



ESPECTROSCOPIA DE ANIQUILACION DE POSITRONES

Autor: Elena Herranz Muelas

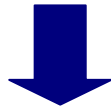
Directores: J.M. Udías

J. del Río

- 
- **PAS:** Estudio de la estructura electrónica y defectos en sólidos

- **TÉCNICAS:**

Sensibilidad de los positrones a la densidad electrónica



**Técnicas de
Tiempos de Vida**

Principio de conservación del momento en el proceso de aniquilación



- **Correlación Angular de la Radiación Aniquilación**
- **Ensanchamiento Doppler**



Objetivos

- Diseño del Dispositivo Experimental para la Eliminación de Fondo
- Aplicación al Estudio de Defectos



Índice

- Introducción
- Espectroscopía de Aniquilación Doppler
- Sistema diseñado para la Eliminación de Fondo
- Aplicación al Estudio de Defectos

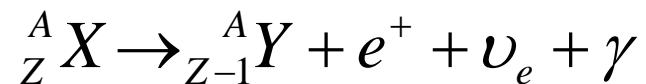
Introducción

Creación de Positrones:

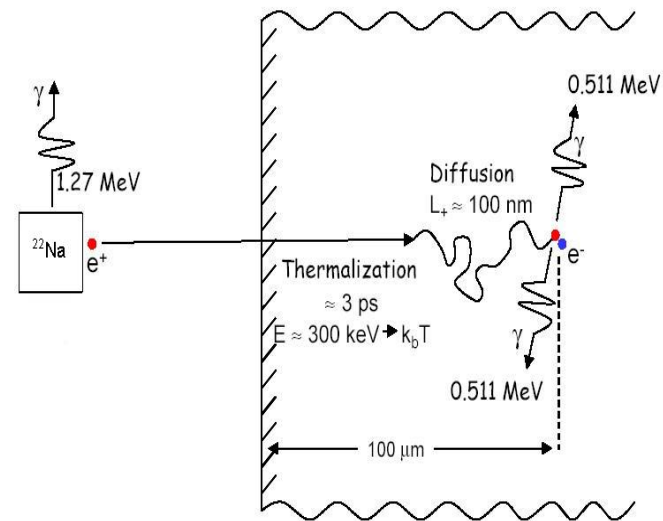
■ Creación de pares

$$\gamma \rightarrow e^+ + e^-$$

■ Desintegración β^+



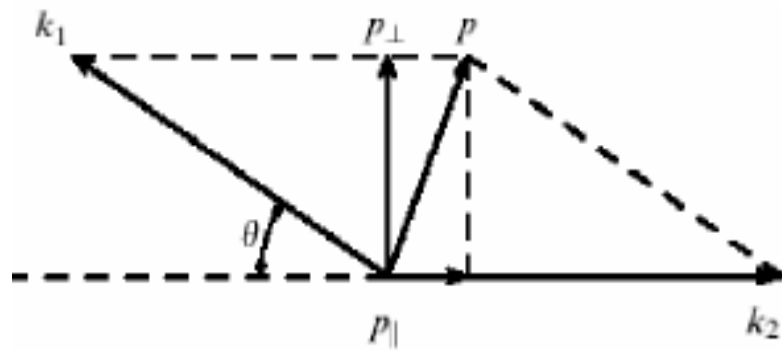
Interacción con la materia



- E altas \rightarrow Ionización
- E bajas \rightarrow Dispersión fonones
- Difusión
- Aniquilación

Aniquilación

■ Conservación Energía-Momento



$$k_1 + k_2 = p = 2mv$$

$$k_1 c + k_2 c = E = 2mc^2$$

- $v = 0$

$$k_1 c = k_2 c = 511 \text{ keV}$$

- $v \neq 0$

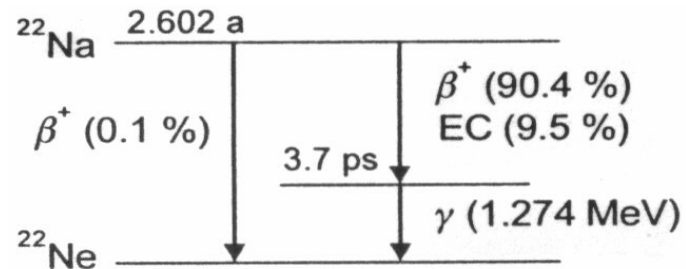
$$\Delta E \approx \frac{p_{\parallel}}{m_0 c}$$

$$\sin \theta \approx \frac{p}{m_0 c^2}$$

Fuentes y muestras en PAS

■ Fuente: ^{22}Na

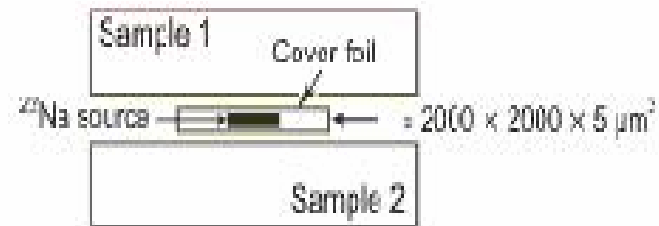
- $\tau = 2.6 \text{ años}$
- Emisión de γ y β^+



- Actividad débil
- Fácil Preparación

■ Muestras:

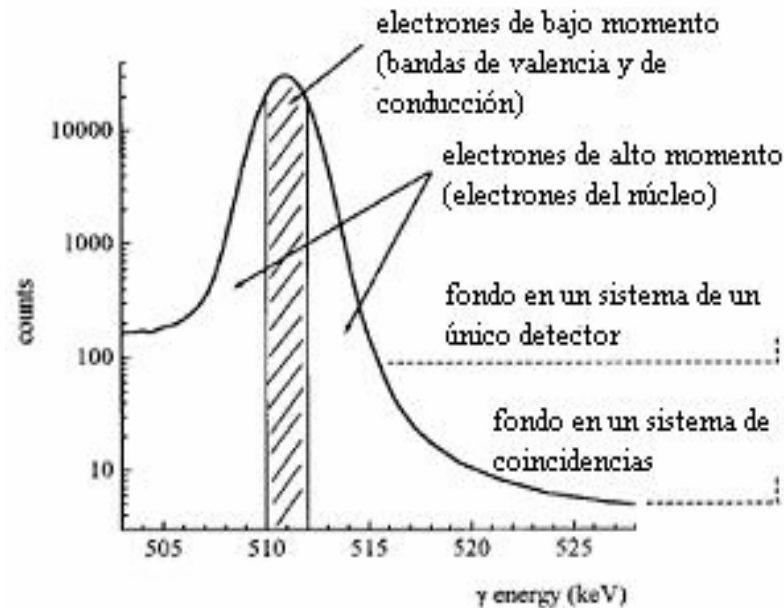
- Disposición tipo 'Sandwich'



- Idéntica naturaleza y tratamiento.

Técnica de Ensanchamiento Doppler

- Medida de la distribución de momentos de los e^- .



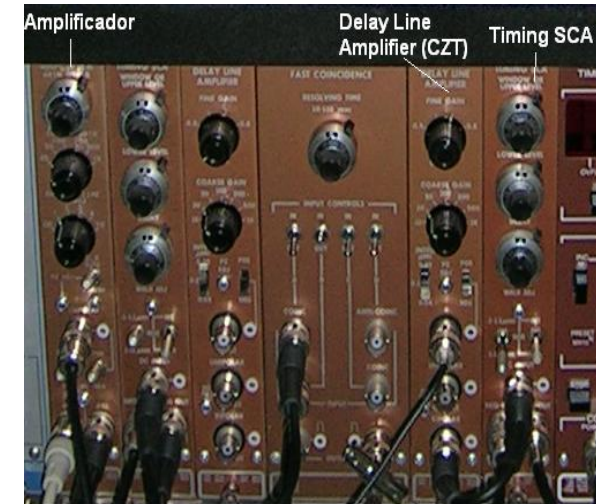
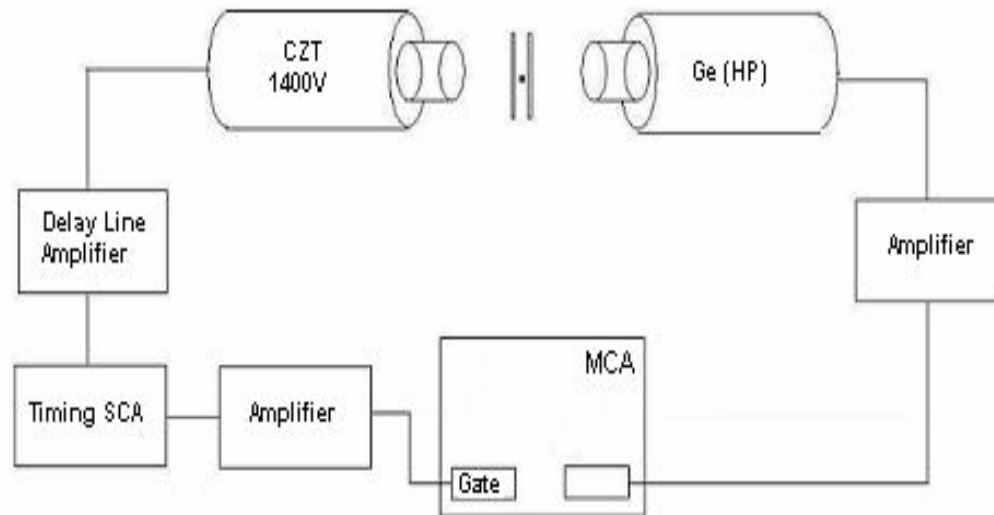
- Diferentes Energías transmitidas en cada evento



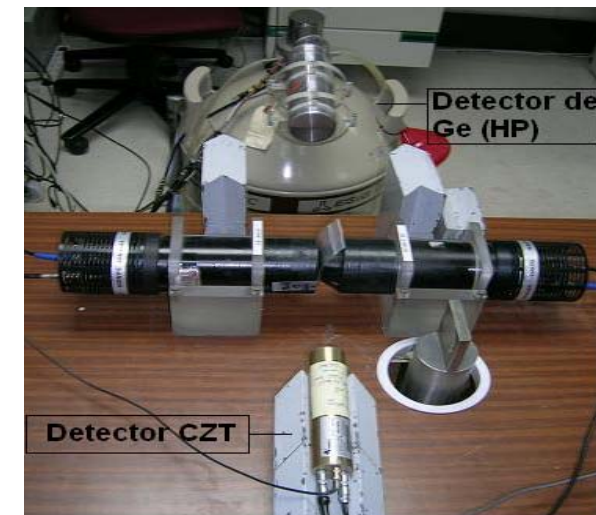
Ensanchamiento del pico:

$$\Delta E \approx \frac{p_{||}}{m_0 c}$$

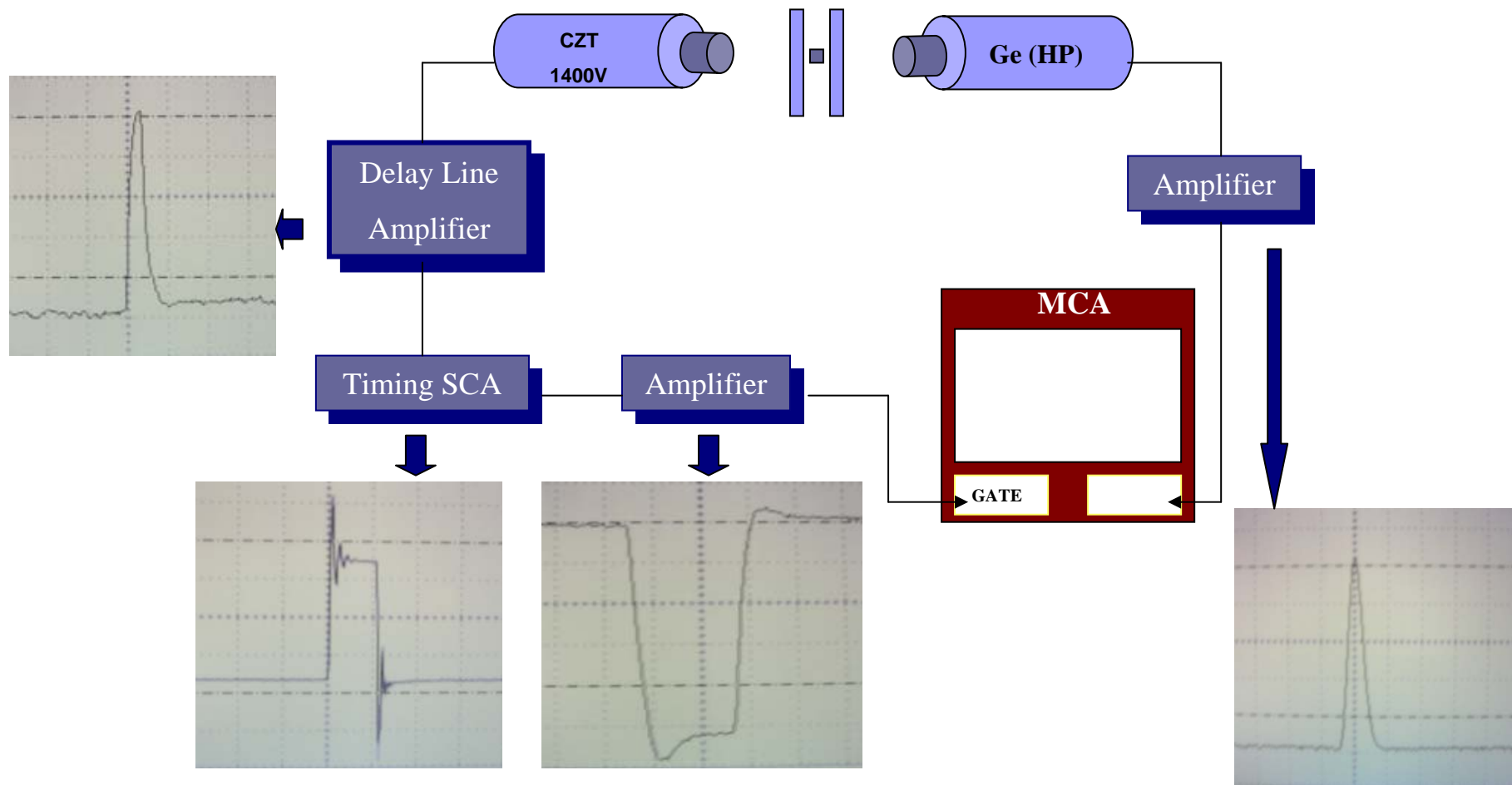
Diseño del dispositivo experimental



		HPGe	CZT
Tamaño del Cristal		<i>Diámetro</i> = 57.1mm	15 X 15 X 7.5 (mm ³)
		<i>Longitud</i> = 57.1 mm	
FWHM (keV)	Pico 511 keV	4.2	19.8
	Pico 1.28 MeV	5.5	18.9
Relación Pico/Fondo		102.3	30.5



Diseño del dispositivo experimental



- Amplificadores: generar pulsos de amplitud y forma adecuada
- 'Timing SCA': seleccionar ventana de energía. Pulso lógico retardado.

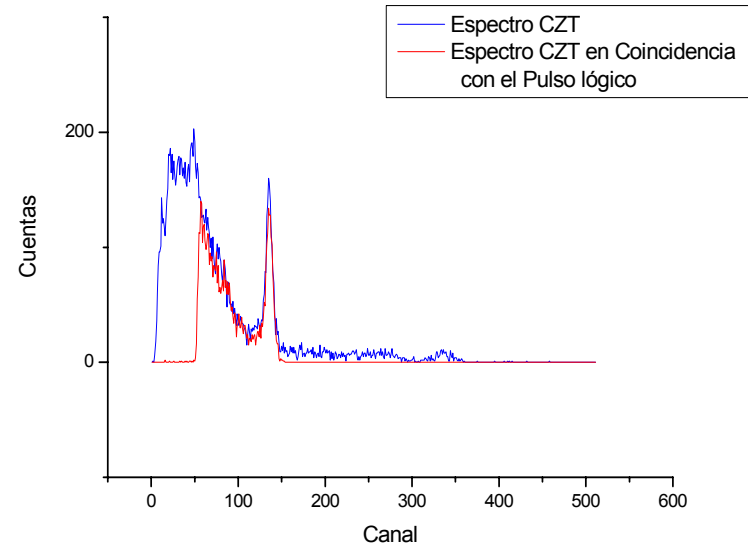
Diseño del dispositivo experimental

■ Timing SCA. Pulso lógico Retardado

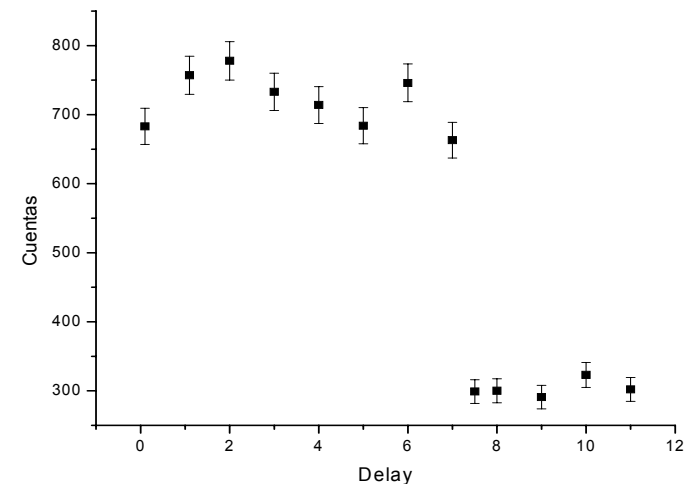
- Permite seleccionar γ detectados por el CZT asociados a un intervalo de energías (en torno 511 keV)

- Permite establecer un retardo relativo entre las señales del CZT y HPGe \rightarrow alineamiento óptimo \rightarrow

4 μ s

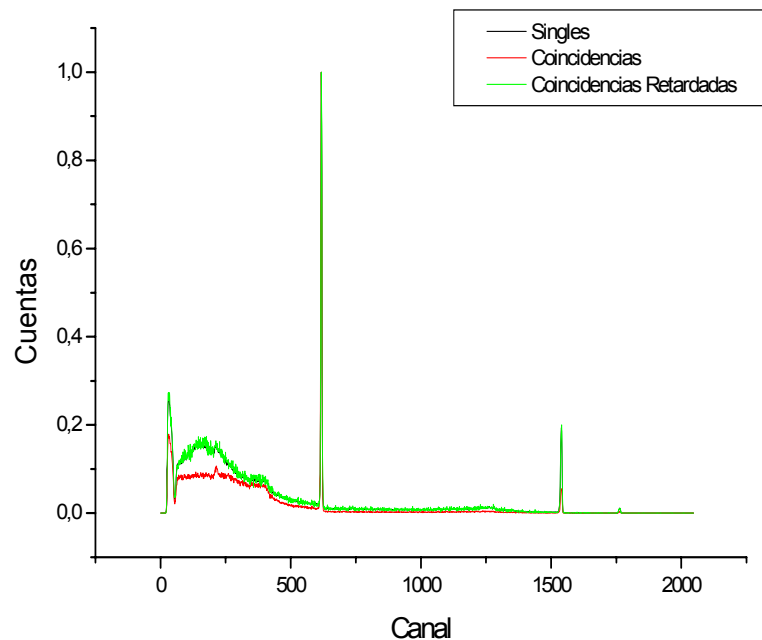


Distancia fuente-detector de 100cm



Resultados Experimentales

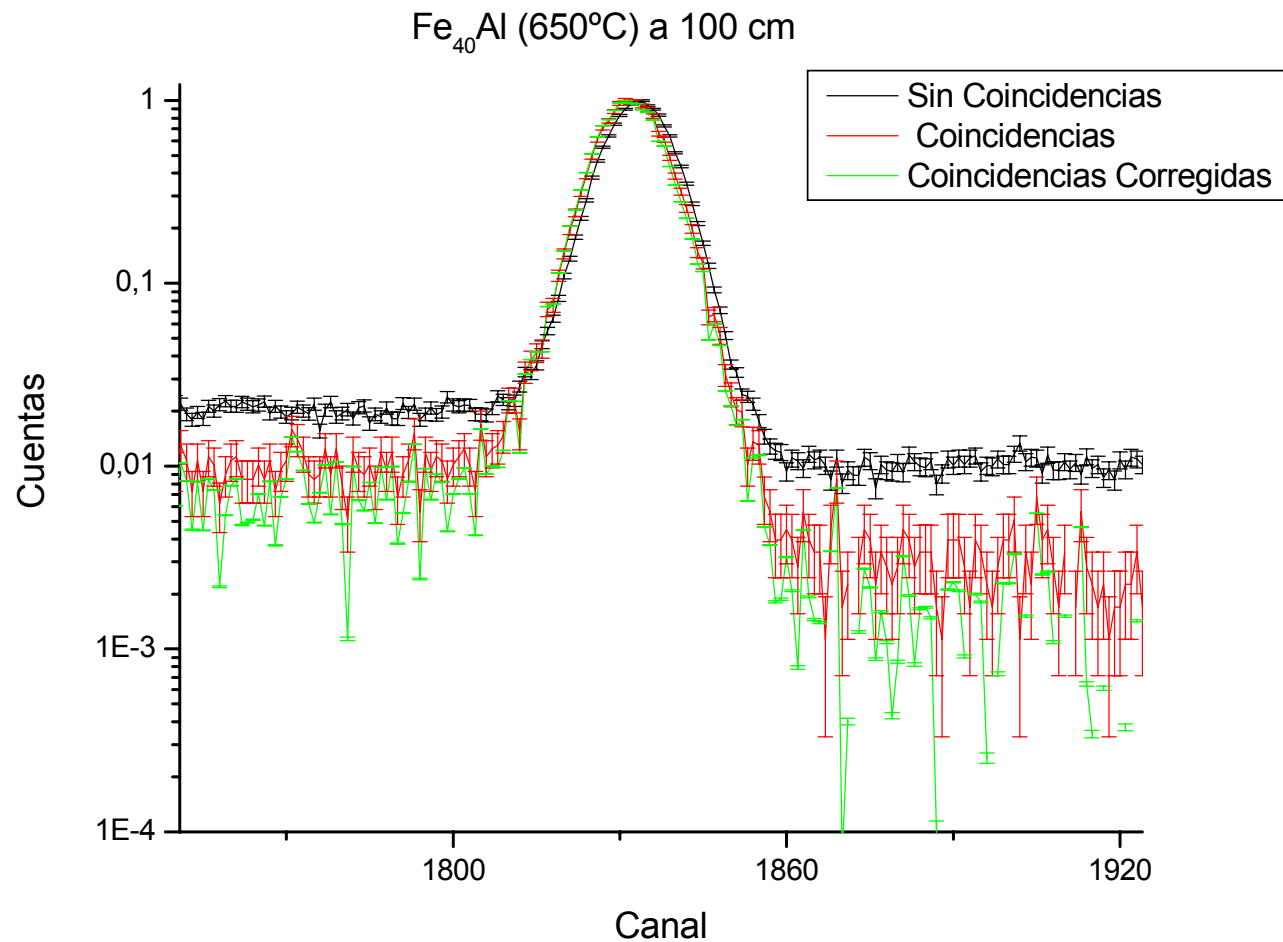
■ Fe_{40}Al (650 °C)



- Espectro SIN coincidencias
- Espectro Coincidencias :
 - Coincidencias auténticas
 - γ 511 keV
 - γ 1.28 MeV – γ 511 keV
 - γ 1.28 MeV
 - Coincidencias Aleatorias
- Espectro Coincidencias Retardadas
 - Coincidencias aleatorias

Resultados Experimentales

- Fe_{40}Al (650 °C). Distancia muestra-detector = 100 cm



Resultados Experimentales

- **Influencia de la geometría:**

Distancia menor entre muestra-HPGe



Mayor ritmo de
conteo



Mayor apilamiento



Mejor estadística →

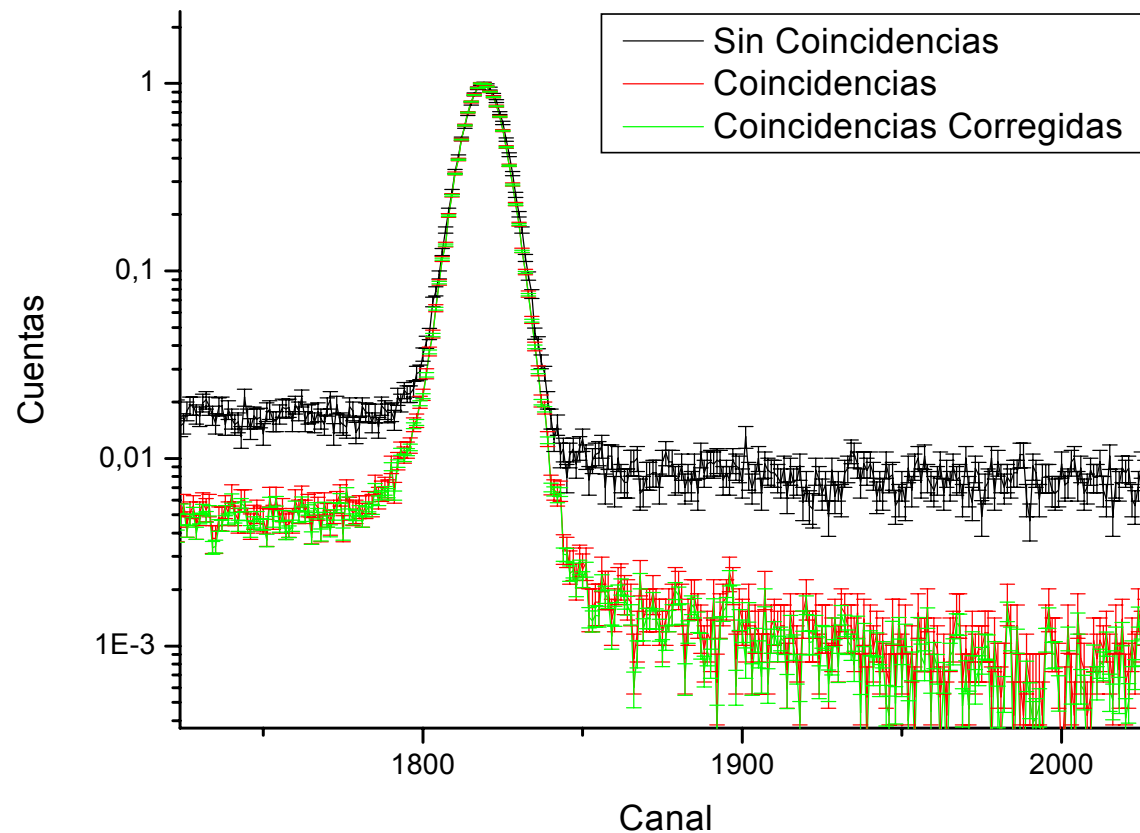
Más eventos auténticos

Más eventos aleatorios

Resultados Experimentales

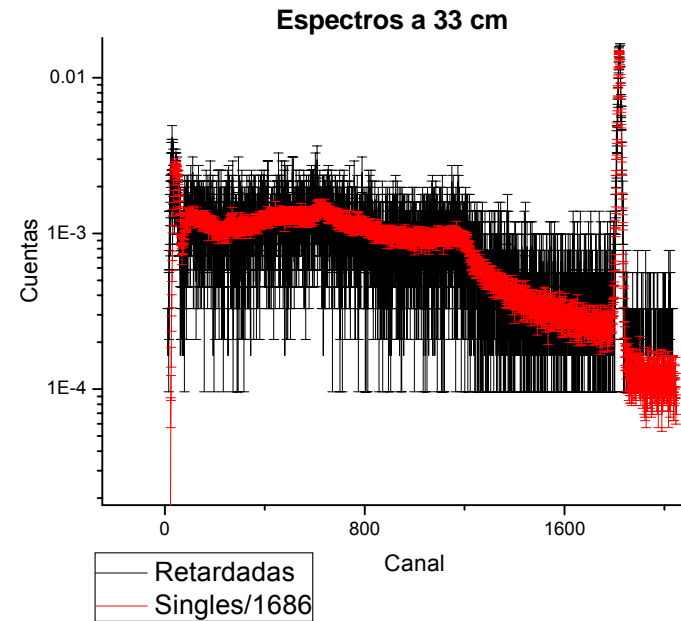
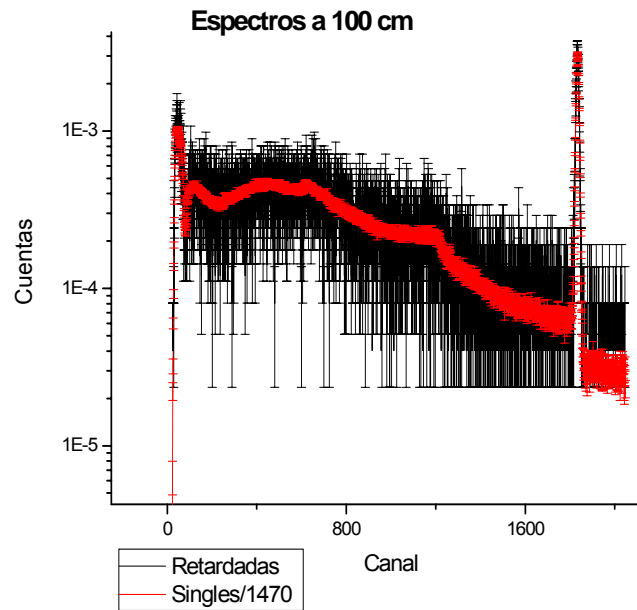
- **Influencia de la geometría**
- **Fe₄₀Al (650 °C). Distancia muestra-detector = 33 cm**

Espectros de Fe₄₀Al (650 °C) A 33 cm



Resultados Experimentales

- **Influencia de la geometría:** Espectros SIN coincidencia (Singles) y Coincidencias Retardadas



<i>Distancia HPGe (cm)</i>	<i>Singles (cps en el pico)</i>	<i>Coincidencias Retardadas (cps en el pico)</i>	<i>Factor de proporcionalidad</i>
100	72	0.05	1470
33	394	0.2	1686

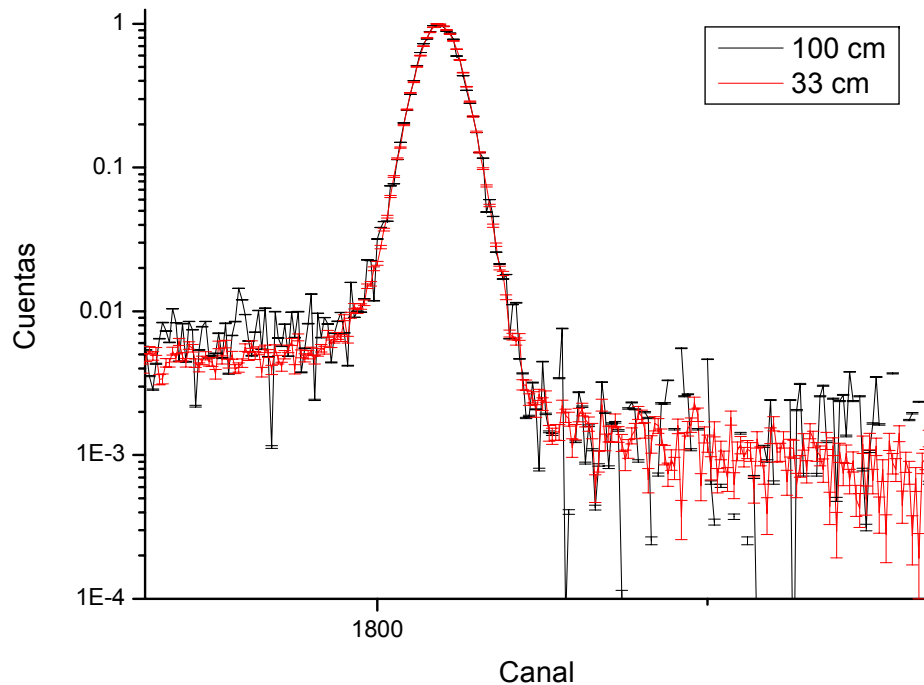
La distancia del detector no afecta al porcentaje de cuentas aleatorias respecto al de singles

Resultados Experimentales

▪ Influencia de la geometría: Espectros Coincidencias auténticas

➤ γ (1.28 Mev) – γ (511 keV) → no correlacionados angularmente → dependencia del ángulo sólido subtendido → disminuyen con el cuadrado de la distancia

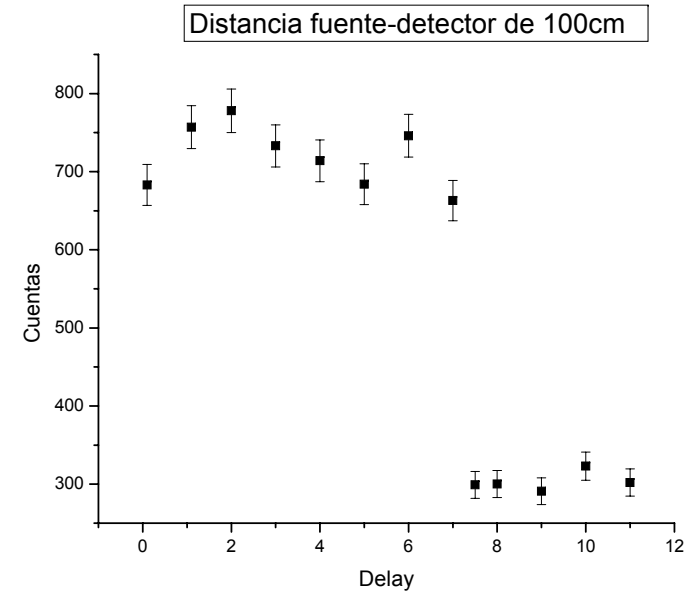
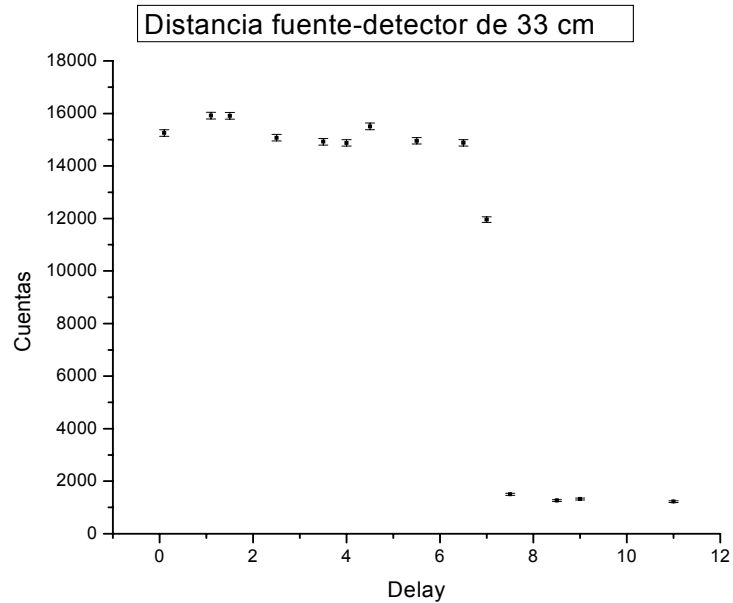
➤ γ (511keV) – γ (511 keV) → dependencia con el ángulo sólido → distancia mayor → menor número de coincidencias auténticas → relación coincidencias totales/coincidencias aleatorias disminuye al aumentar la distancia del HPGe.



	<i>Fe40Al (650°C)</i> (100 cm)	<i>Fe40Al (650°C)</i> (33 cm)
<i>Relación pico/fondo</i>	$1,1 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$

Resultados Experimentales

<i>Material</i>	<i>Distancia HPGe</i>	<i>Singles (cps)</i>	<i>Coincidencias (cps)</i>	<i>C. Retardadas (cps)</i>	<i>Relación pico/fondo</i>	<i>FWHM (keV)</i>
<i>Fe40Al (650°C)</i>	33	394	6	0.22	$1,3 \cdot 10^3$	4.2
<i>Fe40Al (650°C)</i>	100	72	0.22	0.05	$1,1 \cdot 10^3$	4.2

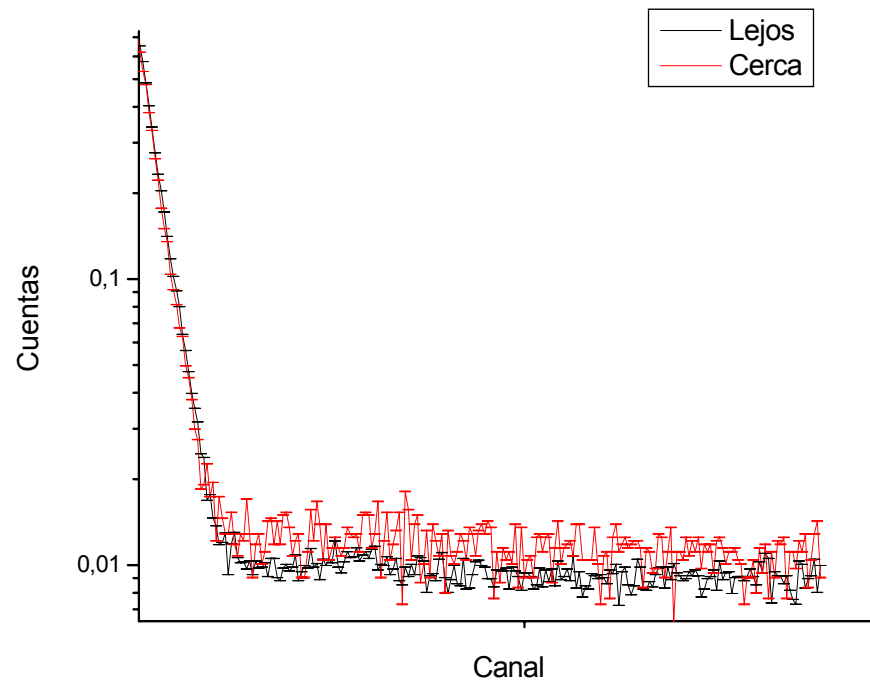


Resultados Experimentales

■ Influencia del apilamiento

Ausencia de estabilizador y sistema de rechazo de 'pile-up' → solapamiento entre pulsos → falseamiento de los resultados experimentales.

- Disminución de la distancia relativa fuente detector



Aumenta el ángulo sólido



Aumenta el conteo

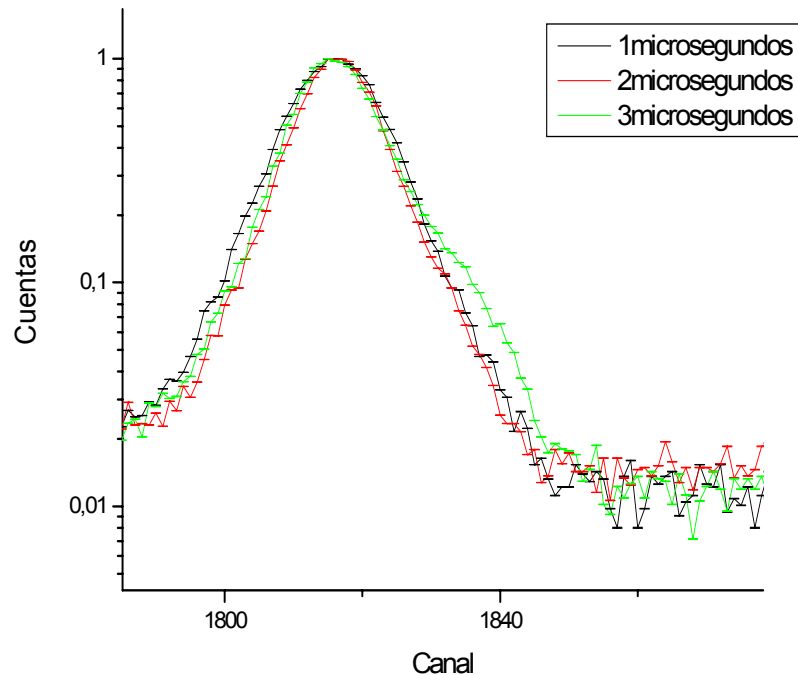


Mayor probabilidad de apilamiento

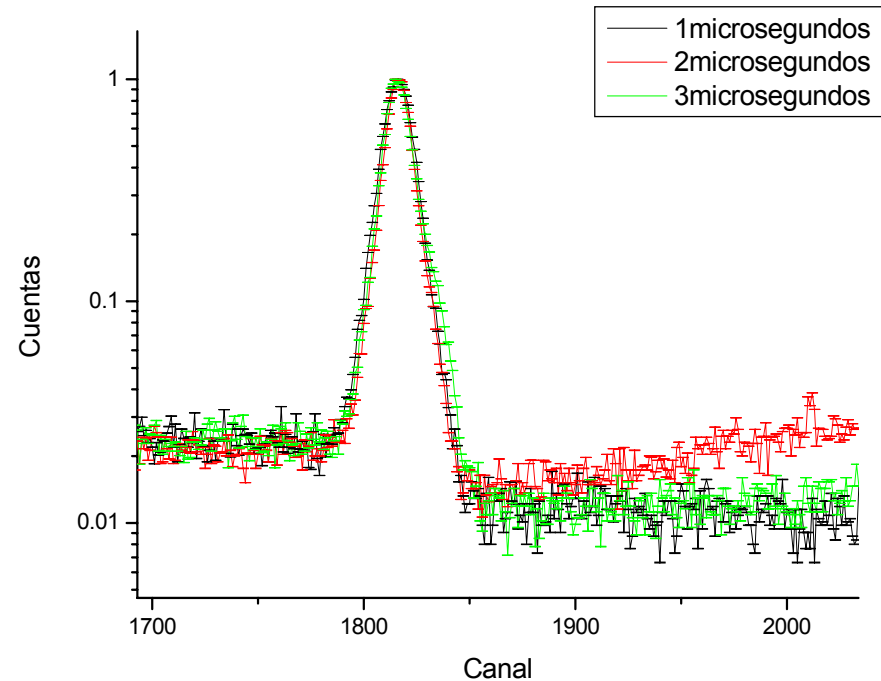
Resultados Experimentales

■ Influencia del apilamiento

■ Variación de la anchura de los pulsos de HPGe



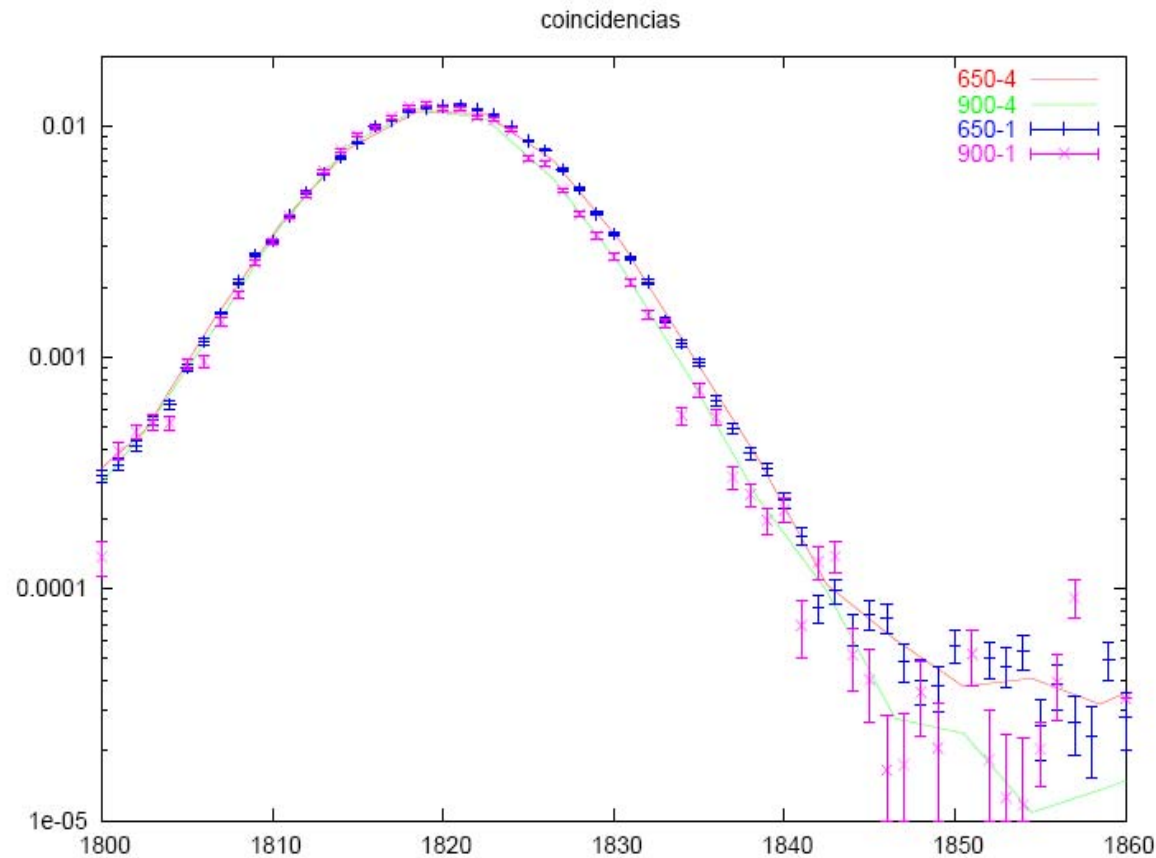
Deformación para 3 μ s. Ensanchamiento asociado a un desplazamiento de E respecto al valor real.



Aumento del número de cuentas en la cola del pico para 2 μ s

Resultados Experimentales

■ Comparación Fe_{40}Al (650 °C) y Fe_{40}Al (900 °C)



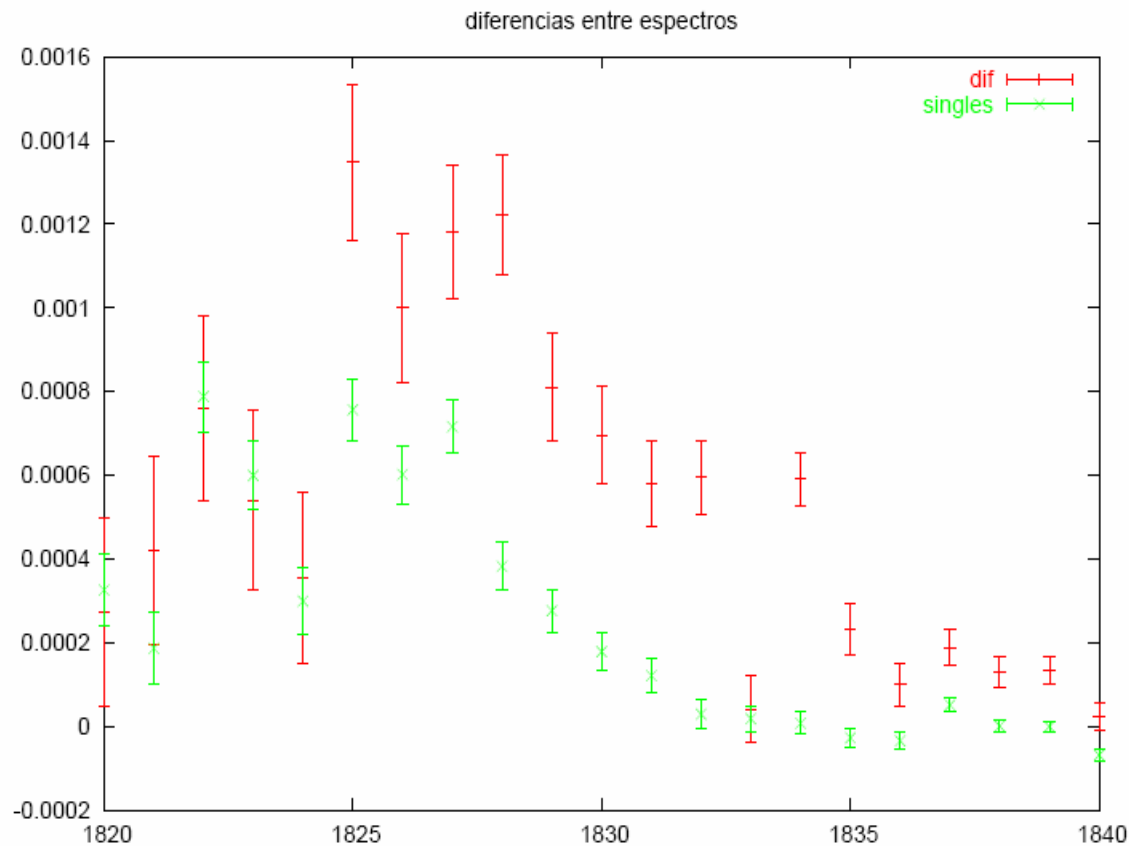
■ Canal 1845:
Claras Diferencias



ESTRUCTURAS
DISTINTAS

Resultados Experimentales

- Comparación Fe_{40}Al (650 °C) y Fe_{40}Al (900 °C)



- Defectos presentes en ambas muestras tienen estructura diferente.

- Singles vs Coincidencias



EFICIENCIA DEL DISPOSITIVO



Conclusiones

- Se ha conseguido diseñar un dispositivo experimental capaz de restar fondo al espectro de Ensanchamiento Doppler (1 orden de magnitud)
- Eficiencia del dispositivo para distinguir defectos en distintas muestras.