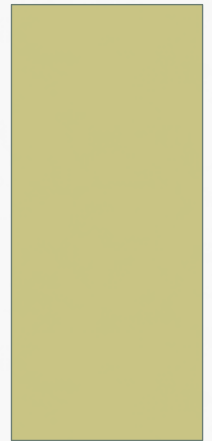




ESTIMACIÓN LA EMISIVIDAD Y LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE CON EL SÁTELITE LANDSAT 8

JOSÉ J. PASAPERA GONZALES



ESTRUCTURA

OBJETIVOS

METODOLOGIA

RESULTADOS

ESTRUCTURA

OBJETIVOS

METODOLOGIA

RESULTADOS

OBJETIVOS

General

Evaluar y validar la emisividad y temperatura de la superficie del suelo en parcelas agrícolas de Argentina y Perú usando el satélite Landsat 8.

Objetivos Específicos

Construcción de una caja de emisividad para la estimación de la emisividad de la superficie del suelo

Realizar medidas de emisividad de campo en parcelas agrícolas con presencia de suelo desnudo, mixto y de vegetación.

Comparar las medidas locales de temperatura superficial de parcelas agrícolas con imágenes de satélite

Ajustar el algoritmo de emisividad por el método de umbrales del NDVI y proponer una ecuación de adaptación al satélite Landsat 8

ESTRUCTURA

OBJETIVOS

METODOLOGIA

- **Medidas con imágenes de satélite**
- **Medidas con instrumentos en campo**

RESULTADOS

LANDSAT 8

El satélite Landsat 8 incorpora dos instrumentos de barrido: el Operational Land Imager (**OLI**), y el sensor Thermal Infrared Sensor (**TIRS**). Estos sensores adquieren bandas espectrales similares a las anteriores misiones, pero proporcionan algunas mejoras como se muestra en la figura 20.

El caso del sensor OLI, se le agregaron dos canales: Un canal profundo en el azul visible (banda 1), diseñado específicamente para los recursos hídricos e investigaciones costeras;

Un canal infrarrojo (banda 9) diseñado para la detección de nubes.

En el sensor **TIRS** se reemplazó la banda 6 del satélite Landsat 7 dos bandas térmicas: Banda 10 y banda 11, proponiendo de esta manera usar los algoritmos bicanales. Sumándose, como alternativa metodológica a los conocidos algoritmos monocanales para los productos de **ESS** y **TSS**.

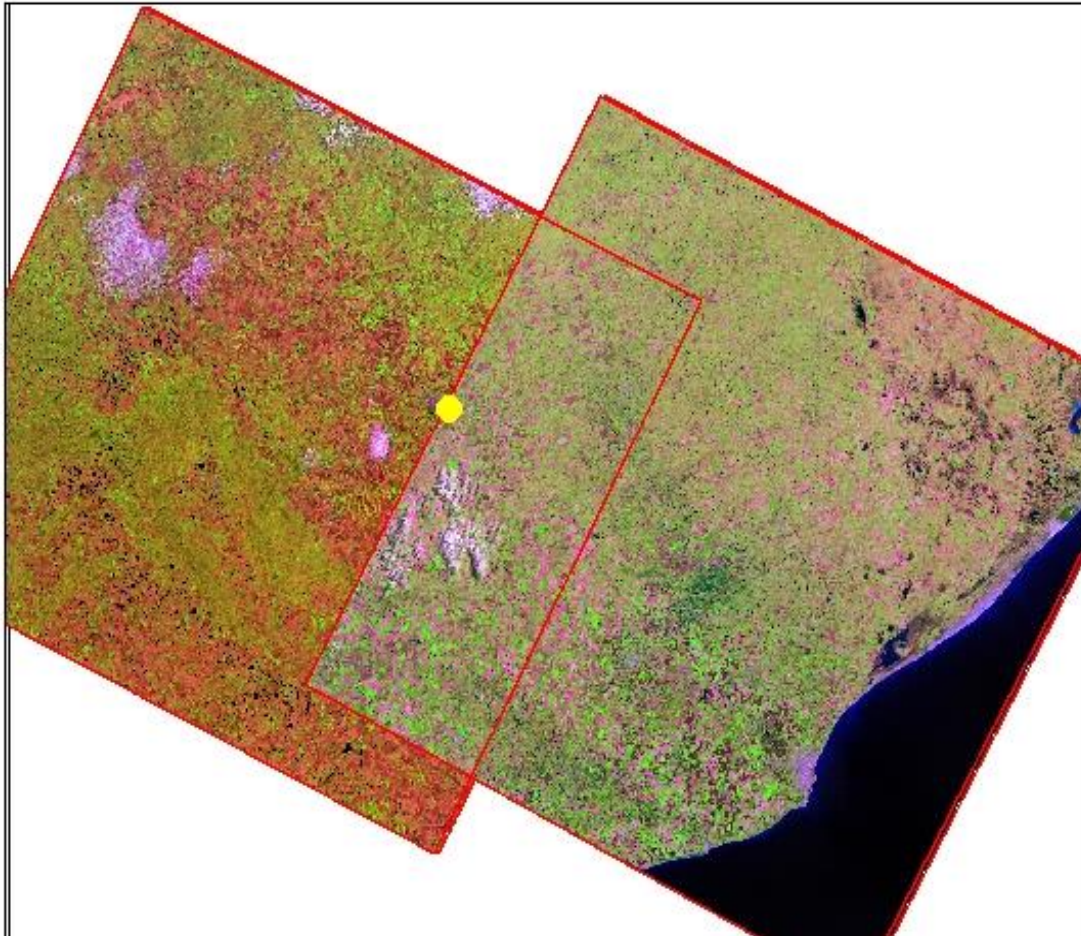
LANDSAT 8

RESOLUCIÓN: ESPECTRAL Y ESPACIAL

Sensor Landsat 8	Nº Banda	Longitud de Onda (µm)			Resolución Espacial (m)
		Min	Máx.	Central	
OLI	Banda 1: Aerosoles costeros	0.433	0.453	0.443	30
	Banda 2: Azul	0.450	0.515	0.483	30
	Banda 3: Verde	0.525	0.590	0.557	30
	Banda 4: Rojo	0.630	0.680	0.655	30
	Banda 5 IRC	0.845	0.885	0.865	30
	Banda 6: IRM 1	1.560	1.660	1.610	30
	Banda 7: IRM 2	2.100	2.290	2.195	30
	Banda 8: Pancromático	0.500	0.680	0.590	15
	Banda 9: Nubes	1.360	1.380	1.370	30
TIRS	Banda 10*	10.60	11.19	10.895	100
	Banda 11*	11.50	12.51	12.005	100

LANDSAT 8

ÁREA DE ESTUDIO: 224086 -225086



TANDIL-ARGENTINA

TANDIL	Latitudes medias de verano		
	37° 5' S, 59° 7' O, 130 m		

LEYENDA

● Estación de Balance de Energía-TANDIL

□ L8 (Path:224 Row:086)

□ L8 (Path:225 Row:086)

LC82240862013279

RGB

■ Red: Band_5

■ Green: Band_5

■ Blue: Band_4

LC82250862013142

RGB

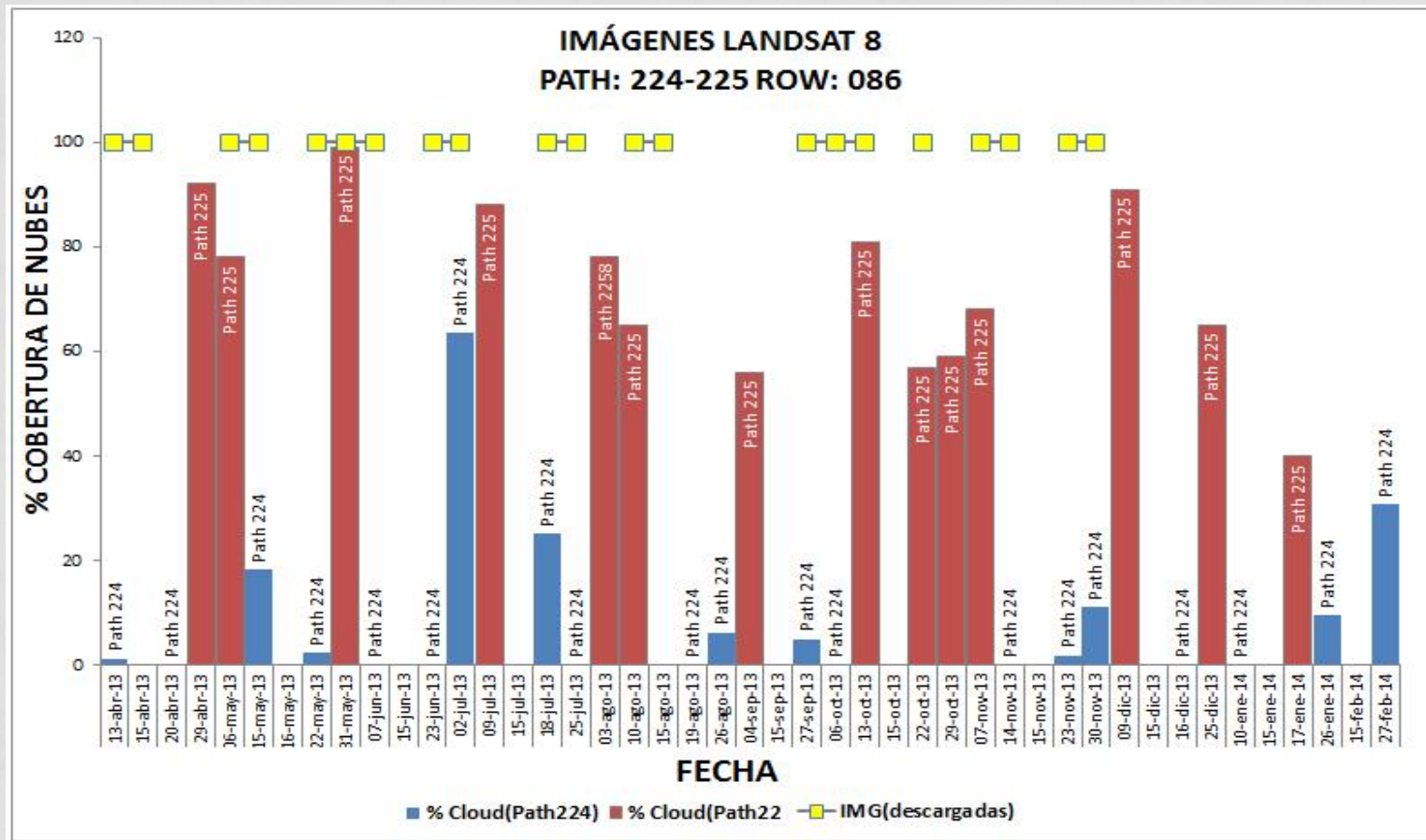
■ Red: Band_5

■ Green: Band_5

■ Blue: Band_1

LANDSAT 8

ÁREA DE ESTUDIO: 224086 -225086



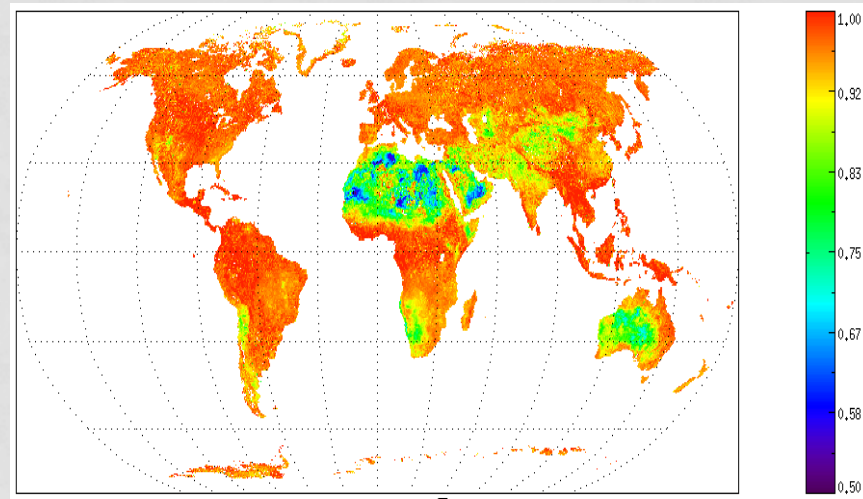
LANDSAT 8

HEADER

DESCRIPCIÓN	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Nombre del archivo: LC8PATHROWAÑODJLGVERSION L : Nombre de la misión C: Tipo de sensor (O =OLI, T=TIRS, C=OLI y TIRS) 8 : Número de misión Landsat PATH: Localización de orbita en el sistema de referencia global (WRS-2) ROW: Localización de orbita en el sistema de referencia global (WRS-2) AÑO: Año de adquisición de la imagen. DJ: Día Juliano LG: Tipo de producto VERSION: Versión de procesamiento	L82240862013163LG00	DATE_ACQUIRED = ANNO-MES-DIA SCENE_CENTER_TIME = HORA:MIN:SEGZ SUN_ELEVATION = xx.xxxxx	DATE_ACQUIRED = 2013-05-11 SCENE_CENTER_TIME = 15:35:35.9814041Z SUN_ELEVATION = 55.88501465
		Datos para radiancia: Usa las bandas L8. GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING RADIANCE_MULT_BAND_? = xx.xxxxx RADIANCE_ADD_BAND_? = xx.xxxxx END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING	GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2646E-02 RADIANCE_ADD_BAND_1 = 63.22859 END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
		Datos para reflectividad: Usa las bandas 1 al 9. GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING REFLECTANCE_MULT_BAND_? = xx.xxxxx REFLECTANCE_ADD_BAND_? = xx.xxxxx	GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05 REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = 0.100000
Nombre de las Bandas: LC8PATHROWAÑODJLGVERSION_NºBANDA Nº Banda: describe el número de banda (1 al 11 y BQA). BQA: Banda de datos adicionales de control de calidad. Representa las combinaciones de bits de relleno de la superficie, la atmosfera, y las condiciones de sensores que pueden afectar la utilidad general de un píxel dado.	L82240862013163LG00_B01 L82240862013163LG00_B11 L82240862013163LG00_MTL L82240862013163LG00_BQA	Datos para Temperatura de Brillo GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89 K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89 K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08 K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14 END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS	GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89 K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89 K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08 K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14 END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN TEMPERATURA DE SUPERFICIE



CORREGIR POR EFECTO
DE EMISIVIDAD

CORREGIR POR EFECTO
DE PARAMETROS
ATMOSFERICOS

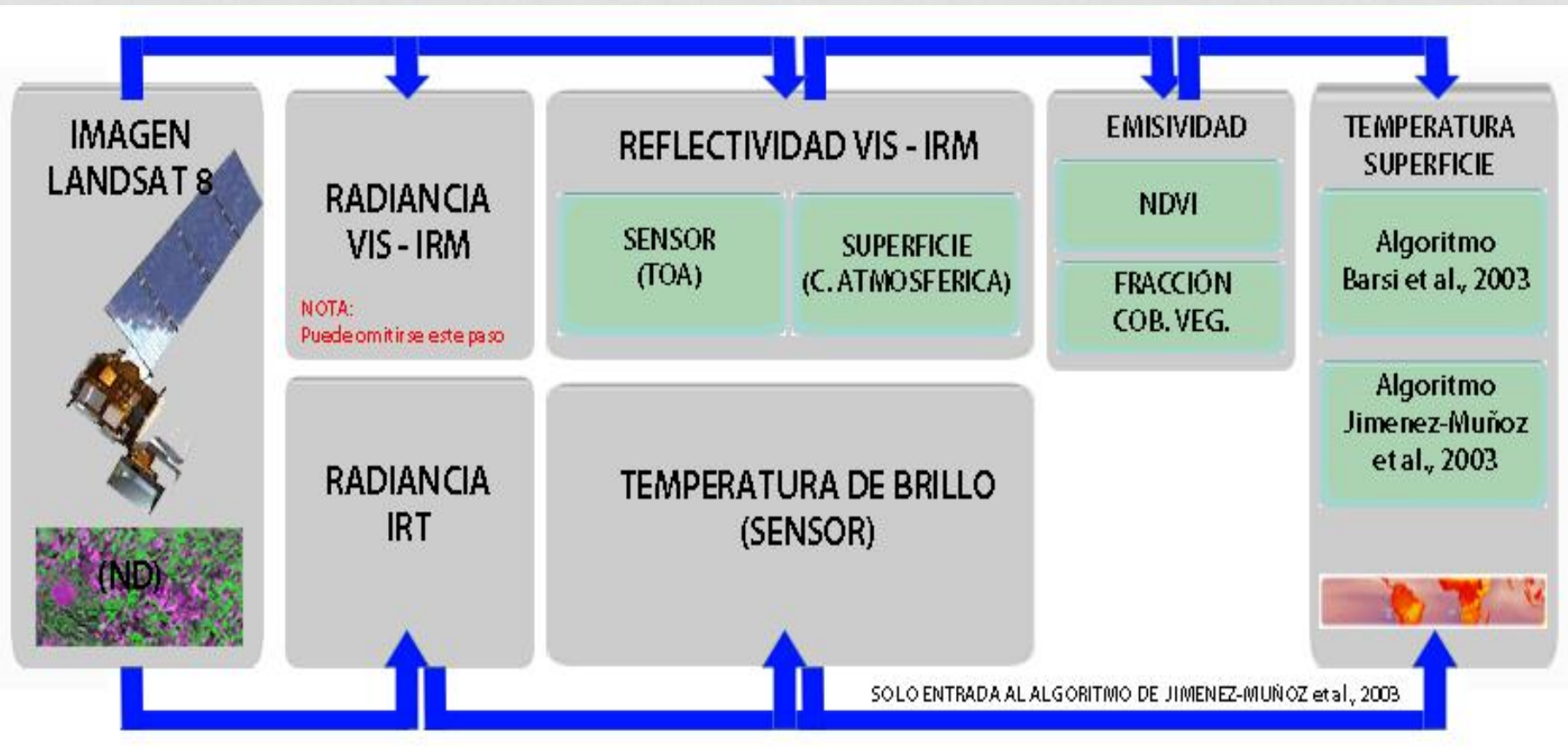
LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CORREGIR POR EFECTO DE
EMISIVIDAD

Usa la metodología de Carlson y Ripley, 1997

LANDSAT 8

PROCESAMIENTO



LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN A RADIANCIA

$$L_{\lambda sensor} = M_L (ND) + A_L$$

M_L : Factor de re-escala multiplicativo característico de la banda espectral

A_L : Factor de re-escala aditivo característico de la banda espectral

$L_{\lambda sensor}$: Radiancia espectral del sensor OLI y TIRS (Watts/m² sr μm)

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN A REFLECTANCIA TOA

$$\rho_{\lambda} = \frac{[M_{\rho} (ND) + A_{\rho}]}{\cos \theta}$$

M_{ρ} : Factor multiplicativo de re-escala para la reflectividad (obtenido del header)

A_{ρ} : Factor aditivo de re-escala para reflectividad (obtenido del header)

ND : Nivel digital

θ : Ángulo cenit solar obtenido del complemento del ángulo de elevación solar.

Difiere de ecuación tradicional

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{ESUN \cos \theta}$$

θ : Ángulo cenit solar obtenido del complemento del ángulo de elevación solar.

d : Distancia Tierra-Sol

L_{λ} : radiancia

ESUN: Irradiancia exoatmosférica

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN A RADIANCIA SUP

$$\rho_{sup} = \left(\frac{\rho_{\lambda sensor} - \rho_{\lambda DOS}}{\tau_{\lambda z} \tau_{\lambda v}} \right) + 0.01$$

Donde:

$\rho_{\lambda DOS}$: Reflectancia mínima de la imagen
 $\tau_{\lambda v} = \exp\left(-\frac{\tau_{\lambda r}}{\cos\theta_v}\right)$

$$\tau_{\lambda z} = \exp\left(-\frac{\tau_{\lambda r}}{\cos\theta_z}\right)$$

$\tau_{\lambda r}$: Espesor óptico para la dispersión de Rayleigh estimado usando

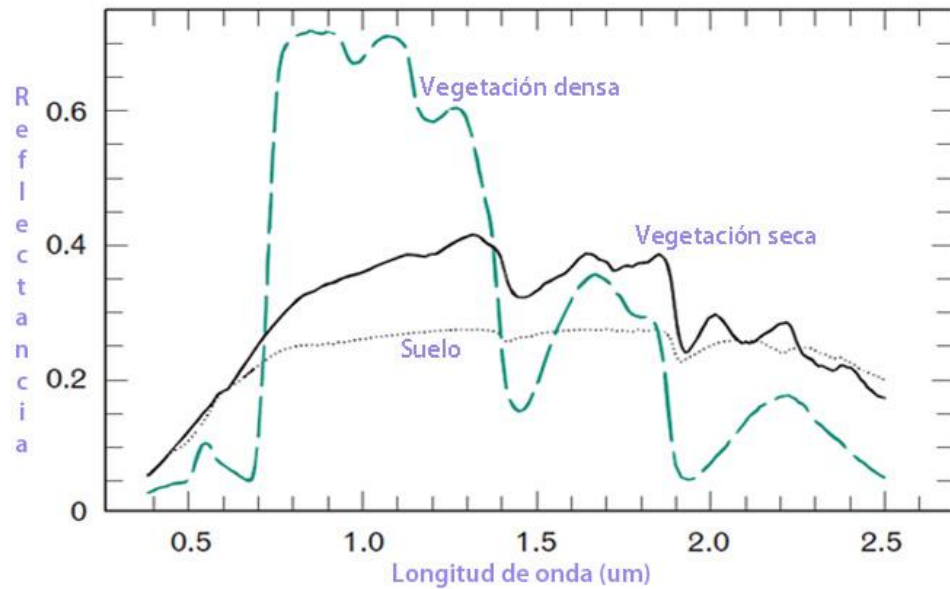
$$\tau_{\lambda r} = 0.008569 \lambda_c^{-4} (1 + 0.0113 \lambda_c^{-2} + 0.00013 \lambda_c^{-4})$$

θ_v Landsat 8 toma datos desde el nadir, el ángulo cenital del sensor es cero. θ_v ángulo cenital solar

El método asume la existencia de zonas oscuras con reflectividades cercanas a cero (puede ser agua clara y profunda, bosque denso y sombras). Además se considera una atmósfera sin aerosoles (Rayleigh) y para coberturas oscuras considera una reflectividad de la superficie del 1%, en longitudes de onda azul, verde y roja.

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN A ÍNDICE DE VEGETACIÓN



Firma espectral de la vegetación densa y seca y suelo

$$NDVI = \frac{B5 - B4}{B5 + B4}$$

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN A FRACCIÓN DE COBERTURA VEGETAL

$$FCV = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{máx} - NDVI_{min}} \right]^2$$

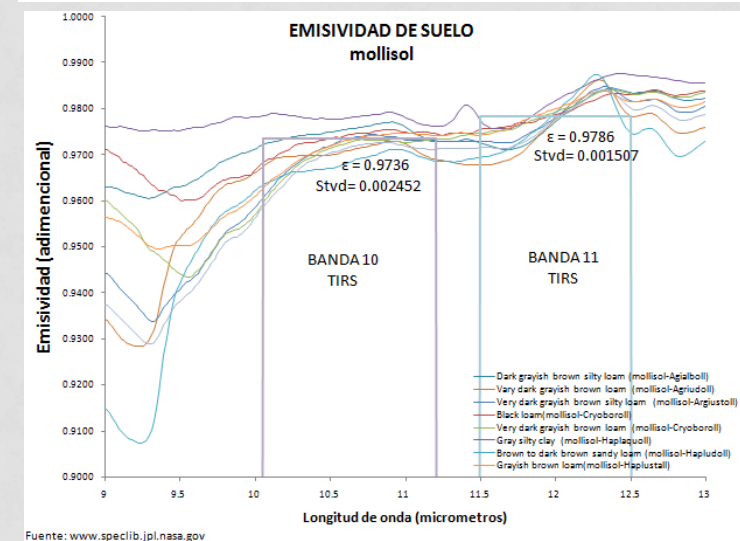
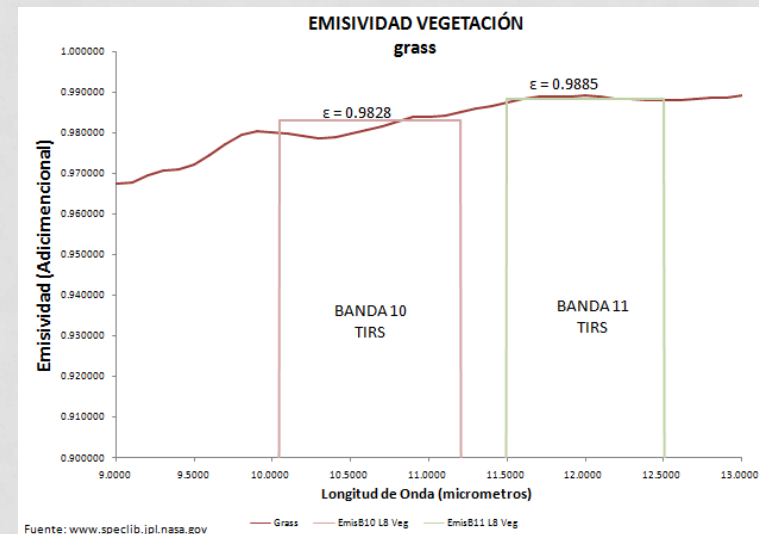
Es la tasa entre el área proyectada vertical de vegetación (incluye hojas, tallos y ramas) en el suelo y el área total de vegetación.

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CONVERSIÓN EMISIVIDAD DE SUPERFICIE

$$\varepsilon_{L8B10} = 0.9828 * FCV + 0.9736 * (1 - FCV)$$

$$\varepsilon_{L8B11} = 0.9885 * FCV + 0.9786 * (1 - FCV)$$



LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

CORREGIR POR EFECTO DE PARAMETROS ATMOSFERICOS

(Transmisividad, radiancia ascendente y
descendente)

Usa perfiles atmosféricos

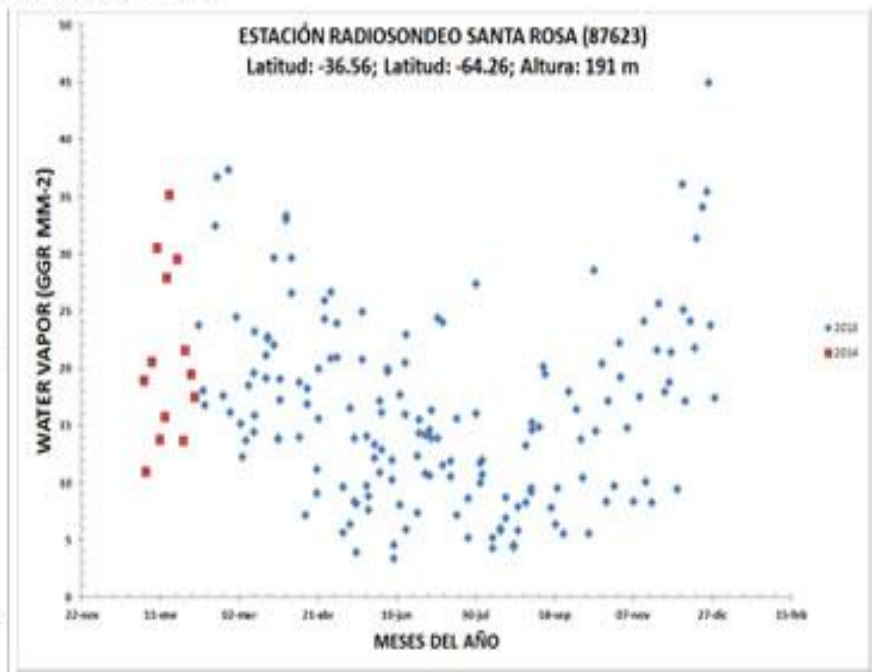
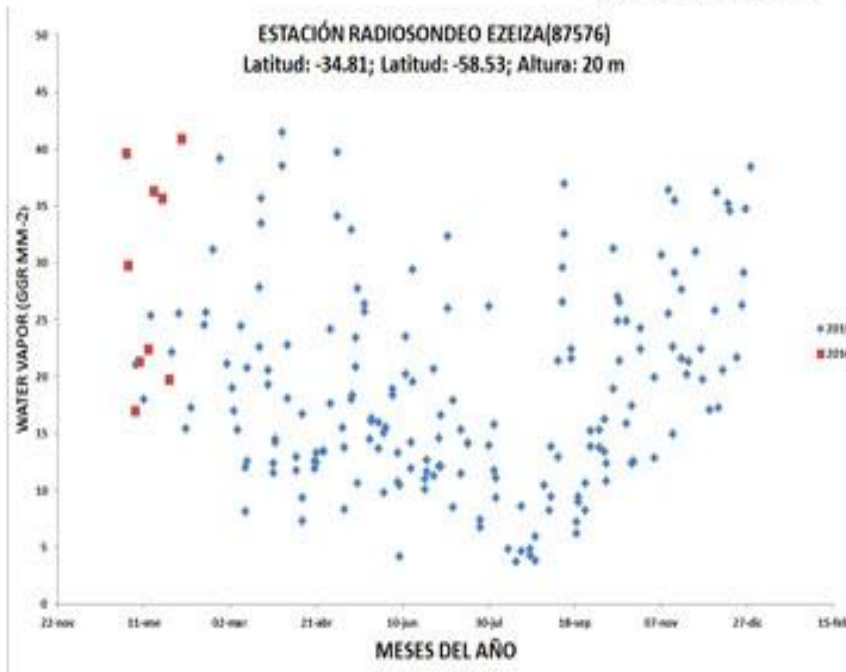
<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

PERFILES ATMOSFERICOS

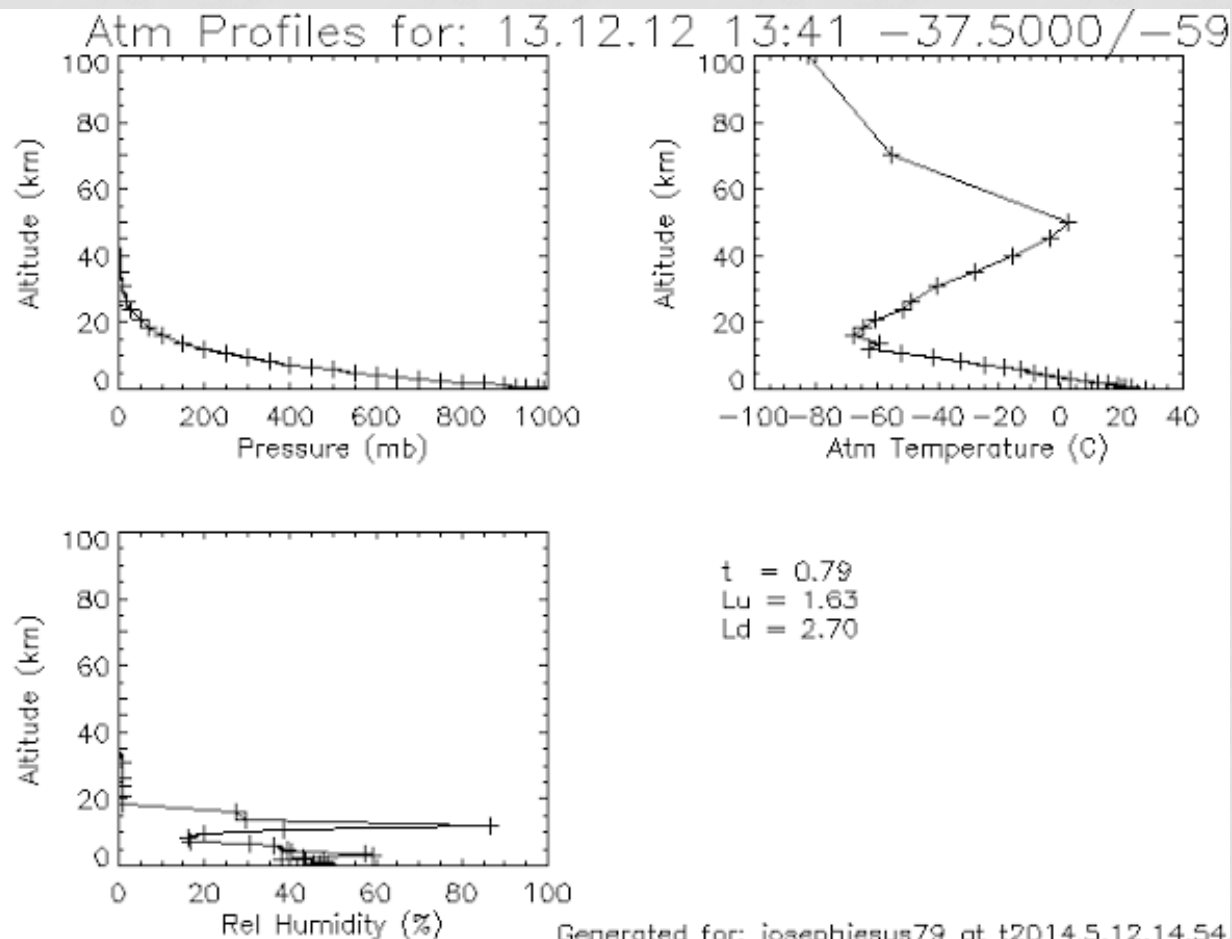
VAPOR DE AGUA - Z1_TANDIL-ARG



LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

PERFILES ATMOSFERICOS:

<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>



LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

PERFILES ATMOSFERICOS:

<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

87576 SAEZ Ezeiza Aero Observations at 12Z 12 May 2014

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1014.0	20	14.8	13.1	90	9.42	140	4	286.8	313.2	288.4
1000.0	139	13.8	13.7	99	9.94	110	8	286.9	314.8	288.7
925.0	796	11.8	10.4	91	8.63	315	4	291.4	316.1	292.9
896.0	1063	10.6	6.8	77	6.96	324	6	292.8	313.0	294.0
850.0	1500	7.6	5.6	87	6.75	340	10	294.1	313.9	295.3
845.0	1548	7.4	5.5	88	6.73	345	10	294.4	314.1	295.6
811.0	1885	6.1	4.6	90	6.61	5	12	296.5	316.0	297.7
783.0	2174	5.0	3.9	93	6.50	4	11	298.3	317.7	299.5
700.0	3080	-0.3	-0.9	96	5.14	0	9	302.1	317.9	303.1
697.0	3114	-0.5	-1.1	96	5.11	355	10	302.2	317.9	303.2
678.0	3336	-1.9	-2.0	99	4.90	346	11	303.1	318.2	304.0
635.0	3851	-5.0	-5.4	97	4.05	325	12	305.3	318.1	306.1
574.0	4645	-9.7	-10.6	93	2.99	325	11	308.7	318.4	309.3
572.0	4672	-9.8	-11.0	91	2.90	325	11	308.9	318.2	309.4
554.0	4918	-11.3	-14.9	74	2.18	300	11	310.0	317.2	310.4
524.0	5345	-13.7	-21.7	51	1.29	295	17	312.1	316.5	312.3
500.0	5700	-17.1	-24.1	55	1.10	290	22	312.1	315.9	312.3
483.0	5957	-18.8	-30.1	36	0.65	280	29	313.1	315.4	313.2
469.0	6176	-20.3	-35.3	25	0.41	281	33	313.9	315.4	314.0
400.0	7330	-29.7	-37.7	46	0.37	285	52	316.3	317.7	316.4
353.0	8209	-37.9	-42.6	61	0.25	299	58	316.8	317.7	316.8
351.0	8248	-37.7	-46.7	38	0.16	300	59	317.6	318.2	317.6
349.0	8288	-37.9	-51.9	22	0.09	300	59	317.8	318.2	317.8
335.0	8569	-40.1	-53.4	23	0.08	305	61	318.5	318.8	318.5
329.0	8693	-41.1	-54.1	23	0.07	305	66	318.8	319.1	318.8
326.0	8756	-40.7	-65.7	5	0.02	305	68	320.2	320.3	320.2
312.0	9054	-41.9	-61.9	10	0.03	305	79	322.6	322.7	322.6
311.0	9076	-41.7	-61.7	10	0.03	305	80	323.1	323.3	323.1
308.0	9142	-42.3	-62.0	10	0.03	305	82	323.2	323.3	323.2
300.0	9320	-43.9	-62.9	10	0.03	305	80	323.4	323.5	323.4
250.0	10510	-54.1	-67.1	19	0.02	315	84	325.5	325.6	325.5
248.0	10562	-54.7	-67.7	19	0.02	312	85	325.4	325.4	325.4
247.0	10587	-54.8	-67.9	18	0.02	310	85	325.5	325.6	325.5
227.0	11125	-57.7	-71.7	15	0.01	305	72	329.1	329.2	329.1
212.0	11560	-55.7	-78.7	4	0.00	297	70	338.7	338.7	338.7
200.0	11930	-57.5	-79.5	4	0.00	290	68	341.6	341.6	341.6
192.0	12185	-58.4	-80.4	4	0.00	290	69	344.1	344.1	344.1
172.0	12872	-60.8	-82.8	4	0.00	285	44	351.1	351.1	351.1
164.0	13169	-61.9	-83.9	4	0.00	290	59	354.1	354.1	354.1
155.0	13518	-62.0	-87.8	2	0.00	280	66	359.6	359.6	359.6
150.0	13720	-62.1	-90.1	1	0.00	285	58	362.9	362.9	362.9
149.0	13761	-62.2	-90.3	1	0.00	285	56	363.5	363.5	363.5
141.0	14102	-62.7	-91.9	1	0.00	280	71	368.4	368.4	368.4
135.0	14370	-63.1	-93.1	1	0.00	273	64	372.2	372.2	372.2
127.0	14749	-60.9	-91.9	1	0.00	263	55	382.7	382.7	382.7
121.0	15048	-62.2	-92.8	1	0.00	255	47	385.6	385.6	385.6
114.0	15416	-63.9	-93.9	1	0.00	255	43	389.1	389.2	389.1
107.0	15805	-63.8	-93.8	1	0.00	255	38	396.4	396.4	396.4
100.0	16220	-63.7	-93.7	1	0.00	275	34	404.4	404.4	404.4
93.0	16664	-64.3	-94.0	1	0.00	290	39	411.7	411.7	411.7
84.0	17287	-65.1	-94.4	1	0.00	260	41	422.2	422.2	422.2
78.2	17724	-65.7	-94.7	1	0.00	270	46	429.7	429.7	429.7
78.0	17740	-65.7	-94.7	1	0.00	270	46	430.0	430.0	430.0
72.0	18228	-65.1	-94.8	1	0.00	240	28	441.2	441.2	441.2
70.0	18400	-64.9	-94.9	1	0.00	250	28	445.2	445.2	445.2
69.0	18488	-64.7	-94.7	1	0.00	255	26	447.6	447.6	447.6
65.0	18854	-63.6	-93.6	1	0.00	250	31	457.6	457.6	457.6

Station information and sounding indices

Station identifier: SAEZ
Station number: 87576
Observation time: 140512/1200
Station latitude: -34.81
Station longitude: -58.53
Station elevation: 20.0
Showalter index: 2.90
Lifted index: 2.33
LIFT computed using virtual temperature: 2.25
SWEAT index: 109.22
K index: 29.70
Cross totals index: 22.70
Vertical totals index: 24.70
Totals totals index: 47.40
Convective Available Potential Energy: 0.00
CAPE using virtual temperature: 0.00
Convective Inhibition: 0.00
CINS using virtual temperature: 0.00
Bulk Richardson Number: 0.00
Bulk Richardson Number using CAPV: 0.00
Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 285.92
Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 976.36
Mean mixed layer potential temperature: 287.90
Mean mixed layer mixing ratio: 9.58
1000 hPa to 500 hPa thickness: 5561.00
Precipitable water [mm] for entire sounding: 30.80

Description of Sounding Columns

Parameter	Description	Units
PRES:	Atmospheric Pressure	[hPa]
HGHT:	Geopotential Height	[meter]
TEMP:	Temperature	[celsius]
DWPT:	Dewpoint Temperature	[celsius]
RELH:	Relative Humidity	[%]
MIXR:	Mixing Ratio	[gram/kilogram]
DRCT:	Wind Direction	[degrees true]
SKNT:	Wind Speed	[knot]
THTA:	Potential Temperature	[kelvin]
THTE:	Equivalent Potential Temperature	[kelvin]
THTV:	Virtual Potential Temperature	[kelvin]

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

MODTRAN : TRANSMISIVIDAD

File Edit ModtranInput Novam Filter Scan Climat Window Run Model Plot Ontar Help

Observer Height 10.000 **Down Short Path** **Bandpass**

H2 0.000 **Atm: New Model Atm** 2050.0 2150.0 cm⁻¹

Zenith Angle 180.000

Altitude Km

Down Range Distance Km

Model Atmosphere (1)-Run Number 1 of 1

Calculation Option: MODTRAN
Correlation-K speed: Slow
Model Atmosphere: MidLatitude Summer
Type of Atmospheric Path: Slant Path
Mode of Execution: Transmittance
Execute With Multiple Scattering: No Multiple Scattering
Temperature and Pressure Altitude Profile: Default to Model
Water Vapor Altitude Profile: Default to Model
Ozone Altitude Profile: Default to Model
Methane Altitude Profile: Default to Model
Nitrous Oxide Altitude Profile: Default to Model
Carbon Monoxide Altitude Profile: Default to Model
Other Gases Altitude Profile: Not Used
Output File Options: Include ATM Profiles

Next Ok Help

Atmospheric Column Parameters and Files (1A)

Water Vapor Column Choices
Use default water vapor column 0.0000

Ozone Column Choices
Use default ozone column 0.0000

Modified Aerosol Optical Properties ☐

Use Default Band Model ☒

Band Model File Name Browse

Use Instrument Filter File ☒

Instrument Filter File Name C:\PcModWin40\Bin\Data\landsat8.fltr Browse

CO2 Mixing Ratio 360.000 ppmv

Next Prev Ok Help

Aerosols (2)-Run Number 1 of 1

Aerosol Model Used Rural - VIS=23km
Seasonal Modifications to Aerosol Determined by Model
Stratospheric Aerosols (2 - 30 km) Background Stratospheric
Air Mass Character for Navy Maritime Aerosol 0
Use Cloud / Rain Aerosol Extension No Clouds or Rain
Use Army (VSA) for Aerosol Extension ☐
Surface Meteorological Range (VIS) 0.000 km
Wind Speed - Navy Maritime Aerosol 0.000 meters/sec
24 - hr Average Wind Speed - Navy Maritime 0.000 meters/sec
Rain Rate 0.000 mm/hr
Ground Altitude Above Sea Level 0.000 km
Use A+ card ☐
User Supplied Spectra ☐
Use NOVAM output ☐

Next Prev Ok Help

Geometry and Spectral Band (3)-Run Number 1 of 1

Path Type Observer Height, Zenith Angle and Final Height

	Start	End	Inc
Observer Height (Km)	10.000	0.0000	0.0000
Final Height (Km)	0.0000	0.0000	0.0000
Zenith Angle (deg)	180.00	0.0000	0.0000

Radius of Earth 6371.000 km
Path Length Type short

	Initial Frequency	Final Frequency	Frequency Increment	FWHM of SIF Function
	714.0 (1/cm)	1250. (1/cm)	1.0000000 (1/cm)	1.0000000 (1/cm)
	0.0000000 um	14.00000 um	0.011204 um	0.019615 um

SIF Function Type TRIANGULAR **FWHM Type** ABSOLUTE
Type of Plot Output No PLOT FILE **Plotout File Units** WAVENUMBER
Delimiter **Degrade Type** Only Total Rad/Trans
Spectral flux table Omit spectral flux table ☐ Visual Input

Next Prev Ok Help

Cancel

Ok

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

MODTRAN : RADIANCIA DESCENDENTE

File Edit Modtran Input Novam Filter Scan Climat Window Run Model Plot Ontar Help

Observer Height 10.000 **Down Short Path** **Bandpass**

H2 0.000 **Atm: New Model Atm** 2050.0 2150.0 cm⁻¹

Zenith Angle 180.000 **Ext: Rural - VIS=23km** 4.8780 4.6512 um

Altitude Km

Model Atmosphere (1)-Run Number 1 of 1

Calculation Option: MODTRAN
Correlation-K speed: Slow
Model Atmosphere: New Model Atmosphere
Type of Atmospheric Path: Slant Path
Mode of Execution: Thermal Radiance
Execute With Multiple Scattering: No Multiple Scattering
Temperature and Pressure Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Water Vapor Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Ozone Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Methane Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Nitrous Oxide Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Carbon Monoxide Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Other Gases Altitude Profile: Use Atm Layer Cards
Output File Options: Include ATM Profiles

Atmospheric Column Parameters and Files (1A)

Water Vapor Column Choices: Use default water vapor column
Ozone Column Choices: Use default ozone column
Modified Aerosol Optical Properties: ☐
Use Default Band Model: ☒
Band Model File Name: Browse
Use Instrument Filter File: ☒
Instrument Filter File Name: C:\PcModWin40\Bin\data\landsat8.fltr Browse
CO2 Mixing Ratio: 360.000 ppmv

Aerosols (2)-Run Number 1 of 1

Aerosol Model Used: Rural - VIS=23km
Seasonal Modifications to Aerosol: Determined by Model
Stratospheric Aerosols (2 - 30 km): Background Stratospheric
Air Mass Character for Navy Maritime Aerosol: 0
Use Cloud / Rain Aerosol Extension: No Clouds or Rain
Use Army (VSA) for Aerosol Extension: ☐
Surface Meteorological Range (VIS): 0.000 km
Wind Speed - Navy Maritime Aerosol: 0.000 meters/sec
24 - hr Average Wind Speed - Navy Maritime: 0.000 meters/sec
Rain Rate: 0.000 mm/hr
Ground Altitude Above Sea Level: 0.000 km
Use A+ card: ☐
User Supplied Spectra: ☐
Use NOVAM output: ☐

Geometry and Spectral Band (3)-Run Number 1 of 1

Path Type: Observer Height, Zenith Angle and Final Height
Observer Height (Km): Start 10.000, End 0.0000, Inc 0.0000
Final Height (Km): Start 0.0000, End 0.0000, Inc 0.0000
Zenith Angle (deg): Start 180.00, End 0.0000, Inc 0.0000
Radius of Earth: 0.0000000 km
Path Length Type: short
Initial Frequency: 714.0000 (1/cm), 8.0000000 um, 8000.0000 nm
Final Frequency: 1250.0000 (1/cm), 14.005602 um, 14005.602 nm
Frequency Increment: 1.0000000 (1/cm), 0.0112045 um, 11.204481 nm
FWHM of SIF Function: 1.0000000 (1/cm), 0.0196157 um, 19.615689 nm
SIF Function Type: TRIANGULAR, FWHM Type: ABSOLUTE
Type of Plot Output: No PLOT FILE, Plotout File Units: WAVENUMBER
Delimiter: , Degrad Type: Only Total Rad/Trans
Spectral flux table: Omit spectral flux table, Visual Input

Surface Parameters-Run Number 1 of 1

Temperature at First Boundary: 1.000
Surface Albedo Flag: Use Surface Albedo value
Surface Albedo (.000 - Blackbody): 0.000 Numeric Value

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

MODTRAN : RADIANCIA ASCENDENTE

PcModWin NewCase - [Slant Path H1 Zenith H2 Geometry]

File Edit ModtranInput Novam Filter Scan Climat Window Run Model Plot Ontar Help

Observer Height 0.000 **Looking Up** **Bandpass**

H2 10.000

Zenith Angle 0.000

Model Atmosphere (1)-Run Number 1 of 1

Calculation Option: MODTRAN
Correlation-K speed: Slow
Model Atmosphere: New Model Atmosphere
Type of Atmospheric Path: Slant Path
Mode of Execution: Thermal Radiance
Execute With Multiple Scattering: No Multiple Scattering
Temperature and Pressure Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Water Vapor Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Ozone Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Methane Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Nitrous Oxide Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Carbon Monoxide Altitude Profile: Use ATM Layer Cards
Other Gases Altitude Profile: Use Atm Layer Cards
Output File Options: Include ATM Profiles

Next Ok Help

Atmospheric Column Parameters and Files (1A)

Water Vapor Column Choices: Use default water vapor column 0.0000
Ozone Column Choices: Use default ozone column 0.0000
Modified Aerosol Optical Properties ☐
Use Default Band Model ☒
Band Model File Name: Browse
Use Instrument Filter File ☒
Instrument Filter File Name: C:\PcModWin40\Bin\Data\landsat8.flt Browse
CO2 Mixing Ratio: 360.000 ppmv

Next Prev Ok Help

Surface Parameters-Run Number 1 of 1

Temperature at First Boundary: 0.000
Surface Albedo Flag: Use Surface Albedo value
Surface Albedo (.000 - Blackbody): 0.000 Numeric Value

Next Prev Ok Help

Down Range Distance

Aerosols (2)-Run Number 1 of 1

Aerosol Model Used: Rural - VIS=23km
Seasonal Modifications to Aerosol: Determined by Model
Stratospheric Aerosols (2 - 30 km): Background Stratospheric
Air Mass Character for Navy Maritime Aerosol: 0
Use Cloud / Rain Aerosol Extension: No Clouds or Rain
Use Army (VSA) for Aerosol Extension: ☐
Surface Meteorological Range (VIS): 0.000 km
Wind Speed - Navy Maritime Aerosol: 0.000 meters/sec
24 - hr Average Wind Speed - Navy Maritime: 0.000 meters/sec
Rain Rate: 0.000 mm/hr
Ground Altitude Above Sea Level: 0.000 km
Use A+ card: ☐
User Supplied Spectra: ☐
Use NOVAM output: ☐

Next Prev Ok Help

Geometry and Spectral Band (3)-Run Number 1 of 1

Path Type: Observer Height, Zenith Angle and Final Height
Observer Height (Km): Start 0.0000 End 0.0000 Inc 0.0000
Final Height (Km): 10.000 0.0000 0.0000
Zenith Angle (deg): 0.0000 0.0000 0.0000
Radius of Earth: 0.0000000 km
Path Length Type: short
Initial Frequency: 714.0000 (1/cm) 8.000000 um 8000.0000 nm
Final Frequency: 1250.0000 (1/cm) 14.005602 um 14005.602 nm
Frequency Increment: 1.0000000 (1/cm) 0.011204 um 11.20448 nm
FWHM of SIF Function: 1.0000000 (1/cm) 0.019615 um 19.61568 nm
SIF Function Type: TRIANGULAR FWHM Type: ABSOLUTE
Type of Plot Output: No PLOT FILE Plot File Units: WAVENUMBER
Delimiter: Degradate Type: Only Total Rad/Trans
Spectral flux table: Omit spectral flux table Visual Input

Next Prev Ok Help

Cancel
Ok

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

ALGORITMO MONOCANAL

Barsi et al.,2003

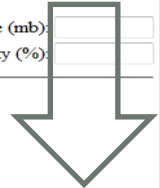
$$L_{LSENSOR} = \left[\varepsilon * B_{\lambda}(T) + (1 - \varepsilon) * L^{\downarrow} \right] * \tau + L^{\uparrow}$$

$$B_{\lambda}(T)_{LSUPB10} = \frac{\left[\left(\frac{L_{L7} - L^{\uparrow}}{\tau} \right) - (1 - \varepsilon) * L^{\downarrow} \right]}{\varepsilon}$$

$$T_{brillo} = \frac{K_2}{\ln \left[\frac{K_1}{L_{\lambda} + 1} \right]}$$

$L^{\downarrow}$ Radiancia atmosférica descendente
 $L^{\uparrow}$ Radiancia atmosférica ascendente
 τ Transmisividad
 ε Emisividad

Year:	Month:	Day:
GMT Hour:	Minute:	
Latitude: Longitude: + is North, - is South + is East, - is West		
☐ Use atmospheric profile for closest integer lat/long help ☒ Use interpolated atmospheric profile for given lat/long help		
☐ Use mid-latitude summer standard atmosphere for upper atmospheric profile help ☒ Use mid-latitude winter standard atmosphere for upper atmospheric profile help		
☒ Use Landsat-7 Band 6 spectral response curve ☐ Use Landsat-5 Band 6 spectral response curve ☐ Output only atmospheric profile, do not calculate effective radiances		
Optional: Surface Conditions (If you do not enter surface conditions, model predicted surface conditions will be used. If you do enter surface conditions, all four conditions must be entered.)		
Altitude (km):	Pressure (mb):	
Temperature (C):	Relative Humidity (%):	
Results will be sent to the following address:		
Email:		
Calculate Clear Fields		



<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

ALGORITMO MONOCANAL Jiménez-Muñoz y Sobrino.,2003

$$T_{B10L8}^{SUP} = \gamma(\lambda, T_B) [\varepsilon^{-1}(\Psi_1(\lambda, W) L_{\lambda_s} + \Psi_2(\lambda, W)) + \Psi_3(\lambda, W)] + \delta(\lambda, T_B)$$

Donde

(Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3) funciones atmosféricas ajustadas matemáticamente para una dependencia al vapor de agua y utilizando la función filtro gaussiano-triangular del algoritmo propone lo siguiente.

$$\begin{bmatrix} \Psi_1 \\ \Psi_2 \\ \Psi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.04019 & 0.02916 & 1.01523 \\ -0.38333 & -1.50294 & 0.20324 \\ 0.00918 & 1.36072 & -0.27514 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W^2 \\ W \\ 1 \end{bmatrix}$$

Las constantes γ , $\delta(\lambda, T_B)$, b_γ son:

$$\gamma \equiv \frac{T_{sen}^2}{b_\gamma L_{sen}}, \quad \delta(\lambda, T_B) \equiv T_{sen} - \frac{T_{sen}^2}{b_\gamma} \quad \text{y} \quad b_\gamma = \frac{C_2}{\lambda_c}$$

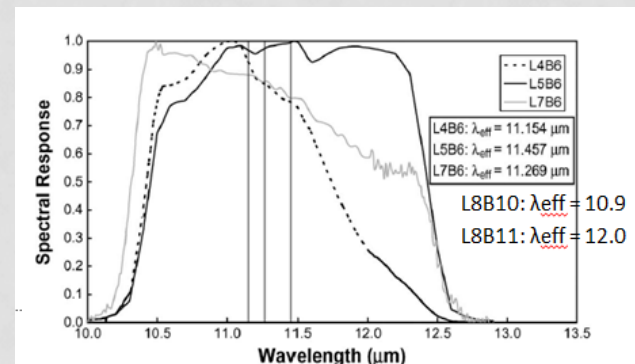
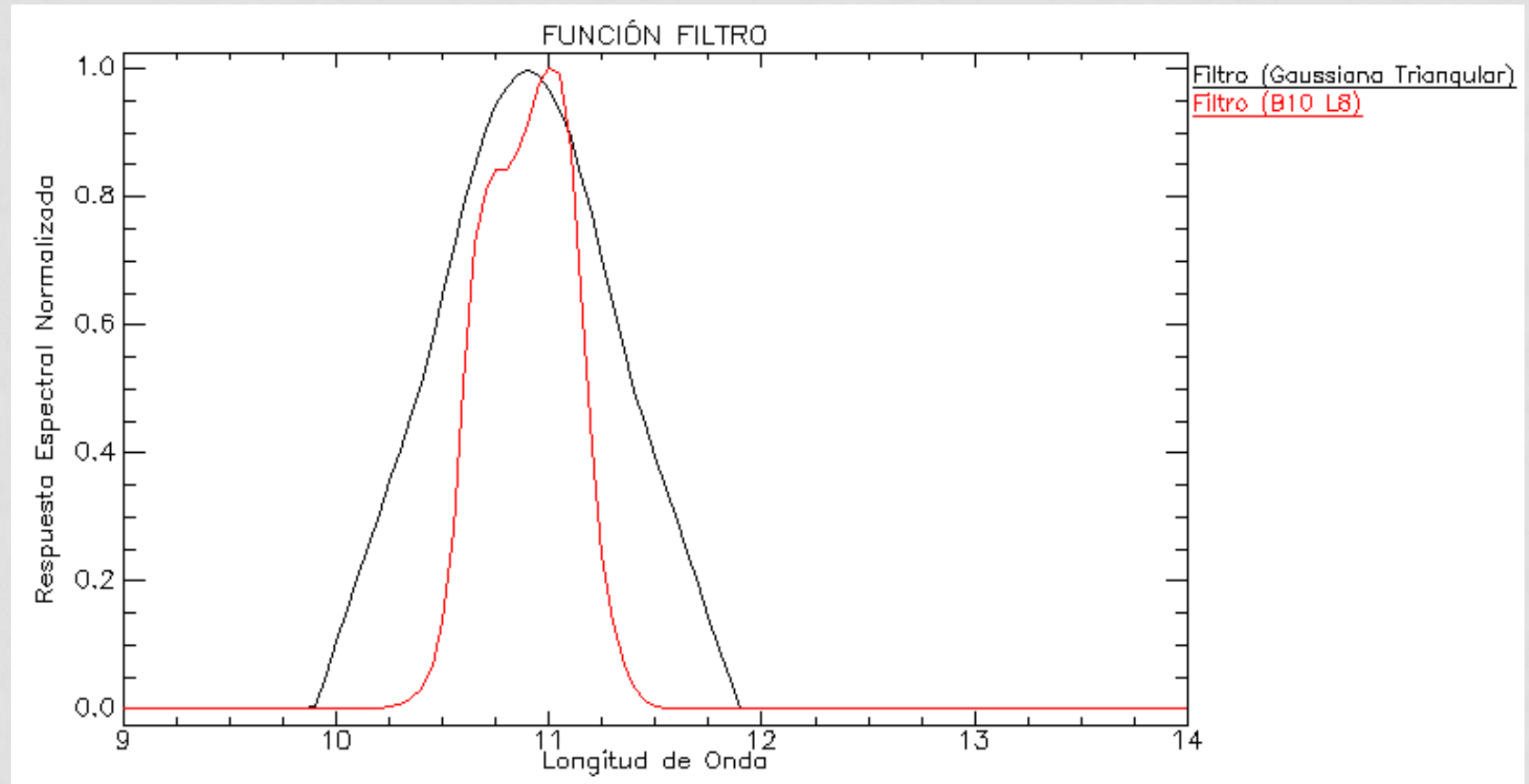


Fig. 1. Spectral responses and effective wavelengths (λ_{eff}) for band 6 of Landsat-4 (L4B6), Landsat-5 (L5B6), and Landsat-7 (L7B6) platforms. Vertical lines are the position on the x-axis of λ_{eff} .

LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

ALGORITMO MONOCANAL

Jiménez-Muñoz y Sobrino.,2003



LANDSAT 8 - PROCESAMIENTO

ALGORITMO MONOCANAL USANDO MODTRAN Jiménez-Muñoz y Sobrino.,2003

$$T_{B10L8}^{SUP} = \gamma(\lambda, T_B) [\varepsilon^{-1}(\Psi_1(\lambda, W) L_{\lambda s} + \Psi_2(\lambda, W)) + \Psi_3(\lambda, W)] + \delta(\lambda, T_B)$$

Donde

(Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3) funciones atmosféricas ajustadas matemáticamente para una dependencia al vapor de agua y utilizando la función filtro gaussiano-triangular del algoritmo propone lo siguiente.

$$\Psi_1 \equiv \frac{1}{\tau}, \Psi_2 \equiv -L_{\lambda\downarrow} - \frac{L_{\lambda\uparrow}}{\tau} \text{ y } \Psi_3 \equiv L_{\lambda\downarrow}$$

Las constantes $\gamma, \delta(\lambda, T_B), b_\gamma$ son:

$$\gamma \equiv \frac{T_{sen}^2}{b_\gamma L_{sen}}, \delta(\lambda, T_B) \equiv T_{sen} - \frac{T_{sen}^2}{b_\gamma} \text{ y } b_\gamma = \frac{C_2}{\lambda_c}$$

LA VALIDACIÓN

EMISIVIDAD

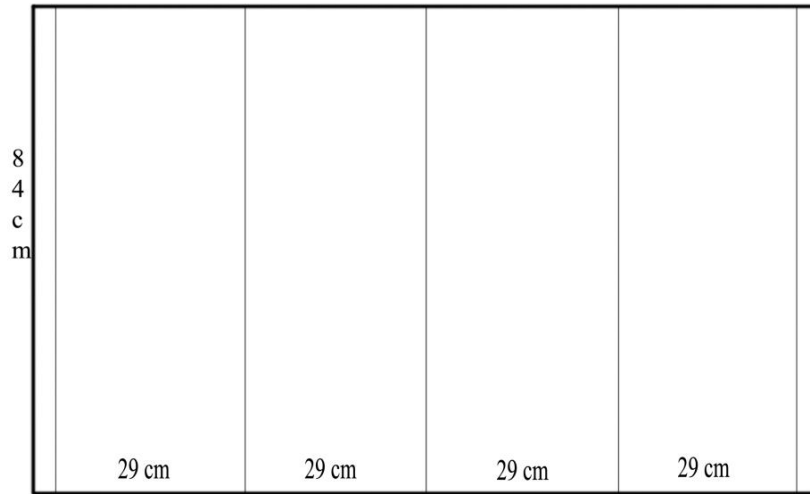
- Construcción de caja de emisividad
- Medidas con Caja de emisividad
- Medidas de Librerías Espectrales.

TEMPERATURA DE SUPERFICIE

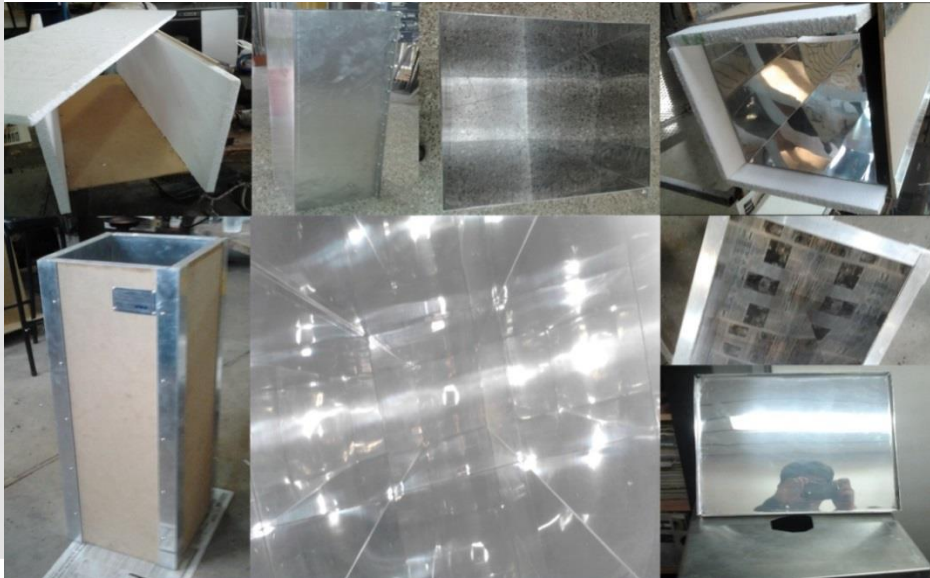
- Medidas con instrumentos IHLLA

LA VALIDACIÓN: Construcción de caja de emisividad

CAJA DE EMISIVIDAD



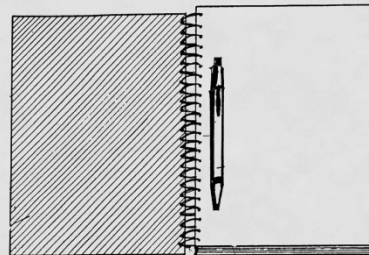
Diseño en papel



Construcción

LA VALIDACIÓN: Construcción de caja de emisividad

CAJA DE EMISIVIDAD

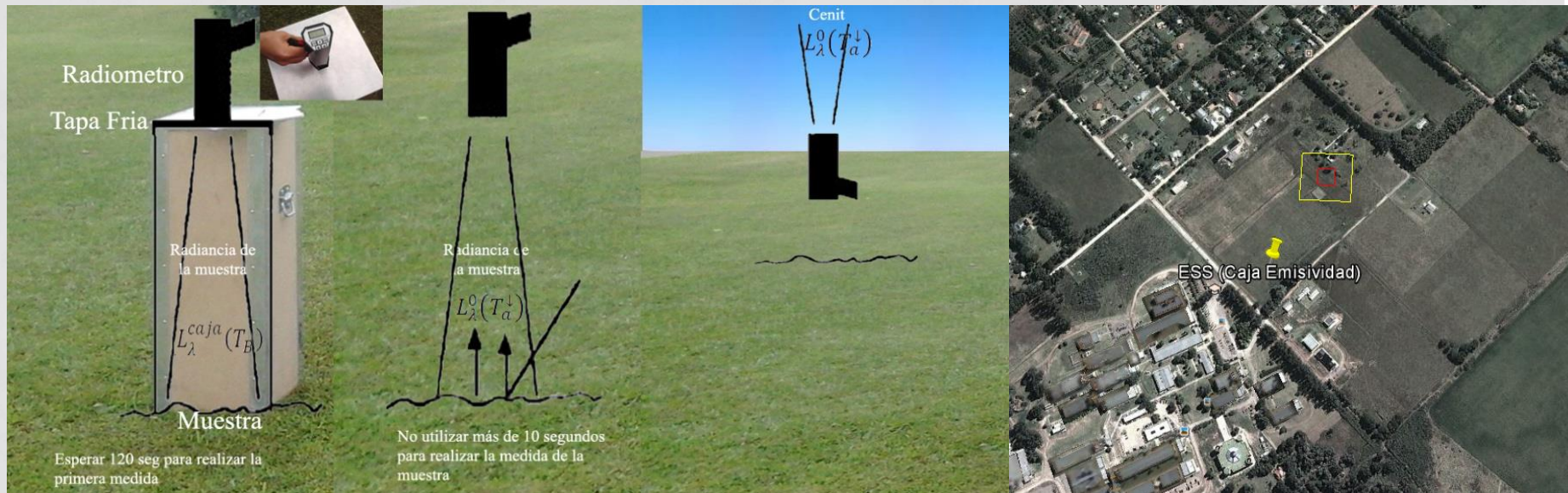


EVEREST 100.3ZL	
Rango T (k)	-40°C a 100 °C
Resolución:	0.1 °C
Exactitud:	± 0.5 °C
Rango espectral	8-14 μm
Campo de visión	Estándar 4° o 15°
Operatividad ambiental	-10° C a 70°C sobre 99% de humedad relativa
emisividad	0.2-0.98
Distancia de operación	2 cm a 300 m

Fuente de Calibración Infrarroja Modelo 1000	
Rango de trabajo de temperatura	0 °C a 60 °C
Rango de operatividad a condiciones ambiente:	0 °C a 60 °C
Exactitud absoluta	±0.3°C en todo el rango
Resolución	±0.1°C
Condiciones para el equilibrio	instantáneo
Método calentamiento	Asume la temperatura del ambiente
emisividad	Considera una alta emisividad de 0.98±0.01

LA VALIDACIÓN: Construcción de caja de emisividad

CAJA DE EMISIVIDAD



- Las medidas se realizan en intervalos de tiempo lo más cortos posibles (se considera la velocidad de viento como un factor importante en el error). Para evitar este inconveniente es mejor realizar las medidas durante días despejados y de viento en calma. Además, de no usar mas de 5 s de la primera a la segunda medida.
- La caja de emisividad es un método de periodos diurnos.
- Las horas recomendadas para realizar las medidas son de 10 a 15 h para valores de máxima radiación solar.
- La secuencia de medidas es: muestra con la caja, medida de la muestra y la atmósfera.
- La temperatura del radiómetro para la muestra con caja (figura a) nunca debe ser igual o menor que la temperatura de la muestra (figura b).

LA VALIDACIÓN: Construcción de caja de emisividad

CAJA DE EMISIVIDAD

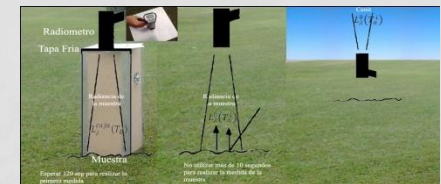


Fotos de lugares de medida y fecha de la medida (arriba). Panorámica de un área de suelo bajo pastoreo (abajo).

Fecha	Muestra	FC	RE	LMS	LMC	LAC	
06-05-2013	Césped	19.7	19.6	16.7	18.87	-23.8	
06-05-2013	Césped	19.9	20.0	17.24	18.88	-23.82	
06-05-2013	Césped	20.0	20.1	16.7	19.06	-23.8	
09-05-2013	Césped	19.7	19.7	18	17.4	-21.9	
09-05-2013	Césped	21.3	20.8	17.83	17.4	-21.97	
09-05-2013	Césped	21.4	20.9	17.83	16.4	-21.96	
09-05-2013	Vereda	21.2	21.0	15.18	17.22	-21.46	
09-05-2013	Vereda	21.6	21.1	15.33	17.23	-21.46	
09-05-2013	Vereda	21.4	20.9	15.33	17.23	-21.46	
09-05-2013	Suelo	21.3	20.8	16.81	16.6	-20.45	
09-05-2013	Suelo	24.1	23.8	16.80	16.75	-20.93	
13-05-2013	Césped	21.5	21.20	12.20	12.1	-23.6	
13-05-2013	Césped	22.1	21.80	11.80	12.5	-23.3	
13-05-2013	Césped	23.4	23.00	13.9	12.8	-23.4	
13-05-2013	Vereda	24.0	23.80	11.5	12.1	-23.3	
13-05-2013	Vereda	24.8	23.70	12.5	13.7	-23.3	

Muestras:

1. Césped
2. Suelo
3. Suelo agrícola
4. Suelo mixto



LA VALIDACIÓN: Construcción de caja de emisividad

ECUACIÓN DE CAJA DE EMISIVIDAD

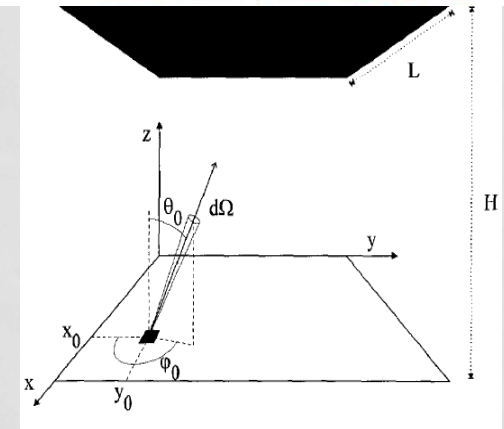
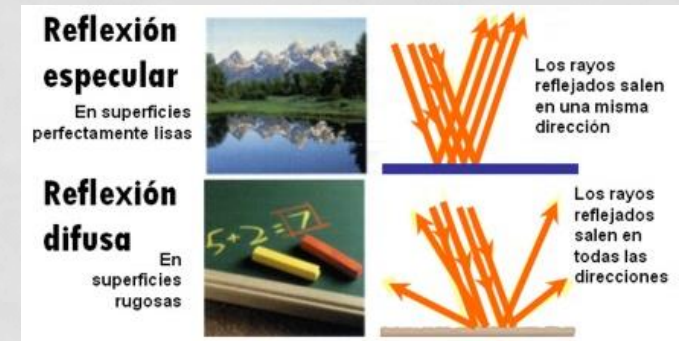
Modelo tapa fría.

$$\varepsilon_{8-14} = \frac{L_{muestra} - L^{\downarrow}}{L_{caja} - L^{\downarrow}}$$

$L_{muestra}$ Radiancia de la muestra

$L^{\downarrow}$ Radiancia de la atmosférica (descendente)

L_{caja} Radiancia usando la caja de emisividad



- No considera sombras, por lo que hay tres elementos distinguibles: techo, pared y suelo.
- Desprecia las reflexiones dobles y de orden superior. Asumiendo un error de 0.1 K en T.
- Supone diferencias de temperaturas (T) entre las diferentes partes del sistema menor de 30 K, para permitir usar la linealización de la función de Planck.

ESTRUCTURA

OBJETIVOS

METODOLOGIA

RESULTADOS

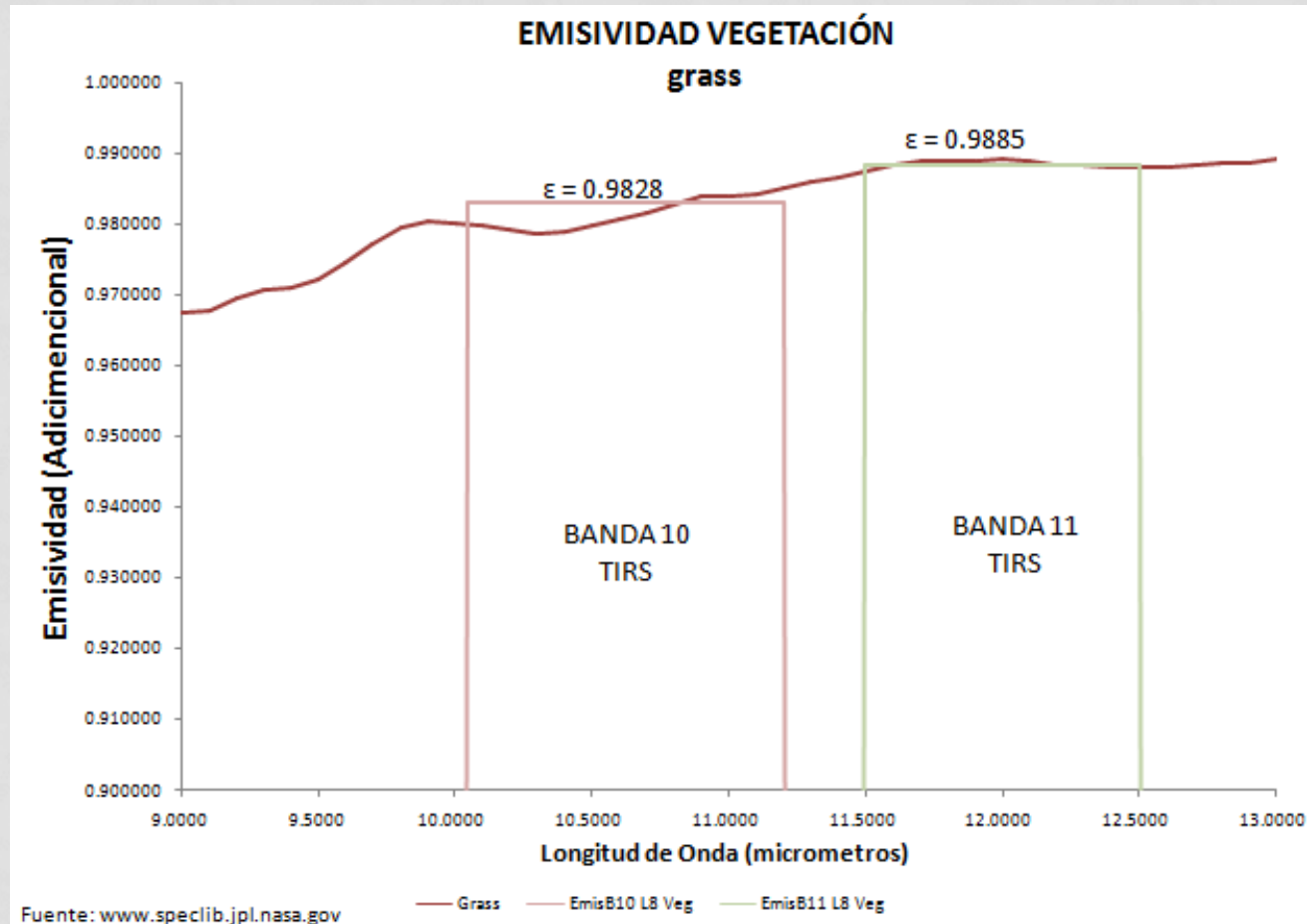
RESULTADOS

IMÁGENES DE SÁTELITE

IMAGEN	REFLECTIVIDAD (toa)				NDVI (toa)		FCV(toa)		REFLECTIVIDAD (sup)				NDVI (sup)		FCV(sup)	
	B04		B05		Min	Max	NDVImin	NDVImax	B04		B05		Min	Max	NDVImin	NDVImax
	Min	Max	Min	Max					Min	Max	Min	Max				
L8_2240862013103	-0.001	0.565	-0.005	0.636	-0.982	0.882	0.180	0.875	-0.002	0.573	-0.004	0.639	-0.980	0.992	0.179	0.943
L8_2240862013135	-0.001	0.439	0.000	0.490	-0.896	0.890	0.179	0.868	-0.002	0.455	-0.002	0.496	-0.948	0.955	0.180	0.934
L8_2240862013183	-0.001	0.232	-0.001	0.282	-0.640	0.795	0.180	0.781	-0.001	0.236	-0.006	0.275	-0.999	0.932	0.180	0.906
L8_2240862013199	-0.001	0.688	-0.002	0.796	-0.722	0.896	0.180	0.833	-0.001	0.727	-0.001	0.811	-0.820	0.927	0.180	0.905
L8_2240862013231	0.000	0.505	-0.007	0.509	-0.754	0.824	0.180	0.805	-0.002	0.508	-0.005	0.506	-1.000	0.991	0.180	0.968
L8_2240862013279	-0.002	0.707	-0.004	1.123	-0.981	0.884	0.180	0.874	-0.009	0.689	-0.022	1.111	-1.000	1.000	0.180	1.000
L8_2240862013327	-0.002	0.724	-0.002	0.825	-0.698	0.870	0.180	0.861	-0.024	0.690	-0.026	0.795	-1.000	1.000	0.180	1.000
L8_2240862014010	-0.002	0.559	-0.004	0.693	-0.761	0.865	0.180	0.854	-0.005	0.540	-0.014	0.678	-0.998	1.000	0.180	0.965
L8_2240862014026	0.000	0.841	-0.006	0.938	-0.956	0.876	0.180	0.870	-0.017	0.817	-0.035	0.912	-1.000	1.000	0.180	1.000
L8_2240862014058	-0.003	0.780	-0.008	0.918	-0.931	0.900	0.180	0.886	-0.013	0.766	-0.029	0.902	-0.999	1.000	0.180	1.000
L8_2250862013110	-0.002	0.481	-0.006	0.583	-0.972	0.882	0.180	0.871	-0.001	0.488	-0.014	0.583	-0.998	0.971	0.179	0.942
L8_2250862013142	-0.003	0.752	-0.006	0.765	-0.991	0.860	0.180	0.852	-0.003	0.795	-0.004	0.778	-0.996	0.900	0.180	0.892
L8_2250862013158	-0.001	0.838	-0.002	1.006	-0.905	0.859	0.180	0.846	-0.001	0.893	-0.006	1.024	-0.999	0.924	0.180	0.901
L8_2250862013174	-0.001	0.641	0.000	0.824	-0.923	0.867	0.180	0.846	-0.001	0.673	-0.001	0.849	-0.816	0.996	0.179	0.900
L8_2250862013206	-0.001	0.498	-0.002	0.585	-0.820	0.854	0.180	0.843	-0.002	0.520	-0.003	0.598	-0.658	0.929	0.179	0.919
L8_2250862013238	0.000	0.628	-0.003	0.732	-0.943	0.861	0.180	0.845	-0.002	0.638	-0.006	0.737	-0.893	0.968	0.180	0.945
L8_2250862013270	-0.001	1.051	-0.002	1.173	-0.787	0.865	0.180	0.843	-0.006	1.051	-0.015	1.169	-0.970	1.000	0.180	0.989
L8_2250862013318	-0.001	0.668	0.000	0.800	-0.882	0.905	0.179	0.871	-0.004	0.662	-0.049	0.730	-0.999	0.993	0.180	0.968

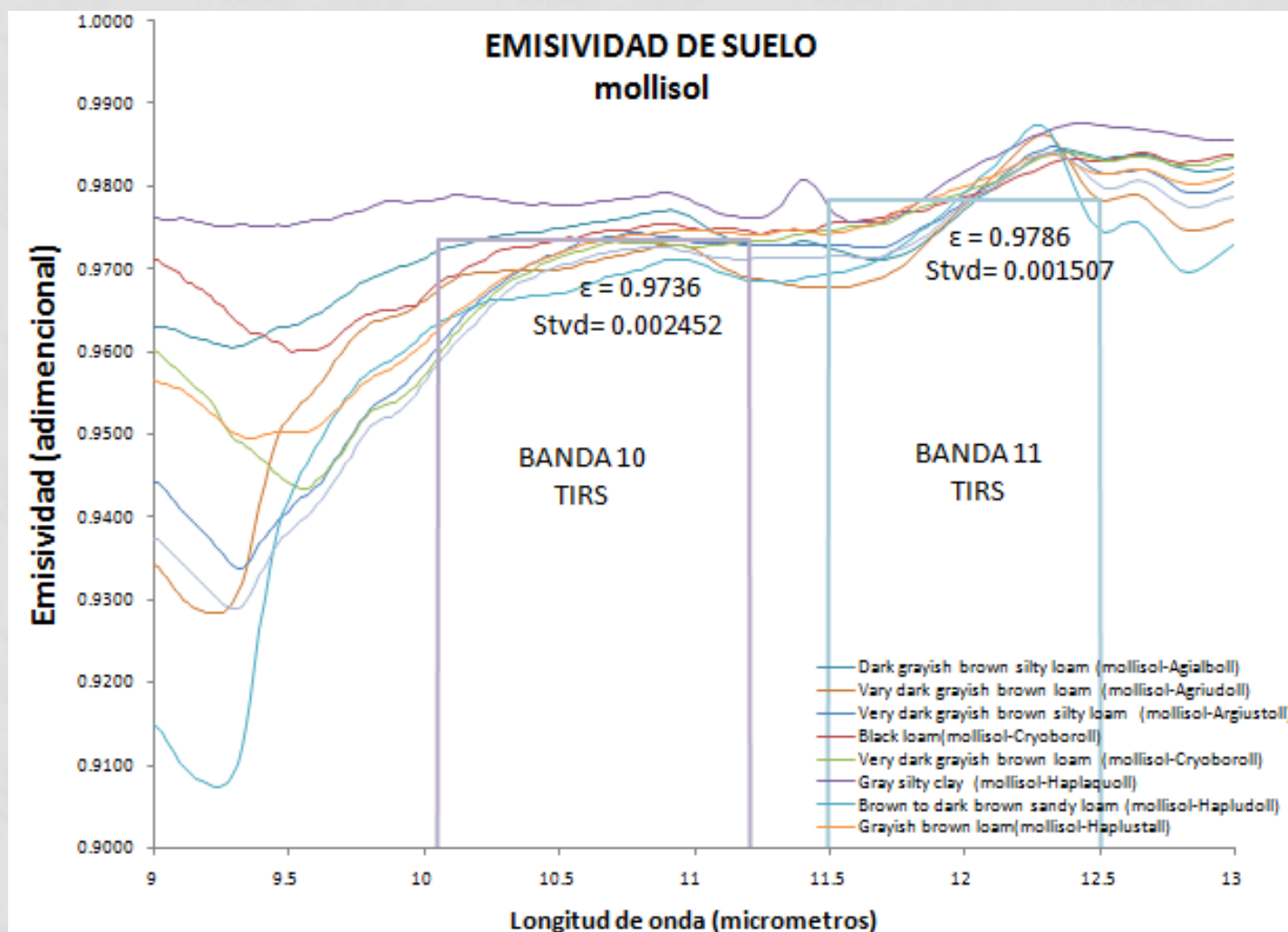
RESULTADOS

DEDUCCIÓN DE CONSTANTES PARA LA ECUACIÓN DE EMISIVIDAD CON IMÁGENES DE SÁTELITE



RESULTADOS

DEDUCCIÓN DE CONSTANTES PARA LA ECUACIÓN DE EMISIVIDAD CON IMÁGENES DE SÁTELITE



RESULTADOS

EMISIVIDAD MEDIDA EN CAMPO

FECHA	Ecuación EVEREST-Black	Muestra	Temperatura Brillo Ajustada			Radiancia			Emisividad
			Sin Caja	Con Caja	Cielo	Sin Caja	Con Caja	Cielo	8-14 μm
06-May	Y=1.145X-2.844	Césped	289.443	291.929	216.481	8.14988669	8.47322835	1.76184796	0.95182188
			290.062	291.940	243.032	8.22967757	8.47473505	3.41666744	0.95155116
			289.443	292.147	243.055	8.14988669	8.50188173	3.41840900	0.93075697
09-May	Y=1.145X-2.844	Cemento	290.932	290.245	223.160	8.34273016	8.25340482	1.18459538	1.01263655
			290.738	290.245	223.160	8.31736550	8.25340482	2.11204854	1.01041475
			290.738	289.100	223.160	8.31736550	8.10575082	2.11204854	1.03530617
			287.702	290.039	245.735	7.92768053	8.22671441	3.62607390	0.93500169
			287.874	290.050	245.735	7.94945191	8.22819591	3.62607390	0.93943142
			287.874	290.050	245.735	7.94945191	8.22819591	3.62607390	0.93943142
13-May	Y=1.145X-2.844	Césped	284.289	284.175	203.160	7.50227309	7.48823260	1.18459538	1.00222736
			283.831	284.633	203.160	7.44620263	7.54448604	1.18459538	0.98454637
			286.236	284.976	203.160	7.74329504	7.58683626	1.18459538	1.02443813
		Vereda	283.487	284.175	203.160	7.40430989	7.48823260	1.18459538	0.98668662
			284.633	286.007	203.160	7.54448604	7.71471068	1.18459538	0.97393237
			284.633	285.893	203.160	7.54448604	7.70044138	1.18459538	0.97606522
23-May	Y=1.424X-5.944	Suelo	296.48808	295.06318	222.6600	8.89121814	9.08502322	2.08435443	0.972316
		Suelo	297.91298	296.91555	222.6600	9.14362527	9.28118974	2.08435443	0.980885
		Suelo	299.19539	296.91555	222.6600	9.14362527	9.45975779	2.08435443	0.957137
		Suelo	299.76535	296.91555	222.6600	9.14362527	9.53973484	2.08435443	0.946869
		Suelo	299.33788	296.91555	222.6600	9.14362527	9.47971667	2.08435443	0.954554
		Suelo	298.91041	296.91555	222.6600	9.14362527	9.41991082	2.08435443	0.962336
		Suelo	298.91041	296.91555	222.6600	9.14362527	9.41991082	2.08435443	0.962336
		Suelo	299.19539	298.19796	222.6600	9.32070633	9.45975779	2.08435443	0.981147
		Suelo	299.19539	299.33788	222.6600	9.14362527	9.45975779	2.08435443	1.002706

RESULTADOS

EMISIVIDAD MEDIDA CON LIBRERÍA ESPECTRAL

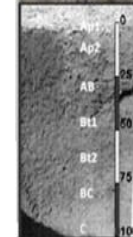
MUESTRAS DE LIBRERIAS ESPECTRALES	Emisividad
	8-14 μm
Gras Seco	0.940524
Gras	0.983800
Coníferas	0.990650
Deciduos	0.977375
Dark grayish brown silty loam (mollisol-Agialboll)	0.972071
Vary dark grayish brown loam (mollisol-Agriudoll)	0.956717
Very dark grayish brown silty loam (mollisol-Argiustoll)	0.961758
Black loam(mollisol-Cryoboroll)	0.973850
Very dark grayish brown loam (mollisol-Cryoboroll)	0.968848
Gray silty clay (mollisol-Haplaquoll)	0.980418
Brown to dark brown sandy loam (mollisol-Hapludoll)	0.948723
Grayish brown loam(mollisol-Haplustall)	0.967073
Very dark grayish brown loam (mollisol-Paleustoll)	0.958756
Desviación Estándar Vegetación	0.022382
Emisividad Promedio Vegetación	0.973097
Desviación Estándar Molisol	0.009792
Emisividad Promedio Suelo	0.965357

RESULTADOS

INSTRUMENTOS EN ESTACIONES DE CAMPO



Vista del area donde se ubica la estación BE



PERFIL DEL SUELO EN LA ESTACIÓN DE BALANCE DE ENERGÍA TANDIL

(B)



C S215-L16



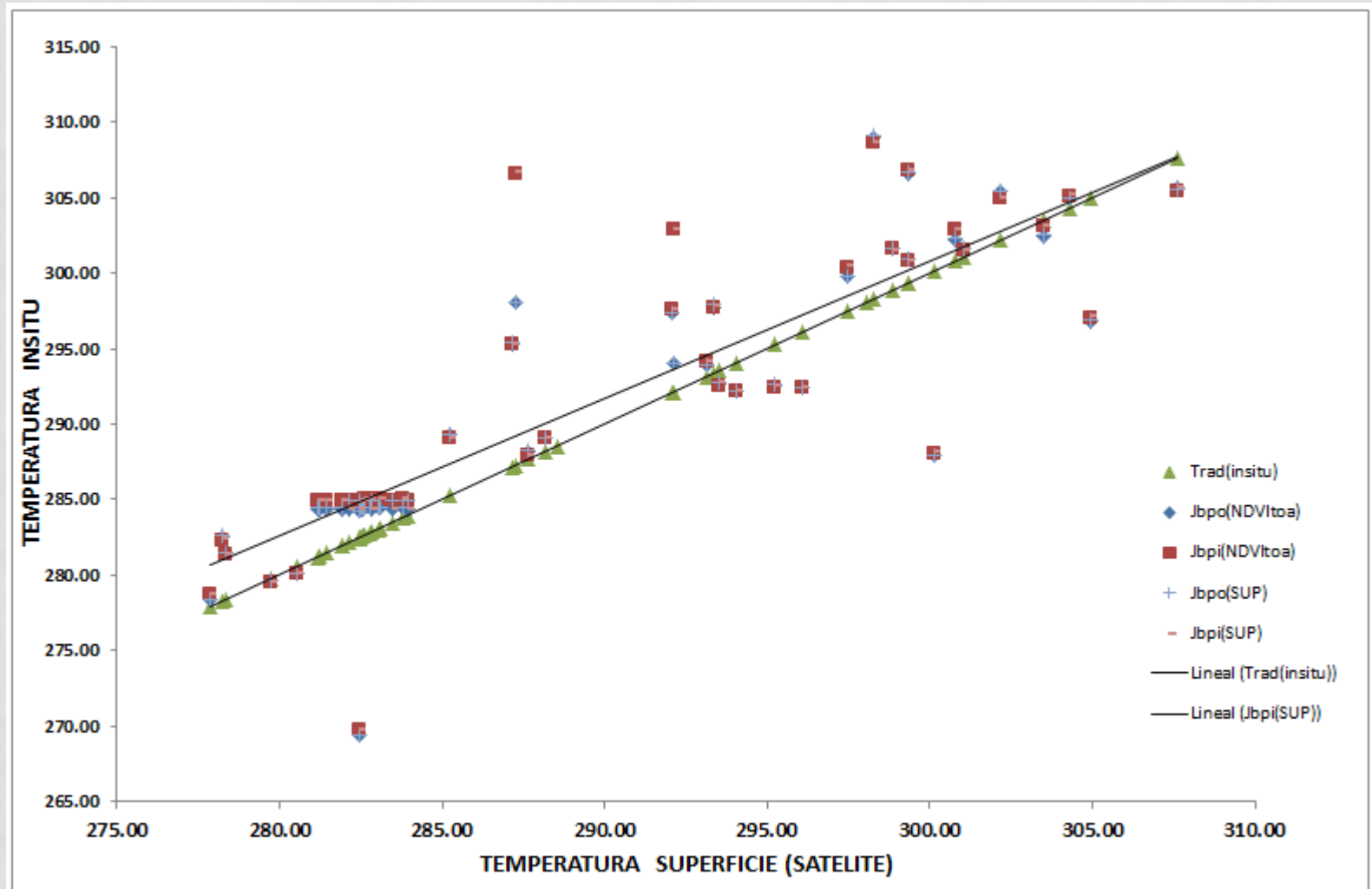
CAMPO DE VISIÓN
EVEREST MODELO 100.32L



(C)

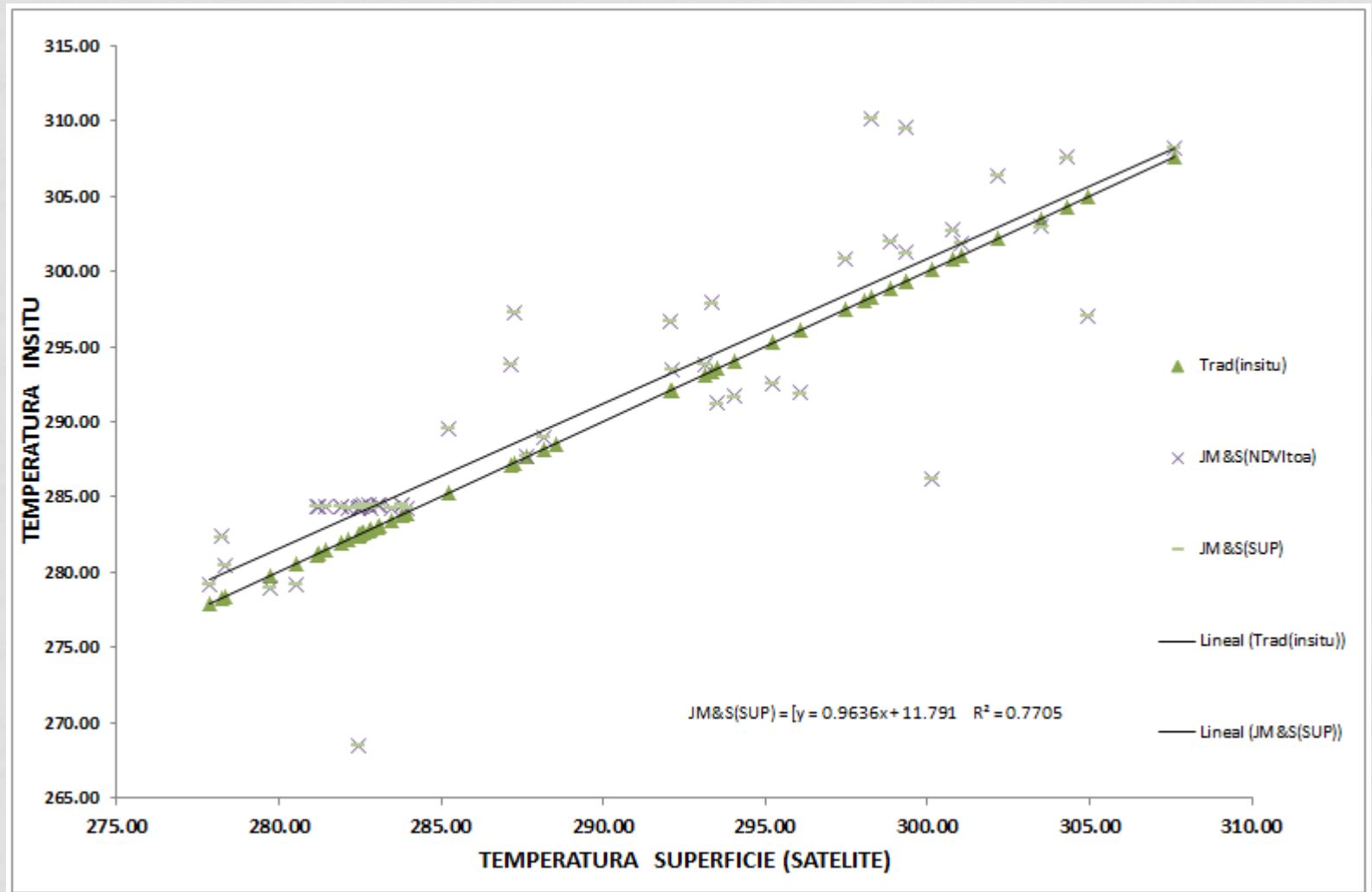
RESULTADOS

TEMPERATURA SUPERFICIAL Barsi et al., 2003



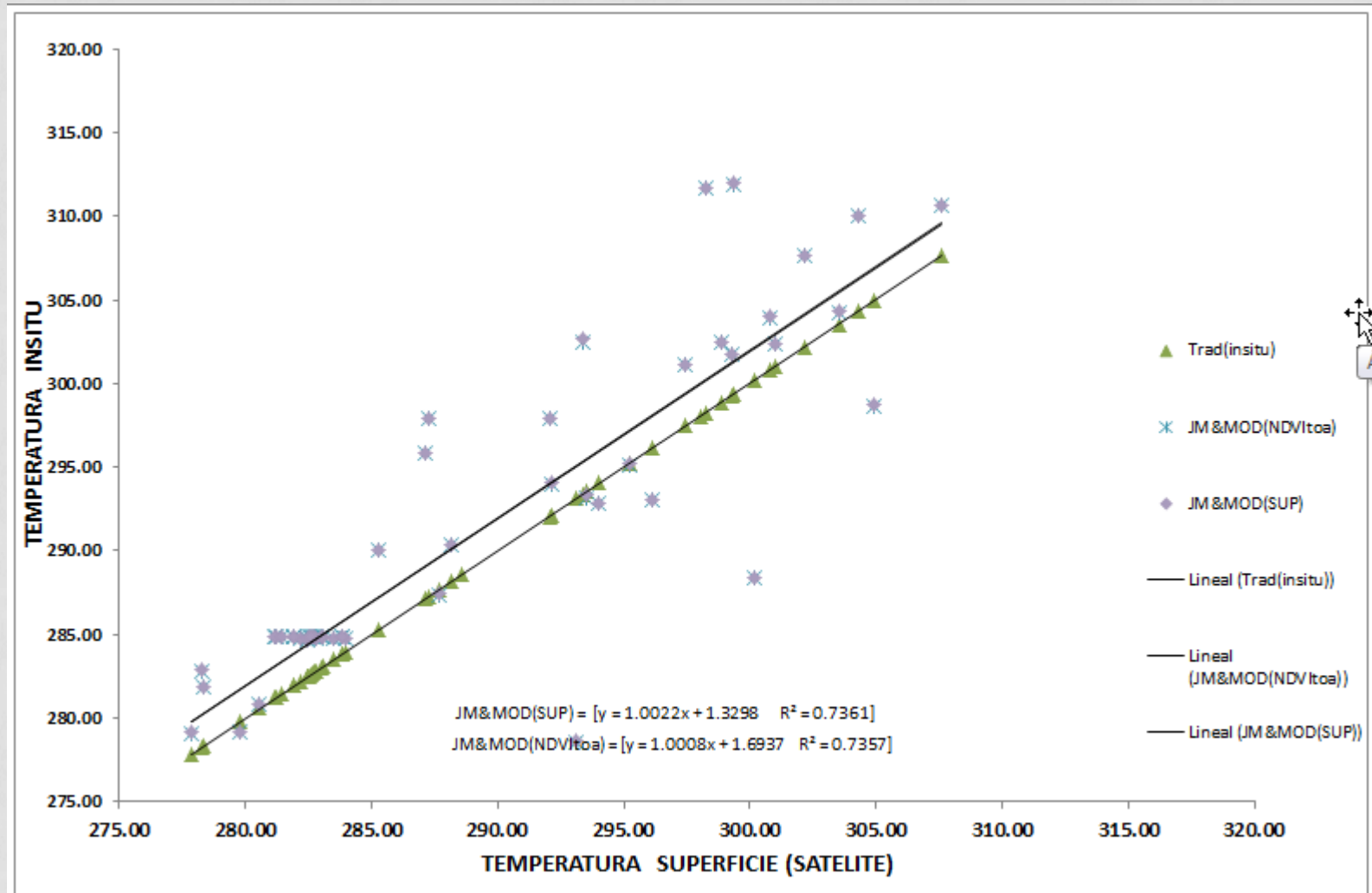
RESULTADOS

TEMPERATURA SUPERFICIAL Jiménez-Muñoz y Sobrino 2003



RESULTADOS

TEMPERATURA SUPERFICIAL con MODTRAN Jiménez-Muñoz et al., 2003



GRACIAS