

SESIÓN CLÍNICA HOSPITALARIA

FECHA de febrero de 0

HORA 0 horas

**UGC/
SERVICIO** RADIOFÍSICA Y PROTECCIÓN
RADIOLÓGICA

Título: “LA RADIOFÍSICA COMO PARTE FUNDAMENTAL DE LA MEDICINA MODERNA. (¿QUÉ HACE UN RADIOFÍSICO EN UN HOSPITAL CUANDO NO ESTÁ ENFERMO?)”.

OBJETIVOS

- El paso del paciente por el proceso radioterápico.
- Dosimetría clínica: un caso práctico.
- Describir el papel de la Radiofísica en el ámbito del diagnóstico por imagen y la radioprotección.

PONENTES

- D. Pedro García Higuera, F.E.A. Radiofísica Hospitalaria del H. Universitario Torrecárdenas.
- Dña. Sandra Suárez Gómez, F.E.A. Radiofísica Hospitalaria del H. Universitario Torrecárdenas.
- D. Isidro Fernández Ruano, F.E.A. Radiofísica Hospitalaria del H. Universitario Torrecárdenas.

DIRIGIDO A

TODO EL PERSONAL SANITARIO DEL HOSPITAL
UNIVERSITARIO TORRECÁRDENAS DE ALMERÍA

METODOLOGÍA DIDÁCTICA

Método expositivo (explicación oral con apoyo audiovisual) con posterior debate dirigido.

LUGAR

Salón de actos del H.U. Torrecárdenas (hasta completar aforo permitido) y a través de “CIRCUIT”.

LA RADIOFÍSICA COMO PARTE FUNDAMENTAL DE LA MEDICINA MODERNA

¿Qué hace un radiofísico en un hospital cuando no está enfermo?

D. Pedro García Higuera
Dña. Sandra Suárez Gómez
D. Isidro Fernández Ruano



1.- ¿Cómo llegaron los físicos a los hospitales?

2.- Protección Radiológica.

3.- Diagnóstico por Imagen.

4.- Oncología Radioterápica.

4.1.- Mapa del proceso de radioterapia

4.2.- Caso clínico



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

La radiación es la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio ya se a través de ondas electromagnéticas o partículas.

La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos X o rayos Gamma) y partículas (alfa, beta o neutrones) capaces de ionizar materia.

Es un proceso natural con el que convivimos.



Fuente:



Organización
Mundial de la Salud

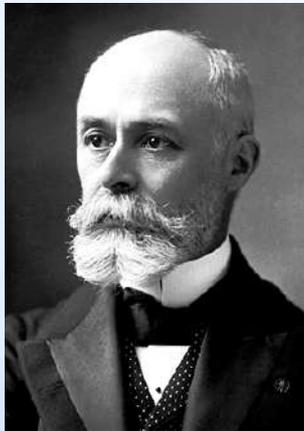
Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección.



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

Descubrimiento de la radiación ionizante:

- En 1896 el físico Henri Becquerel descubre que el Uranio emite de forma espontánea una radiación misteriosa.
- En 1898 el matrimonio de físicos Marie y Pierre Curie descubren el radio.
- En 1895 el físico Roentgen produjo radiación electromagnética en las longitudes de onda correspondientes a los actualmente llamados **rayos X**.



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

Para mostrar su descubrimiento Roentgen comenzó a realizar imágenes de Rayos X para mostrar el potencial de su descubrimiento **en el campo de la medicina.**



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

Pronto se dieron cuenta de que el uso sin control de la radiación ionizante producía **efectos adversos**.



Dibujo de 1908 de dermatitis crónica producto de la sobreexposición a radiaciones ionizantes.



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

En 1928 se creó el “Comité internacional de protección contra los rayos X y el Radium”. Actualmente conocido como “**Comisión Internacional de Protección Radiológica**”.

Pasaron unos 30 años desde el descubrimiento de la radiactividad hasta que se demostró la necesidad de **regular y garantizar el empleo correcto de las radiaciones ionizantes**.

Es **necesario un amplio y detallado conocimiento** de la radiación ionizantes y sus **propiedades físicas** para asegurar su uso seguro y eficaz.

ICRP
INTERNATIONAL COMMISSION ON
RADIOLOGICAL PROTECTION



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

La **Radiofísica Hospitalaria** es una **especialidad sanitaria** que se desarrolla en España desde los años sesenta.

Se crea oficialmente en 1997 mediante el **Real Decreto 220/1997**.

La especialidad sanitaria en Radiofísica Hospitalaria ha ganado especial relevancia estas últimas décadas al estar muy ligada a las **radiaciones ionizantes** y la **tecnología**.



**SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

Afiliada a la I.R.P.A



**SOCIEDAD ANDALUZA DE
RADIOFÍSICA HOSPITALARIA**

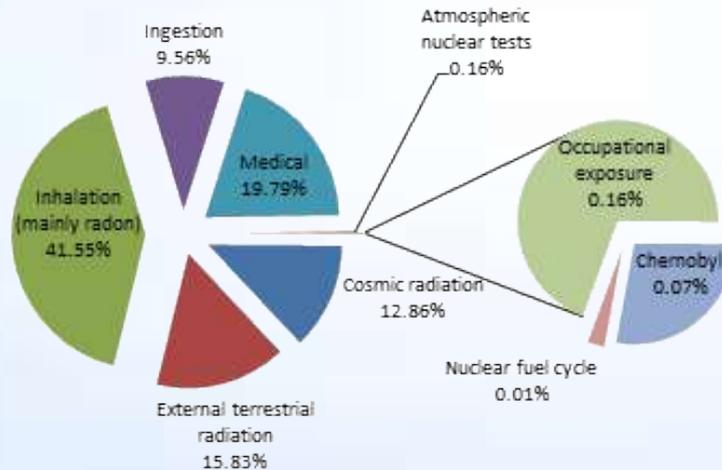
www.sarh.es



¿COMO LLEGARON LOS RADIOFÍSICOS A LOS HOSPITALES?

Según datos de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (IAEA), actualmente una persona promedio recibe una dosis anual de 2.4 mSv de fuentes naturales, un 80% del total.

La principal fuente de origen artificial de radiación ionizante proceden de procedimientos médicos.



Fuente:  IAEA

IAEA: Fuentes de exposición a la radiación

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La Protección Radiológica tanto del **personal** como de los **pacientes** es un pilar de la especialidad.

Se basa en 3 principios básicos:

- **Justificación:** la exposición a radiaciones ionizantes debe suponer un beneficio para la sociedad.
- **Optimización o “ALARA”:** la exposición debe ser tan baja como sea razonablemente posible (As Low As Reasonably Achievable).
- **Limitación de dosis:** la exposición no debe superar los límites establecidos en la legislación vigente.

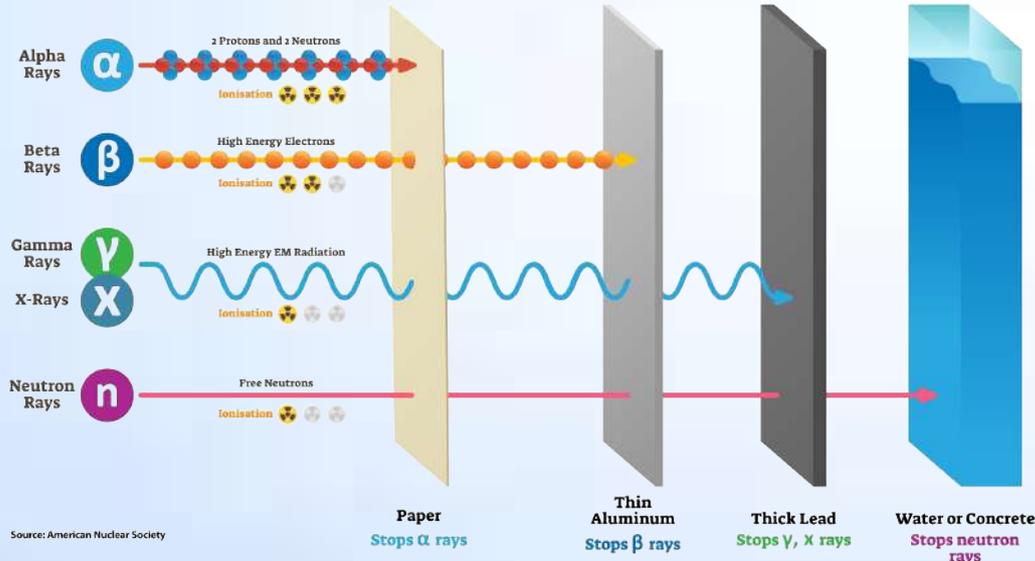


PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

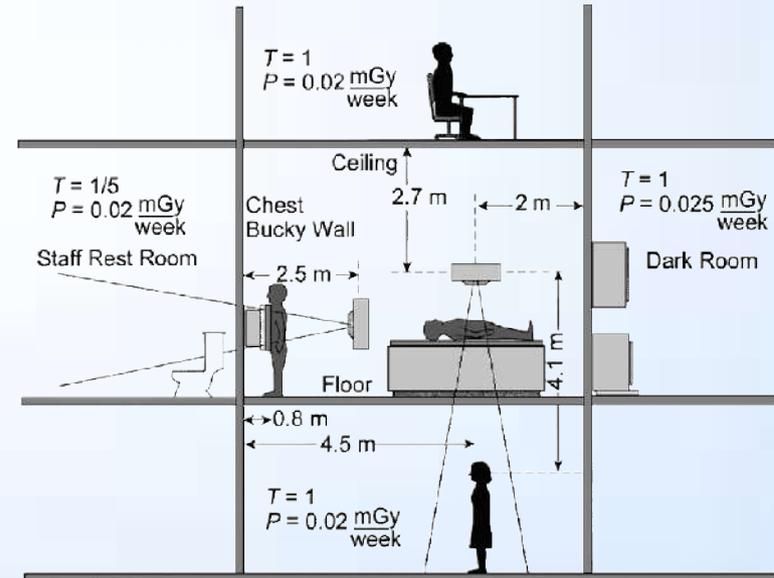
Responsabilidades de un Radiofísico Hospitalario en Protección Radiológica:

- Cálculo de blindajes de instalaciones radiactivas. Verificación de las fases de diseño, montaje, instalación, operación y modificación.

TYPES OF RADIATION



Source: American Nuclear Society



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Responsabilidades de un Radiofísico Hospitalario en Protección Radiológica:

- Vigilancia ambiental frente a la radiación con detectores calibrados.
- Estimación y análisis de riesgos radiológicos.
- Establecimiento de normas y procedimientos de protección para trabajadores expuestos.
- Gestión de dosimetría personal y de área.



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Responsabilidades de un Radiofísico Hospitalario en Protección Radiológica:

- Gestión de isótopos radiactivos y sus residuos.
- Identificación y caracterización de puestos de trabajo (categoría A y B de trabajadores expuestos).
- Gestión de licencias y atención a inspecciones del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Y un largo etcétera



DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

- Real Decreto 815/2001 sobre justificación del uso de radiaciones ionizantes para la protección radiológica de los personas con ocasión de exposiciones médicas.

Radiofísica Hospitalaria: se menciona una única vez.

- Real Decreto 601/2019 sobre justificación y **optimización** del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de los personas con ocasión de exposiciones médicas.

Radiofísica Hospitalaria: se menciona 15 veces.

Programas de garantía de calidad en las Unidades asistenciales de **Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Radioterapia.**



Control de calidad



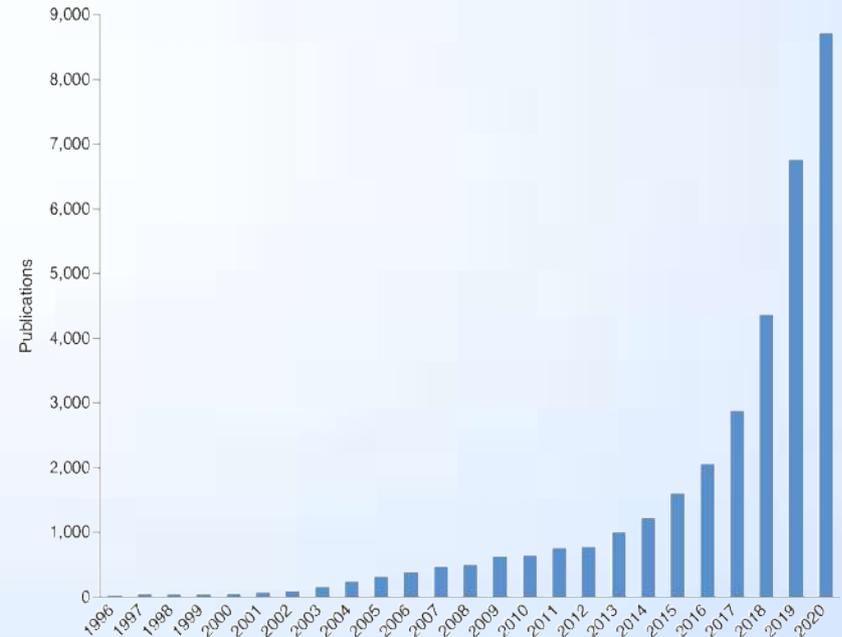
DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Control de calidad de los equipos (visión clásica):

- Optimizar la dosis recibida por el paciente y el trabajador en cada exposición.
- Asegurar el óptimo desempeño del equipamiento.

Control de calidad de los equipos (nueva visión):

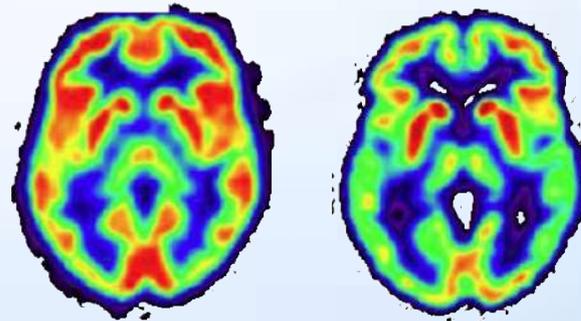
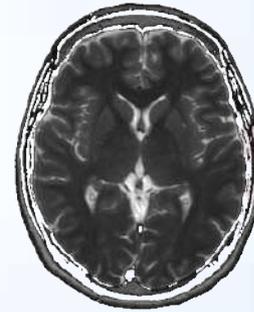
- Empleo de algoritmo de reconstrucción más avanzados.
- Gestión y procesamiento de gran cantidad de datos. Sistemas de gestión de dosis.
- Futuro: integración del “Machine Learning”.



DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

- Aceptación de nuevos equipos.
- Dosimetría de procesos diagnósticos e intervencionistas.
- Análisis de procedimientos y elaboración de informes para la Protección Radiológica.

...



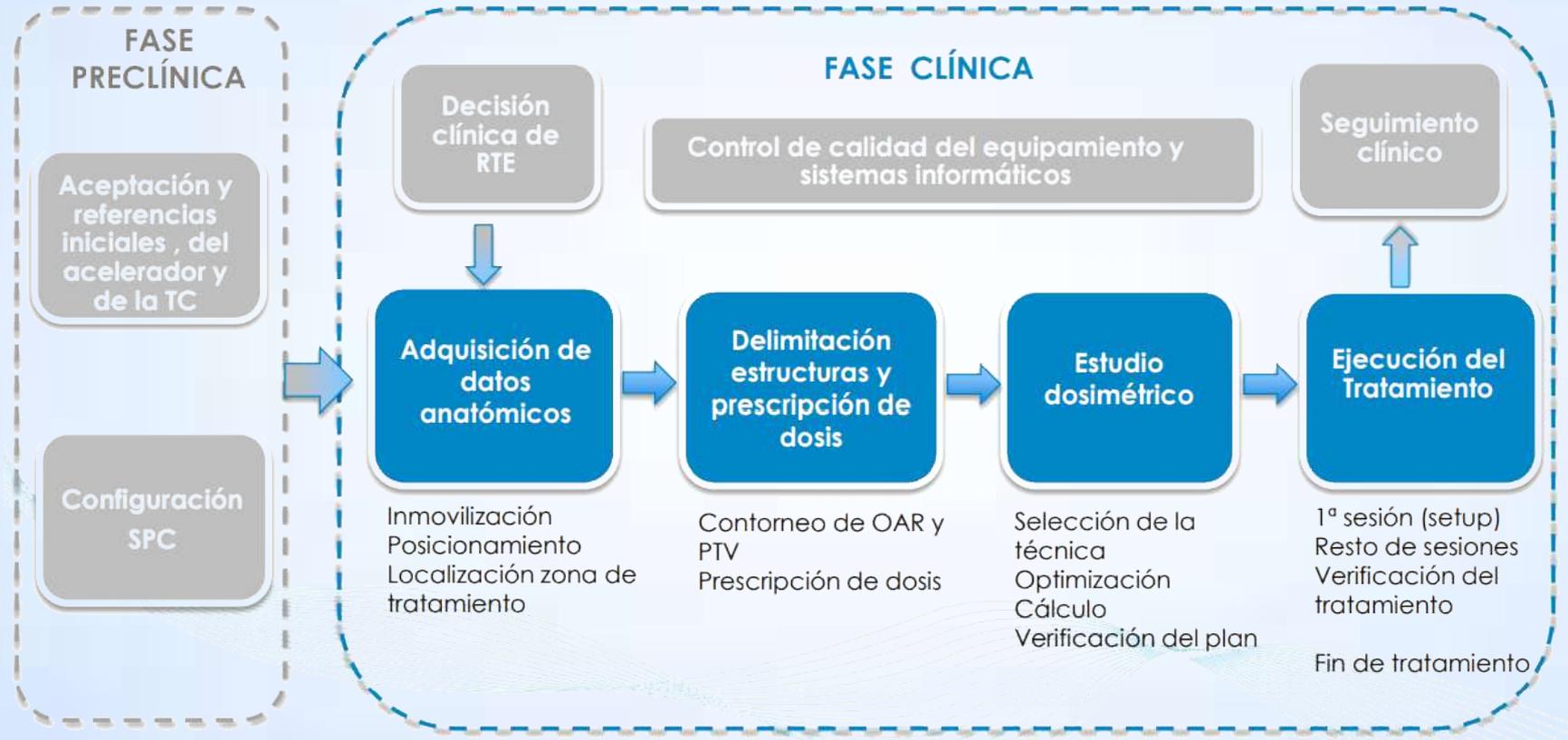
MAPA DEL PROCESO DE RADIOTERAPIA

El proceso radioterápico es un proceso complejo y altamente tecnificado que involucra a variedad de profesionales.

Recorreremos el proceso de manera general paso a paso



MAPA DEL PROCESO DE RADIOTERAPIA



FASE PRECLÍNICA

La duración de la fase preclínica depende de los equipos adquiridos así como de los recursos humanos y tecnológicos disponibles.

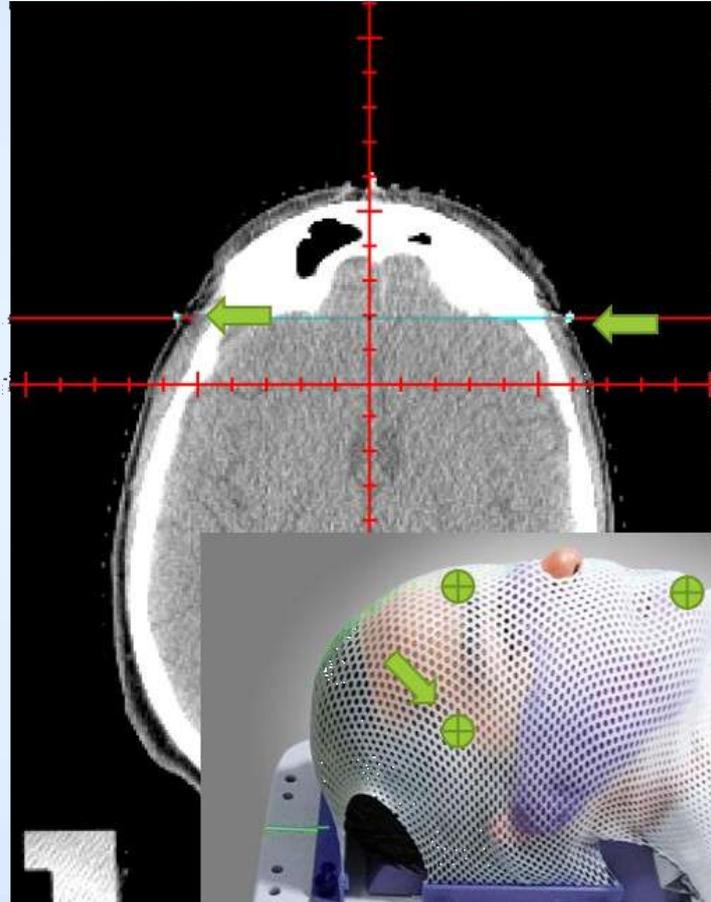
En esta fase preclínica o “puesta a punto” establecemos también el estado de referencia inicial de nuestra máquina y diseñamos los controles de calidad (pruebas y periodicidad) que haremos para asegurarnos de que el acelerador funcione bajo las condiciones en que se configuró.

La labor del radiofísico después de la fase preclínica, es variada:

- Análisis y revisión de los controles de calidad del TC y Acelerador
- Intermediarios con los ingenieros de las máquinas
- Asistir inmobilizaciones con particularidades dosimétricas individuales
- Diseñar y verificar los planes de tratamiento de los pacientes



ADQUISICIÓN DE DATOS ANATÓMICOS



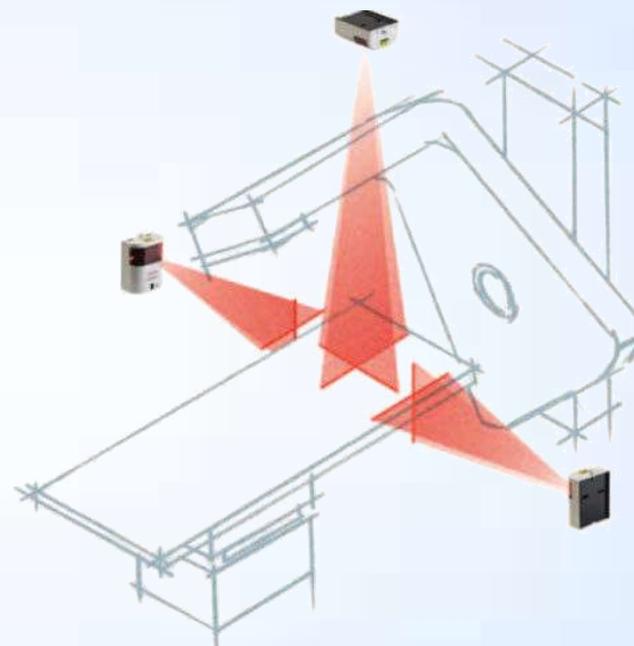
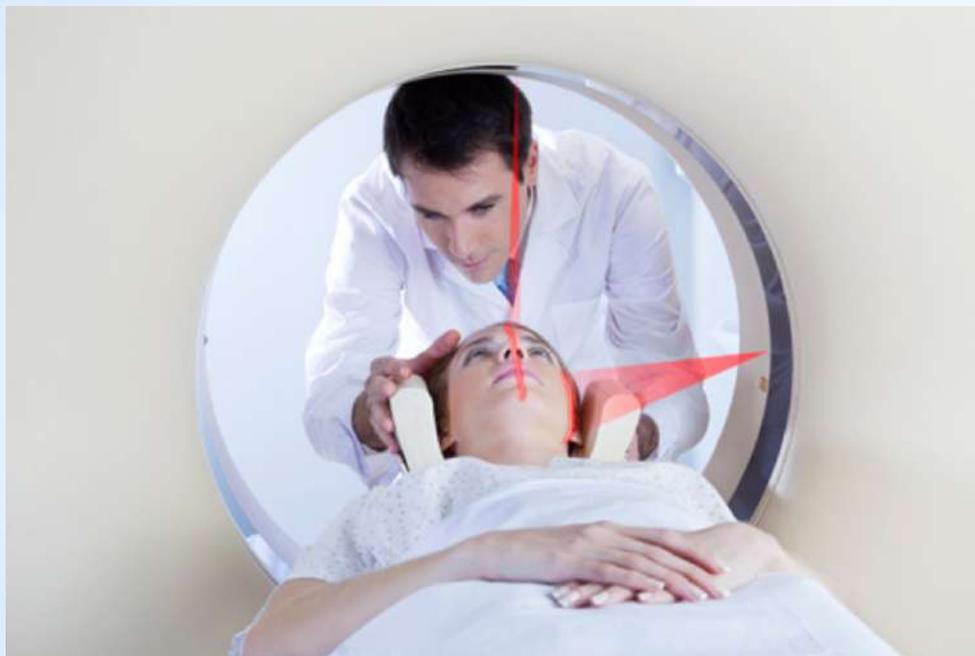
La adquisición de datos anatómicos, requiere de una inmovilización previa, que depende de la zona anatómica y de la patología del paciente

Las salas TC y los búnkeres de los aceleradores constan de un sistema de láseres para colocar al paciente

Estos láseres se marcan con unos plomillos que se puedan ver en la adquisición de la imagen



ADQUISICIÓN DE DATOS ANATÓMICOS: ALINEACIÓN DEL PACIENTE

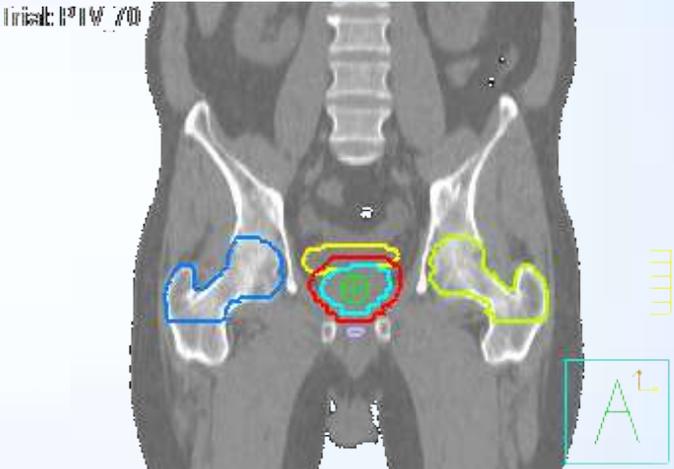
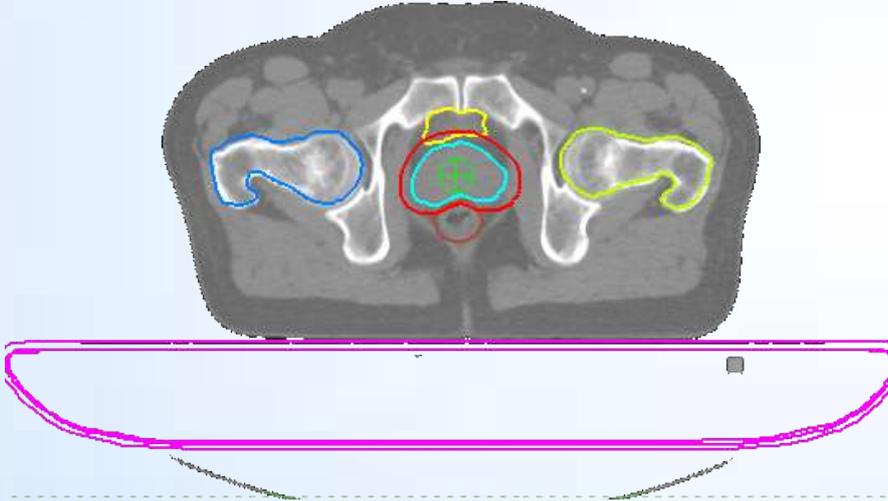


INMOVILIZACIÓN PARA TRATAMIENTO DE MAMA

Debemos buscar la mayor inclinación posible para obtener la mejor reproducibilidad y mayor confort.



DELIMITACIÓN DE ESTRUCTURAS Y PRESCRIPCIÓN DE DOSIS

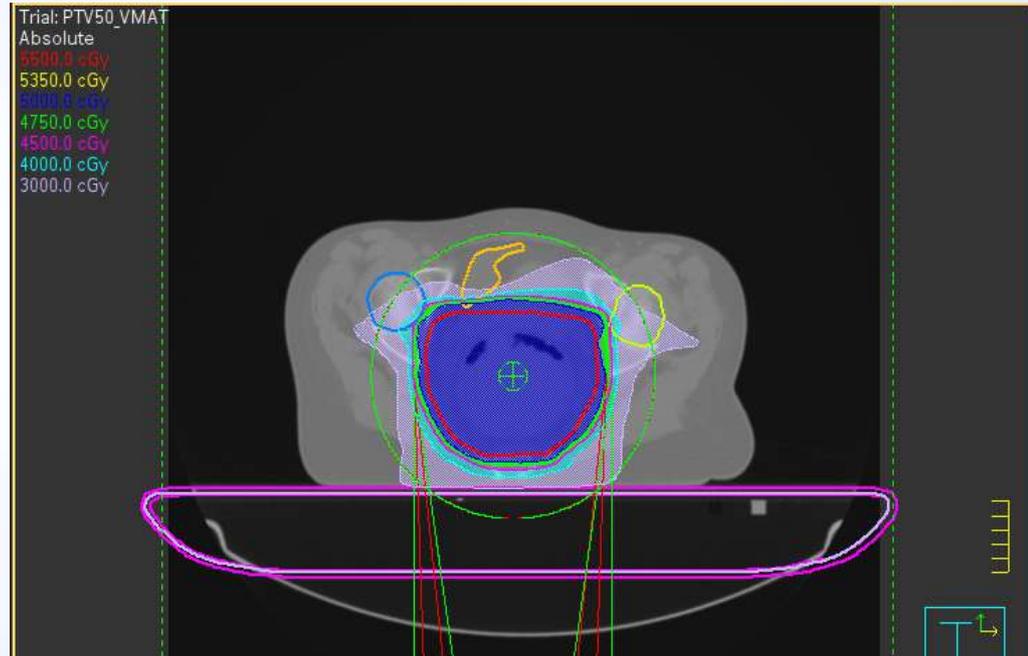


ESTUDIO DOSIMÉTRICO

Una vez diseñado el plan de tratamiento:

- Elección de la técnica.
- Geometría y condiciones para proteger los órganos de riesgo
- Optimización

Se verifica el estudio dosimétrico junto con el oncólogo radioterápico y se procede a la verificación dosimétrica del plan.



ESTUDIO DOSIMÉTRICO: VERIFICACIÓN DOSIMÉTRICA

Selección de la técnica:

3D

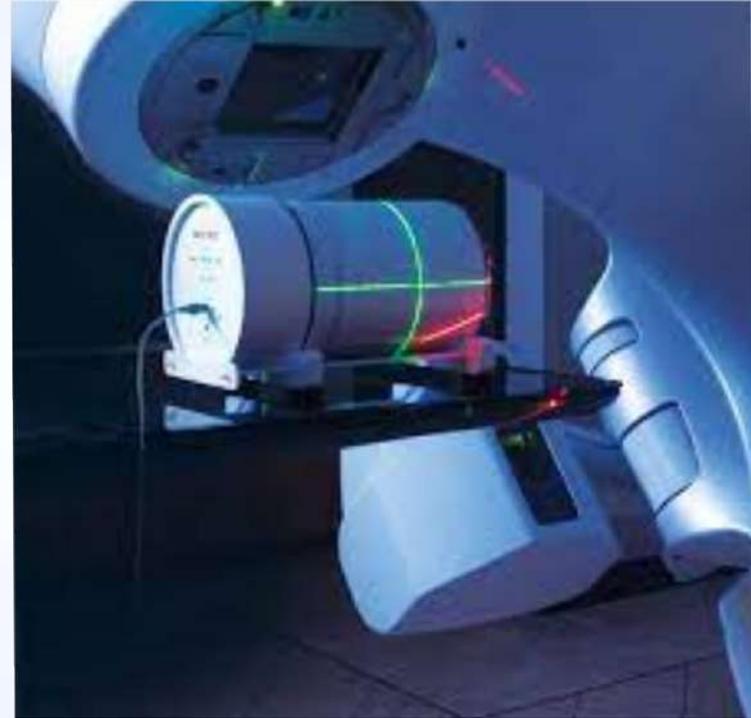
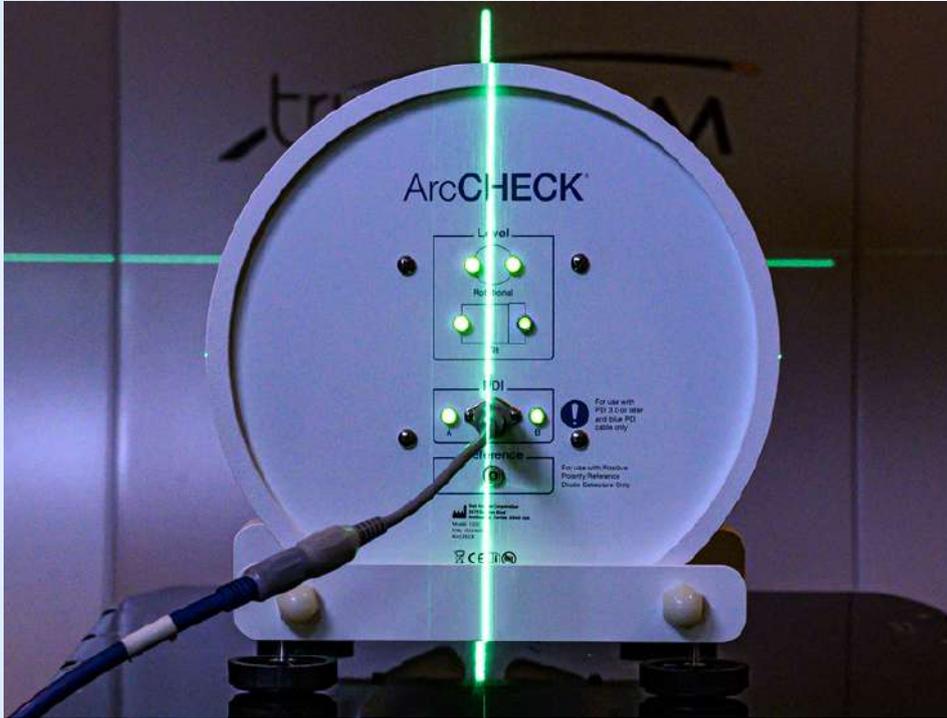
IMRT

VMAT

Técnicas diferentes
requieren habilidades
diferentes y sistemas de
verificación distintos.



ESTUDIO DOSIMÉTRICO: VERIFICACIÓN DOSIMÉTRICA



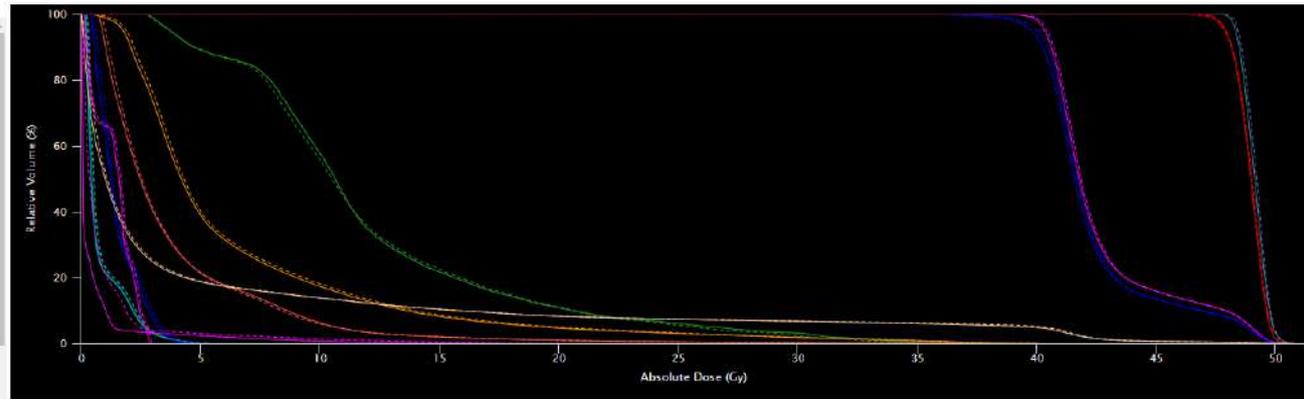
CÁLCULO REDUNDANTE

Targets

CTV_48 ✔				PTV_48 ✔				CTV_40.05 ✔				PTV_40.05 ✔			
100,00 % Gamma				100,00 % Gamma				100,00 % Gamma				99,73 % Gamma			
METRIC	TPS	QA	Δ%	METRIC	TPS	QA	Δ%	METRIC	TPS	QA	Δ%	METRIC	TPS	QA	Δ%
Mean	49,10	49,18	0,15	Mean	48,90	48,93	0,04	Mean	42,68	42,75	0,16	Mean	42,32	42,43	0,26
D90	48,47	48,56	0,17	D90	48,16	48,14	-0,04	D90	40,59	40,69	0,23	D90	40,24	40,42	0,45
D95	48,33	48,43	0,20	D95	47,90	47,85	-0,11	D95	40,32	40,41	0,22	D95	39,75	40,00	0,61

DVH

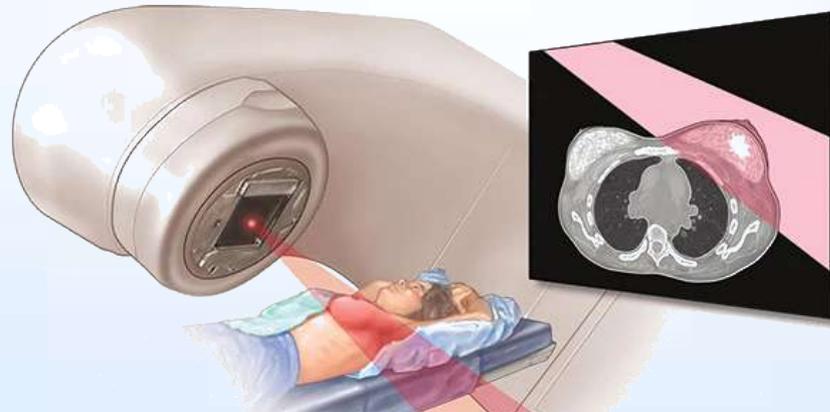
<input checked="" type="checkbox"/>	STRUCTURE NAME	MIN	MAX	MEAN
<input checked="" type="checkbox"/>	A_CORONARY	2,58 Gy	36,36 Gy	11,90 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	BREAST_R	0,21 Gy	5,22 Gy	0,80 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	CouchSurfaces <i>Density Override: 0.711 (g/cm³)</i>	0,00 Gy	20,13 Gy	0,88 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	CTV_40.05	36,53 Gy	50,63 Gy	42,76 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	CTV_48	47,97 Gy	50,61 Gy	49,18 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	HEART	0,81 Gy	36,36 Gy	3,82 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	LUNG_L	0,65 Gy	39,96 Gy	6,64 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	LUNG_R	0,42 Gy	5,32 Gy	1,59 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	PTV_40.05	22,04 Gy	50,63 Gy	42,43 Gy
<input checked="" type="checkbox"/>	PTV_48	42,07 Gy	50,63 Gy	48,93 Gy



TRATAMIENTO

1ª Sesión de tratamiento

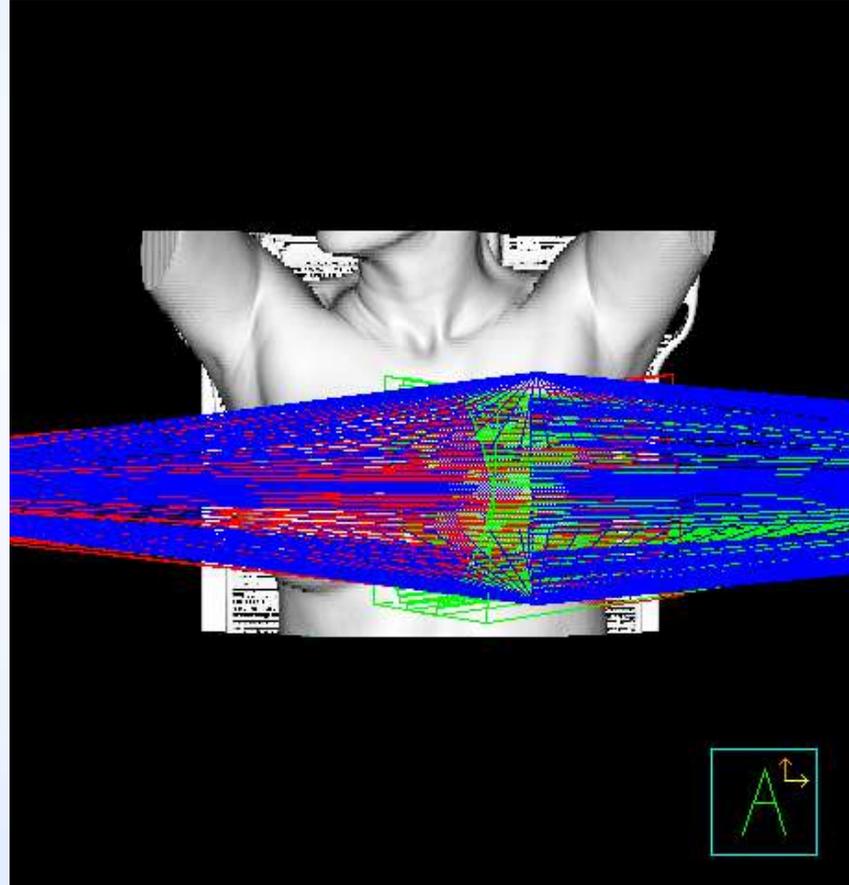
- Técnicos especialistas en Radioterapia, Oncología radioterápica y radiofísica
- Se le explica al paciente las características y preparación de su tratamiento por parte de los técnicos
- Verifican los parámetros de tratamiento: inmovilizadores, técnica, presencia de bolus, aplicadores, lateralidad, número de sesiones, distancias a la piel del paciente...
- Se posiciona e inmoviliza al paciente como el día de la TC
- Se realiza una sesión de adquisición de imagen con revisión ONLINE



CASO CLÍNICO.

Mama con prótesis retropectoral.

Tratamiento híbrido con 3D+VMAT.



DEFINICIÓN VOLÚMENES.

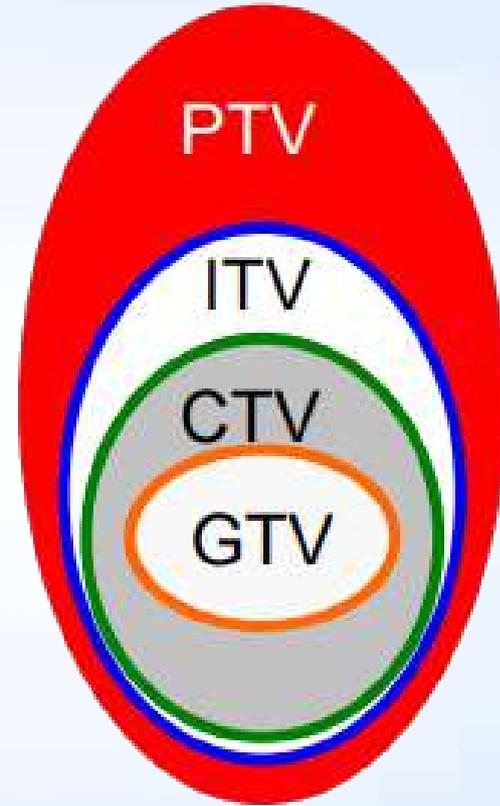
PLANNING TARGET VOLUME.

INTERNAL TARGET VOLUME.

CLINICAL TARGET VOLUME.

GROSS TUMOUR VOLUME.

OAR.



VOLÚMENES.

PTV 40.05

PTV BOOST 48

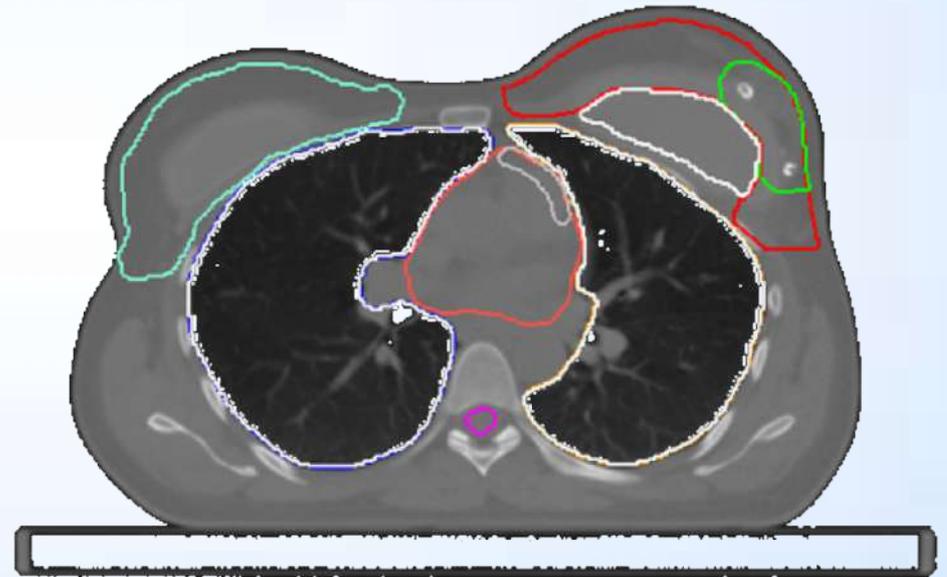
PRÓTESIS

PULMÓN

CORAZÓN

CORONARIA

MAMA CONTRALATERAL



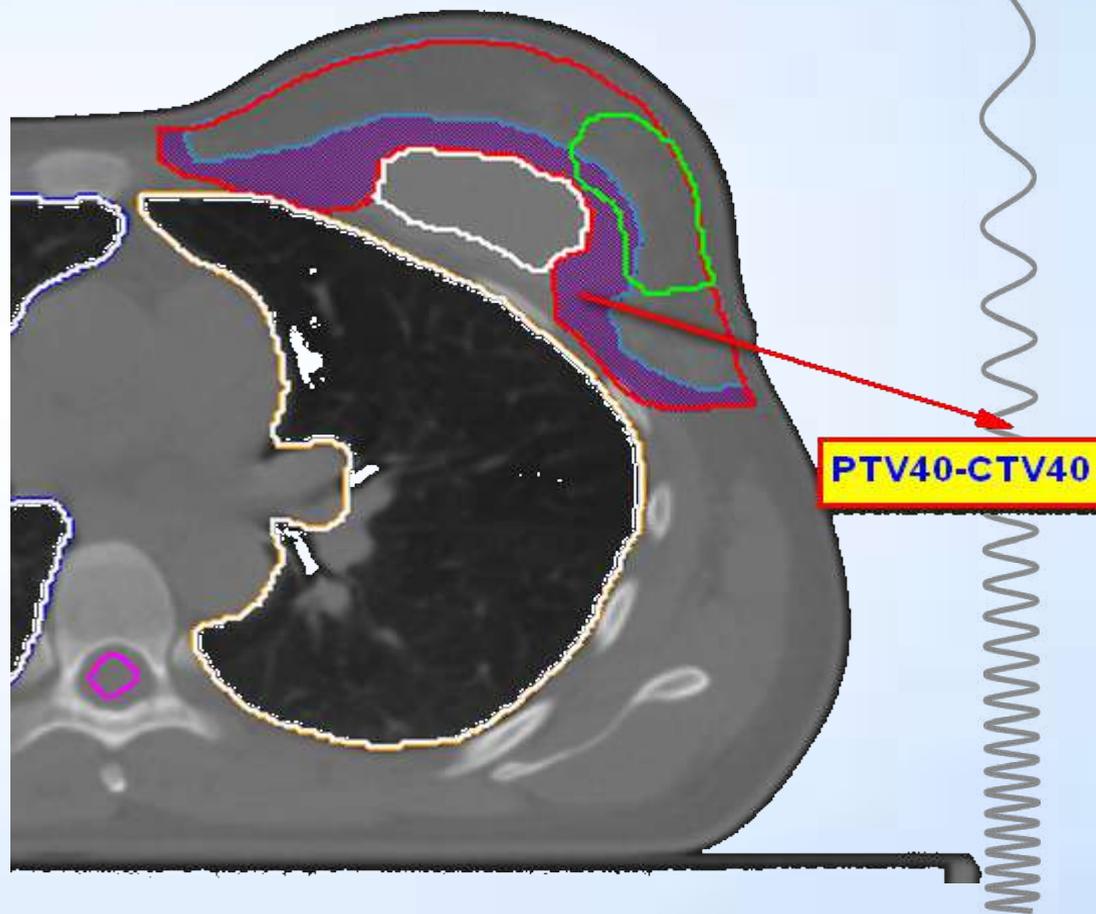
CONTORNOS ADICIONALES

PTV40-CTV40

PTV40-BOOST

ANILLO_BOOST

ANILLO_PTV40

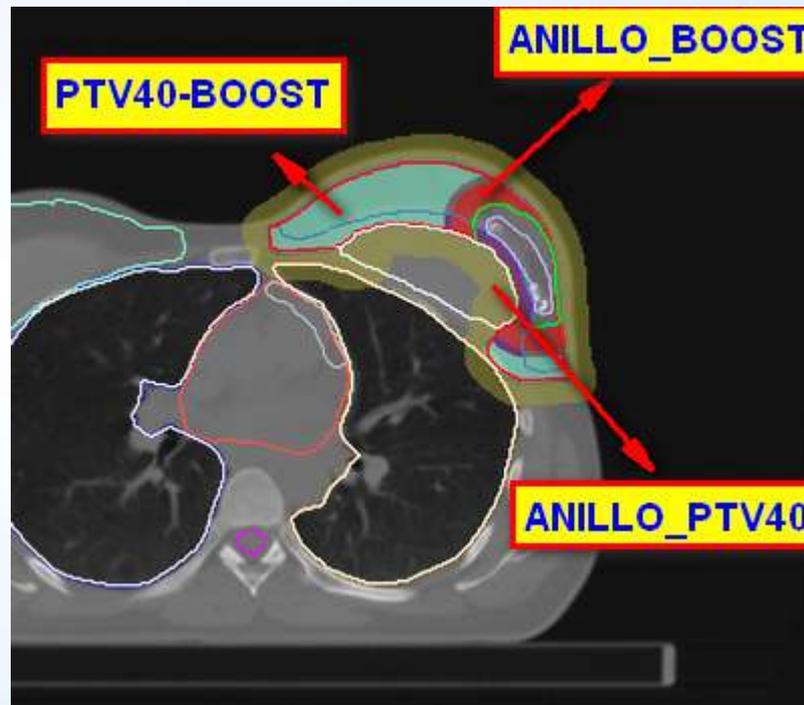


CONTORNOS ADICIONALES

PTV40-BOOST

ANILLO_BOOST

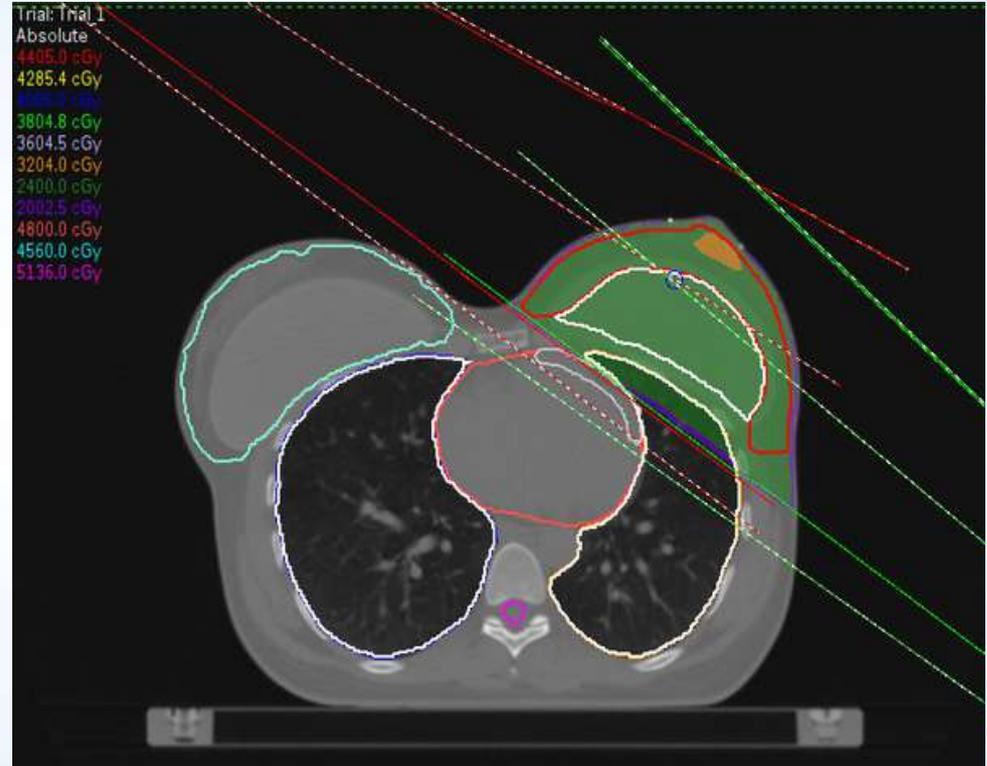
ANILLO_PTV40



DISTRIBUCIÓN DE HACES.

Haces tangenciales en 3D:
65% dosis a 100% volumen

Arco de 315° a 85°



CONDICIONES IMRT

Auto-Planning Settings

Max Iterations: 50

Engine Type: Biological Non-Biological

Advanced Settings...

Target Optimization Goals

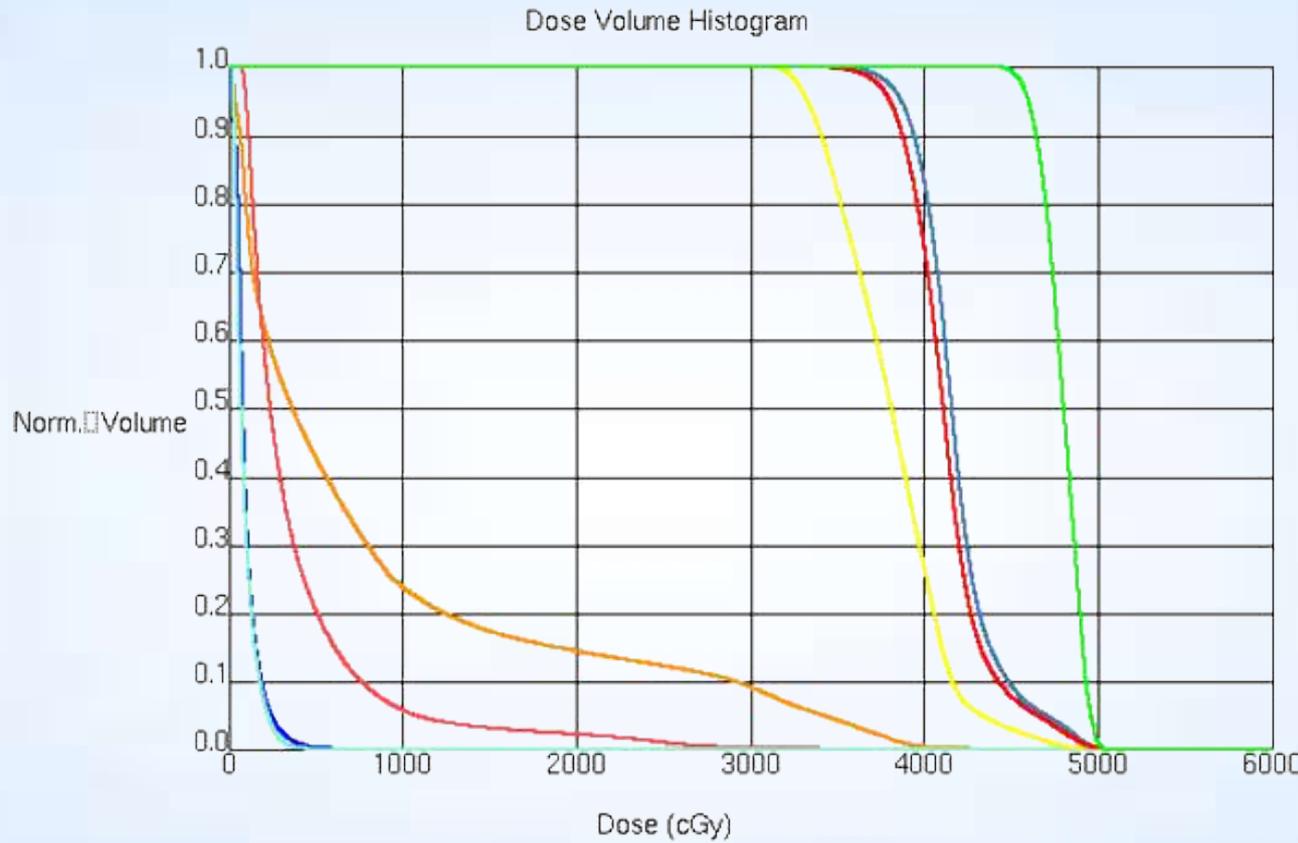
ROI	Dose cG
<input checked="" type="radio"/> CTV_mama	4150
<input type="radio"/> PTV40-CTV40	3925
<input type="radio"/> PTV_48	4850

Organ At Risk (OAR) Optimization Goals

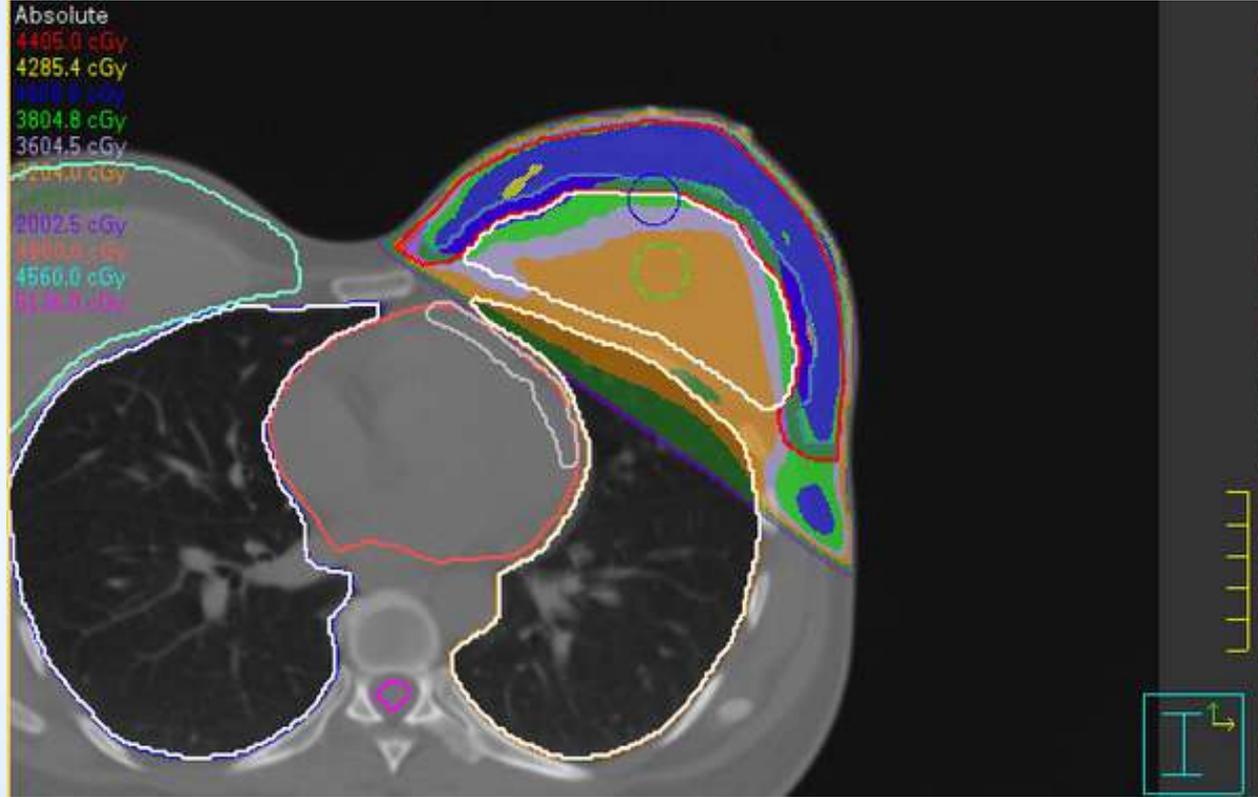
ROI	Type	Dose cGy	Volume (%)	Priority	Compromise
<input checked="" type="radio"/> ptv40-boost	Max DVH	4286	3	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> BOOST_ANILLO	Max Dose	4400	15	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> PTV40_ANILLO	Max Dose	3600	8	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> protesis rf_2	Max DVH	3000	30	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> HEART1	Mean Dose	400	5	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> HEART1	Max DVH	2000	10	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> LLUNG_L	Mean Dose	1000	5	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> LLUNG_L	Max DVH	1600	18	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> LLUNG_R	Max Dose	500	8	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> coronaria	Mean Dose	1300	0	High	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="radio"/> MAMA DERECHA	Mean Dose	500	0	High	<input checked="" type="checkbox"/>



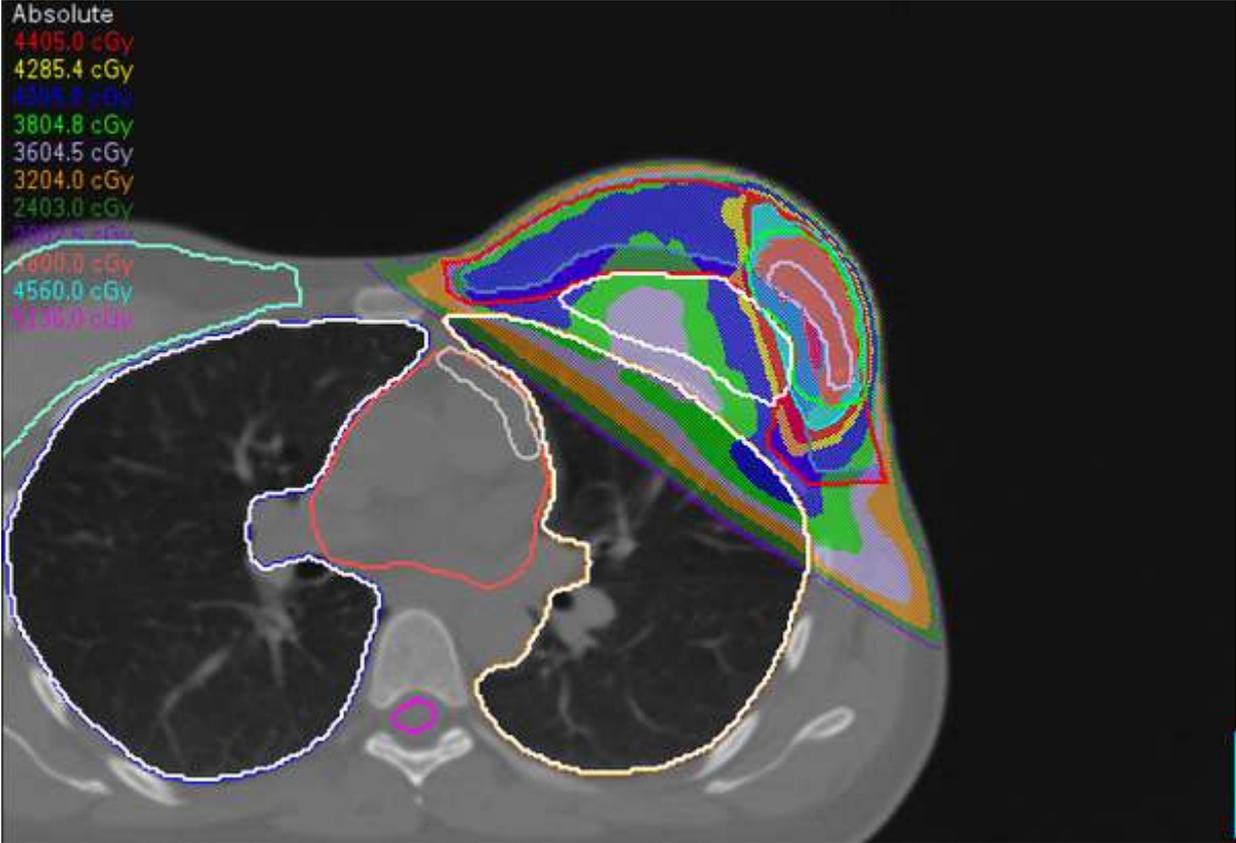
HISTOGRAMA



ISODOSIS



ISODOSIS





GRACIAS

