

Utilización de la información del infrarrojo térmico para la estimación de la temperatura de superficie y la evapotranspiración de los cultivos.

Dr. Raúl Rivas

Investigador Independiente de la

Comisión de Investigaciones Científicas

Lugar de trabajo: Instituto de Hidrología de Llanuras

<http://www.ihlla.org.ar/> - <http://teledeteccion.wix.com/gtihlla> - <http://www.cic.gba.gov.ar/>

Introducción

Hoy desarrollaremos la parte correspondiente al sector del espectro electromagnético que corresponde al intervalo 8-14 μm (denominado infrarrojo térmico-IRT), visible-IRC y evapotranspiración. Vamos a centrarnos en analizar las diferentes misiones de satélite que llevan a bordo sensores térmicos. Posteriormente analizaremos imágenes de temperatura de superficie (LST) y el modo en que se llegó a tener el dato de LST. Obtendremos mapas de LST y analizaremos la relación entre temperatura y respuesta espectral de la vegetación.

Tratado el tema de LST hablaremos del concepto de evapotranspiración (ET) y el proceso físico – metabólico que engloba la ET. Discutiremos las diferentes ecuaciones de estimación utilizadas para el cálculo a escala local y espacial. Además vamos a dedicar un tiempo a comprender los diferentes modelos de ET a escala espacial y los aportes de la teledetección a estos modelos. Por último seleccionaremos tres artículos (ecuación de balance de energía y de Priestley - Taylor) para estimar la ET utilizando información de satélite. Finalmente realizaremos una aplicación, para la región pampeana argentina, utilizando datos del sensor TM (resolución espacial 120 m por 120 m).

Ecuaciones a utilizar

En este punto se detalla información complementaria para el desarrollo de los trabajos previstos en el práctico. El número de la ecuación es el que corresponde al trabajo del cual fue tomada y la cita se encuentra adecuadamente referenciada en el texto. Las ecuaciones a tener en cuenta al momento de realizar los prácticos son (tomada de Allen et al.1998):

$$\gamma = \frac{c_p P}{\epsilon \lambda} = 0.665 \times 10^{-3} P \quad (8)$$

where	γ	psychrometric constant [kPa °C ⁻¹],
	P	atmospheric pressure [kPa],
	λ	latent heat of vaporization, 2.45 [MJ kg ⁻¹],
	c_p	specific heat at constant pressure, 1.013 10 ⁻³ [MJ kg ⁻¹ °C ⁻¹],
	ϵ	ratio molecular weight of water vapour/dry air = 0.622.

De donde P , en caso de no disponer del dato medido, se puede calcular a partir de Allen et al. (1998):

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065 z}{293} \right)^{5.26} \quad (7)$$

where	P	atmospheric pressure [kPa],
	z	elevation above sea level [m],

El valor de delta se puede calcular desde la siguiente expresión (Allen et al.1998):

$$\Delta = \frac{4098 \left[0.6108 \exp \left(\frac{17.27 T}{T + 237.3} \right) \right]}{(T + 237.3)^2} \quad (13)$$

where	Δ	slope of saturation vapour pressure curve at air temperature T [kPa °C ⁻¹],
	T	air temperature [°C],
	exp[.]	2.7183 (base of natural logarithm) raised to the power [..].

Trabajo práctico

El práctico tiene como objetivo desarrollar los pasos requeridos para la estimación de la evapotranspiración usando información captada por el sensor Thematic Mapper (TM) [imagen con el nombre 321-2008-L5-Raul la cual corresponde al partido de Tandil, provincia de Buenos Aires]. Los datos básicos de entrada corresponden a los valores de R_n , R_{ni} y T_s comentados en la parte teórica. Esta actividad se realizará utilizando medidas puntuales registradas en la parcela de validación de datos de balance de energía que tiene el Instituto de Hidrología de Llanuras en el campus de la UNCPBA en Tandil.

1 Abrir la hoja de cálculo Clase_4_TP_Rn satélite_F. Carmona cursosihlla.bdh.org.ar/ET_UNCu

- a. Identificar la información contenida en la hoja de datos y las magnitudes físicas de superficie registradas por los diferentes sensores (más información sobre los sensores se puede ver en [Carmona et al. 2012](#)).
- b. Graficar el comportamiento horario de las variables indicadas.

2 Abrir el artículo Rivas_Carmona BGM.pdf [cursosihlla.bdh.org.ar /ET_UNCu](http://cursosihlla.bdh.org.ar/ET_UNCu)

- a. Leer el trabajo e identificar la ecuación de Priestley and Taylor adaptada a la teledetección.
- b. Buscar las ecuaciones requeridas para el cálculo.
- c. Calcular los parámetros locales
- d. Abrir la imagen 321-2008-L5-Raul e identificar las bandas.
- e. Identificar la banda albedo de superficie
- f. Aplicar la ecuación de LEd utilizando como variable el albedo
- g. Realizar un mapa de LEd

3 Abrir el artículo 2008_Sanchez*.pdf ubicado en el sitio del curso [cursosihlla.bdh.org.ar /ET_UNCu](http://cursosihlla.bdh.org.ar/ET_UNCu)

- a. Leer atentamente el trabajo y posteriormente ubicar la ecuación 3.

$$LE_d = \frac{R_{nd}}{R_{ni}} (R_{ni} - H_i)$$

Ecuación 3 tomada de [Sánchez et al. 2008](#):

- b. Identificar los datos requeridos para la estimación de LEd y a continuación abrir la imagen (sensor TM). Encontrar las bandas necesarias para la aplicación de la ecuación 3.
- c. Identificar la información faltante para aplicar el método de balance propuesto en el trabajo (desde la imagen y de la estación de terreno “hoja Excel indicada en el punto 1”).
- d. Buscar en la tesis de Carmona 2014 la relación $R_{nd} R_{ni}^{-1}$ para Landsat. Anotar el valor.
- e. Calcular H_i utilizando la ecuación 6a ([Sánchez et al. 2008](#)) considerando que la estación de terreno está en un pasto corto ($r_a = 70 \text{ s m}^{-1}$). Identificar C_p y ρ , el valor a utilizar y las unidades correspondientes. Los valores de R_{ni} logrados son en W m^{-2} .
- f. Realizar el cálculo preliminar de H_i en Excel y armar la ecuación a utilizar en el programa de procesamiento de imágenes (recordar que utilizará datos locales e información de satélite).
- g. Calcular H_i con la imagen. Analizar los valores obtenidos y evaluar la consistencia del resultado.
- h. Calcular la imagen de LEd.
- i. Identificar la parcela en donde se ubica la estación de balance (usar el roi cargado en el sitio del curso, carpeta práctico).
- j. Calcular el valor de LEd promedio para la parcela en la imagen usando el roi.
- k. Comparar el resultado de LEd de la imagen con el medido en la parcela con la estación de balance.
- l. Discutir los resultados y analizar a qué se puede deber la diferencia (transforme los valores de energía en mm de agua para una mejor valoración de los resultados).

4 Abrir el artículo Rivas Carmona JPCE*.pdf ubicado en el sitio del curso [cursosihlla.bdh.org.ar /ET_UNCu](http://cursosihlla.bdh.org.ar/ET_UNCu)

- a. Identificar la ecuación de Seguin e Itier (SI)
- b. Buscar los datos requeridos para aplicar la ecuación considerando que utilizará la imagen Landsat usada en el apartado anterior.
- c. Calcular Rnd a partir de Rni
- d. Aplicar la ecuación de SI asumiendo que la zona está cubierta por pastura
- e. Obtener un mapa de evapotranspiración para el partido de Tandil

**EL PRÁCTICO DEBE DE REALIZARSE EN LA CLASE EN FORMATO DIGITAL, ARCHIVO EXCEL Y DOC.
Media hora antes de finalizada la clase se realizará una discusión de los resultados.**