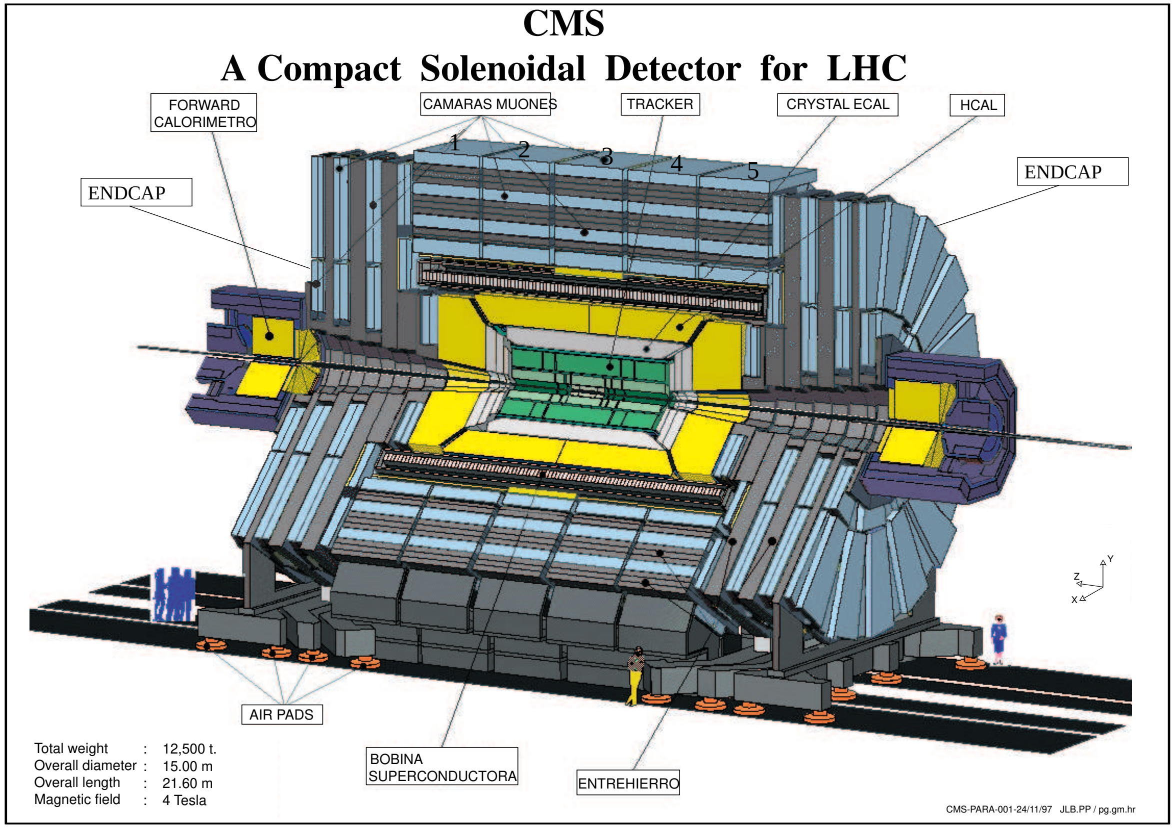
# EL DETECTOR DE MUONES EN CMS:

## LAS CÁMARAS DE DERIVA DEL BARRIL
## Y LOS SENSORES PARA EL
## SISTEMA DE ALINEAMIENTO
## CON EL DETECTOR CENTRAL

Marcos Fernández García
CIEMAT

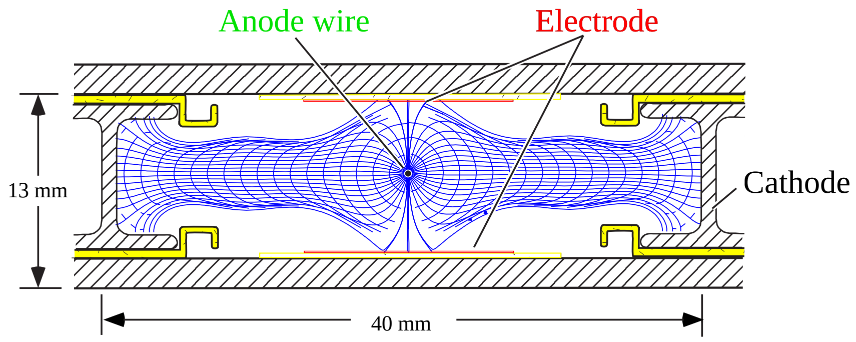
## ÍNDICE

# El detector CMS




| | |
|---|---|
| Resolución en Energía | 5 al 20% para $p_T^{\mu} = 1 TeV$ |
| Precisión en R$\phi$ | 150 (MB1) -350 (MB4) $\mu$m |
| | 75 (ME1) -200 (ME4) $\mu$m |
| Imán encendido/apagado | $\sim$ mm - 1-2 cm |
| Estabilidad largo plazo | cambios submilimétricos |

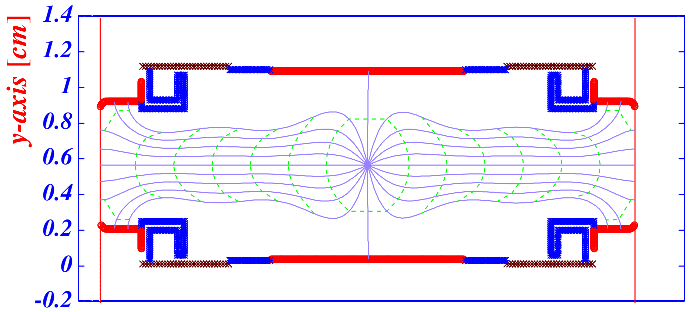
## Antiguo diseño celda:

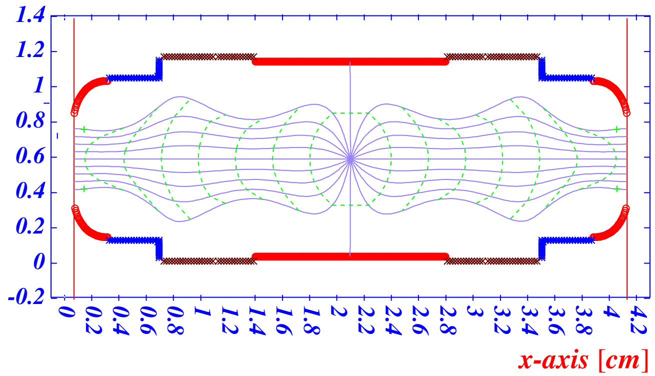



Gas gap= 10 mm

## Líneas de deriva (Simulación Poisson-Garfield)

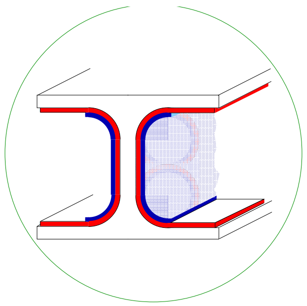
3.6/1.8/-1.8 kV    Ar/$CO_2$ (85/15)




## Nuevo diseño:

☞ Nuevo Al I-beam (tierra)



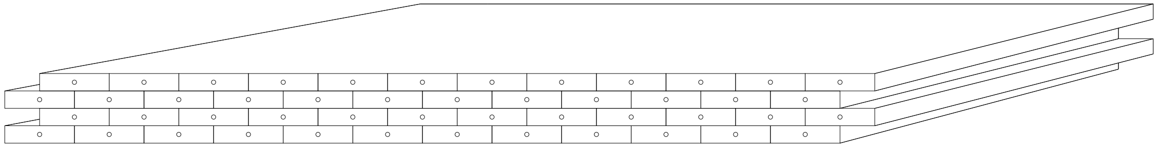
Mylar (aislante)

Cátodo de Al

Gas gap= 10.5 mm

*Nueva anchura celda = 42 mm*

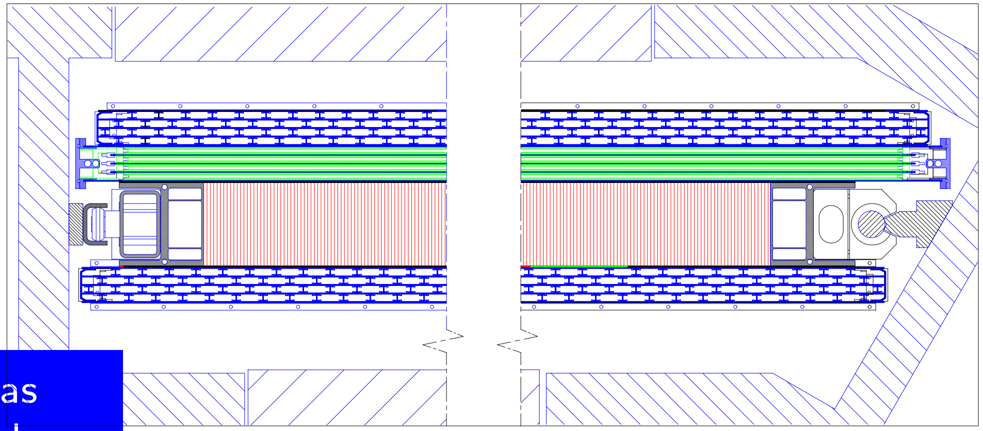
4 Capas = 1 Supercapa (SL)



Unidad independiente

(Estanca, HV
Electrónica de lectura)

*Camaras de deriva en CMS*

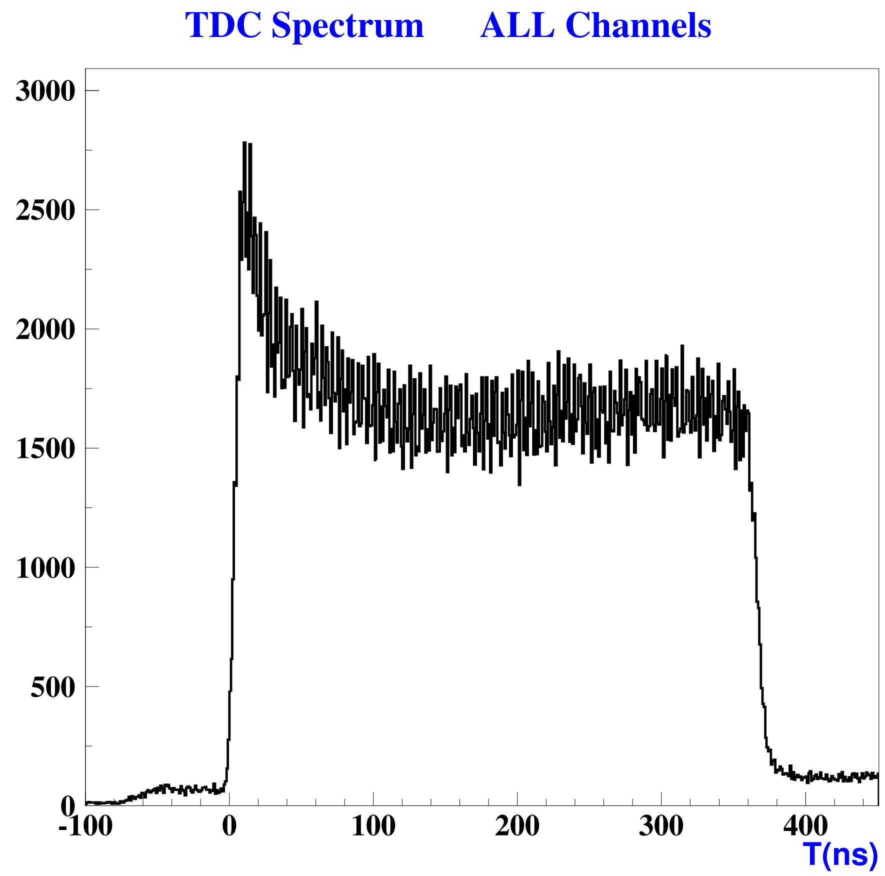


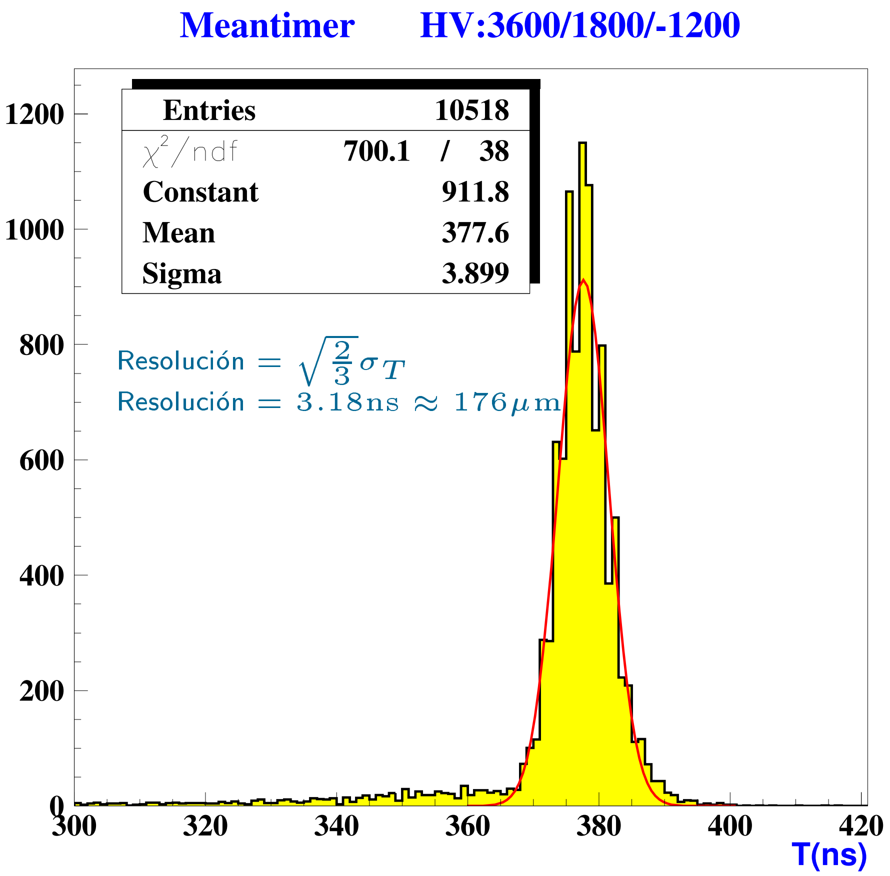
$\Phi$ SL
Z SL
Panel de abeja
$\Phi$ SL

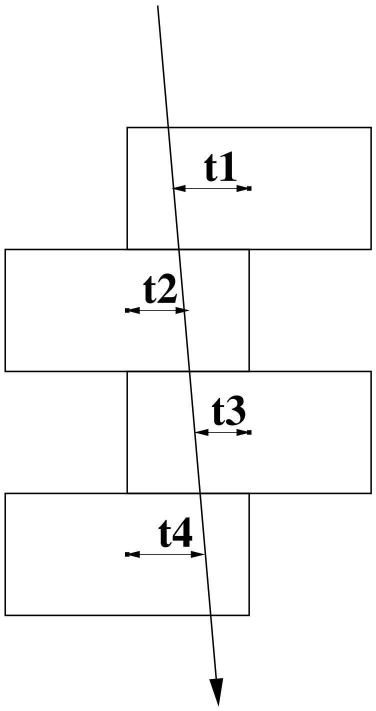
250 Cámaras
172200 canales

MB4 sólo $\Phi$ SLs

# Medida de tiempos



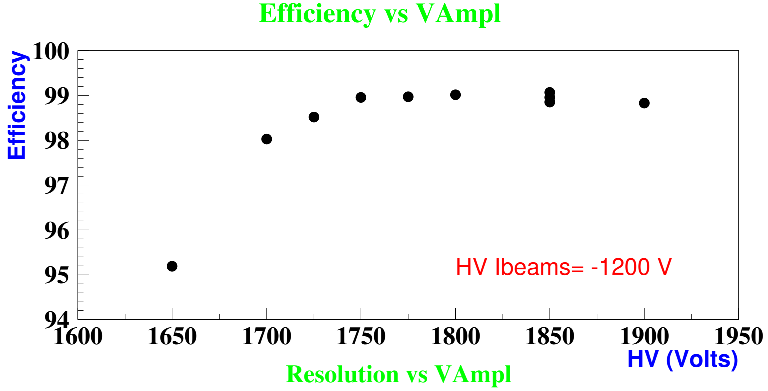



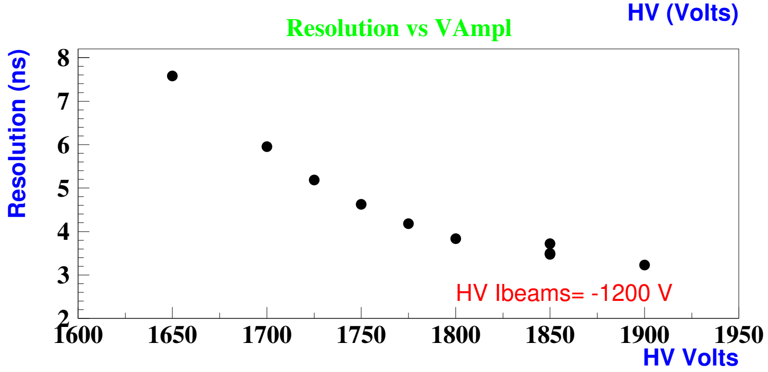



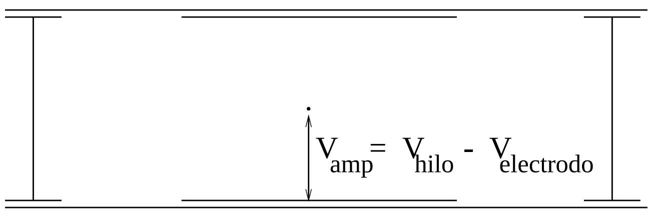

$$\mathrm{MT2} = \frac{1}{2}\,(t1+t3) + t2$$

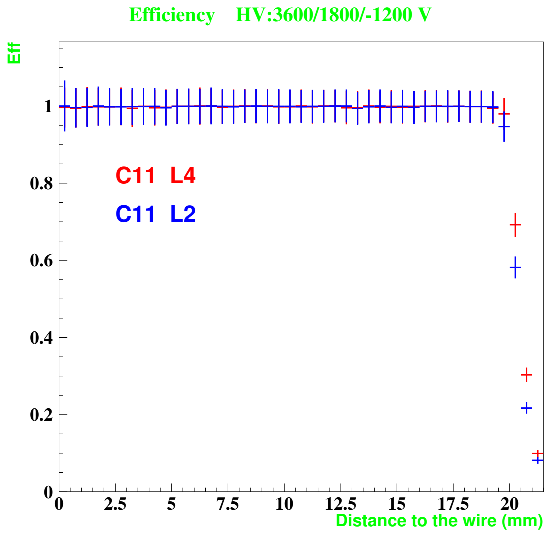
$$\mathrm{MT3} = \frac{1}{2}\,(t2+t4) + t3$$

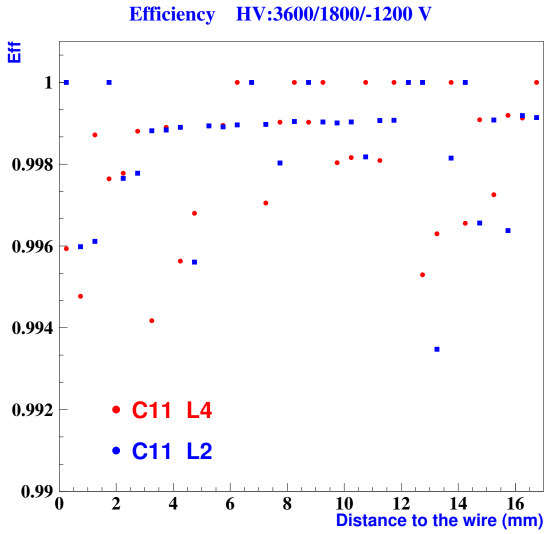
# Eficiencia y resolución



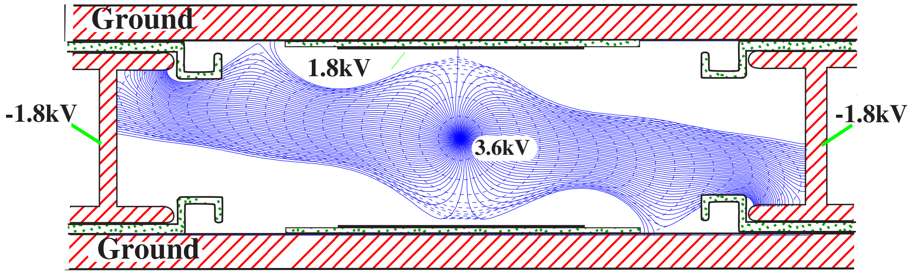



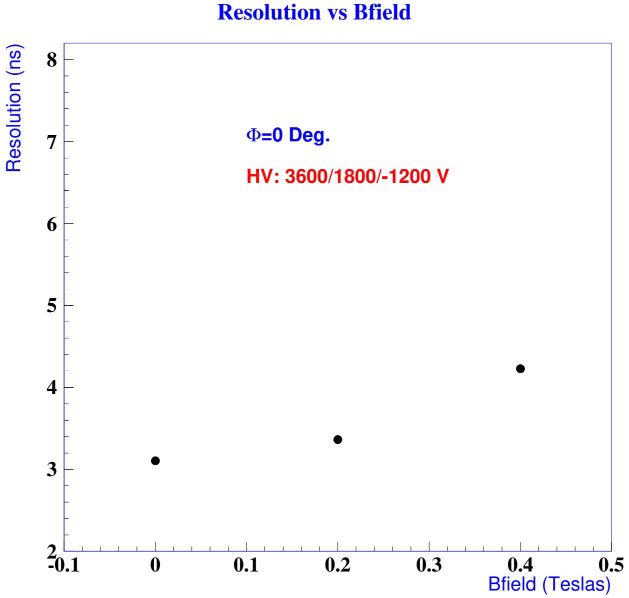



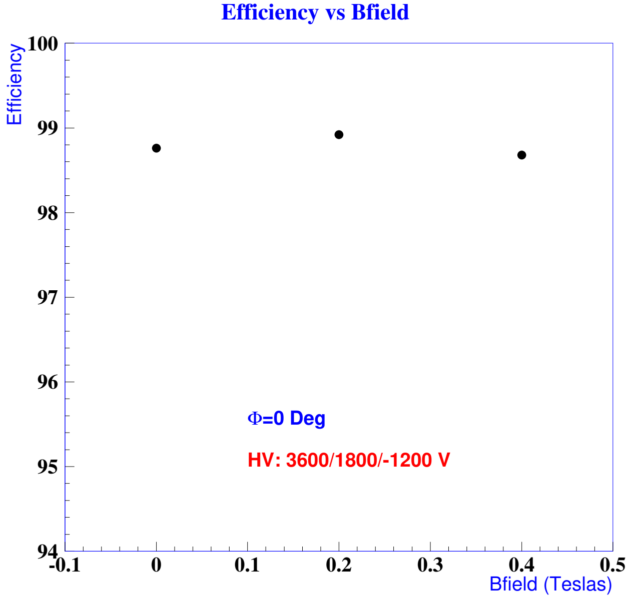



## Prestaciones en campo magnético

### Efecto de B paralelo al ánodo (Bw = 0.45 T)



## FAQS de Alineamiento

### Qué es un Sistema de Alineamiento (SA) ?

Conjunto de técnicas hard/software que permiten monitorizar, en tiempo real, los grados de libertad de un objeto.

### SA en AAEE ?

Tradicionalmente, traceadores y stas. de muones actuaban independientemente. Sólo alineamiento local de los elementos activos.
Una mejor medida del momento (L3, CMS) se consigue combinando ambos grupos de detectores. Para poder relacionarlos, debe existir un SA global.
Las fuerzas a las que están sometidos los detectores pueden desplazarlos de sus posiciones nominales *hasta varios cms*.

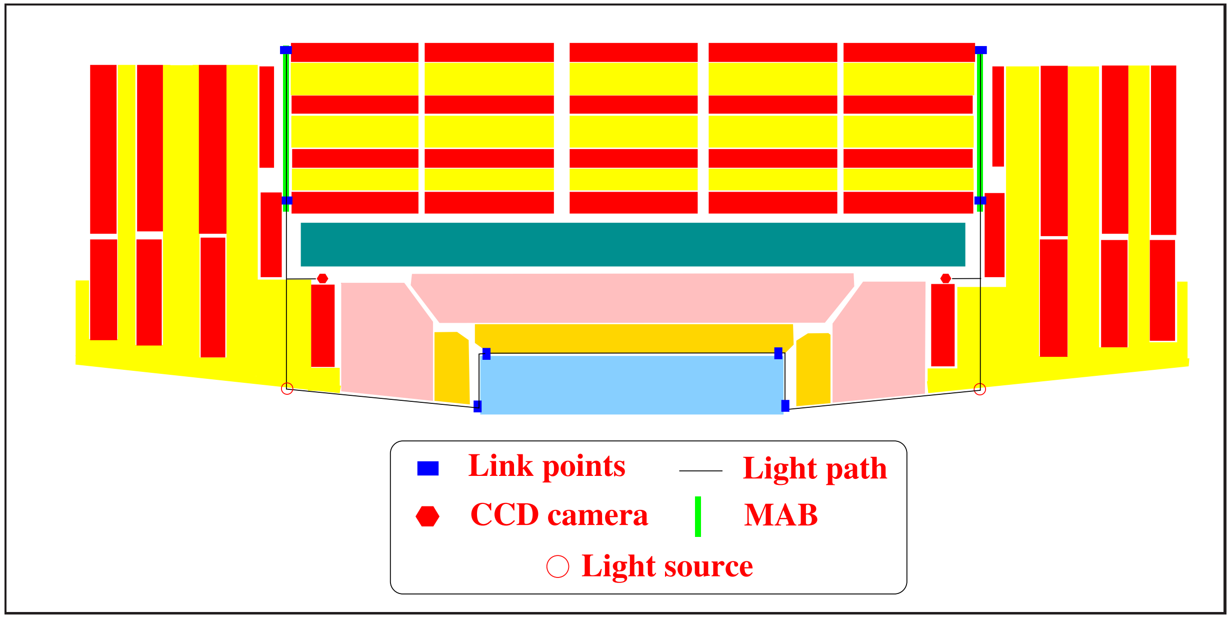
### Herramientas utilizadas

Durante la operación del detector se emplean SA optoelectrónicos. La instalación y entrada en rango se realiza por técnicas standard de topografía.

### Quienes participan en el SA de CMS?

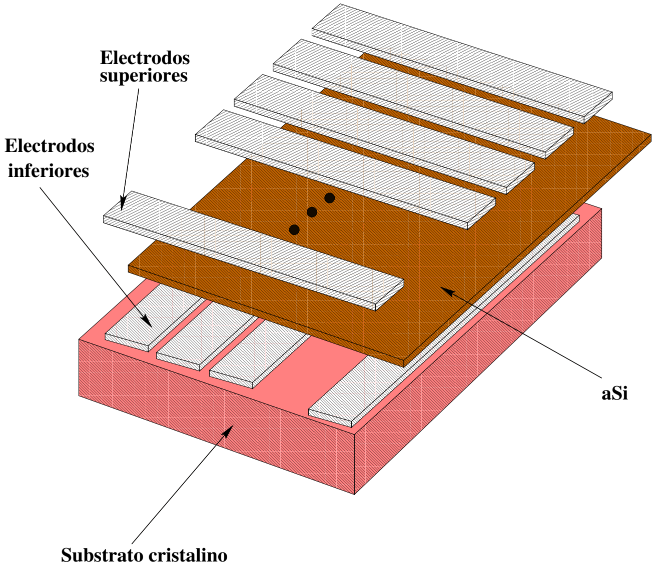
Endcaps = USA  Barrel = CERN
Sta. Link=CIEMAT + Un. Cantabria

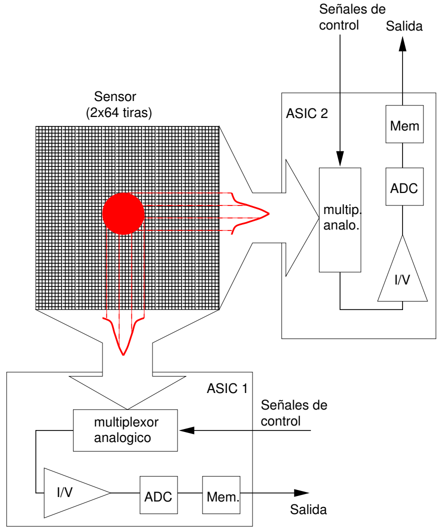
# El Sistema de Alineamiento de CMS



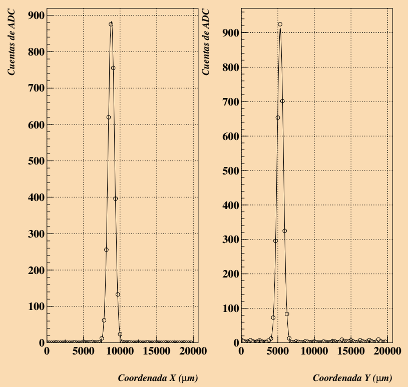

| Componentes | Error estimado |
|---|---|
| Sensor 2D | 5 $\mu$m/5 $\mu$rad |
| Posicionado de los sensores | 20-50$\mu$m |
| Espejos de los periscopios | 15 $\mu$rad |
| Posicionado del periscopio | 20 $\mu$rad |
| Rigidez del MAB | 20 $\mu$m |
| Nivel láser | 15 $\mu$rad |
| Ángulo de salida del láser | 20 $\mu$rad |
| Medidas de distancia (R y Z) | 80 $\mu$m |

# Los sensores transparentes de a-Si:H

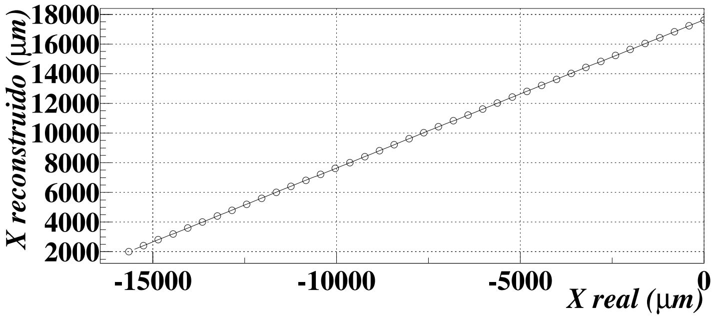


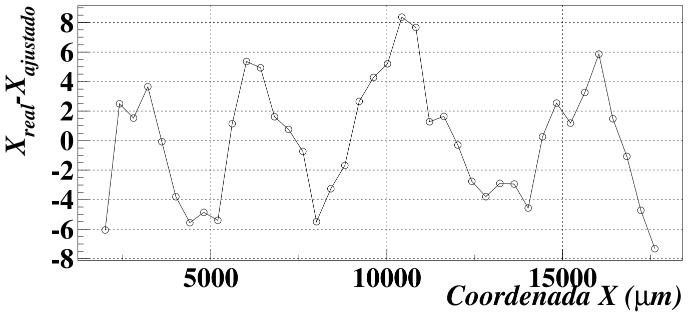



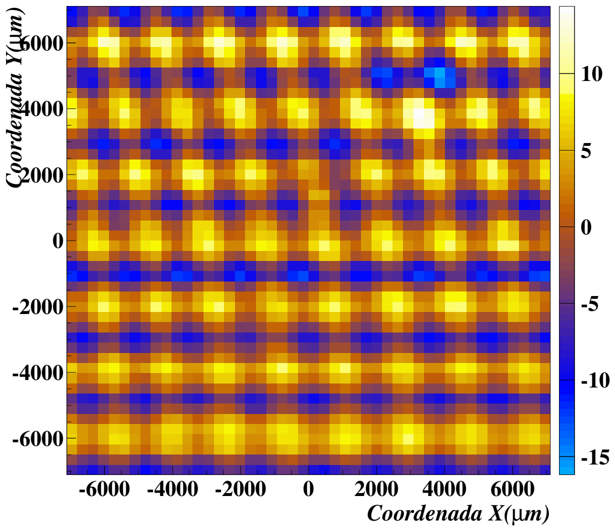

| | |
|---|---|
| Grosor de aSi | $\leq$ 1 $\mu$m |
| Grosor de los electrodos | $\leq$ 100 nm |
| Grosor del sustrato | 500$\mu$m |
| Número de electrodos | 64 horizontales, 64 verticales |
| Área activa | 20 mm $\times$ 20 mm |
| Anchura de cada electrodo | 302 $\mu$m |
| Interespaciado | 10 $\mu$m |

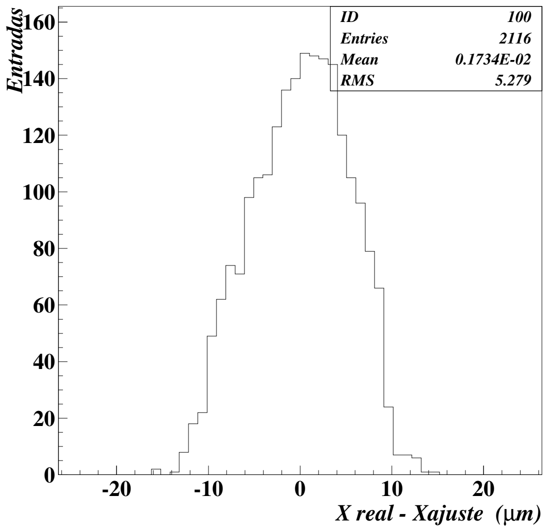


## Linealidad y resolución



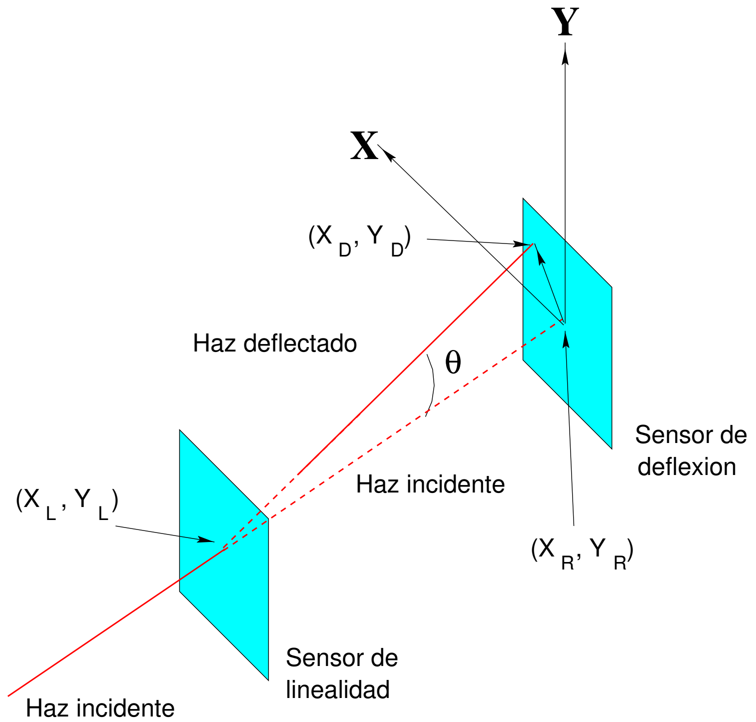



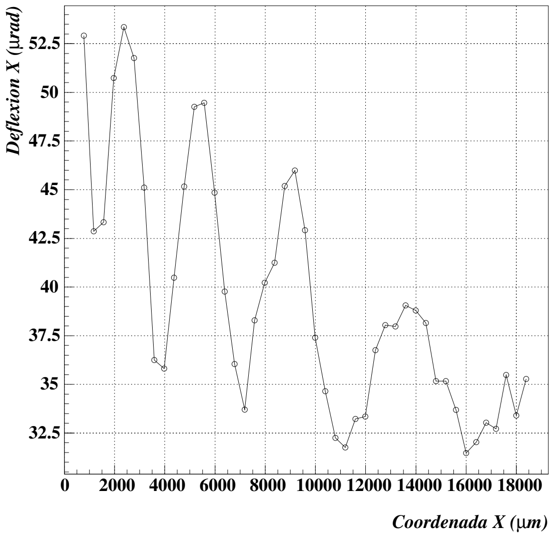



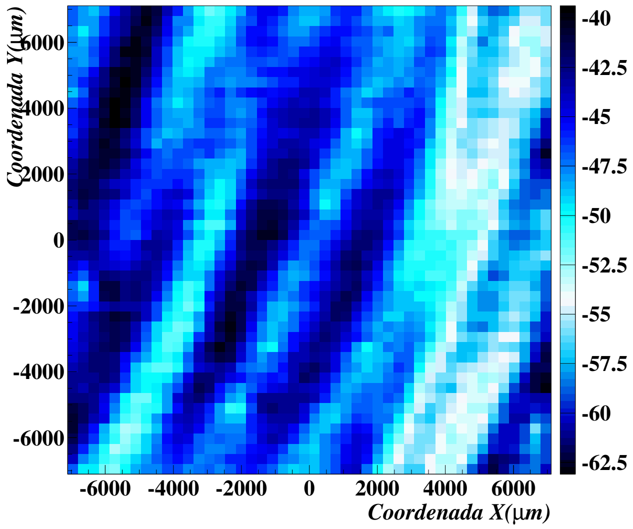

✥ Las figuras de uniformidad muestran sistemáticos en la reconstrucción.

✥Resolución espacial dependiente del sensor. Muy pocos sensores se encuentran dentro de las especificaciones.

✗ Hipótesis: toda la desviación del haz, producida por el primer sensor, se puede estudiar como una deflexión geométrica.



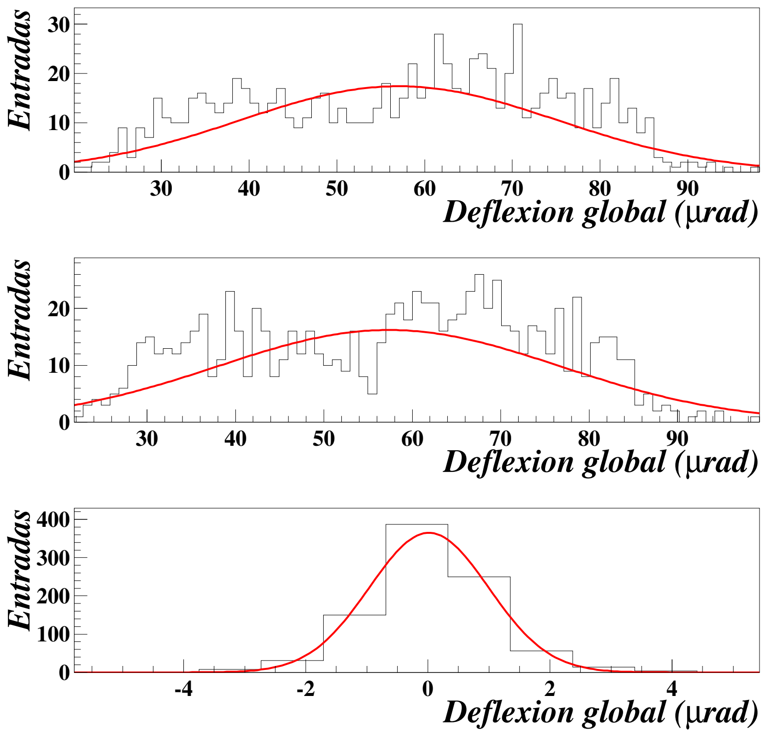




✗ La transmitancia es $> 80\%$ para $\lambda \geq 780$nm

▼ En general, la resolución espacial es peor que 5 $\mu$m y su resolución angular peor que 5 $\mu$rad.

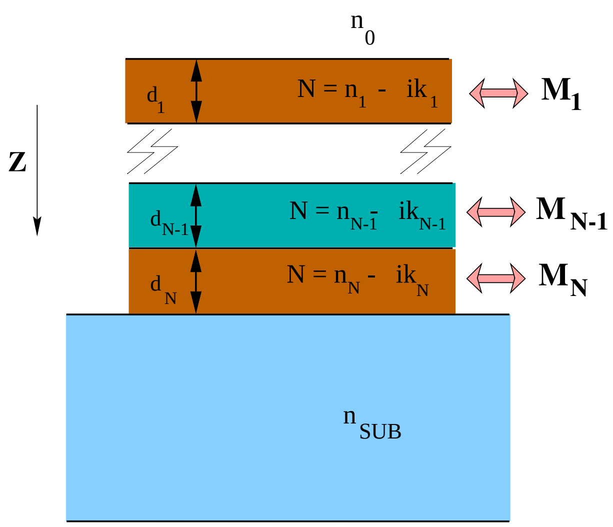
▲ Una solución consiste en hacer un mapeo previo de cada sensor y una corrección offline.




✍ Sin embargo, porqué aparecen los patrones en la uniformidad y deflexión ?

## Simulación de los ALMYs

❖ Los ALMYs son sensores multicapa. La medida *standard* es un estudio de la transmitancia (T) y reflectancia (R) vs $\lambda$. ($\lambda \in [700, 1000]$nm)




❑ Hemos desarrollado un método que permite <u>reproducir</u>:

☞ Las medidas de T y/o R con gran precisión.

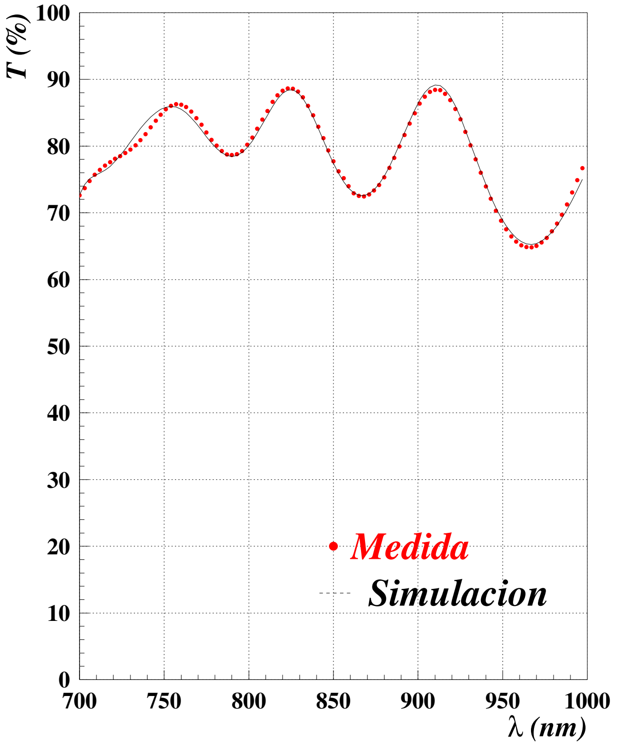
☞ Un conjunto de índices $(n, k)$ que dan lugar a las magnitudes medidas.

El único input necesario son los $(n, k)$ para unas pocas $\lambda$

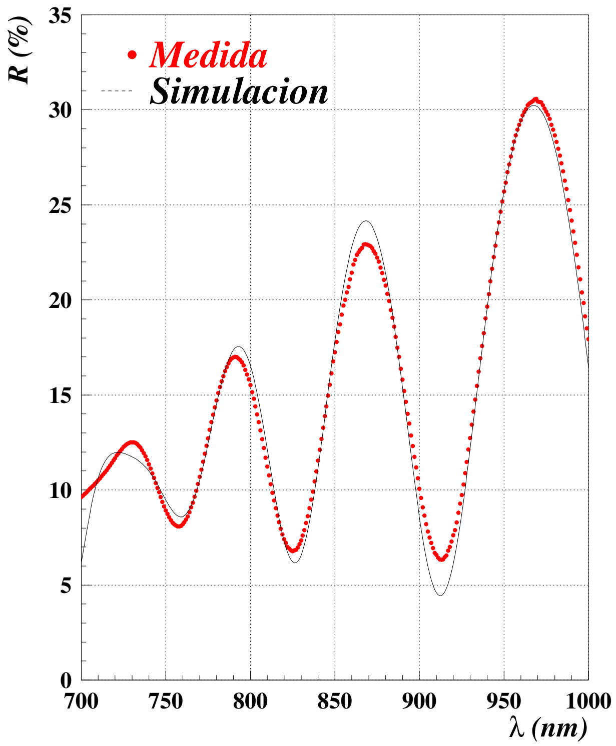
✍ Es un estudio de la propagacion de una OEM teniendo en cuenta las reflexiones en las distintas monocapas.

## T y R para un ALMY

T ALMY Schottky, (n,k) parametrizados, d optimzado




R ALMY Schottky, (n,k) parametrizados, d optimizado



## Hacia nuevos prototipos . . .

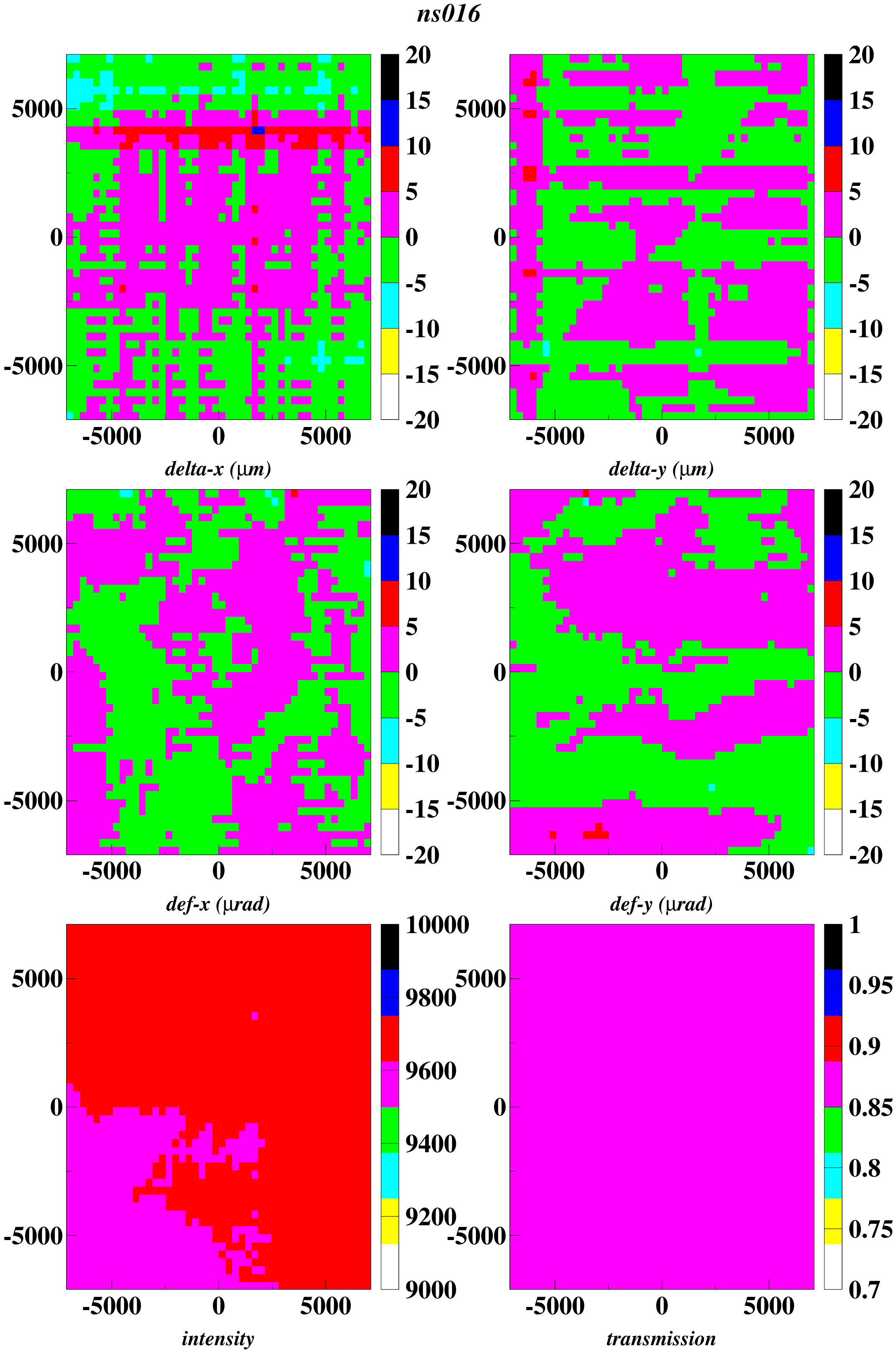
❏ La simulación muestra que las interferencias en las distintas capas de material reproducen las medidas observadas.

❏ En Julio del 98, una empresa alemana (JENOPTIK) aplica un tratamiento antirreflejante a la cara posterior del substrato.

❏ Un nuevo diseño de la electrónica de lectura permite iluminar el sensor con una menor potencia del haz incidente. Se busca reducir el envejecimiento operando el sensor a menor potencia.

❏ Hasta la fecha, un total de 27 sensores han sido testeados y . . .

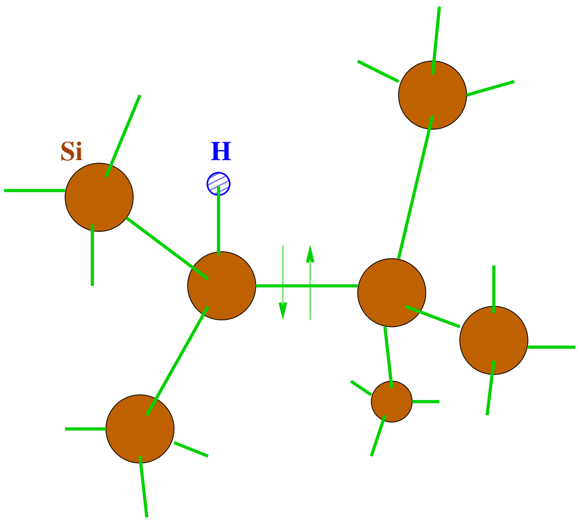
## ALMYs con tratamto. antirreflejante



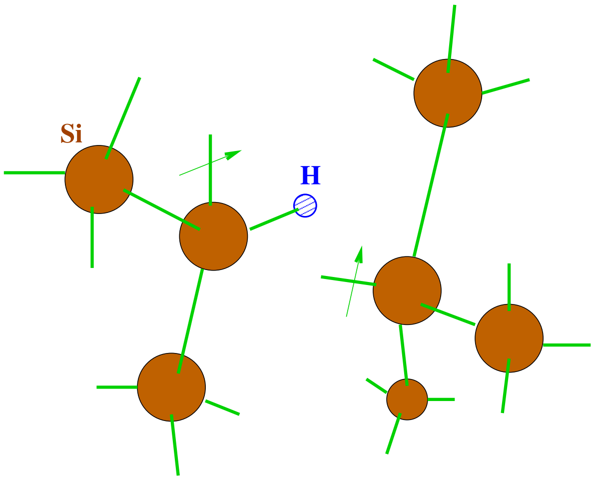
## Envejecimiento del a-Si:H

Conocido como efecto "Staebler-Wronsky" (1977). Densidad de trampas para los portadores crece como $I^{2/3}t^{1/3}$.

✓ En zonas del tamaño del spot de luz, el error en la posición puede ser $\geq 15 - 20\mu m$.




✓ Durante la operación en CMS,el spot apenas se moverá de la posición nominal. Este problema necesita ser eliminado.

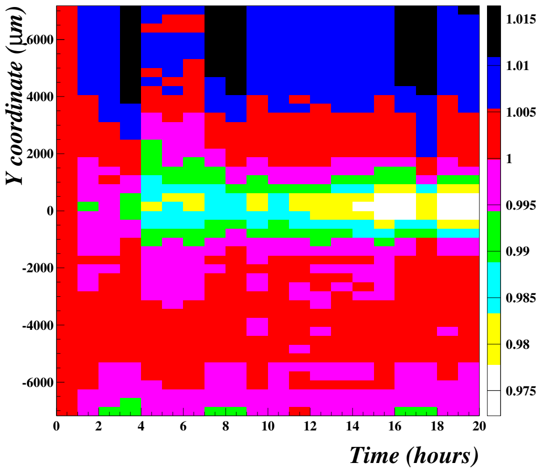



▲ La solución pasa por una redefinición de la electrónica que permita reducir la potencia del haz.

## Solución al envejecimiento

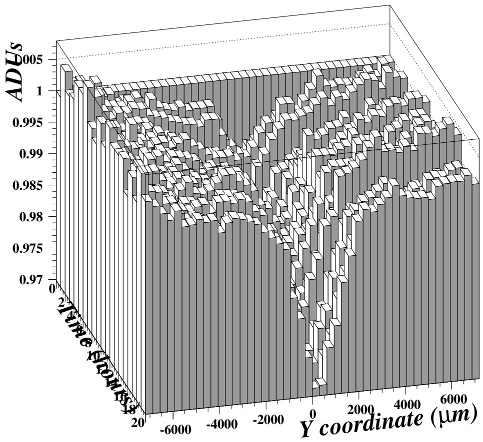
✍ Representamos la intensidad sobre el sensor como función del tiempo, para un área del tamaño de 1 electrodo. El origen de tiempos se toma como $t = 0$ y es utilizado como normalización.

ns004



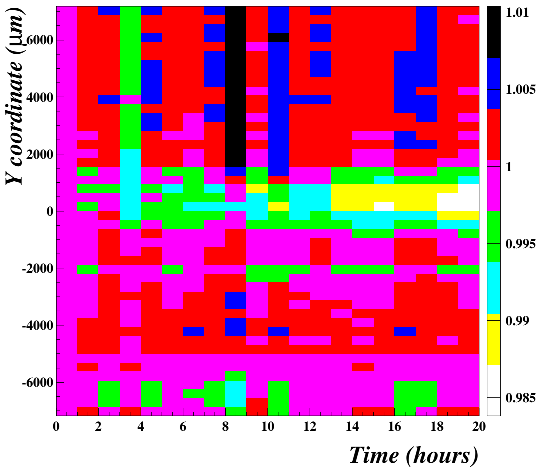

$$\frac{ADU(t{=}500h)}{ADU(t{=}0h)} = 0.97$$

ns005



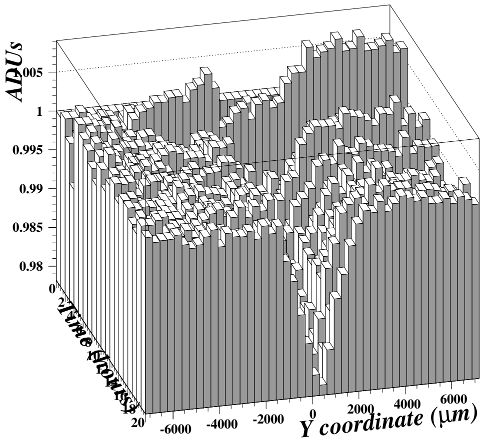

$$\frac{ADU(t{=}500h)}{ADU(t{=}0h)} = 0.97$$

ns007




$$\frac{ADU(t{=}500h)}{ADU(t{=}0h)} = 0.98$$

ns009




$$\frac{ADU(t{=}500h)}{ADU(t{=}0h)} = 0.98$$

## Conclusiones

✓ Hemos presentado el nuevo diseño de las celdas para las cámaras de muones del barril.

✓ Los resultados del test beam (verano del 99) siguen analizádose en la actualidad. Hemos presentado aquí los primeros resultados.

✓ Hemos estudiado la eficiencia y resolución para un prototipo construído en el Ciemat. El prototipo cumple con los requerimientos exigidos, incluso en campo magnético.

✓ Las prestaciones de la cámara mejoran en cuanto a estabilidad mecánica. La resolución y eficiencia de la cámara cumple con los requerimientos.

✓ Hemos introducido brevemente qué es un sistema de alineamiento y hemos expuesto porqué es necesario en un experimento como CMS.

✓ Se ha presentado una revisión histórica de los sensores transparentes de silicio amorfo, actualmente los sensores claves del SA de CMS:

- En los primeros sensores comerciales, la uniformidad y las resoluciones lineales y angulares no satisfacen los requisitos de los SA de CMS y ATLAS.
- El a-Si:H presenta un problema de quemado o envejicimiento que conduce a sistemáticos de decenas de micras.

- En esta situación los sensores necesitan una precalibración para poder ser utilizados.
- Una simulación de la propagación de una onda plana muestra la importancia esencial de las interferencias para explicar el comportamiento del sensor.
- Un tratamiento antirreflejante en la cara posterior del substrato permite eliminar los patrones característicos. Los sensores actualmente cumplen los requisitos esperados.
- El problema del quemado ha sido resuelto desarrollando una electrónica de mayor ganancia.