

DEMORA EN LOS TIEMPOS DE VIAJE DE PKP Y P POR DEBAJO DE LOS ANDES EN APROXIMADAMENTE 31,5° - 32°S

A. Introcaso*

A partir de un modelo cortical gravimétrico-sísmico definido para una sección Andina ubicada en las proximidades de la latitud 31,5°S, hemos intentado justificar el atraso de los tiempos de viaje de P y PKP³, encontrando atrasos inferiores a los observados. Las causas de estos residuos debemos buscarlas en profundidades subcontinentales.

Anteriormente, Sacks *et al.*¹ y Ocola-Meyer² utilizaron atrasos de tiempos de viaje de PKP y P para sus estudios en la corteza engrosada de los Andes centrales. Volponi³ encontró demoras en P y PKP entre las estaciones sismológicas referidas a la estación de Pie de Palo, que se ven en la tabla 1.

Las estaciones se extienden aproximadamente de este a oeste (Fig. 1a), desde plena cordillera (MAA) hasta las Sierras Pampeanas de Pie de Palo (PPA) tomadas como referencia por Volponi³; es decir, las anomalías de los tiempos de llegada son relativas a PPA. Algunas de las principales conclusiones del trabajo de Volponi³ son:

- Se ha encontrado un atraso en la llegada de las ondas sísmicas en la cordillera. El máximo atraso se produce en el eje de la cordillera (ver Fig. 1c).
- Las demoras encontradas son mayores que las esperadas para una corteza en equilibrio isostático. La cordillera, descompensada isostáticamente (?) según Volponi³, se encontraría en proceso de levantamiento.

Con el fin de comprobar la demora que origina en los tiempos de llegada de PKP y P, el espesor cortical andino, hemos preparado un modelo gravimétrico de dos capas (Fig. 1b) calculando los atrasos ΔT_A en cada estación, de acuerdo con la expresión:

$$\Delta T_A = \Delta R_C \left(\frac{1}{v_{ci}} - \frac{1}{v_{cs}} \right) + \Delta R_M \left(\frac{1}{v_m} - \frac{1}{v_{ci}} \right)$$

siendo T_A : demora en los tiempos de llegada de PKP o P provocada por el espesor cortical andino definido mediante inversión gravimétrica; ΔR_C , ΔR_M : 'raíces' en Conrad y Moho; v_{cs} , v_{ci} y v_m : velocidades de ondas de compresión en corteza superior, corteza inferior y manto superior respectivamente. De modo que $\Delta R_C/v_{cs}$ y $\Delta R_M/v_{ci}$ son los tiempos anómalos empleados por la onda en atravesar los espesamientos corticales ΔR_C y ΔR_M , mientras $\Delta R_C/v_{ci}$ y $\Delta R_M/v_m$ son los tiempos 'normales' empleados por la onda en atravesar los mismo caminos.

Para los cálculos (graficados en Fig. 1c) se usaron los ΔR_C y ΔR_M en cada estación del modelo gravimétrico (Fig. 1b). Las velocidades adoptadas de acuerdo con los datos sísmicos de Pardo-Fuenzalida⁴ y Comínguez⁵ fueron: $v_{cs} = 6,04$ km/s, $v_{ci} = 7,02$ km/s y $v_m = 8$ km/s. Con estas velocidades hemos adoptado las siguientes densidades: $\rho_{ci} = 2,8$ g/cm³ (corteza superior), $\rho_c = 2,9$ g/cm³ (corteza inferior) y $\rho_m = 3,3$ g/cm³ (manto superior). La inversión para definir M fue realizada con los datos de anomalías de Bouguer regionalizadas de Introcaso⁶ (Fig. 1c).

Nuestros cálculos, como se ve, son discrepantes con los datos observados por Volponi³. Se podría argüir así que existe una parte de la demora atribuible al manto superior, o a un exceso de raíz tanto en M como en C (por ejemplo, de acuerdo con nuestro cálculos, M tendría que incrementarse en + 8 km, más de 7 km y más de 12 km en MAA, LEO y CN con incrementos en C proporcionales en las dos primeras estaciones y un incremento similar al de M en CER) para satisfacer los valores observados por Volponi³.

Una tal corteza sería inconsistente con los resultados sísmicos encontrados para las proximidades de

* Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agromensura - Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

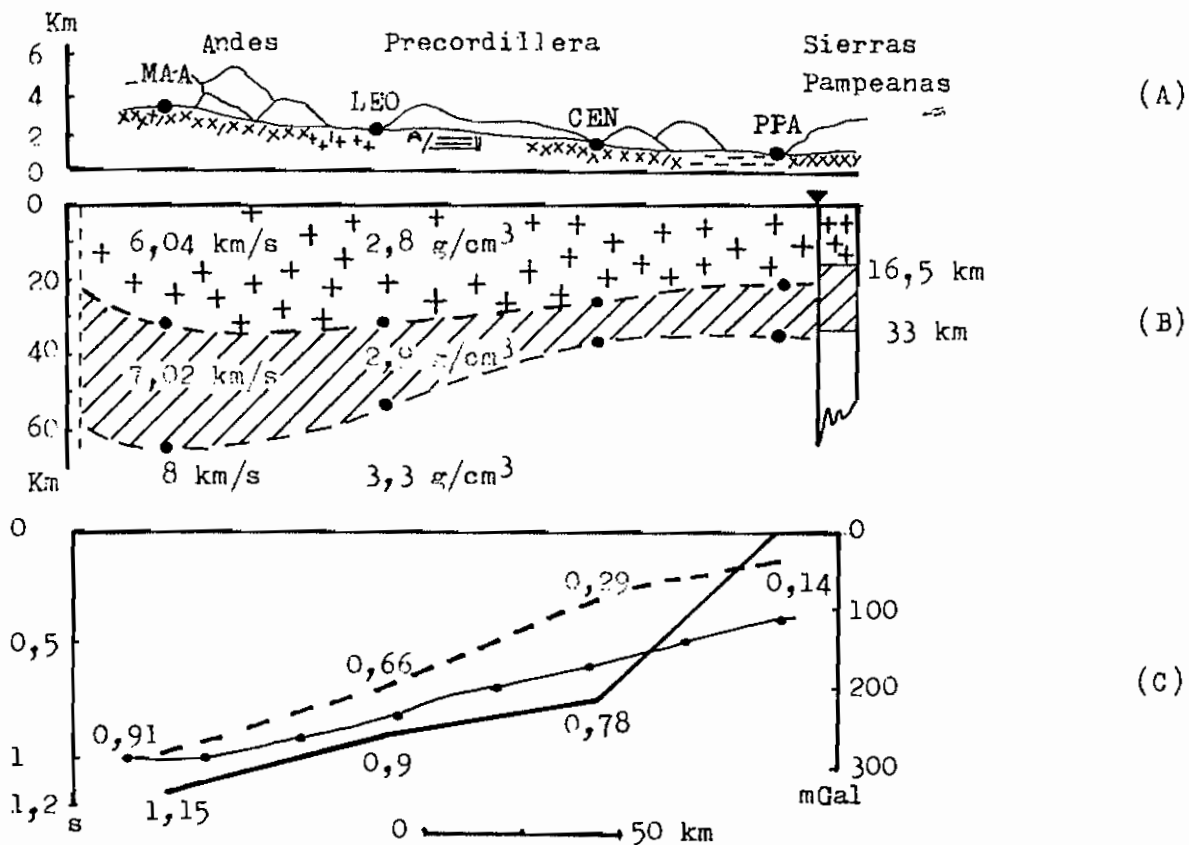


FIG. 1. A. Localización de las estaciones utilizadas por Volponi³ para determinar los atrasos en la llegada de P y PKP (véase también Tabla 1).
 B. Modelo gravimétrico preparado a partir de datos sísmicos, que justifica parte de los atrasos encontrados.
 C. Atrasos en PKP y P encontrados por Volponi³; --- Atrasos calculados a partir sólo del modelo gravimétrico-sísmico. Anomalías de Bouguer observadas, (—) y calculadas (---).

Tabla 1

Estación Sismológica	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud	Demora de PKP y P	Demora corregida a nivel del mar
Manantiales (MAA)	32°05'02"	69°51'02"	3.300 m	1,81 s	1,15 s
Leoncito (LEO)	31°47'59"	69°20'07"	2.400 m	1,17 s	0,90 s
Cerro Negro (CEN)	31°34'33"	68°45'15"	900 m	1,05 s	0,78 s
Pie de palo (PPA)	31°30'56"	68°16'10"	550 m	-	-

esta sección por Pardo- Fuenzalida⁴ y Comínguez⁵, así como con el modelo gravimétrico.

Si bien una parte significativa del atraso observado se puede justificar por el engrosamiento cortical, existe un residuo cuyas causas debemos buscar a mayor profundidad. Así, hemos preparado una carta del geoide isostático que justifica, en la zona de máximo levantamiento, unos 12 m a 15 m de los 30 m obtenidos para el geoide a partir de datos satelitarios.

En la latitud 20°S del oeste Sudamericano, Froidevaux e Isacks⁷ encontraron también un residuo de larga longitud de onda que, de acuerdo con numerosos autores, se debería a una profunda estructura térmica (celdas convectivas de circulación subcontinental).

Agradecimientos

Este trabajo fue auspiciado por la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, y por CONICET: PID N° 3-093300/88.

Referencias

1. Sacks, I.; Saa, G.; Aparicio, P. 1970. Time anomalies and structure beneath the Andes. Carnegie Institute Washington. *Year Book*, Vol 68, p 452-459.
2. Ocoala, I.; Meyer, R. 1973. Crustal Structure from the Pacific Basin to the Brazilian Shield between 12° and 30° South Latitude. *Geological Society of America, Bulletin*, Vol 84, p 3387-3404.
3. Volponi, F. 1970. La anomalía de los tiempos de llegada de las ondas sísmicas en la Cordillera de los Andes. *In Simposio del Manto Superior*, Vol 2, p. 267-281. Buenos Aires.
4. Pardo, M.; Fuenzalida, A. 1988. Estructura cortical y subducción en Chile central. *In Congreso Geológico Chileno, No. 5, Actas*, Vol. 2, p.247-265.
5. Comínguez, A. 1980. Análisis sísmico profundo en la zona de Ramblón, Mendoza, Argentina. *In Reunión sobre Centrotransectas de América del Sur, Actas*, p. 54-57. Mar del Plata, Argentina.
6. Introcaso, A. 1980. Resultados gravimétricos en la banda latitudinal de Argentina Central y países vecinos. *Revista I.P.G.H.*, No. 12, p. 5-25.
7. Froidevaux, C.; Isacks, R. 1984. The mechanical state of the lithosphere in the Altiplano-Puna segment of the Andes. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 71, p. 305-314.