

*La técnica MZY
para tomografiar la Tierra*

*TOMOGRAFÍA ANALÍTICA
DEL MANTO*

Y. Lana-Renault
F. J. Sabadell

Geofísica
Universidad de Zaragoza
España

**El sistema MZY
es una nueva técnica tomográfica.**

**Analiza con mucho detalle
(tanto como queramos)
cualquier zona extensa o local
del interior de la Tierra.**

REQUISITOS

- 1°. Tiempos observados de una o varias fases
- 2°. Un P.C. normal
- 3°. Un programa matemático estándar (Mathcad, Matlab, etc.)

Hipótesis de la zona a tomografiar

Capas esféricas que satisfacen
la ley de velocidad

$$v(r) = r \cdot (B_i - A_i \ln r)$$

(B_i y A_i son constantes que se determinan para cada capa)

razón: siempre podemos encontrar un espesor adecuado de capa para reproducir correctamente los tiempos observados T_o .

(La función $v(r)$ tiene unas propiedades muy especiales)

Resultados matemáticos
de la función $v(r)$

Todas las expresiones que se derivan de ella son analíticas. Ejemplos:

Distancia epicentral

$$\Delta = \frac{2}{p} \cdot \left(\sum_i \frac{\cos(l_i) - \cos(l'_i)}{A_i} + \frac{\cos(l_k)}{A_k} \right)$$

Tiempo de recorrido

$$T = 2 \cdot \left[\sum_i \frac{1}{A_i} \cdot \ln \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{l'_i}{2}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{l_i}{2}\right)} \right] - \frac{1}{A_k} \cdot \ln \left(\operatorname{tg}\left(\frac{l_k}{2}\right) \right) \right]$$

Forma de operar

Se establece un sistema de ecuaciones con las expresiones Δ y T y las auxiliares del parámetro p

Se introducen las condiciones de contorno: valores (Δ, T_0) de 1, 2 o 3 trayectorias para cada capa i en función de la dificultad (saltos de velocidad)

Y se resuelve el sistema no lineal para obtener los valores B_i y A_i de cada capa

Demostración de esta técnica

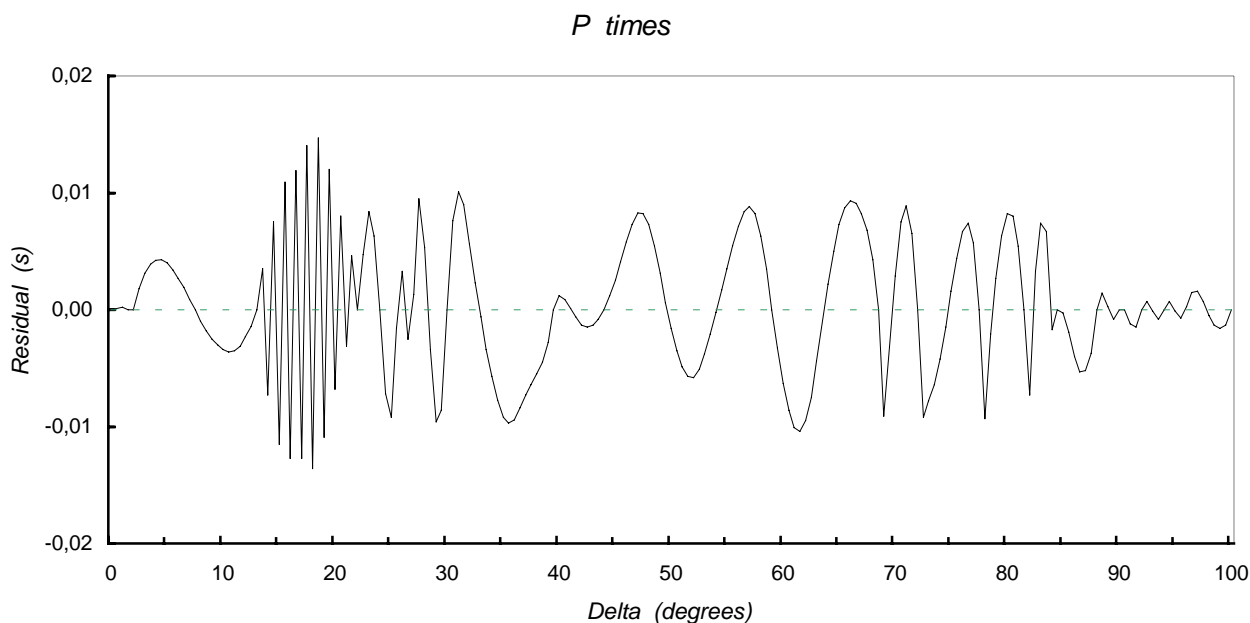
Hemos tomografiado la totalidad del manto, utilizando para ello tan sólo 31 tiempos observados T_0 de la fase P y 2 T_0 de la fase PcP

(Tiempos de E.Herrin et al., 1968)

Y el total de capas detectadas han sido 29

Los resultados son los siguientes:

Residuos $T_o - T_c$ de las ondas P

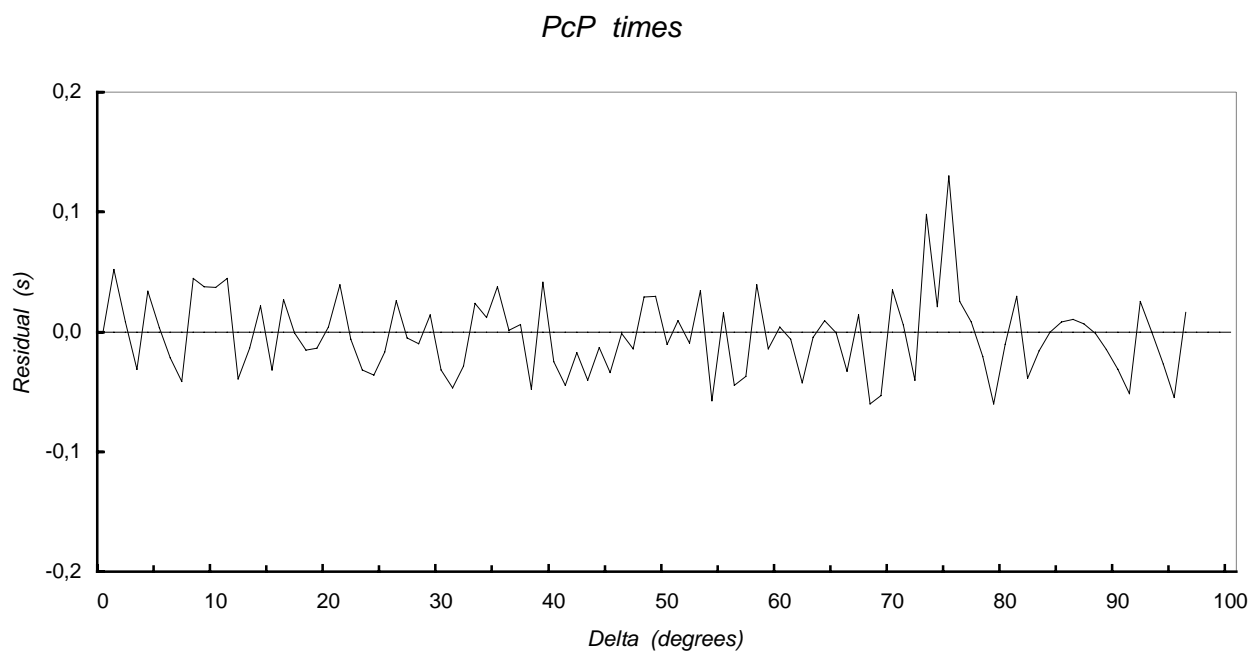


Rango Δ : 0 - 100° (de 0,5° en 0,5°)

Residuo máximo: 0,015 s. en $\Delta = 18,5^\circ$

Gráfico2 (2) de Pgraf2.xls

Residuos $T_o - T_c$ de las ondas PcP



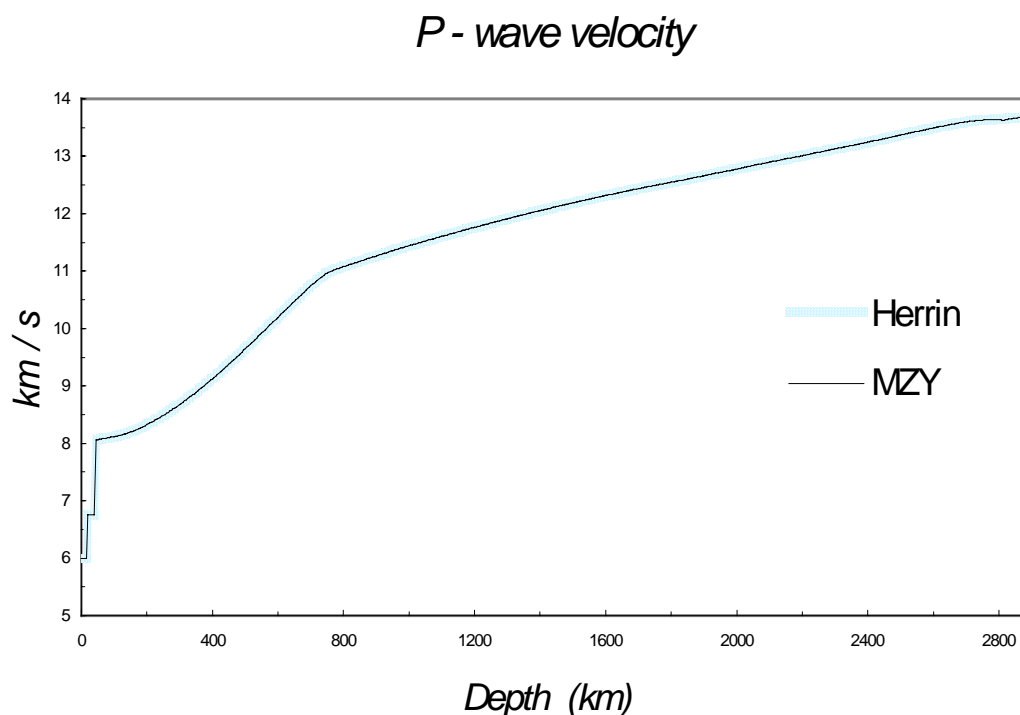
Rango Δ : 0 - 96° (de grado en grado)

Residuo máximo: 0,13 s. en $\Delta = 75^\circ$

(profundidad inicio núcleo: 2893,9 km)

Gráfico2 (1) de PcPgraf1.xls

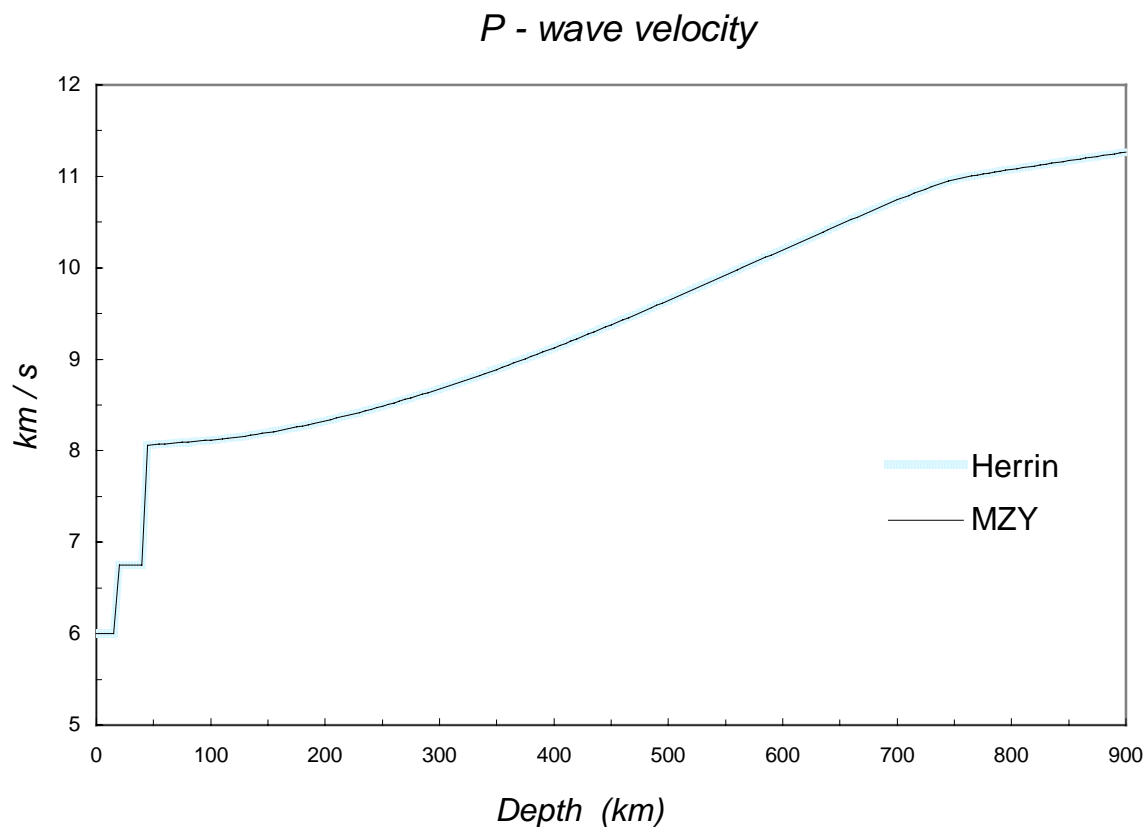
Esto se consigue porque la distribución de velocidades, resultante de los tiempos observados T_0 introducidos, es prácticamente una reproducción de la de E.Herrin



excepto en la región D'', debido a que esta técnica discrimina más.

manto (1) de grafvelo1.xls

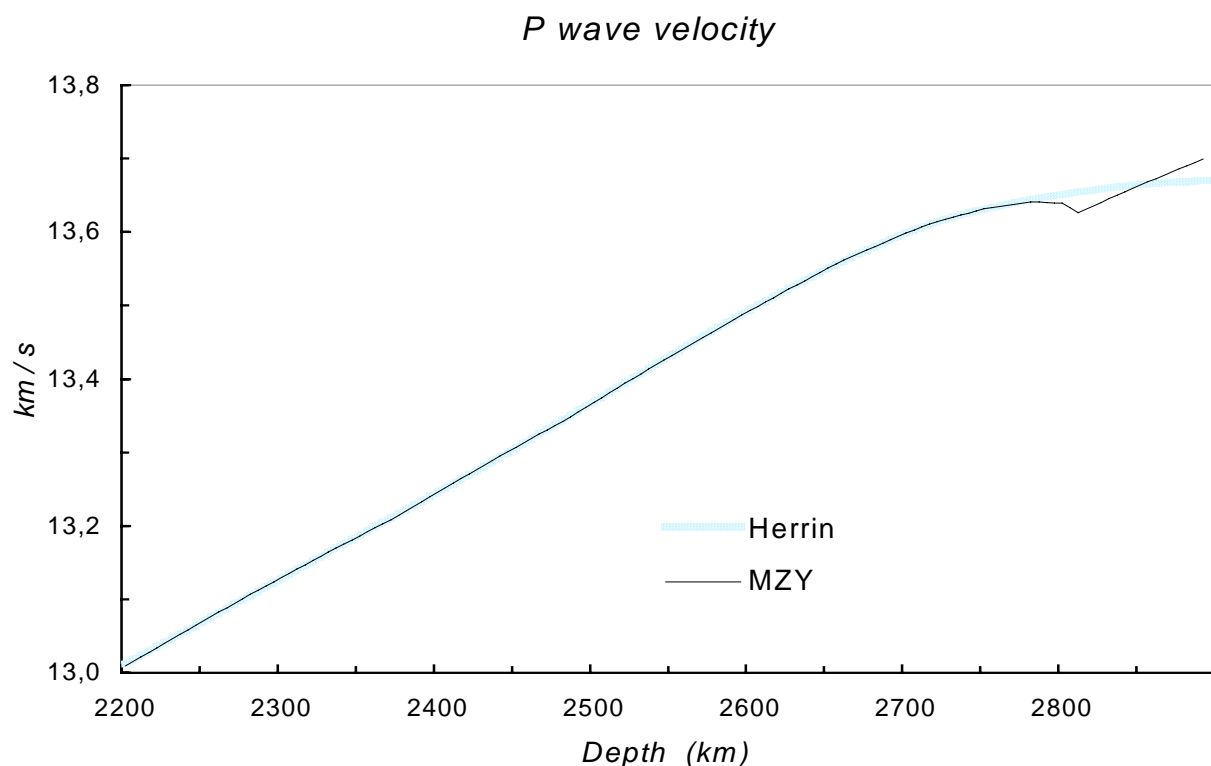
Un detalle de la distribución de velocidades



**en el manto superior
equivalencia de las dos distribuciones**

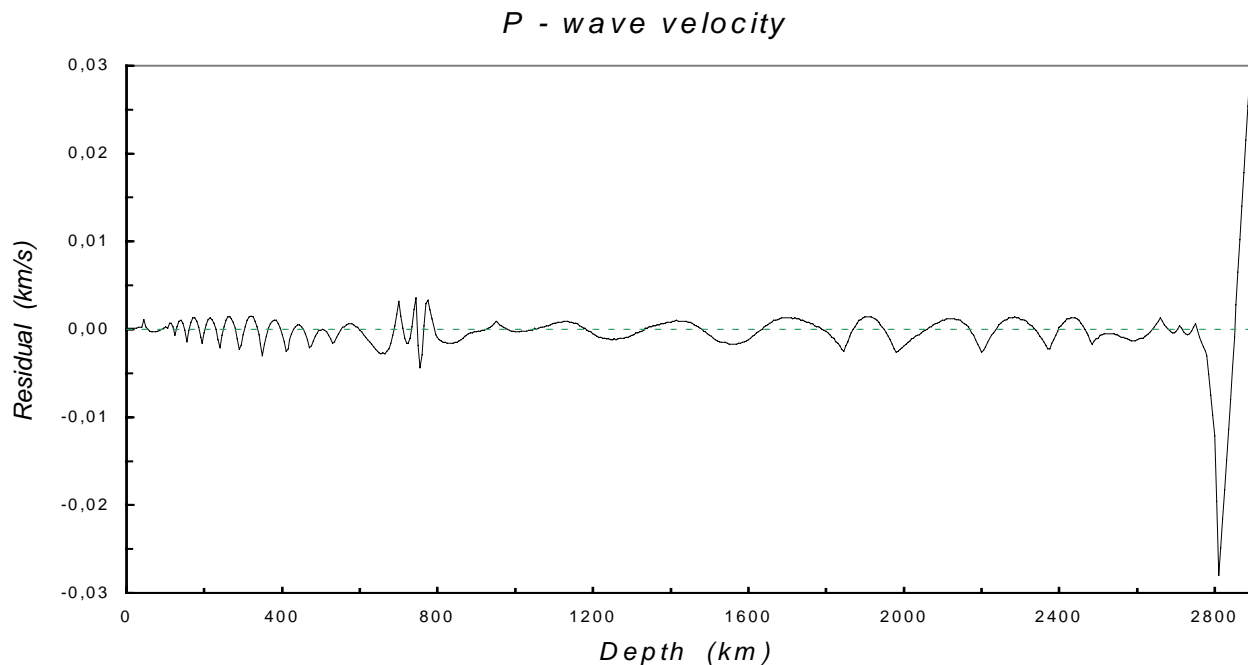
Mantosup1 (1) de grafvelo1.xls

Un detalle de la distribución de velocidades en el manto inferior en donde podemos apreciar mejor la discriminación que obtenemos en la región D''



infeD'' (2) de grafvelo2.xls

Residuos de velocidad

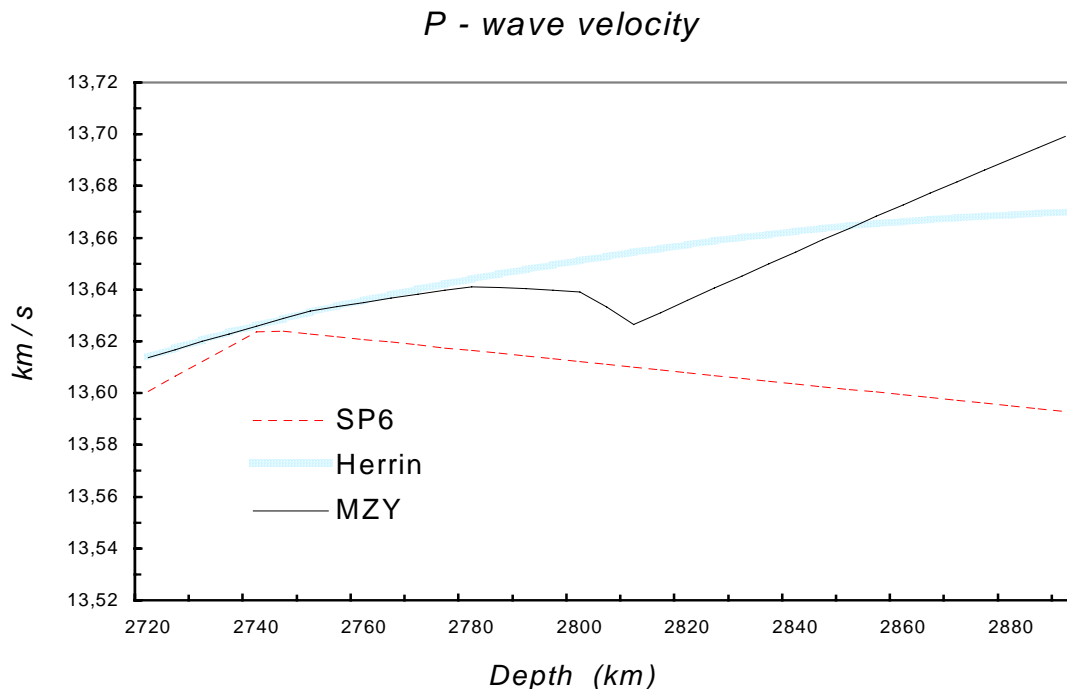


Si exceptuamos el rango de la región D'', el residuo máximo que obtenemos es 0,004 km/s a una profundidad de 755 km

De ahí que podamos decir que realmente conseguimos una reproducción casi exacta de la distribución de velocidades de E.Herrin

residuos (2) de grafvelo2.xls

The shell D''



E.Herrin dice: Con esta distribución, nuestros tiempos computados son inferiores a los observados a partir de $\Delta = 91,5^\circ$ llegando a obtenerse un residuo máximo de 0,3 s en $\Delta = 100^\circ$

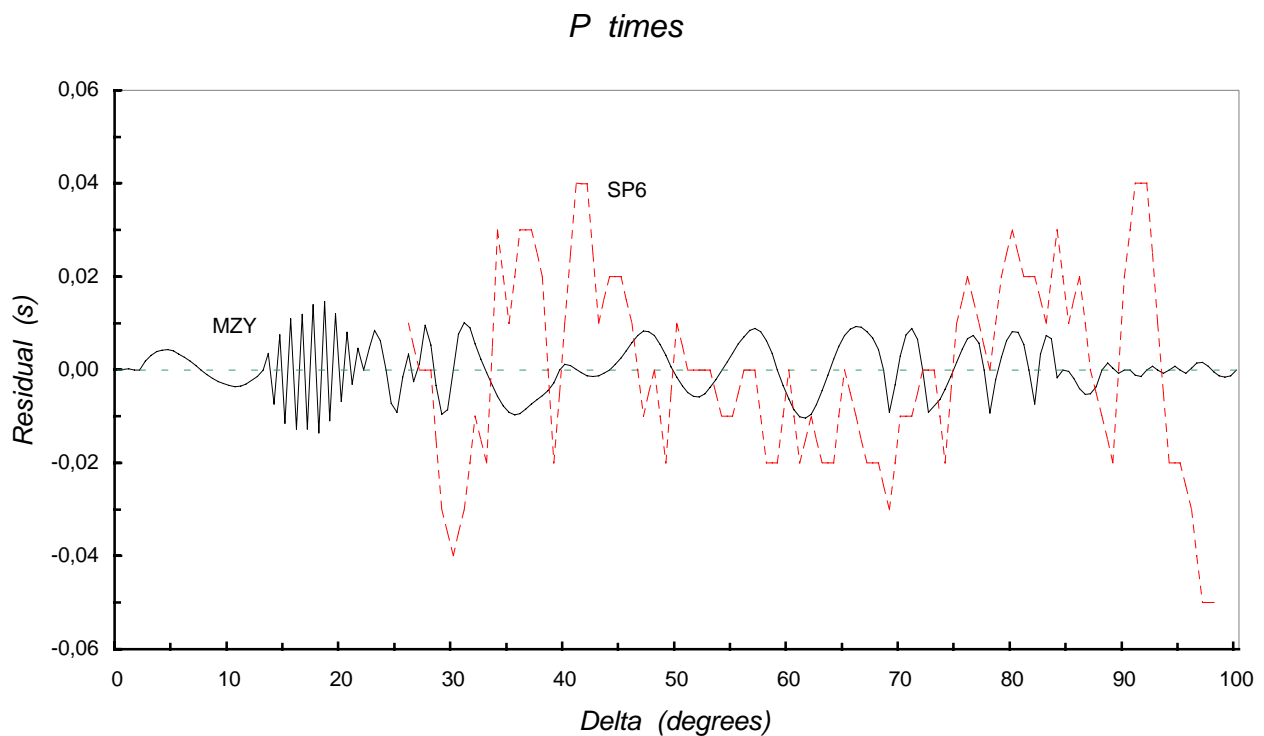
Morelli & Dziewonski en su modelo SP6 consiguen mejores resultados (residuo 0,05 s en $\Delta = 98^\circ$) con un decrecimiento lineal de la velocidad

La técnica MZY nos lleva a que existe una pequeña disminución de velocidad seguido de un crecimiento lineal obteniendo un residuo máximo de 0,002 s en $\Delta = 99^\circ$ para la fase P

capaD'' (1) de grafvelo1.xls

Residuos $T_o - T_c$ de la fase P.

Resultados de la técnica MZY frente a los del modelo SP6

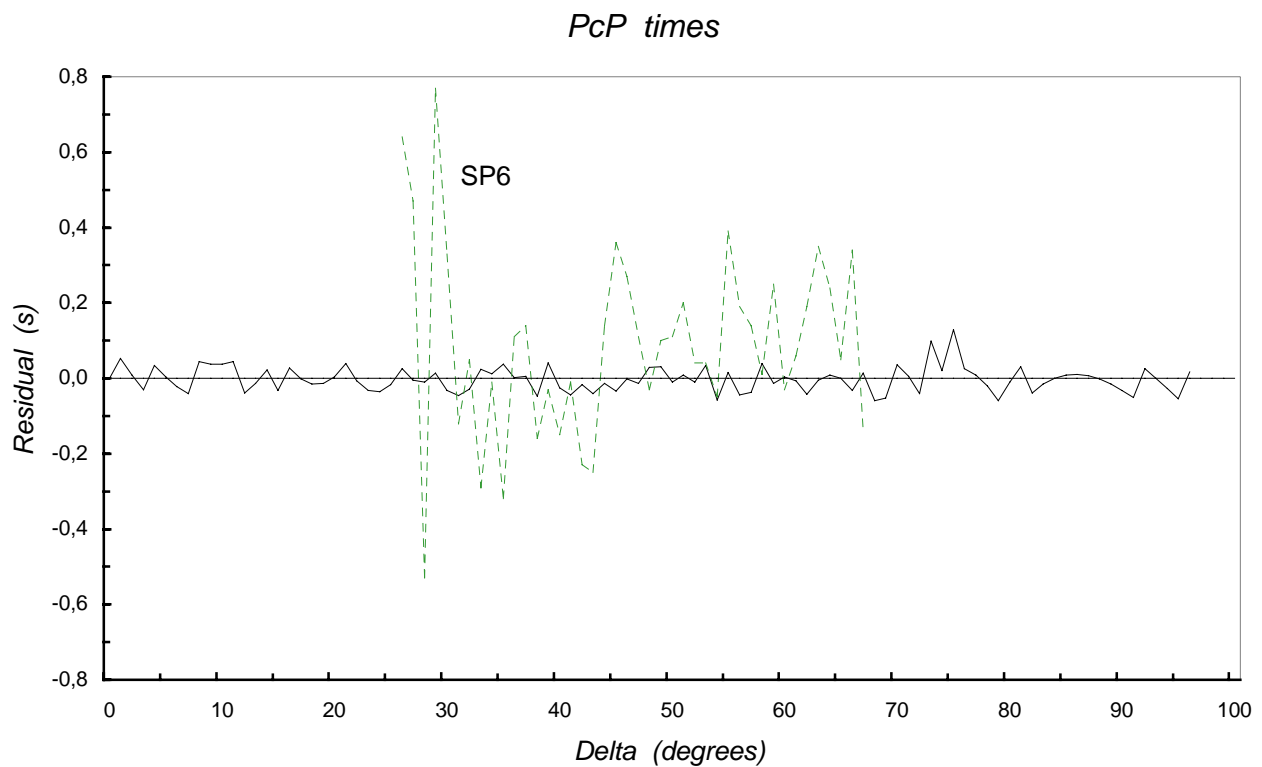


El rango de Δ en el modelo SP6 es menor

Gráfico1 (2) de Pgraf2.xls

Residuos $T_o - T_c$ de la fase PcP.

Resultados de la técnica MZY frente a los del modelo SP6



El rango de Δ en el modelo SP6 es menor

Gráfico1 (1) de PcPgraf1.xls