

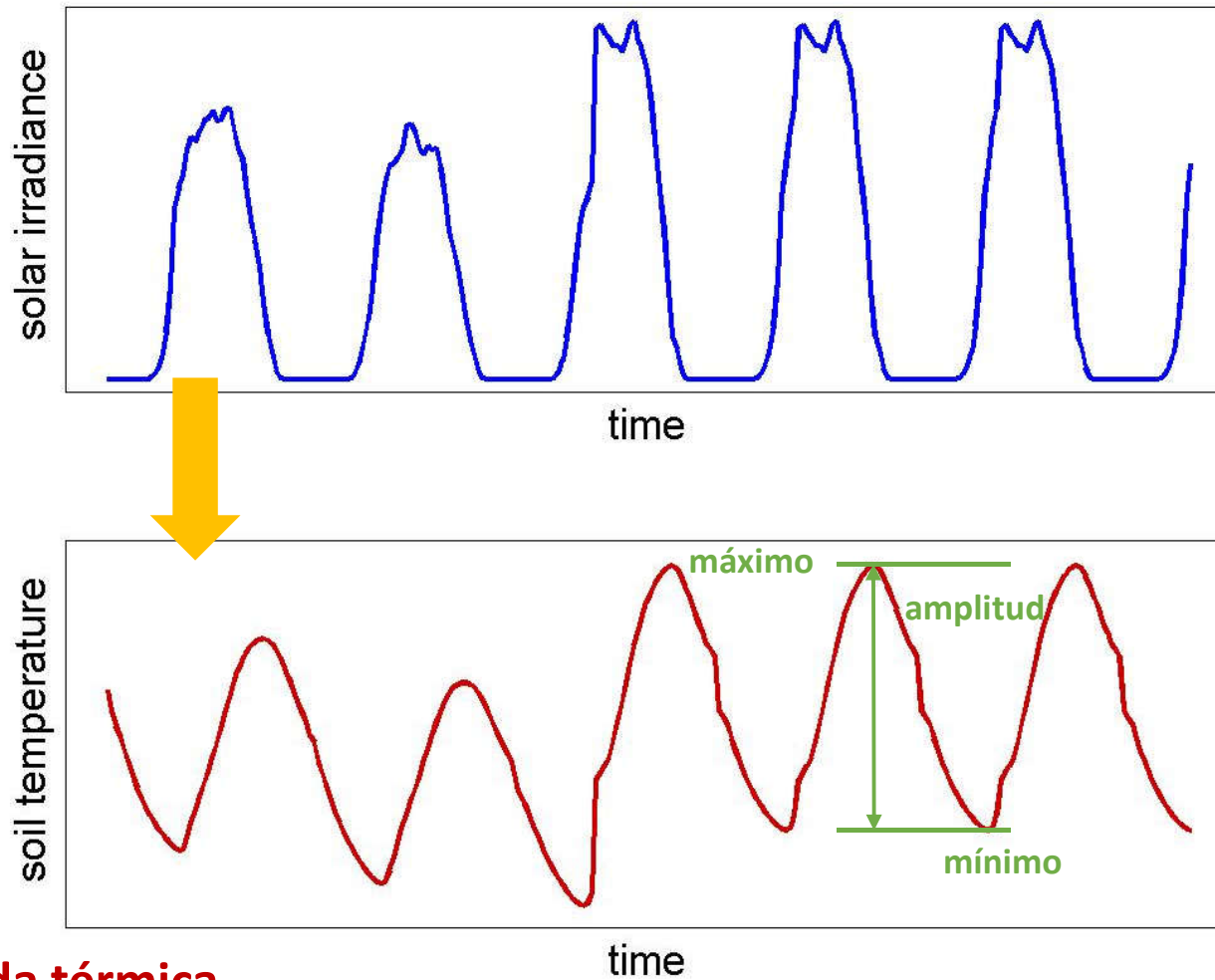
PRÁCTICA 2

Medida de la temperatura del suelo en medio ambiente

OBJETIVOS

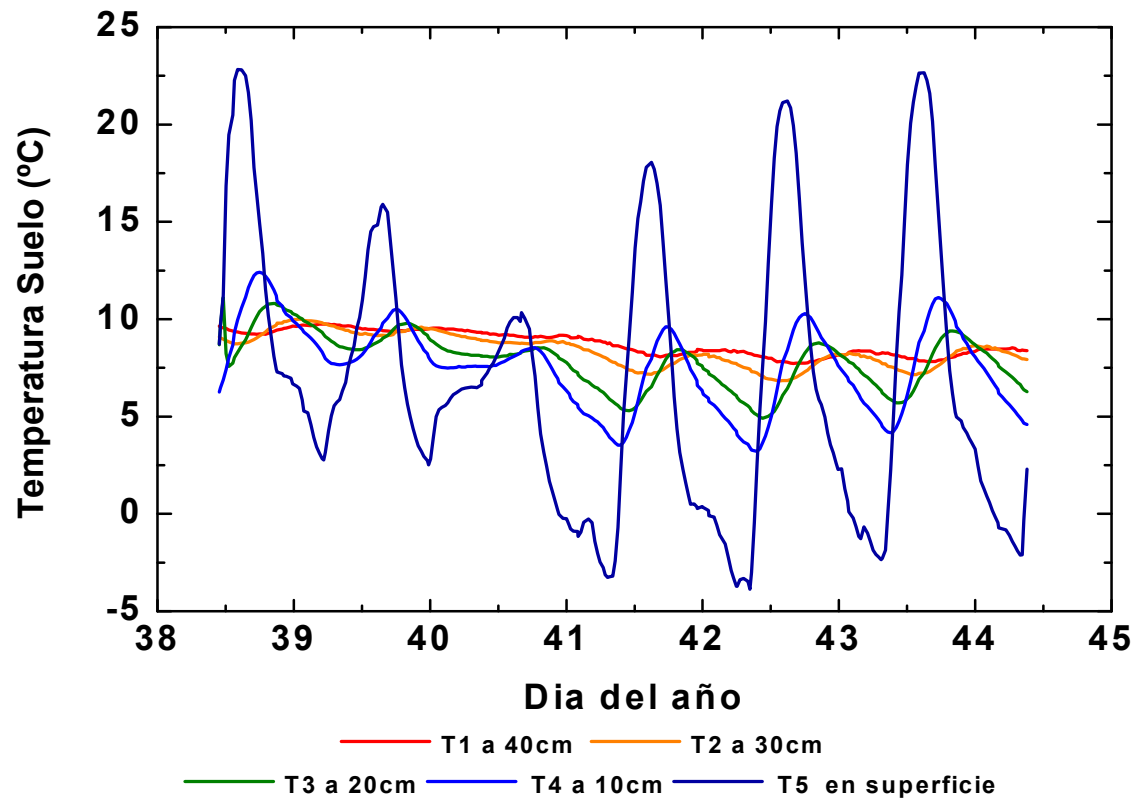
- **Medida** de la **evolución** de la **temperatura** del **suelo** a **diferentes profundidades**.
- **Cálculo** de la **difusividad térmica** del suelo.

FUNDAMENTO TEÓRICO:



onda térmica

FUNDAMENTO TEÓRICO:



↑ profundidad
↓ amplitud
↑ retraso temporal

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Difusividad térmica:

rapidez con la que un suelo modifica su temperatura cuando recibe un flujo de calor

$$D = \frac{\kappa}{\rho c_p} \left(\frac{m^2}{s} \right)$$

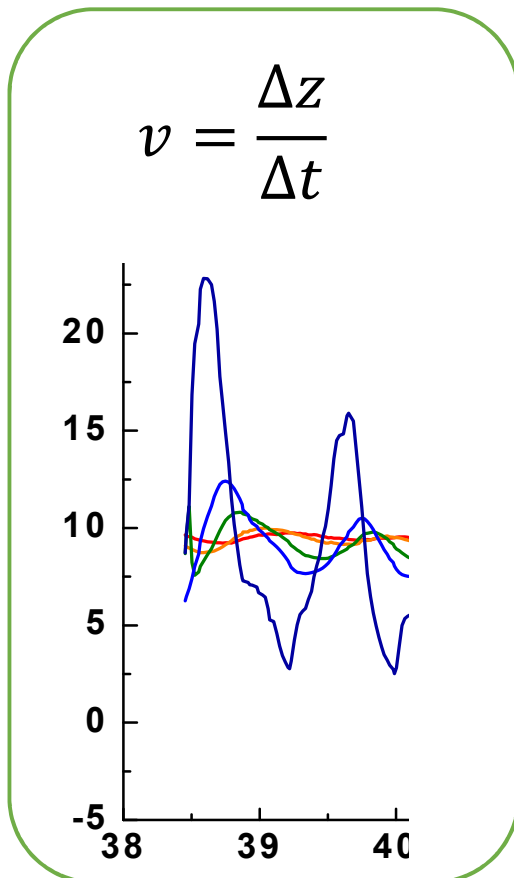
κ : conductividad térmica ($W K^{-1} m^{-1}$)

ρ : densidad ($kg m^{-3}$)

c_p : calor específico a presión constante ($J kg^{-1} K^{-1}$)

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Medida experimental: $D = \frac{v}{2\varepsilon}$ v : velocidad de propagación (m/s)
 ε : coeficiente de amortiguamiento (m^{-1})



z : profundidad, $\Delta z = z_2 - z_1$
 t : tiempo, $\Delta t = t_2 - t_1$ (retraso temporal)

$$A(z) = A(0)e^{-\varepsilon z}$$

$$\ln A(z) = \ln A(0) - \varepsilon z$$

$$y = mx + n$$

$$m = -\varepsilon ; n = \ln A(0)$$

ajuste lineal por mínimos cuadrados

MATERIALES



termómetros de
resistencia Pt-100

MATERIALES

datalogger NOVUS



MATERIALES

muestras de diferentes tipos de suelo



MATERIALES



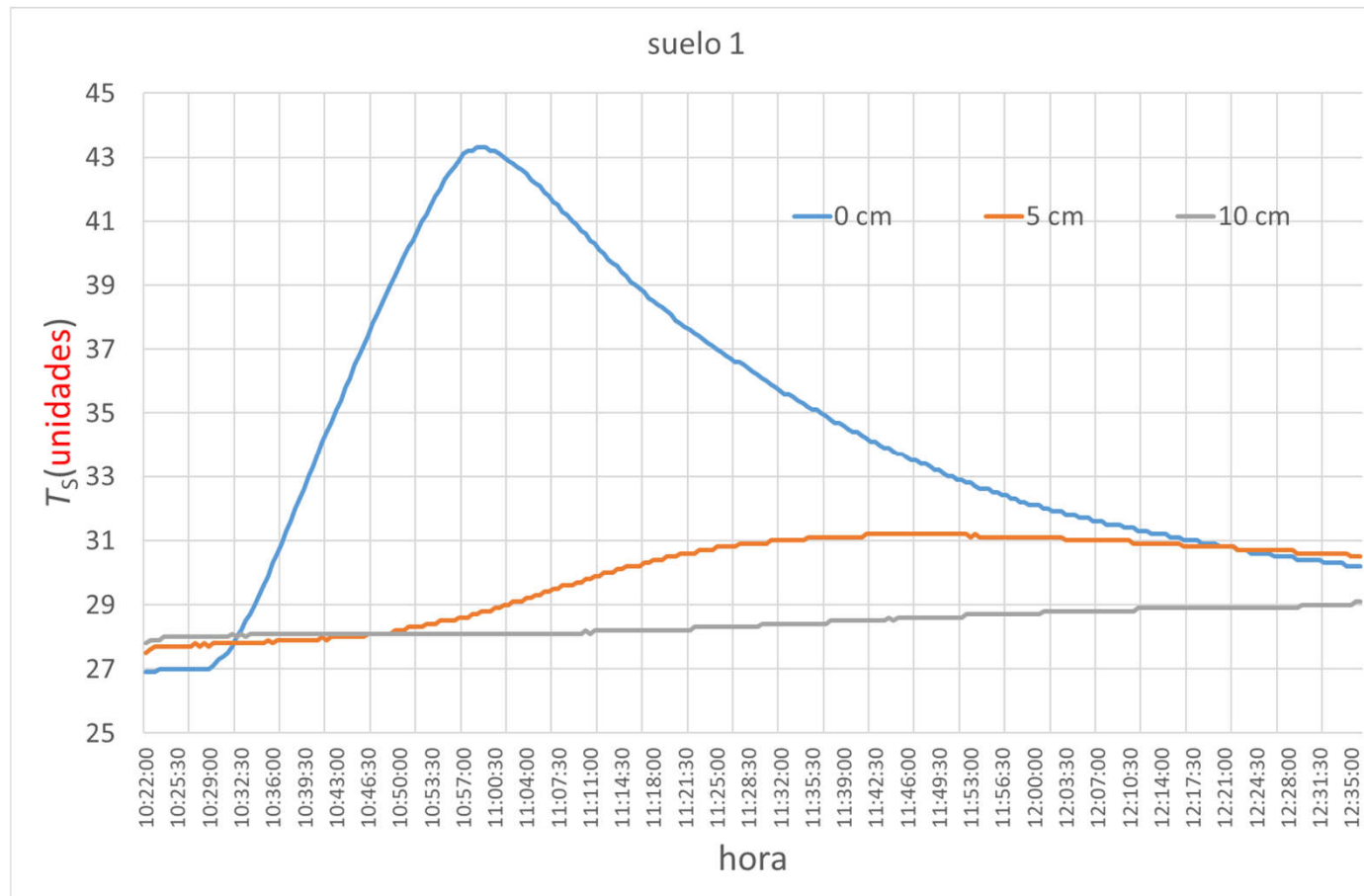
foco de 500 W

REALIZACIÓN: procedimiento experimental

- 1) Mediante una regla perforada cada 5 cm (error absoluto 0,5 cm), se entierran, en cada muestra de suelo, 3 termómetros de resistencia de Pt (error absoluto 0,3°C) a 0 cm, 5 cm y 10 cm.
- 2) Se conectan los termómetros al *datalogger* y éste a un ordenador.
- 3) Se programa el *datalogger* para que registre medidas cada 30 s (error absoluto 2 s).
- 4) Se toman medidas durante 5 minutos con la lámpara apagada, 25 minutos con la lámpara encendida y 90 minutos con la lámpara apagada.
- 5) Se descargan los datos del *datalogger* a un ordenador.

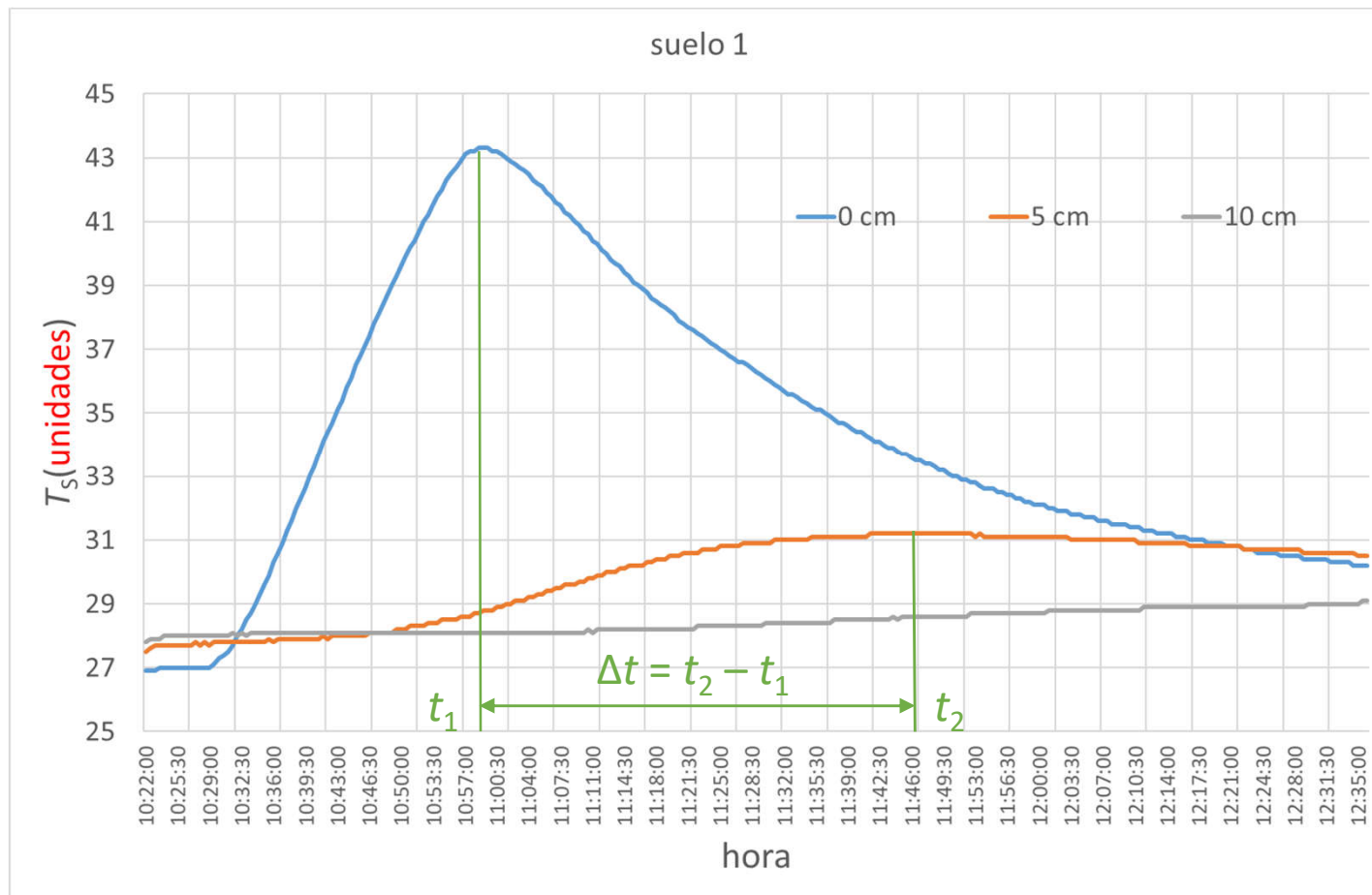
REALIZACIÓN: tratamiento de datos

- 1) Representación gráfica de la temperatura del suelo a diferentes profundidades en función del tiempo.



REALIZACIÓN: tratamiento de datos

- 2) Medida del retraso temporal y cálculo de la velocidad de propagación. Usar los termómetros a 0 cm y 5 cm.



REALIZACIÓN: tratamiento de datos

Velocidad de propagación: $v = \frac{\Delta z}{\Delta t} \left(\frac{m}{s} \right)$

$$\varepsilon(v) = \left| \frac{\partial v}{\partial \Delta z} \varepsilon(\Delta z) \right| + \left| \frac{\partial v}{\partial \Delta t} \varepsilon(\Delta t) \right| = \left| \frac{\varepsilon(\Delta z)}{\Delta t} \right| + \left| -\frac{\Delta z}{(\Delta t)^2} \varepsilon(\Delta t) \right|$$

Diferencia de profundidades Δz : $\varepsilon(\Delta z) = |\varepsilon(z_2)| + |-\varepsilon(z_1)|$

Retraso temporal Δt : $\varepsilon(\Delta t) = |\varepsilon(t_2)| + |-\varepsilon(t_1)|$

$$v \pm \varepsilon(v)$$

REALIZACIÓN: tratamiento de datos

3) Determinación del coeficiente de amortiguamiento (m^{-1}).

z (m)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	A(z) (°C)	lnA(z)
0,00	43,3	26,9	16,4	2,797281
0,05	31,2	27,5	3,7	1,308333
0,10	29,1	27,8	1,3	0,262364



ESTIMACIÓN LINEAL	
-25,349	2,723
2,558	0,165
0,990	0,181
98,238	1,000
3,213	0,033

REALIZACIÓN: tratamiento de datos

Amplitud térmica: $A = T_{\max} - T_{\min}$

$$\varepsilon(A) = \left| \frac{\partial A}{\partial T_{\max}} \varepsilon(T_{\max}) \right| + \left| \frac{\partial A}{\partial T_{\min}} \varepsilon(T_{\min}) \right| = |\varepsilon(T_{\max})| + |-\varepsilon(T_{\min})|$$

Coeficiente de amortiguamiento ε :

a partir del ajuste lineal por mínimos cuadrados
(ver video de ayuda de la práctica 4)

ESTIMACIÓN LINEAL	
-25,349	2,723
2,558	0,165
0,990	0,181
98,238	1,000
3,213	0,033

$$\varepsilon \pm \varepsilon(\varepsilon)$$

REALIZACIÓN: tratamiento de datos

- 4) Cálculo de la difusividad térmica y comparación con valores de referencia.

$$D = \frac{v}{2\varepsilon}$$

$$\varepsilon(D) = \left| \frac{\varepsilon(v)}{2\varepsilon} \right| + \left| -\frac{v}{2\varepsilon^2} \varepsilon(\varepsilon) \right|$$

Buscad valores de referencia en Internet, usando como palabras clave: “difusividad térmica de suelos”

Presentación de resultados en el informe:

- Descripción breve de los objetivos.
- Figura 1: evolución temporal de la temperatura del suelo para las 3 profundidades. Descripción e interpretación.
- Retraso temporal (con su error) entre 0 cm y 5 cm.
- Velocidad de propagación (con su error) entre 0 cm y 5 cm.
- Tabla con temperatura máxima y mínima, amplitud y logaritmo neperiano de la amplitud para cada profundidad (0, 5 y 10 cm). Todos los valores con su error.
- Figura 2: logaritmo neperiano de la amplitud en función de la profundidad.
 - Debe incluir:
 - línea de tendencia
 - coeficiente de determinación R^2
 - ecuación lineal
 - Valor de la pendiente y su error (coeficiente de amortiguamiento).
- Difusividad térmica con su error y comparación con valores de referencia.

Presentación de resultados en el informe:

Recordad:

- Expresad correctamente los valores con sus errores. incluid las cifras significativas requeridas y haced los redondeos necesarios.
- Poned pie a las tablas, con numeración correlativa. Poned encabezamientos a las filas/columnas de las tablas (incluyendo magnitudes y unidades).
- Poned pie a cada figura, con numeración correlativa. incluid títulos de ejes, elegid una escala correcta en los ejes, barras de error, y que el tipo de gráfico y espacio de trabajo sean adecuados.

<https://mmedia.uv.es/buildhtml/65430>

(contraseña: Metcli20)