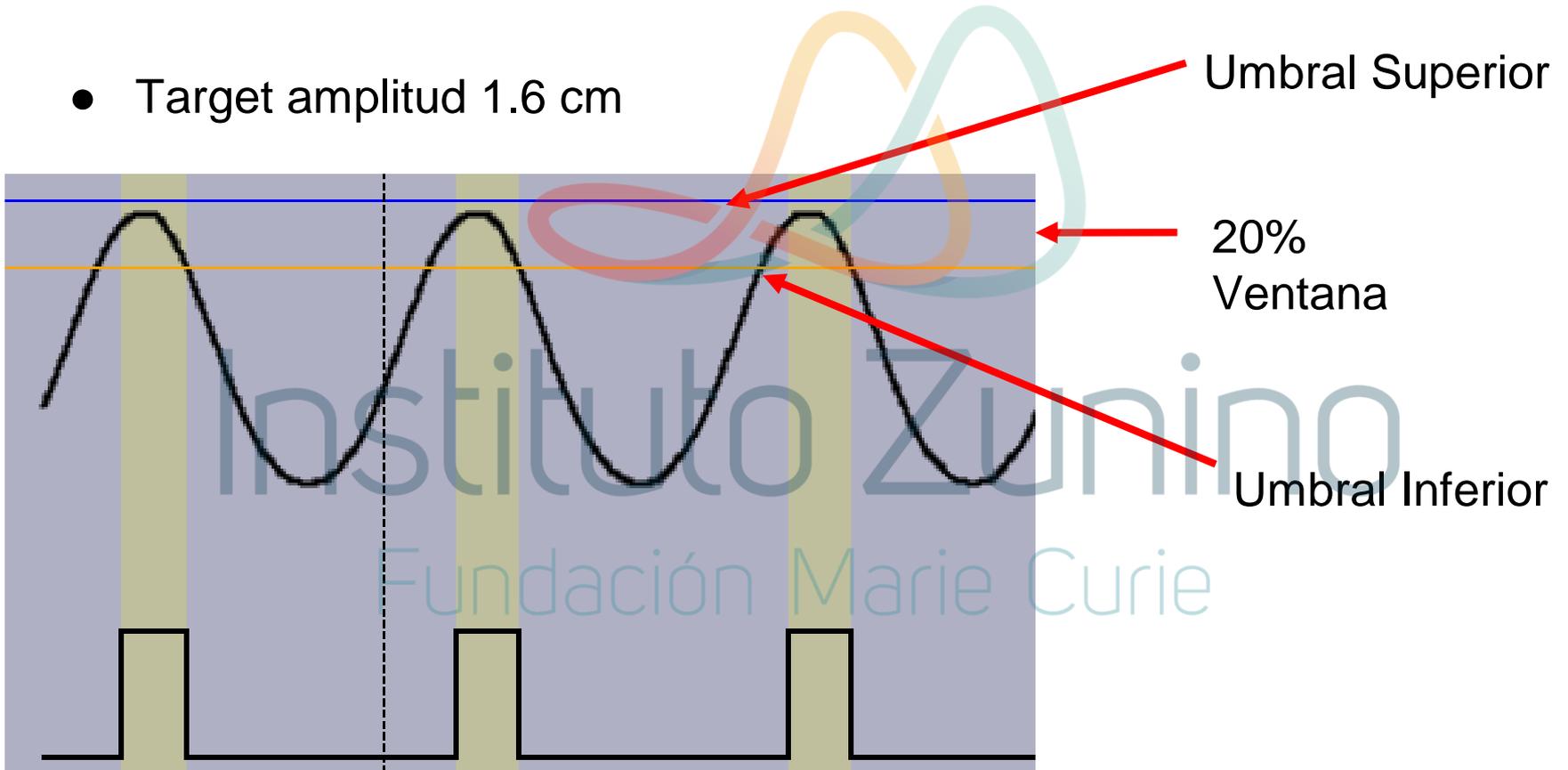


Curva DIBH



CBCT Gatillado, ventana 20%

- Target amplitud 1.6 cm



CBCT Gatillado, ventana 20%,

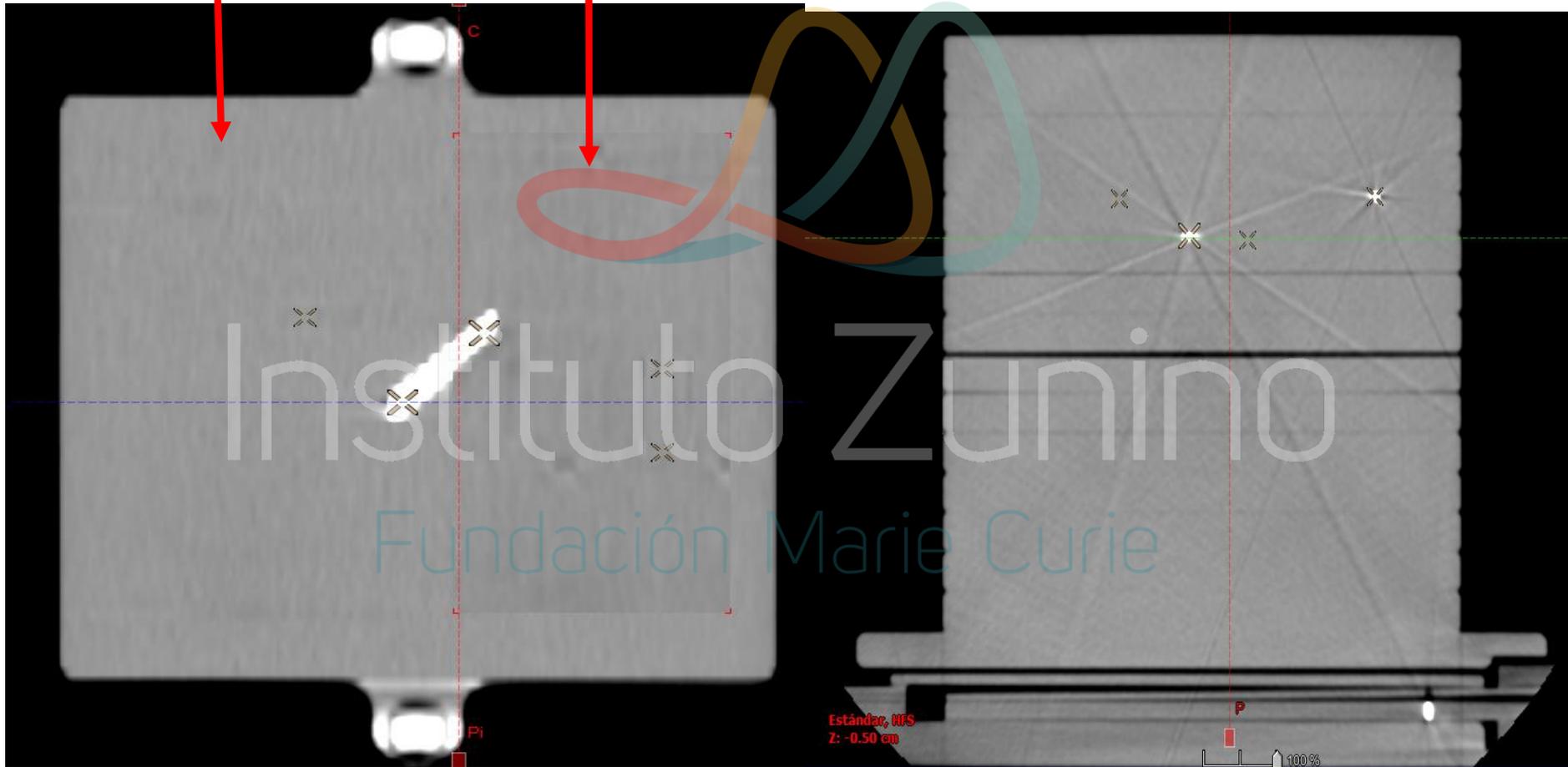


CBCT Gatillado, ventana 20%

CT

CBCT

CBCT



CBCT Gatillado, ventana 20%

CT

CBCT

CBCT

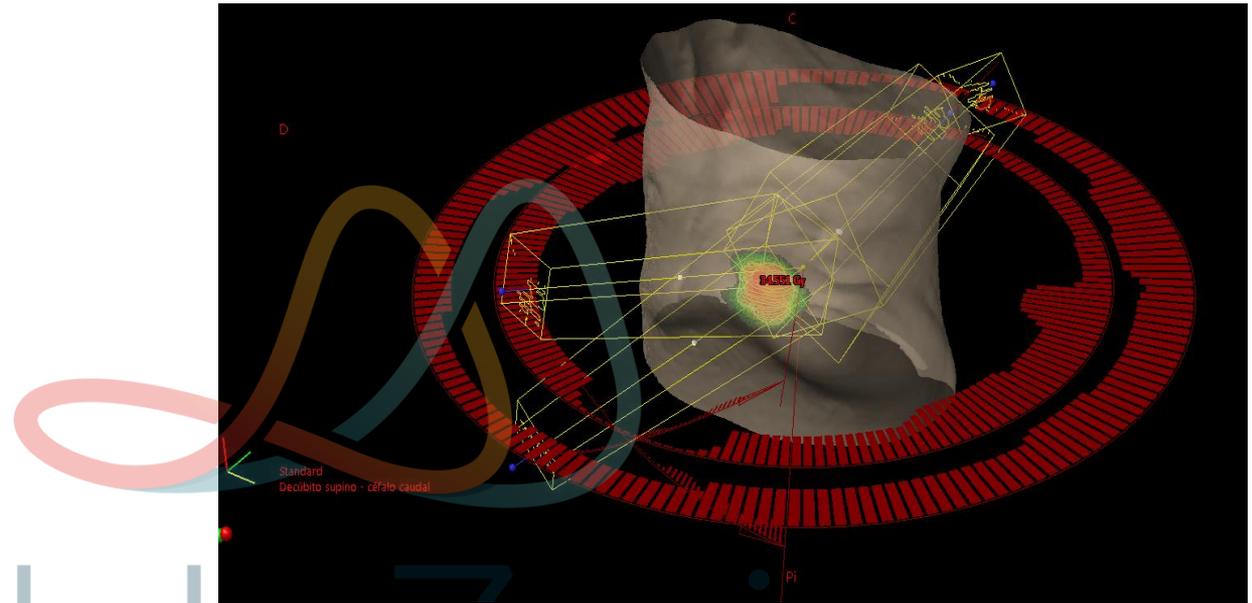
| CBCT | Vrt [cm] | Lng [cm] | Lat [cm] |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| GAT 1.6A 15SBH | 0 | 0,07 | -0,09 |
| GAT 1.6CM 10SBH | 0 | 0,03 | -0,16 |
| GAT 1.6CM 5SBH | 0 | -0,05 | -0,14 |
| PROM | 0 | 0,02 | -0,13 |
| STD | 0 | 0,06 | 0,04 |

Estándar, IHS
Z: -0.50 cm

100%

CBCT Gatillado: Aplicación en Páncreas

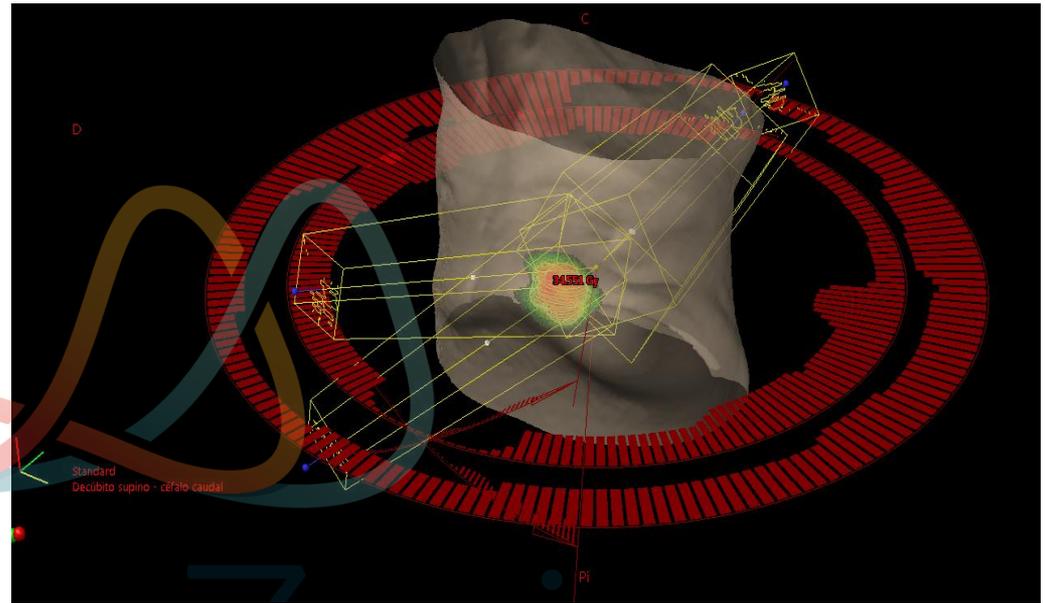
- SBRT RapidArc
- 3fx, 16Gy/fx



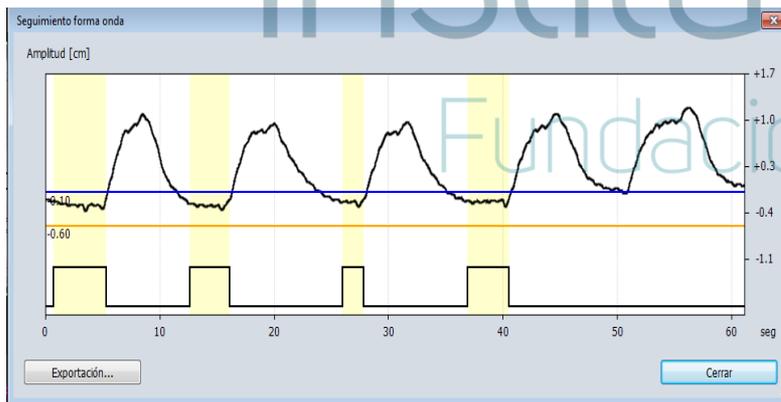
Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

CBCT Gatillado: Aplicación en Páncreas

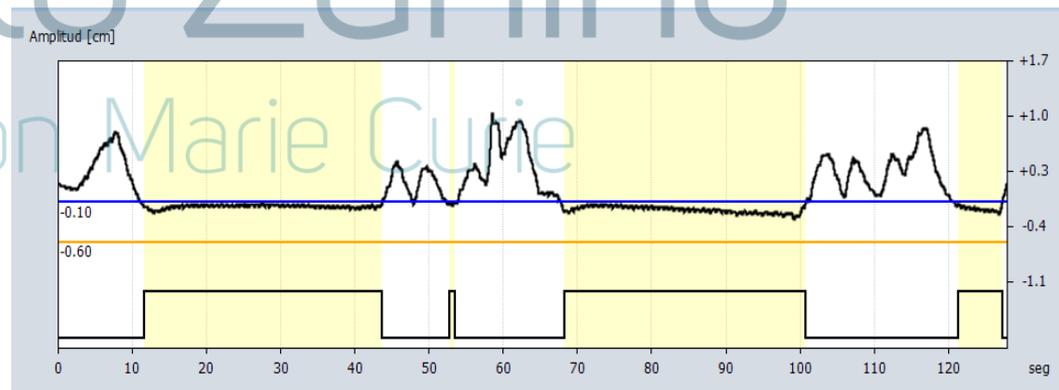
- SBRT RapidArc
- 3fx, 16Gy/fx
- Gating en espiracion



Curva entrenamiento

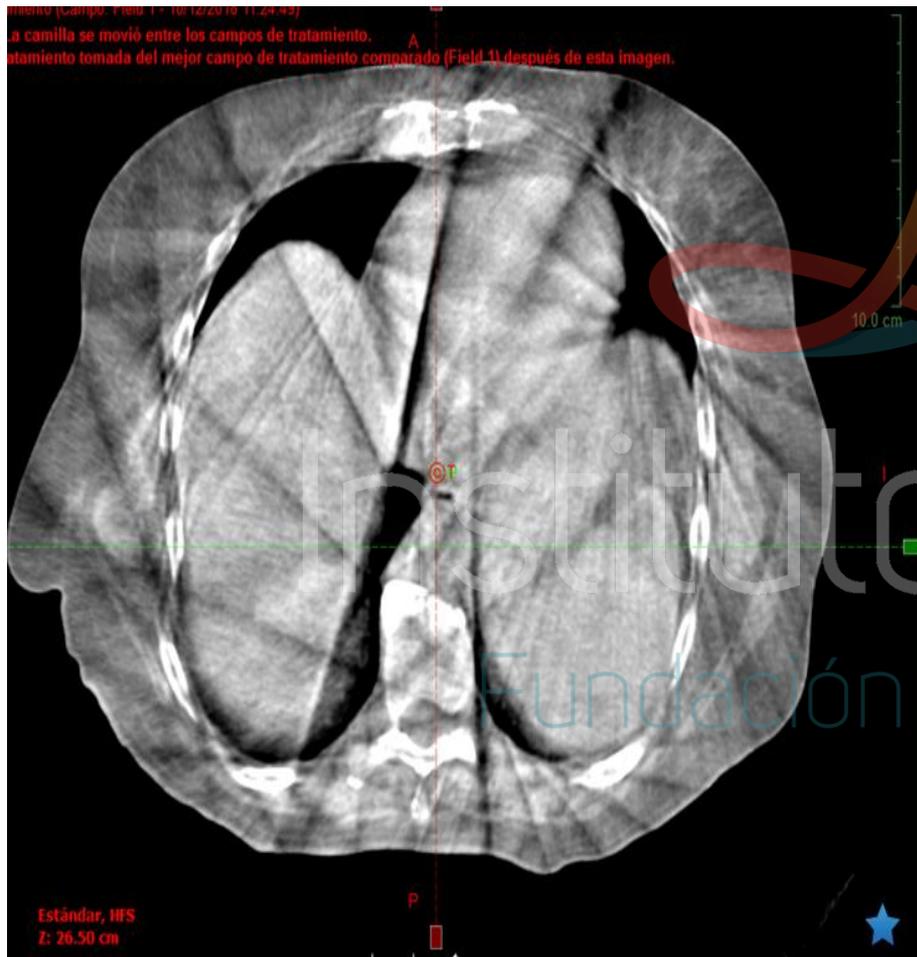


Curva Adquisición CBCT Gatillado



CBCT Gatillado: Aplicación en Páncreas

CBCT sin gatillo

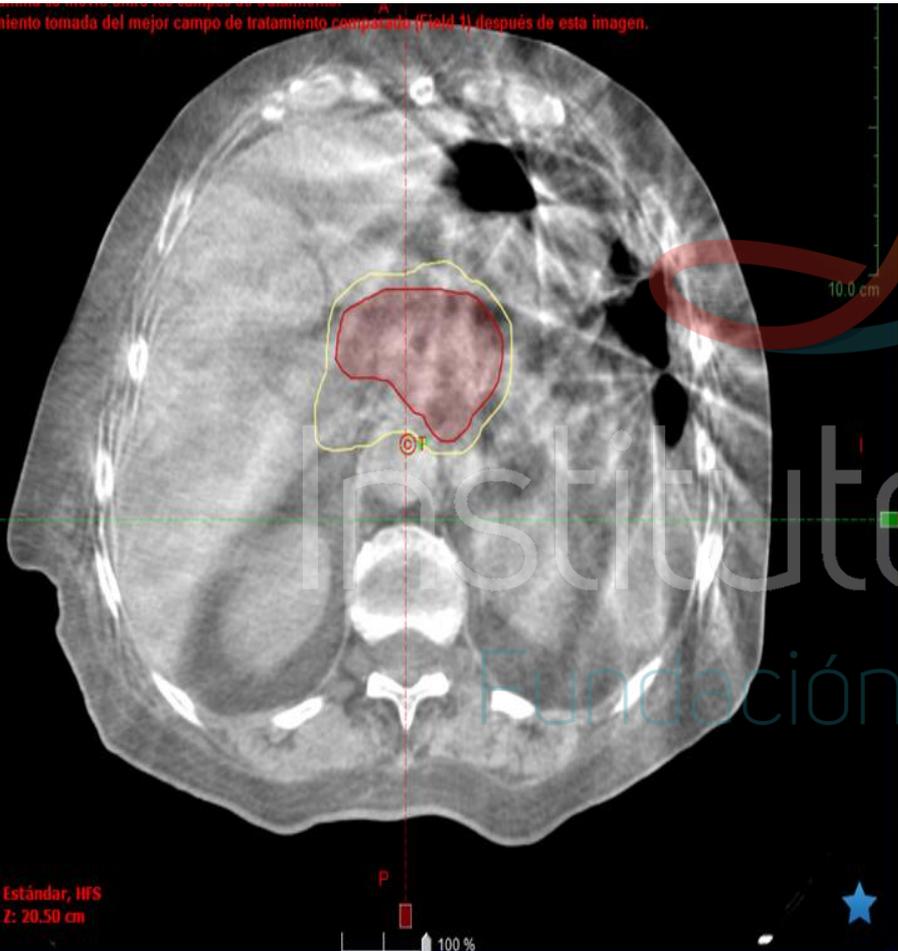


CBCT con gatillo

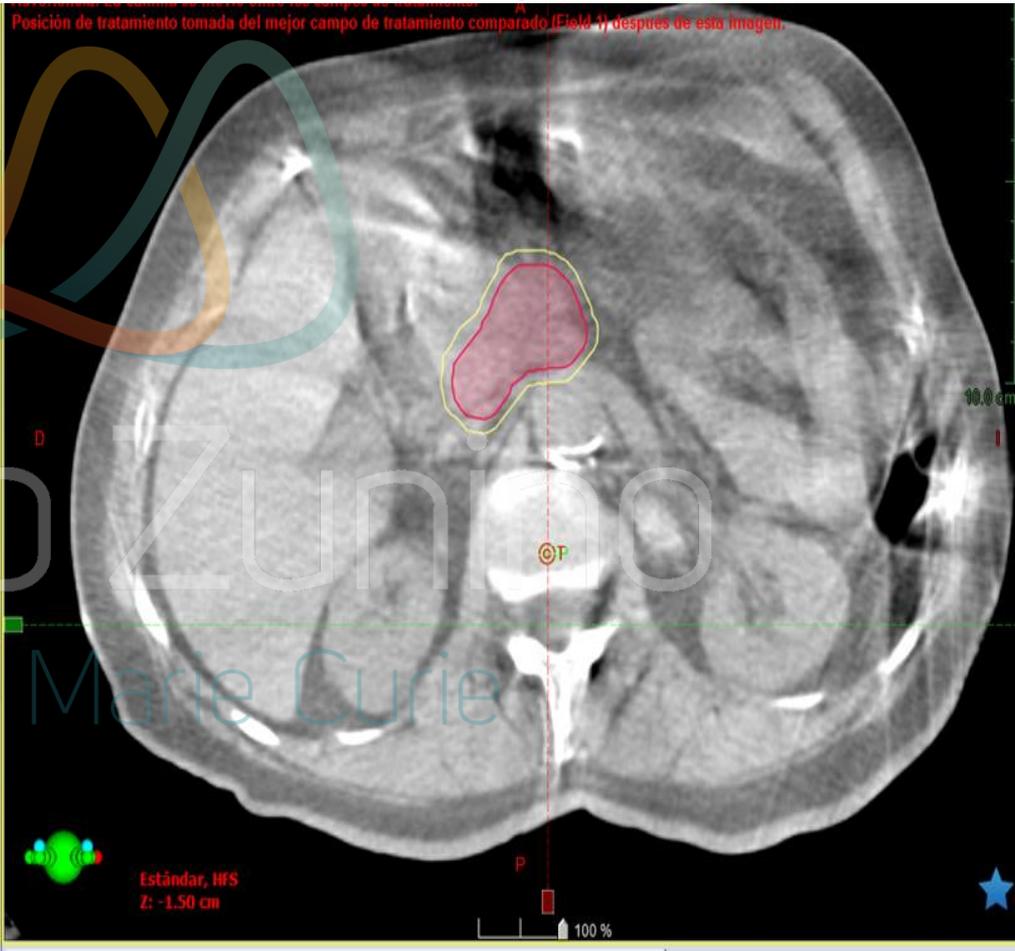


CBCT Gatillado: Aplicación en Páncreas

CBCT sin gatillo



CBCT con gatillo

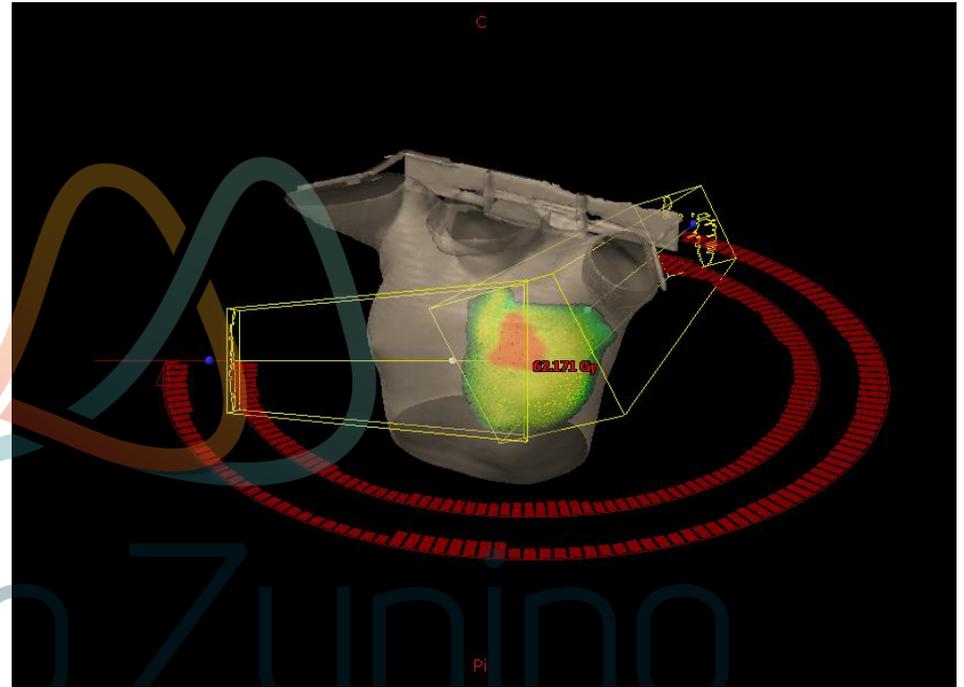


CBCT Gatillado: Aplicación en mamas izdas, Gating DIBH

RapidArc

16fx , 3.25Gy/fx

20fx , 2.82Gy/fx



Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

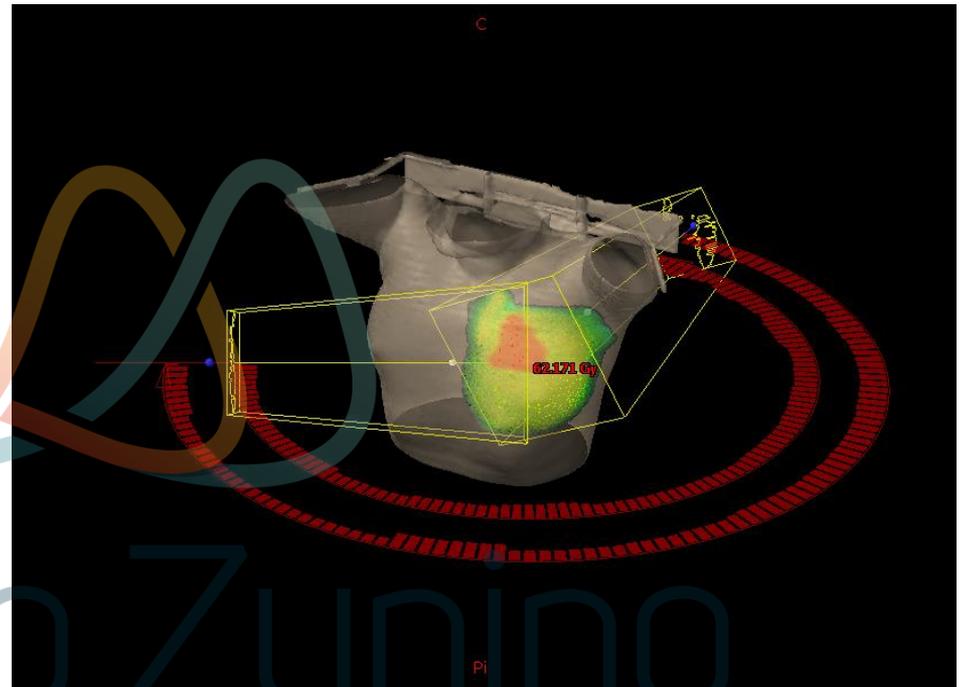
CBCT Gatillado: Aplicación en mama izqda, Gating DIBH

RapidArc

16fx , 3.25Gy/fx

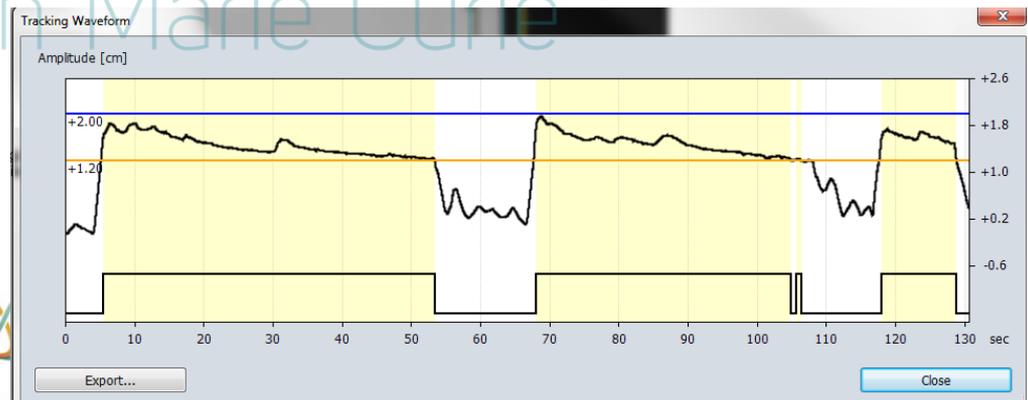
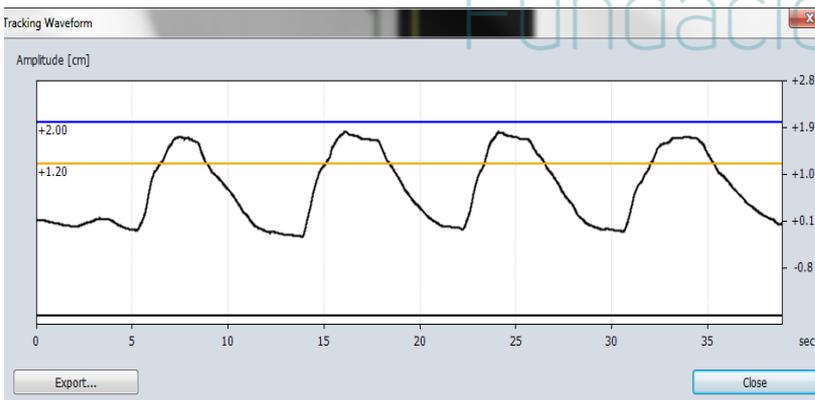
20fx , 2.82Gy/fx

Gating DIBH



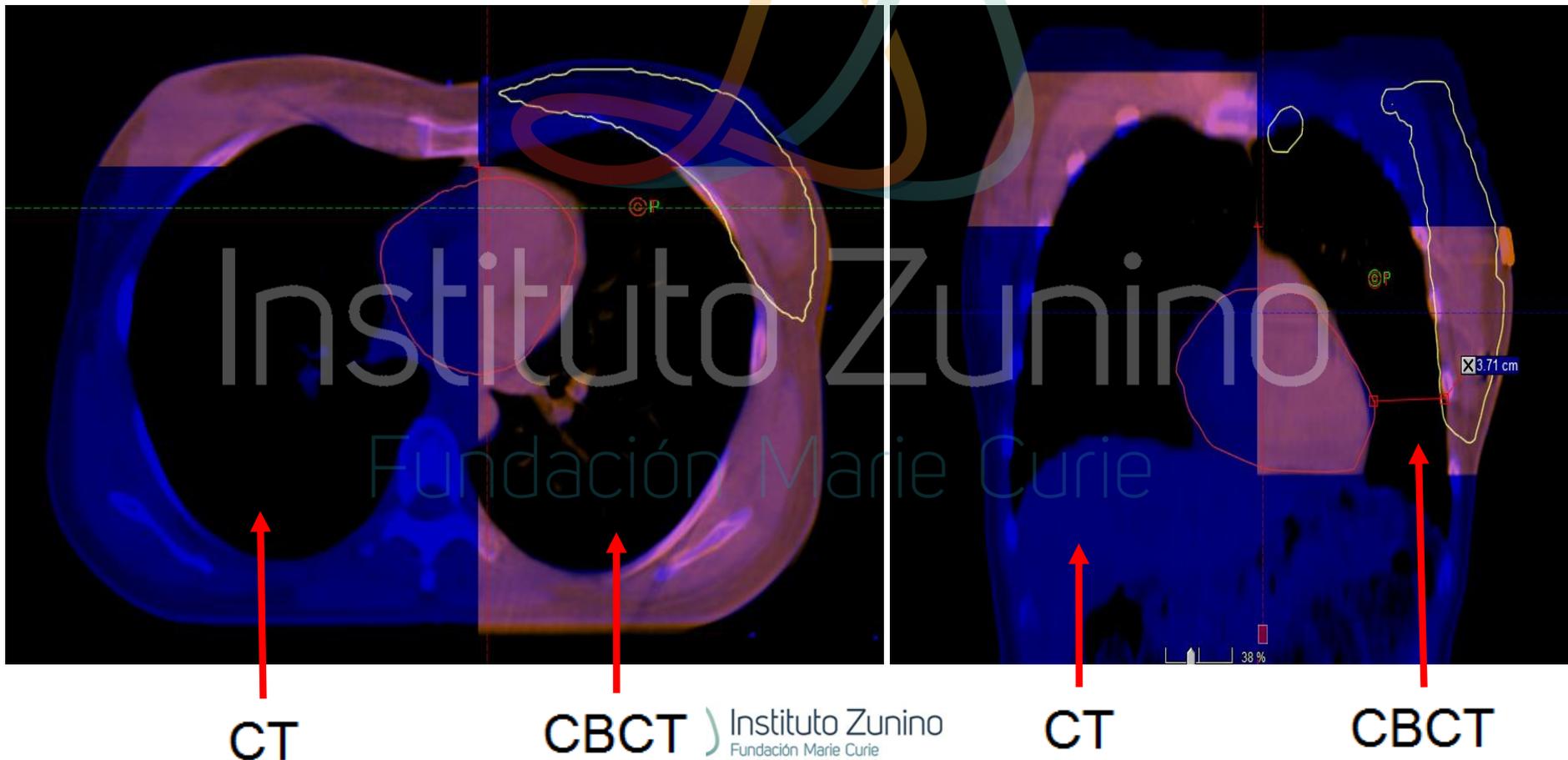
Curva entrenamiento

Curva Adquisición CBCT Gatillado



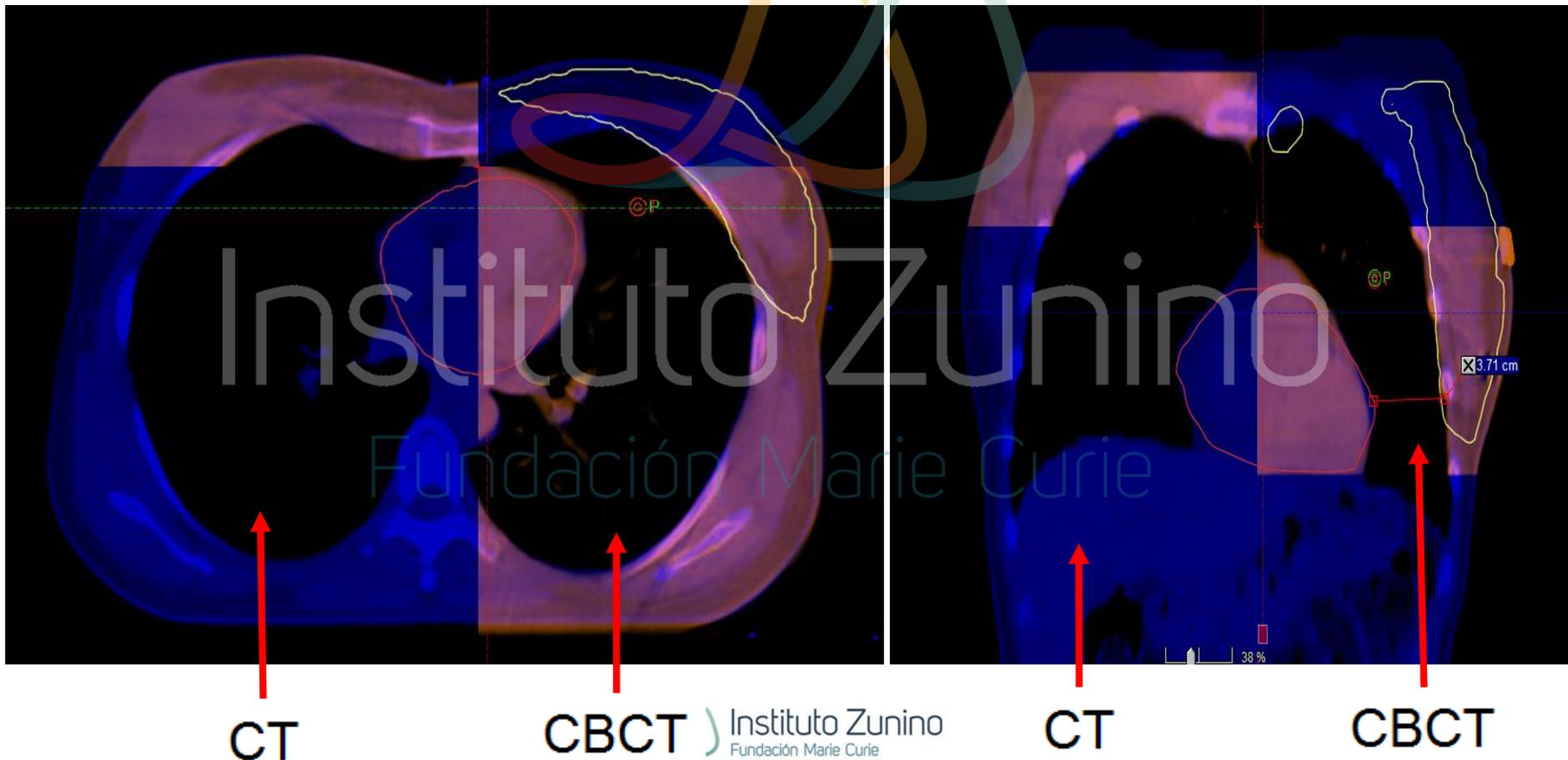
CBCT Gatillado: Aplicación en mamas Gating DIBH

- Distancia entre corazón y mama izda - > Se corresponde con la TAC?



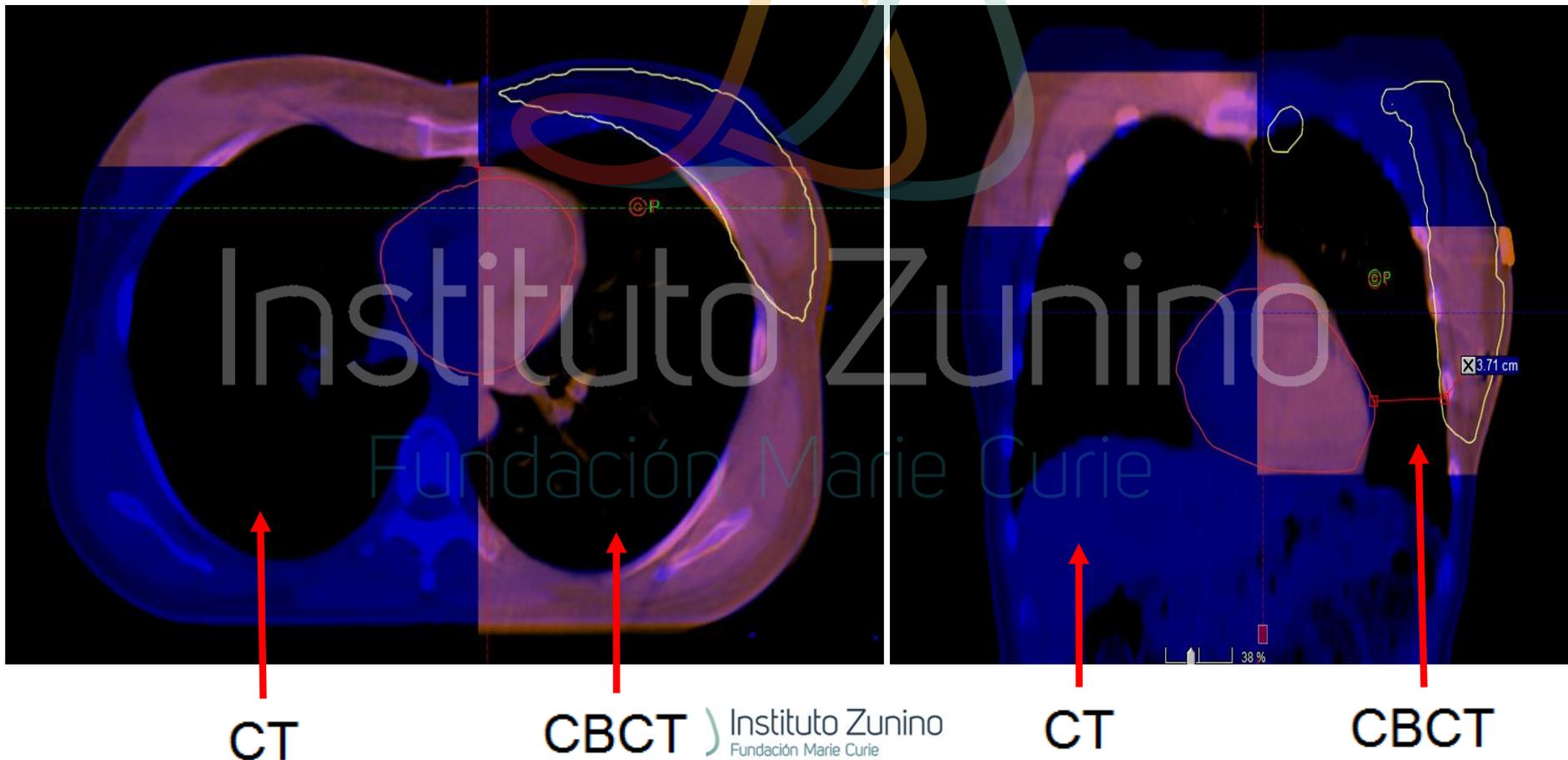
CBCT Gatillado: Aplicación en mamas Gating DIBH

- Distancia entre corazón y mama izda -> Se corresponde con la TAC?
- Grado de inspiración -> se requiere ajustar ventana de gating?



CBCT Gatillado: Aplicación en mamas Gating DIBH

- Distancia entre corazón y mama izda -> Se corresponde con la TAC?
- Grado de inspiración -> se requiere ajustar ventana de gating?
- Posicionamiento



Conclusiones

- CBCT gatillado reduce el difuminado(Blurring) mejorando visualización de detalles como los bordes del tumor y de los órganos cercanos.



Instituto Zunino

Fundación Marie Curie

Conclusiones

- CBCT gatillado reduce el difuminado(Blurring) mejorando visualización de detalles como los bordes del tumor y de los órganos cercanos.
- CBCT gatillado reduce artefactos de tipo raya (streak) producido por el movimiento en regiones con cambios abruptos de densidad (pulmón/tórax)

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Conclusiones

- CBCT gatillado reduce el difuminado (Blurring) mejorando visualización de detalles como los bordes del tumor y de los órganos cercanos.
- CBCT gatillado reduce artefactos de tipo raya (streak) producido por el movimiento en regiones con cambios abruptos de densidad (pulmón/tórax)
- En el estudio de fantoma se mostró que la fusión del CBCT gatillado tiene una precisión comparable a la de un CBCT estático/sin movimiento

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Conclusiones

- CBCT gatillado reduce el difuminado (Blurring) mejorando visualización de detalles como los bordes del tumor y de los órganos cercanos.
- CBCT gatillado reduce artefactos de tipo raya (streak) producido por el movimiento en regiones con cambios abruptos de densidad (pulmón/tórax)
- En el estudio de fantoma se mostró que la fusión del CBCT gatillado tiene una precisión comparable a la de un CBCT estático/sin movimiento
- Implementación de la Radioterapia 4D, fase y amplitud

Muchas Gracias!!