

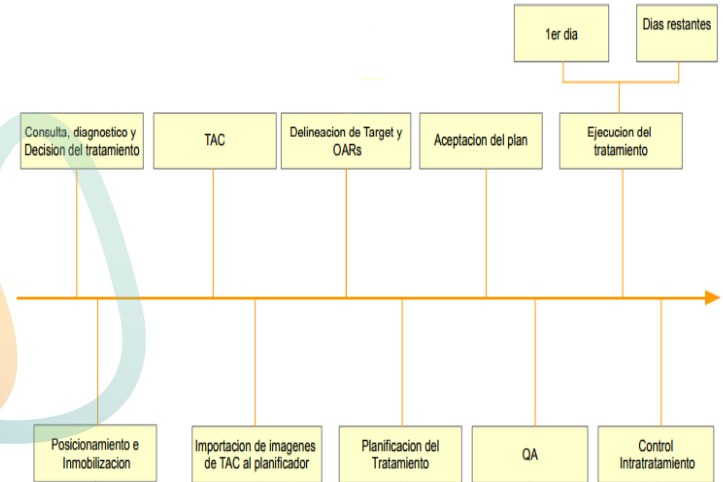
Control de Calidad Paciente Específico en Radiocirugía

Federico Bregains - Maria Jose Almada

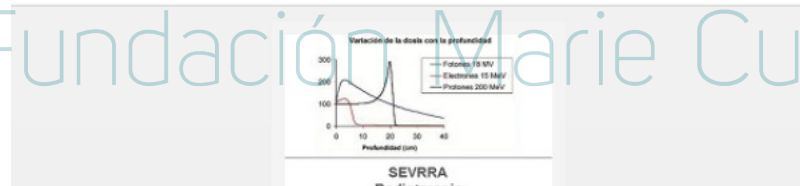


Errores Potenciales...

- Proceso de tratamiento complejo
- Tratamiento se basa en sistemas de tecnología compleja
- Tecnología puede fallar
- La transferencia de datos **entre sistemas** puede tener problemas
- Problemas de comunicación entre personas
- Múltiples potenciales errores humanos



SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO EN RADIOTERAPIA SEVRRRA RADIOTERAPIA



The report of Task Group 100 of the AAPM: Application of risk analysis methods to radiation therapy quality management

Porque hacemos un control paciente específico?

- Diseñado para identificar discrepancias entre la dosis planeada y calculada
- Detectar errores graves en la entrega de la radiación
- Minimizar la confianza del concepto de que todas las fuentes potenciales de error en el proceso son conocidas, caracterizadas y contenidas
- Asegurar la seguridad del paciente, fidelidad del tratamiento y que el paciente reciba el plan de tratamiento deseado
- Control de Calidad paciente específico es crítico en procedimientos estereotáxicos e hipofraccionados.

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Tolerance limits and methodologies for IMRT measurement-based verification

QA: Recommendations of AAPM Task Group No. 218

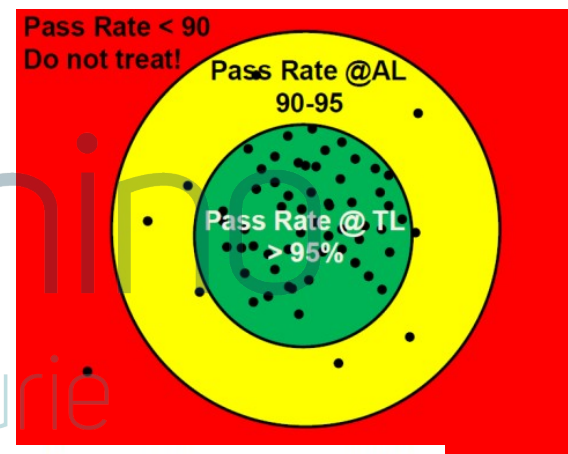
Moyed Miften^{a)}

Department of Radiation Oncology, University of Colorado School of Medicine, Aurora, CO, USA

- **Nivel de TOLERANCIA:** > 95% pixels with global $g < 1$
(DTA 2mm - DD 3% - Threshold 10%)
- **Nivel de ACCION:** > 90% pixels with global $g < 1$
(DTA 2mm - DD 3% - Threshold 10%)

→ Utilizar γ GLOBAL
Normalización en dosis máxima de bajo gradiente

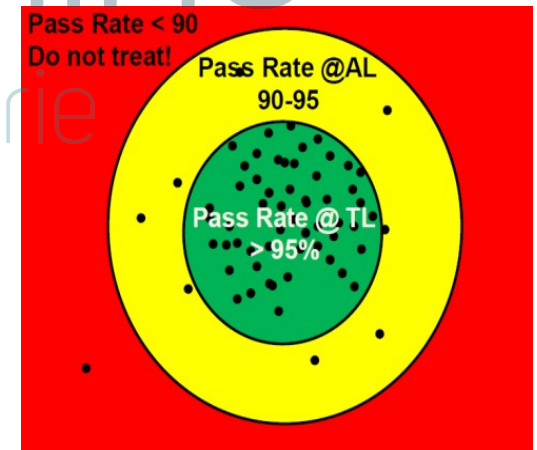
→ γ LOCAL
Comisionamiento
Troubleshooting



- Universal tolerance limits: the γ passing rate should be $\geq 95\%$, with 3%/2 mm and a 10% dose threshold.
- Universal action limits: the γ passing rate should be $\geq 90\%$, with 3%/2 mm and a 10% dose threshold.

Niveles de acción y tolerancia

- Resultado dentro de un nivel de tolerancia, implica una exactitud aceptable en cualquier situación
- Resultado fuera del nivel de acción es inaceptable y demanda una acción para remediar la situación
- Si una medida está dentro de la tolerancia NO es requerida ninguna acción
- Si una medida excede el nivel de acción es necesaria una acción inmediata
- Si la medida está entre los niveles de tolerancia y acción debe ser considerado aceptable y verificado
- Si la medida se repite entre los niveles de acción y tolerancia un ajuste es requerido

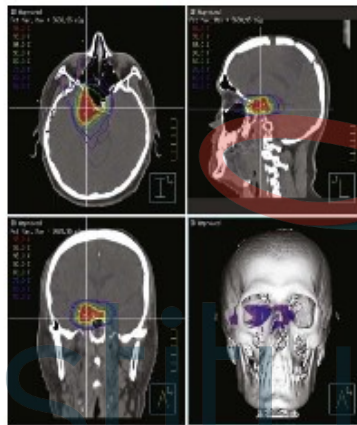


Experiencia Clínica en Tratamientos SRS

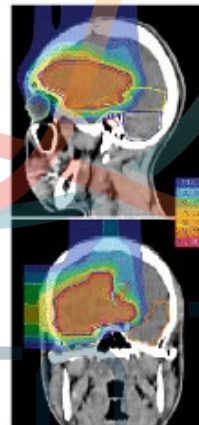
Multiple metastasis



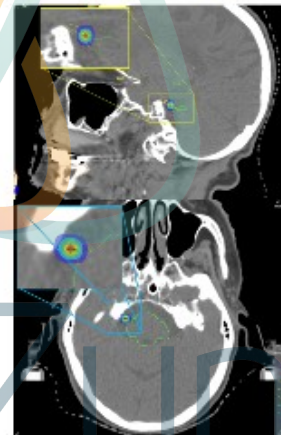
Meningiomas



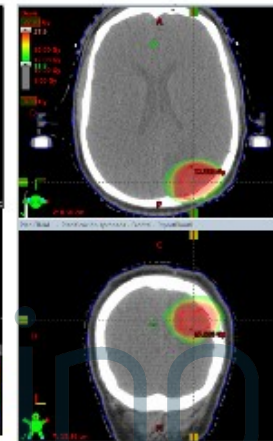
Glioma



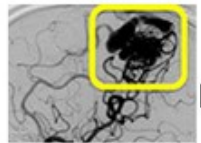
Neuralgia del trigemino



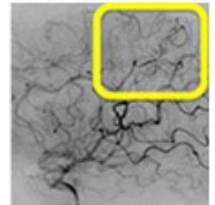
Glioblastoma



MAV
Pre-embolization



Post- γ -knife therapy
(Radiation therapy)



Fundación Marie Curie

SRS de Múltiples Metástasis Arcos Dinamicos - RapidArc, VMAT

- El tratamiento estándar para tratar Metástasis cerebrales es tratar cada tumor separadamente -> tiempo muy largo.
- Reducir el tiempo es posible, tratando las múltiples metástasis con un solo isocentro.

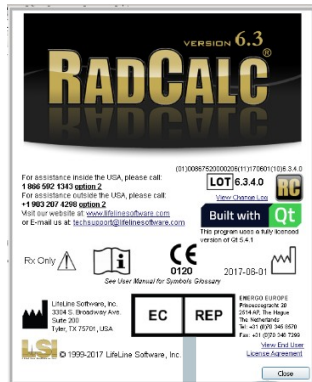


QA - SRS de Múltiples Metástasis Arcos Dinamicos



Multiple Brain Mets SRS

- El plan es enviado a un software de Cálculo Independiente, para una segunda revisión
- Se realiza el cálculo independiente, en el centro de cada metástasis planificada
- La variación esperada es menor 5%



PRESCRIPTION

Object Name	Object Type DICOM	Dose / Fraction [Gy]	No. of Fractions	Prescribed Dose [Gy]
PTV Mets1 +1.0 mm	PTV	21.00	1	21.00
PTV Mets2 +1.0 mm	PTV	21.00	1	21.00
PTV Mets3 +1.0 mm	PTV	21.00	1	21.00
PTV Mets4 18 Gy +1.0 mm	PTV	18.00	1	18.00

Point Name	PTV Mets1 +1.0 m
Coordinates (X, Y, Z)	(-0.82, -20.69, 4.29)
Total Dose (cGy)	2142.29
RTP Calculated Dose (cGy)	2100.17
Percent Difference	2.0%

Point Name	PTV Mets2 +1.0 m
Coordinates (X, Y, Z)	(3.07, -25.15, 1.63)
Total Dose (cGy)	2108.73
RTP Calculated Dose (cGy)	2099.61
Percent Difference	0.4%

Point Name	PTV Mets3 +1.0 m
Coordinates (X, Y, Z)	(-0.60, -23.12, 0.21)
Total Dose (cGy)	2087.14
RTP Calculated Dose (cGy)	2100.51
Percent Difference	-0.6%

Point Name	PTV Mets4 18 Gy
Coordinates (X, Y, Z)	(1.59, -16.73, 0.51)
Total Dose (cGy)	1795.89
RTP Calculated Dose (cGy)	1800.07
Percent Difference	-0.2%

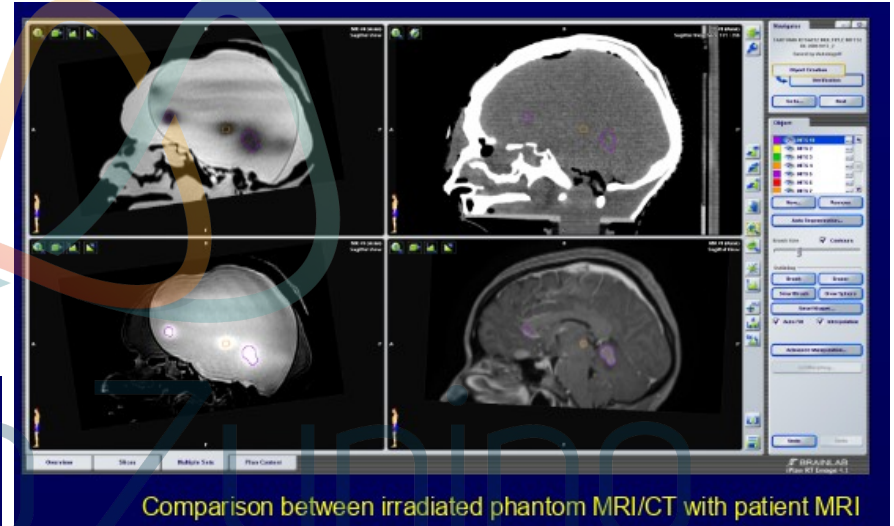
QA - SRS de Múltiples Metástasis Arcos Dinamicos



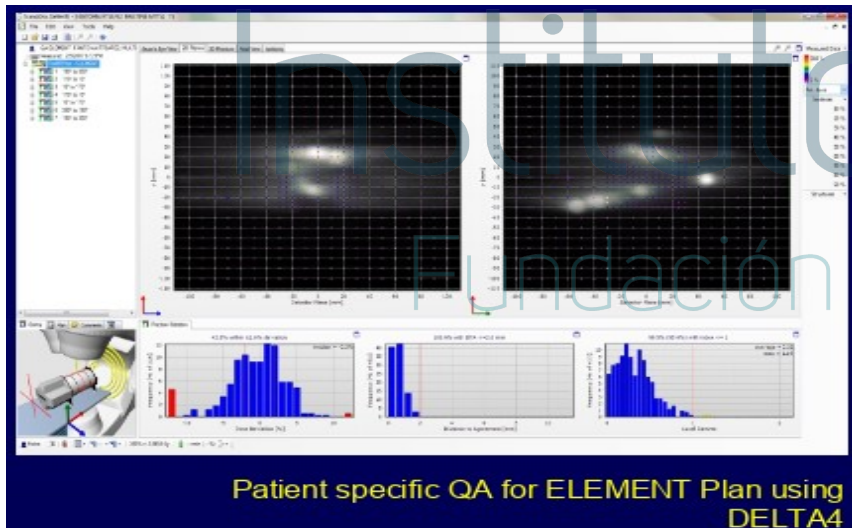
Multiple Brain Mets SRS



RTsafe personalized confidence



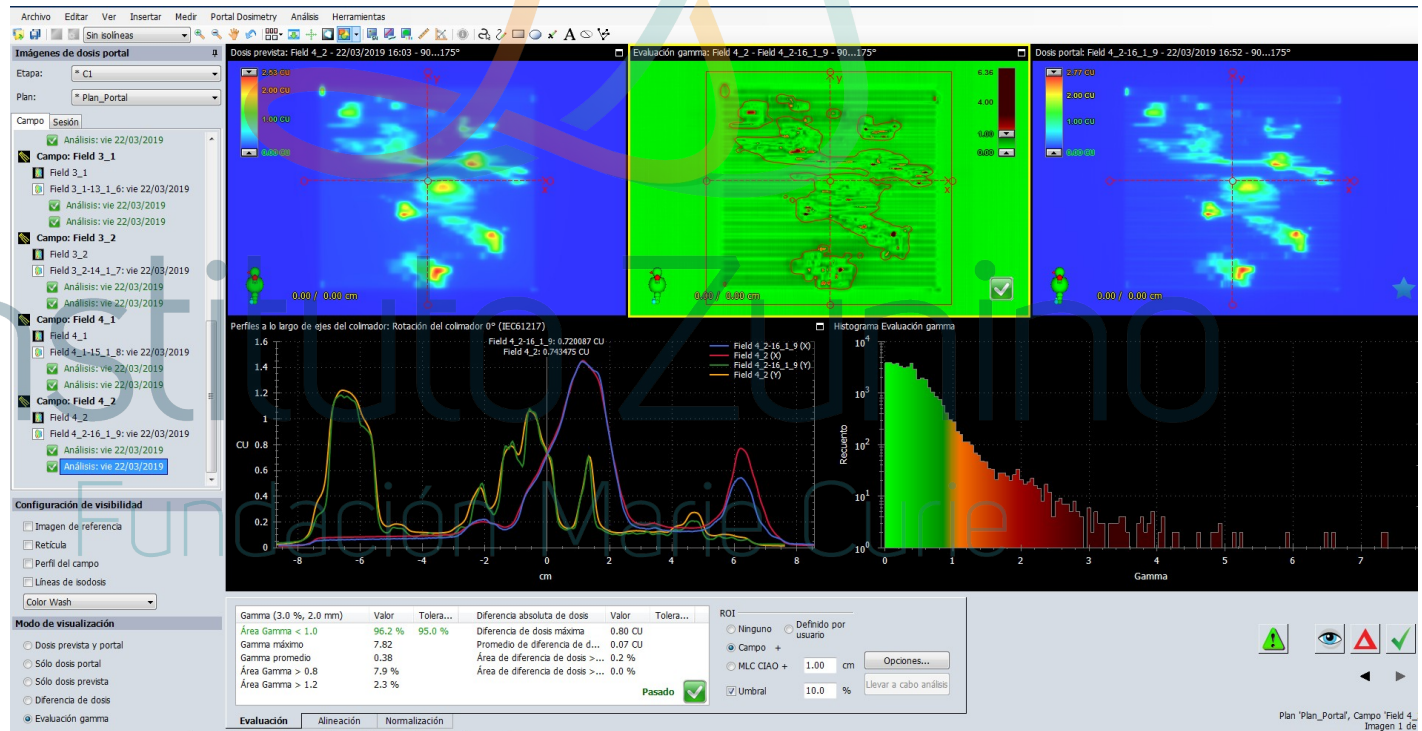
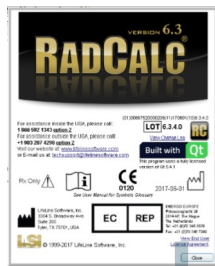
Comparison between irradiated phantom MRI/CT with patient MRI



Patient specific QA for ELEMENT Plan using
DELTA4

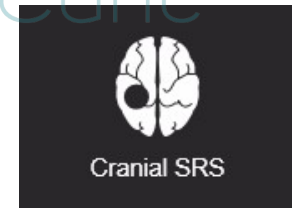
QA - SRS de Múltiples Metástasis RapidArc

- Cálculo Independiente, en cada metástasis planificada (variación esperada es menor 5%)
- También se realiza una medición con Portal Dosimetry (calibrado en forma absoluta)
- Análisis GAMMA 3% - 2 mm - Th 10%



Cranial SRS

- Utiliza haces de radiación con intensidad no uniformes, las cuales son determinadas por técnicas de optimización computacionales o “planificación inversa”.
- 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

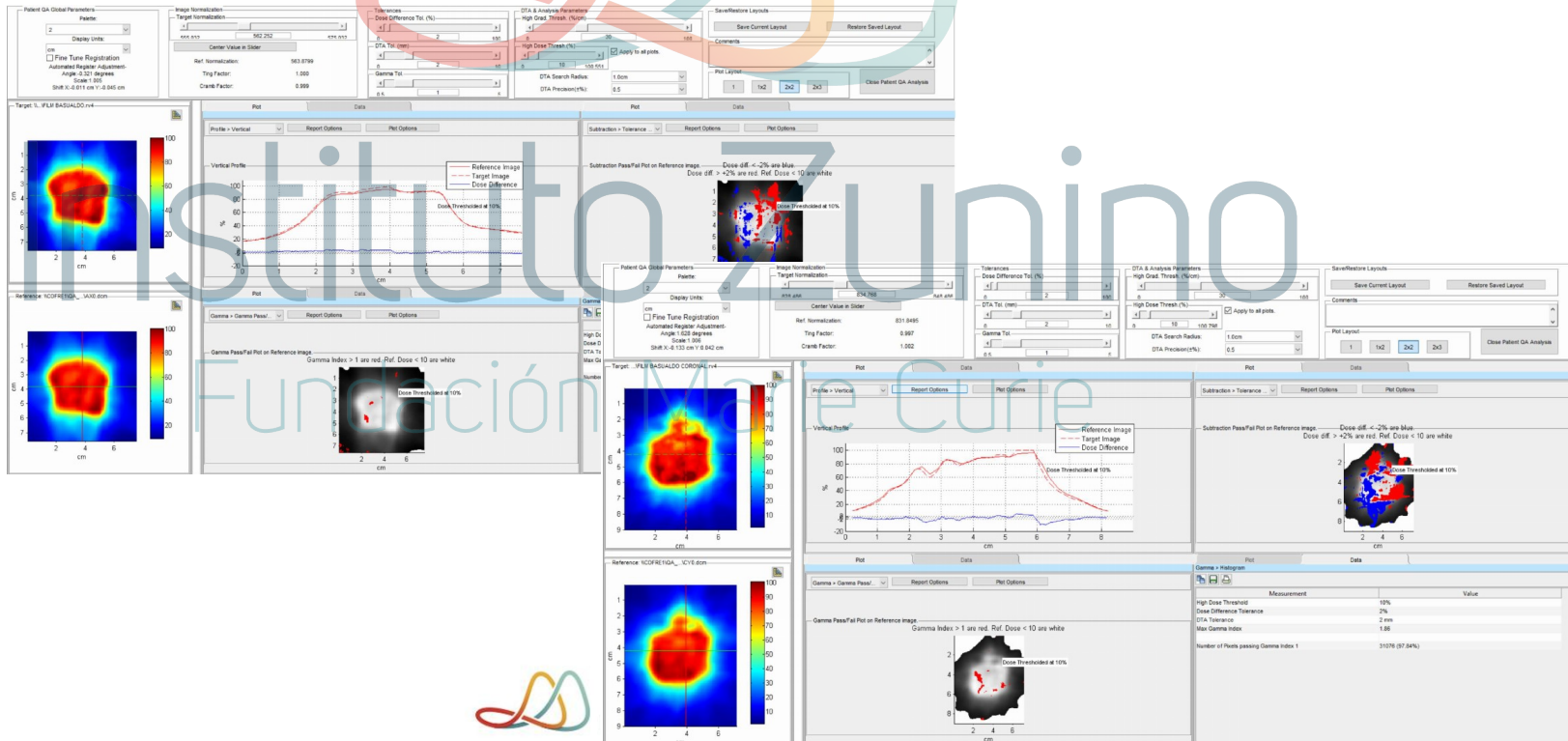
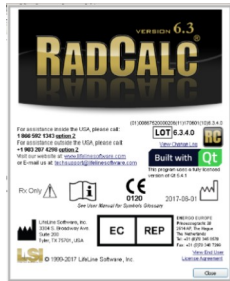


QA - Cranial SRS



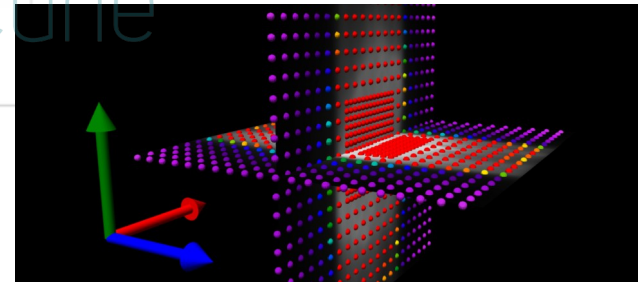
Multiple Brain Mets SRS

- Cálculo Independiente, en cada metástasis planificada (variación esperada es menor 5%)
- Film Radiocromaticos (2% - 2 mm - Th 10%)
- Medida con Delta4



Medidas con Delta 4

- Verificación absoluta de dosis
- Método Pseudo 3D -> Reconstrucción de dosis en el fantoma
-> HDV en estructuras sobre fantoma
- Algoritmo de cálculo directo (Ej. Delta4 Anatomy)
-> Reconstrucción de dosis en la anatomía del paciente (TAC) a partir de fluencia medida



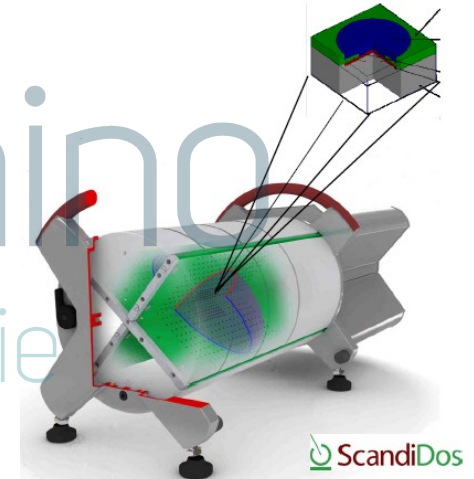
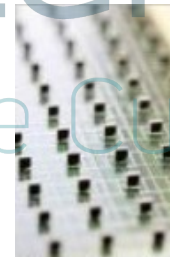
Medidas con Delta 4

Delta4 Phantom +

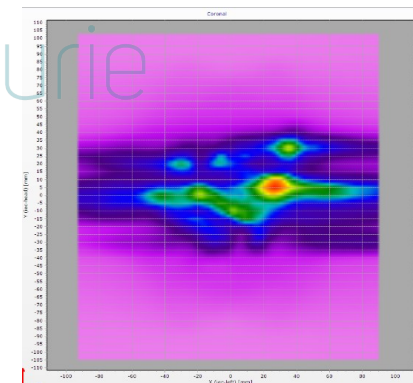
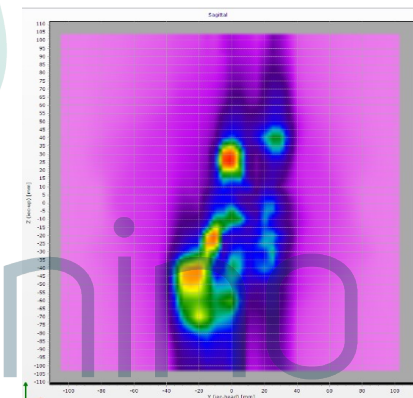
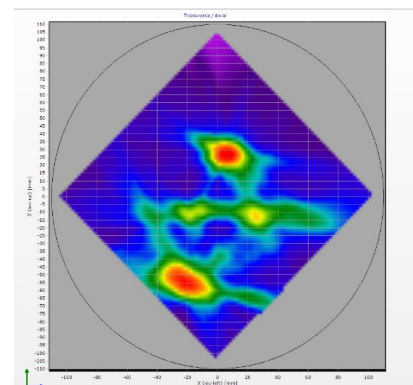
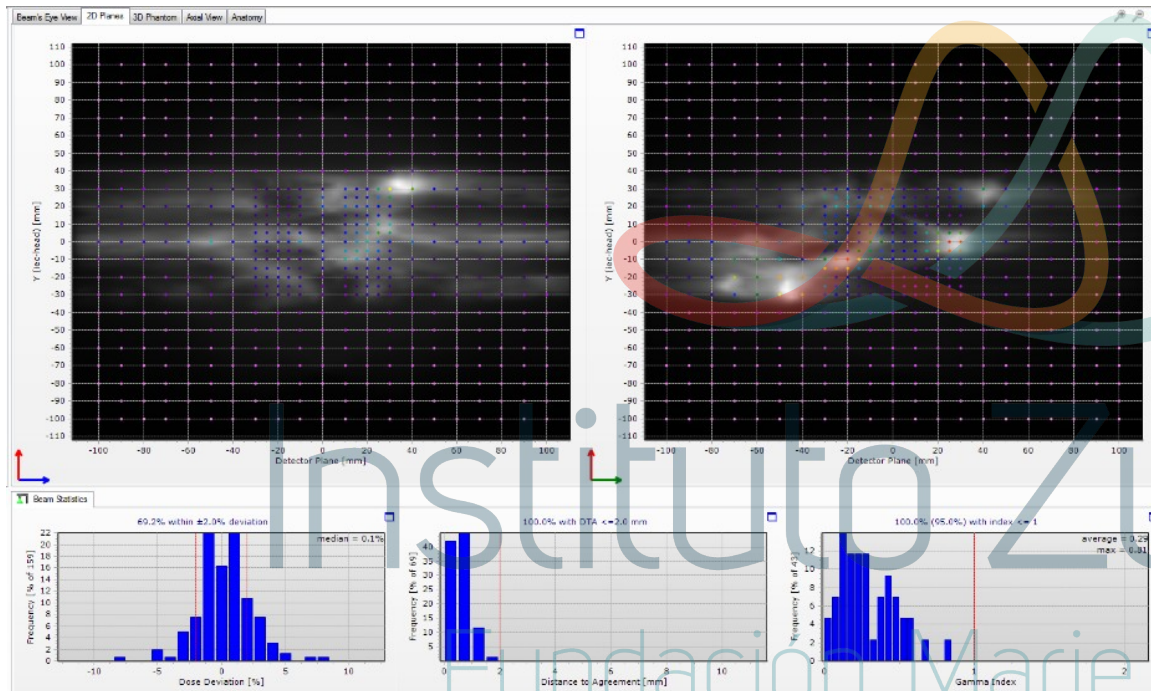


- **1069 diodos p-Si**
- Área activa de 20 x 20cm²
- Máximo campo con 2 medidas: 20 x 38cm²
- Distancia entre detectores
 - Central 6 x 6cm² : 5mm
 - Externa : 10mm
- Tamaño de diodos
 - Área 0.78 mm²
 - Altura 0.05 mm

- Material PMMA
- 22 cm de diámetro
- 40 cm de longitud
- Longitud fantoma total 71cm
- Medidas de dosis por pulso
- Lectura reseteada entre pulsos



Medidas con Delta 4





Fundación Marie Curie



→ Equipamiento en CEMENER para Radiocirugía

Varian, TrueBeam STx

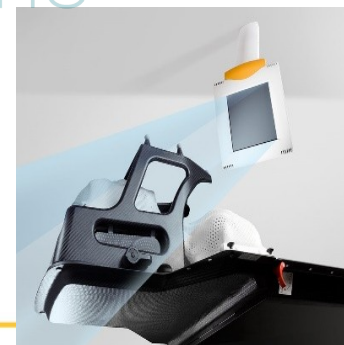
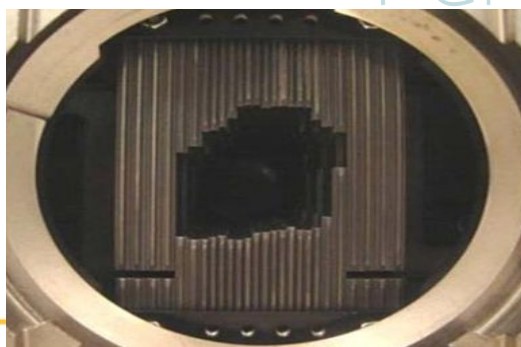


MLC micro-multiláminas

ICVI (Integrated conical
collimator verification and
interlocks)

Sistema de imágenes integrado
ExacTrac®.

Sistema de fijación frameless
BrainLab





Modalidades de PSQA en CEMENER

Portal Dosimetry®



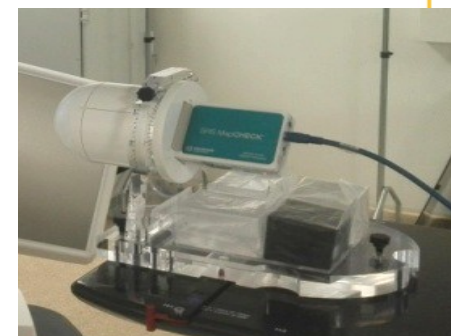
StereoPhan®

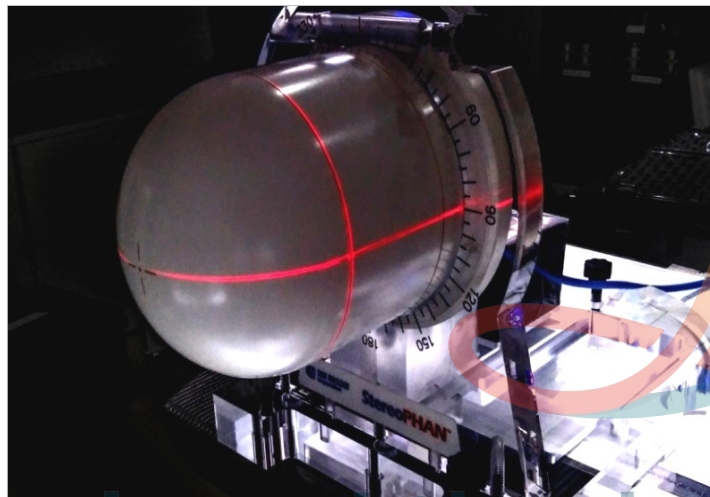


Gafchromic



SRS Mapcheck





- Validaciones End-to-End
- Material PMMA
- Insertos de 85mm x 85mm x 85mm:
 - PinPoint 3D
 - SRS MapCheck
 - Film radiocrómico
- QA de CT y MRI

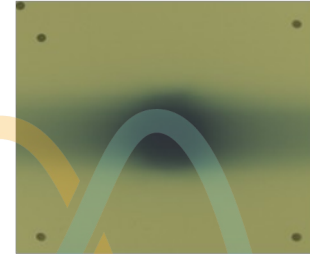


Gafchromic



Inserto con
Gafchromic

Película
Gafchromic



Schwannoma



**Metástasis
Múltiple**

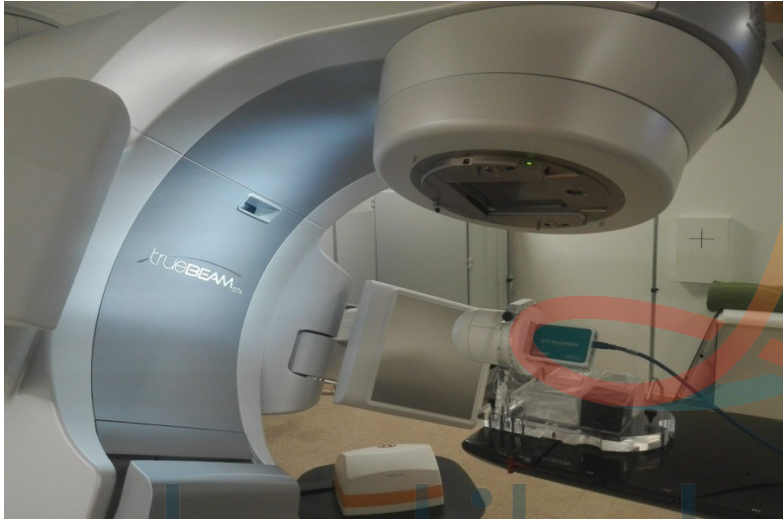


Meningioma

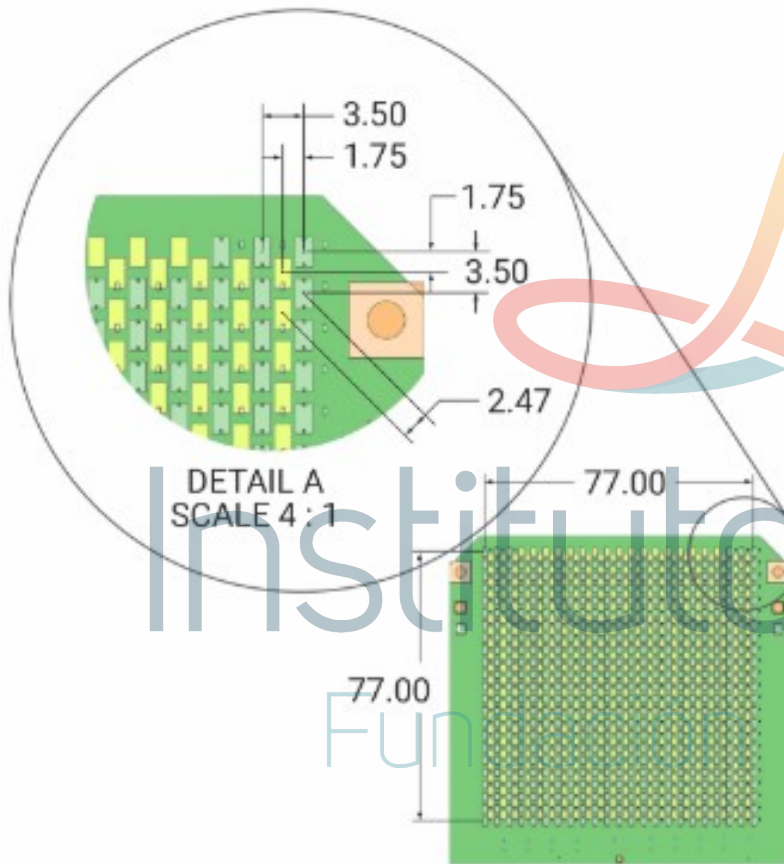
**Empleado durante el proceso de
comisionamiento**



→ SRS MapCheck™



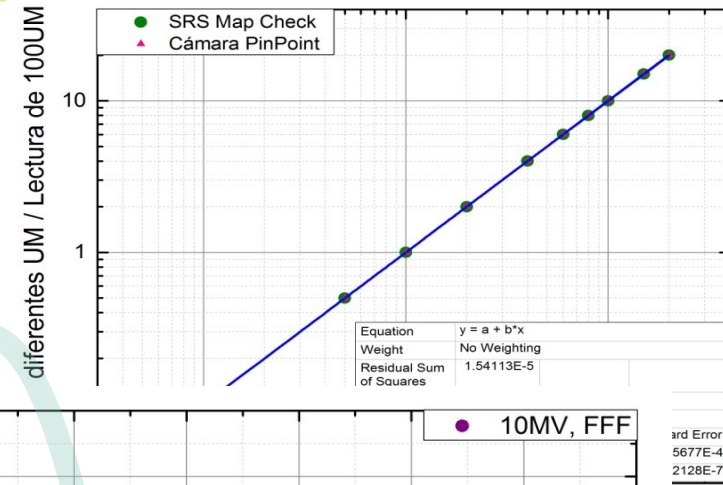
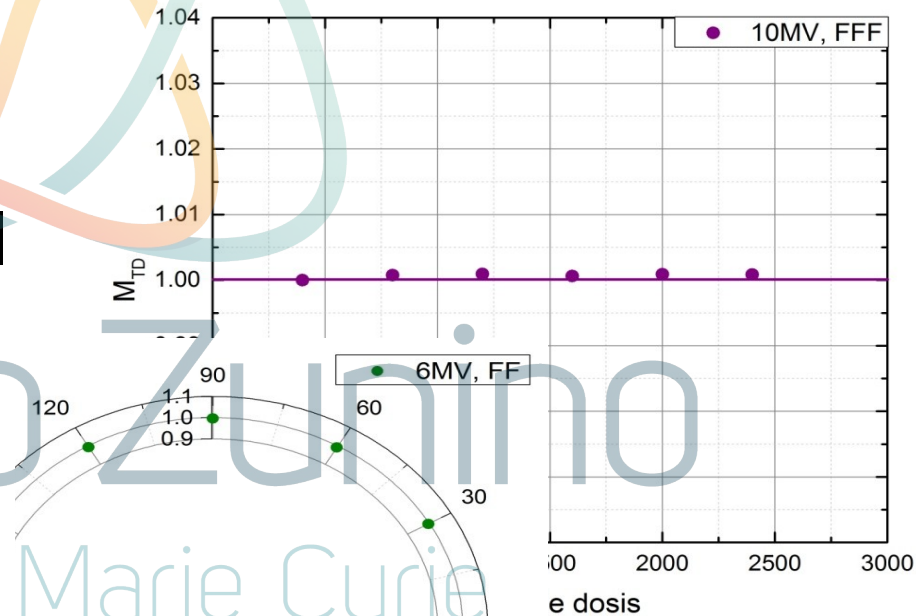
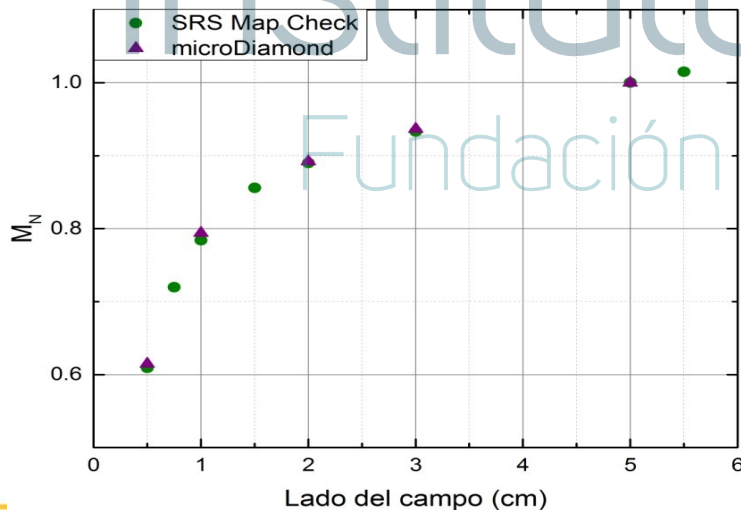
- 1013 diodos.
- Área de 77mm x 77mm.
- Vol activo de 0.007 mm³.
- Uso el maniquí StereoPHAN.
- Uso del software SNCPatient.
- Rotación $\pm 45^\circ$.



- 1013 diodos.
- Área de 77mm x 77mm.
- $\Phi = 0,43\text{mm}$
- Vol activo de 0.007 mm^3 .
- Uso el maniquí StereoPHAN.
- Uso del software SNC Patient.
- Rotación $\pm 45^\circ$.

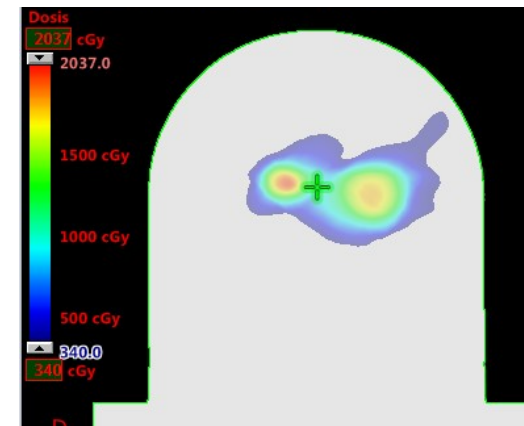
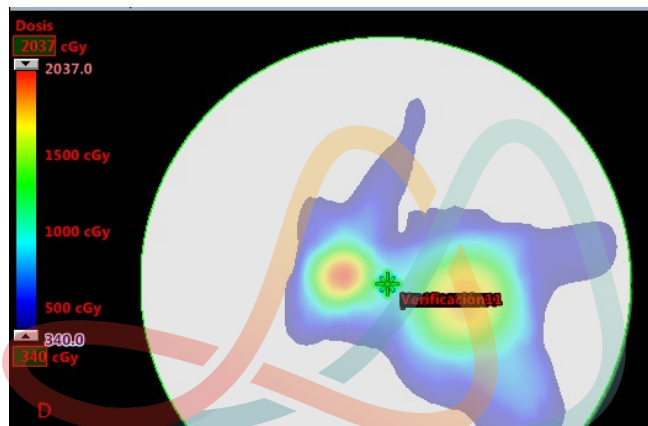
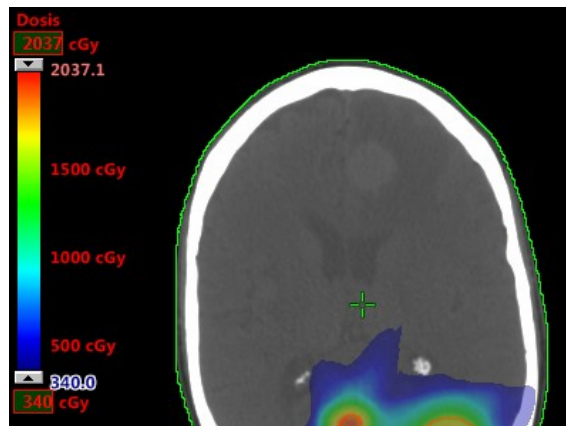
Caracterización

- Linealidad con las UM
- Estabilidad con la tasa de dosis
- Respuesta angular
- Respuesta en función del TC

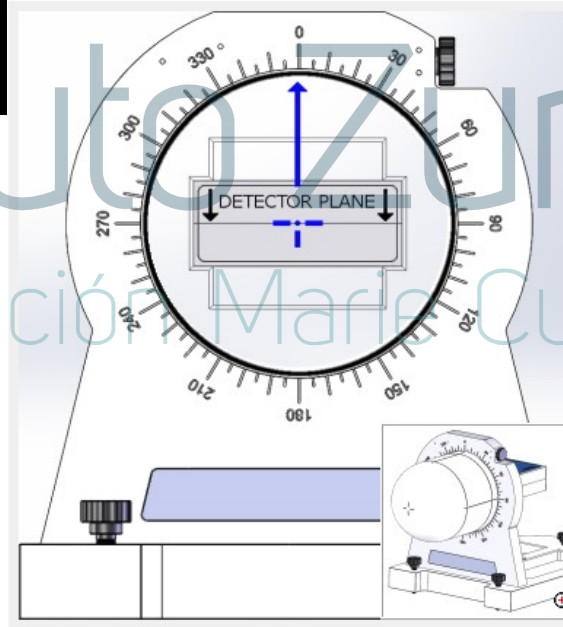




SRS MapCheck™ : Flujo de trabajo



Open DICOM FileSet Data - Set 2



Select Dose Parameters:

StereoPHAN Angle: 0 degrees

QA Phantom RT Dose File:
D:\1.2.246.352.71.7.955934659772.84327.20190316114928.dcm

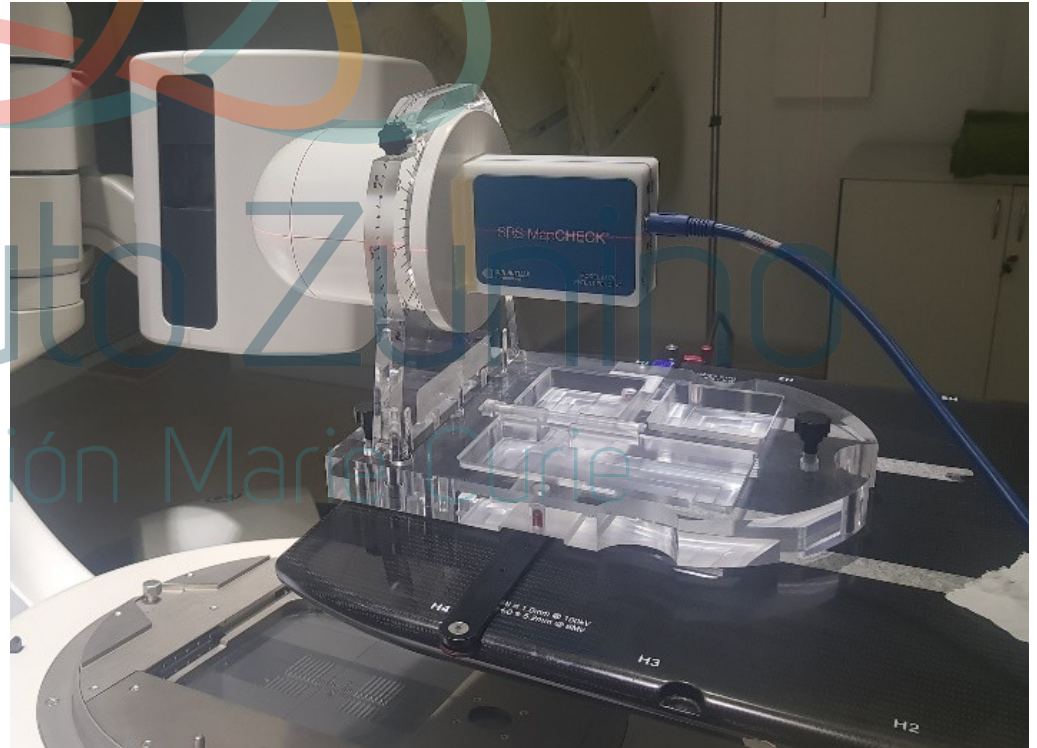
QA Phantom RT Plan File (Optional):
P\1.2.246.352.71.5.955934659772.21365.20190316114043.dcm

☐ Show isocenter coordinates

Ok Cancel

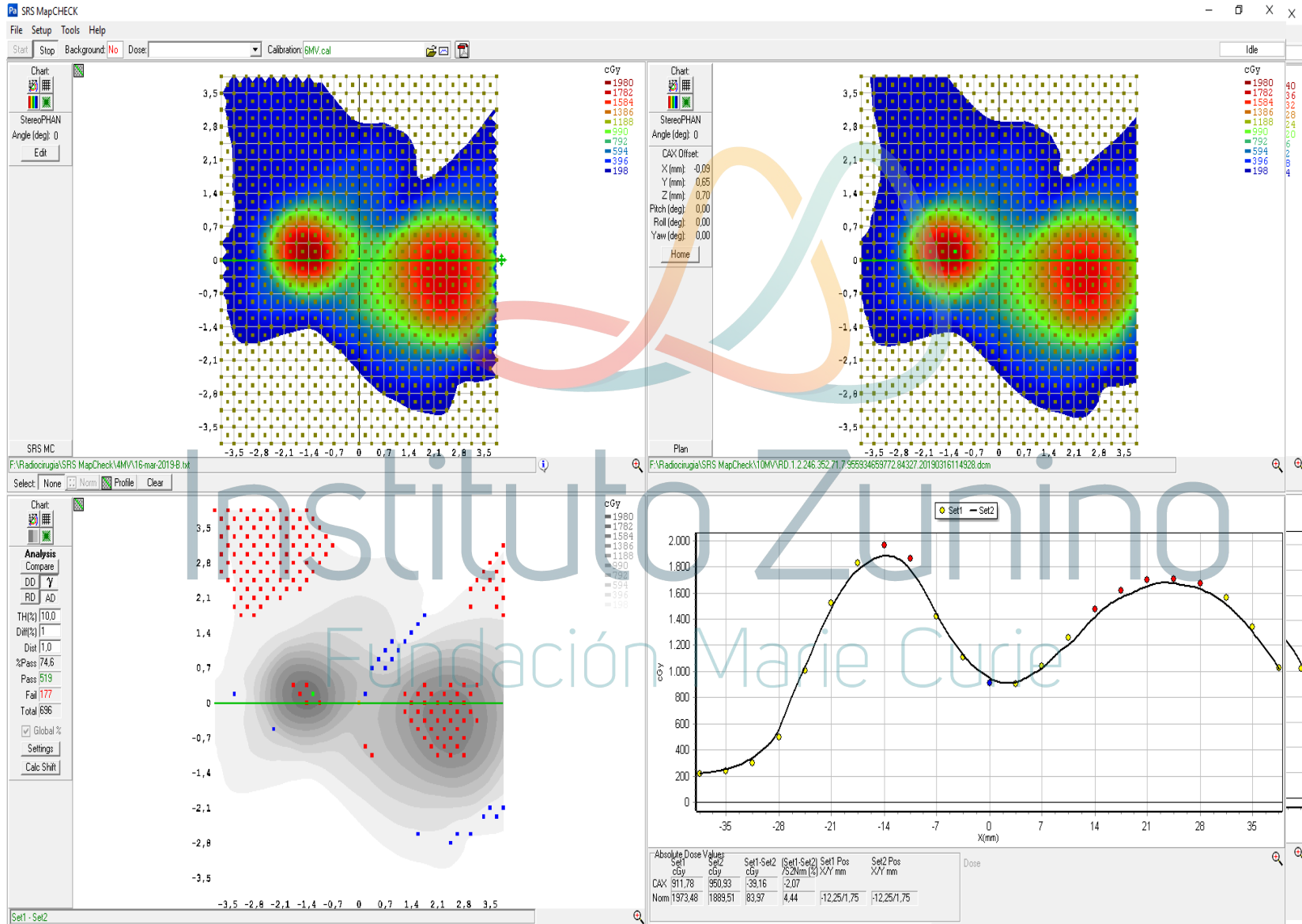
→ Modalidad de trabajo propuesta en CEMENER

- Se realiza doble control PSQA hasta aumentar el numero de tratamientos a un nivel aceptable





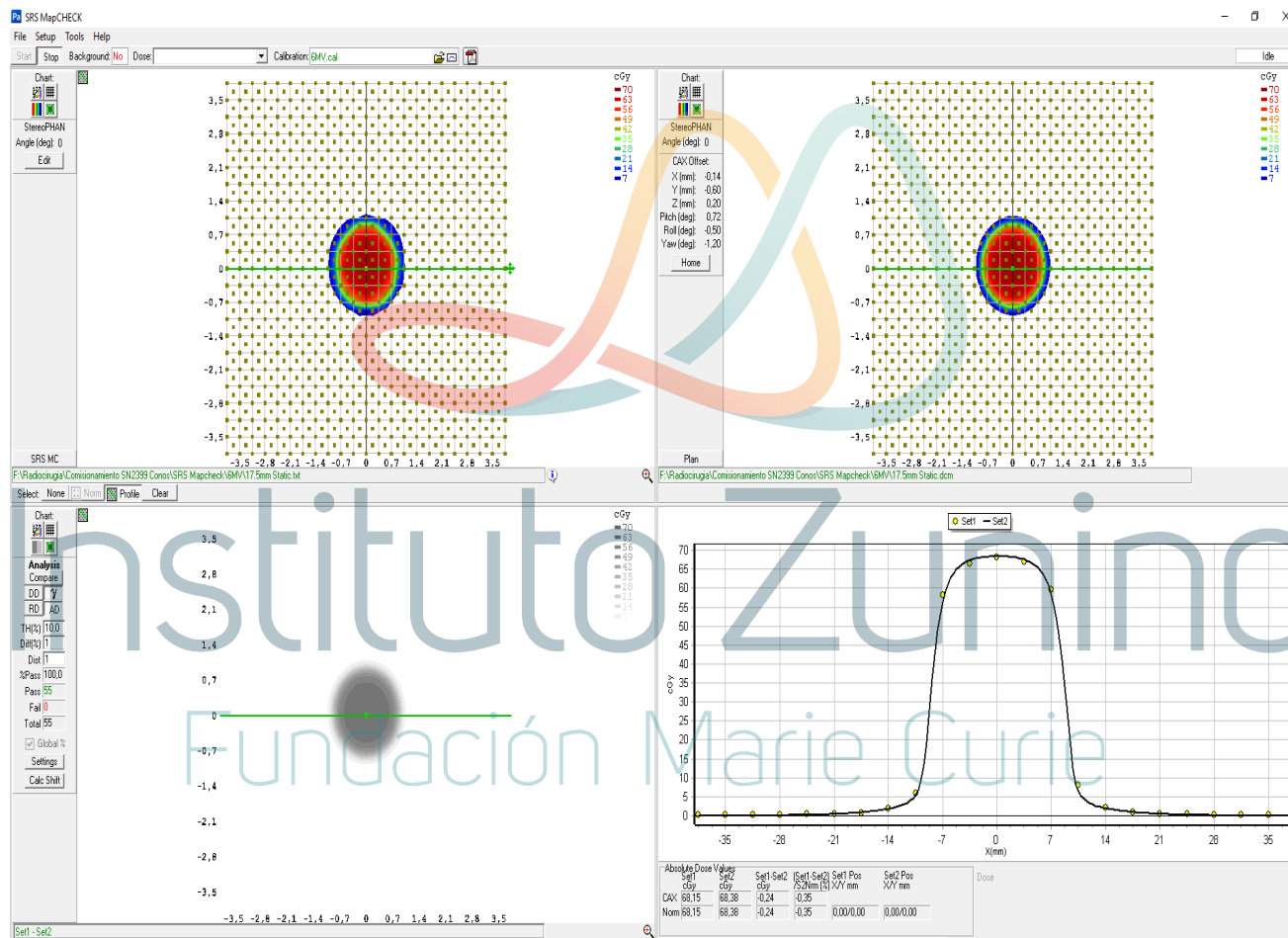
SRS MapCheck™





SRS MapCheck™

Resultados en pacientes:

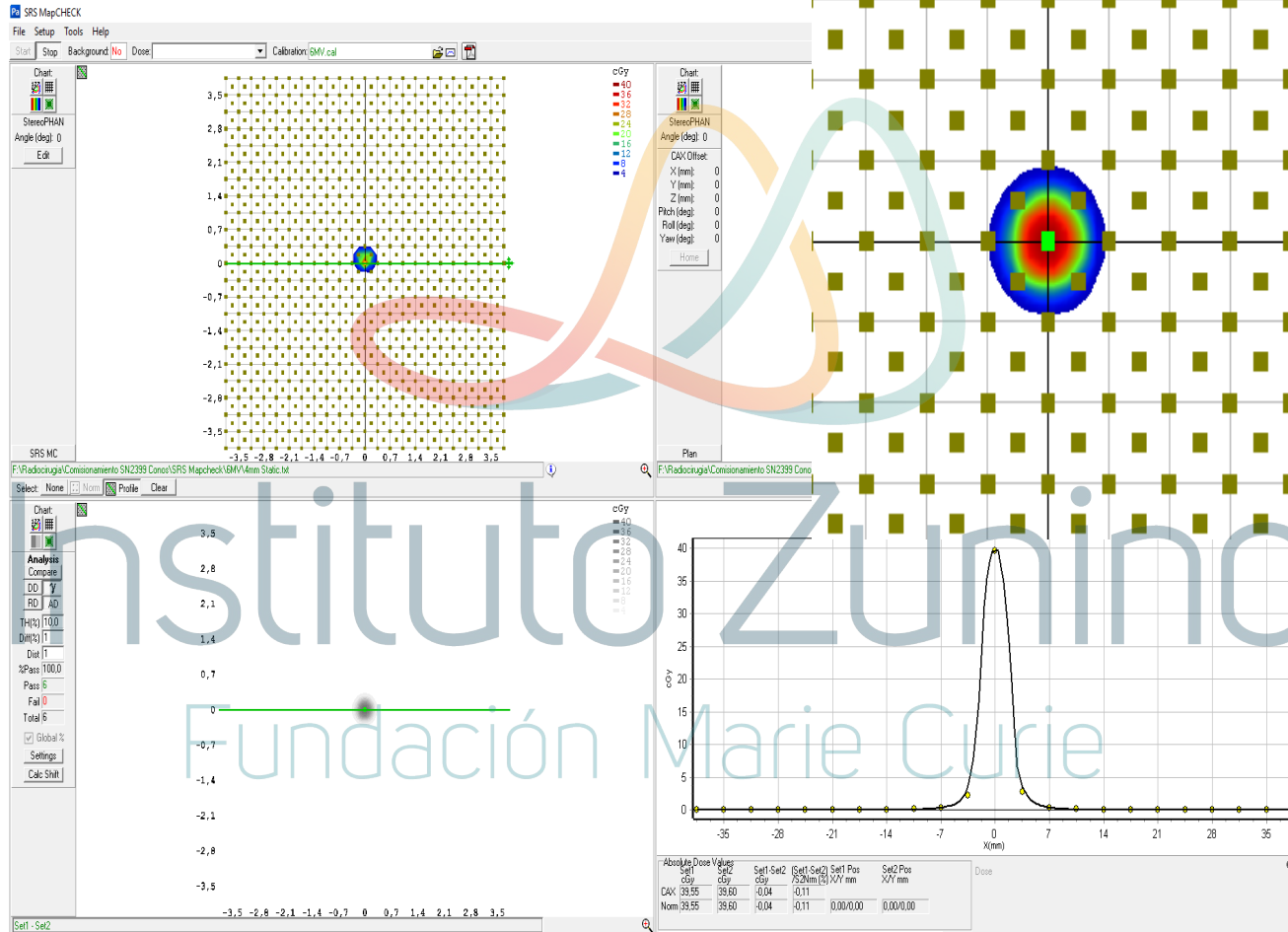


Cono de 17,5mm estático



SRS MapCheck™

Resultados en pacientes:

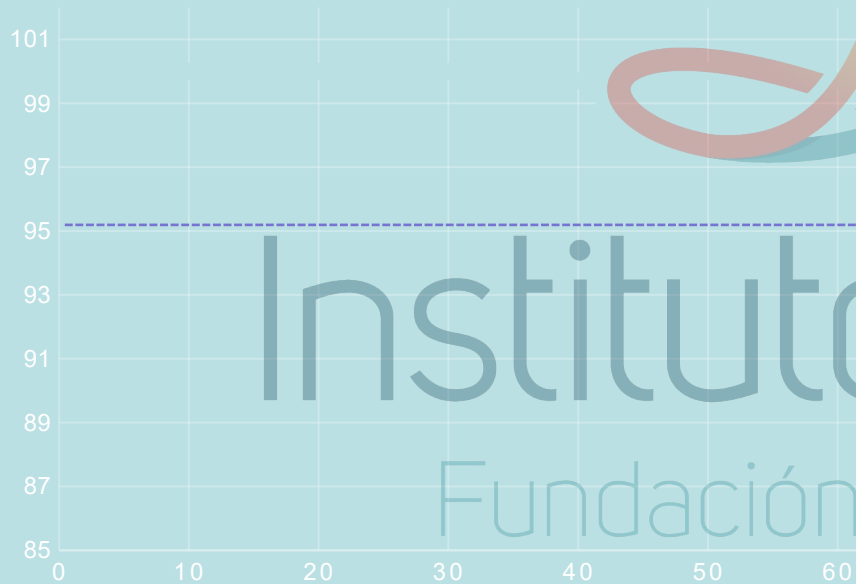


Cono de 4mm estático

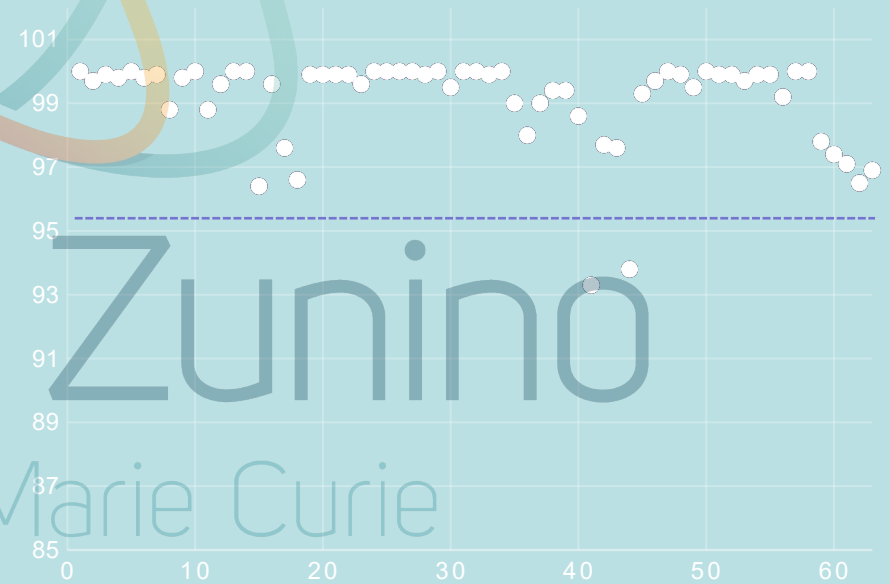


Portal Dosimetry

Portal 2mm-3%



Portal 1mm-5%

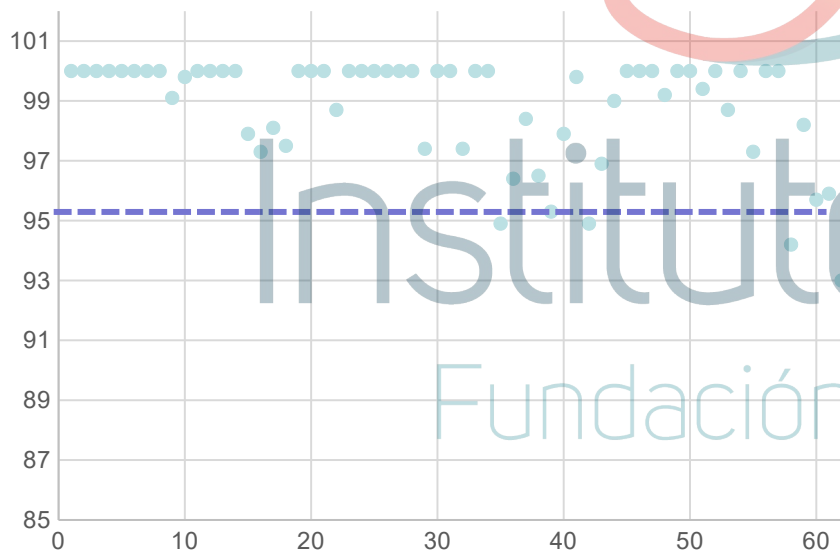


Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

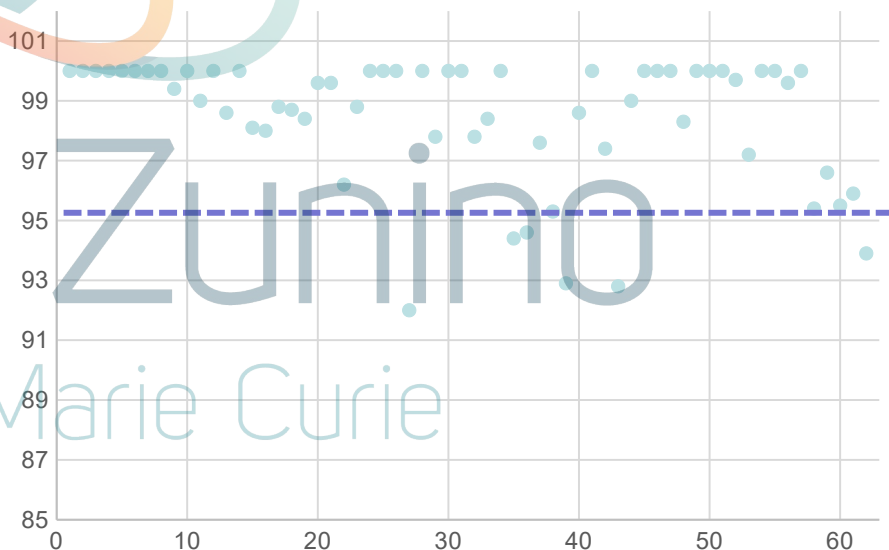


SRS MapCheck™

SRS-MAPCHECK 2mm-3%



SRS-MAPCHECK 1mm-5%



→ Discrepancia de resultados Portal vs SRS Mapcheck

Portal 2mm-3%

101
99
97
95
93
91

Instituto

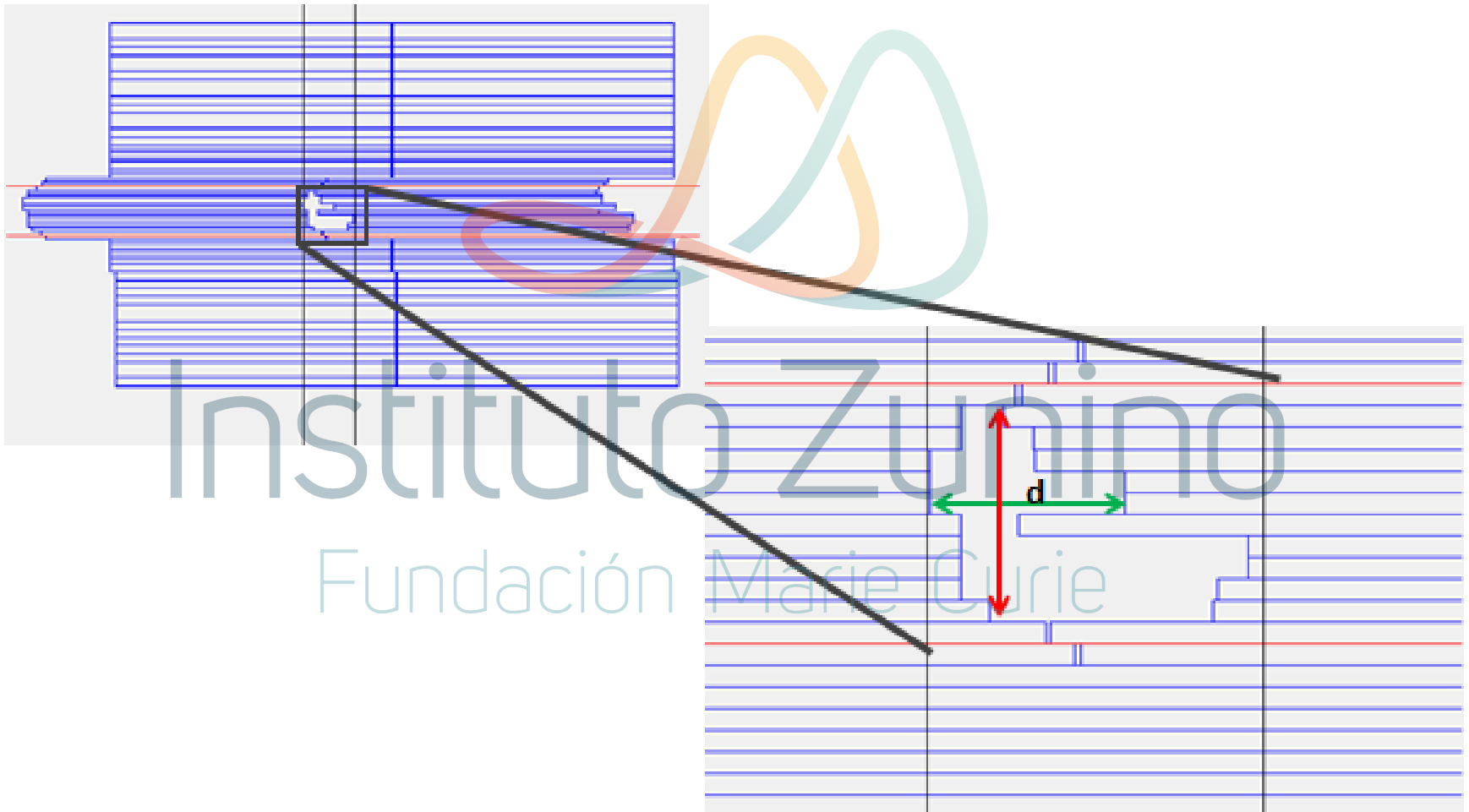
SRS-MAPCHECK 2mm-3%

101
99
97
95
93
91

Zunino

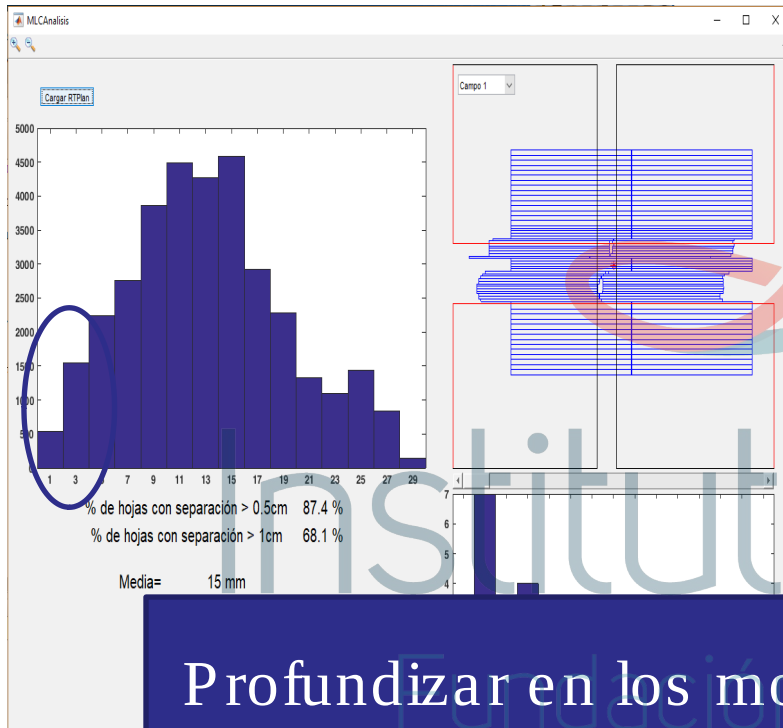
Los resultados con Gafchromic respaldaban la respuesta del SRS MAPCHECK

→ Evaluación de la modulación

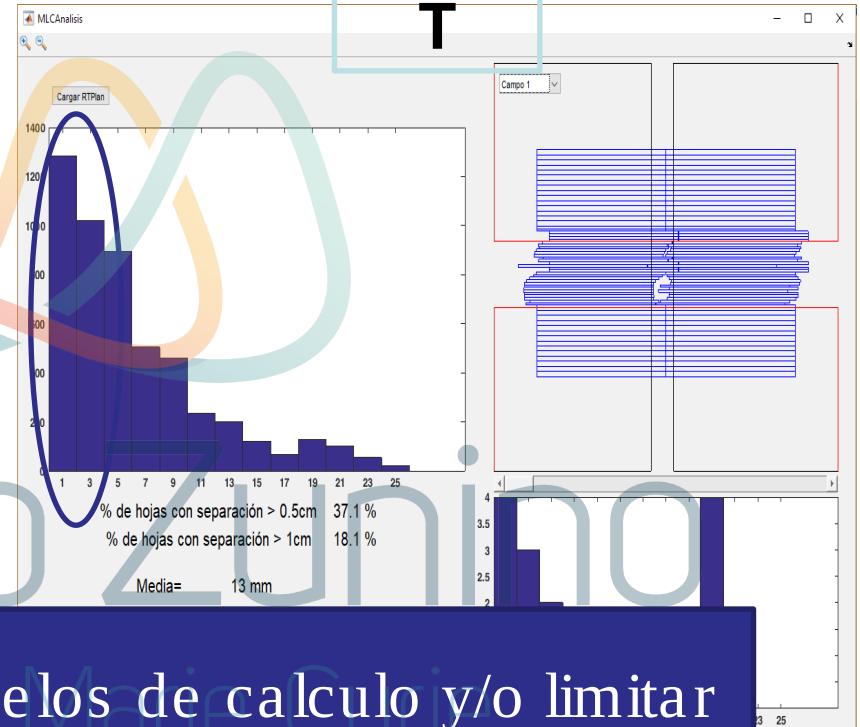


→ Evaluación del tamaño de campo del MLC

IMRT



**VMA
T**



Profundizar en los modelos de cálculo y/o limitar las soluciones para campos muy pequeños

Distribución de
láminas opuestas durante un
tratamiento RC

VMAT se observa una gran
concentración de segmentos con
reducida distancia

→ OBSERVACIONES FINALES

Revisar el modelo de calculo empleado, reforzando el ajuste en campos muy pequeños

Evitar soluciones de optimización forzadas

Analizar el histograma de MLC de la planificación

Duplicar el PSQA para las radiocirugías

El PSQA con Gafchromic se empleo para la validación y se tiene puesto a punto para casos particulares

MUCHAS GRACIAS !