Auxiliar 5

Detección de hipocentro y Tomografía Sísmica

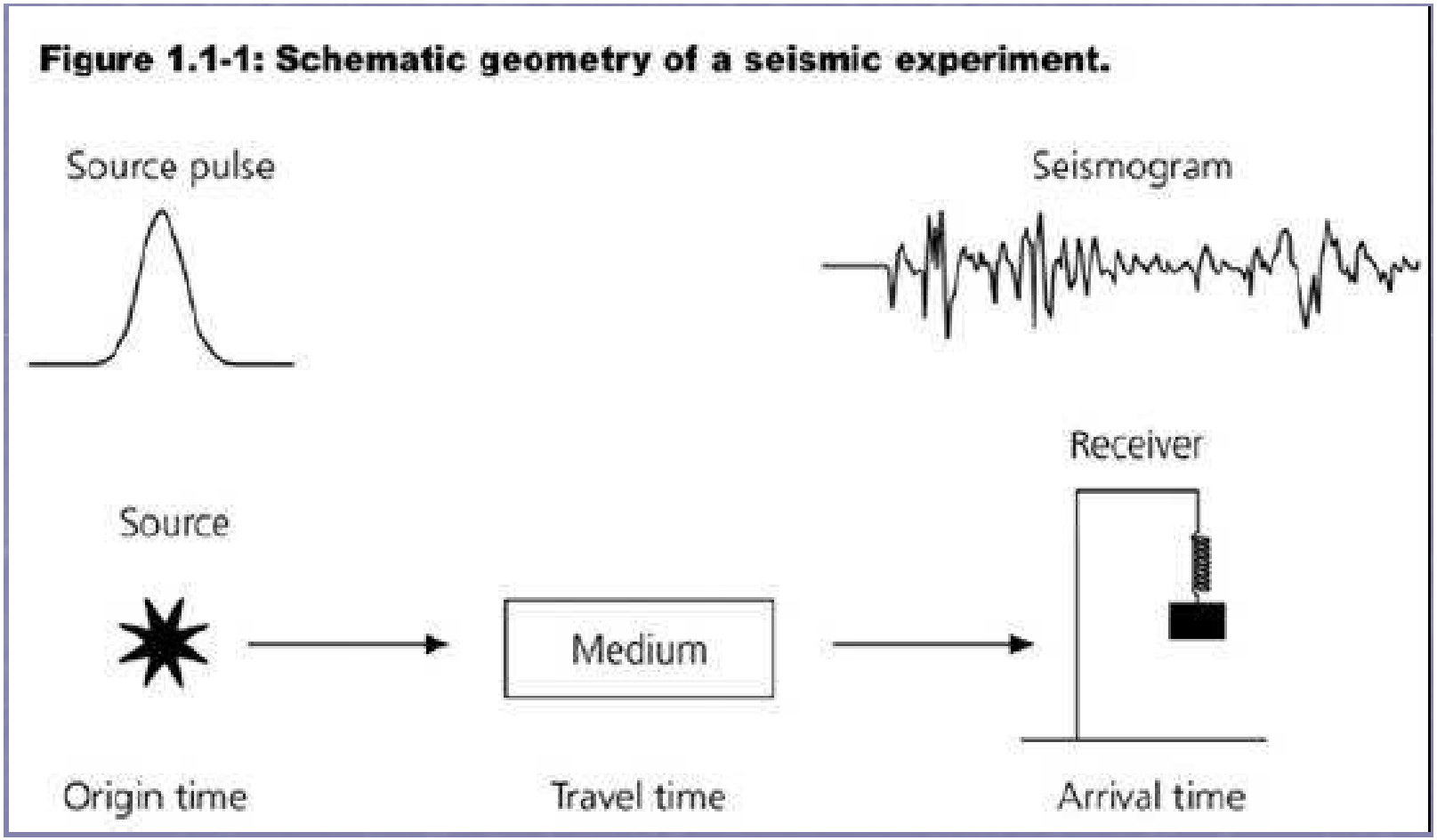
Profesor: Mario Pardo P.
Auxiliares: Daniela Benavente y Bruno Quezada

GF4001-2 Sismología

Hipocentro y Epicentro

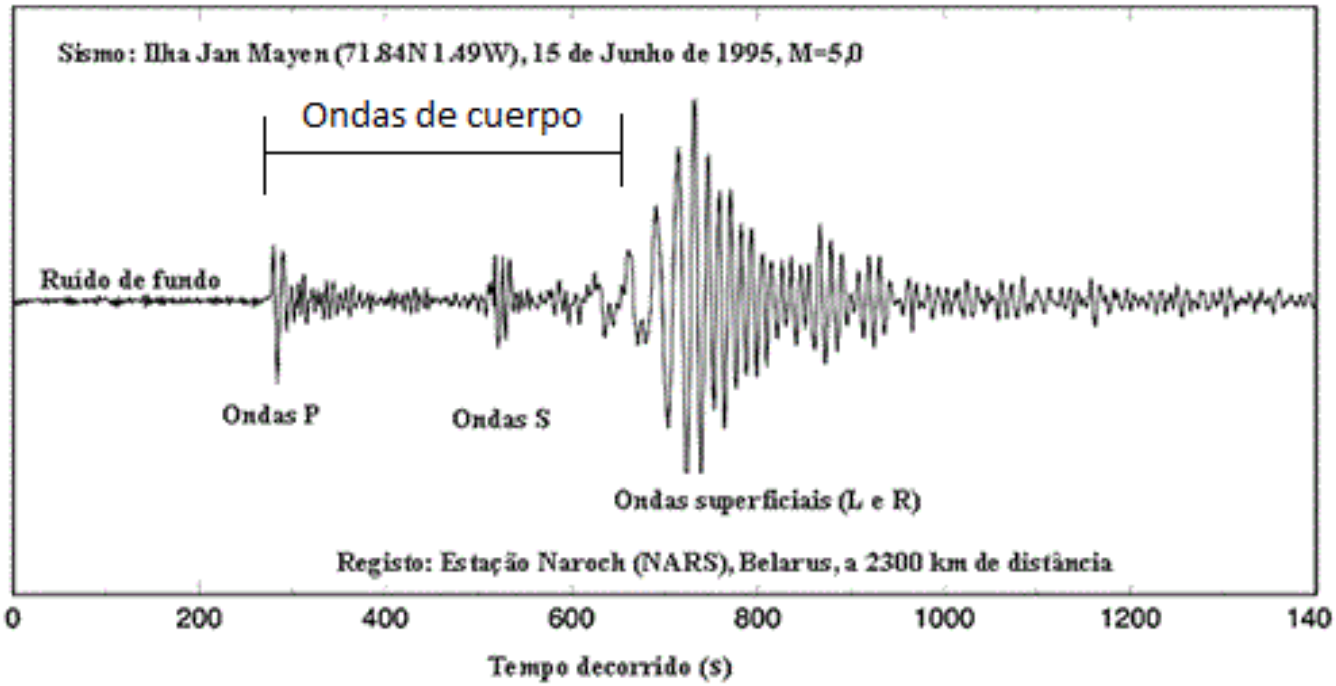
- Hipocentro: representa las coordenadas de la fuente sísmica. Considera 4 parámetros:
  - Tiempo inicial
  - Longitud
  - Latitud
  - Profundidad
- Epicentro: Proyección del hipocentro en la superficie. Sólo tiene 2 parámetros:
  - Longitud
  - Latitud

Principio de la sismología



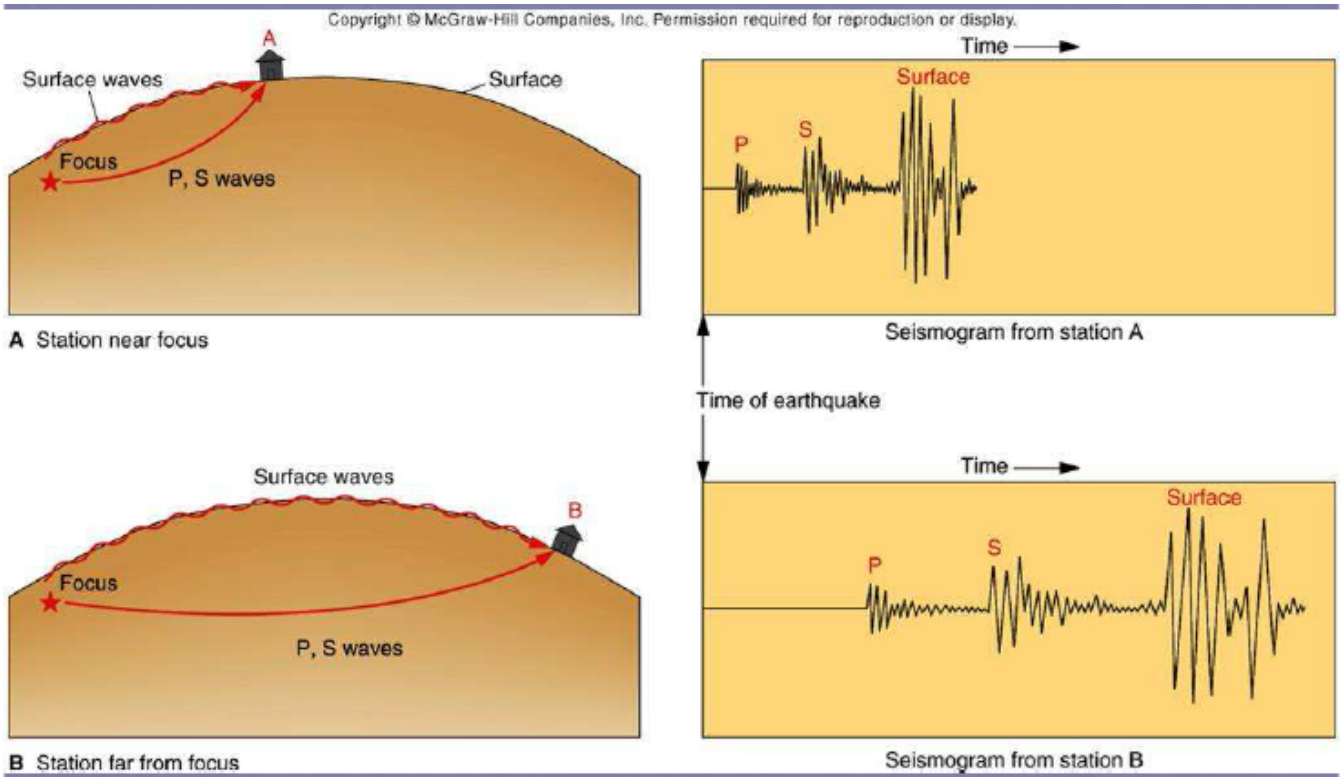
Principio de la sismología

- Sismogramas



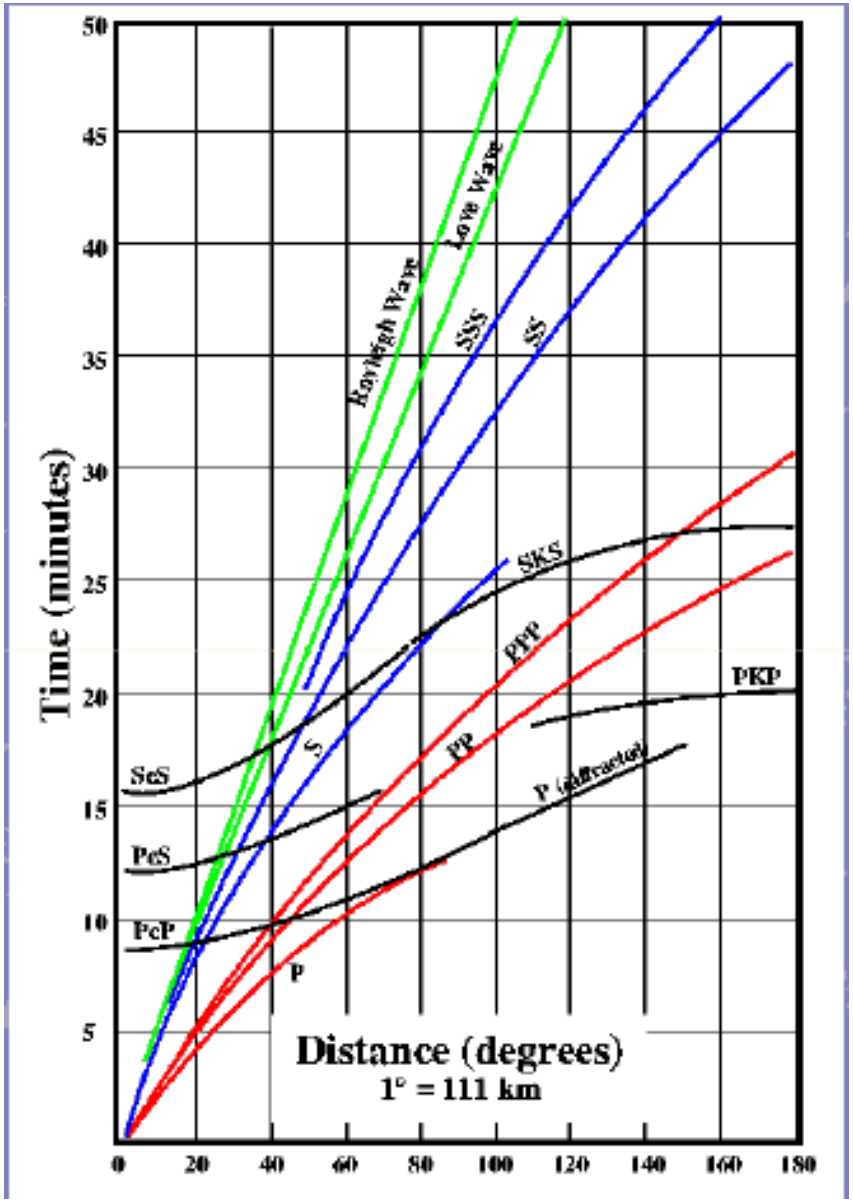
Es importante recordar que las ondas de cuerpo se moverán por toda la tierra (con ciertas condiciones), mientras que las superficiales solo viajaran por la superficie

Principio de la sismología



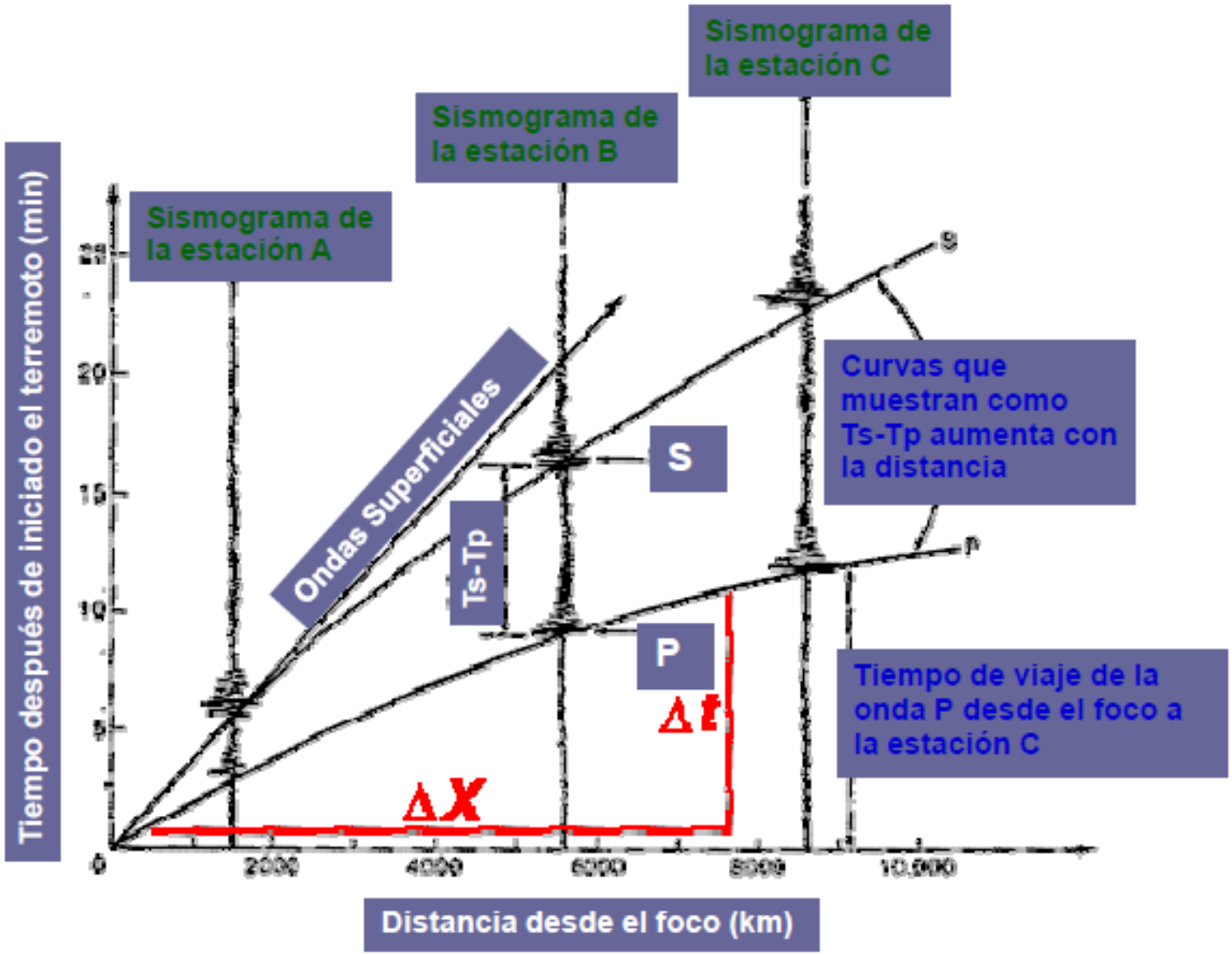
Aquí podemos ver claramente como el aumento de la distancia aumentará la distancia entre la llegada de onda S y P, podemos hacer algo con esto?

Curvas camino-tiempo



Curvas camino-tiempo

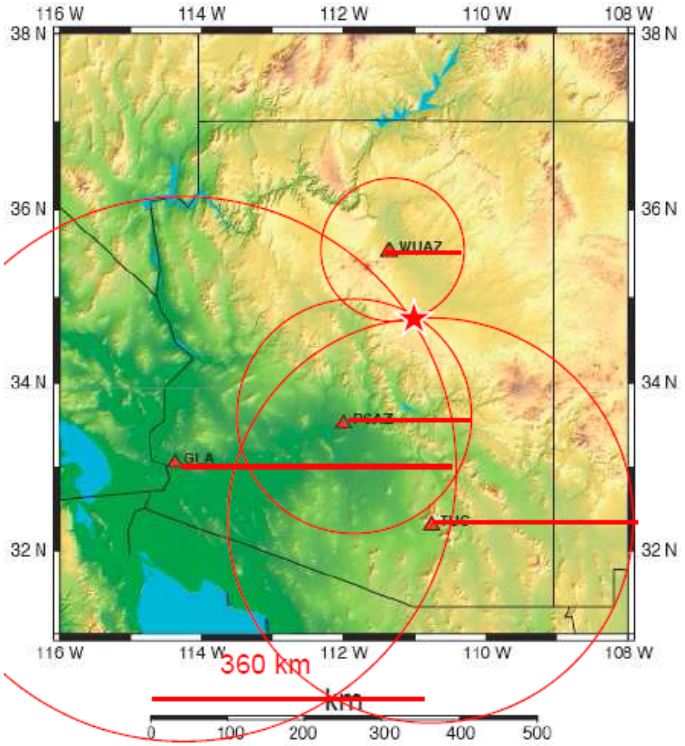
- Construcción curvas camino tiempo y distancia T_s - T_p



Método Gráfico de localización de hipocentros

- Se lee el tiempo T_s - T_p para cada estación sismológica.
- Se determina la distancia epicentral (D_i) con las curvas camino tiempo
- se grafican círculos de radio D_i para cada estación i

Para este método solo necesitamos al menos 3 estaciones para confinar la solución



Método Gráfico de localización de hipocentros

Matemáticamente podemos escribirlo de la forma.

$$D(km) = \frac{(T_s - T_p)V_pV_s}{V_p - V_s} \tag{1}$$

O con la receta de cocina para Chile

$$D(km) = (T_s - T_p)10 - 20 \tag{2}$$

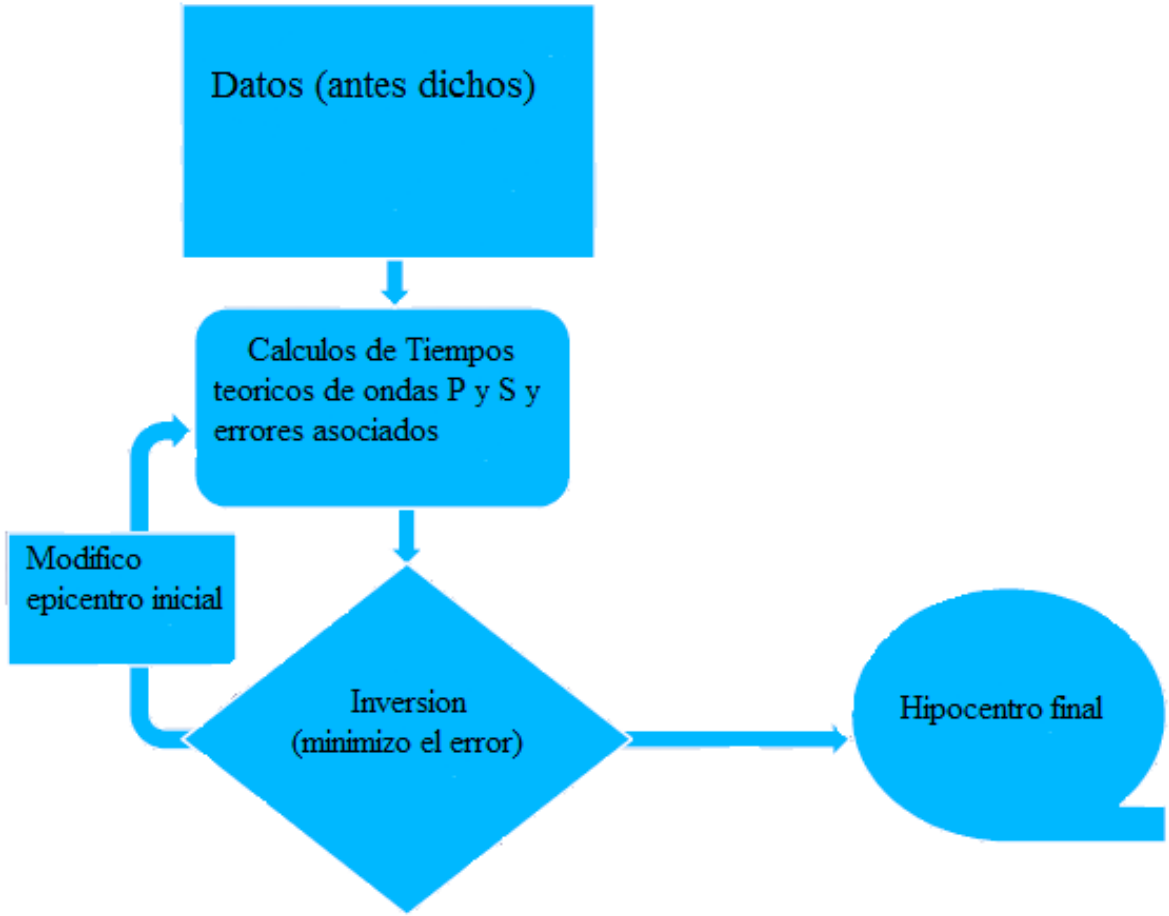
Esta ultima podrían utilizarla en la casa luego de un sismos para estimar mas o menos a que distancia fue.

Método Numérico

Se necesita:

- Coordenadas de estaciones sismólogicas
- Sismogramas registrados en al menos 4 estaciones
- Tiempos de llegadas de ondas sísmicas leídos de sismogramas.
- Curvas Camino-Tiempo (estructura de velocidades)
- Hipocentro inicial o adivinanza

- Diagrama Método Numérico



Ejercicio 1

En un sismógrafo localizado en el epicentro de un sismo, se registran las ondas directas de P y S con tiempos de llegada después del inicio del sismo $T_P = 13{,}33$[s] y $T_S = 22{,}26$ [s]. Además se registran las fases reflejadas en el núcleo externo de la tierra PcP y ScS, con tiempos de llegada $T_{PcP} = 12[min]40{,}17[s]$, y $T_{ScS} = 22[min]6{,}24[s]$. $R_T = 6371$ Km y $R_{NE} = 3471$ Km

- Determine la velocidad media de las ondas P y S en el manto terrestre (Considere el tiempo de viaje de ida y vuelta de un rayo que viaja de la superficie y se refleja en la interfaz manto-núcleo)
- ¿Es válido considerar el manto terrestre como un sólido de Poisson? Justifique su respuesta.
- Calcule la profundidad del hipocentro

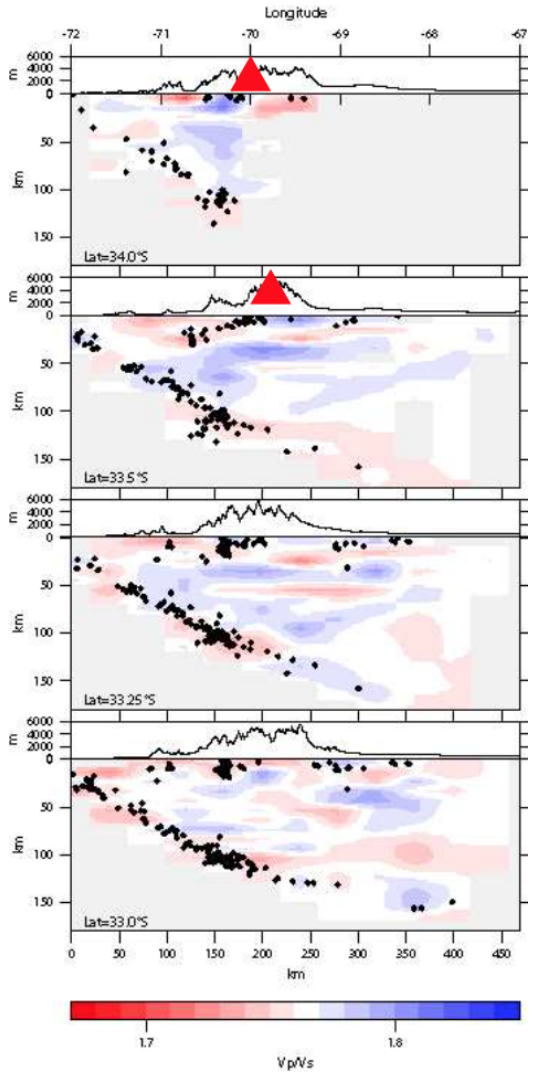
Tomografía

La tomografía sísmica permite reconstruir una imagen de la estructura interna de la Tierra (velocidades) a partir de la lectura de los tiempos de viaje de ondas sísmicas que se propagan en el medio.

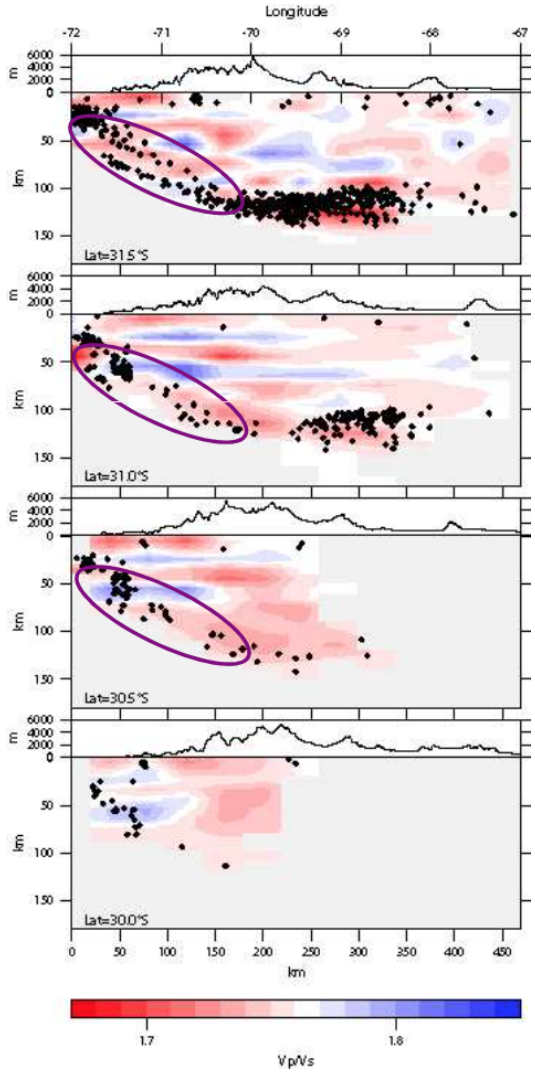
Razón V_P - V_S

- Bajo V_P/V_S:
  probablemente V_S es alto y por lo tanto el material está deshidratado (material seco $\Rightarrow$ más fallas)
- Alto V_P/V_S:
  probablemente V_S es bajo, lo que indica que el material es fluido (serpentinización)

Subducción Normal

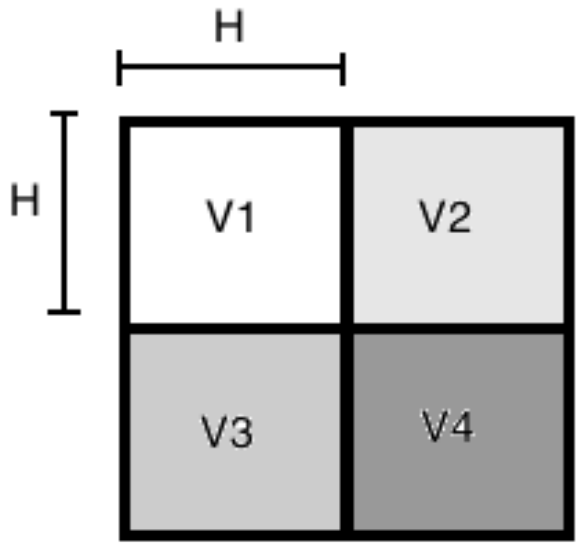


Subducción Plana



Ejemplo

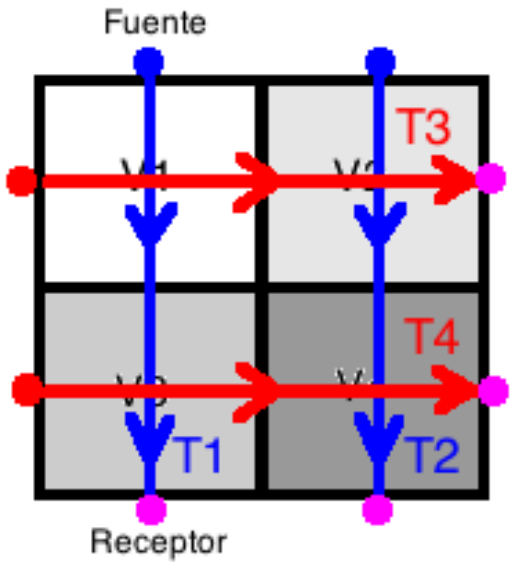
Considere el siguiente medio



¿Cómo se podría determinar el modelo de velocidades usando sísmica?

Ejemplo

Se pueden generar ondas sísmicas sintéticas (por ejemplo con un martillo), y medir los tiempos de viaje



Ejemplo

Luego, considerando

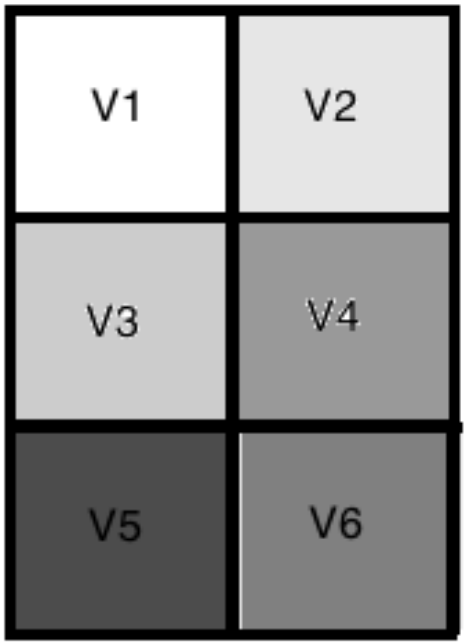
$$T = \frac{x}{V}$$

se pueden determinar las velocidades del medio.
Para esto, se puede utilizar 2 métodos:

- Método Directo
- Método Inverso

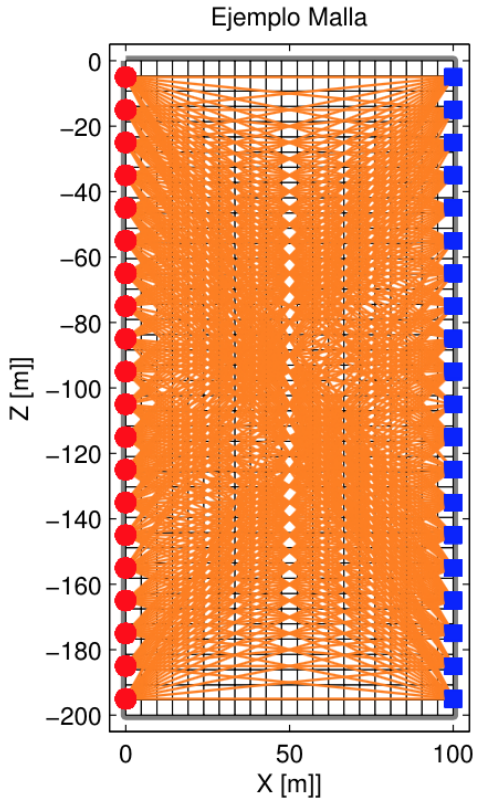
Ejercicio

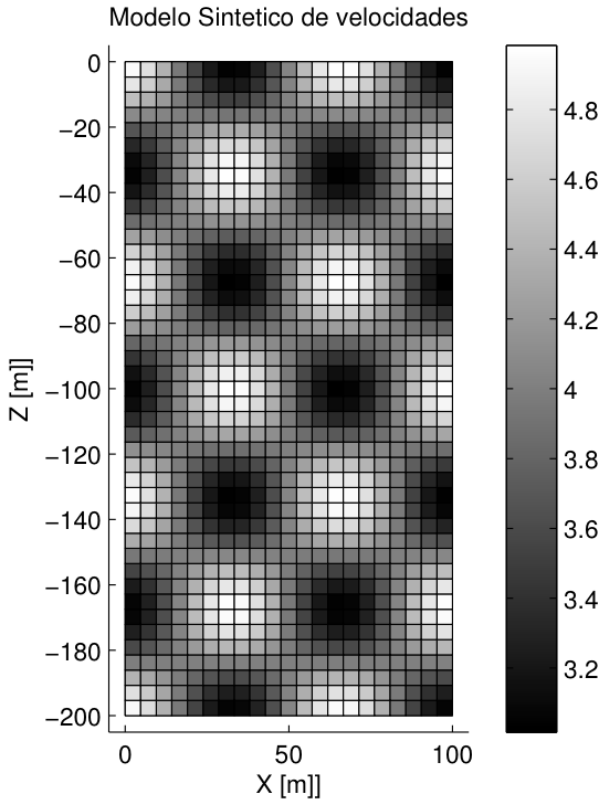
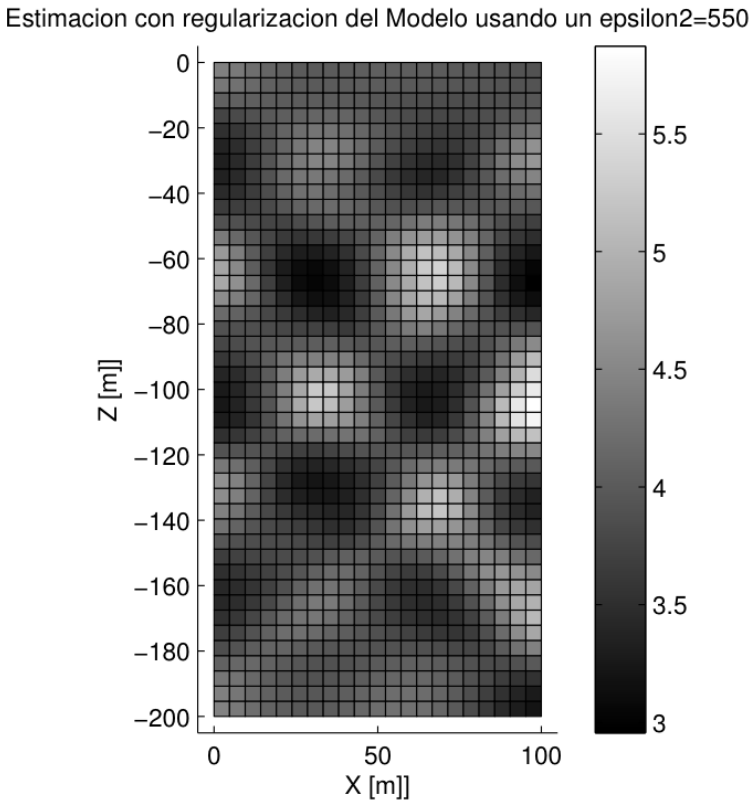
Entonces ...¿Cómo se puede determinar el modelo de velocidades para el siguiente medio?



Ejemplo Método Inverso

Modelo en profundidad:



Ejemplo Método Inverso

Resultados: