

Películas Radiocrómicas - EBT2

Granada, 8 de Abril de 2011

SARH

José C. Ramírez
HCU Virgen de la Victoria
Málaga

A.- Procedimiento realizado para la Verificación de Tratamientos de Pacientes

A1.- Necesidad y Material

A2.- Calibración

A3.- Corrección Inicial por falta de Homogeneidad del Escáner

A4.- Verificación de Tratamientos de Pacientes

B.- Pruebas Adicionales

B1.- Corrección por Canal Azul

B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

B3.- Comparación de Magnitudes de Entrada

B4.- Comparación de Calibraciones

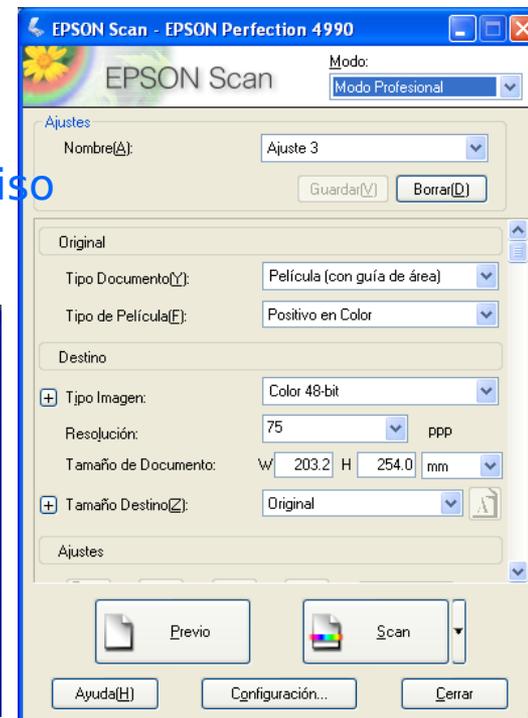
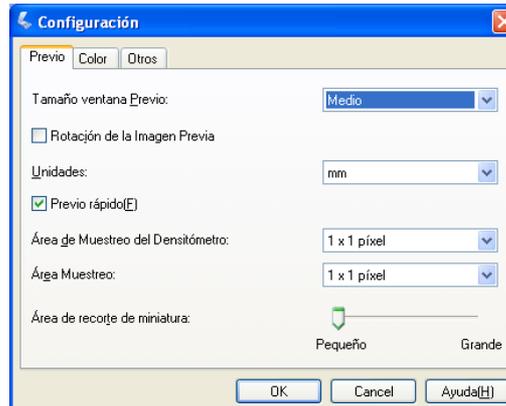
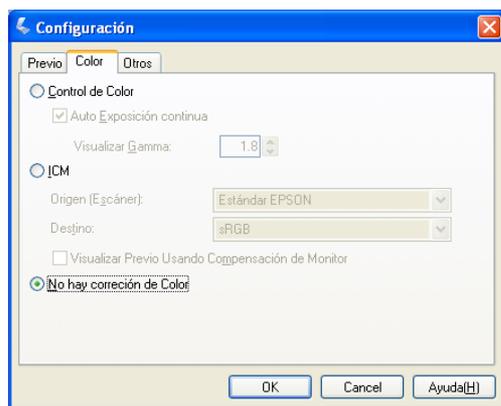
B5.- Evaluación de Incertidumbres

A1.- Necesidad y Material

- Comienzo de Tratamientos con **VMAT** (Febrero 2011)
- Verificación de Aplicadores de **Braquiterapia Superficial**
- Acelerador Lineal **Elekta Synergy** (BM) – 6 MV
- Planificador **MONACO** (CMS – Elekta)

Material

- Escáner **Epson Perfection 4990 Photo**
 - **RGB** → Tiff
 - La placas EBT y EBT2 caben en **Portrait**
- Software de Escaneo: **Epson Scan**
 - **Transmisión**
 - **75 ppp** → Software **MapCheck2**, compromiso ruido/resolución, recomendaciones



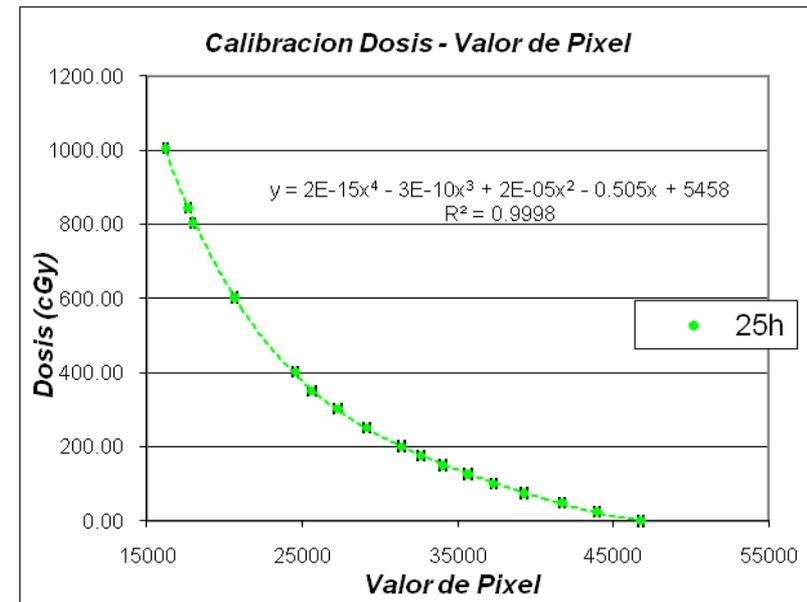
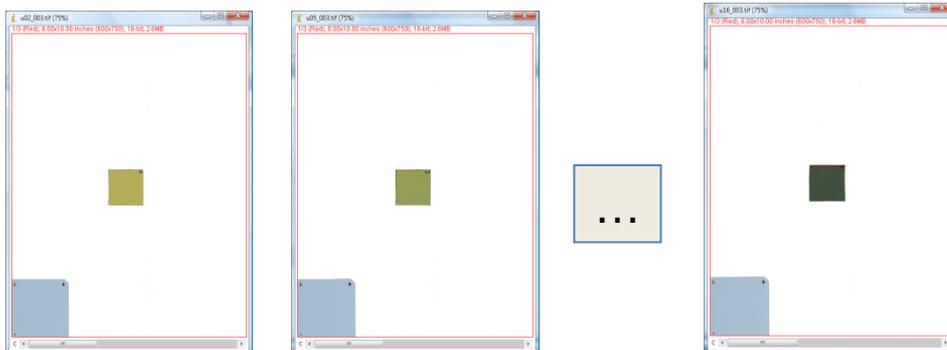
Epson Perfection 4990

- Al encenderlo, se ilumina la lámpara del **Modo de Reflexión**, pero no la de **Transmisión**
- Retirar el accesorio para Modo reflexión
- Hacer un **Previo**
 - Se apaga la lámpara del Modo reflexión
 - Se **enciende** la lámpara del **Modo Transmisión**
- La lámpara dura encendida **15 min** desde el último Escaneo
- Esperamos unos 5 min
- Realizamos un Previo y 10 Escaneos a la película de Control



A2.- Calibración de las Películas

- Películas recortadas → 4 x 3 cm
- Ecaneo **Previo** a la Irradiación
- Maniquí de **RW3** de PTW
- Cámara **Farmer 30013** - UNIDOS
- DFS = 95 cm
- DFP = 100 cm (Z = 5 cm)
- Medida de la **“Dosis del Día”**
- Escaneo **24 h** después
- Usamos guantes (**menos “miedo”**)
- Placa Azul (de impresión de estudios de Medicina Nuclear) de **Control del escáner**



Análisis y Registro de Imágenes

a) Software libre **ImageJ**

b) Plugins y Macros desarrollados en casa

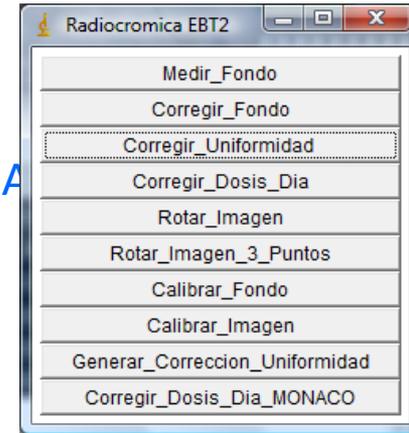
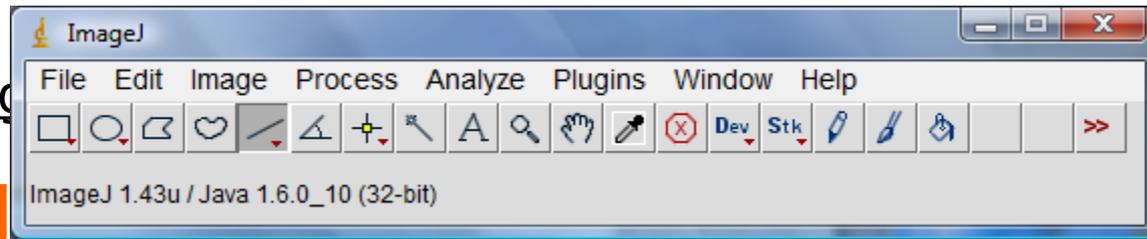
a) Calibración

b) Corrección por Falta de Homogeneidad del Escáner

c) Corrección de la Dosis Día para el plano de Dosis de MONACO

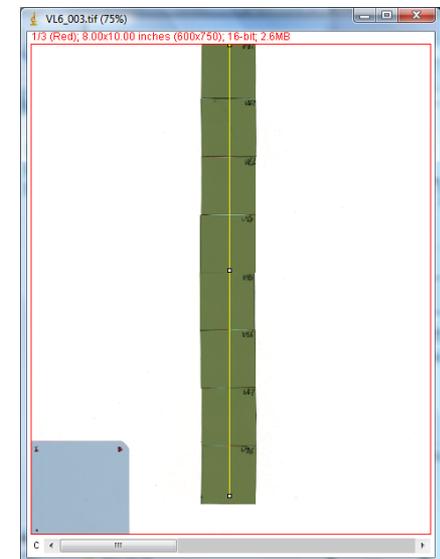
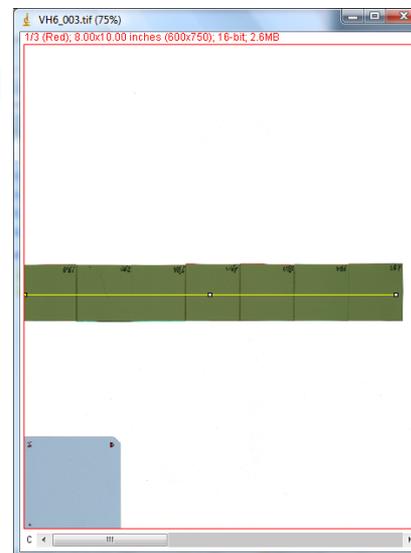
d) Rotaciones

e) Paso a Dosis



A3.- Corrección por Falta de Homogeneidad del Escáner

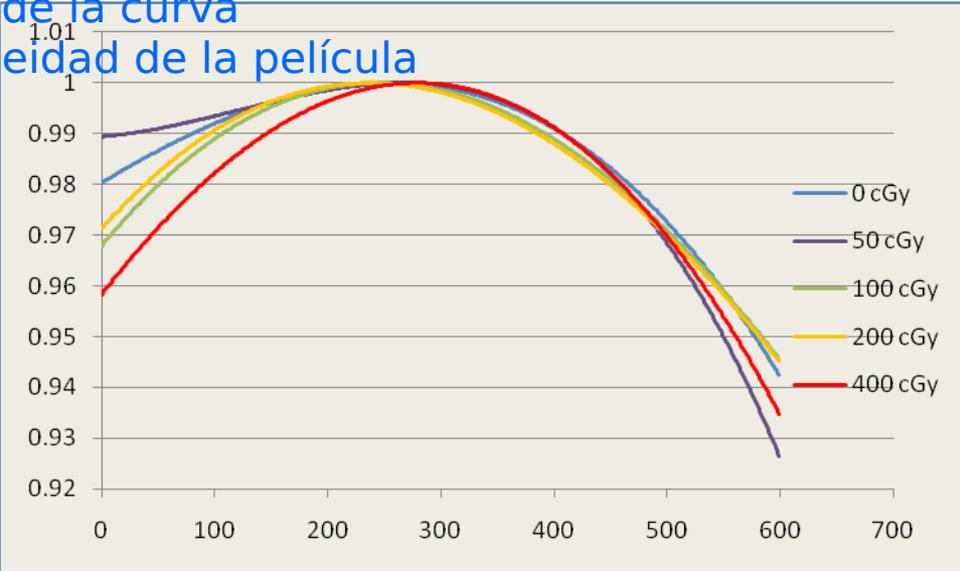
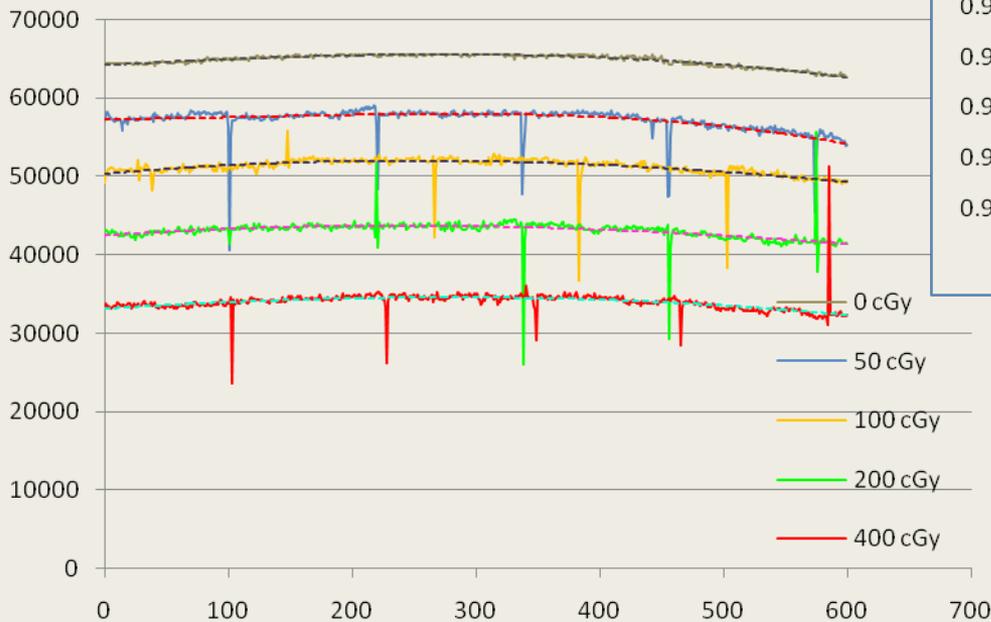
- Irradiación de cuadraditos a igual
- Escaneo en Portrait
- Ajuste a Polinomio de orden 3



Resultados 1

- Los máximos de los Polinomios (orden 3) están muy lejos entre sí
- Más inhomogeneidad a más Dosis, pero las curvas se cortan
- Los picos estropean el ajuste y “tiran” de la curva
- No se está corregido por la inhomogeneidad de la película

Corrección por Homogeneidad del Escáner Epson 4990



Resultados 2

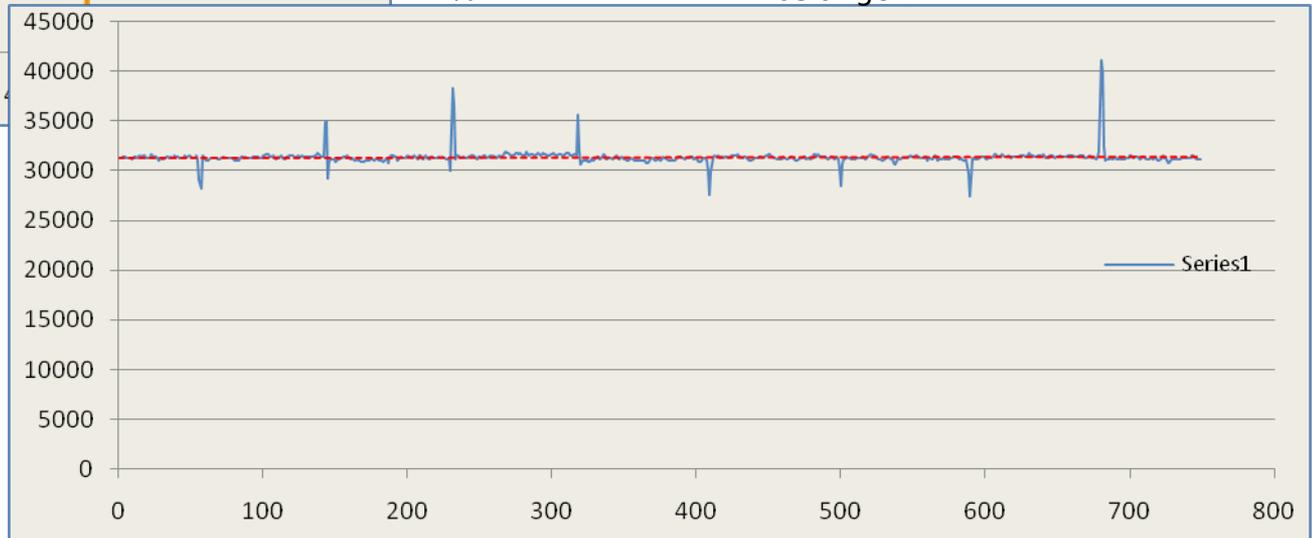
→ Los **perfiles horizontales** (paralelos a la lámpara y perpendiculares a la dirección de escaneo **dependen de la posición y de la Dosis** (pero a los ajustes les cuesta reproducirla)

→ Los perfiles horizontales no dependen de la posición en el escáner (o poco) → Arriba, en medio y abajo

→ Los perfiles horizontales (paralelos a la lámpara y perpendiculares a la dirección de escaneo) parecen **no**

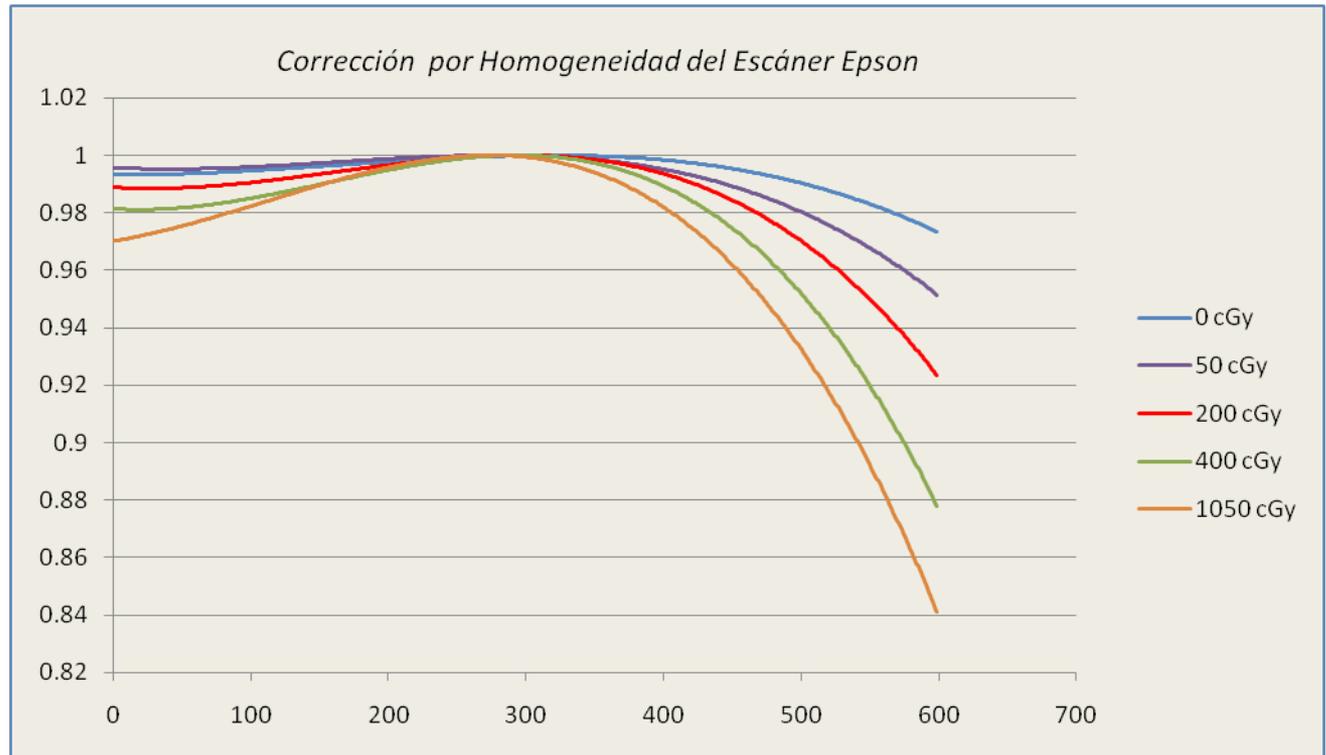
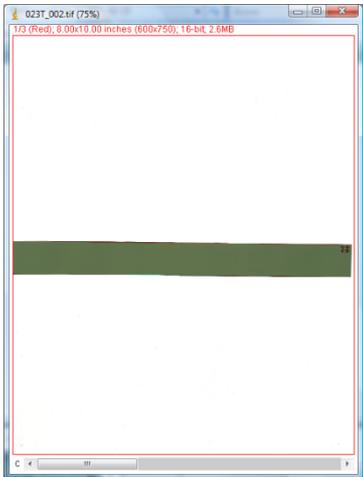
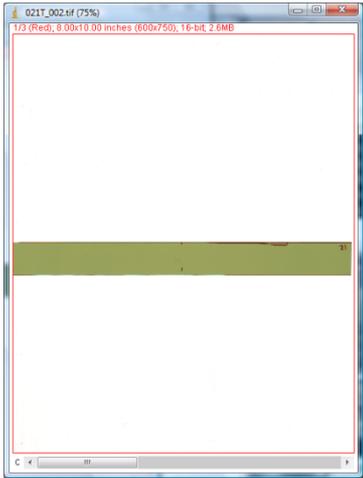


$y = 0.0285x + 31334$
Pendiente 0.0285
Ordenada Orig. 31334
Variación 21.375 en 750 píxeles
0.068216 respecto a la ordenada en el 63 origen
%



Corrección por Falta de Homogeneidad del Escáner

- Probamos con Perfil del campo 21 x 16 cm x cm a DFP = 100 cm y DFS = 100 cm
- Eliminamos la placa de 100 cGy porque no sigue la tendencia



A4.- Verificación de Tratamiento de Pacientes

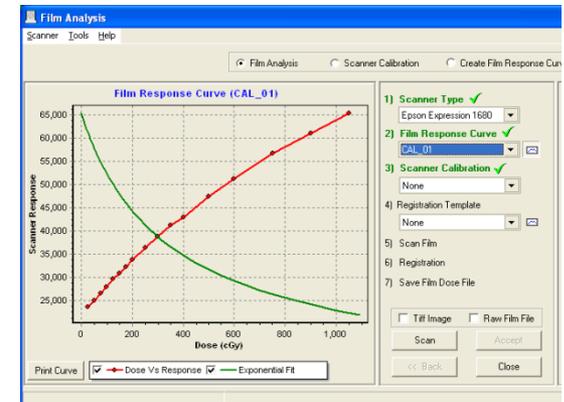
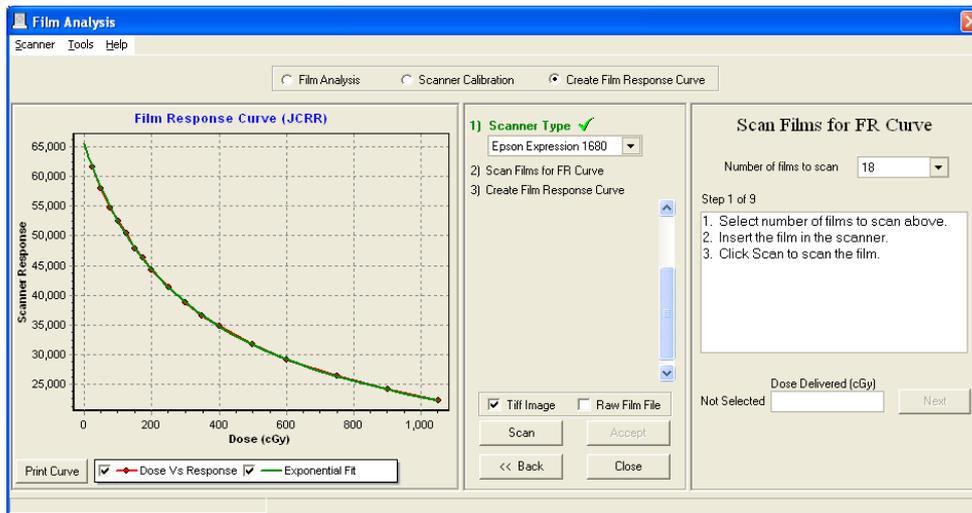
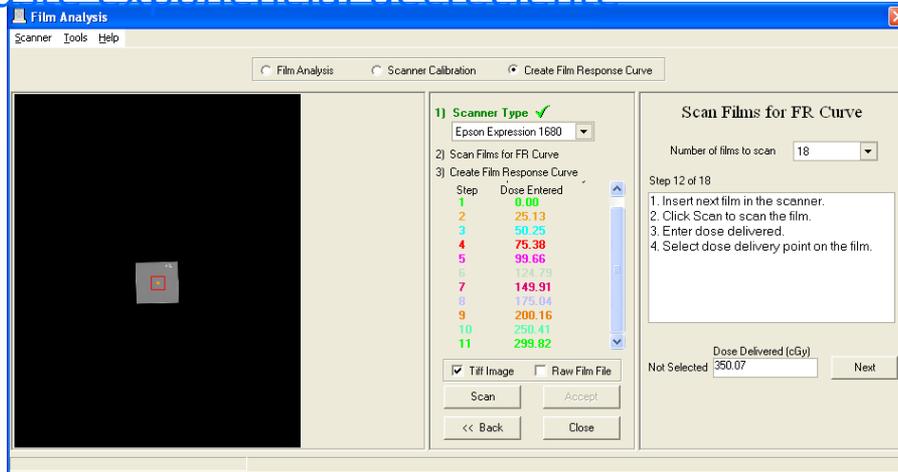
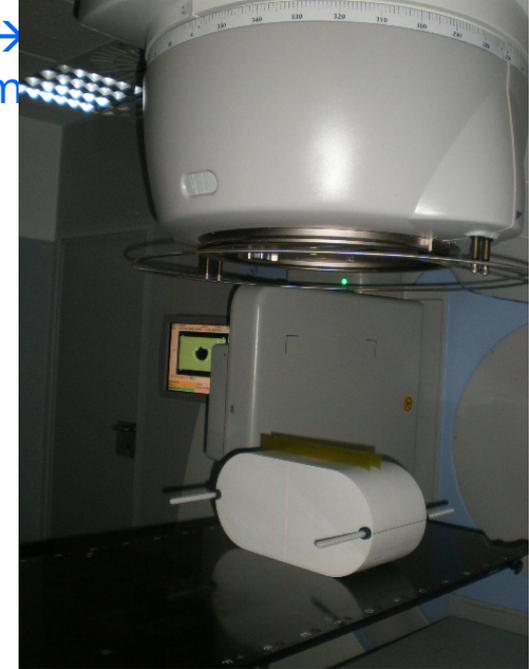
→ Plano de Dosis Transversal de MONACO en el maniquí I'mRT

Phantom - iba

→ Curva de calibración en el Software del MapCheck2 →

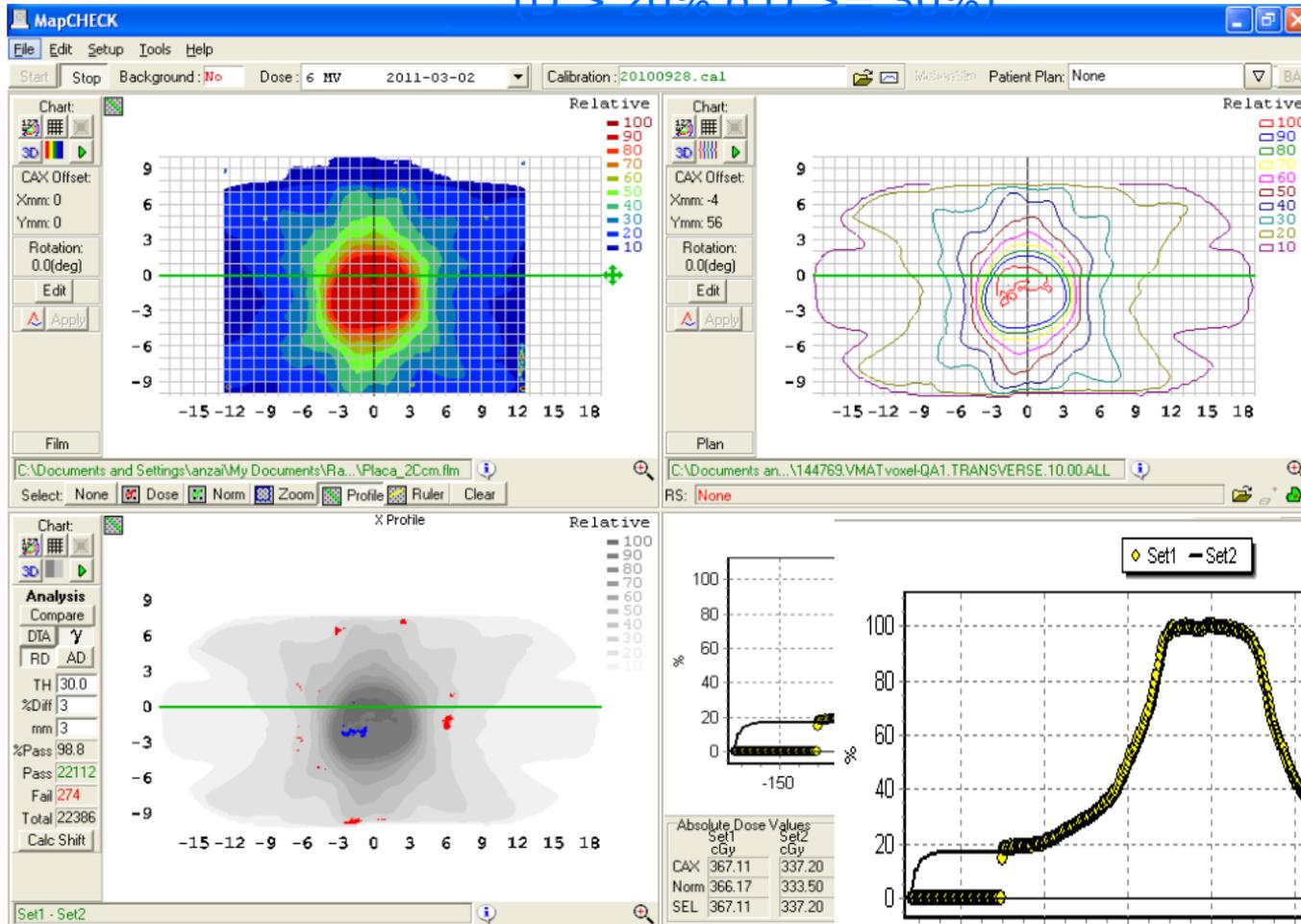
→ Tiene que ser una curva decreciente, no se puede em

→ Ajuste exponencial decreciente

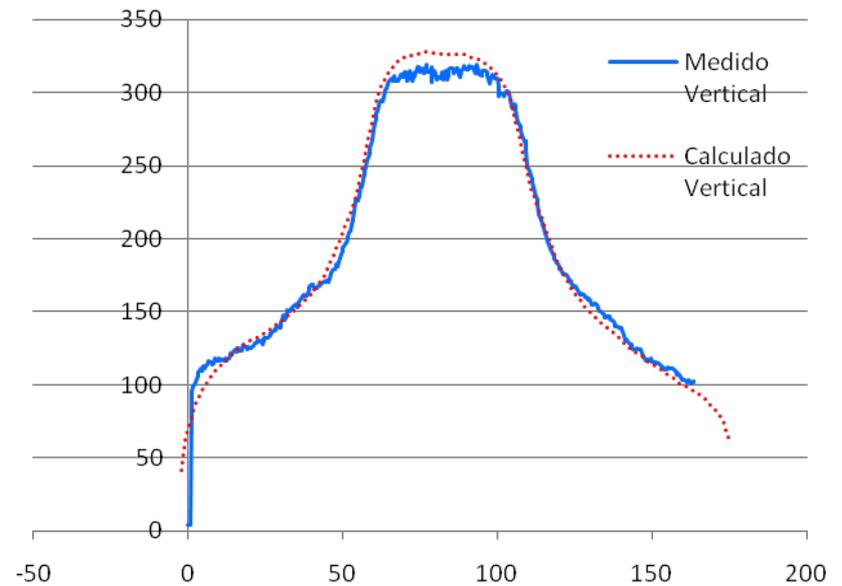
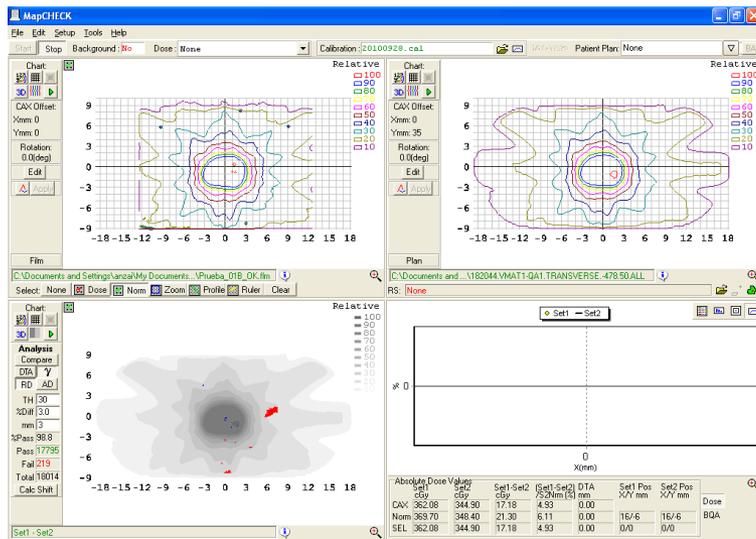
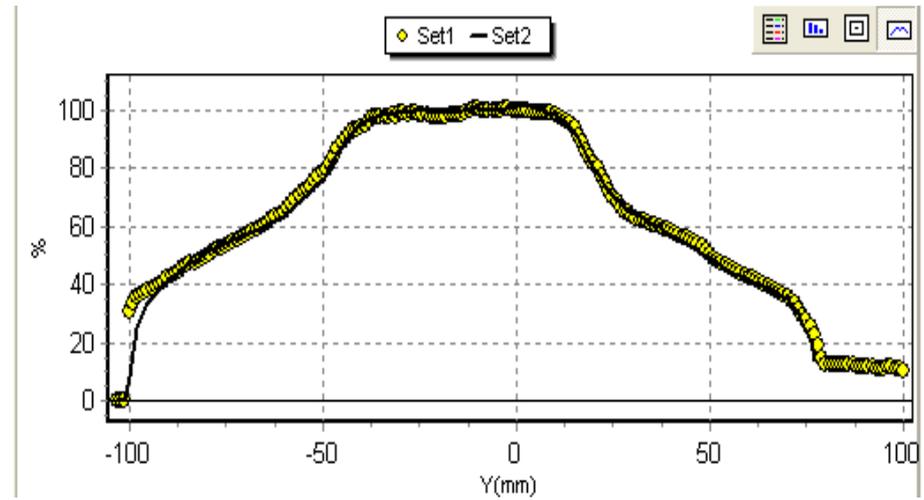
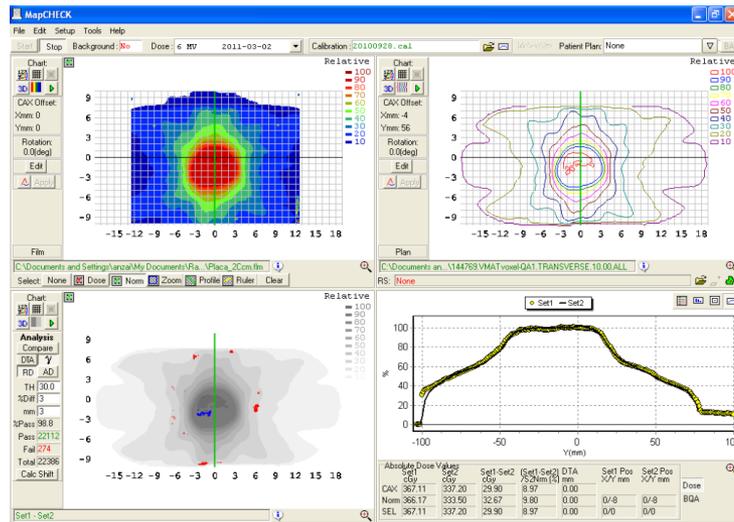


Resultados

- Mal en Dosis Absoluta (Diferencias del 3.5% - 5% en la zona plana)
 - Bien en Dosis Relativa → El 98% de los puntos cumple el criterio del Índice Gamma con 3% y 3 mm
- ($D > 20\%$ ó $D > = 30\%$)



Resultados 2



B.- Pruebas Adicionales

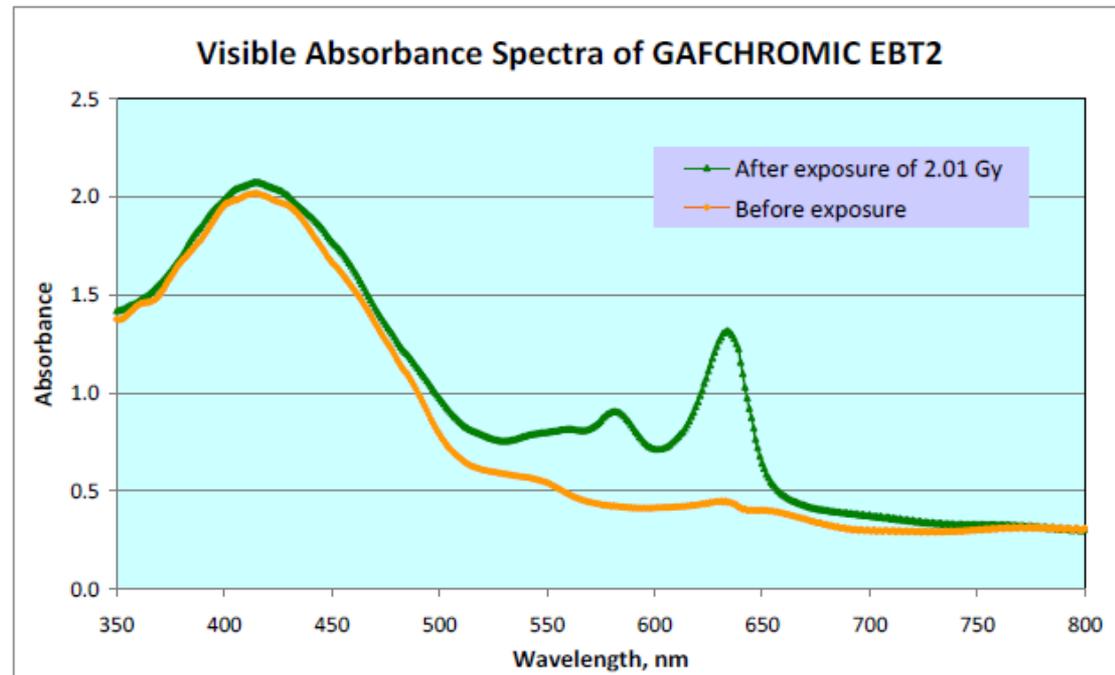
B1.- Corrección por Canal Azul

B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

B3.- Comparación de Magnitudes de Entrada

B4.- Comparación de Calibraciones

B5.- Evaluación de Incertidumbres



B1.- Corrección por Canal Azul 1

$$DO = \log\left(\frac{65535}{VP}\right)$$

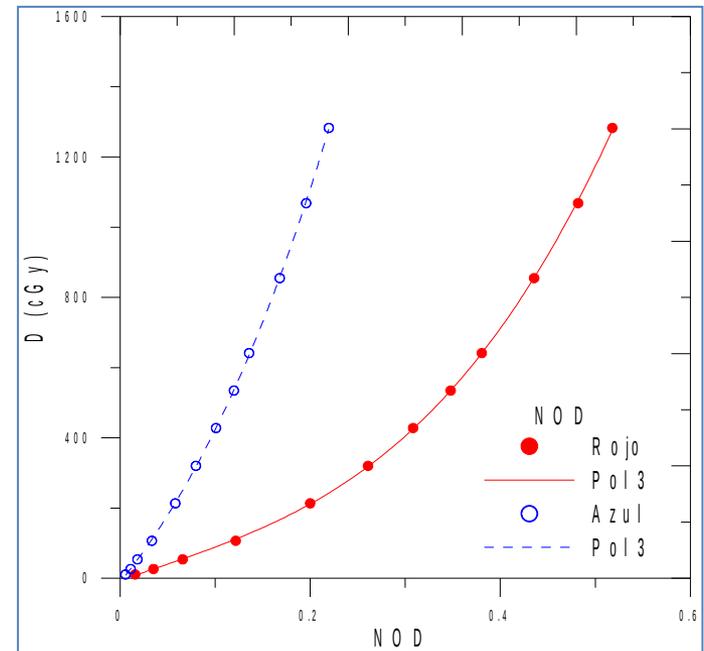
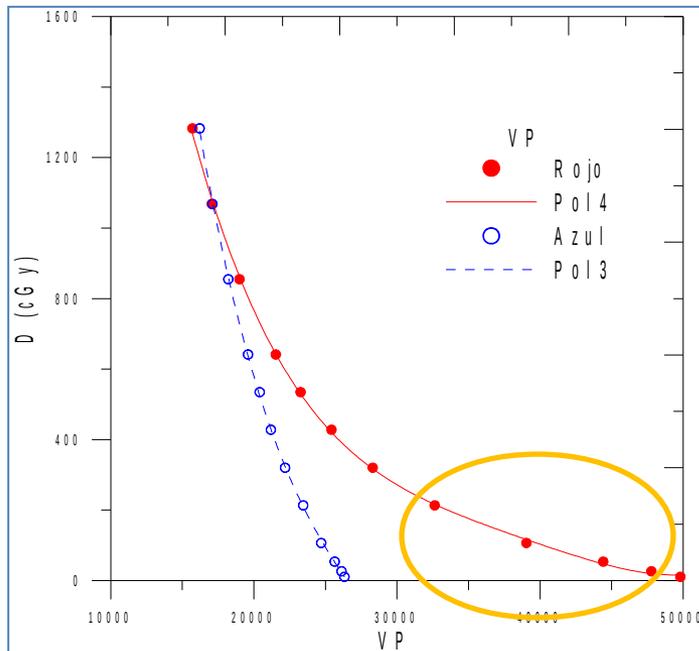
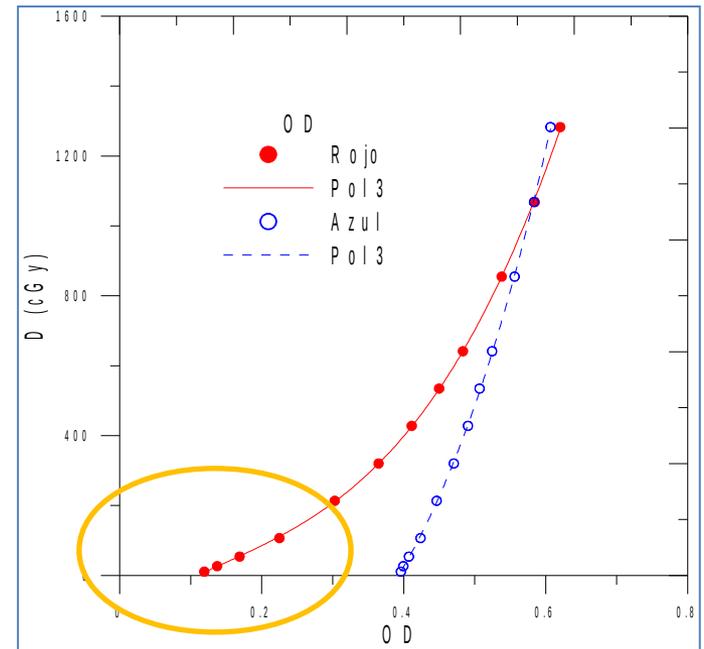
$$NOD = \log\left(\frac{Fondo}{VP}\right)$$

$$DO_{Corr} = \log\left(\frac{65535}{VP_{Rojo}}\right) / \log\left(\frac{65535}{VP_{Azul}}\right)$$

$$VPR_{Crece} = \frac{Fondo}{VP}$$

$$VPR_{Decre} = \frac{VP}{Fondo}$$

$$VP_{Resta} = Fondo - VP$$



B1.- Corrección por Canal Azul 2

$$DO = \log\left(\frac{65535}{VP}\right)$$

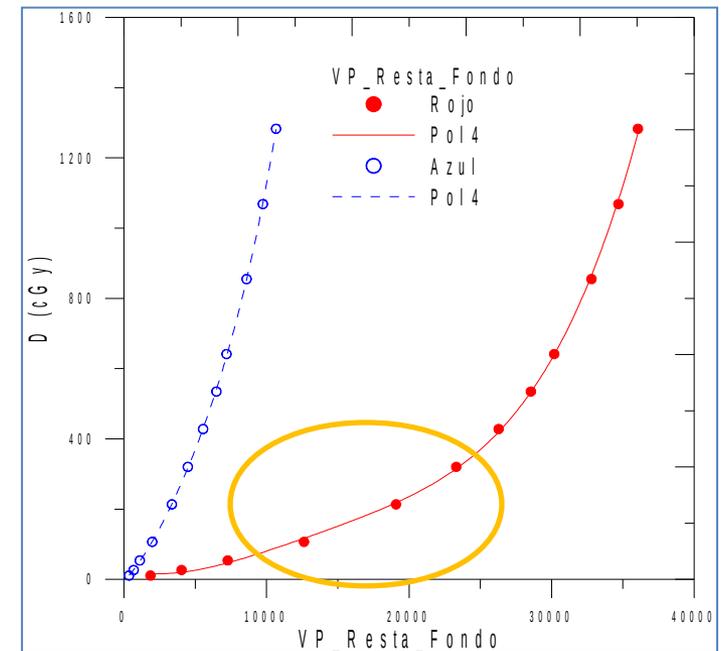
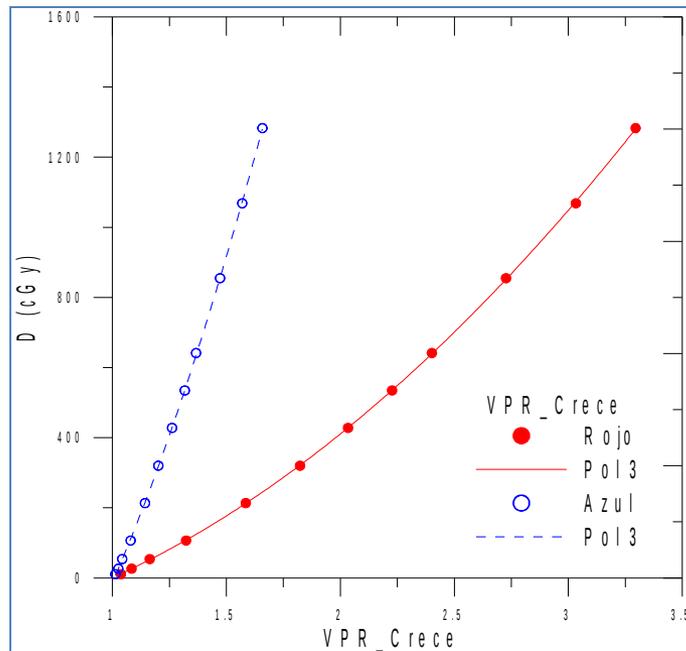
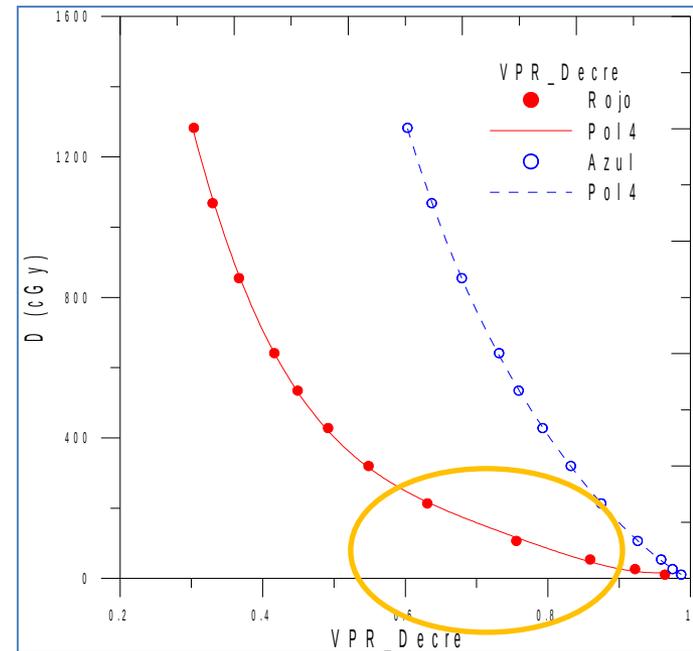
$$NOD = \log\left(\frac{Fondo}{VP}\right)$$

$$DO_{Corr} = \log\left(\frac{65535}{VP_{Rojo}}\right) / \log\left(\frac{65535}{VP_{Azul}}\right)$$

$$VPR_{Crece} = \frac{Fondo}{VP}$$

$$VPR_{Decre} = \frac{VP}{Fondo}$$

$$VP_{Resta} = Fondo - VP$$



B1.- Corrección por Canal Azul 3

$$DO = \log\left(\frac{65535}{VP}\right)$$

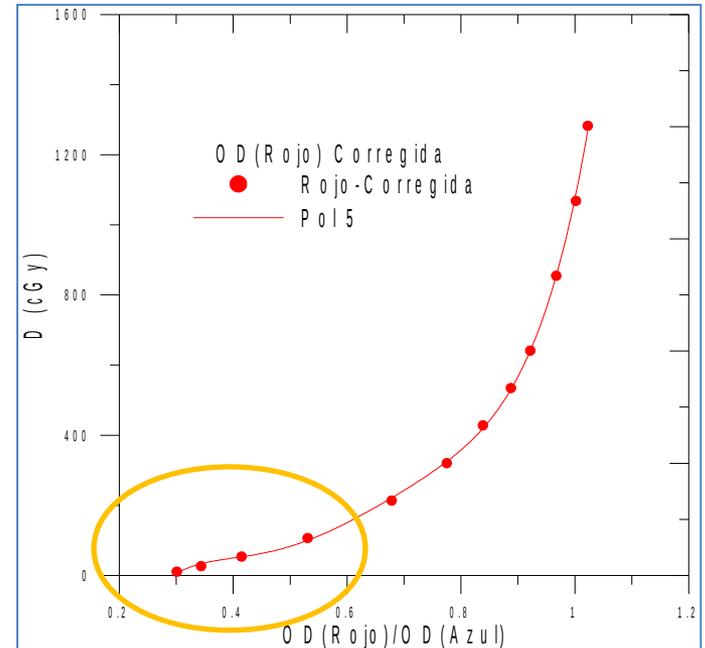
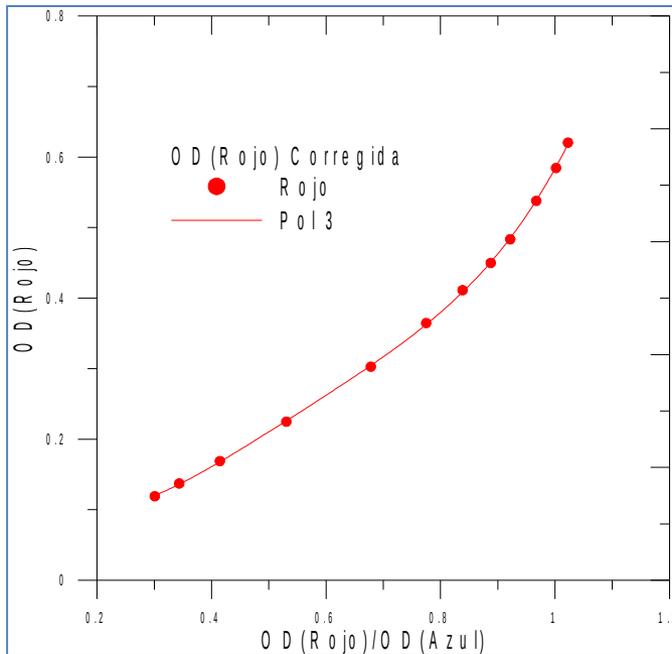
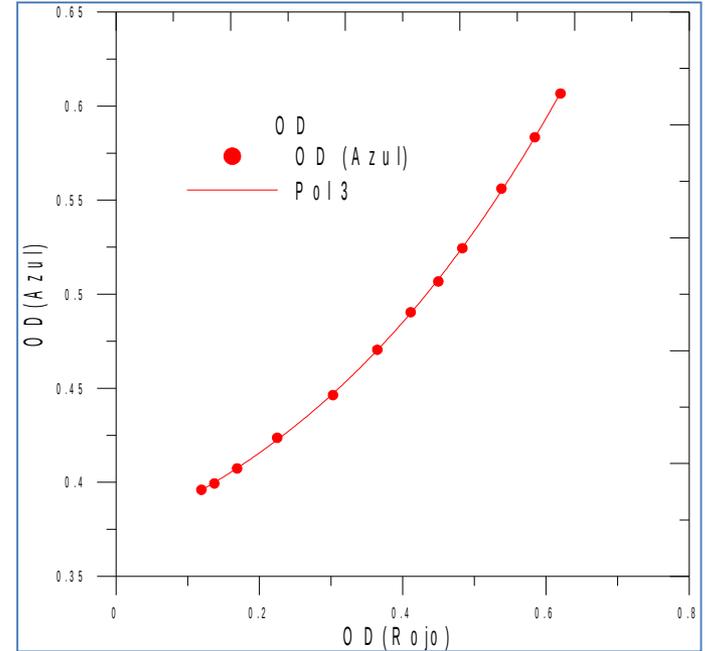
$$NOD = \log\left(\frac{Fondo}{VP}\right)$$

$$DO_{Corr} = \log\left(\frac{65535}{VP_{Rojo}}\right) / \log\left(\frac{65535}{VP_{Azul}}\right)$$

$$VPR_{Crece} = \frac{Fondo}{VP}$$

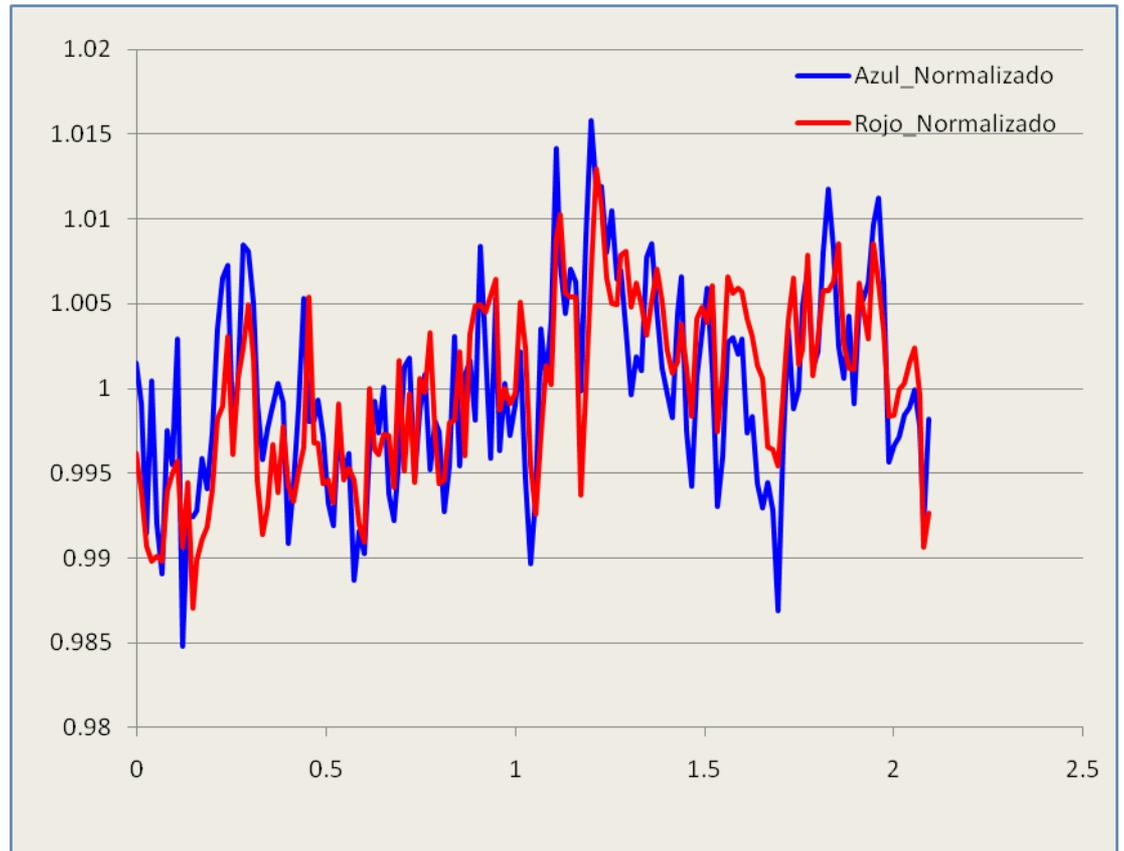
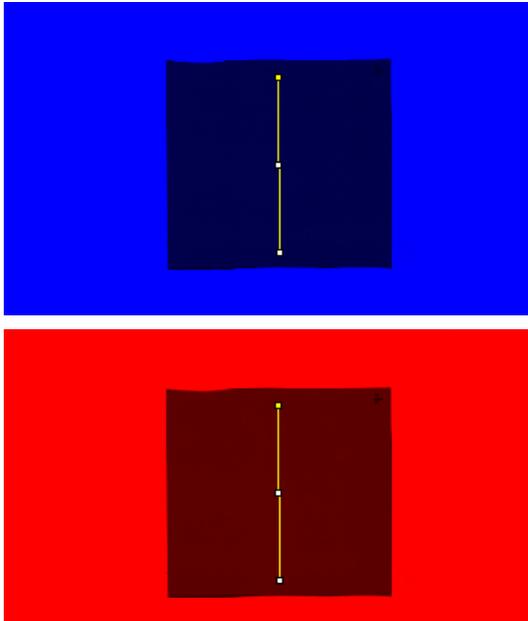
$$VPR_{Decre} = \frac{VP}{Fondo}$$

$$VP_{Resta} = Fondo - VP$$



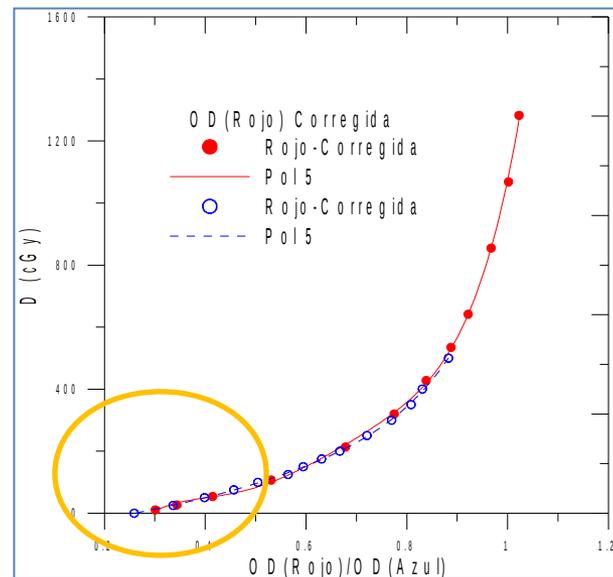
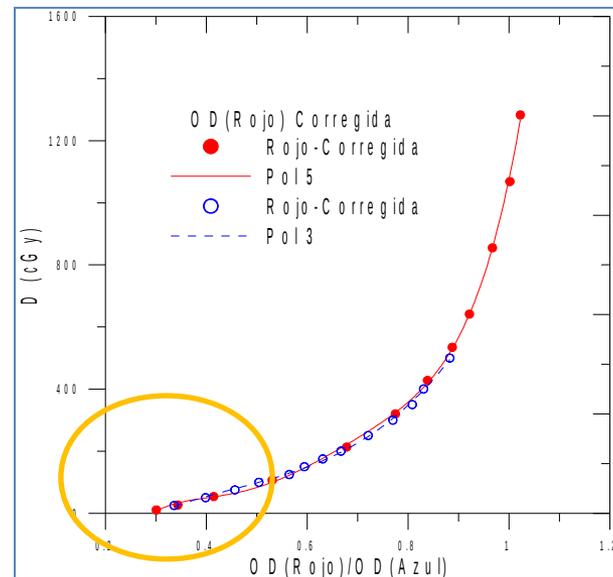
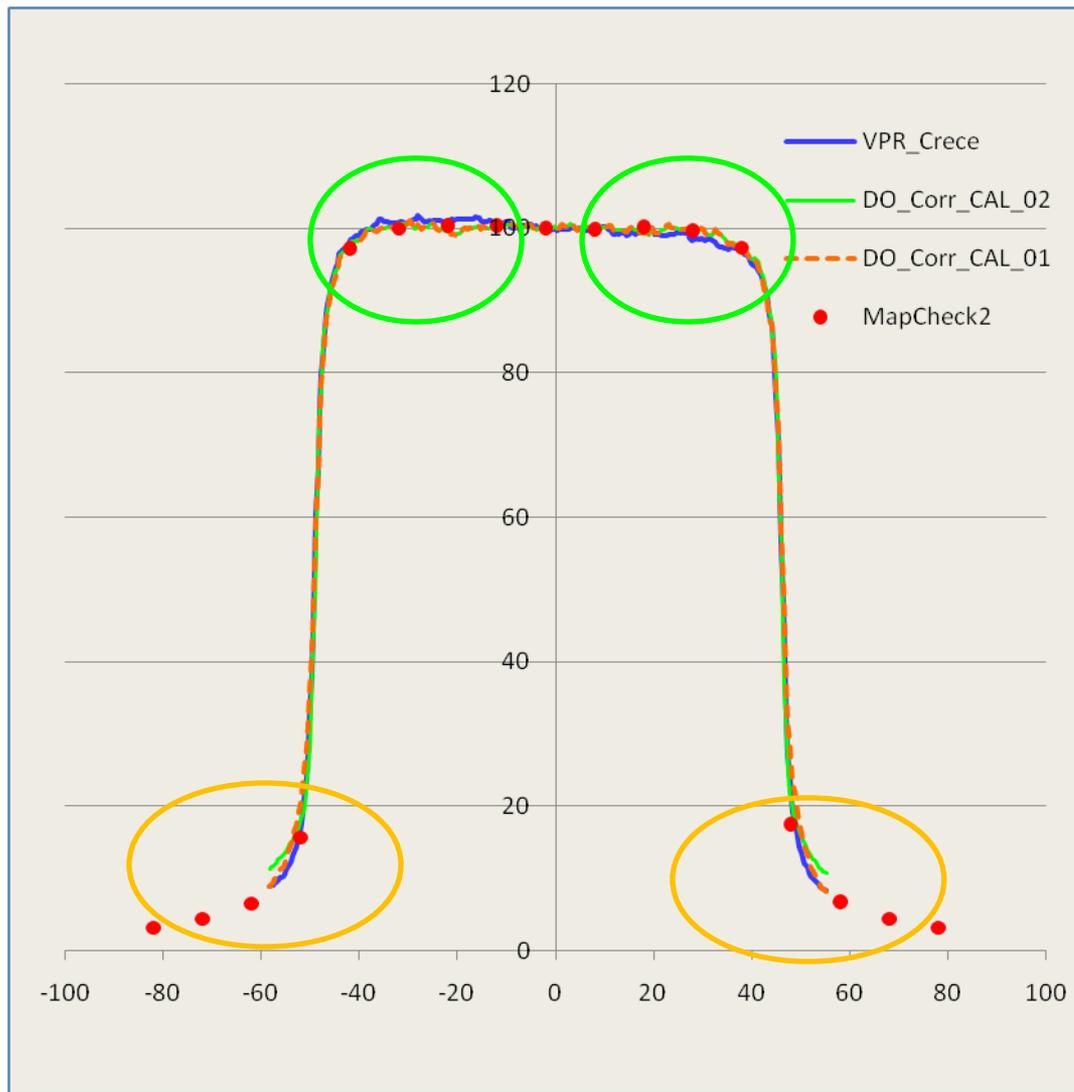
B1.- Corrección por Canal Azul 4

- Existe **Correlación** entre los Perfiles Rojo y Azul
- La **variabilidad en porcentaje** respecto a la media parece **mayor** en el canal **Azul**
- $D = 300$ cGy (aproximadamente)



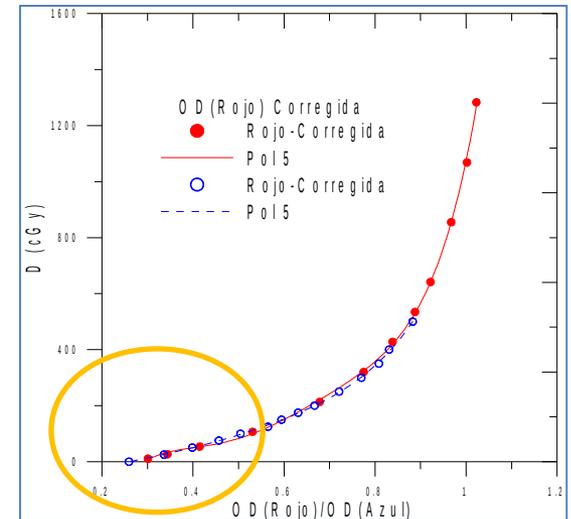
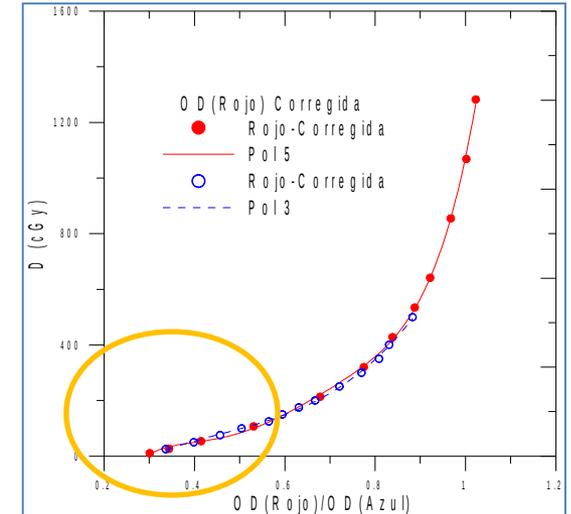
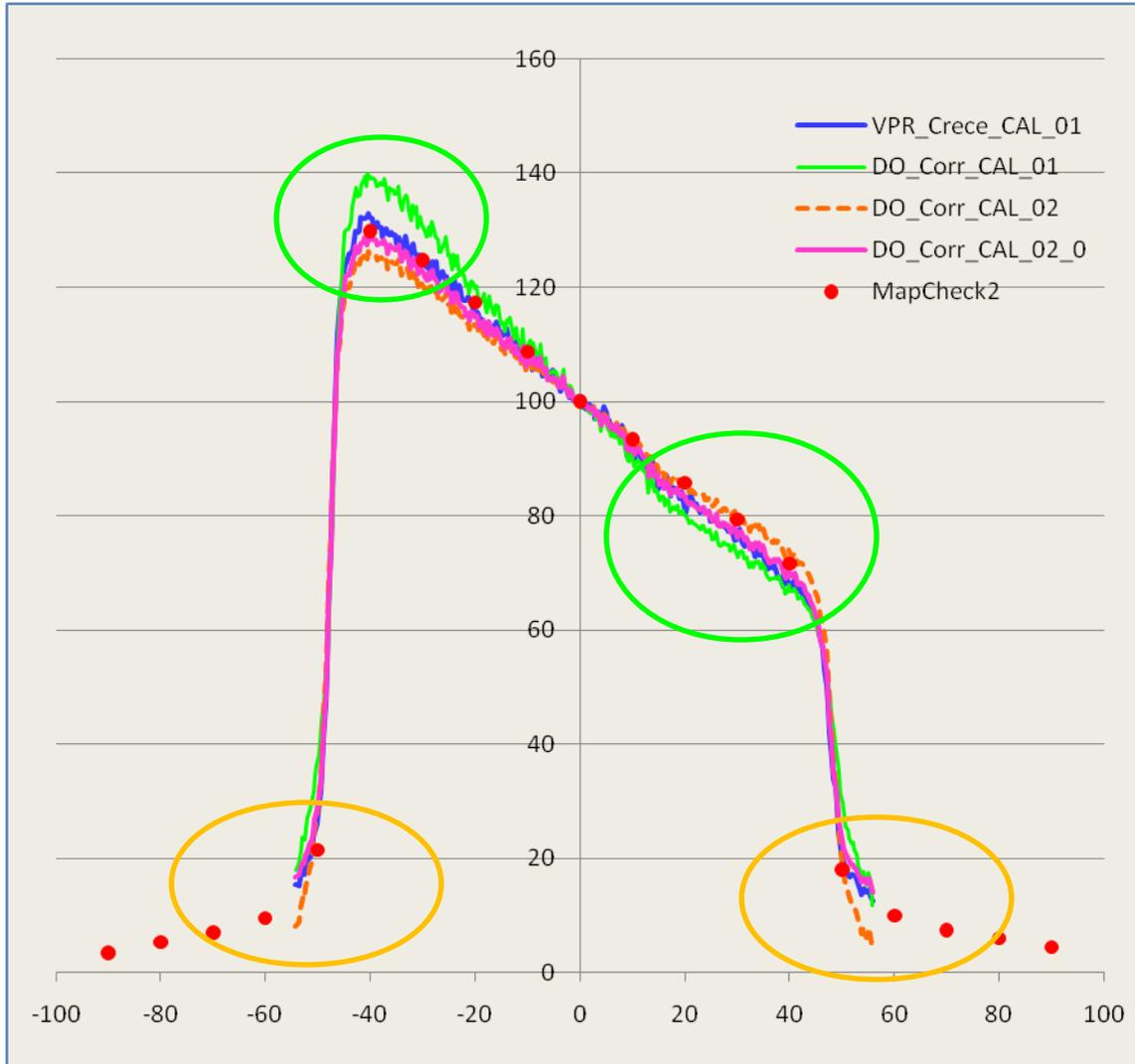
B1.- Corrección por Canal Azul 6

- Parece que mejora la Uniformidad
- Tienes más problemas a Dosis Bajas → Calibrar con más puntos en esa zona y quitar puntos de alta Dosis (> 5Gy)
- D = 250 cGy (aproximadamente)



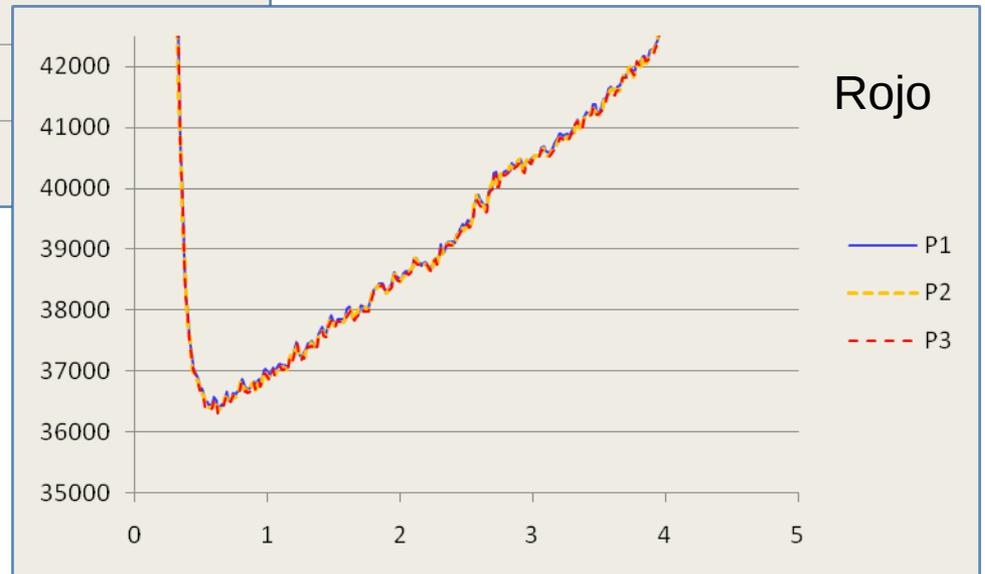
B1.- Corrección por Canal Azul 6

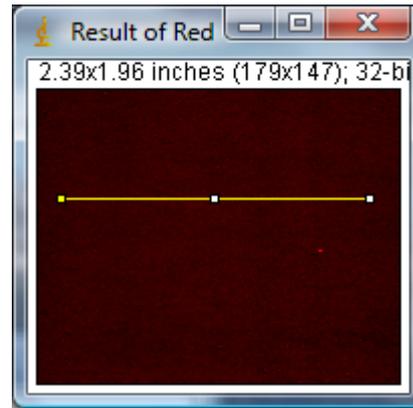
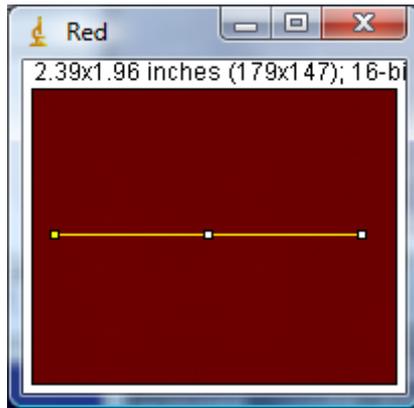
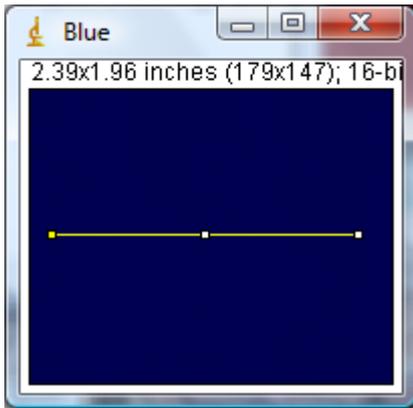
- El cambio de Dosis de la cuña se reproduce peor con la corrección por azul
- La cola es sensible a incluir el punto de Dosis = 0 cGy (curva de abajo)
- D = 150 cGy (aproximadamente)



B1.- Corrección por Canal Azul 7

- Escaneos Sucesivos
- Poca variación para cada canal

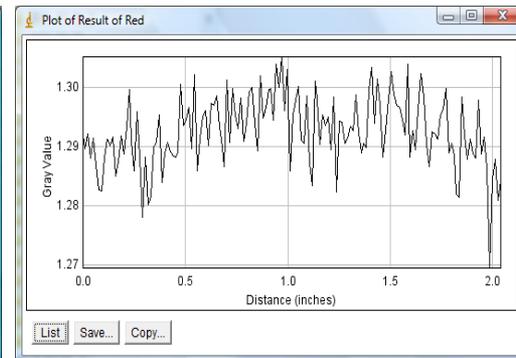
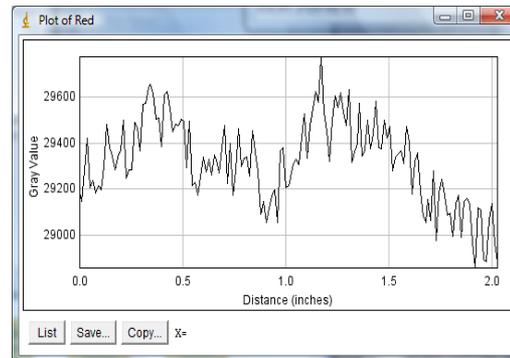
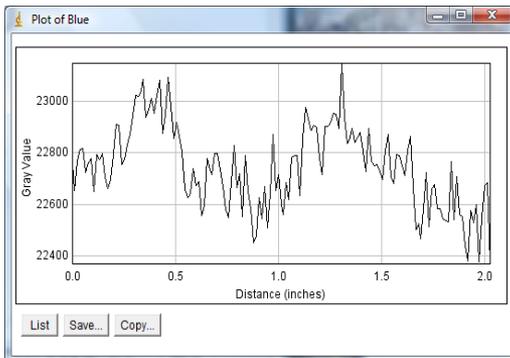
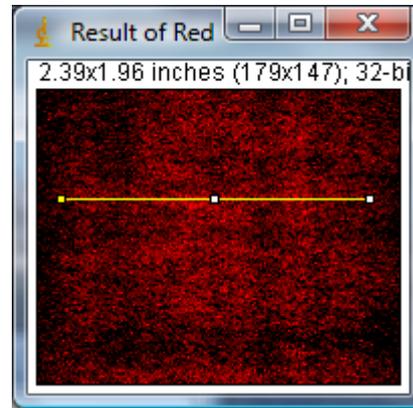
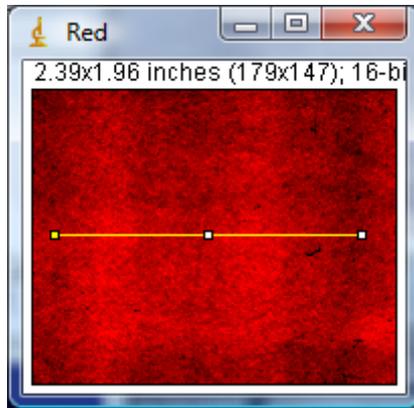
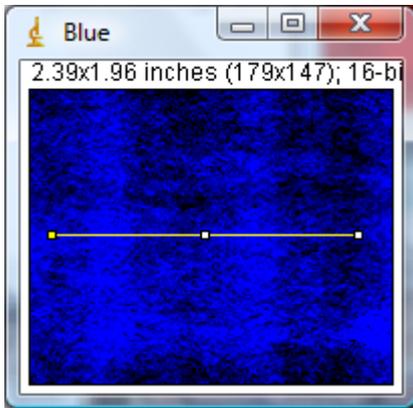




Cociente Rojo / Azul

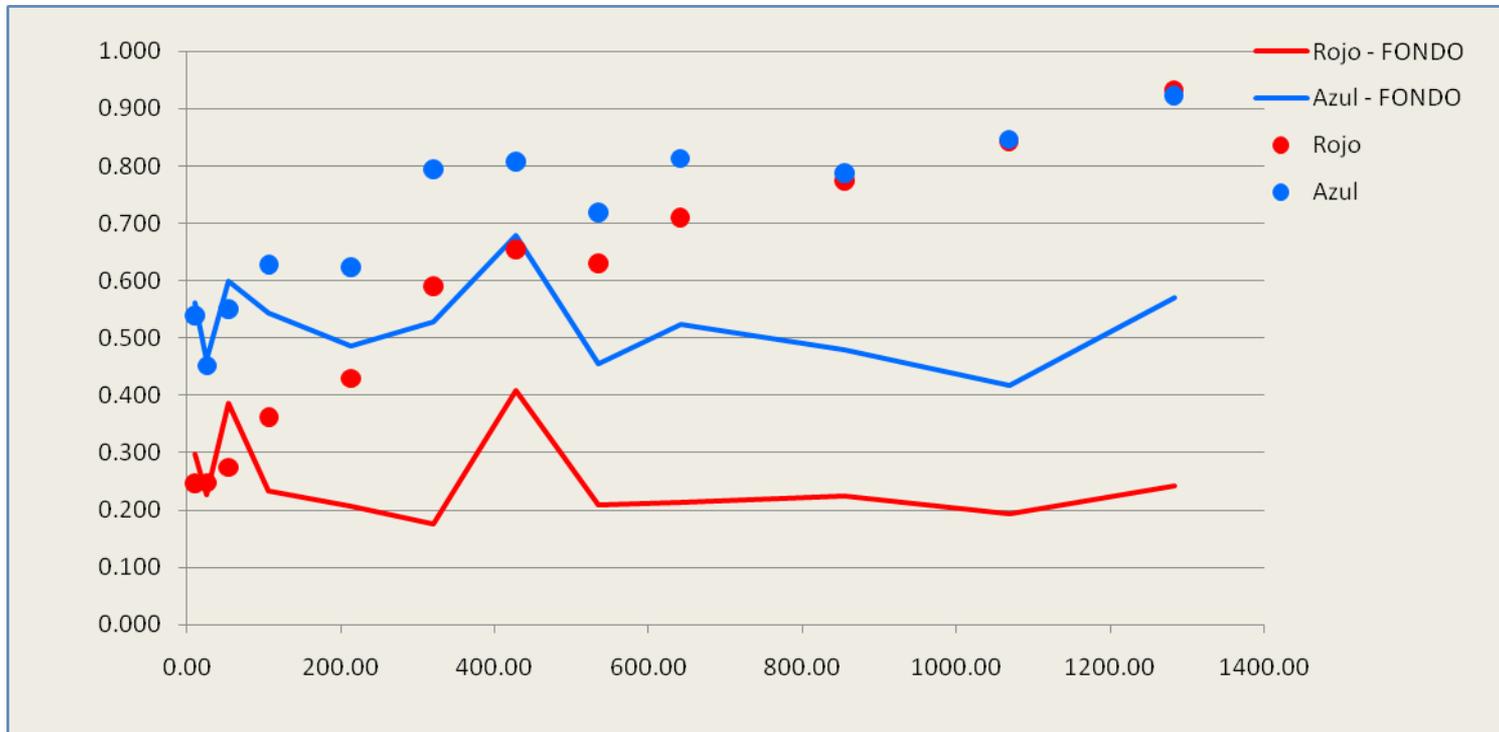
Desviación Típica
 Rojo → 0.6%
 Rojo/Azul → 0.54%

→ El cociente disminuye el efecto a escala grande, pero aumenta el ruido



B1.- Azul - Rojo: Ruido → Desviaciones Típicas (%)

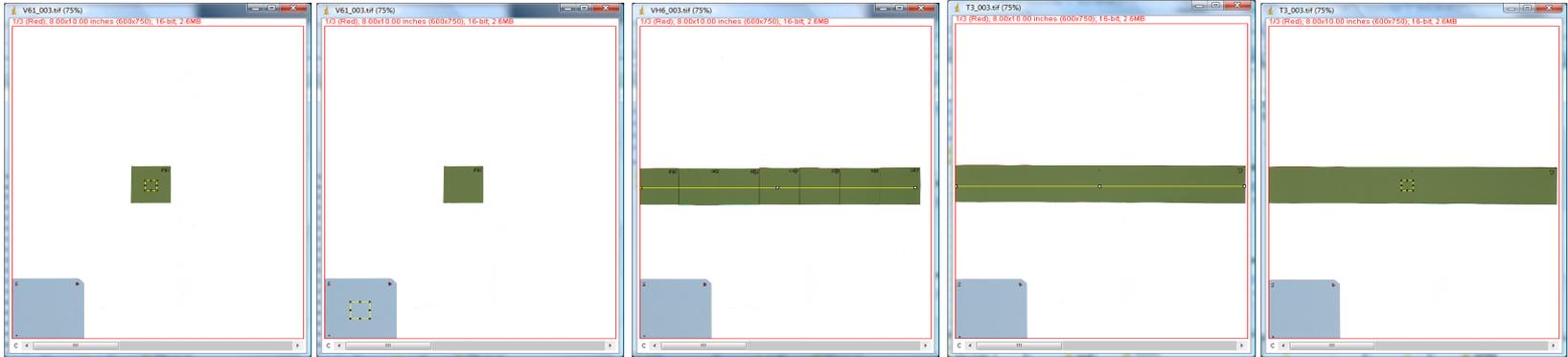
- Mayor sigma (%) en el canal azul que en el rojo, para película sin irradiar
- Las sigmas crecen con la Dosis y la del rojo iguala a la del azul
- Buena Correlación en las películas sin irradiar entre el rojo y el azul



B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

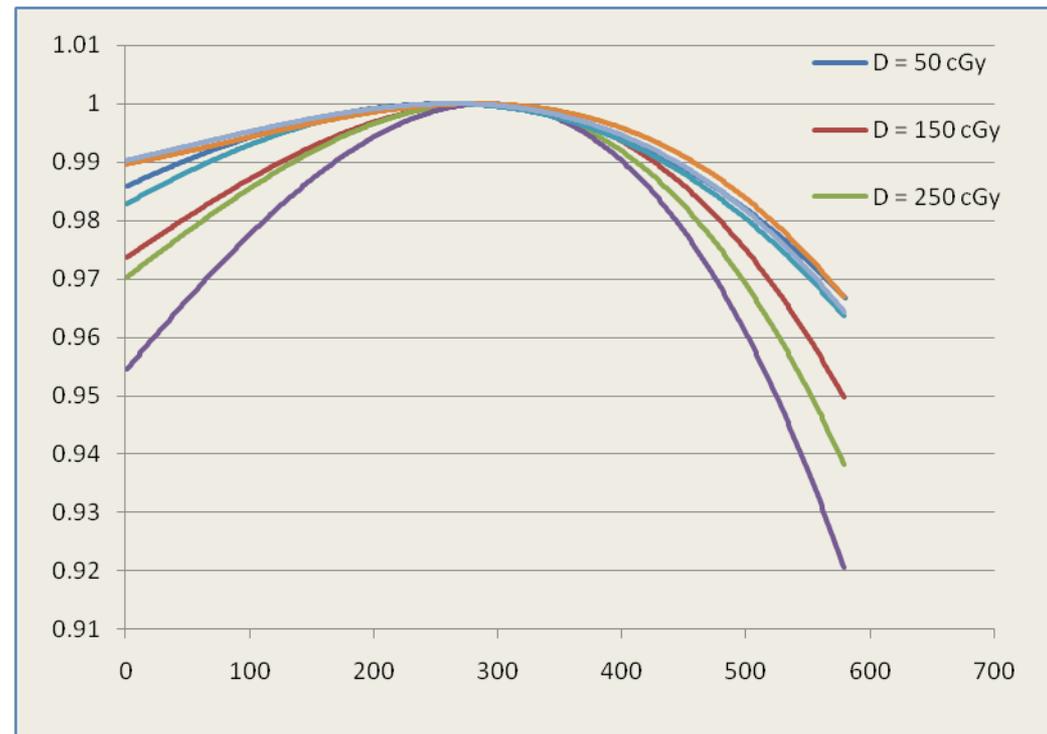
→ Perfil con puntos igual al valor medio de ROIs iguales (40 x 40 píxeles)

→ Normalizamos a la lectura de cada cuadrado en el centro del escáner



Máximos

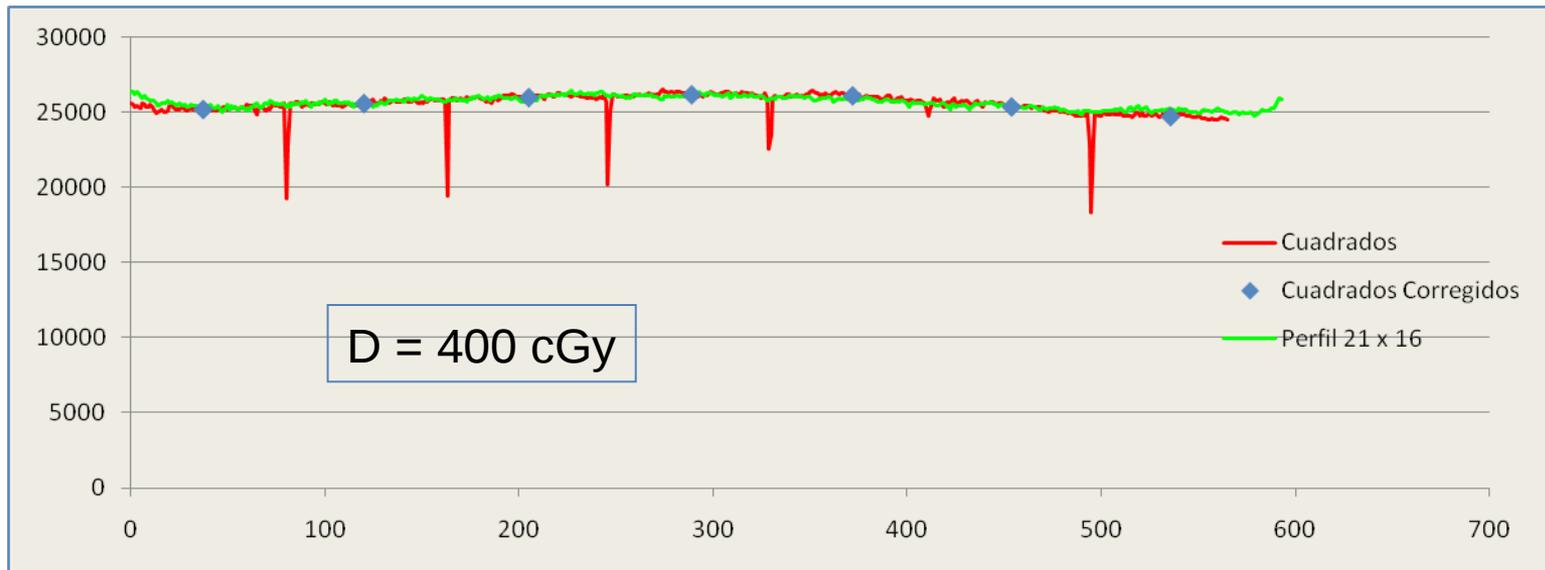
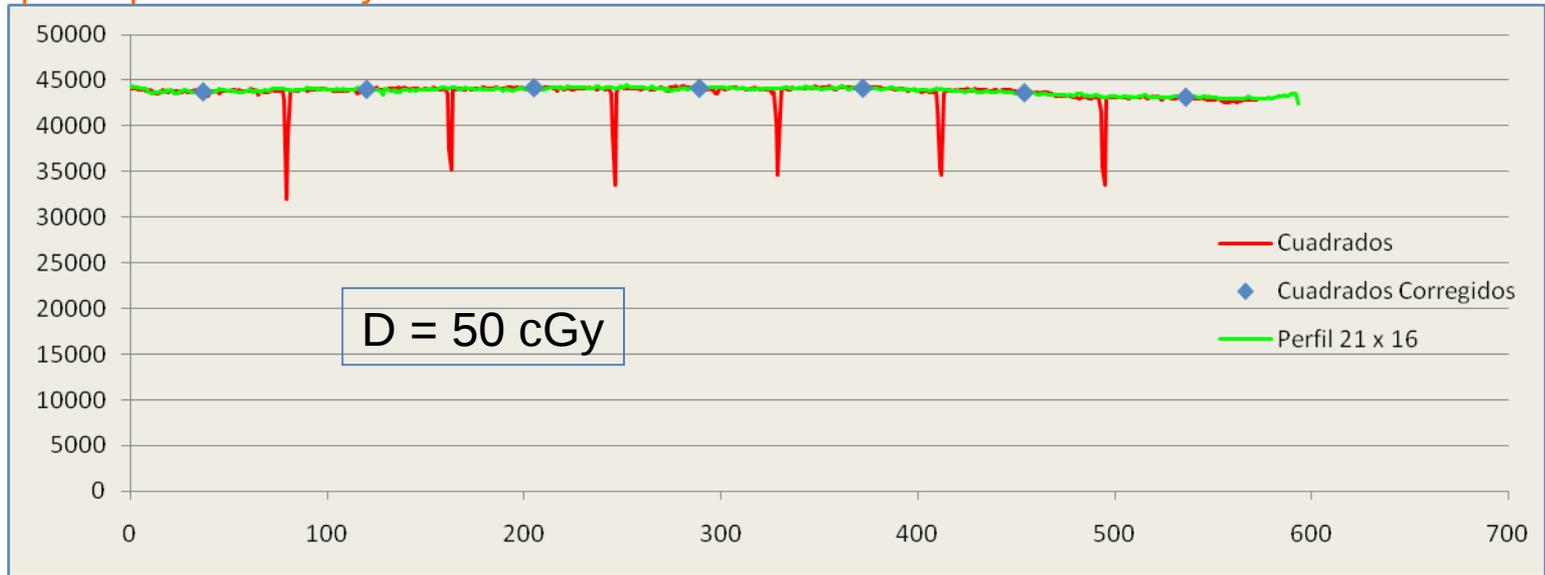
Fondo	282.6116 98
50 cGy	256.9522 8
	261.2301 76
	264.1305 59
150 cGy	287.5788 02
250 cGy	284.1517 66
400 cGy	291.5059 04



B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

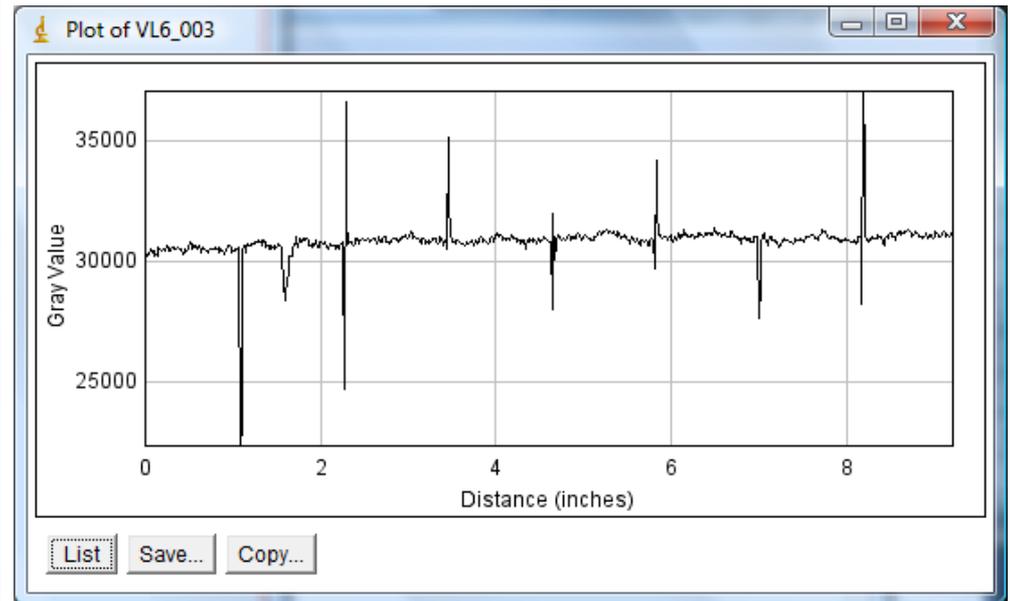
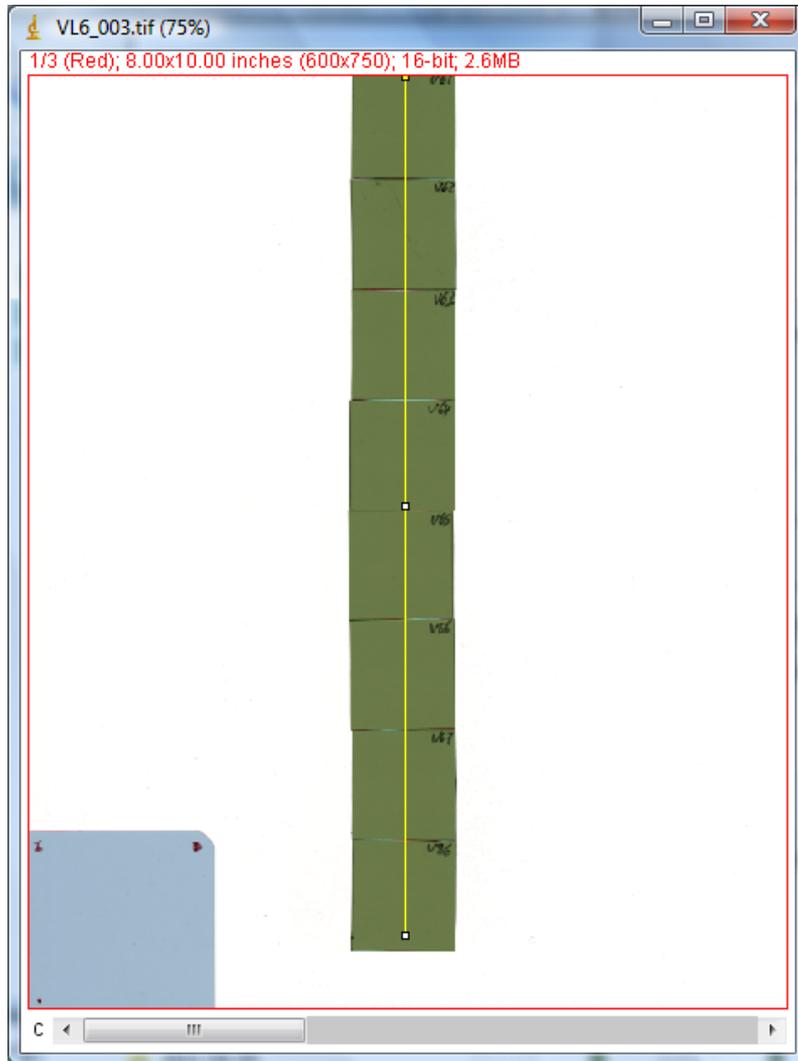
→ Buena correspondencia entre los perfiles y los puntos

→ Hombro del perfil para 400 cGy



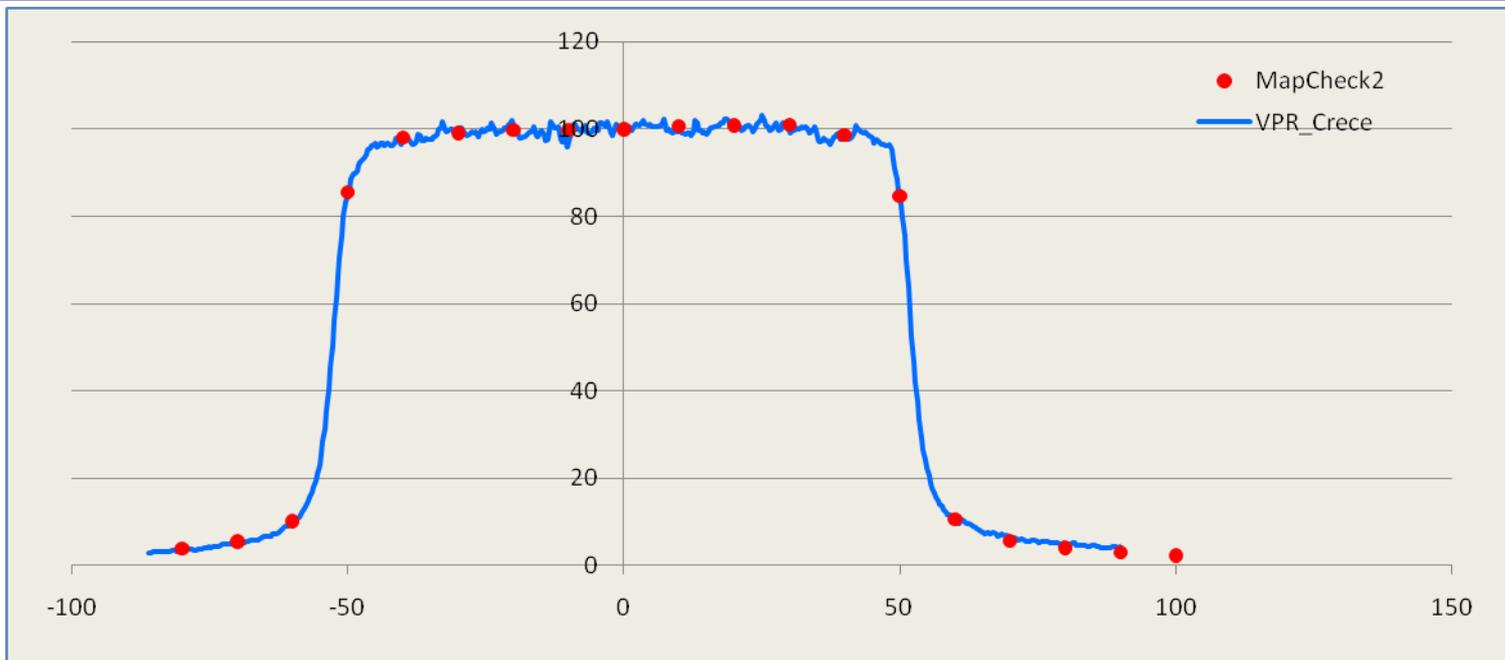
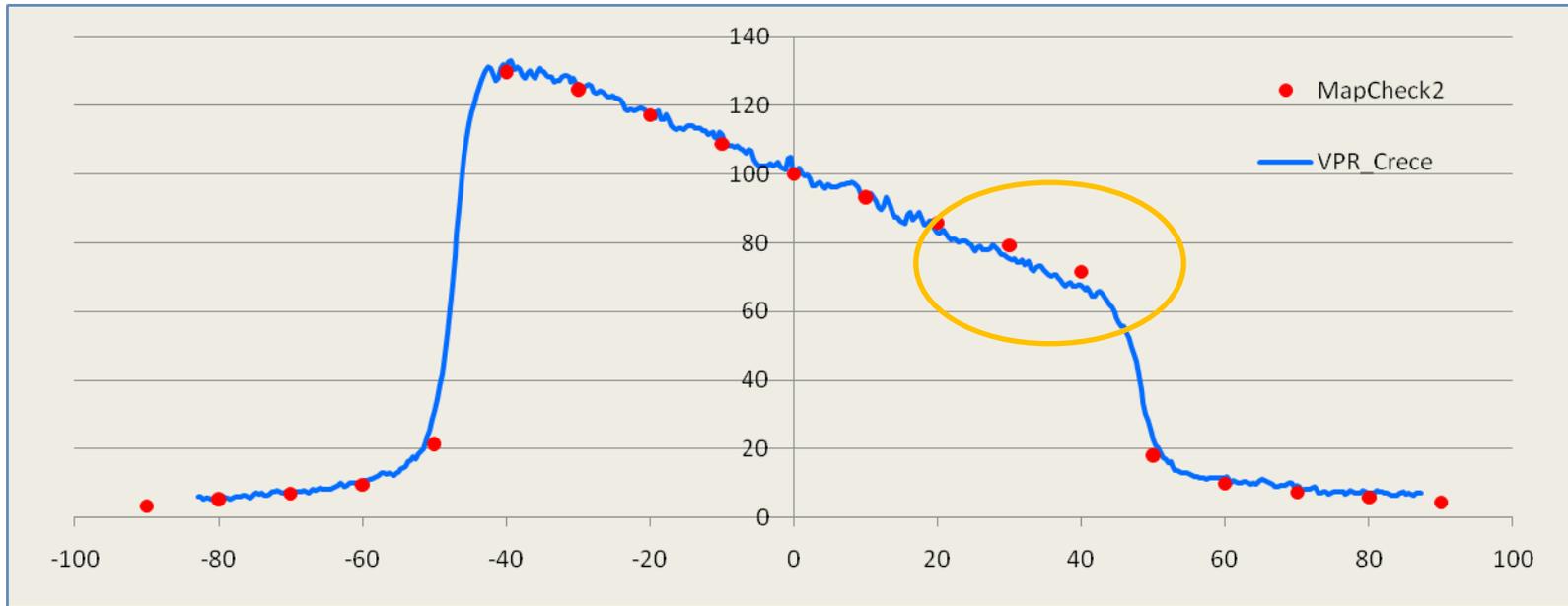
B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

→ El perfil vertical presenta una tendencia creciente...



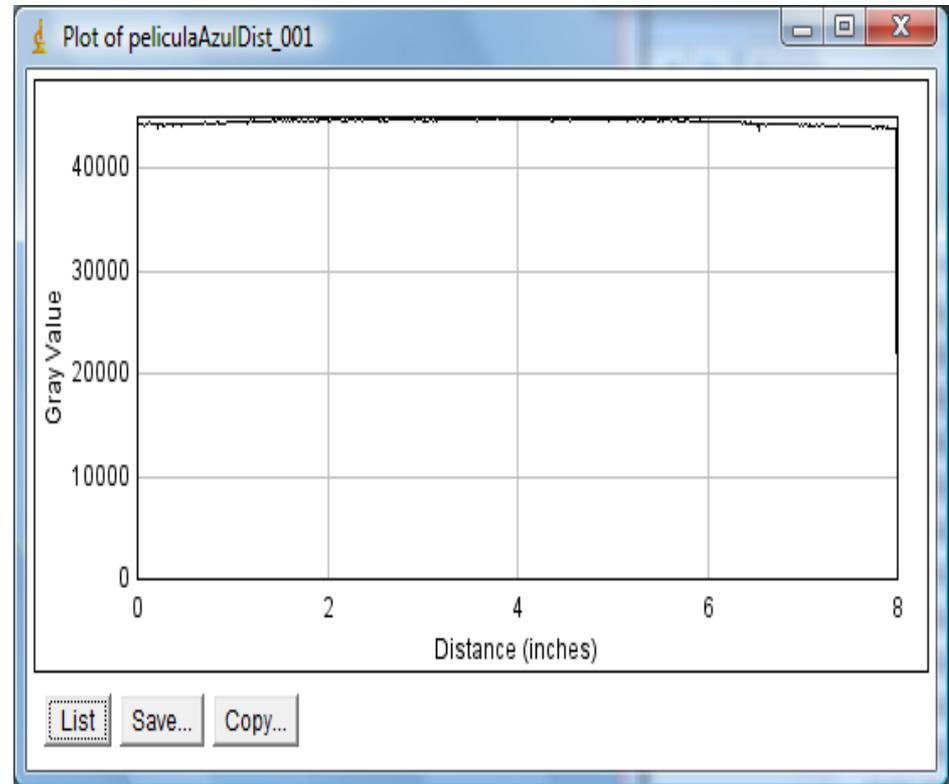
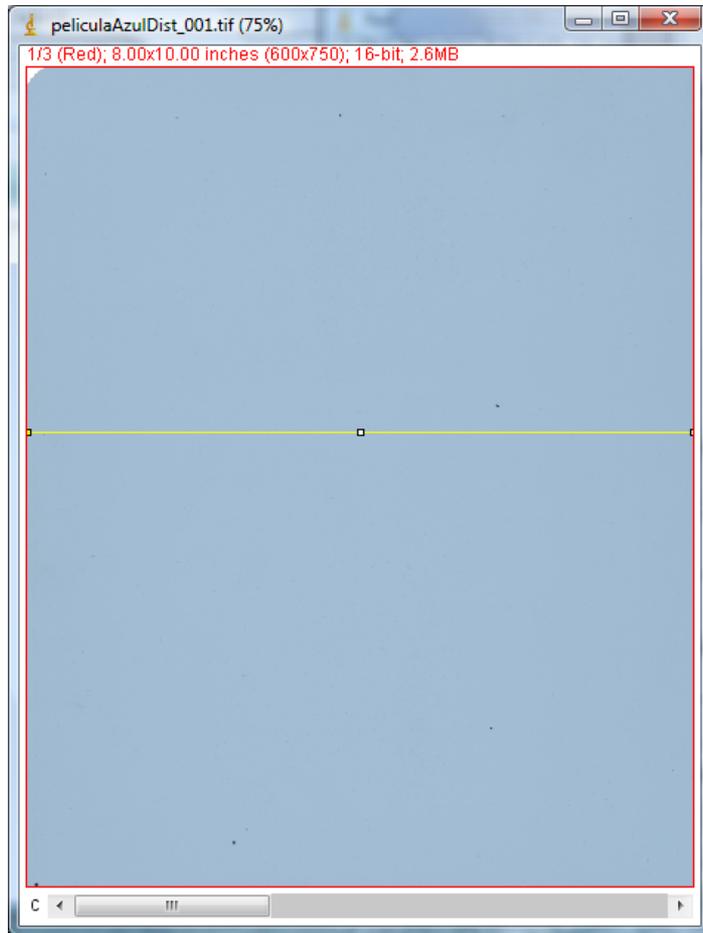
B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

→ Ensanchamiento de las penumbras ...



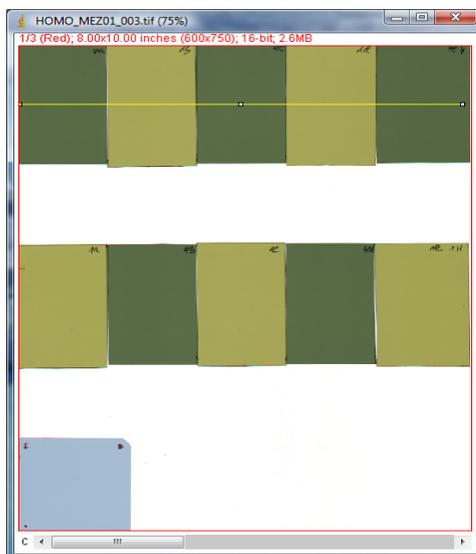
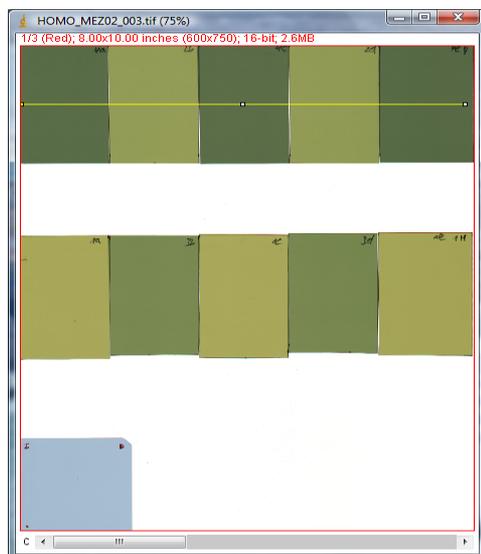
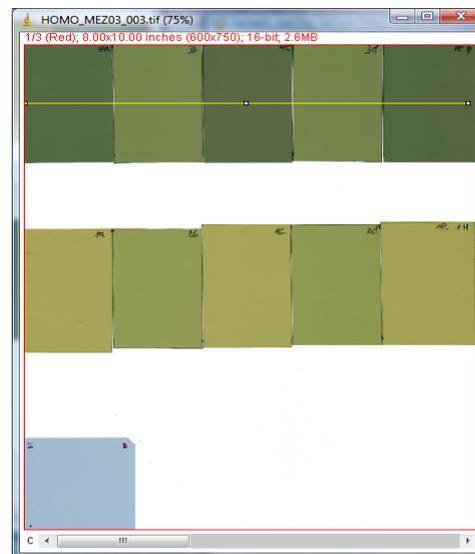
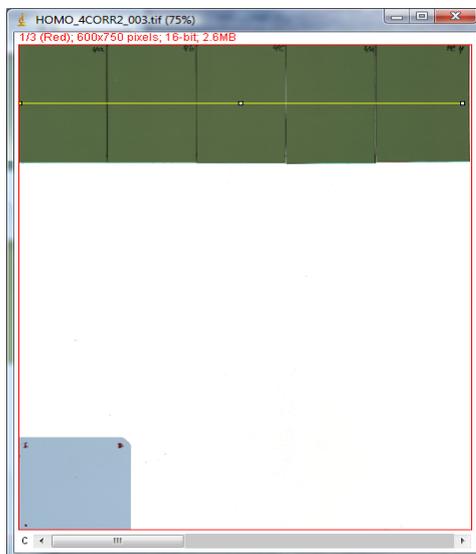
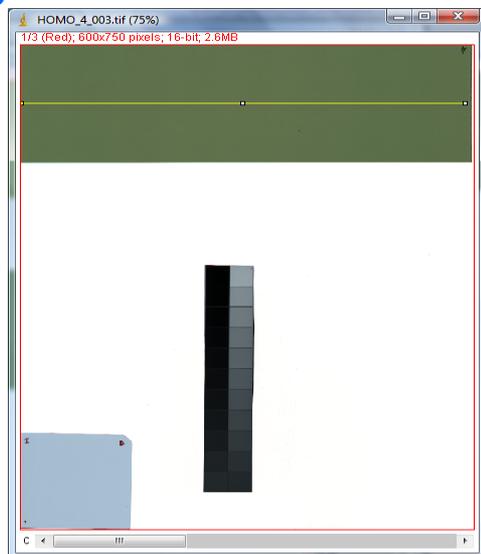
B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

→ Una película azul de control, también presenta ese efecto...



B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner

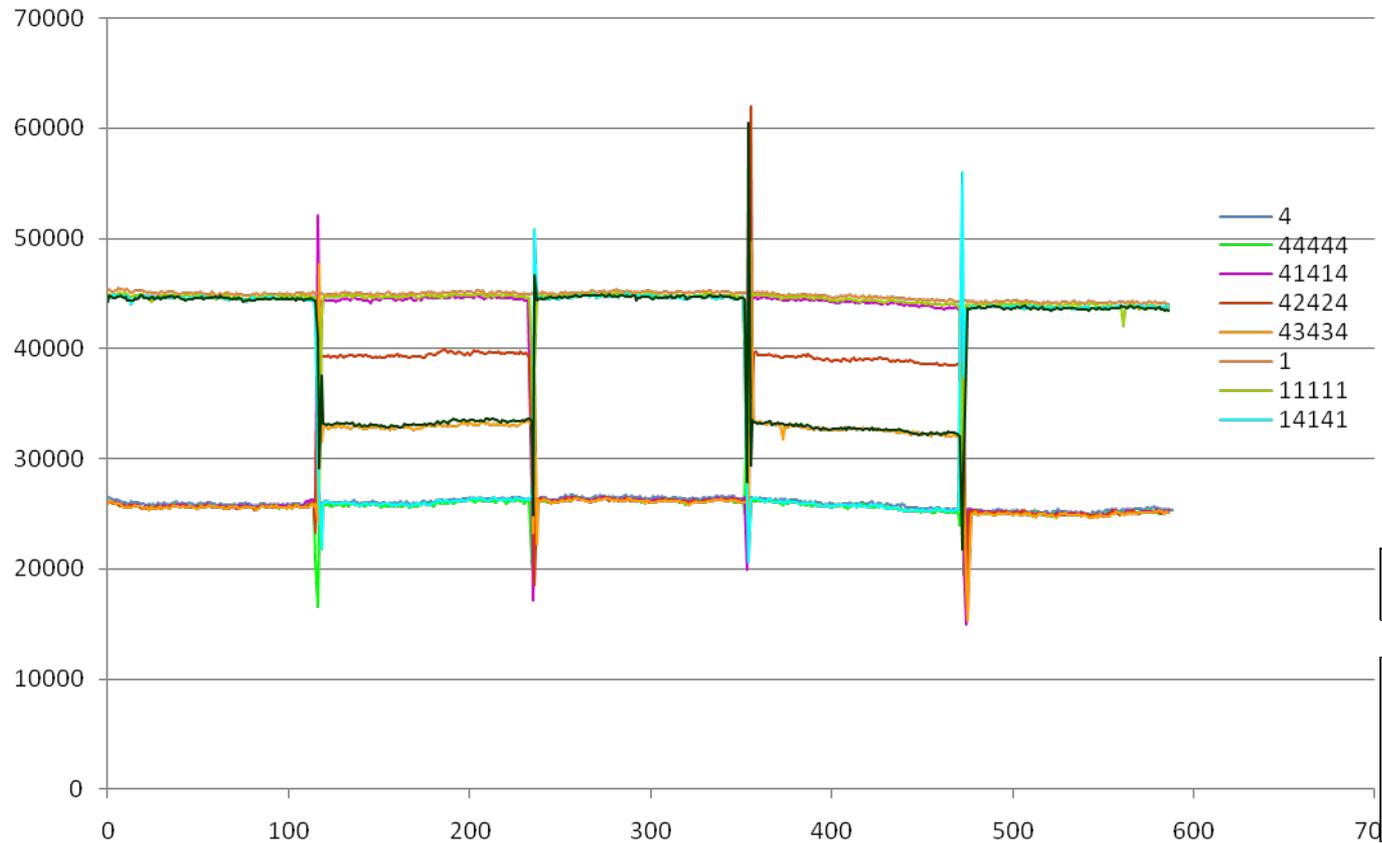
→ Posible dependencia en la respuesta en función de cuál sea la DO de la película adyacente



Posibles reflexiones
Funcionamiento del
focalizador
????

No vemos nada →
Fluctuaciones

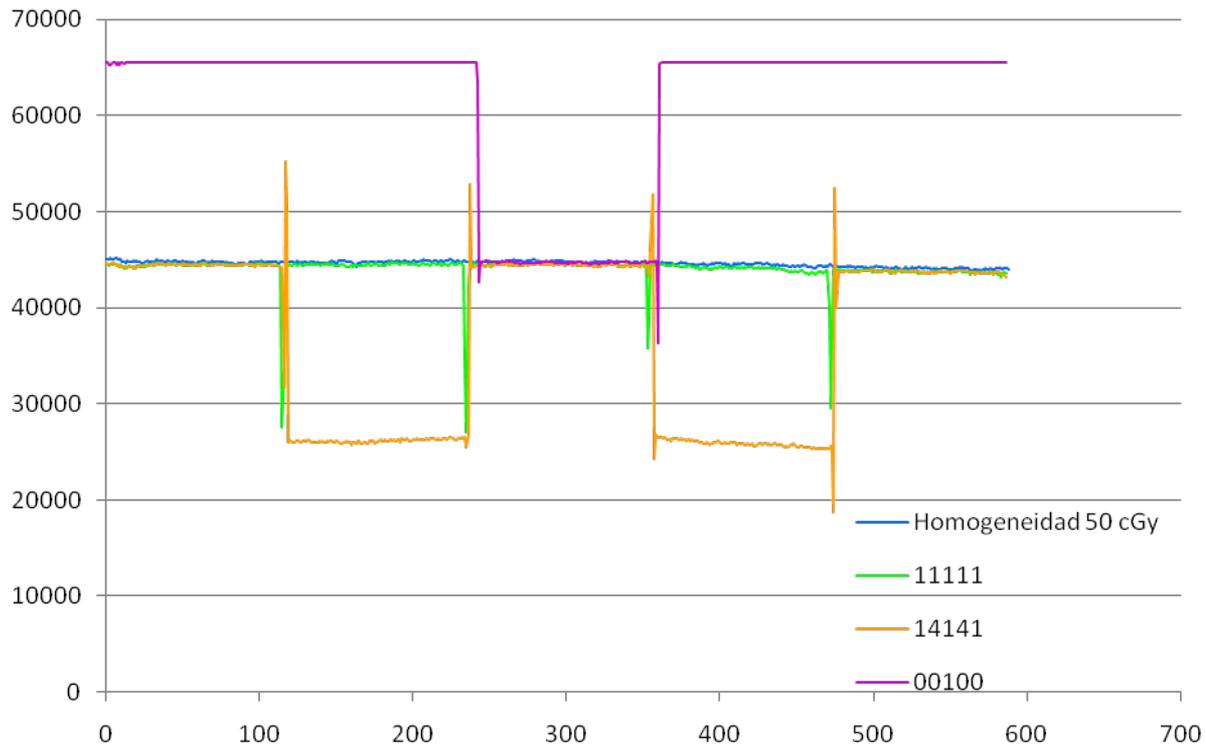
B2.- Corrección por falta de Homogeneidad del Escáner → Diferentes configuraciones



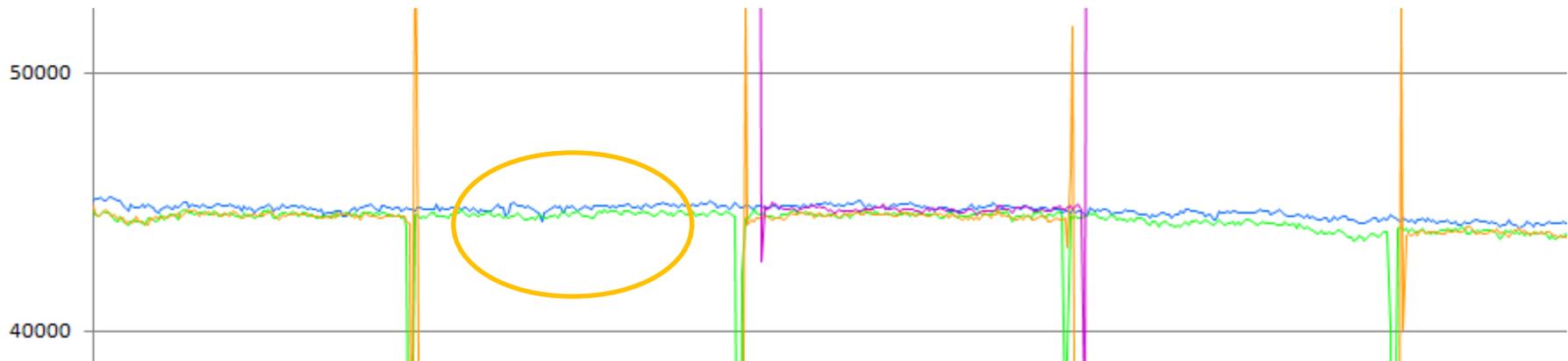
Configuració n	Relativo
----------------	----------

4	1.0000
44444	1.0011
41414	1.0011
42424	1.0008
43434	1.0009

1	1.0000
11111	1.0016
14141	1.0019
13131	1.0016
12121	1.0016



El perfil del cuadrado solo, queda entre los otros



B3.- Comparación de Magnitudes de Entrada → Diferentes Lotes

$$DO = \log\left(\frac{65535}{VP}\right)$$

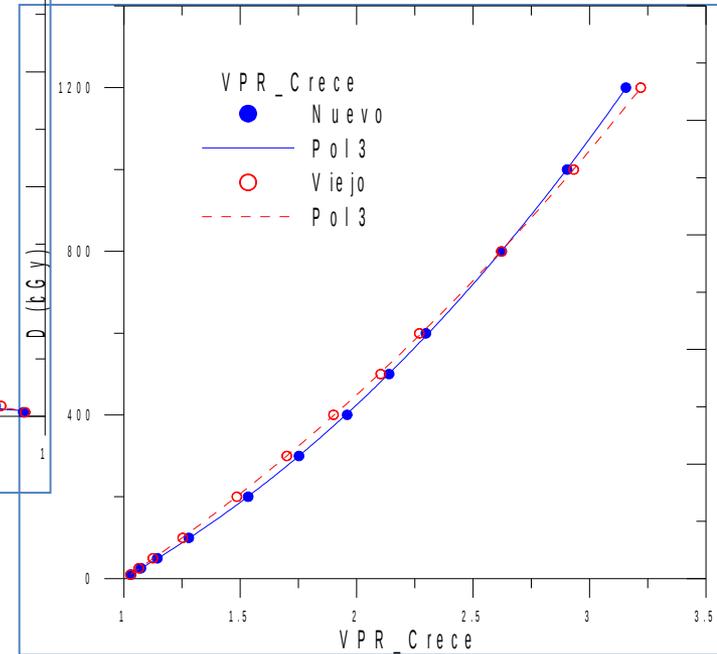
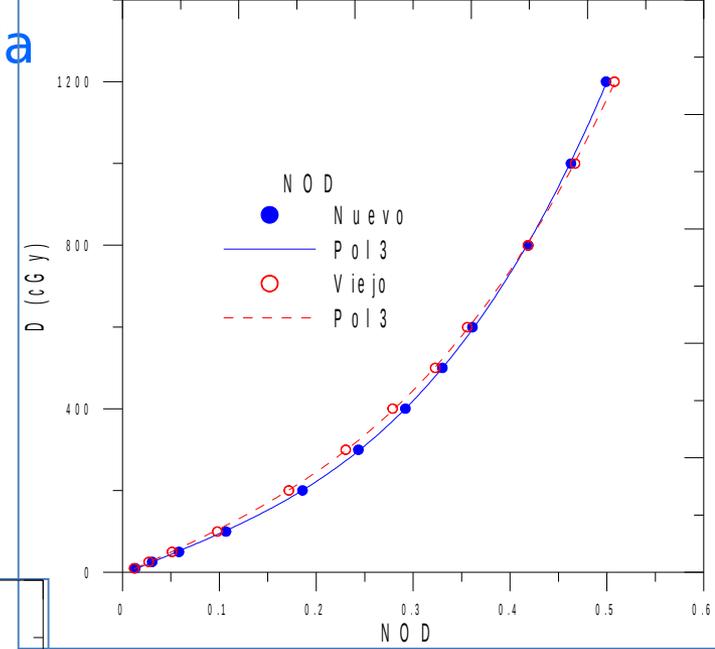
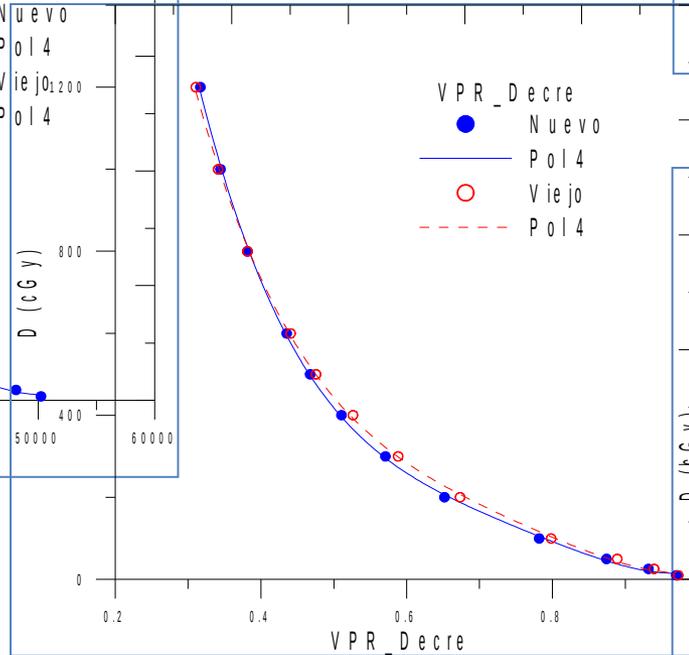
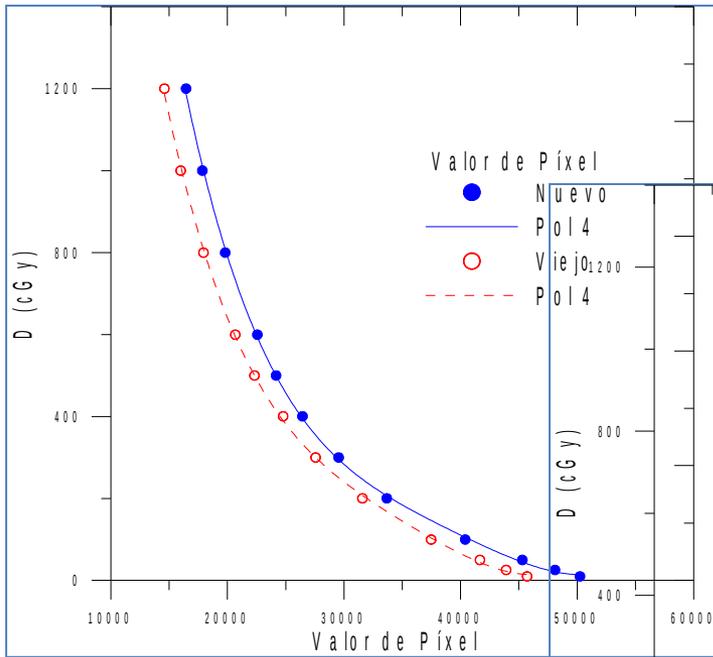
$$VPR_{Crece} = \frac{Fondo}{VP}$$

$$NOD = \log\left(\frac{Fondo}{VP}\right)$$

$$VPR_{Decre} = \frac{VP}{Fondo}$$

$$DO_{Corr} = \log\left(\frac{65535}{VP_{Rojo}}\right) / \log\left(\frac{65535}{VP_{Azul}}\right)$$

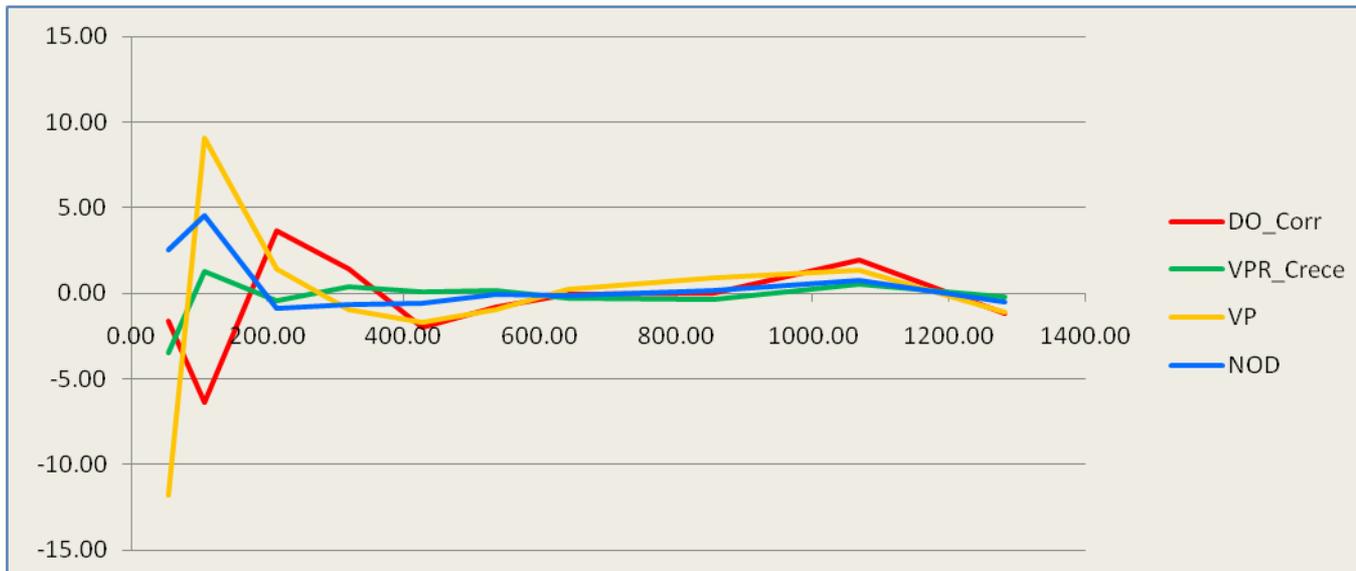
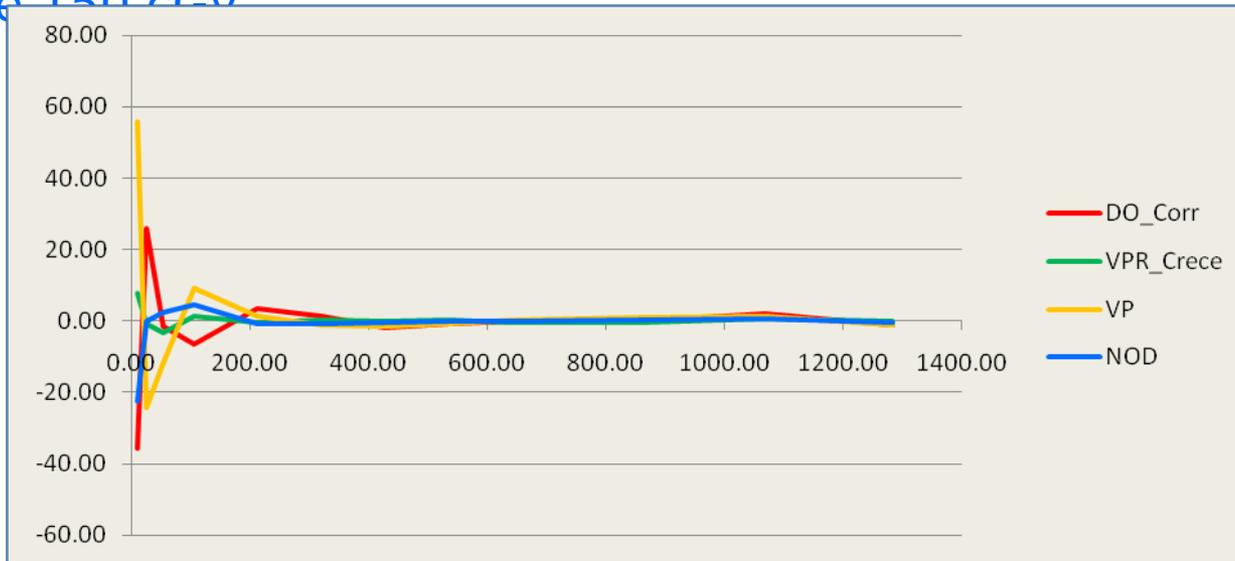
$$VPR_{Resta} = Fondo - VP$$



B3.- Comparación de Magnitudes de Entrada

→ Residuo del Ajuste → Mejor para NOD y VPR_Crece < 1% a

tir de 150 cGy

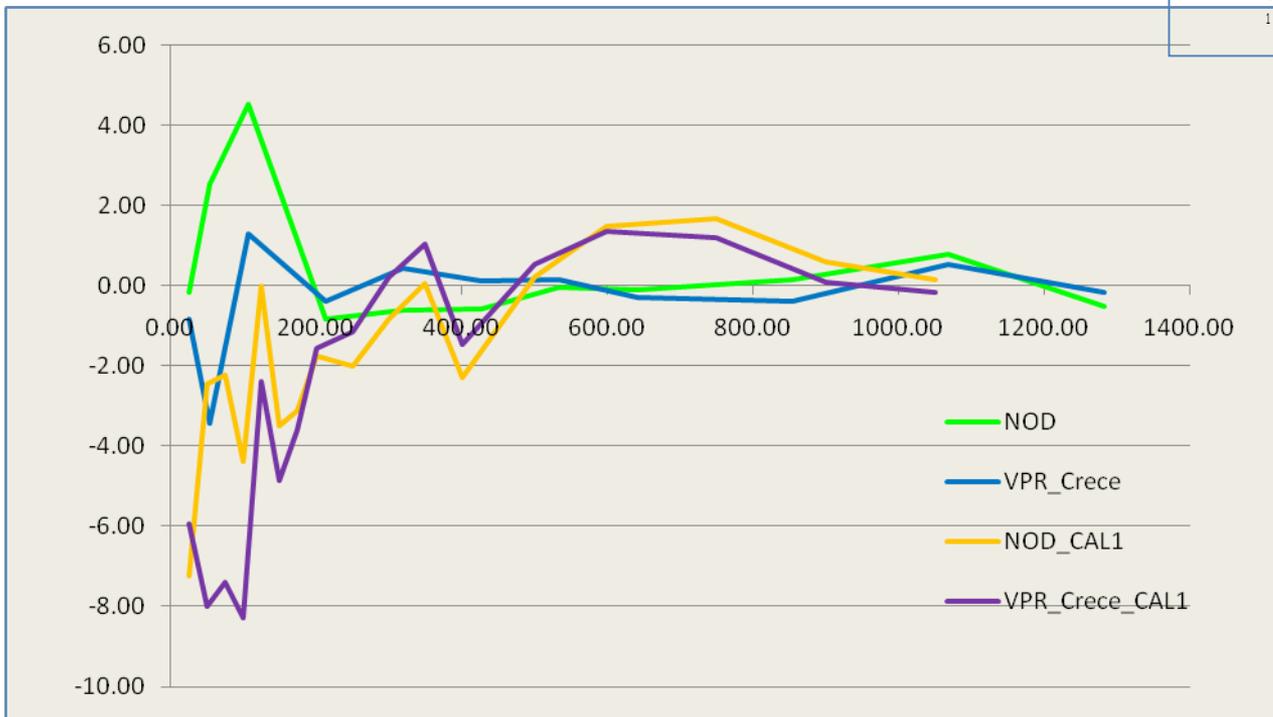
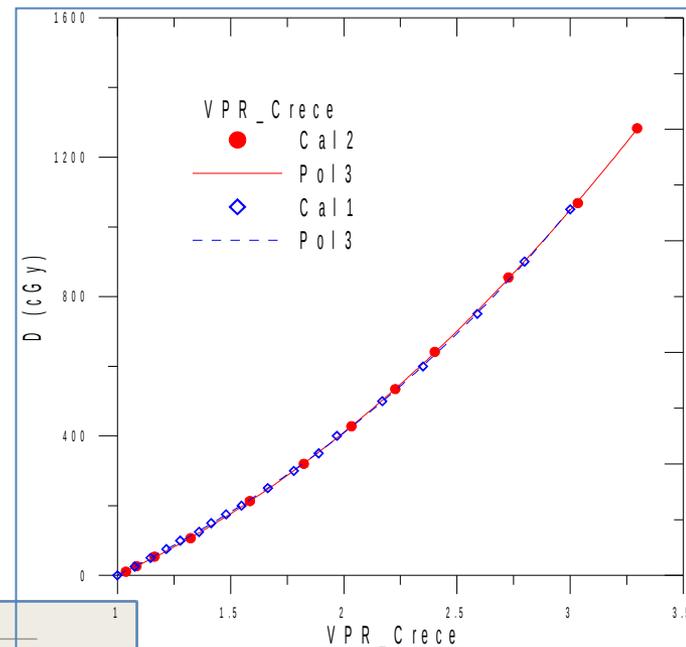


B4.- Comparación de Calibraciones

→ Comparamos las diferencias entre la **Dosis Medida** y las que genera **otro ajuste** para el mismo lote

→ Parece mejor, en este caso la **NOD**, para otra calibración

→ Para la **calibración propia**, parece que **VPR_Crece** queda mejor

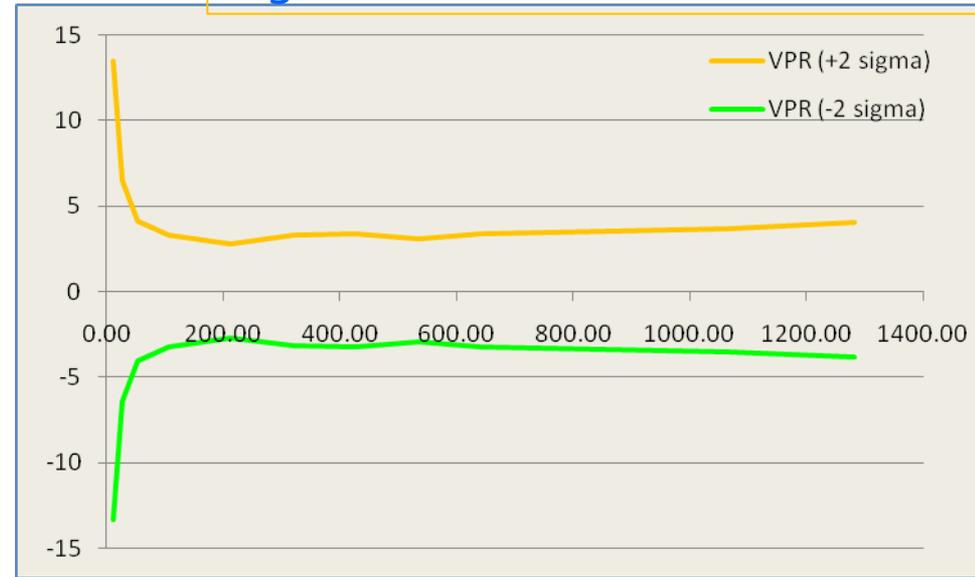


B5.- Evaluación de Incertidumbres
 → Mayor a baja Dosis → Mayor cambio en la respuesta de la película con la Dosis
 → Peor calibrado (más sensible)

Variación (%) en la Dosis debido a una variación de 2 sigma en el VP

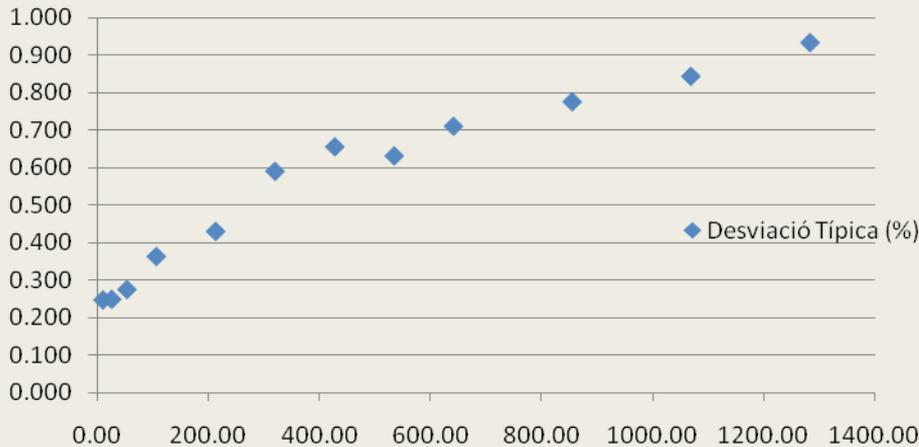
Placas irradiadas a la misma Dosis

D (cGy)	Desv Típica	Desv Típ (%)	Media (sigmas)
50	33.849	0.075	144.399
100	107.623	0.267	165.644
200	85.780	0.258	141.365
300	126.849	0.435	171.980
400	86.315	0.333	147.482

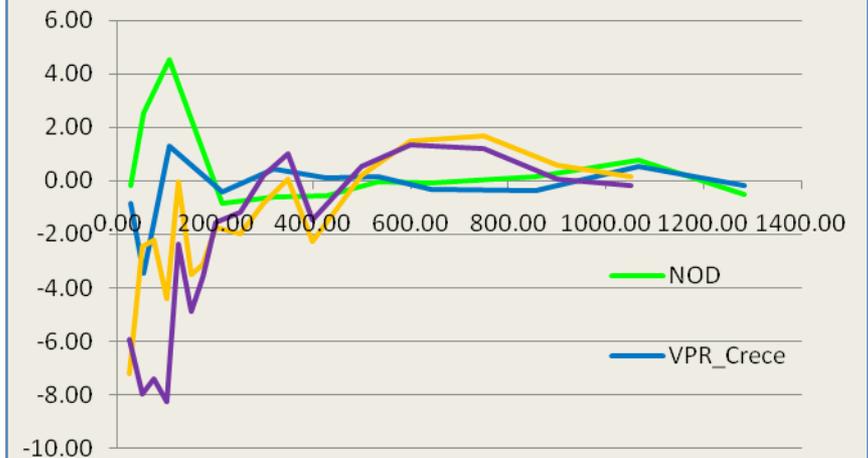


Desviación típica en la ROI de calibración

Desviación Típica (%)



Residuo del ajuste

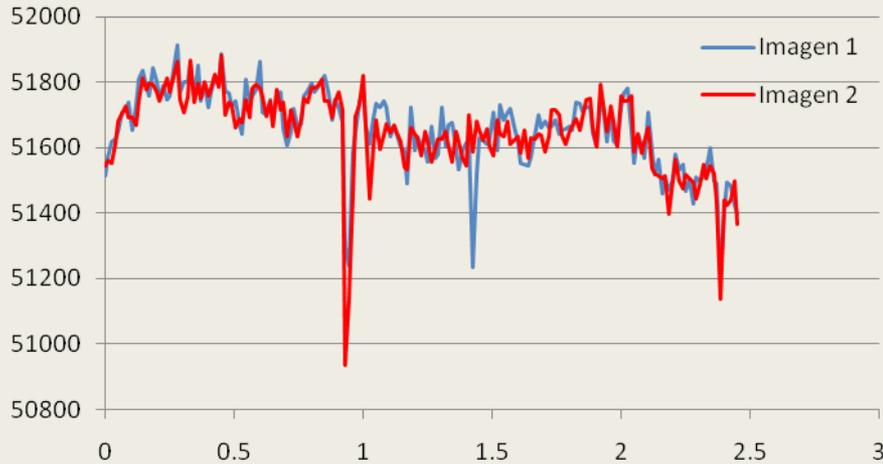


B5.- Evaluación de Incertidumbres

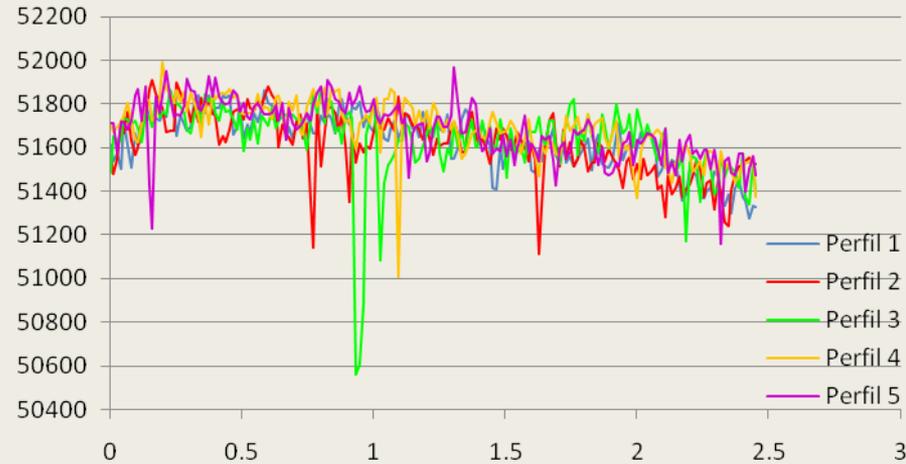
→ Los diferentes escaneos parecen más distintos entre sí a baja Dosis →
La sigma no crece, pero los perfiles cambian más con los escaneos →

NOD → Corregir por una ROI ??

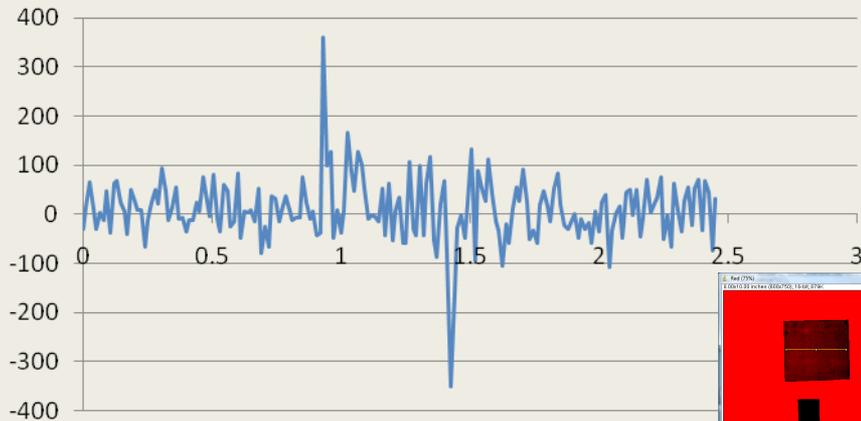
Perfil - Placa sin Irradiar



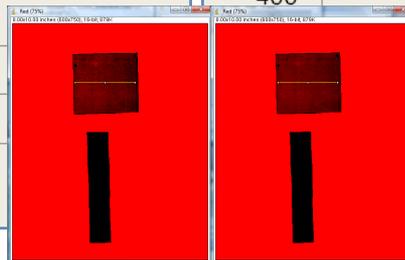
Perfiles horizontales paralelos separados 10 pixeles en vertical



Perfil - Imagen 1 - Imagen 2



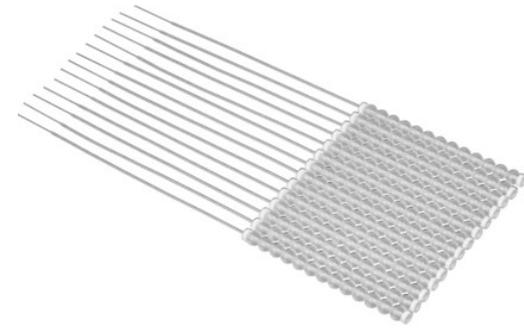
Diferencias con el Valor Medio



B5.- Aplicadores superficiales en Braquiterapia

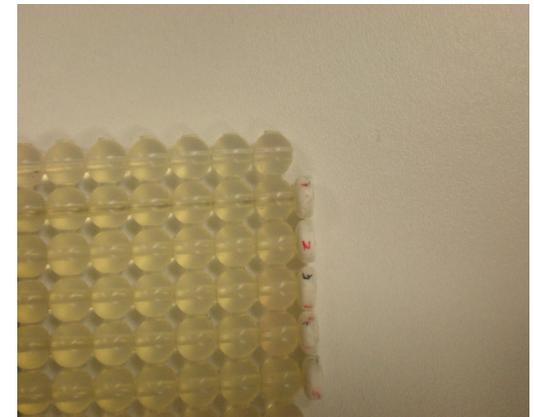
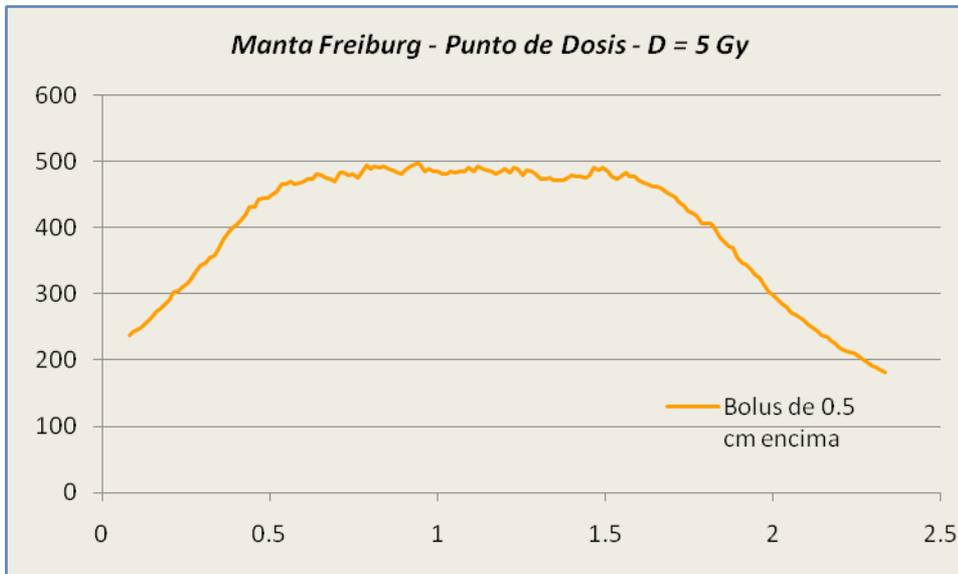
→ Manta Freiburg

→ Aplicador Valencia (diámetro 2 cm)



Manta
Freiburg

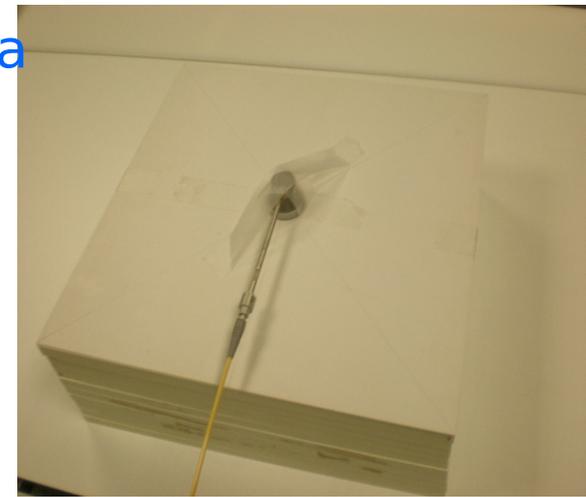
D Prevista	D (NOD)	Dif. (%)
500	486.74	-2.65
500	489.81	-2.04



B5.- Aplicadores superficiales en Braquiterapia

→ Manta Freiburg

→ Aplicador Valencia (diámetro 2 cm)

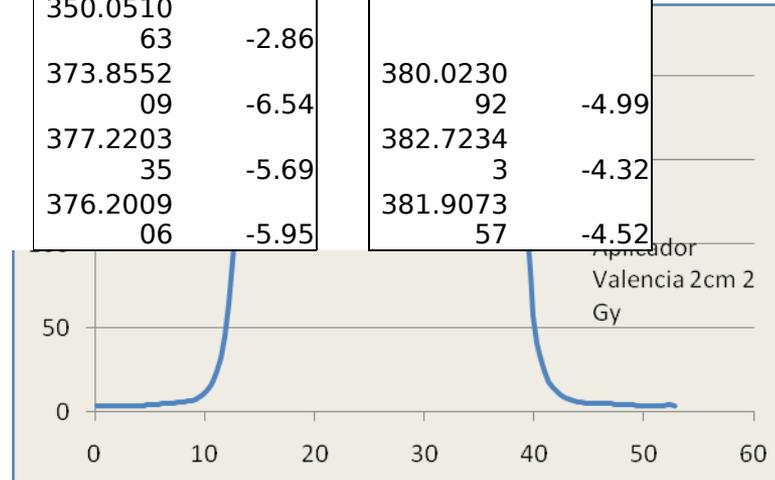
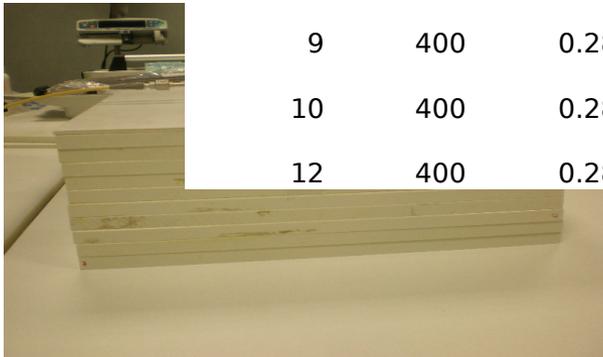


Aplicador Valencia - diámetro 2 cm

Placa	Dprev (cGy)	NOD	VP
			25199.70
6	439.59	0.3104	3
			26338.66
7	399.98	0.2916	7
			27475.50
8	360.37	0.2698	5
			26994.93
9	400	0.2806	3
			26892.47
10	400	0.2821	0
			26952.82
12	400	0.2816	0

Polinomio Orden 3 - NOD	
D(NOD)	Dif. (%)
445.9848	
57	1.45
399.2819	
93	-0.17
350.0510	
63	-2.86
373.8552	
09	-6.54
377.2203	
35	-5.69
376.2009	
06	-5.95

Interpola NOD	
D (Interpola)	Dif. (%)
380.0230	
92	-4.99
382.7234	
3	-4.32
381.9073	
57	-4.52





FIN

