Disminución de la dosis en OAR con la nueva tecnología

Nuevos protocolos y procedimientos por nuevo equipamiento

Influencia de la complejidad – personal - capacitación

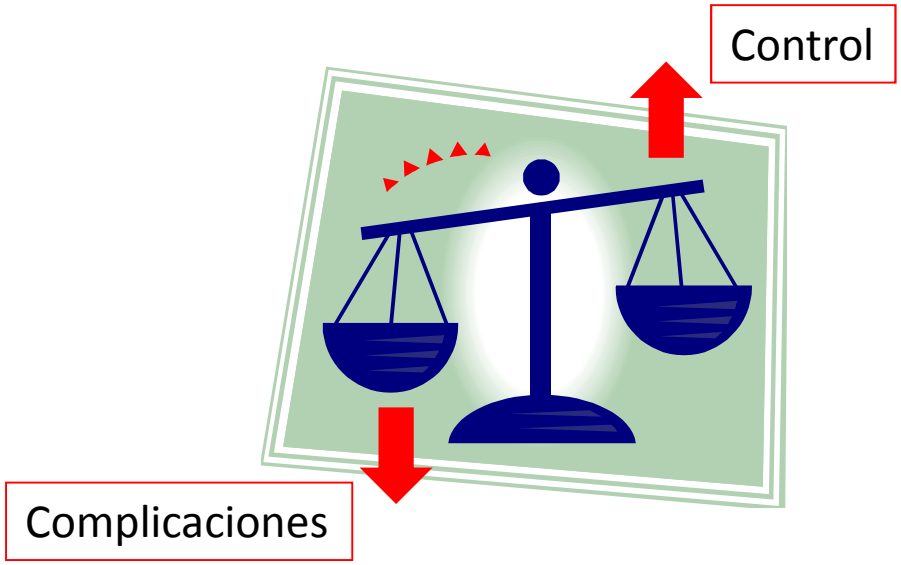
Daniel Venencia, Físico Medico
Instituto de Radioterapia, Córdoba, ARGENTINA

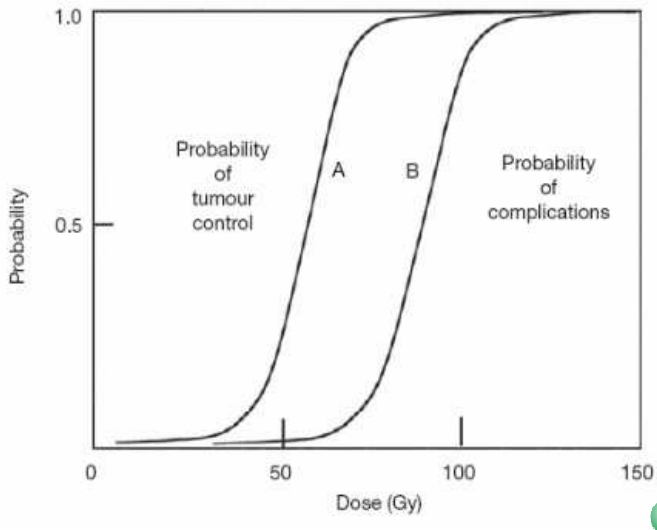
Curso de Actualización en Protección Radiológica
Córdoba, 21 al 23 de Noviembre 2013

INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Radioterapia

- El objetivo es el de entregar una alta dosis **uniforme** de radiación a un volumen de tratamiento, con el objeto de maximizar el control tumoral, manteniendo la dosis en los tejidos vecinos **tan baja como sea posible** para disminuir la probabilidad o severidad de complicaciones en tejidos normales.





Radioterapia

Radioterapia 2D

- Simulación rayos X
- Imagen única de CT en isocentro
- Diseño de campos basado en referencias óseas y juicio medico
- Arreglo simple de campos
- Distribución de dosis limitado a un volumen de tratamiento
- Sin información volumétrica, etc.

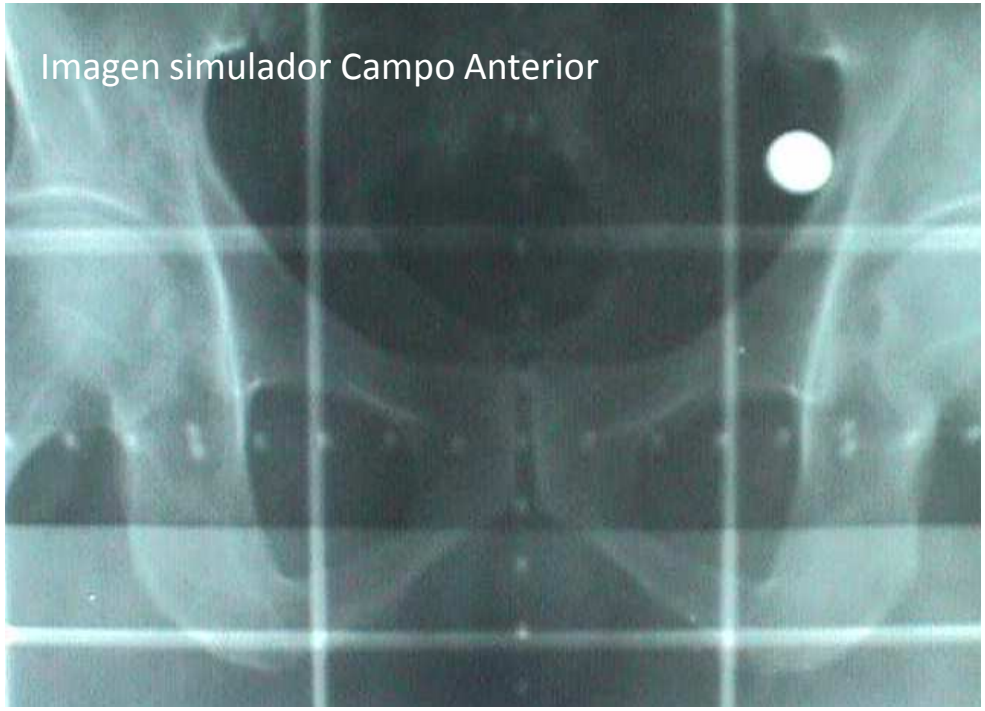
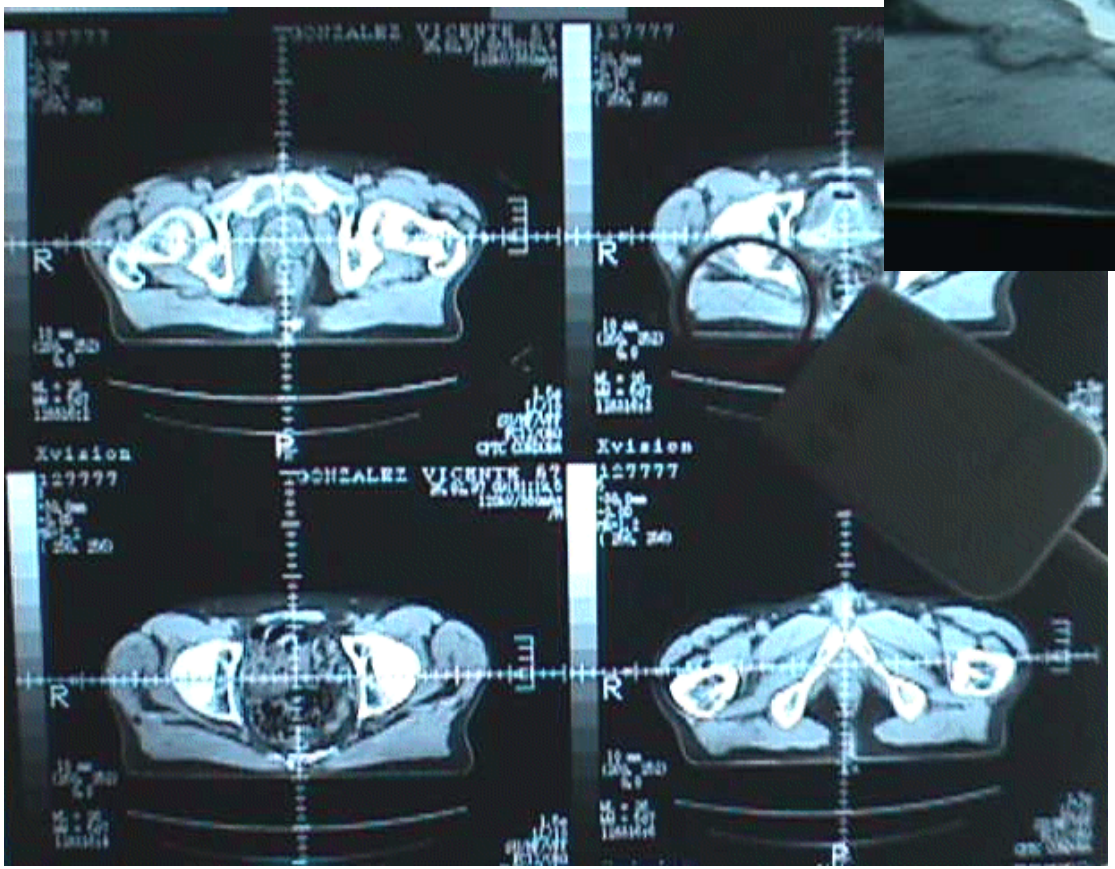


Imagen simulador Campo Anterior


Imagen simulador Campo Lateral

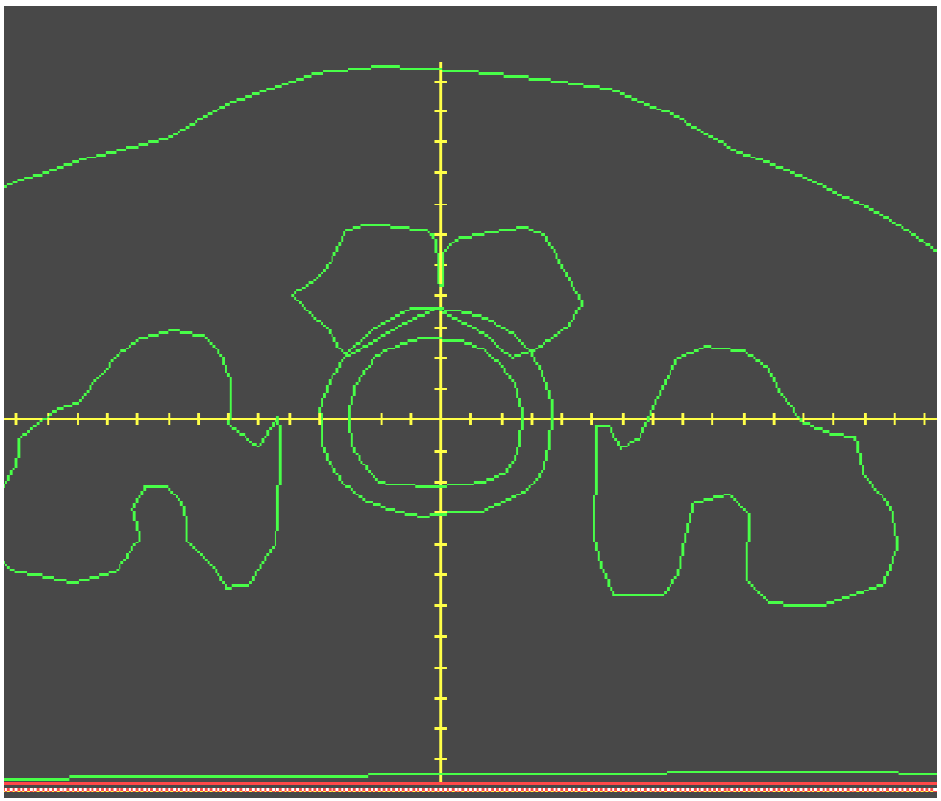
Imagen de TAC para
Planificación Computada

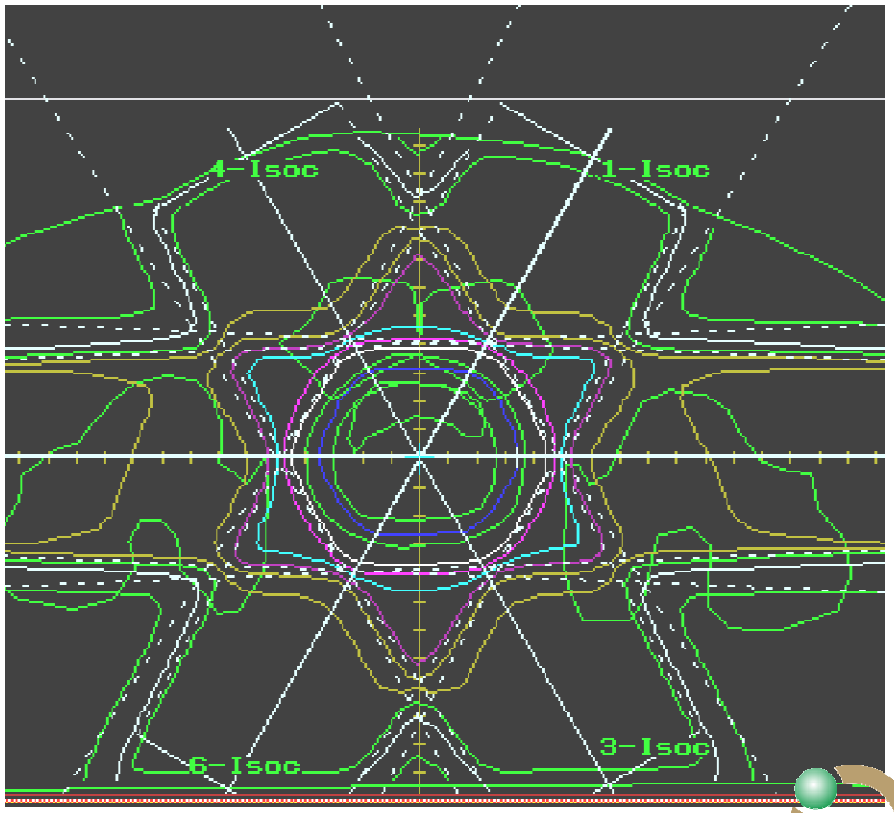


Ingreso de TAC
al TPS por digitalizador

Radioterapia convencional

Cálculo de distribución de dosis en 2D (en 1 plano)





Radioterapia

Avances en tecnología computacional han permitido una transición de una planificación y entrega de tratamiento básico 2D a una aproximación sofisticada como es la radioterapia 3D (3DCRT)

Radioterapia 2D

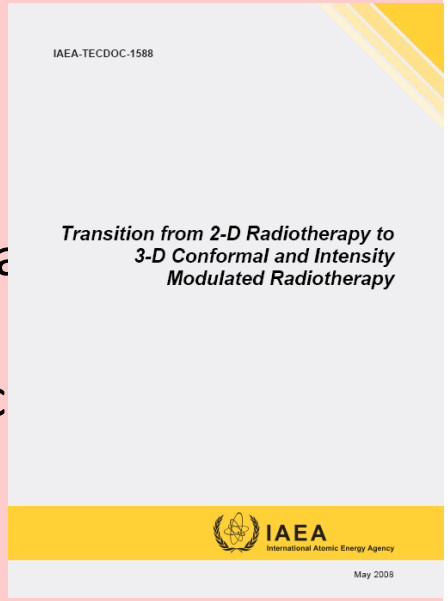
- Simulación rayos X
- Imagen única de CT en isocentro
- Diseño de campos basado en referencias óseas y juicio medico
- Arreglo simple de campos
- Distribución de dosis limitado a un volumen de tratamiento
- Sin información volumétrica, etc.

Radioterapia

Radioterapia conformada 3-D es el termino utilizado para describir el diseño y entrega de planes de tratamiento basados en imágenes 3D con campos individualmente conformados para tratar solamente el volumen blanco.

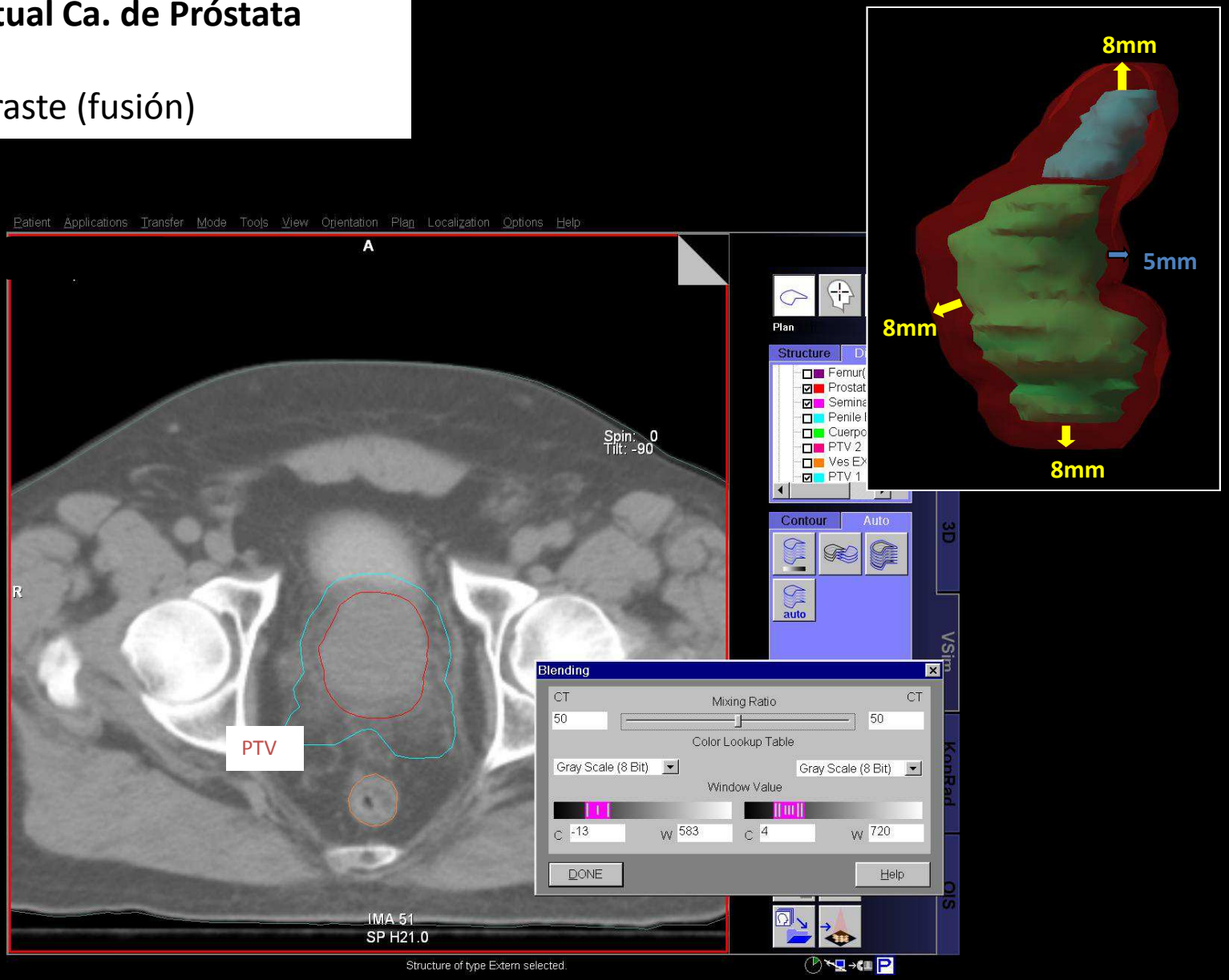
Radioterapia 3D

- Simulación por TAC
- Delimitación de volúmenes (ICRU50/62/83)
- Disponibilidad de fusión entre diversas modalida
- Reconstrucción 3D de volúmenes
- Elección de haces con variadas incidencias (no-c
- Análisis de HDV (histogramas dosis volumen)
- Posibilidad de optimizar planes, etc.



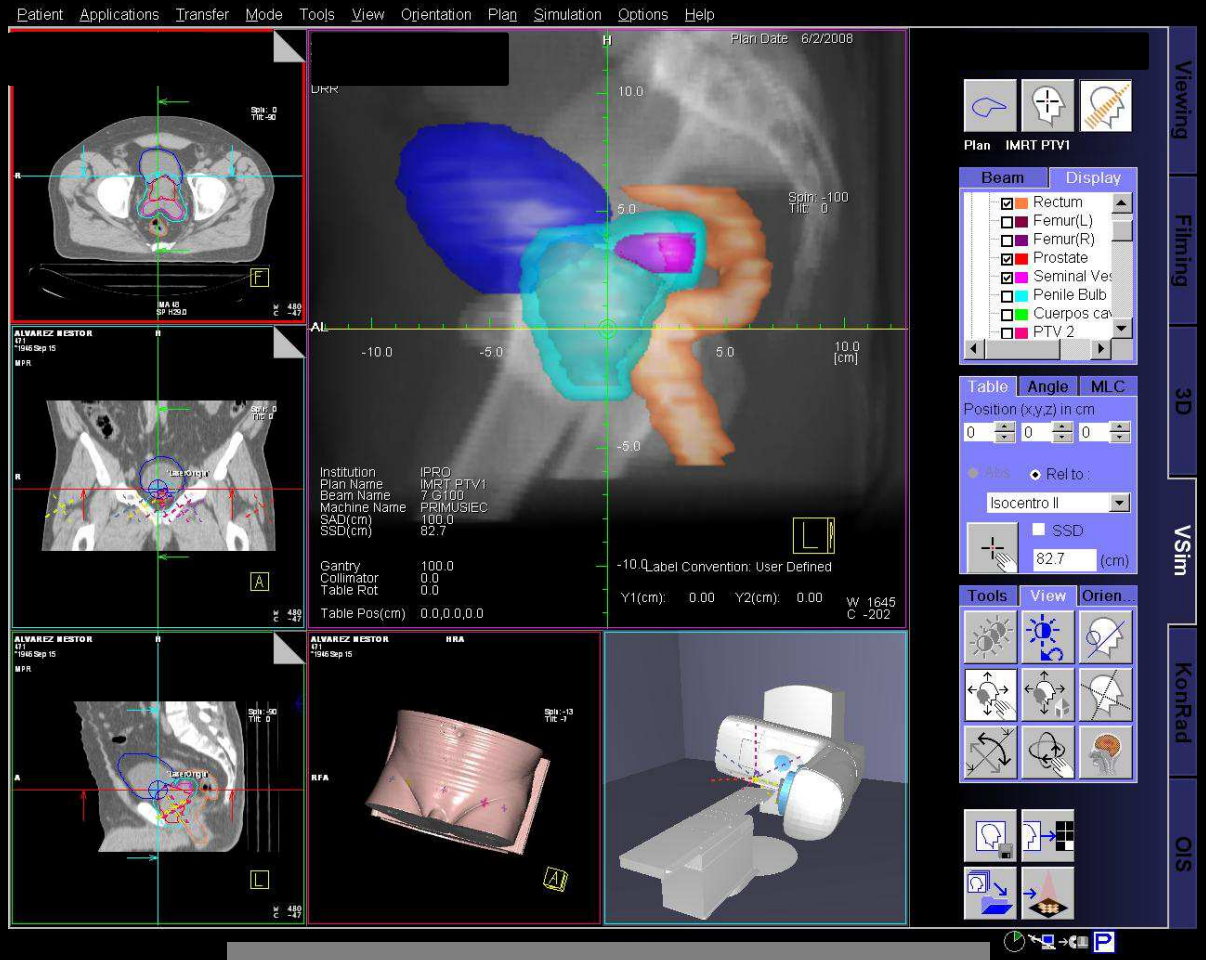
Simulación virtual Ca. de Próstata

- TAC
- TAC con contraste (fusión)



Simulación virtual Ca. de Próstata

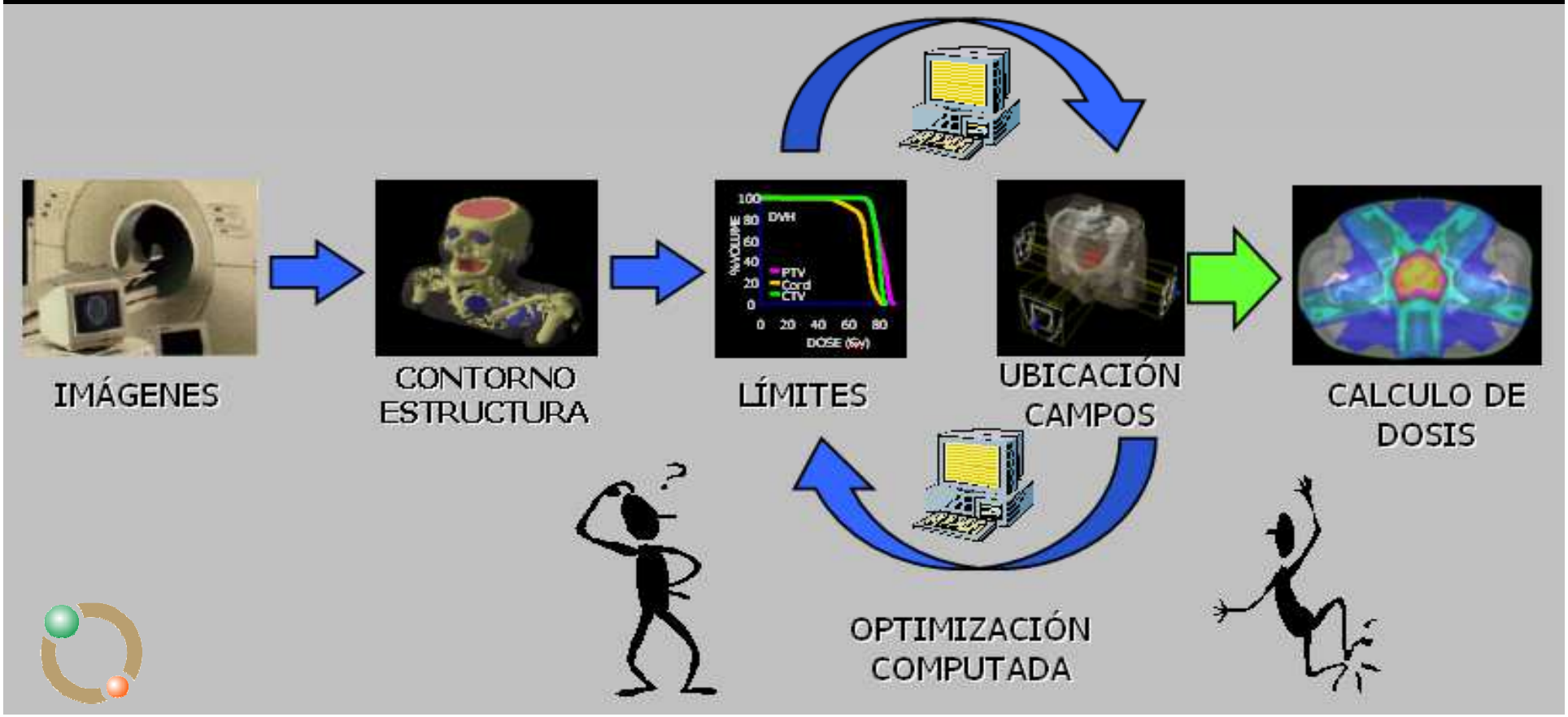
- TAC
- TAC con contraste (fusión)
- RNM (fusión)

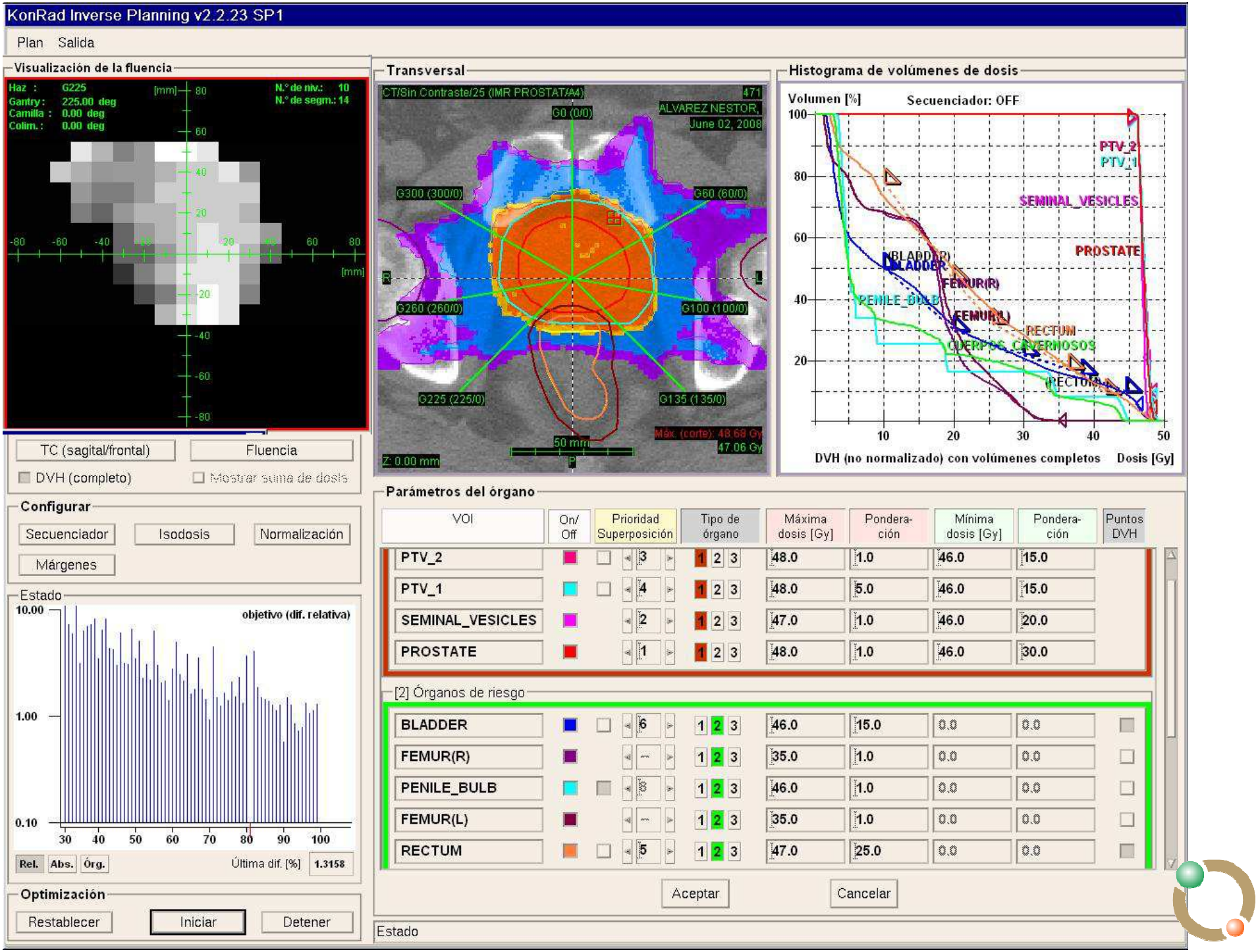


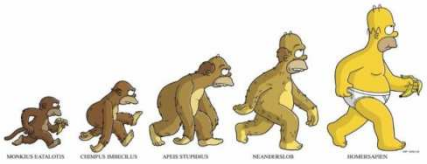
Simulación virtual

La **Radioterapia por Modulación de Intensidad (IMRT)** utiliza haces de radiación con intensidad no uniformes, las cuales son determinadas por técnicas de optimización computacionales o “planificación inversa”.

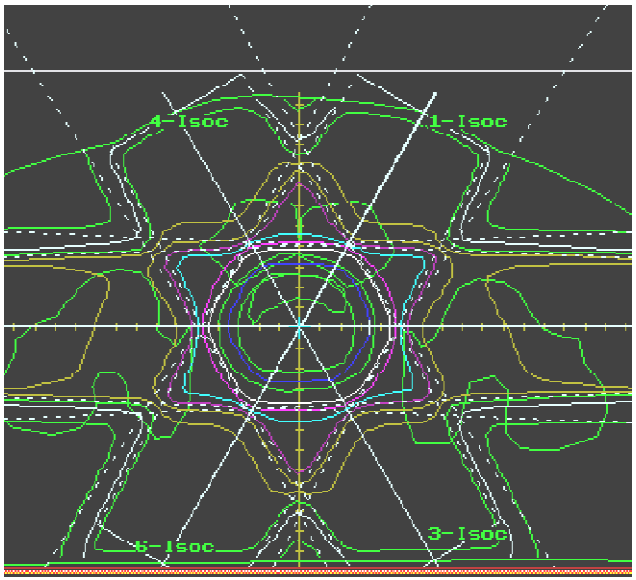
Con **IMRT** es posible obtener distribuciones de dosis cóncavas y un aumento en el gradiente de dosis en los bordes del PTV, permitiendo una mayor conformación de las distribuciones de dosis, lo cual se traduce en una mayor protección de los tejidos sanos

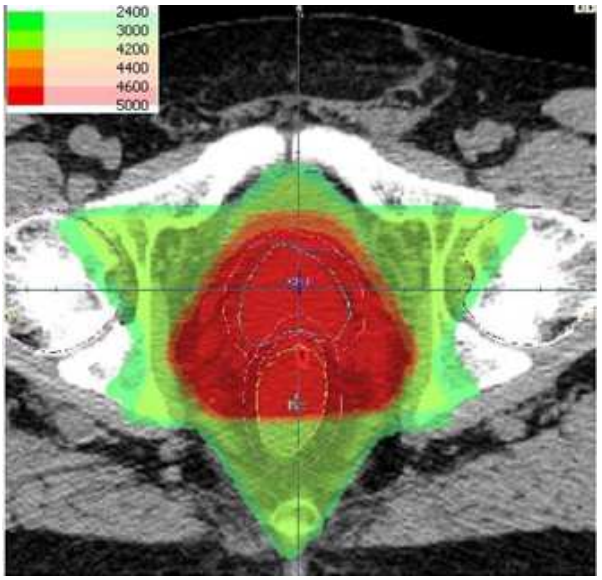


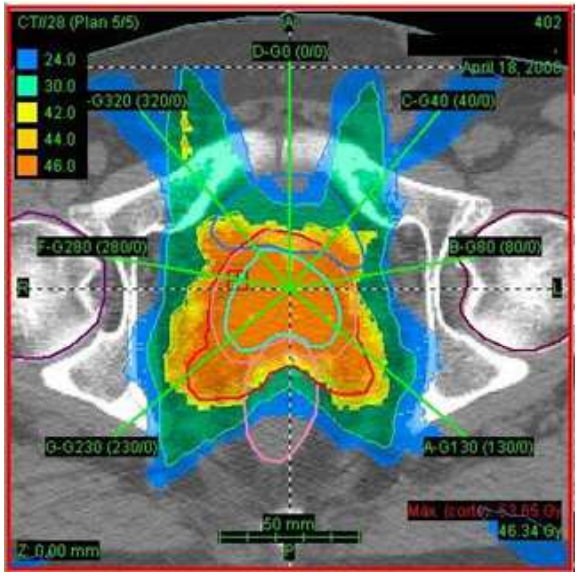

KonRad Inverse Planning v2.2.23 SP1
Plan
Salida
Visualización de la fluencia
Haz : G225
Gantry : 225.00 deg
Camilla : 0.00 deg
Colim. : 0.00 deg
N.° de niv.: 10
N.° de segm.: 14
[mm]
TC (sagital/frontal)
Fluencia
DVH (completo)
Mostrar suma de dosis
Configurar
Secuenciador
Isodosis
Normalización
Márgenes
Estado
objetivo (dif. relativa)
10.00
1.00
0.10
Rel.
Abs.
Órg.
Última dif. [%]
1.3158
Optimización
Restablecer
Iniciar
Detener
Transversal
CT/Sin Contraste/25 (IMR PROSTAT/A4)
ALVAREZ NESTOR,
June 02, 2008
G0 (0/0)
G60 (60/0)
G100 (100/0)
G135 (135/0)
G225 (225/0)
G260 (260/0)
G300 (300/0)
50 mm
Z: 0.00 mm
Histograma de volúmenes de dosis
Volumen [%]
Secuenciador: OFF
PTV_2
PTV_1
SEMINAL_VESICLES
PROSTATE
BLADDER
FEMUR(R)
PENILE_BULB
FEMUR(L)
RECTUM
CUERPOS CAVERNOSOS
DVH (no normalizado) con volúmenes completos
Dosis [Gy]
Parámetros del órgano
VOI
On/ Off
Prioridad Superposición
Tipo de órgano
Máxima dosis [Gy]
Pondera- ción
Mínima dosis [Gy]
Pondera- ción
Puntos DVH
PTV_2 3 1 2 3 48.0 1.0 46.0 15.0
PTV_1 4 1 2 3 48.0 5.0 46.0 15.0
SEMINAL_VESICLES 2 1 2 3 47.0 1.0 46.0 20.0
PROSTATE 1 1 2 3 48.0 1.0 46.0 30.0
[2] Órganos de riesgo
BLADDER 6 1 2 3 46.0 15.0 0.0 0.0
FEMUR(R) 1 2 3 35.0 1.0 0.0 0.0
PENILE_BULB 8 1 2 3 46.0 1.0 0.0 0.0
FEMUR(L) 1 2 3 35.0 1.0 0.0 0.0
RECTUM 5 1 2 3 47.0 25.0 0.0 0.0
Aceptar
Cancelar
Estado



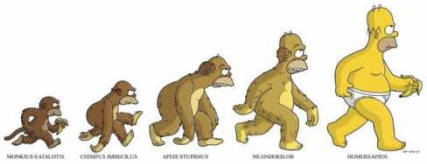
2D → 3D → IMRT →



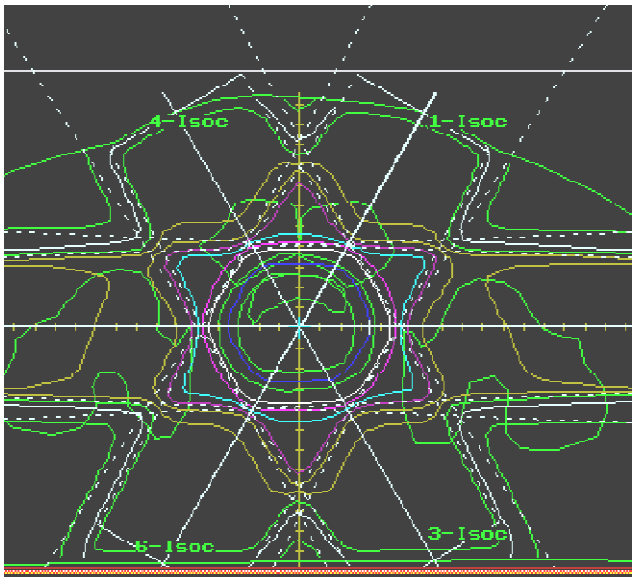


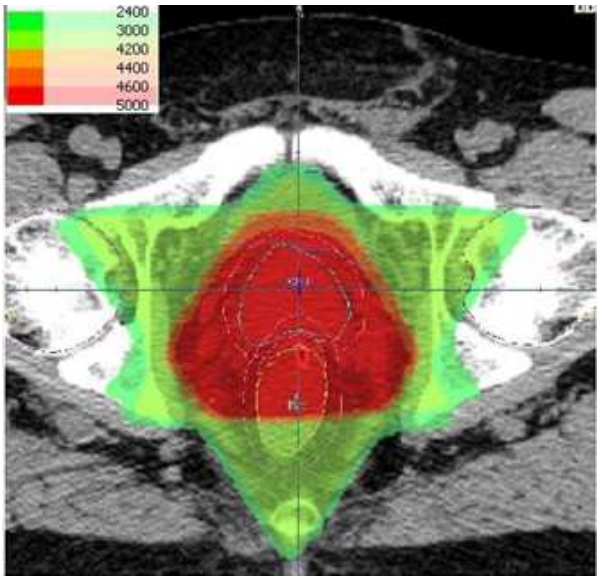


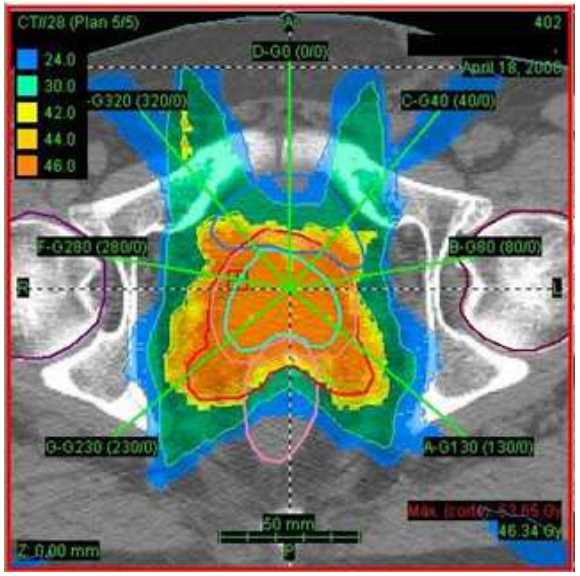
- Disminución de la dosis en los OAR
- Generación de nuevos procedimientos
- Nuevas necesidades de formación – personal - QA



2D → 3D → IMRT →







- **<u>Disminución de la dosis en los OAR</u>**
- Generación de nuevos procedimientos
- Nuevas necesidades de formación – personal - QA

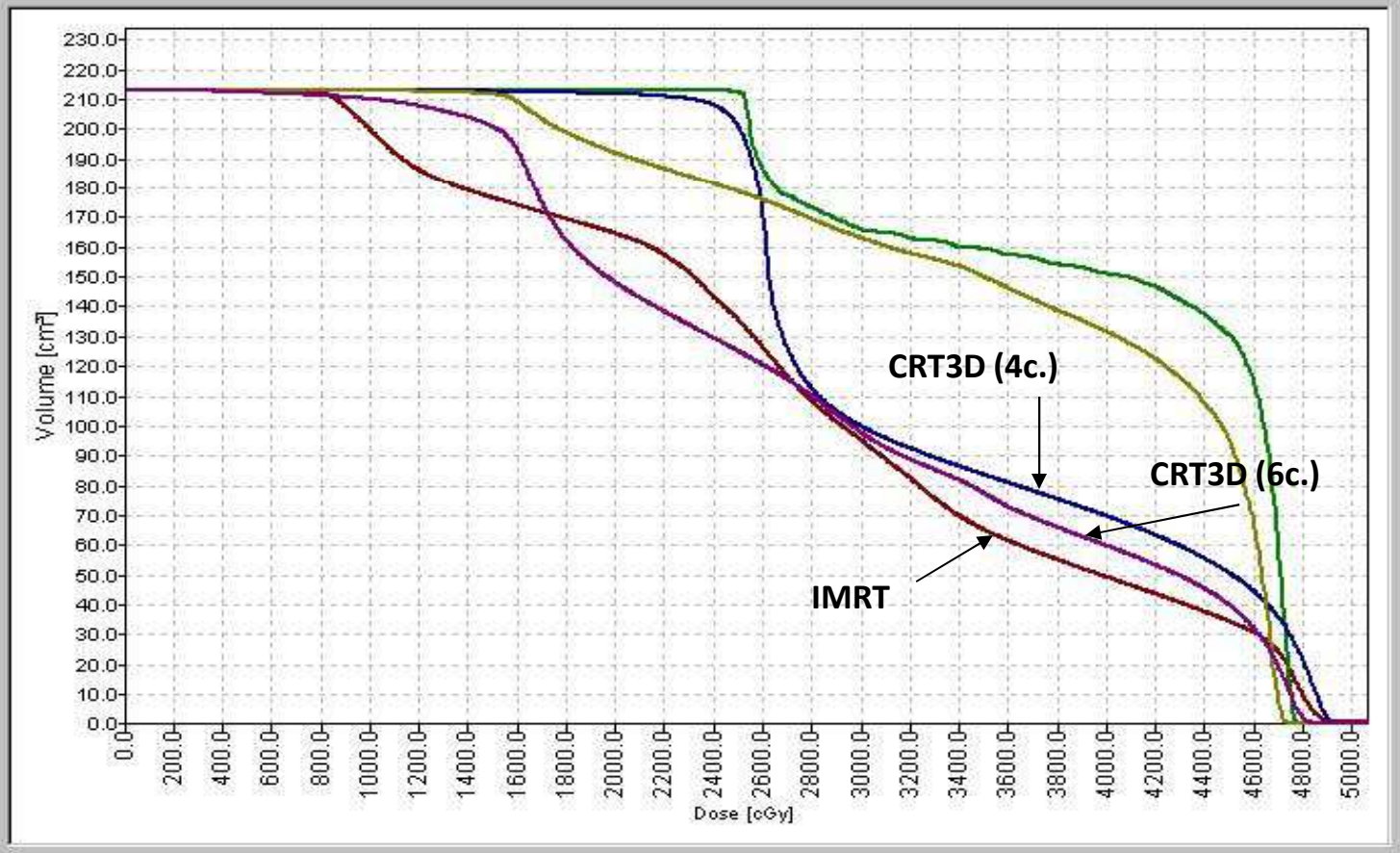
Plan Comparison with Dose Volume Histogram

Patient Volumes:

Calculate | Export... | Print...

vejiga

Plan	Structure	Prescr.[cGy]	Treat.[%]	Cov.[%]	Volume [cm³]	Min [cGy]	Max [cGy]	Mean [cGy]	Mo
☑ IMRT PTV1	vejiga	4600.0	96.0	100.0	212.3	658.9	5055.0	2915.1	478
☑ 4 CAMPOS ABI	vejiga	4600.0	99.0	100.0	212.3	2434.8	4777.0	4119.3	471
☑ 4 CAMPOS C/P	vejiga	4600.0	95.0	100.0	212.3	1511.9	4930.5	3405.4	261
☑ 6 CAMPOS ABI	vejiga	4600.0	99.0	100.0	212.3	906.3	4738.5	3847.8	467
☐ CRT3D (Bloques)	vejiga	4600.0	95.0	100.0	212.3	281.6	4903.6	3024.3	482
☑ CRT3D (MLC)	vejiga	4600.0	96.0	100.0	212.3	277.5	4832.8	2988.0	476



Histogram Parameters

☑ Grid

Type:

- ◉ Cumulative
- ○ Differential
- ○ Natural

Dose range [cGy]:

0 to: 5060

Apply range

Close

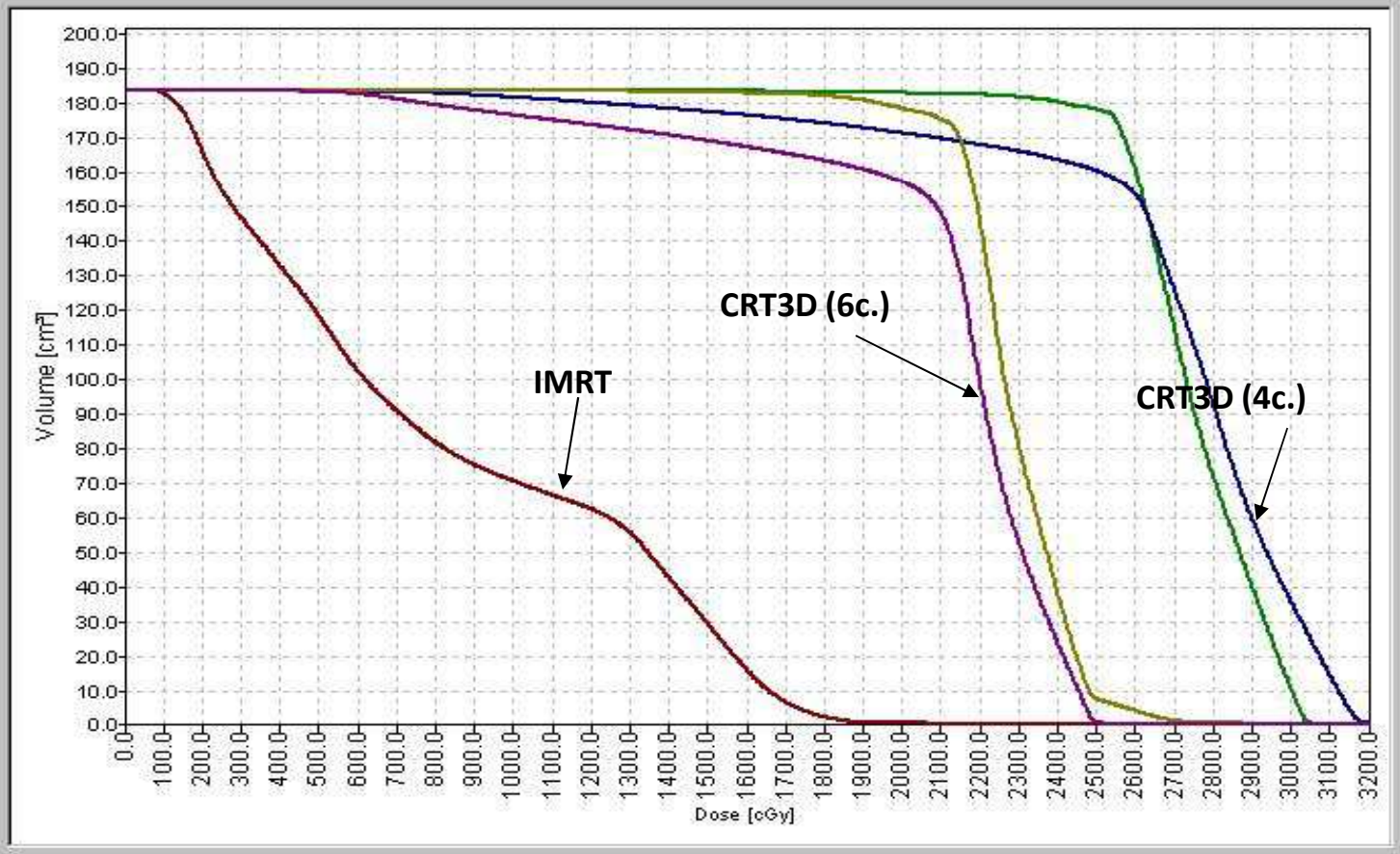
Plan Comparison with Dose Volume Histogram

Patient Volumes:

Calculate | Export... | Print...

Femur Der

Plan	Structure	Prescr.[cGy]	Treat.[%]	Cov.[%]	Volume [cm³]	Min [cGy]	Max [cGy]	Mean [cGy]	Mo
☑ IMRT PTV1	Femur Der	4600.0	96.0	100.0	183.0	85.2	2062.6	838.7	194.
☑ 4 CAMPOS ABI	Femur Der	4600.0	99.0	100.0	183.0	2005.6	3052.7	2764.4	270
☑ 4 CAMPOS C/P	Femur Der	4600.0	95.0	100.0	183.0	380.5	3195.7	2731.2	280
☑ 6 CAMPOS ABI	Femur Der	4600.0	99.0	100.0	183.0	1555.2	2875.6	2294.5	223
☐ CRT3D (Bloques)	Femur Der	4600.0	95.0						
☑ CRT3D (MLC)	Femur Der	4600.0	96.0	100.0	183.0	314.0	2512.6	2132.2	218



Histogram Parameters

☑ Grid

Type:

- (•) Cumulative
- ( ) Differential
- ( ) Natural

Dose range [cGy]:

0 to: 3200

Apply range

Close

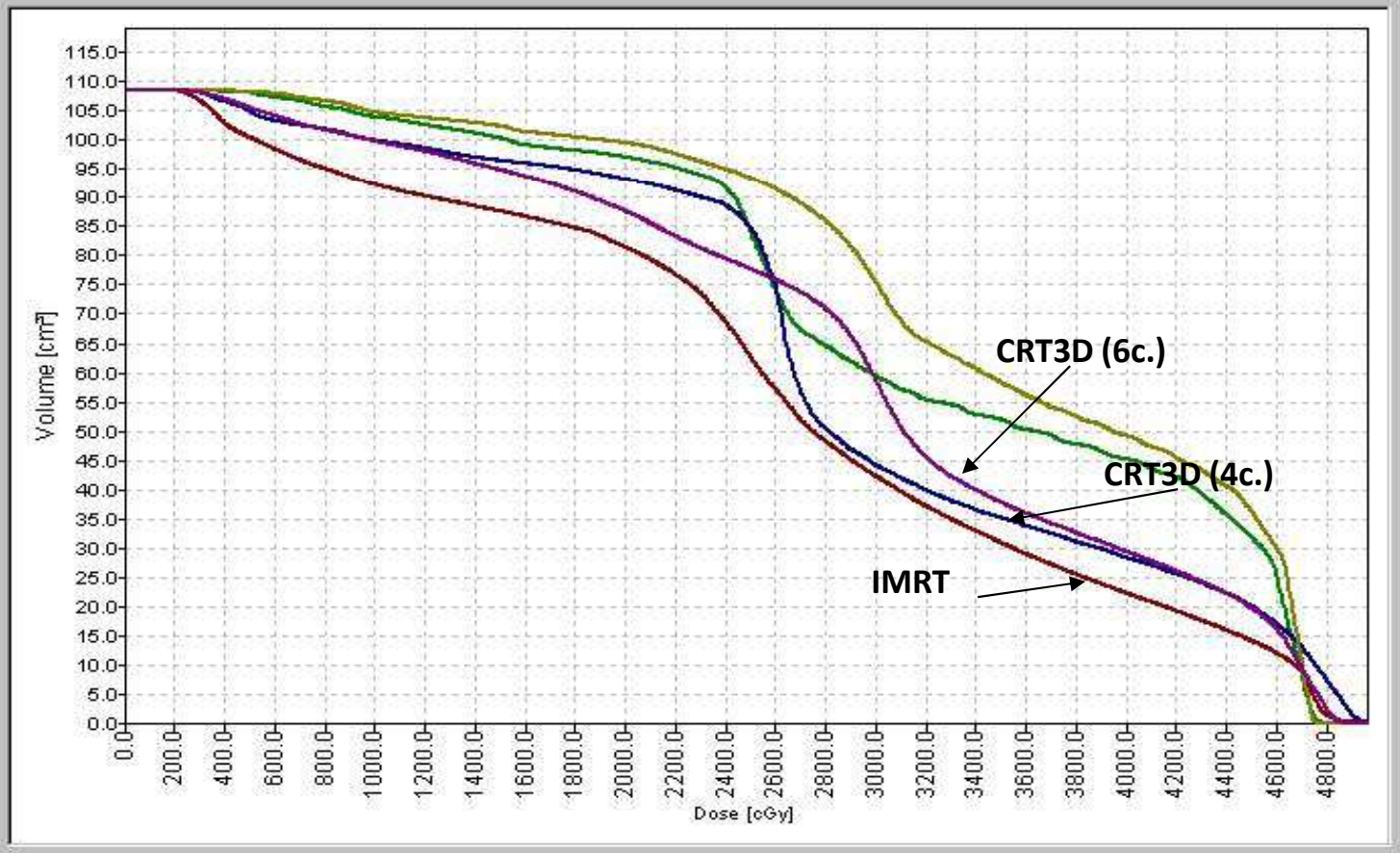
Plan Comparison with Dose Volume Histogram

Patient Volumes:

Calculate | Export... | Print...

recto cc

Plan	Structure	Prescr.[cGy]	Treat.[%]	Cov.[%]	Volume [cm³]	Min [cGy]	Max [cGy]	Mean [cGy]	Mo
☑ IMRT PTV1	recto cc	4600.0	96.0	100.0	108.0	212.8	4950.2	2716.4	474
☑ 4 CAMPOS ABI	recto cc	4600.0	99.0	100.0	108.0	514.2	4775.0	3368.5	470
☑ 4 CAMPOS C/P	recto cc	4600.0	95.0	100.0	108.0	313.5	4956.7	3031.6	262
☑ 6 CAMPOS ABI	recto cc	4600.0	99.0	100.0	108.0	627.6	4756.9	3586.7	470
☐ CRT3D (Bloques)	recto cc	4600.0	95.0						
☑ CRT3D (MLC)	recto cc	4600.0	96.0	100.0	108.0	262.3	4861.2	3064.6	469



Histogram Parameters

☑ Grid

Type:

- (•) Cumulative
- ( ) Differential
- ( ) Natural

Dose range [cGy]:

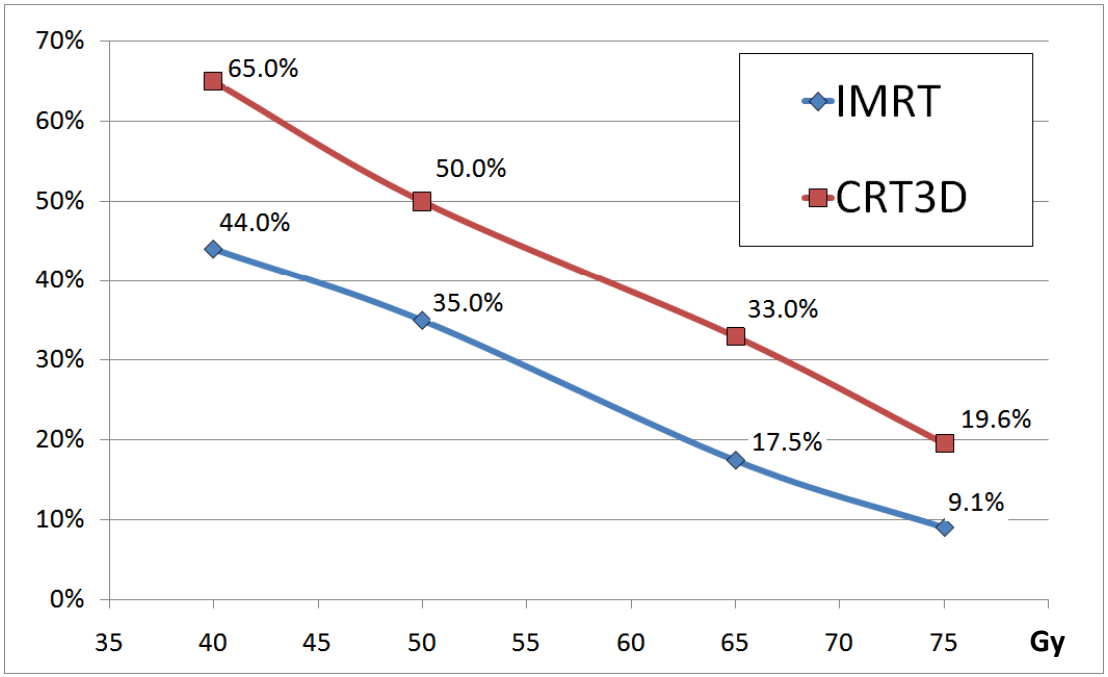
0 to: 4960

Apply range

Close

Comparación IMRT vs. CRT3D – Próstata

- HDV Recto -



N = 23 pacientes

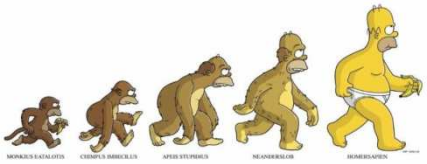
IMRT

- 7cps. 6MV

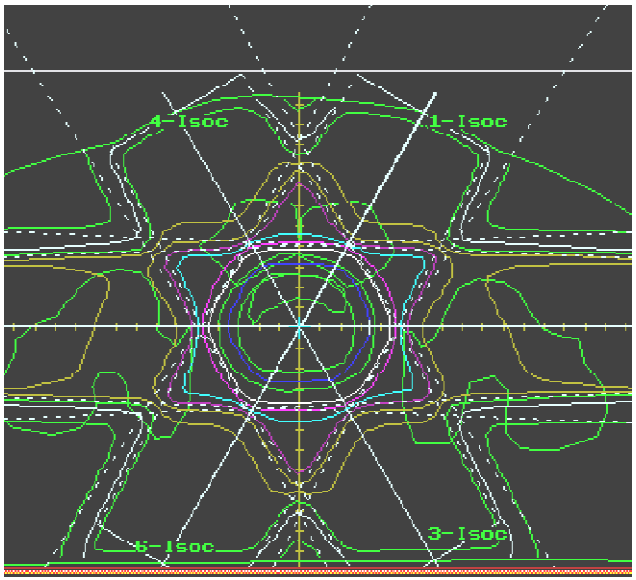
CRT3D

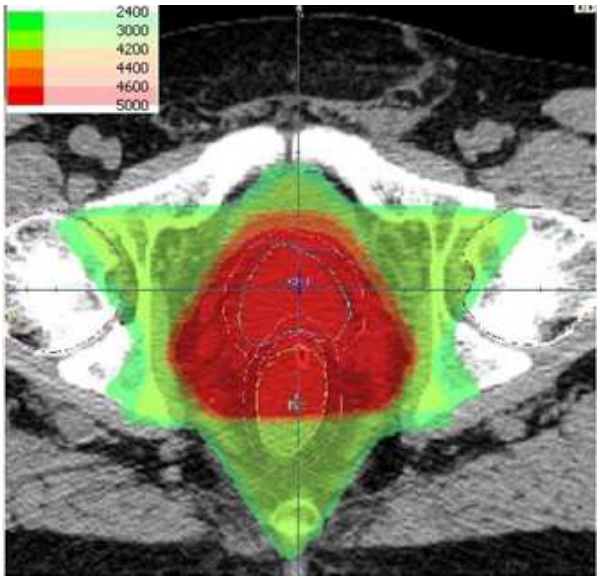
- 6cps. 10MV
- Conformación MLC

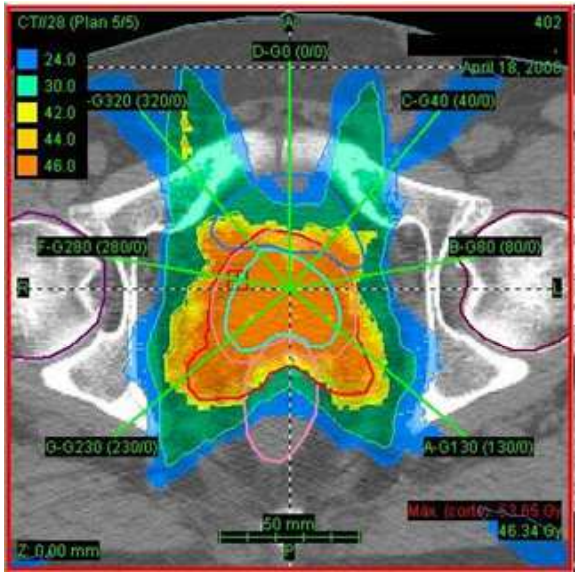
- Ídem Dosis media PTV (D_{PTV})



2D → 3D → IMRT →

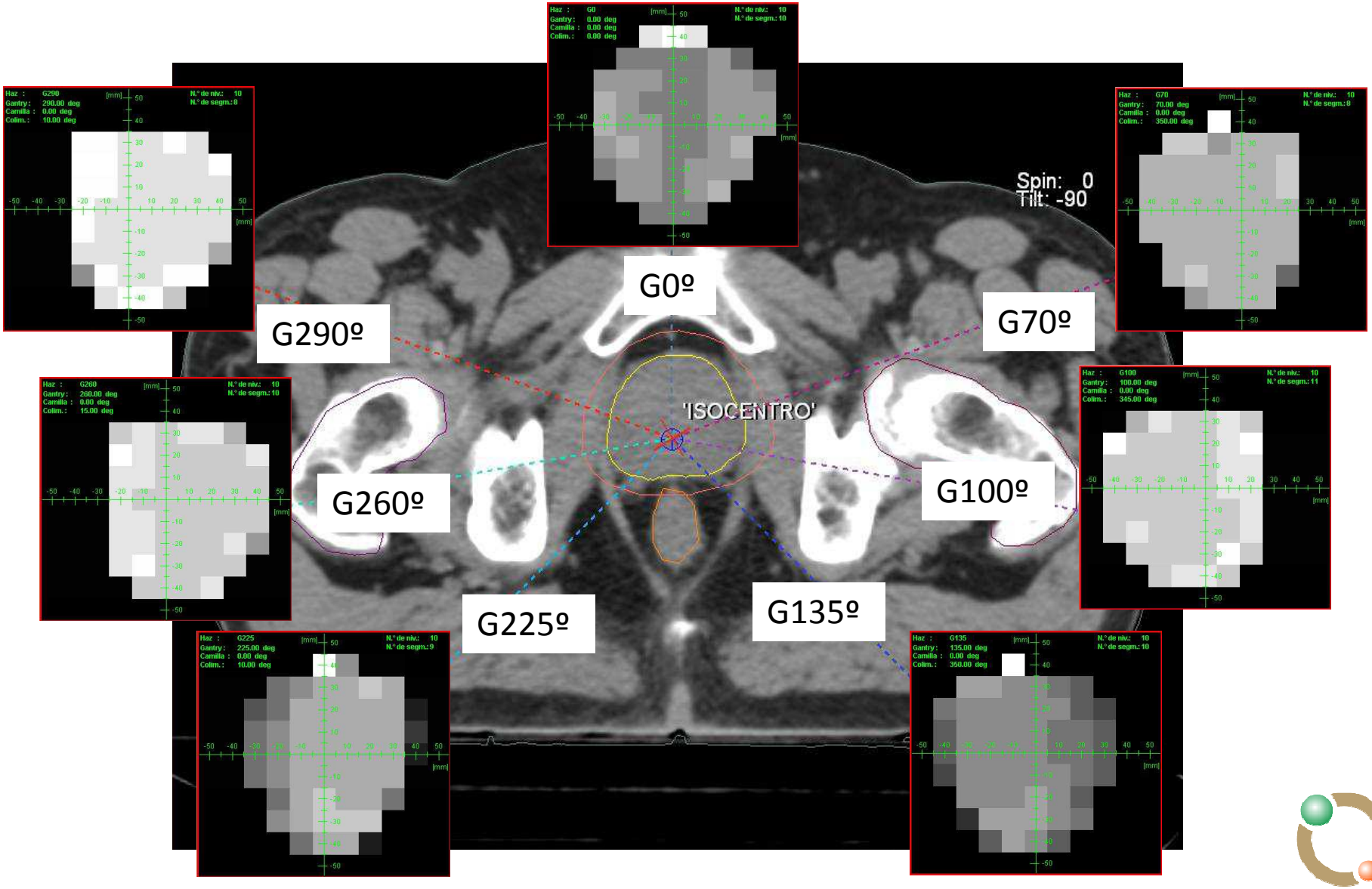






- Disminución de la dosis en los OAR
- **Generación de nuevos procedimientos**
- Nuevas necesidades de formación – personal - QA

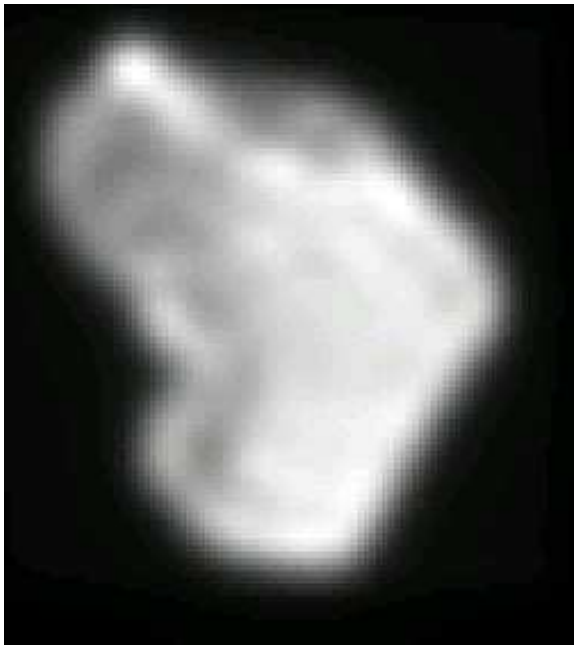
Fluencias campos de IMRT



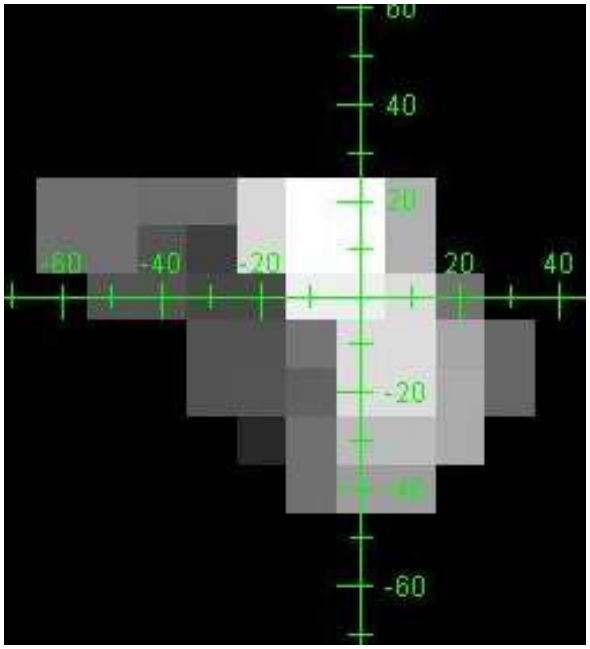
QA IMRT – Especifico del paciente

3D CRT

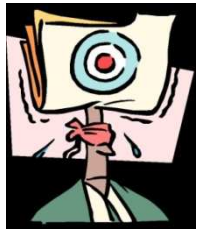
IMRT dinámico



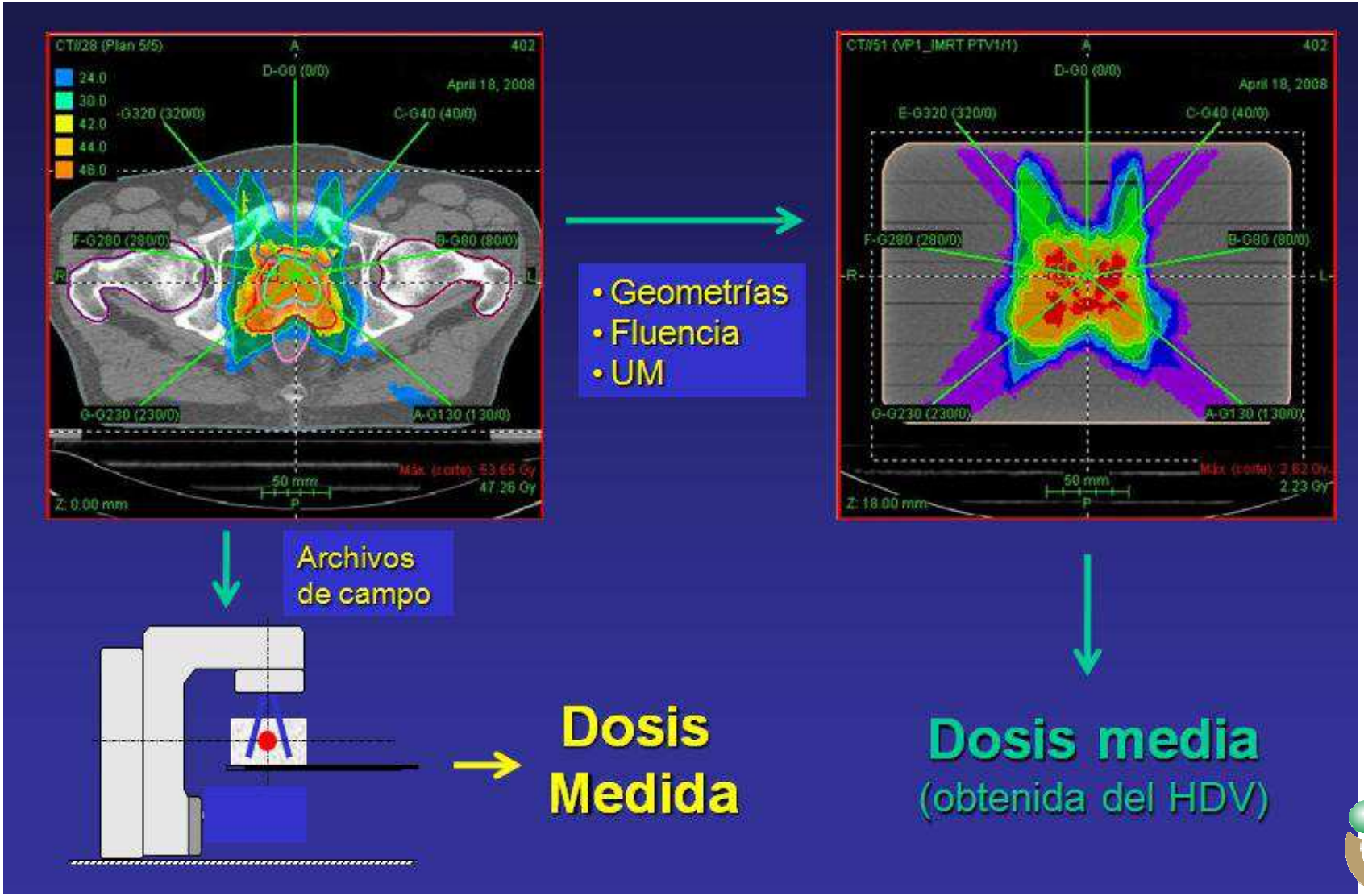
IMRT Step&Shoot



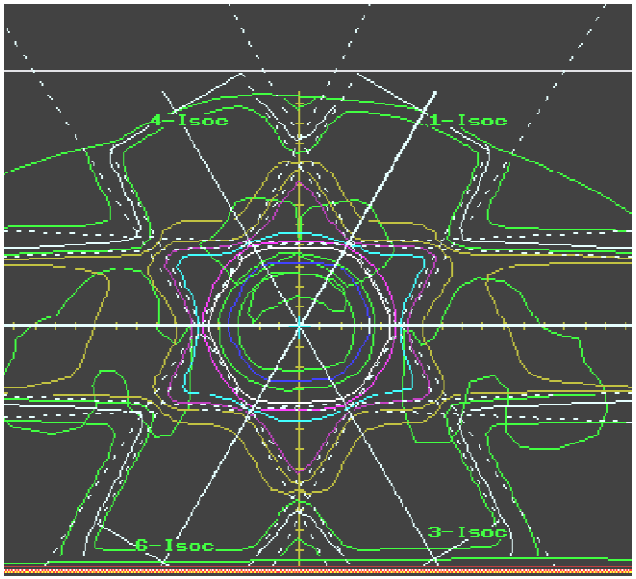
Como verificamos la dosis entregada por cada campo ?

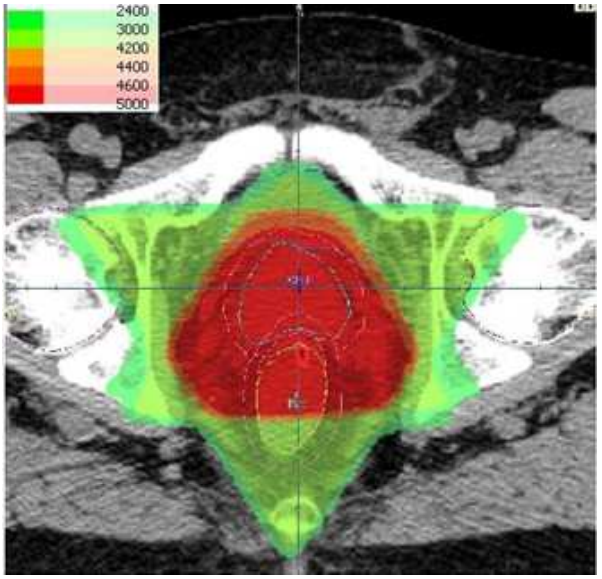


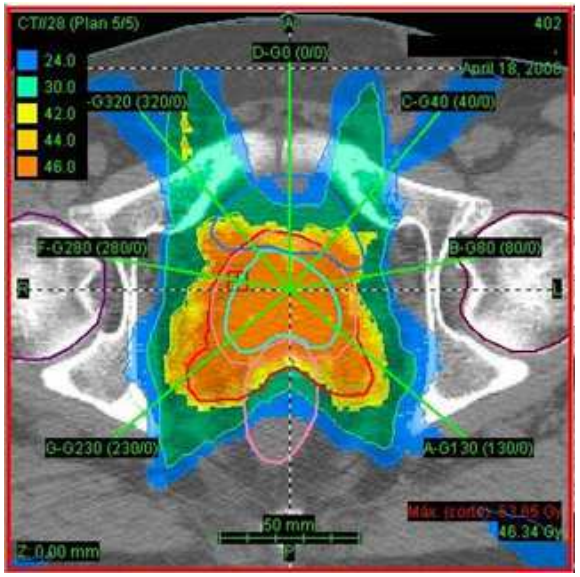
Medición de la dosis total para el PLAN



2D → 3D → IMRT →

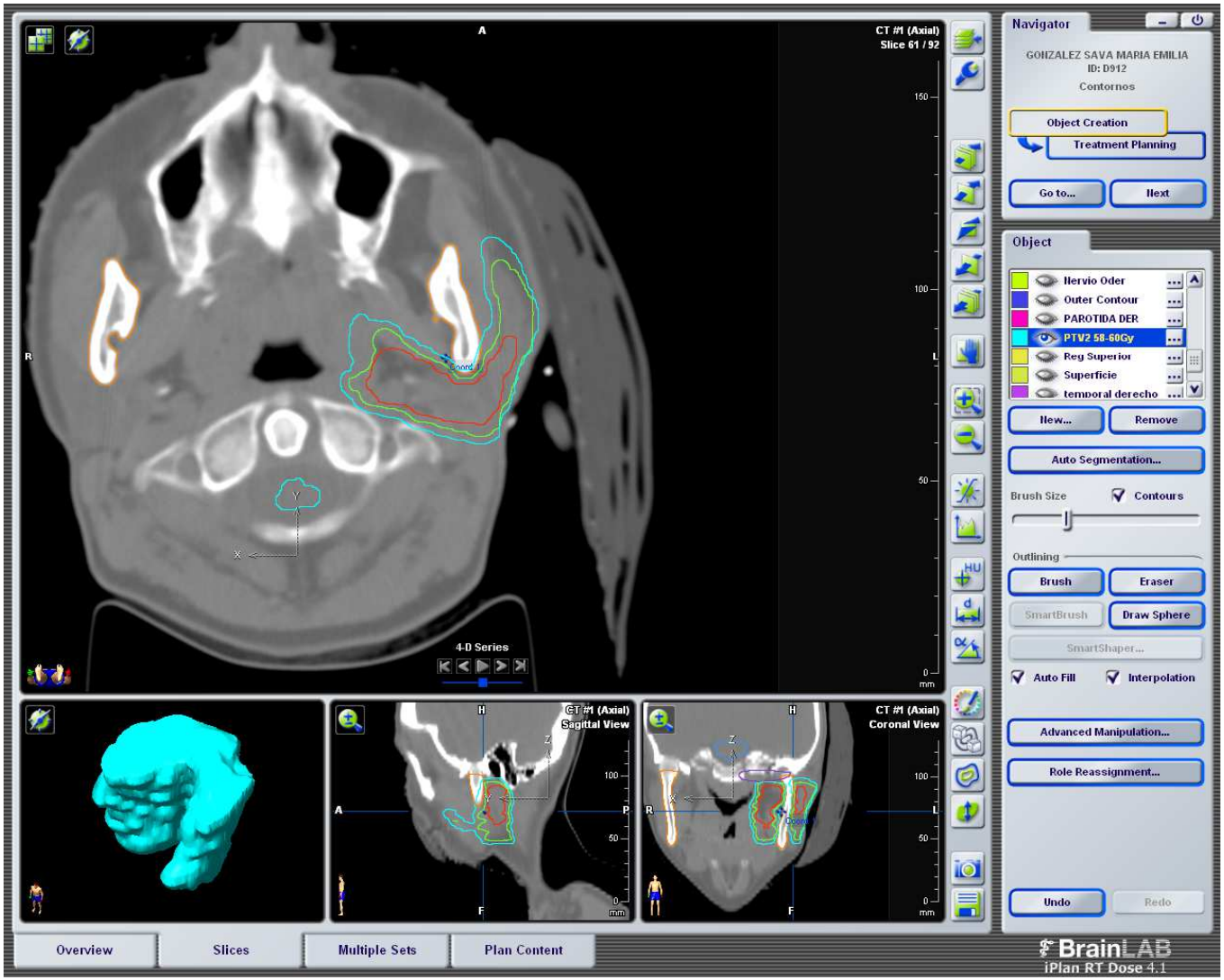


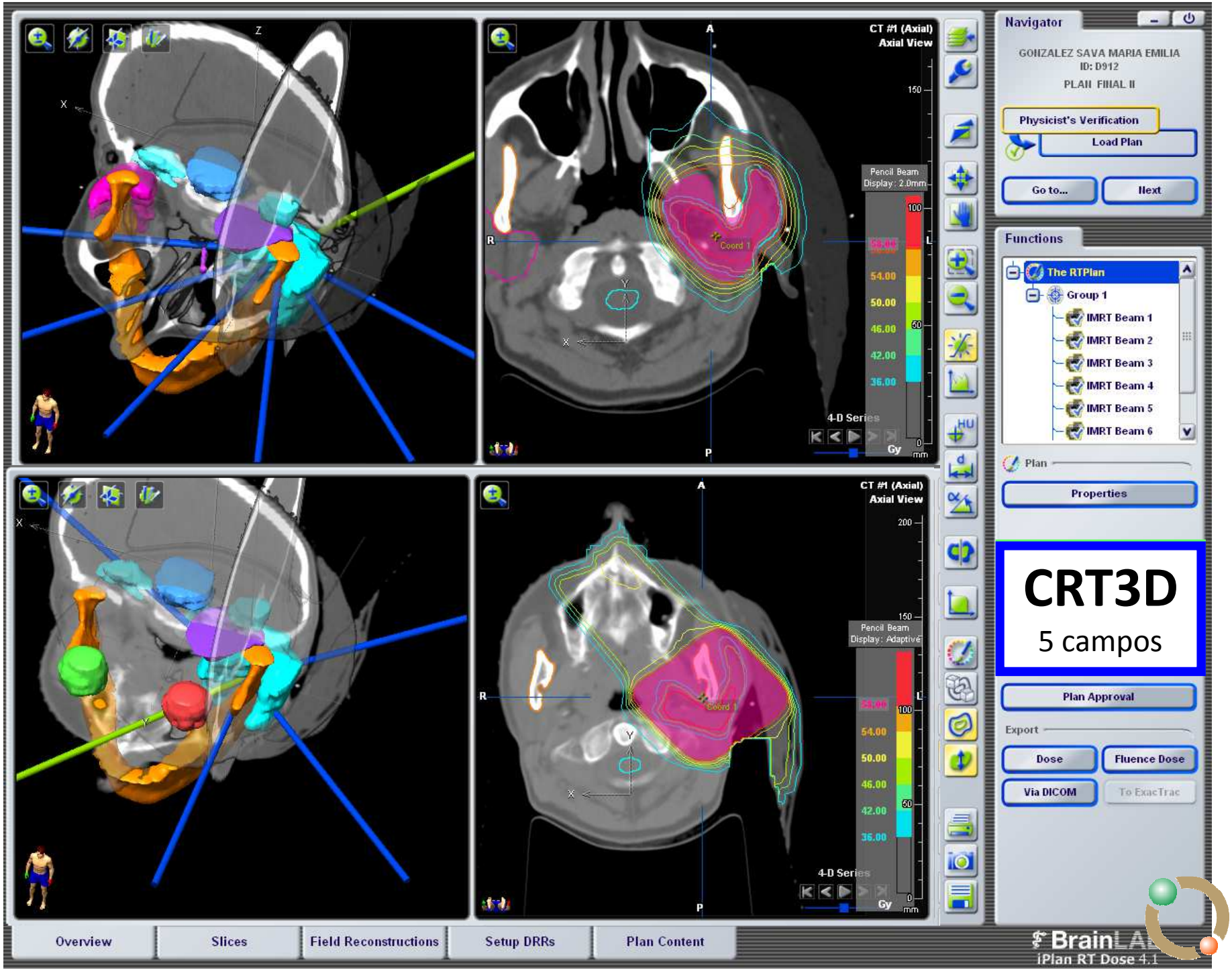


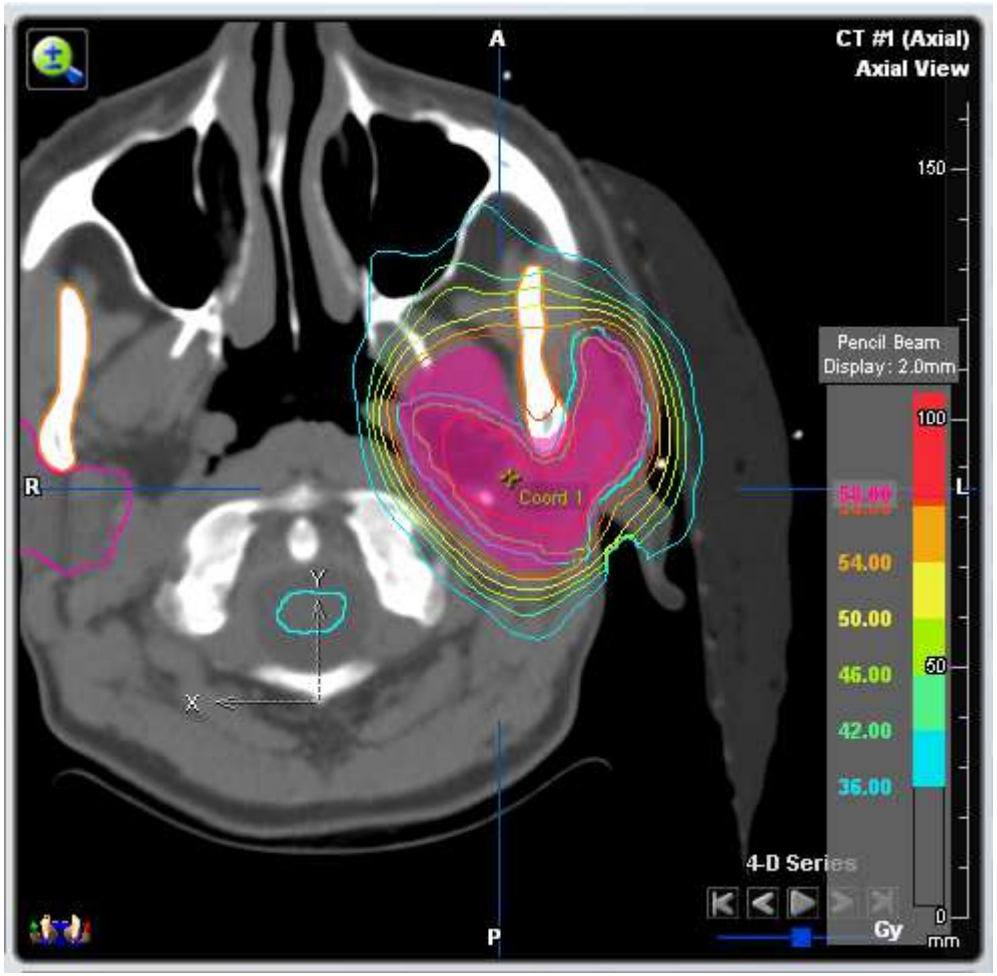


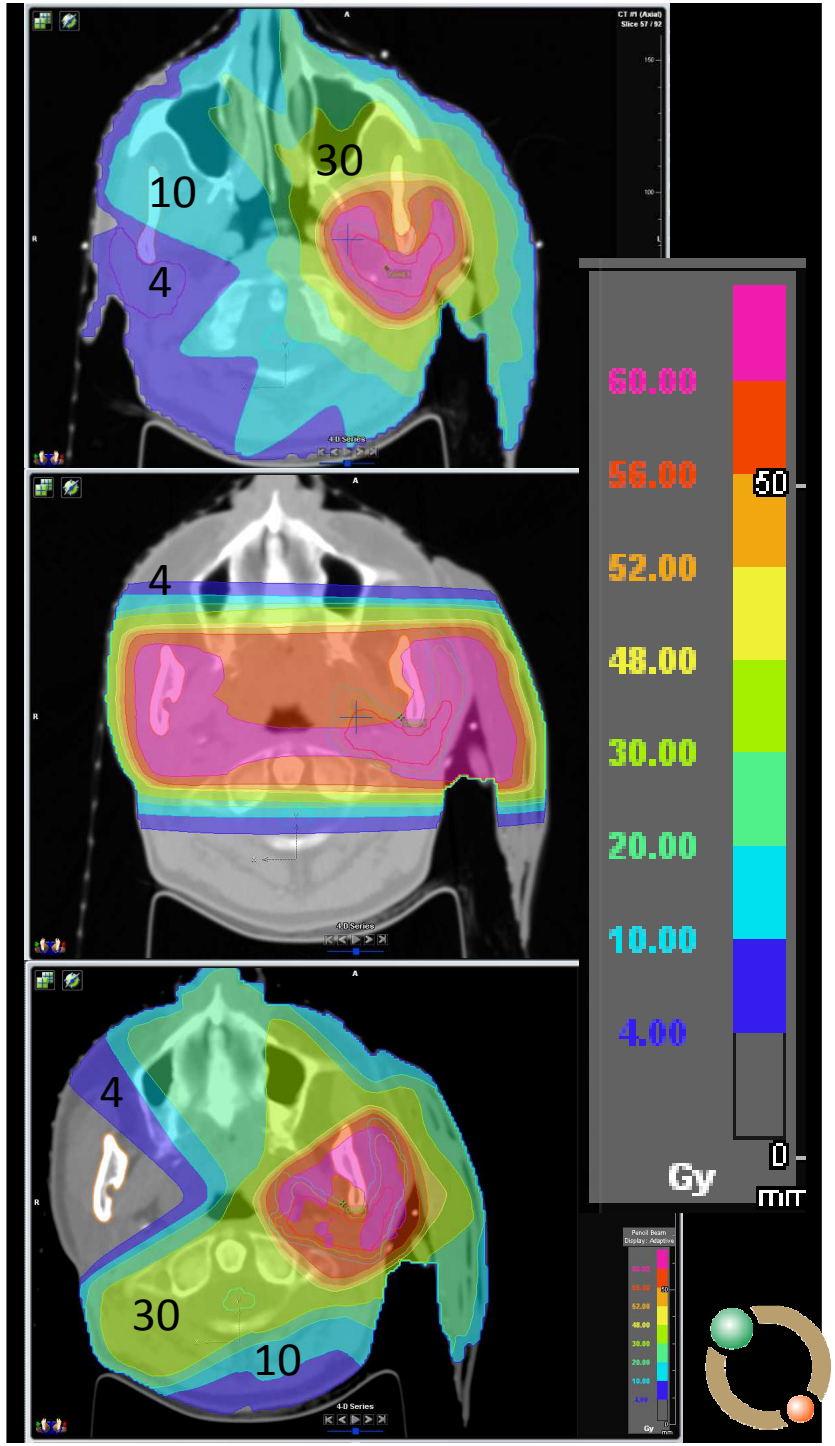
- Las nuevas tecnologías permiten tratamientos con **mayor conformación y gradiente de dosis**
- El aumento de las UM/incidencias podría generar un aumento del volumen de dosis bajas las cuales deben ser consideradas, estas dependen
  - Numero de haces
  - Energía del haz
  - Restricciones dosis volumen (modulación del haz, UM, tiempos de tratamiento)
  - Técnica de IMRT, etc., etc.

Dosis bajas en Radioterapia - comparación




CT #1 (Axial)
Axial View
Pencil Beam
Display: 2.0mm
4-D Series
Navigator
GONZALEZ SAVA MARIA EMILIA
ID: D912
PLAN FINAL II
Physicist's Verification
Load Plan
Go to...
Next
Functions
The RTPlan
Group 1
IMRT Beam 1
IMRT Beam 2
IMRT Beam 3
IMRT Beam 4
IMRT Beam 5
IMRT Beam 6
Plan
Properties
CRT3D
5 campos
Plan Approval
Export
Dose
Fluence Dose
Via DICOM
To ExacTrac
Overview
Slices
Field Reconstructions
Setup DRRs
Plan Content
iPlan RT Dose 4.1

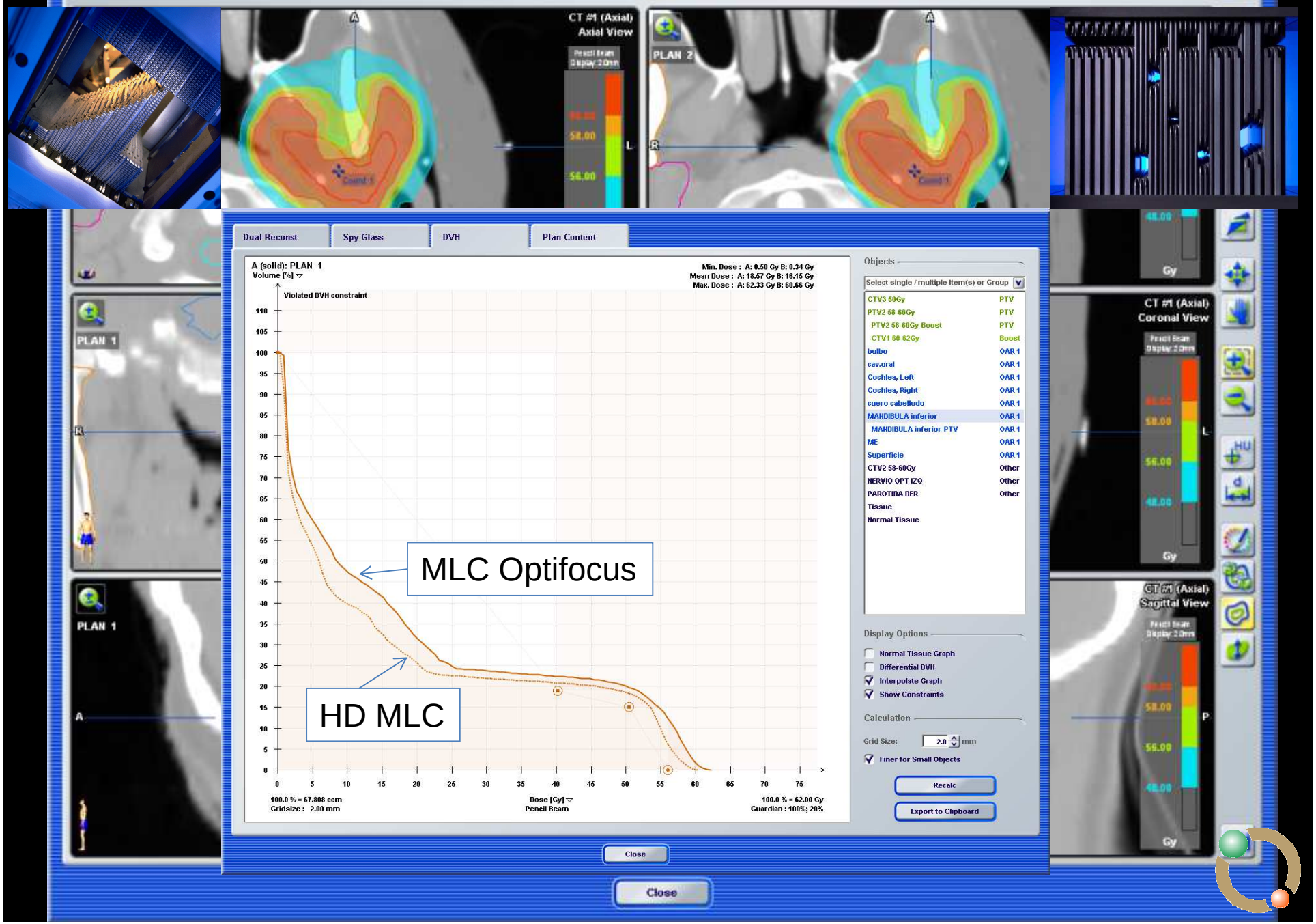

A
CT #1 (Axial)
Axial View
150
Pencil Beam
Display: 2.0mm
100
54.00
50.00
50
46.00
42.00
36.00
0
mm
R
L
Coord 1
Y
X
4-D Series
Gy
P


30
10
4
4
4
30
10
60.00
56.00
50
52.00
48.00
30.00
20.00
10.00
4.00
0
Gy
mm

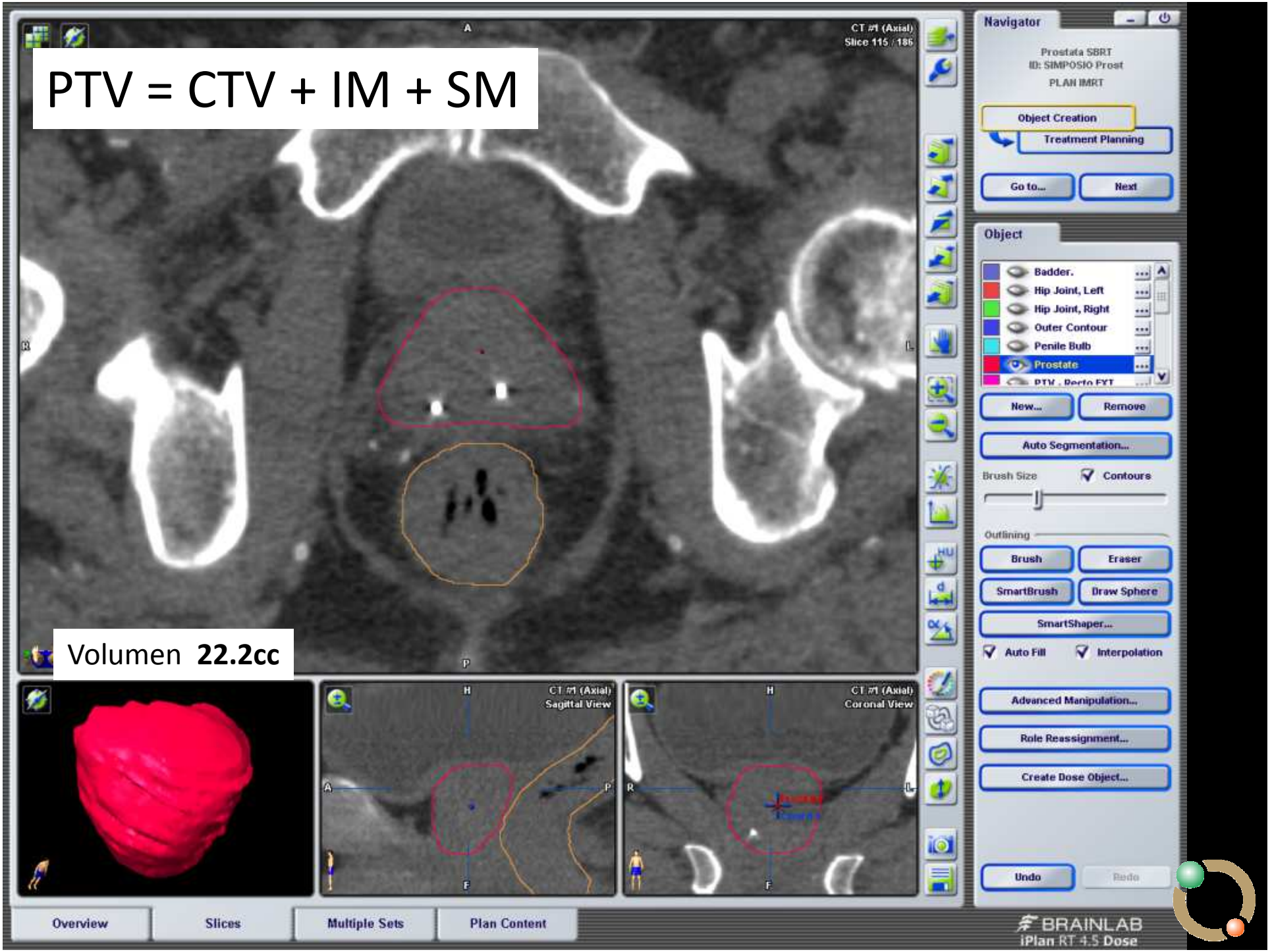
Sistema de colimación

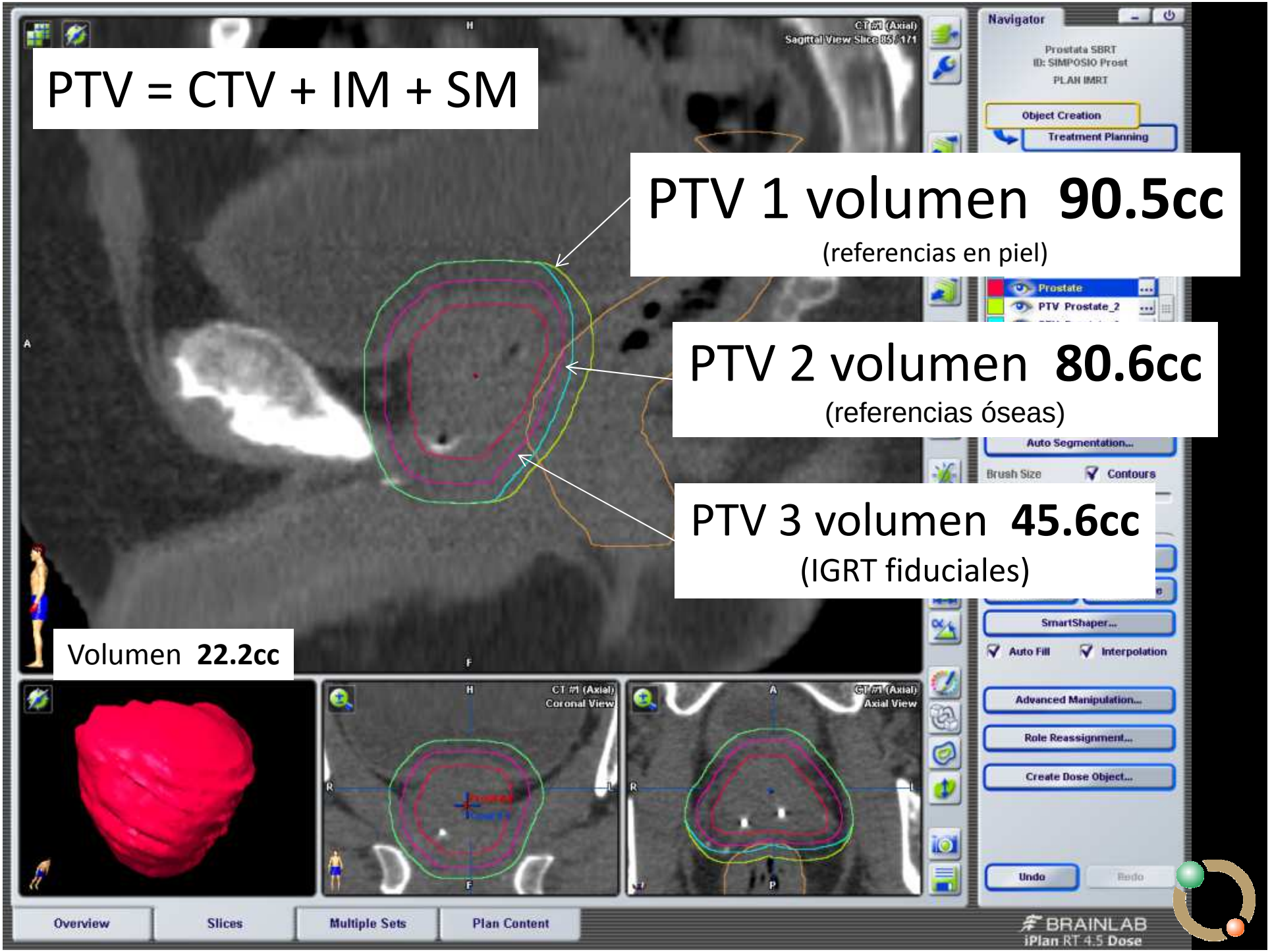
MLC Optifocus 10mm

HD MLC (2.5mm / 5mm)

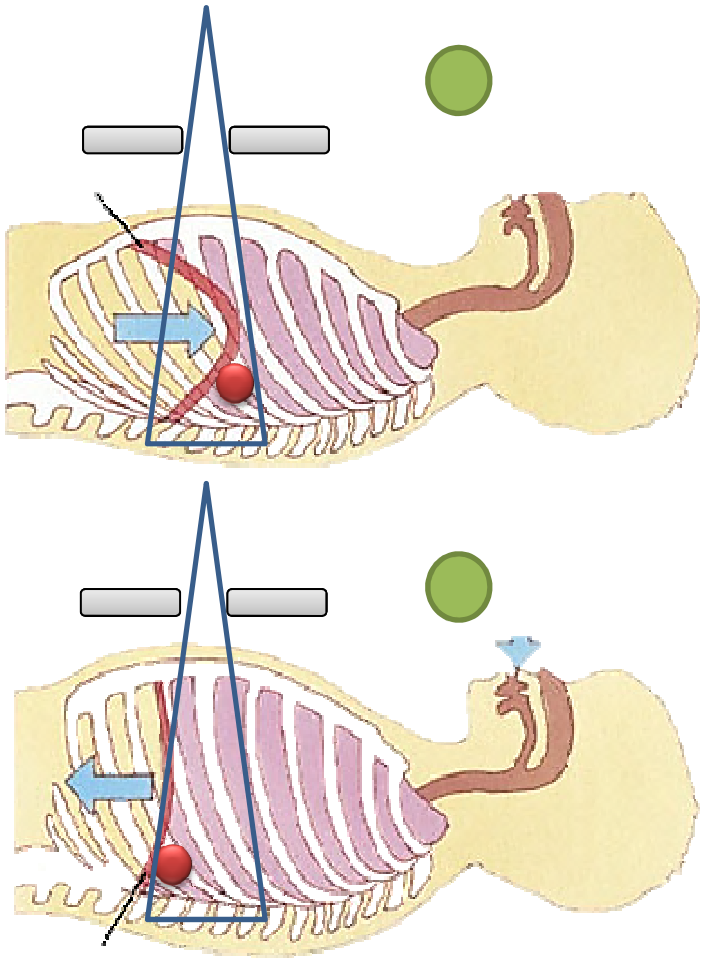


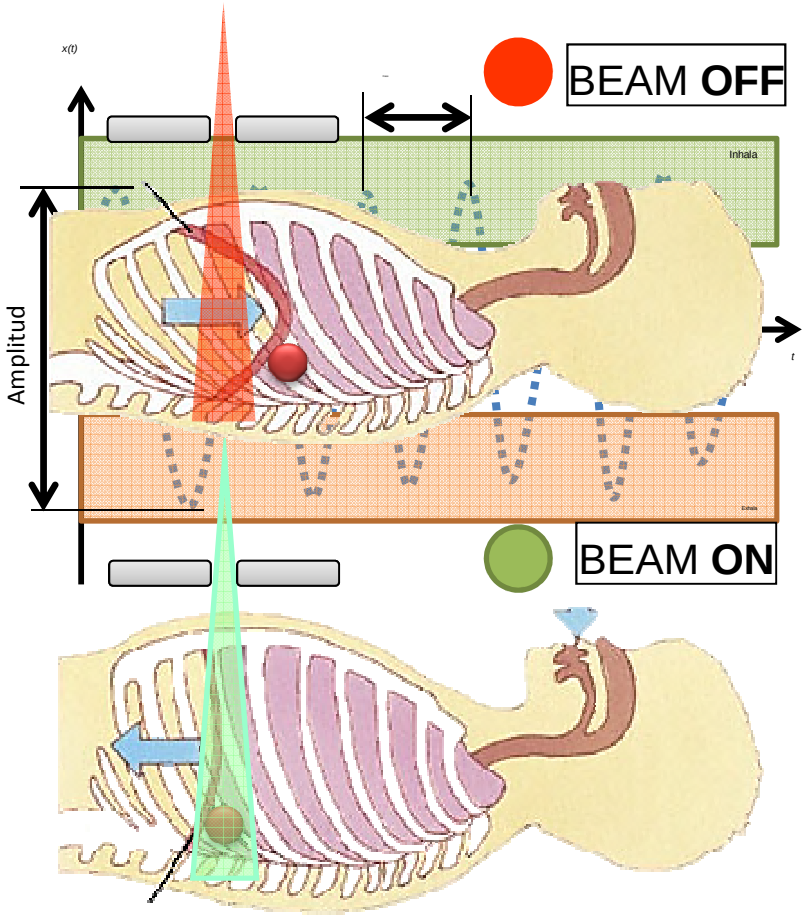
Márgenes

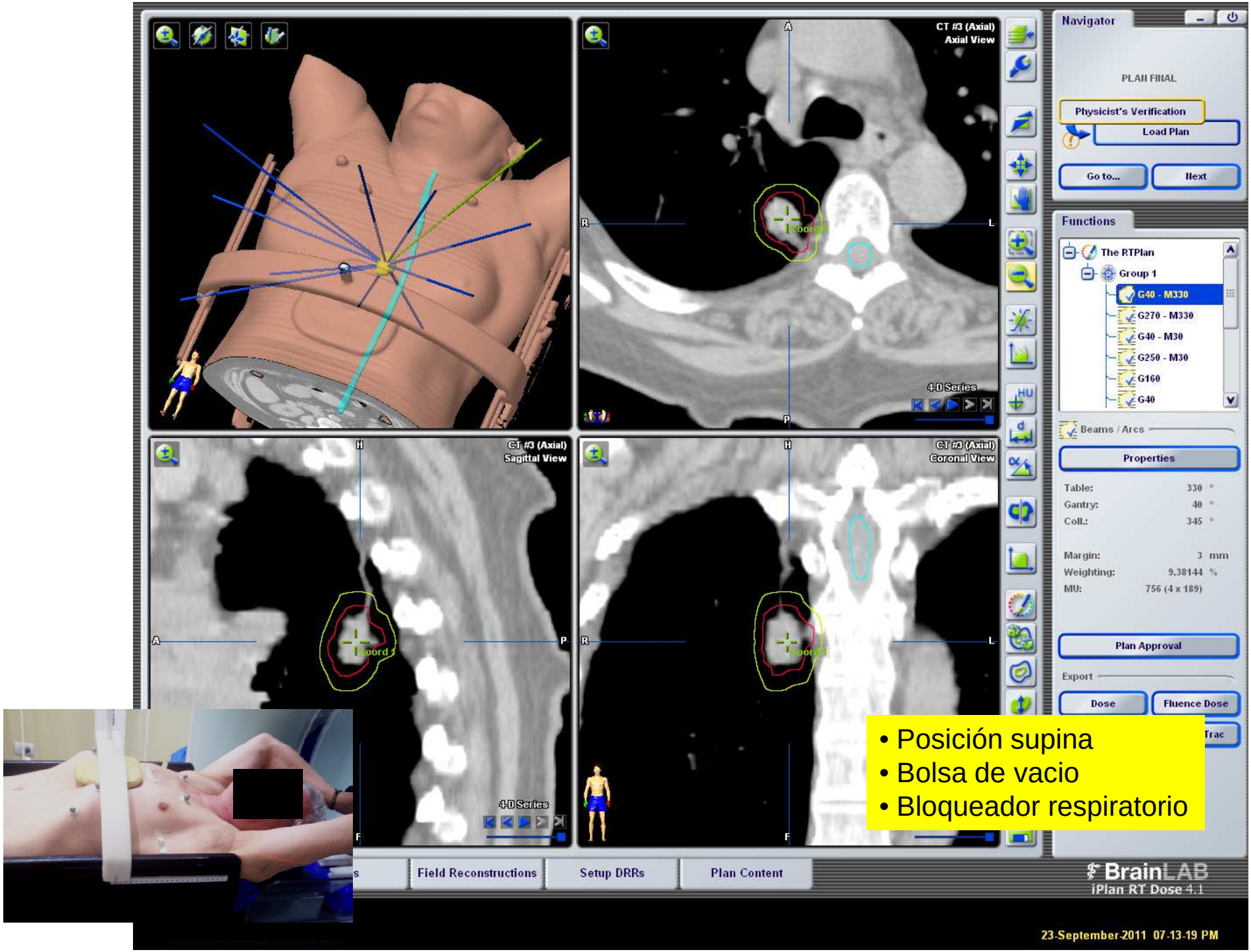

PTV = CTV + IM + SM
Volumen 22.2cc
CT #1 (Axial)
Slice 115 / 186
CT #1 (Axial)
Sagittal View
CT #1 (Axial)
Coronal View
Navigator
Prostata SBRT
ID: SIMPOSIO Prost
PLAN IMRT
Object Creation
Treatment Planning
Go to...
Next
Object
Badder.
Hip Joint, Left
Hip Joint, Right
Outer Contour
Penile Bulb
Prostate
New...
Remove
Auto Segmentation...
Brush Size
Contours
Outlining
Brush
Eraser
SmartBrush
Draw Sphere
SmartShaper...
Auto Fill
Interpolation
Advanced Manipulation...
Role Reassignment...
Create Dose Object...
Undo
Redo
Overview
Slices
Multiple Sets
Plan Content
BRAINLAB
iPlan RT 4.5 Dose


PTV = CTV + IM + SM
PTV 1 volumen 90.5cc
(referencias en piel)
PTV 2 volumen 80.6cc
(referencias óseas)
PTV 3 volumen 45.6cc
(IGRT fiduciales)
Volumen 22.2cc
Navigator
Prostata SBRT
ID: SIMPOSIO Prost
PLAN IMRT
Object Creation
Treatment Planning
Prostate
PTV Prostate_2
Auto Segmentation...
Brush Size
Contours
SmartShaper...
Auto Fill
Interpolation
Advanced Manipulation...
Role Reassignment...
Create Dose Object...
Undo
Redo
Overview
Slices
Multiple Sets
Plan Content
BRAINLAB
iPlan RT 4.5 Dose

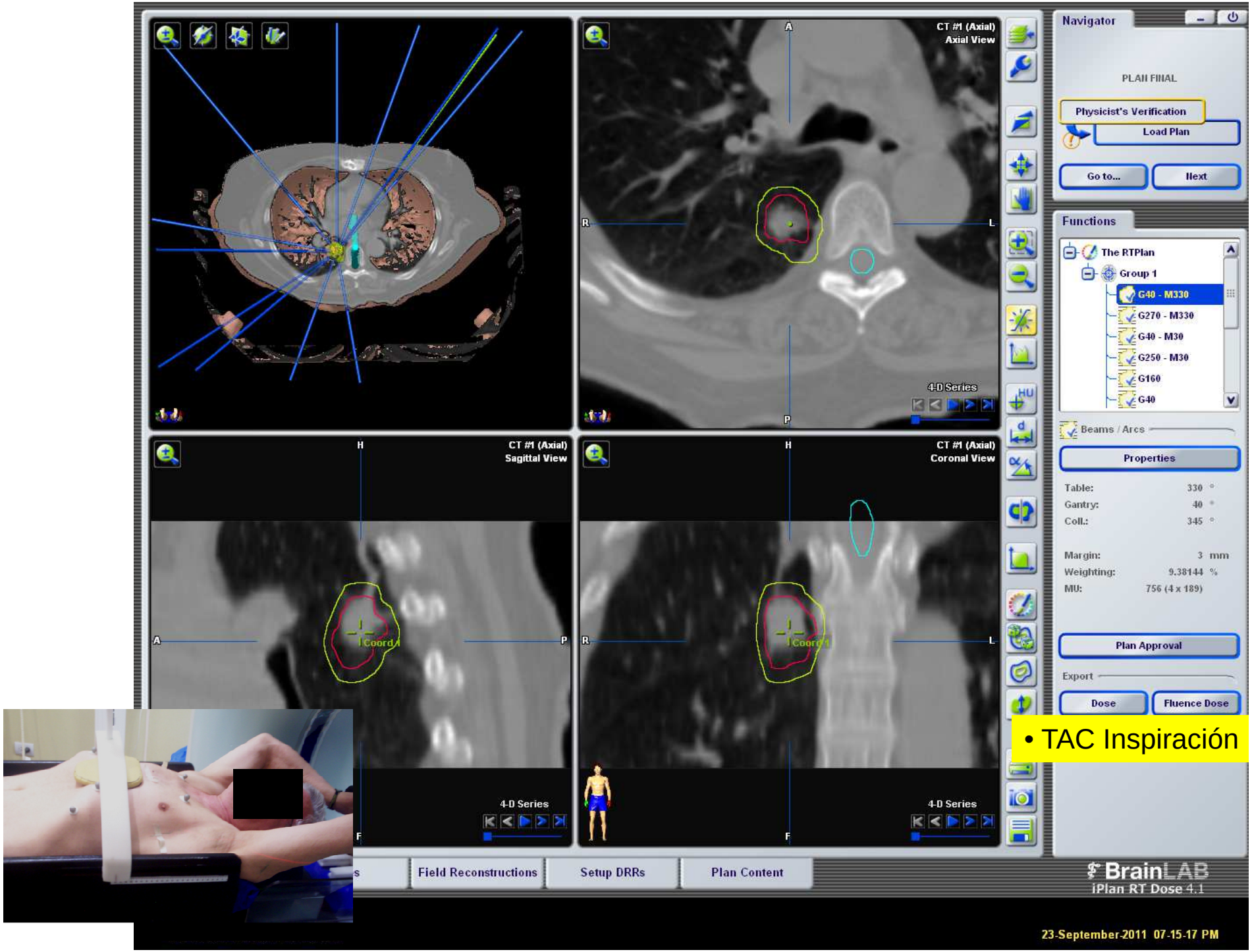
Reducción del **IM** por *respiratory gaiting*



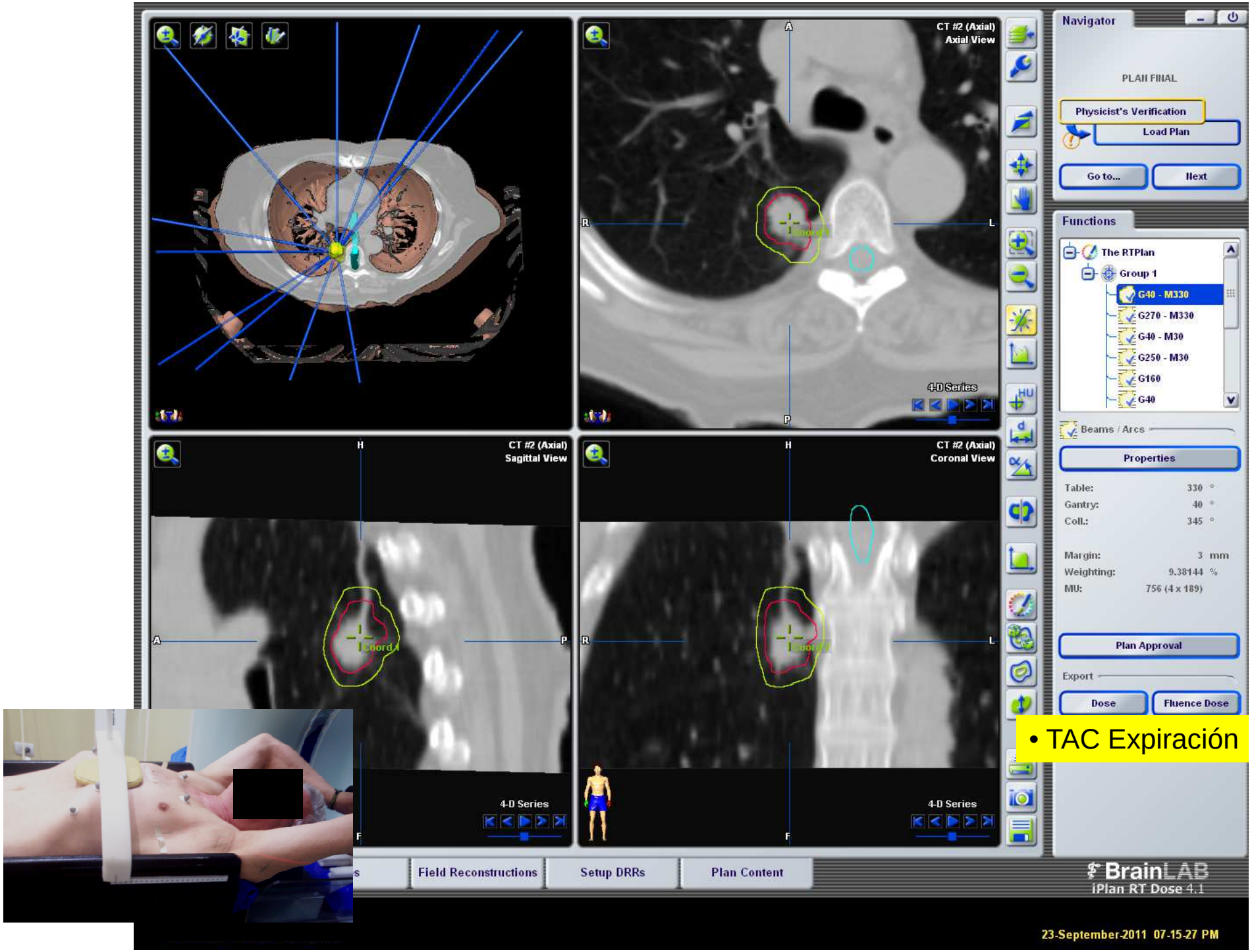




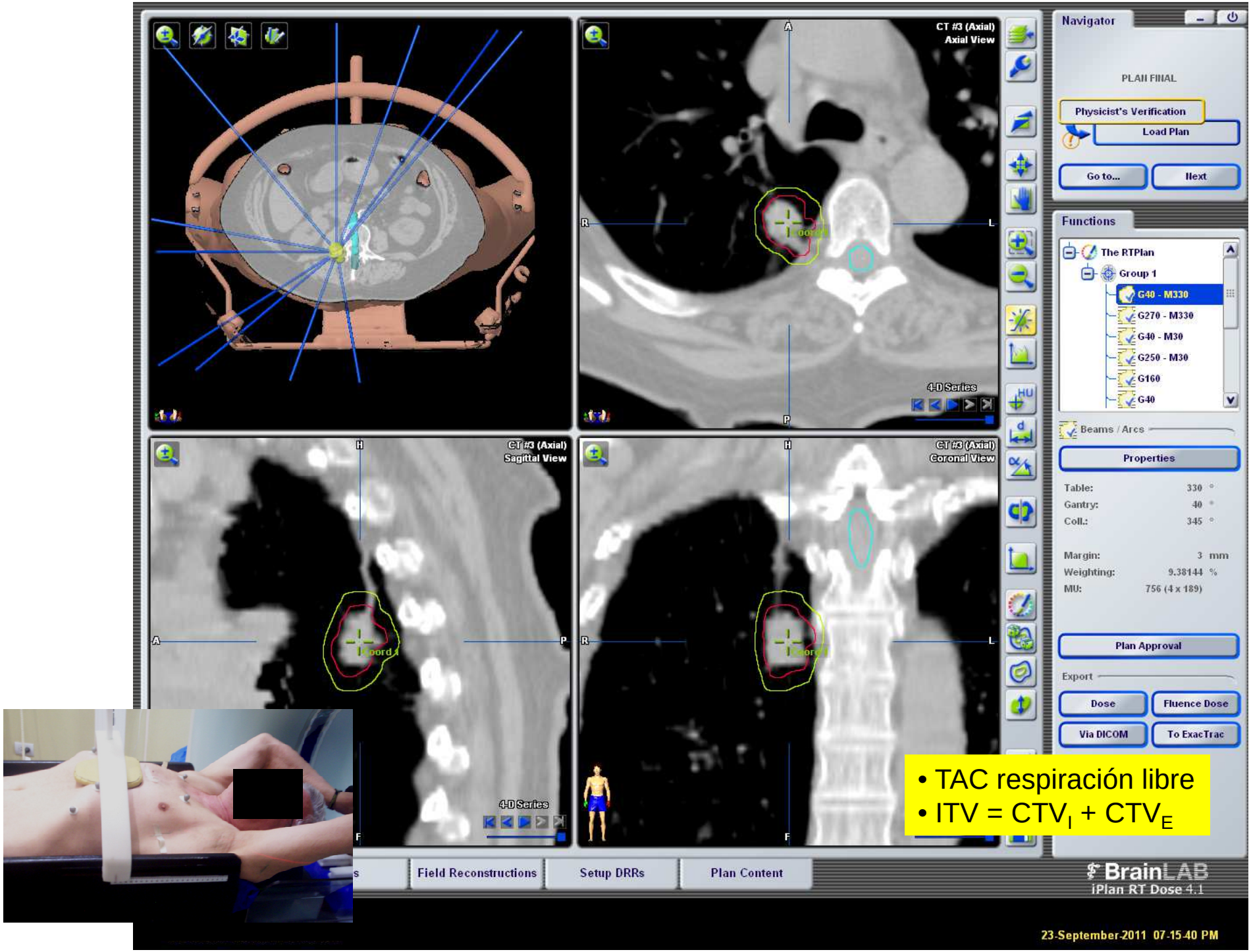
- Posición supina
- Bolsa de vacio
- Bloqueador respiratorio



• TAC Inspiración



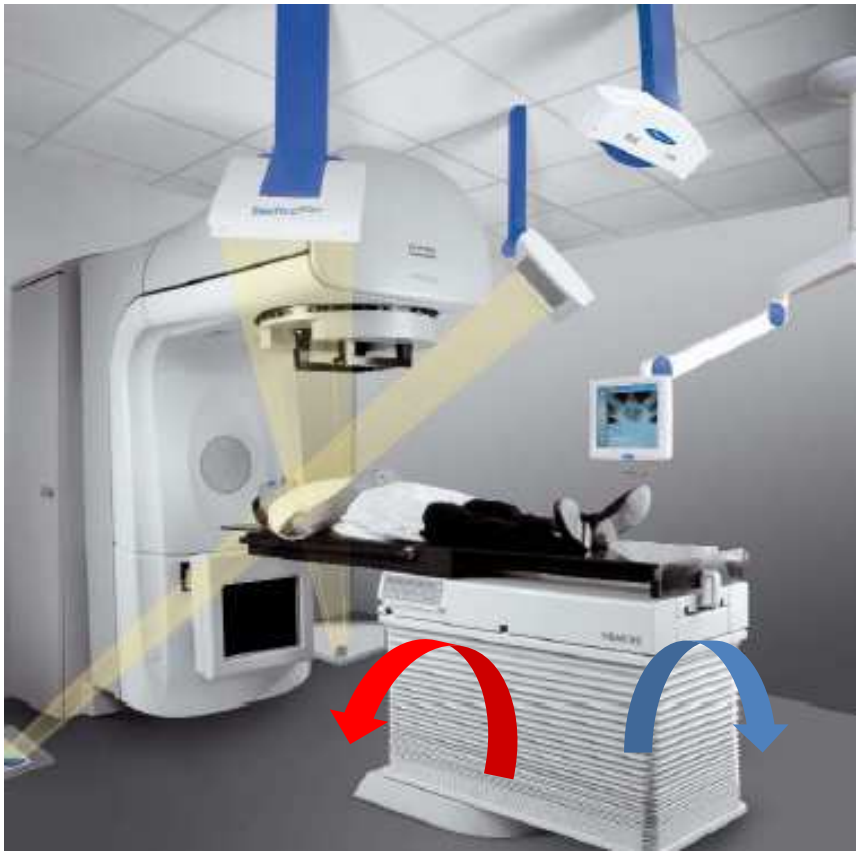
• TAC Expiración



- TAC respiración libre
- ITV = CTV_I + CTV_E

Sistema de posicionamiento

Posicionamiento



Vertical

Longitudinal

Lateral

Angulo Mesa

Posicionamiento

Vertical

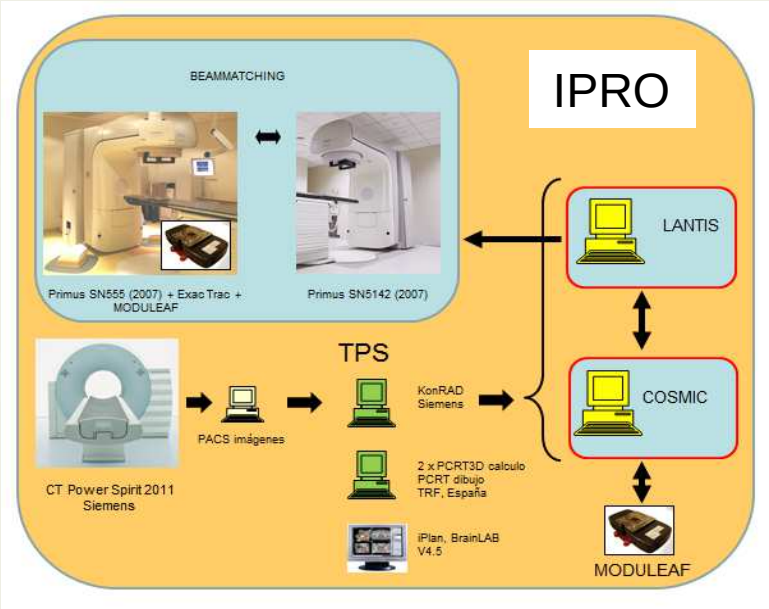
Longitudinal

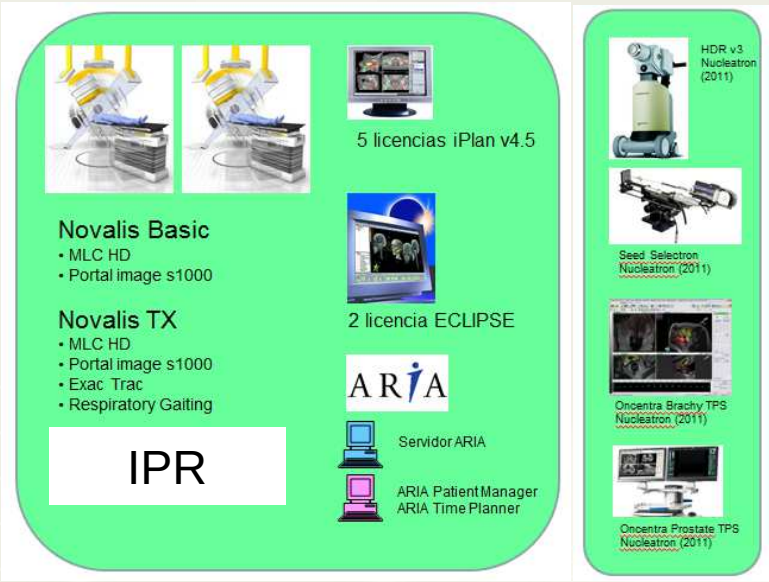
Lateral

Angulo Mesa

Angulo longitudinal (SPIN)

Angulo lateral (TILT)





INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Departamento Física Medica