

# Caracterización de Materiales

## Tema 9. Análisis termo-mecánico



**Isidro Carrascal Vaquero**  
**Soraya Diego Cavia**  
**José Antonio Casado del Prado**  
**Diego Ferreño Blanco**  
**Jesús Setién Marquínez**

DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA  
DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



## TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN:

Técnicas experimentales de análisis térmico-mecánico

### Índice:

1. INTRODUCCIÓN

2. ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO. TGA

3. CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO. DSC

4. ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL. DTA

5. ANÁLISIS TERMOMECAÁNICO. TMA

6. ANÁLISIS (TÉRMIICO) MECÁNICO DINÁMICO. DMA

7. TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

Detección de gases desprendidos. EGD

Análisis de gases desprendidos. EGA

## 1. INTRODUCCIÓN

TEMPERATURA  VARIACIÓN COMPORTAMIENTO

### ANÁLISIS TÉRMICO:

- Evalúa propiedades físicas y químicas de una muestra sometida a un programa de  $T^a$
- Un equipo integrado de análisis térmico aporta información de:

$T^a$  transición vítrea  
Pérdidas de peso  
Energías de activación  
Cambios dimensionales  
Modificación de módulos  
Propiedades viscoelásticas

Análisis cualitativo  
Análisis cuantitativo

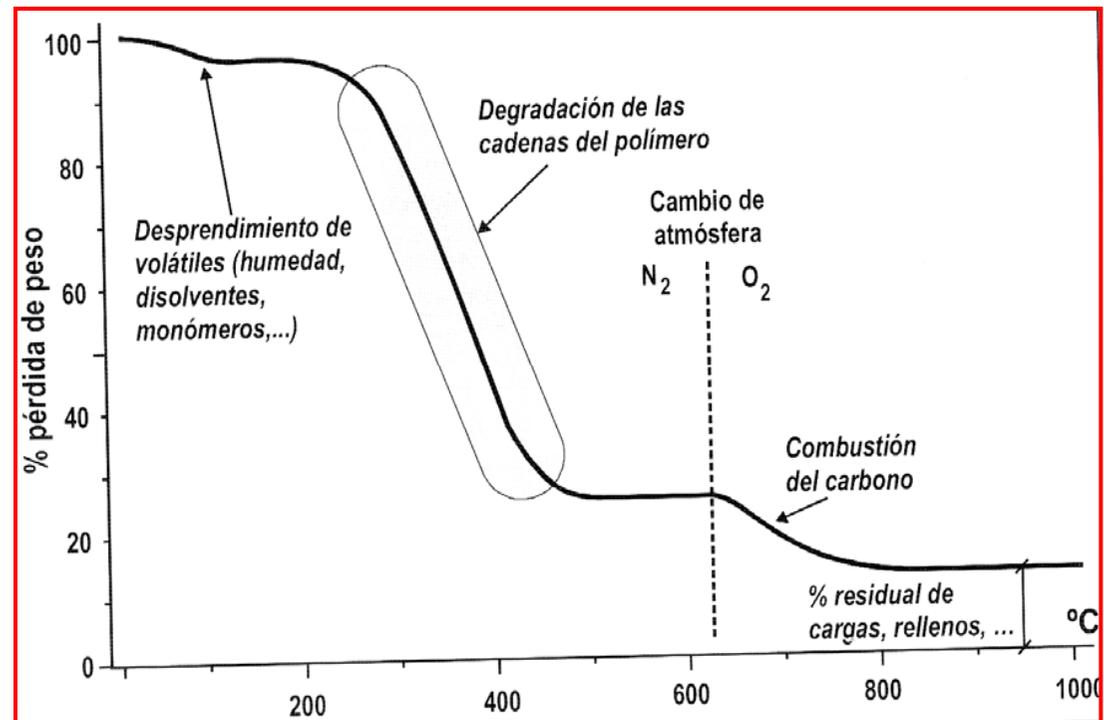
## 2. ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO.

### TGA



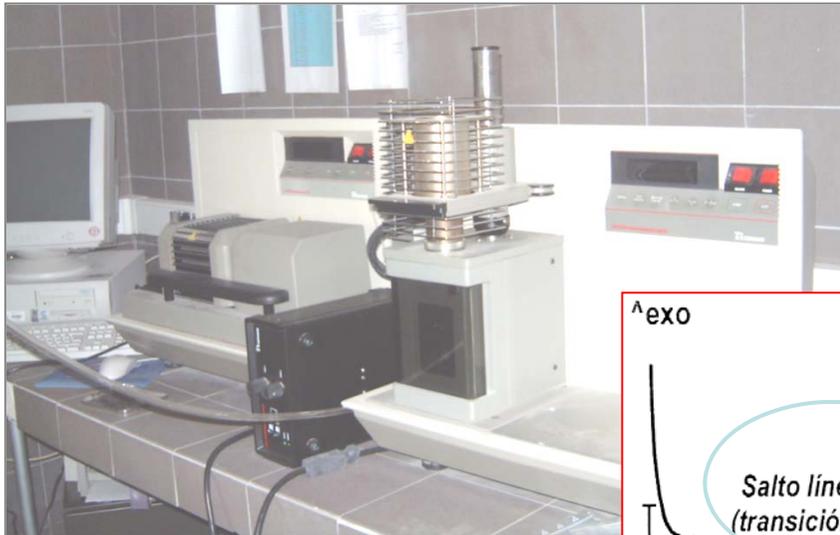
- Estabilidad térmica
- Pérdida de volátiles
- Presencia de cargas
- Identificación cualitativa del proceso  $\Delta m$
- Identificación cuantitativa de la extensión del proceso
- Velocidad de pérdida de masa
- Posibilidad de analizar gases desprendidos

- Equipo: horno + balanza
- Calentamiento de muestra: atmósfera inerte ( $N_2$ ) y oxidante ( $O_2$ )
- **Cambio de masa**



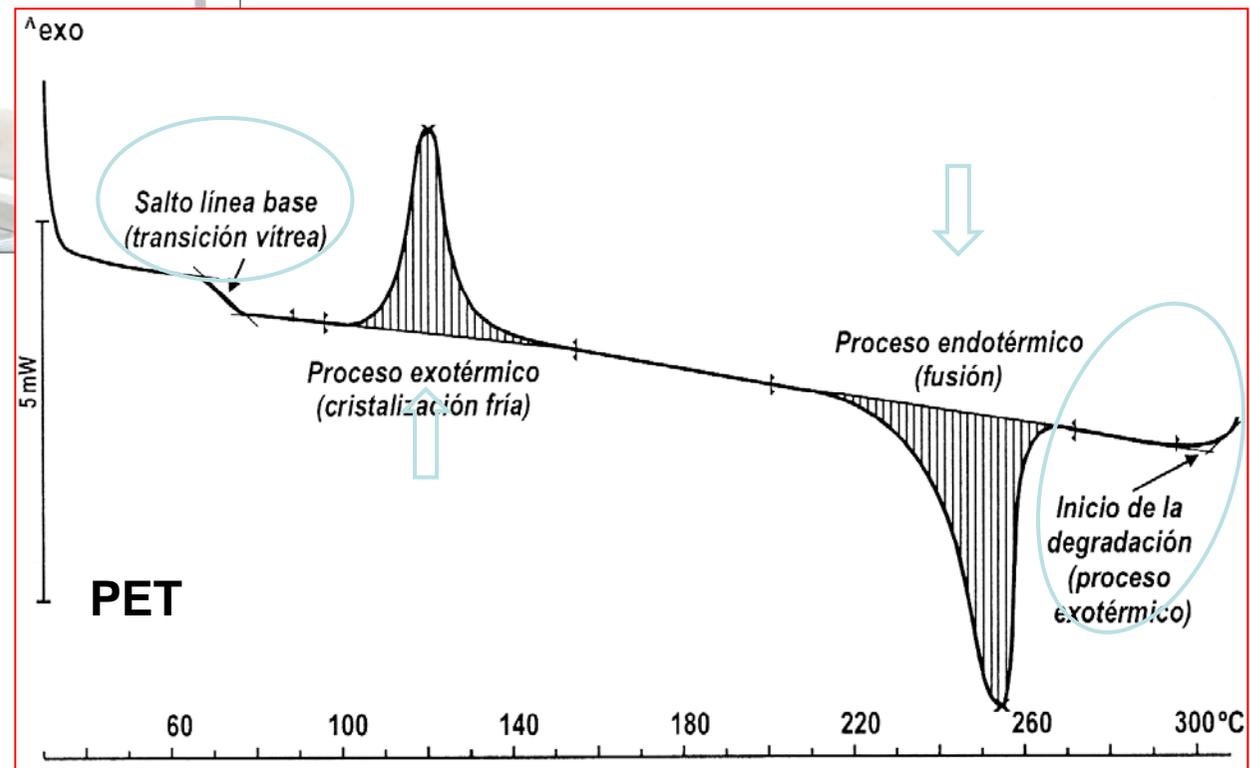
### 3. CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO.

#### DSC



- Calentamiento de muestra y referencia
- **Diferencia de flujo de calor (entalpía)** de muestra y referencia para mantener la misma temperatura

- Calor
- Temperaturas de transición
- Temperaturas de reacciones
- % cristalinidad
- Identificación de mezclas
- curado de polímeros
- Opcional análisis de gases



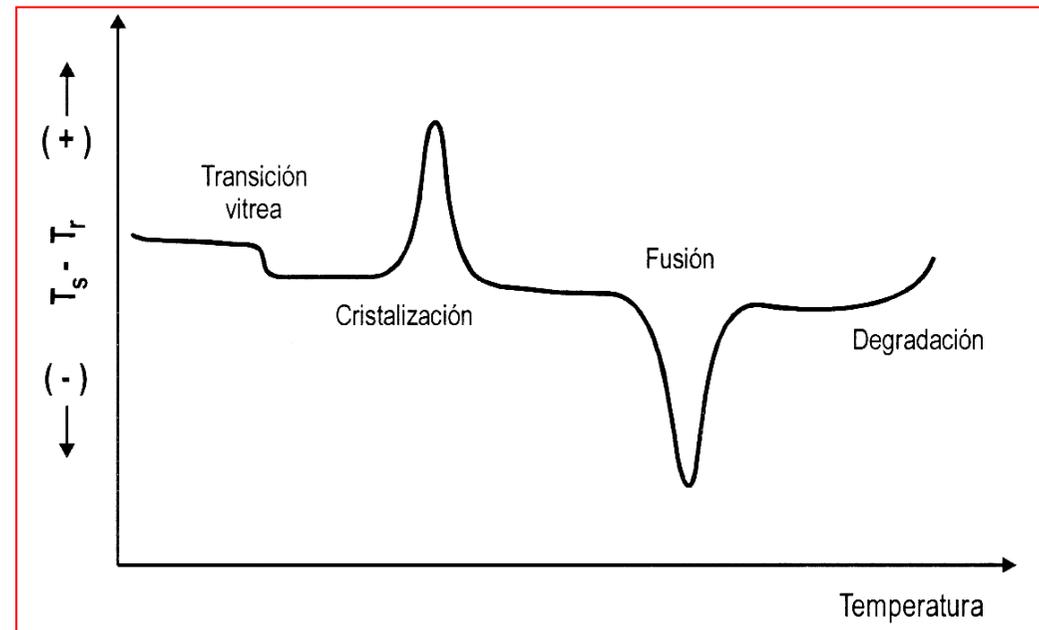
## 4. ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL.

### DTA



Resultados e interpretación  
similar al DSC

- ~ DSC
- Mide y compara  $T^a$  de muestra y referencia sometidas al mismo programa térmico
- Variación  $T^a$  en la muestra:  
diferencia entre muestra y referencia



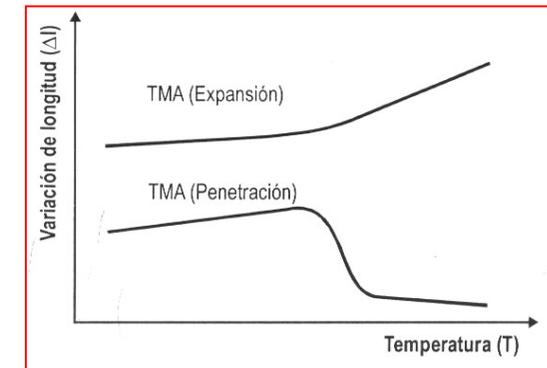
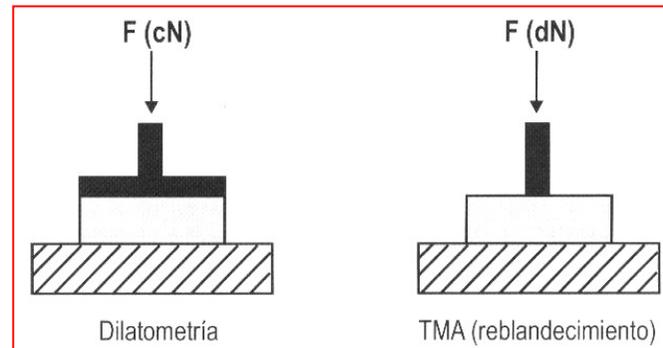
## 5. ANÁLISIS TERMOMECAÁNICO.

### TMA

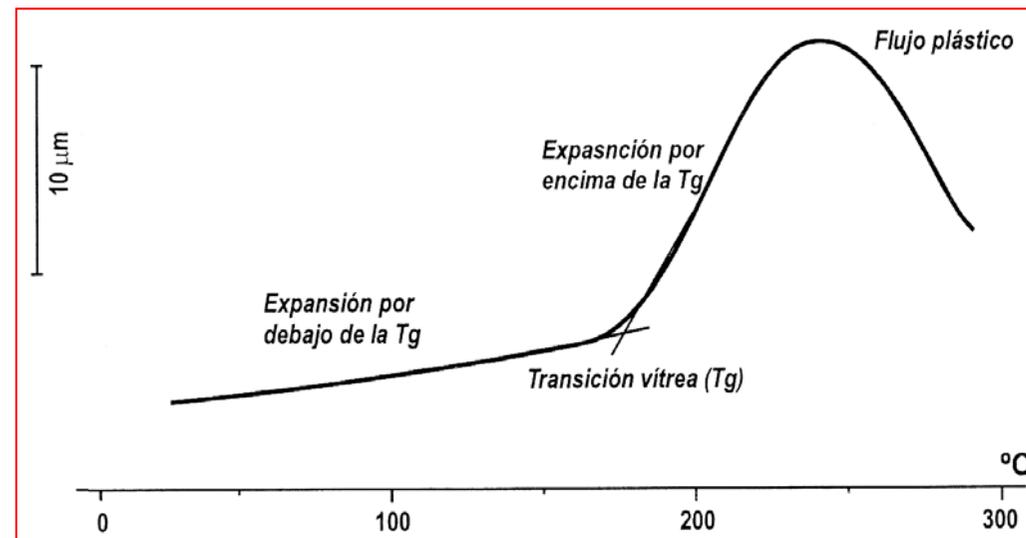
- Calentamiento de muestra (sólida o líquida) a  $F = \text{cte.}$
- **Variación dimensional:**  $\Delta V$  o  $\Delta L$  muestra

□ expansión.  $P \sim \text{cN}$

□ penetración (reblandecimiento Vicat).  $P \sim \text{dN}$



- ✓  $\alpha$ , coef. exp. térmico lineal
- ✓  $T_g$
- ✓  $T_{\text{distorsión}} (T_{\text{reblandecimiento VICAT}})$
- ✓  $T_{\text{fusión}}$



## 6. ANÁLISIS (TERMICO) MECÁNICO DINÁMICO.

### DMA



- Calentamiento de muestra (P variable)

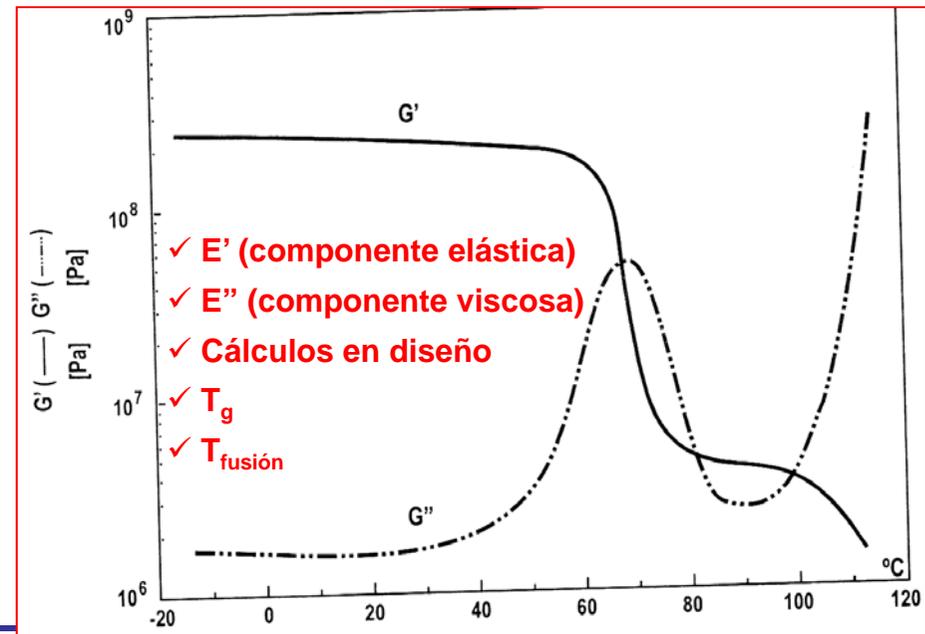
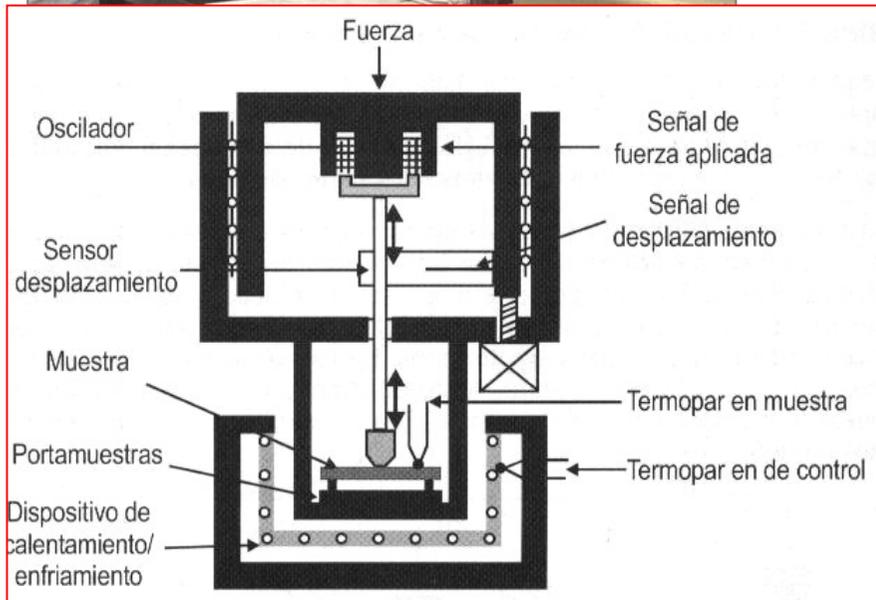
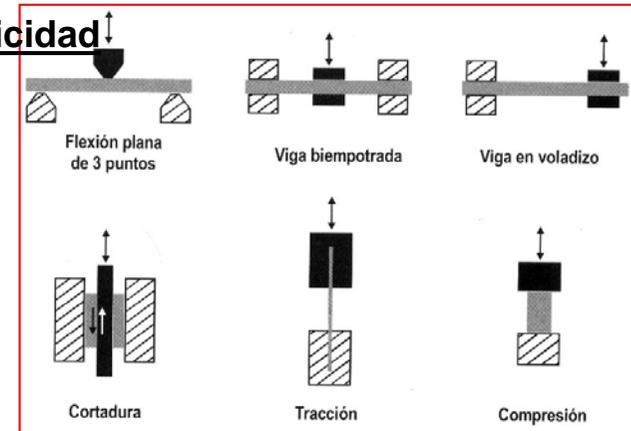
- **Variación módulo de elasticidad**

$\sigma$ - $\epsilon$  en fase

- resistencia mecánica

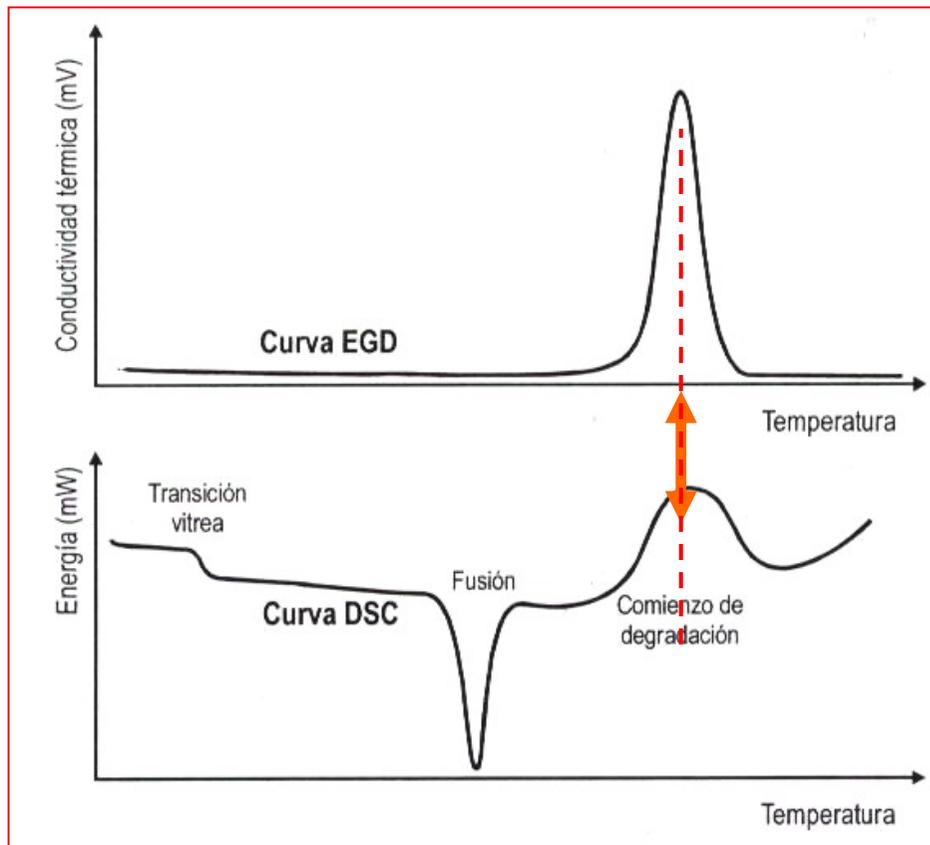
$\sigma$ - $\epsilon$  desfasados

- flujo de procesado



## 7. TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

Detección de gases desprendidos. **EGD (identificación)**



### Conductividad térmica de los gases

Las reacciones sólido-sólido  
sólido-líquido no generan gases  
(no se detectan picos)

Las reacciones de descomposición  
sí generan gases

Análisis de gases desprendidos. **EGA (cuantificación)**