

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 01-01-2014 a 31-12-2015

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: RIVAS

NOMBRES: RAÚL EDUARDO

Dirección Particular: Calle:

Localidad:

Tel:

*Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):
rivas.e.raul@gmail.com*

2. TEMA DE INVESTIGACION

Aplicación de la ecuación de Balance de Energía a escala Local y Regional con fines hidrológicos ABELoRe

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Adjunto S/D Fecha: 13/07/2005

ACTUAL: Categoría: Independiente desde fecha: 28/05/2012*

**aprobada la categoría por la CIC 04/05/2011*

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Instituto de Hidrología de Llanuras

Facultad: Rectorado UNCPBA

Departamento: No Corresponde

Cátedra: No Corresponde

Otros: No Corresponde

Dirección: Calle: Pinto Nº: 399

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel: 0249-438-5520 int. 1

Cargo que ocupa: Miembro Núcleo de Investigación IHLLA

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: No Corresponde

Dirección Particular: Calle: Nº:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1º-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

.....
Firma del Director (si corresponde)

.....
Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

Responsable del Grupo de Teledetección del Instituto de Hidrología de Llanuras (<http://teledeteccion.wix.com/gtihlla>) con experiencia en la estimación de procesos de superficie (evapotranspiración, flujo de calor sensible, radiación neta y flujo de calor en el suelo) a partir de datos de satélite. Los trabajos se orientan a la validación y desarrollo de algoritmos específicos que utilizan como datos de entrada imágenes de satélite (de las que se deriva la temperatura de superficie, el albedo, la proporción de vegetación y la humedad de suelo entre otras). Actualmente oriento las investigaciones, junto con el grupo que trabajo (Holzman M., Carmona F., Bayala M. y Mancino C.), a la estimación de mapas de radiación neta y flujos de calor en el centro de la provincia de Buenos Aires con la finalidad de seguir sequías e inundaciones. Además el objetivo principal es generar modelos y validar a éstos con datos medidos en la red de monitoreo de eventos extremos en la vertiente sur del río Salado de la provincia de Buenos Aires (financiado por la ANPCyT-FONARSEC 19).

7. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

La orientación que he dado a las investigaciones los últimos años tiende a dar aplicaciones al conocimiento científico logrado a partir del uso de la ecuación de balance de energía y su aplicabilidad con datos de satélite. Desde el momento de doctorarme (11 años) y la experiencia previa (5 años) me permiten avanzar en la configuración de un grupo, de trabajo en la temática, consistente y robusto (dos doctores, dos PAI y dos becarios). Los avances logrados en las dos tesis doctorales dirigidas y 8 tesis de master (además de una especialización en evapotranspiración real) terminadas me permiten avanzar en una nueva línea de trabajo orientada a la combinación de balances de energía y masa. La palabra combinación no es la visión clásica que se da en los trabajo, sino que, la idea sería medir determinados términos de la ecuación de balance de energía mediante el uso de la ecuación de masa; y transformar estos valores de volúmenes de agua (o altura) en valores de energía. Aún hoy, se dedica más tiempo a la aplicación de modelos no ocurriendo lo mismo con el tiempo dedicado a la realización de medidas in situ (es la única medida que se aproxima a la real) y obtención de series de medidas extendidas que contienen las variaciones reales de los sistemas en estudio. La impronta que puse a mis investigaciones es medir y validar datos de satélite asignando errores a cada estimación; es más, de ser posible generar modelos específicos para la resolución de problemas reales de áreas con baja pendiente (se puede comprobar en las publicaciones y tesis dirigidas realizadas en el período informado). Es un nuevo aporte que aún no está explorado a escala nacional e internacional dado que no se hacen esfuerzos en medir y se concentran en modelar. Además comparto los datos medidos en las estaciones de balance con grupos de investigación de argentina (CONAE, SMN, Universidades Nacionales, IAFE e INTA entre otros) y el exterior (misión SMOS de la ESA y SMAP de la NASA).

Los métodos se centran en el uso de la ecuación de balance de energía en una dimensión y la de balance de masa (en unidades de peso transformadas a altura de agua) a escala local (medidas en estaciones y en aparatos diseñados por quien informa) y regional (imágenes de satélite). Las técnicas se orientan al procesado de matrices de datos que corresponden a imágenes de satélite que miden en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético (en mis trabajos lo hago en el espectro solar y térmico y en menor medida en microondas pasivas). Complementariamente para corregir de efectos atmosféricos las imágenes aplico modelos de corrección sustentados en la ecuación de transferencia radiativa en la atmósfera o simplificaciones de esta ecuación (de esta tengo mucha experiencia de trabajo por aplicarla cotidianamente).

Los principales resultados científicos son medibles a partir de las publicaciones logradas y aceptadas (18 en total). De las 9 publicaciones en revistas 7 están publicadas y 2 aceptadas para su publicación en 2016. Del total 6 de las publicaciones tienen un impacto superior a 1,5 con una que supera los 6 puntos; el mínimo impacto es de 0,58. Además, el capítulo de libro aceptado para su publicación, en Elsevier, es relevante para el Dr. Holzman y quien informa. Como autores es un orgullo participar del libro junto a expertos internacionales que se interesaron por nuestra metodología para estimar la humedad de suelo con datos térmicos y de NDVI (todo desde satélite con validación de terreno realizada en argentina, publicación 8). El resto de publicaciones corresponden a trabajos incluidos en Actas de Congreso Nacionales e Internacionales. En cuanto a los **resultados tecnológicos y de transferencia** se destaca que el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación adopto como método de referencia para humedad al sustentado en temperatura radiativa y NDVI (ver más adelante en el informe detalles de la transferencia); y haber obtenido fondos para la fabricación e instalación de una red de redes en la vertiente sur del río Salado (FONARSEC N°19).

Las dificultades encontradas son administrativas y dependiente de las autoridades-gestores que por ansiedad de comunicar logros a la comunidad apuran la ejecución de los proyectos conspirando con la calidad de éstos (a veces creo que existe exceso de reuniones técnicas para hablar de lo mismo). El resto de dificultades son las clásicas de retrasos por mala gestión administrativa (por lo general desconocimiento de los procesos de compras, de servicios...) y la no disponibilidad de los fondos otorgados para el desarrollo de los proyectos.

8. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

8.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

En todos los trabajos se hace expresa referencia a la pertenencia a la CIC [verificable en los adjuntos]. En revistas se expresa el **IF (Impact Factor)** de la revista.

1. *Bayala M., Rivas R. 2014. Enhanced sharpening procedures on edge difference and water stress index basis over heterogeneous landscape of sub-humid region. The

Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, doi 10.1016/j.ejrs.2014.05.002, ISSN 1110-9823. IF 0.58

Grado de participación: La publicación es resultante de la tesis de maestría desarrollada por el primer autor en CONAE bajo mi dirección y la codirección de un investigador local de la UNC. Además la propuesta de tema de investigación fue propuesta por mí en función de la necesidad de disponer de imágenes remuestreadas a una resolución menor para una adecuada caracterización espacial de la evapotranspiración (ET). Los resultados fueron de utilidad para las publicaciones 3 y 17. Actualmente estamos usando el método de la publicación para calcular la ET a nivel de Argentina.

Abstract Land Surface Temperature (LST) is a key parameter in the energy balance model. However, the spatial resolution of the retrieved LST from sensors with high temporal resolution is not accurate enough to be used in local-scale studies. To explore the LST–Normalised Difference Vegetation Index relationship potential and obtain thermal images with high spatial resolution, six enhanced image sharpening techniques were assessed: the disaggregation procedure for radiometric surface temperatures (TsHARP), the Dry Edge Quadratic Function, the Difference of Edges (Ts*DL) and three models supported by the relationship of surface temperature and water stress of vegetation (Normalised Difference Water Index, Normalised Difference Infrared Index and Soil wetness index). Energy Balance Station data and in situ measurements were used to validate the enhanced LST images over a mixed agricultural landscape in the sub-humid Pampean Region of Argentina (PRA), during 2006–2010. Landsat Thematic Mapper (TM) and Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (EOS-MODIS) thermal datasets were assessed for different spatial resolutions (e.g., 960, 720 and 240 m) and the performances were compared with global and local TsHARP procedures. Results suggest that the Ts *DL technique is the most adequate for simulating LST to high spatial resolution over the heterogeneous landscape of a sub-humid region, showing an average root mean square error of less than 1 K.

2. *Holzman M., Rivas R., Piccolo C. 2014. Estimating soil moisture and the relationship with crop yield using surface temperature and vegetation index. Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf. 28: 181-192, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2013.12.006>, ISSN 0303-2434. IF 2.18

Grado de participación: La publicación es resultante de la tesis Doctoral desarrollada por el primer autor (de quien fui Director junto a C. Piccolo) y participé de forma activa en todo el desarrollo de la misma como así también en la etapa de revisión por pares del artículo. Esta fue la primera publicación internacional de Holzman por lo que resultó una experiencia de aprendizaje de la manera de hacer las respuestas a los revisores. Es de destacar que la parte de humedad de suelo de esta publicación marca una línea de trabajo que tiene un alto impacto a nivel internacional (medible por la cantidad de citas y consultas recibidas) y nacional (ya fue adoptada por el MAGyP como método de referencia para la región pampeana – ver apartado transferencias o consultar sitio ORA MAGyP en donde figuran los mapas y la referencia del método).

Abstract Soil moisture availability affects rainfed crop yield. Therefore, the development of methods for pre-harvest yield prediction is essential for the food security. A study was carried out to estimate regional crop yield using the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI). Triangular scatters from land surface temperature (LST) and enhanced vegetation index (EVI) space from MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) were utilized to obtain TVDI and to estimate soil moisture availability. Then soybean and wheat crops yield was estimated on four agro-climatic zones of Argentine Pampas. TVDI showed a strong correlation with soil moisture measurements, with R^2 values ranged from 0.61 to 0.83 and also it was in agreement with spatial pattern of soil moisture. Moreover, results showed that TVDI data can be used effectively to predict crop yield on the Argentine Pampas. Depending on the agro-climatic zone, R^2 values ranged from 0.68 to 0.79 for soybean crop and 0.76 to 0.81 for wheat. The RMSE values were 366 and 380 kg ha⁻¹ for soybean and they varied between 300 and 550 kg ha⁻¹ in the case of wheat crop. When expressed as percentages of actual yield, the RMSE values ranged from 12% to 13% for soybean and 14% to 22% for wheat. The bias values indicated that the obtained models underestimated soybean and wheat yield. Accurate crop grain yield forecast using the developed regression models was achieved one to three months before harvest. In many cases the results were better than others obtained using only a vegetation index, showing the aptitude of surface temperature and vegetation index combination to reflect the crop water condition. Finally, the analysis of a wide range of soil moisture availability allowed us to develop a generalized model of crop yield and dryness index relationship which could be applicable in other regions and crops at regional scale.

3. *Holzman M., Rivas R., Bayala M. 2014. Subsurface soil moisture estimation by VI-LST method, *Geoscience and Remote Sensing Letters*, id: GRSL-01226-2013, recommended for publication subject to satisfactory response to minor revisions suggested 01/2014, ISSN 1545-598X. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6803861> IF 2.69

Grado de participación: *La publicación es resultante de un avance a la idea de humedad de suelo desde satélite (en nuestros trabajos indicamos que humedad de suelo tiene relación con la Temperatura Radiativa de la superficie y en este trabajo mostramos de manera práctica la relación con las raíces). Los resultados preliminares mostrados fueron de interés por la comunidad científica y el año pasado recibimos una invitación para que el tema este desarrollado en un capítulo de libro ya aceptado y editado a final de año. Ver publicación número 8. La idea surgió de la discusión con Holzman con el aporte de remuestreo planteado por Bayala y Rivas 2014.*

Abstract—In this letter, the relationship between temperature vegetation dryness index (TVDI) from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer and subsurface soil moisture (SM) over crop and native grassland of the Argentine Pampas is analyzed. High correlation ($R^2 > 0.69$) between TVDI and SM measurements was found at different soil depths. In addition, we found that the potential of this index to reflect subsurface soil wetness fluctuations depends on root system depth, root distribution in the soil, and physical soil characteristics. Results indicate that thermal and reflectance data combination could be used to monitor subsurface SM below vegetated areas.

4. Holzman, M.E., Rivas, R., Bayala, M., Ocampo, D. y Carmona, F., 2014. Spatial crop yield estimation based on remotely sensed stress index. CAI 2014 (ISSN 1852-4850), pp. 96-101. En Anales 43 JAIIO (format digital), ISSN 1850-2776. IF LatiIndex

Grado de participación: *La publicación es resultante de un avance a la idea de humedad de suelo desde satélite (en nuestros trabajos indicamos que humedad de suelo tiene relación con la Temperatura Radiativa de la superficie y en este trabajo mostramos la respuesta física a la absorción de agua de las raíces y su relación con la temperatura del dosel (Ts) de la planta). Mi participación fue activa y definitoria del esquema que relaciona la Ts el dosel de la planta con la humedad del suelo en la zona radicular. Los resultados son de interés por la comunidad agroproductiva y recibimos una invitación para ser presentado en las 43-JAIIO para una pronta adopción por los técnicos agropecuarios.*

Abstract. The improvement of methods to evaluate the real impact of soil moisture availability on crop systems is crucial because the importance for world economy and food production. The relationship between the remote sensed stress index TVDI, root-zone soil moisture and soybean yield was analyzed in a sandy region of Argentine Pampas. High correlation ($R^2=0.68$) between TVDI and soybean yield was observed. The obtained adjustment allows us to evaluate the spatial variability of yield during a humid and dry period 2-3 months before harvest. Since the method requires remote sensed data, it could be applied over areas with poor data coverage.

5. *Carmona, F., Rivas R., Fonnegra D. 2015. Vegetation Index to estimate chlorophyll content from multispectral remote sensing data. European Journal of Remote Sensing 48:319-326 www.aitjournal.com/articleView.aspx?ID=944. doi 10.5721/EuJRS20154818. Published on line 04082015. IF 1.56

Grado de participación: *La publicación es resultante de la pasantía de Fonnegra D., becaria de CONAE, que realizó una pasantía en el IHLLA. Fui Director de la pasantía y le propuse el trabajo en el tema de relacionar índices de vegetación con clorofila medida en terreno. Las medidas utilizadas corresponden a campañas internacionales. La idea de usar la integración matemática surgió de mi parte y se ofreció al análisis numérico el Dr. Carmona por lo cual pasó a ser autor del mismo. Este trabajo reportará avances relevantes a la brevedad en la cooperación que se mantiene con Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP y con la UNS-Geografía.*

Abstract. Normalized Area Vegetation Index (NAVI) is proposed for estimating chlorophyll content (Chl) from remote sensing data. NAVI is obtained using only two bands on red and near infrared regions of the spectrum. It is derived from the hyperspectral NAOC index, which was initially developed for the Chl mapping. For determining the relationship between NAOC and NAVI we used 257 spectra obtained with the Proba/CHRIS sensor during the SPARC-2003/2004 campaigns in Barrax, Spain. NAVI was estimated with different pairs of bands and a correlation matrix with NAOC index was obtained. Results show very good linear correlation coefficients, with values ≥ 0.97 . NAVI allows to estimate leaf Chl from satellite data with medium spectral resolution.

6. *Niclos R., R. Rivas, V. García-Santos, C. Doña, E. Valor, M. Holzman, M. Bayala, F. Carmona, D. Ocampo, A. Soldano, M. Thibeault, 2015/16. SMOS-MIRAS level 2 Soil

Moisture Product Validation in croplands of the Pampean Region of Argentina. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol 54, Issue 1, p. 499-512. DOI: 10.1109 / TGRS.2015.2460332 ISSN 0196-2892 http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=7214282&abstractAccess=n_o&userType=inst IF 4.11

Grado de participación: *La publicación es resultante de la campaña internacional para la validación de datos de humedad de suelo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación de España (Ref. CGL2011-13579-E). La coordinación y ejecución de la recolección de la información para Argentina estuvo a cargo de quien informa (soy codirector del proyecto junto a Niclós). Además esta publicación, de la cual participé activamente en el procesado, escritura y respuesta a revisores junto R. Niclos, es utilizada como referencia por la misión SMOS para la elaboración de mapas de humedad. Tiene vinculación directa con la publicación 9. Esta publicación será de referencia para américa del sur de la Misión SMOS de acuerdo a la ESA.*

Abstract—A field campaign was carried out to evaluate the Soil Moisture (SM) MIR_SMUDP2 product (v5.51) generated from the data of the Microwave Imaging Radiometer using Aperture Synthesis (MIRAS) aboard the Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) mission. The study area was the Pampean Region of Argentina, which was selected because it is a vast area of flatlands containing quite homogeneous rain-fed croplands, which are considered SMOS nominal land uses and hardly affected by radio-frequency interference contamination. Transects of ground handheld SM measurements were performed using ThetaProbe ML2x probes within four Icosahedral Snyder Equal Area Earth (ISEA) grid nodes, where permanent SM stations are located. The campaign results showed a negative bias of $-0.02 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ between concurrent SMOS data and ground SM measurements, which means a slight SMOS underestimation, and a standard deviation of $\pm 0.06 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$. Additionally, a good correlation was obtained between the handheld SM measurements taken during the campaign and the permanent SM station data within a node, which pointed out that the station data could be used as reference data to evaluate the SMOS product over a longer temporal period. SMOS-retrieved data were also compared with station mean SM values from 2012 to 2014. A general SMOS underestimation of $-0.05 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ was observed, with a standard deviation of $\pm 0.04 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$, which yields an uncertainty of $\pm 0.07 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ for the SMOS product. Although the random error meets the SMOS mission's goal of $\pm 0.04 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$, the product overall uncertainty is higher than that due to the significant dry bias, which is also found in other regions of the world.

7. *Carmona F., Rivas R., Caselles V. 2015. Development of a general model to estimate the instantaneous, daily and daytime net radiation with satellite data on clear-sky days. Remote Sensing of Environment, Remote Sensing of Environment, vol 171, 1-13. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425715301541> IF 6.39

Grado de participación: *La publicación es resultante de la tesis doctoral defendida por Carmona F. a quien dirigí y con quien colaboré en toda su etapa de formación. El tema de trabajo, la radiación neta, tiene relación directa con mi formación doctoral sobre evapotranspiración y es un avance muy importante para la obtención de datos diarios de radiación a partir de información instantánea estimada desde satélite.*

Abstract. Net radiation is a key variable in computing evapotranspiration and is a driving force in many other physical and biological processes. Remote sensing techniques provide an unparalleled spatial and temporal coverage of land surface attributes, thus several studies have attempted to estimate net radiation by combining remote sensing observations with surface and atmospheric data. However, remote sensing provides instantaneous data, when many applications and models need information at other temporal scales. In this work, a new general methodology is proposed to estimate daily and daytime net radiation, and retrieve the diurnal cycle of net radiation. Four images acquired in different dates, two corresponding to TM sensor (Landsat 5), and two from ETM+ (Landsat 7), and ancillary meteorological data are collected covering the whole Tandil department (Argentina). The performance of the methodology at both local and regional scale is assessed by comparing the results with ground net radiation measurements. At local scale, estimation errors between ± 4 and ± 8 %, biases close to zero, and good agreement between predicted net radiation values and ground-measured values were obtained. On other hand, estimation errors between ± 2 and ± 4 % using satellite data were finally obtained. Note that the methodology presented here is independent of latitude, date and satellite overpass time, therefore can be applied to any satellite mission, provided that it includes visible, infrared and thermal bands to obtain the instantaneous net radiation previously.

Capítulos de libro

8. Holzman M., Rivas R. 2015. Chapter Optical/thermal-based techniques for subsurface soil moisture estimation; in Satellite Soil Moisture Retrievals: Techniques & Applications. Acceptance 15072015. Edited by G. Petropoulos P. Srivastava and Y. Kerr, Elsevier. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780128033883>

Grado de participación: *La publicación corresponde a una explicación del porqué la temperatura radiativa de la vegetación se puede asociar a la humedad de suelo por medio de la absorción de agua por parte de las raíces de las plantas. Es un trabajo conjunto que venimos desarrollando entre mi dirigido y quien informa sobre el estudio de humedad con satélite.*

Abstract. Optical and thermal remotely sensed data have frequently used to estimate surface soil moisture (SM). However, recent studies verified the aptitude of these techniques for root zone SM estimation. The energy available at the land surface (net radiation less heat conducted into the soil sublayer) is estimated from TIR and shortwave satellite data, and then land surface temperature (LST) is used to constrain the upward transport of sensible heat, governed by the LST- to- air temperature gradient. All remaining available energy is partitioned to evapotranspiration. This type of diagnostic modeling approach requires no information regarding antecedent precipitation or soil moisture storage capacity; rather, the SM status is deduced from the TIR signal. Therefore, diagnostic thermal models can provide independent information for updating spatially distributed SM variables in prognostic weather, recharge water and streamflow forecasts. Daily MODIS/Aqua LST and vegetation indices products (1 km² spatial resolution) were used to calculate the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI). The previous high correlation between TVDI and root zone SM allowed us to obtain maps of this variable for different crop types. Cultivated areas with different crops in Argentinean Pampas Region (APR) were defined utilizing 16-days MODIS/Aqua vegetation indices products (250 m spatial resolution). The obtained maps are valuable to analyze deep SM, the impact on vegetation with different root systems and the coupling between surface and subsurface SM.

Libros de actas

9. Nicolás R., Rivas R., Santos García V., Doña C., Valor E., Holzman M., Bayala M., Carmona F., Ocampo D., Thibeault M., Soldano A. 2014. Validation of the SMOS-

MIRAS Soil Moisture Product (SML2UDP) in the Pampean Region of Argentina. European Geosciences Union General Assembly 2014. Vienna Austria, Session HS6.2, ESA's SMOS and NASA's SMAP missions: providing global observations of soil moisture and ocean salinity and beyond, Vol. 16, EGU2014-7408, 2014.

<http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2014/EGU2014-7408.pdf>

Grado de participación: *La publicación es resultante de la campaña internacional para la validación de datos de la cual participé activamente en las campañas de terreno y en la redacción de la comunicación. Participé activamente del procesado de los datos.*

Abstract - A validation campaign was carried out to evaluate the SMOS-MIRAS Soil Moisture (SM) SML2UDP product (v5.51) in the Pampean Region of Argentina on February 2013. The study area was selected because it is a vast area of flatlands containing quite homogeneous rainfed croplands, with prevalence of soybean crops, considered SMOS nominal land uses (i.e., crops with vegetation heights not exceeding 1 to 2 m by opposition to trees).

10. Bayala M., Rivas R., Niclós R. 2014. Enhanced Edge Based Algorithm for Thermal Image Sharpening. 10th International Conference on Geostatistics for Environmental Applications, Paris, France, on the 9th – 11th July 2014. ISBN 978-2-35671-136-6 <http://www.geoenv2014.org/>

Grado de participación: *La publicación es resultante del análisis de diferentes algoritmos para corregir los efectos de humedad de suelo en el proceso de remuestreo de datos de satélite. Promoví el estudio específico de estas técnicas y participé activamente en la redacción del artículo.*

Abstract. High temporal and spatial resolution thermal maps would significantly improve the assessment of the water content and crop productivity over a mixed agricultural landscape in the sub-humid Pampean Region of Argentina (PRA). However, the spatial resolution of the land surface temperature (LST) retrieved from sensors with high temporal resolution is not accurate enough to be used at crop field scale. Using the LST-Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) relationship we developed a Difference of Edge model (Ts_DL) for downscaling coarse resolution thermal infrared (TIR) radiance to retrieve subpixel temperatures. The proposed technique was evaluated by comparing with the DisT rad Model, and validated by using ground dataset at local scales. The MODerate resolution atmospheric TRANsmission model (MODTRAN) was used with atmospheric profile data to atmospherically correct the Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper (ETM) thermal band [2]. A Split Windows algorithm were applied to estimate LST image from EOS-MODIS TIR bands [3]. The results suggest that the Ts_DL technique is the most adequate for simulating LST at high spatial resolution over heterogeneous landscapes, in agreement with the results shown in Bayala et al.(2013), the estimation error was less than 1 (Celsius).

11. Ocampo D., Rivas R., Kruse E. 2014. Método relación de Bowen balance de energía aplicado en aplicado a una superficie vegetal de referencia. Actas XV Reunión Argentina de Agrometeorología, Piriápolis, 1 al 3 de octubre de 2014. Editores M. Vinocur – R. Seiler, ISBN 978-987-688-082-4. UniRío Editora 200 ejemplares.

Grado de participación: *La publicación es resultante de las medidas de terreno que realiza la tesista doctoral Ocampo bajo mi dirección. Participé activamente del análisis de los resultados.*

Resumen. El trabajo muestra la aplicación de la relación de Bowen con datos medidos durante 3 días en la estación de balance de energía ubicada en el campus Tandil de la UNCPBA. Se describen los valores del beta obtenidos y se concluye el método es una alternativa consistente para la estimación del flujo de calor latente.

12. Fernandez Long M., Cañas S. Ocampo D., Rivas R. 2014. Estimación de la evapotranspiración potencial en Argentina: comparación de metodologías. Actas XV Reunión Argentina de Agrometeorología, Piriápolis, 1 al 3 de octubre de 2014. Editores M. Vinocur – R. Seiler, ISBN 978-987-688-082-4. UniRío Editora 200 ejemplares.

Grado de participación: *La publicación es resultante de la cooperación con Fenandez Long experta en evapotranspiración de UBA. La participación fue en la etapa de análisis de los resultados.*

Resumen. El trabajo analiza los resultados de la ETP en 15 ecoregiones de Argentina utilizando diferentes estimaciones (Turc, Thorntwaite, Penman Monteith, Priestley-Taylor). Se concluyen que los métodos no son de aplicación global para toda argentina y que el método de Thorntwaite no es aplicable en ninguna de las ecoregiones.

13. Aguas L., R. Rivas, 2015. Estimación del flujo de calor latente mediante el uso de teledetección en el centro de la provincia de Buenos Aires. XII Congreso de Argentino de Meteorología, Mayo de 2015, Mar del Plata Argentina.

Grado de participación: *La publicación es resultante de la tesis de maestría de Aguas L. a quien dirigí en su tesis. La propuesta de tema y metodología a aplicar es de quien informa. Participé activamente de la redacción del trabajo.*

Resumen. El trabajo muestra los resultados de la aplicación de la ecuación de Priestley y Taylor para estimar la evapotranspiración ET con datos del sensor MODIS. Los resultados logrados, comparados con medidas en estaciones locales de la facultad de Agronomía de la UNCPBA, muestran errores menores al mm. Se concluye que el método aplicado es adecuado para la estimación espacial de la ET.

14. Aguas L., R. Rivas, F. Carmona, M. Holzman, 2015. Estimación del flujo de calor latente con datos de satélite. Libro de Trabajos Completos del II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Enfoques Interdisciplinarios para la Sustentabilidad del Ambiente, Ed.: SACyTA, pág. 558-563. CABA, Argentina, 1 - 4 de diciembre de 2015. (ISBN: 978-987-46096-1-8). <http://aa2015.com.ar/wp-content/themes/AA2015/Enfoques-Interdisciplinarios-para-la-Sustentabilidad-del-Ambiente.pdf>

Grado de participación: *La publicación es resultante del análisis de todo el conjunto de datos utilizados en la tesis de maestría de Aguas L. a quien dirigí. Valen los mismos*

comentarios que la publicación 13 a lo que cabe agregar que hicieron aportes de redacción los doctores Holzman y Carmona.

Resumen. El flujo de calor latente (LE) comprende la energía empleada en el proceso de evapotranspiración. Su estimación es fundamental para la evaluación de la productividad agropecuaria de una región, para el cálculo del balance hidrológico y para conocer la proporción de radiación neta que interviene en el proceso de evapotranspiración, entre otras valoraciones. El objetivo de este trabajo es obtener mapas de LE regional mediante el uso de imágenes de satélite y datos meteorológicos registrados en estaciones convencionales.

La estimación del LE se realizó aplicando la ecuación de Priestley y Taylor¹ adaptada a la teledetección por Rivas y Carmona²: $LE_d = \frac{R_n}{\gamma + R_n} \cdot (R_n - G) \cdot f_c^{-1}$

siendo $\gamma = 1,41$ propuesto por Carmona *et al.*³, γ la pendiente de la curva de presión de vapor saturado como función de la temperatura del aire (kPa °C⁻¹), γ la constante psicrométrica (kPa °C⁻¹), R_n la radiación neta (W m⁻²), G el flujo de calor en el suelo (W m⁻²) y $f_c^{-1} = 28,36^{-1}$ un factor de conversión de unidades (de W m⁻² a mm d⁻¹). El subíndice d indica escala diaria. El trabajo se aplicó en el centro de la provincia de Buenos Aires, comprendiendo los partidos de Azul, Tandil, Olavarría, Benito Juárez y Las Flores. Se utilizaron 26 imágenes captadas por la misión Earth Observing System (EOS) por medio del sensor *MODerate resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) a bordo de la plataforma TERRA. Los mapas de LE resultantes muestran que la metodología es consistente y puede implementarse con facilidad para estimar espacialmente la evapotranspiración en la región centro de la provincia de Buenos Aires.

15. Lusi A., Holzman M., Bayala M., Stadler C., Rivas R. y Carmona F. 2015. Estimación de rendimiento de cultivo con datos de satélite. Libro de Trabajos Completos del II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Enfoques Interdisciplinarios para la Sustentabilidad del Ambiente, Ed.: SACyTA, pág. 588-593. CABA, Argentina, 1 - 4 de diciembre de 2015. (ISBN: 978-987-46096-1-8) <http://aa2015.com.ar/wp-content/themes/AA2015/Enfoques-Interdisciplinarios-para-la-Sustentabilidad-del-Ambiente.pdf>

Grado de participación: *La publicación es resultante de la pasantía realizada por la estudiante de grado Lusi A. Participé en la corrección final del documento.*

Resumen. En los sistemas agrícolas la humedad del suelo es una variable esencial que rige las fluctuaciones de rendimiento de cultivos de secano, predominantes en la Región Pampeana Argentina (RPA). Por medio de datos de sensores remotos es posible establecer una relación directa entre la disponibilidad de agua en el suelo y el rendimiento de los cultivos utilizando el Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI). Holzman¹ identificó los períodos de máxima correlación y obtuvo los coeficientes de la función de rendimiento para diferentes cultivos de la RPA. En este trabajo, se presenta la metodología propuesta por Holzman¹ y se aplica al cultivo de soja en la Pampa Endorreica de la RPA, donde el TVDI se calculó por medio de los productos de temperatura de superficie (Ts) y del Enhance Vegetation Index (EVI), MYD11A25 y MYD13A25 respectivamente, del sensor Aqua/MODIS. Los resultados fueron comparados con los valores promedios de rendimiento dados por el Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA) para los partidos General Roca, Presidente Roque Saenz Peña y General López. Se elaboraron mapas de rendimiento para las campañas 2010-2015 y se discutieron los resultados obtenidos. Se logró modelar la variabilidad espacial del rendimiento de soja con un error porcentual del orden del 15% a nivel de píxel.

16. Stadler C., Carmona F., Rivas R., Bayala M., Lusi A., Holzman M. 2015. Estimación del contenido de clorofila con datos de satélite. Libro de Trabajos Completos del II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Enfoques Interdisciplinarios para la Sustentabilidad del Ambiente, Ed.: SACyTA, pág. 582-587. CABA, Argentina, 1 - 4 de diciembre de 2015. (ISBN: 978-987-46096-1-8). <http://aa2015.com.ar/wp-content/themes/AA2015/Enfoques-Interdisciplinarios-para-la-Sustentabilidad-del-Ambiente.pdf>

Grado de participación: *La publicación es resultante de la pasantía realizada por la estudiante de grado Stadler C. Participé en la preparación de la publicación y en la corrección final del documento. Éste obtuvo una mención como el mejor trabajo póster del congreso.*

Resumen. El monitoreo de la vegetación es un tema relevante en la ciencia y en las aplicaciones de la teledetección. Diversas misiones de satélite se han desarrollado con el objetivo específico de monitorear los cambios en la cobertura de la vegetación sobre la superficie de la Tierra. Uno de los parámetros de la vegetación de mayor importancia es el contenido de clorofila (Chl). El estudio del Chl en hoja es de gran interés en agricultura de precisión, puesto que es un indicador de la actividad fotosintética, y por lo tanto está relacionado con el estado fenológico y la salud de las plantas, como así también con su consumo de nitrógeno, entre otras aplicaciones. La reflectancia medida en hoja provee información acerca del Chl, por lo tanto es posible estimar su concentración y conocer su variación espacio-temporal por medio de datos de satélite. Debido al desarrollo de sensores hiperespectrales, que adquieren espectros de reflectancia cuasi-continuos, se han propuesto nuevos índices hiperespectrales y métodos más robustos para la detección del Chl. Sin embargo, los índices hiperespectrales no pueden aplicarse con las imágenes de las misiones de satélite generalmente disponibles. En este sentido, recientemente el Índice de Vegetación del Área Normalizada (NAVI, del término en inglés Normalized Area Vegetation Index) se desarrolló para estimar el Chl. NAVI se obtiene utilizando sólo bandas del rojo e infrarrojo cercano del espectro electromagnético, y constituye una simplificación del índice NAOC (Normalized Area Over reflectance Curve), el cual requiere el uso de datos hiperespectrales para su cálculo. En este trabajo se explica la base física del NAVI, y se aplica con imágenes del satélite Landsat 8 en el centro sureste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Finalmente, se elaboran mapas de Chl y se discuten los resultados obtenidos.

8.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

17. Holzman, M.E., Rivas, R., 201?. Early maize yield forecasting from remotely sensed temperature/vegetation index measurements. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, En prensa. IF 3.69

Grado de participación: *La publicación es la línea de trabajo que llevamos adelante con el Dr. M. Holzman. Participé activamente en todo el proceso de tratamiento, análisis de los datos y redacción del documento final. Además estuve activo en la respuesta a los revisores.*

Abstract. High and low soil moisture availability is one of the main limiting factors for rainfed crops productivity and the evaluation of the relationship between them is crucial for food security and support importing-exporting strategies. The aim of the study was to analyze the aptitude of the TVDI (Temperature Vegetation Dryness Index) to estimate spatial maize yield at regional scale. For four periods MODIS/AQUA Enhanced Vegetation Index and Land Surface Temperature at 1 km spatial resolution were used to calculate TVDI and maize yield over a large agricultural area of Argentine Pampas. TVDI values were compared with official maize yield statistics to derive a regression model in two agro-climatic zones. Depending on the agro-climatic zone, linear and quadratic function models were found. The models account between 73 to 83% of the maize grain yield variability, with the best prediction in the humid zone. The RMSE values were between 14% and 19% of average yield. The bias showed a slightly higher difference between predicted and statistic data of yield in semi-arid zone. The models showed aptitude to estimate maize yield with reasonable accuracy 8 to 12 weeks before harvest in the study area. Also, the TVDI-maize yield relationship and the impact of sub-monthly water stress were evaluated at field scale using yield measurements to ensure the analysis on maize. The highest R² (0.61) was obtained using monthly values suggesting that the entire critical stage should be taken into account for maize yield forecasting. Although the results found here would not be directly extrapolated to other agricultural regions in the world, the proposed model is promising for forecasting spatial yield in other regions with poor data coverage several weeks before harvest.

18. *Carmona F., Rivas R., Kruse E. 201?. Estimating daily net radiation in the FAO Penman-Monteith method. THEORY & APPLICATION CLIMATOLOGY. En prensa, 15 páginas. ISSN print 0177-798X. <http://link.springer.com/journal/704>. IF 2.01

Grado de participación: *La publicación es la resultante del análisis de los trabajos de Allen et al. (1998) en el que personalmente detecté que existía un error conceptual del uso de la ecuación de estimación de la radiación neta. Identificado el error pauté con el primer autor la posibilidad de demostrar una alternativa de cálculo para evitar el error (el error fue que Allen et al. 1998 proponen una única ecuación para calcular R_n y no es de ese modo). Lo hicimos con datos medidos en Tandil y propusimos una alternativa de aplicación global con un error menor al logrado hasta el momento.*

Abstract In this work, we evaluate the procedures of the Manual No. 56 of the FAO (United Nations Food and Agriculture Organization) for predicting daily net radiation using measures collected in Tandil (Argentina) between March 2007 and June 2010. In addition, a new methodology is proposed for estimating daily net radiation over the reference crop considered in the FAO Penman-Monteith method. The calculated and observed values of daily net radiation are compared. Estimation errors are reduced from ± 22 to ± 12 W m⁻² considering the new model. From spring-summer data, estimation errors of less than ± 10 % were observed for the new physical model, which represents an error of just ± 0.4 mm d⁻¹ for

computing reference evapotranspiration. The new model presented here is not restricted to a climate regime and is mainly appropriate for application in the FAO Penman–Monteith method to determine the reference crop evapotranspiration.

8.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

Rivas R., Carmona F., Holzman M. Estimación del flujo de calor sensible a partir de la combinación de balance de masa y balance de energía.

El trabajo consiste en la estimación del flujo de calor sensible a partir de la obtención del flujo de calor latente medido en un lisímetro; y los flujos de radiación y calor en el suelo medido mediante una estación de balance de energía. Las medidas, para demostrar la aplicabilidad del método propuesto, corresponden a registros realizados en el campus Tandil de la UNCPBA.

Rivas R., Holzman M. Remote sensed water stress from shortwave infrared and thermal data

Vegetation water stress estimates is a proxy of root zone soil moisture and is useful for agricultural applications. In this work a new method based on remote sensed shortwave infrared and land surface temperature is analyzed. Strong relationship between soil moisture and remote sensed data was found.

Bohn V., Carmona F., **Rivas R.,** ¿otros autores no discutido orden??. Development an empirical model for chlorophyll-a and secchi disk depth estimation in a pampean shallow lake (ARGENTINA).

El trabajo analiza el comportamiento de la clorofila y disco de secchi con la respuesta espectral en Landsat– índice NDVI. Se ajustó una función logarítmica que tiene buenos resultados. Ya está escrito en casi su totalidad y resta la revisión de biólogos de Chascomús que realizaron las medidas de terreno con la colaboración de la Dra. Bohn. Lo enviaremos a European Remote Sensing.

8.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

8.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

Expert Consultants of Environmental and Remote Sensing Services (ECERSES) (R. Rivas coordinador del trabajo desarrollado por M. Bayala, M. Holzman, G. González Castelain y P. Mangudo) para la empresa petrolera Geokinetics Inc (Huston, Texas). Consultores Expertos, contrato 2013 Geokinetics-CIC/IHLLA continua. Consultar informes internos CIC, no se puede detallar la información por restricción de la empresa. Los trabajos son estudios de algoritmos de caminos óptimos para reducir

costos operativos de perforaciones, procesado de imágenes y de datos ambientales. El desempeño de quien informa se puede consultar al referente indicado en el punto 9.5.

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

La mejora alcanzada consiste en la estimación de la humedad de suelo a partir de datos de satélite, la cual fue validada con medidas de terreno. Esta metodología reduce significativamente los costos de traslado del personal del MAGyP a campo para la toma de muestras. Esta mejora está disponible desde 2014 en mapas que publica la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) que lleva el nombre de evolución del índice satelital de estrés hídrico TVDI. La financiación se obtuvo de la convocatoria 2011 de la CIC y del MAGyP. Lugar de consulta: <http://www.ora.gob.ar/tvdi.php>

Desde el punto de vista de investigador y director de tesis/becarios/PA me parece el mejor aporte que he realizado como investigador.

9.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

Lisímetro de pesada

Es un registro, no sencillo de realizar, se encuentra en etapa de coordinación con las dos empresas interesadas en fabricar el mismo (Delver – Laboratorios Electrónicos SA y REDIMEC SRL). Tiene 4 años de funcionamiento el primero de los prototipos que fue presentado en tamaño real en INNOVAR 2015 por Silicani, Ocampo y Rivas. El segundo prototipo en digital se encuentra en prueba de comunicación Wireless y a instalarse en campo en 2016 (en campus Tandil de la UNCPBA donde cuenta con una sede el IHLLA). El diseño es sencillo y posible de fabricar en Argentina. Participa de la colaboración Mariano Scaso (Ing. Electrónico) un PAI-CONICET con lugar de trabajo en el CIFICEN (Director. Dr. A. Somoza). Más información del primer prototipo en INNOVAR 2015 Catálogo.

9.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

Título del proyecto: **Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del Río Salado, provincia de Buenos Aires**

Labor: responsable técnico del proyecto. Fui quien redactó en general el proyecto y coordinó el trabajo en equipo entre una empresa privada dedicada a la electrónica del alto nivel REDIMEC SRL (<http://www.redimec.com.ar/contacto.php>), la Autoridad del Agua y nuestro Instituto a través de la CIC (treinta investigadores y técnicos). Realicé la defensa antes expertos internacionales designados

por la ANPCyT-FONARSEC logrando una puntuación final de 87 puntos y la financiación del mismo por un monto próximo a los 43 millones de pesos. Aprobado en noviembre de 2014 y en ejecución desde mediados de julio de 2015 con primer desembolso en octubre del mismo año.

Actualmente el grado de desarrollo es del orden del 25 % con cumplimiento del 90 % de las actividades propuestas para el tiempo transcurrido. El diseño de la electrónica está finalizado y las tareas de campo previstas también. Se observa un retraso en las compras al exterior propias de la embarradura del proyecto (8,5 millones de pesos entre importación de partes y obra de infraestructura) externas al proyecto, concretamente de la Agencia. Todas las compras solicitadas cuentan con la NO OBJECCIÓN DE AGENCIA. Mayor información se puede consultar al momento de la evaluación del presente apartado en la CIC a la Administrativa R. Valera y al contador D. Turckenich o en su defecto a la ANPCyT indicando estado de FONARSEC N°19.

9.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES (desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).

El desarrollo de montaje de los lisímetros de pesada que requieren un diseño para la toma de suelo sin alterar solo conlleva creatividad que no se puede publicar, sino que, aporta a la forma de instalación del cilindro (cilindro con suelo a pesar).

9.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

Público

MAGyP de la Nación

Ing. Sandra Occhiuzzi

MAGyP-Oficina de Riesgo Agropecuario

Av. Paseo Colón 922 PISO 2, Oficinas 233 y 234, CABA

Correo de contacto: socchi@minagri.gob.ar - socchiuzzi@yahoo.com.ar

MAGyP de la provincia de Río Negro

Área de Producción

Mariana Villablanca

mwillablanca@produccion.rionegro.gov.ar

INTA Anguil

Unidad Experimental Anguil

Mauricio Farrell

farrell.mauricio@inta.gob.ar

Privado

REDIMEC SRL

Fabián Oyarbide

Presidente

fabianoyarbide@redimec.com.ar

Mayor Novoa 845, Pcia. de Bs. As., Argentina | B7001HVQ

GEOKINETICS INTERNATIONAL

MSc. Luis Pertovt

Responsable de GIS

Luis.Pertovt@geokinetics.com
1500 CityWest Blvd., Suite 800, Houston, Texas 77042

10. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.

No realizo trabajos tecnológicos rutinarios y concentro los esfuerzos en investigaciones con componente I+D+i. En los apartados anteriores se puede notar el perfil otorgado a lo tecnológico. La investigación de mayor aporte será seguramente el FONARSEC N°19.

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:
11.1 DOCENCIA

Guía teórica de las clases de climatología para la materia [Apuntes_2015_VF.pdf]. Tiene la forma de libro en y se puede consultar la versión 2015 en el siguiente link:
http://cursosihlla.bdh.org.ar/CLIMATOLOGIA_FCH_UNCPBA/Curso_2015/1_TEORIA/

11.2 DIVULGACIÓN

Los resultados de las investigaciones más relevantes han sido divulgados por el MAGyP en su sitio web (<http://www.ora.gob.ar/tvdi.php>) y en periódicos del centro de la provincia de Buenos Aires (ej. http://www.lavozdetandil.com.ar/ampliar_notas.php?id_n=44641)

Además las actividades del Grupo de Teledetección del Instituto de Hidrología expone su línea de trabajo en el siguiente link: <http://teledeteccion.wix.com/gtihlla>

12. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.

Dirección de Becarios CIC-CONICET

Director Facundo Carmona, Instituto de Hidrología de Llanuras, Estimación de la radiación atmosférica descendente a partir de datos meteorológicos, período 2013-2014. Finalizó su tesis doctoral 14/03/2014. **Beca Perfeccionamiento CIC.**

Director Dora Ocampo, Instituto de Hidrología de Llanuras, Desarrollo de procedimientos simples para la estimación de la evapotranspiración a partir de balances de energía y modelos empíricos, período 2012-2014. **Beca Perfeccionamiento CIC.** Continúa con **Beca CONICET 03/2014 hasta 03/2016.**

CoDirector de Laura Maestri – Director Dra. Canziani G. Modelos matemáticos y computacionales para el análisis de la dinámica ecológica de las lagunas de la región pampeana (**Becaria CONICET 2014-2019**), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) - Tandil, Argentina.

Posdoctoral CONICET

Director Facundo Carmona **PosDoc-CONICET**, Modelación de la evapotranspiración mediante datos de satélite y su contribución en estudios hidrológicos, período abr/2014-cont.

Dirección de Investigadores CIC-CONICET

Facundo Carmona Cat. Asistente **CONICET-IHLLA**, Contribución de la aplicación de la ecuación de balance de energía con datos de satélite en estudios hidrológicos, ingreso aprobado y en lista de ingreso de la primera tanda d 2016.

Mauro Holzman Cat. Asistente **CIC-IHLLA**, Uso de imágenes de satélite para la estimación de la humedad del suelo a escala regional y de cuenca, a la espera de la firma del Decreto desde 12/2013. También tiene aceptado el ingreso en 2015 a carrera de **CONICET** en el mismo tema presentado a la CIC y sin decisión de con cual ingreso se quedará.

Vanesa Bohn Cat. Asistente **CONICET**, Departamento de Geografía de la UNS, CoDirector de investigación en el tema: Influencia de la variabilidad climática, uso del suelo y acción antrópica sobre la hidrología de las lagunas pampeanas y sus cuencas asociadas, jul/2015-cont.

Dirección de PA-CIC

Martín Bayala, Instituto de Hidrología de Llanuras, Tratamiento digital de imágenes, programación en idl, operación y mantenimiento de estaciones de balance de energía, período 2013-cont.

Christian Mancino, Instituto de Hidrología de Llanuras, Relevamiento de terreno vertiente sur cuenca del Río Salado, uso de ARCGIS para elaboración de mapas de la red de estaciones de monitoreo de inundaciones y sequías, operación y mantenimiento de estaciones de balance de energía, período 2015-cont.

Becarios Universidades y otros Centros

Laura Aguas (becaria Maestría de Teledetección y SIG de la UNCPBA), Estimación de la evapotranspiración a partir de imágenes de satélite utilizando el modelo de Priestley y Taylor, período 2010-2015.

José Pasapera (becario CONAE-Ministerio de Relaciones Exteriores), Estimación de la emisividad de superficie utilizando el método de la caja, período 01/2013-07/2013 en IHLLA y continua actualmente en CONAE Córdoba hasta julio de 2014-cont. (dirección de tesis de master a distancia).

Carolina Faccio (becada por el gobierno de la República Oriental del Uruguay), Evaporación y distribución de la evapotranspiración diaria de cultivos de azúcar en Bella Unión, Uruguay utilizando técnicas de teledetección y SIG, 2012-2016. Licencia por maternidad con prórroga de beca.

Diana Fonnegra, (becaria CONAE-Ministerio de Relaciones Exteriores), Director de pasantía de formación en el Instituto de Hidrología de Llanuras, tema Detección de efectos espectrales debido a la clorofila en vegetación implantada, enero-julio 2014.

Además dirijo una becario CIN en entrenamientos específicos de hasta año de duración que no declaro en este apartado.

13. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

Facundo Carmona, Desarrollo de un modelo general para la estimación de la radiación neta con imágenes de satélite, **Doctorado defendido** en Universidad de Valencia en abril de 2014.

Laura Aguas (becaria Maestría de Teledetección y SIG de la UNCPBA), Estimación de la evapotranspiración a partir de imágenes de satélite utilizando el modelo de Priestley y Taylor, Tesis de **Maestría, defendida** en junio 2015.

Matías Silicani PA/CIC (becado por IHLLA), **Especialización** en riego y drenaje de la UNCu-Agrarias, **defendida** junio de 2015.

Dora Ocampo, Instituto de Hidrología de Llanuras, Desarrollo de procedimientos simples para la estimación de la evapotranspiración a partir de balances de energía y modelos empíricos, **en ejecución** la tesis **doctoral** (redacción de la primera versión terminada en diciembre de 2015).

José Pasapera (becario CONAE-Ministerio de Relaciones Exteriores), Evaluar y validar la emisividad y temperatura de la superficie del suelo en parcelas agrícolas con medidas locales y datos del satélite LANDSAT 8, Tesis de **Maestría depositada y aprobada** para su defensa. Fecha de defensa prevista mayo de 2016 dado que el estudiante es Peruano.

Carolina Faccio (becada por el gobierno de la República Oriental del Uruguay), Evaporación y distribución de la evapotranspiración diaria de cultivos de azúcar en Bella Unión, Tesis de **Maestría** Teledetección y SIG (UNCPBA) **en desarrollo**.

14. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

43 Jornadas Argentina de Informática JAIIO, organizada por la SADIO, Buenos Aires, 1-5 de setiembre de 2014. Disertante sobre el tema (apartado temático de agroinformática):

Balance energético: una alternativa para el seguimiento local y espacial de la productividad agrícola. ADEMÁS se presentó un trabajo declarado con el número 4 en publicaciones.

Segundas Jornadas de Tecnologías Geográficas del Sur Argentino, Bahía Blanca, 6-8 de agosto de 2014. Conferencia plenaria sobre: Aportes de las imágenes de satélite en el estudio integrado de los sistemas naturales.

V Jornada Científica sobre aplicaciones de la teledetección, Valencia, España, 16-17 de octubre de 2014. Conferencista sobre humedad de suelo desde lo local a lo regional.

Curso posgrado Recarga de Acuíferos y Métodos de Balance Dr. E. Custodio profesor visitante en IHLLA, Azul, mayo 2015. Conferencista sobre: evapotranspiración con sensores remotos. http://cursosihlla.bdh.org.ar/Curso_Recarga_Custodio/

Maestría de Riego y Drenaje, facultad de Ciencias Agrarias, UNCu, Mendoza, Chacras de Coria, 8 de octubre 2015. Disertante sobre Balance de energía a escala local y regional (Instrumental y tratamiento de datos).

15. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.

Motivo del viaje Tratamiento de datos de humedad de suelo realizados en Argentina (ver publicaciones 6 y 9 resultantes), 10-22 octubre 2014, Universidad de Valencia, Facultad de Física. Además diserté y asistí a las V Jornadas de Teledetección (16 y 17) realizadas en la Universidad de Valencia.

16. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.

- 1. Generación de mapas de estado hídrico de la región pampeana como aporte al Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana de la Oficina de Riesgo Agropecuario del MAGyP.** Director: Dr. R. Rivas. Investigadores 8 (incluye 2 becarios doctorales, 1 becario posdoctoral, 4 profesionales técnicos de MAGyP). Período 11/2012-03/2014. Convocatoria Subsidios de Interés Provincial de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. Resol. Directorio 179/12. \$ 25.000.
- 2. Validación de Datos de Teledetección a partir de Balances de Masa y Energía (VADATBA).** Director: Dr. R. Rivas. Investigadores 7 (3 formados y 4 en formación). ID:03/I033. Proyecto Incentivos Docentes UNCPBA 01/01/13-31/12/15 extendido a 2016. \$ 35.000 (fondos logrados a partir de la distribución interna del subsidio de la UNCPBA al NACT IHLLA ~ \$ 6000 año y ~ \$ 17000 correspondientes al servicio brindado a la empresa Geokinetics declarado en 9.1).
- 3. Redes neuronales artificiales e imágenes de satélite como soporte para la modelización de las propiedades biofísicas del canopeo de maíz.** Dirección Dra. A. Irigoyen y codirección Dr.

R. Rivas, integrado por 2 investigadores formados, 8 en formación y 2 técnicos. Financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNMDP 2014-2015. Monto \$ 16800. Este proyecto tiene continuidad en 2016-2017 de lograrse la aprobación de la nueva idea proyecto que lleva el título "**Atributos biofísicos y estructurales en canopeos de maíz**".

4. **Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del Río Salado, provincia de Buenos Aires. Convocatoria proyectos FONARSEC-19/13. REDIMEC SRL - ADA – CICIPBA** entidades que conformar el Consorcio Asociativo Público Privado IHREDA. Responsable del proyecto: Dr. R. Rivas, 30 investigadores y técnicos. Aprobado el 11/2014 (ANPCyT-Resolución N° 572/14). Duración: 3 años. Monto: \$ 43.143.470.
5. **Aplicación de la ecuación de Balance de Energía a escala Local y Regional con fines hidrológicos ABELoRe.** Subsidio CIC anual como investigador para el desarrollo del plan de trabajo presentado en el informe 2012 (\$ 8000) - 2013 (\$ 10000).

17. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

6. **Desarrollo e Innovación en Aplicaciones Espaciales-Río Negro PIDIAP-RN. 2015-11-01 - 2017-08-01.** Proyecto I+D+i para el MAGyP Río Negro con la finalidad de: i) formar un grupo con capacidad de utilizar las imágenes de satélite para obtener mapas de estado de humedad y forrajes [etapa de formación de recursos humanos] para uso ovino, ii) definir una red de monitoreo de variables ambientales [radiación, humedad, temperatura, NDVI...], iii) instalar la red, iv) elaborar un índice de humedad. Etapa i) finalizada monto recibido en cuenta CIC \$ 45000. De ii) a iv) se realizará entre 2016 y 2017.

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

Premio al Mejor Póster en el área Sistemas agrícolas y ganaderos. Stadler C., Carmona F., Rivas R., Bayala M., Lusi A., Holzman M. 1-4 de diciembre de 2015, CABA. Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental.

INNOVAR 2015. Selección del lisímetro de pesada para catálogo de INNOVAR y para la exposición de prototipos. Más información en tesis de M. Silicani declarada en el presente informe.

19. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

Miembro del Directorio de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, Acta 1376/12-Decreto 517/2013 hasta 31/12/2015

Gestiones realizadas: evaluación de indicadores de producción científica tecnológica de la CIC; propuesta de índice de reparto de fondo de centros CIC; corrección de informe de autoevaluación y presentación de autoevaluación CIC en el MINCyT, representante de CIC en: CCT Tandil, en PLADEMA y en Observatorio de Aguas UNLP, evaluador PIOs-CIC;

responsable de congreso CIC 2015, curso sobre patentes y registros. Las gestiones enunciadas son las que considero más relevantes como Miembro del Directorio. Además participé activamente (obteniendo el subsidio para el desarrollo) del segundo congreso internacional de la CIC <http://concyt2015.cic.gba.gov.ar/>

Dedicación: 30 %

Gestor ante el MINCyT

Programa Raíces, preparación de la documentación para financiar con Beca Milstein al Dr. M. Domine para disertar sobre Nuevas estrategias para la transformación de la biomasa y residuos agrícolas en combustibles y productos químicos. Financiado, aprobado e informado dic/2015.

Programa de formación, tema patentes y registros, solicitud de servicios profesionales de la MSc. V. Loweinstein para el desarrollo del curso precongreso CIC 30/set/2015. Dictado en LEMIT. <http://concyt2015.cic.gba.gov.ar/precongreso.html>

Dedicación: 2 %

20. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Año 2014 Docente Adjunto dedicación simple de la materia **Sensores Remotos** (segundo semestre) de la facultad de Ciencias Exactas (UNCPBA). 90 horas de dedicación horaria.

Dedicación: 6 %

Año 2015 Docente Adjunto dedicación simple de la materia **Climatología** (segundo semestre) de la facultad de Ciencias Humanas (UNCPBA). 64 horas frente a alumnos de dedicación horaria.

Dedicación: 4 %

Cursos de posgrado

Docente coordinador curso de posgrado **Evapotranspiración a escala local y regional** en el marco de los cursos del Instituto de Hidrología de Llanuras. Curso 2014 www.ihlla.org.ar/cursos. 56 horas.

Dedicación: 3,6 %

Docente del curso **Estimación de parámetros biofísicos de superficie a partir de datos de satélite** (con F. Carmona), Departamento de Geografía, UNS, Bahía Blanca, 10 a 14 de noviembre de 2014.

Dedicación: 1,8 %

Docente responsable (con la cooperación de docentes de la facultad e INTA Anguil) del curso de postgrado Sensores Remotos Aplicados al estudio de ecosistemas agrícolas y naturales, facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, 20 a 24 de abril de 2015, 60 horas (docencia compartida con docentes locales), Resol. CD 109/15.

Dedicación: 1,6 %

21. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

Miembro de tribunal y revisor en programas de ciencia y tecnología

1. Miembro de Tribunal de tesis, en carácter de Suplente, junto a Eva Rubio, Enric Valor, y José Valiente en la tesis (registro 6994) titulada: Generación y validación de algoritmos para la obtención de la temperatura terrestre utilizando técnicas de teledetección en el infrarrojo térmico, autor Joan Miquel Galve, referencia s/n Tercer Ciclo Universidad de Valencia (16 septiembre 2014).
2. Miembro de Tribunal de tesis Doctoral Universidad Nacional de Rosario. Tesista A. Suarez Buitrago. Tema: Parametrización de modelos matemáticos hidrológicos aplicados a sistemas de llanura. Estimación de la humedad superficial del suelo. Octubre 2014.
3. Miembro del tribunal de tesis de maestría de la Lic. A. Valladares, Universidad Nacional de La Pampa, Maestría en Ciencias Hídricas. Análisis de las variaciones de las reservas de agua en la región hídrica de los esteros del Iberá, Corrientes, Argentina. Diciembre 2014.
4. Evaluador de Secretaría de Posgrado y Formación Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral de planes de tesis Doctoral y Maestría desde diciembre de 2014 y continua.
5. Evaluador planes de doctorado Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. Tema evaluado: Caracterización de aguas superficiales y sedimentos en lagunas de la Pcia. de Buenos Aires y su relación con la emisión de GEIs. 2014 y continua.
6. Evaluador del CONICET, ingresos, informes de investigadores y proyectos PIP, 2014-2015.
7. Miembro del Tribunal de tesis de Maestría en el tema Estimación de precipitación a partir de radar meteorológico: evaluación y desarrollo de productos para la toma de decisiones en planificación agropecuaria 16/11/15, autor de la tesis María Laura Belmonte, Universidad Nacional del Sur, Argentina, Secretaria General de Postgrado y Educación Continua (Departamento de Agronomía, Magister en Ciencias Agrarias, DC 042/14 marzo 2015 UNS).
8. Evaluador proyectos de Grupos de Investigación de la UNS, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, desde 2014 y continua.

Revisor en revistas y congresos

9. Integrante del Scientific Committee 10th International Conference on Geostatistics for Environmental Applications, Paris, France, on the 9th – 11th July 2014. <http://www.geoenv2014.org/>
10. Referee Remote Sensing Journal, marzo, junio, octubre 2013 revista Open Acces de alto impacto internacional en la temática de sensores remotos. <http://www.mdpi.com/journal/remotesensing/>

Categoría de investigador, experto CONEAU y evaluador de sistema de incentivos

11. Categoría de Investigador II en el área de Ciencias de la Tierra el Mar y la Atmósfera por la Comisión Regional Bonaerense de Categorización en Bahía Blanca el 3 de febrero de 2011 (Resolución 4966).
12. Experto de CONEAU en Ciencias de la tierra, disciplina sensores remotos (registro act. 2015).
13. Evaluador de la recategorización 2015 para la región NOA (sede Universidad Nacional de Jujuy), a la espera de la conformación de la evaluación.
14. Evaluador Programa Incentivos Universidad de la Patagonia Austral, 2014, informe final.

22. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Balances de Masa y Energía a escala Local y Regional con fines Ambientales [BaME-LRA]

El plan de trabajo "BaME-LRA" se llevará a cabo en el Instituto de Hidrología de Llanuras en el grupo de trabajo de Teledetección que me propuse formar en 2005. En el grupo se desarrollaron los proyectos: i) "Estimación de la evapotranspiración regional mediante sensores remotos. Aplicación a la cuenca del río Dos Sinos del Sistema Acuífero Guarani", ii) "Estimación del FLujo de Calor Latente a partir de Imágenes de Satélite (EFLUCLA-IS)", iii) "Efectos de los ciclos húmedos y secos sobre el balance de energía y la productividad neta a escala espacial: aplicación en la región pampeana" y "Campaña Internacional y uso coordinado de infra-estructura científico-tecnológicas para la evaluación del producto humedad de suelo de la misión europea SMOS (CIUCISMOS)" iv) Aplicación de la ecuación de Balance de Energía a escala Local y Regional con fines hidrológicos, y actualmente v) Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del Río Salado, provincia de Buenos Aires. Los proyectos permitieron y permiten generar un significativo avance del conocimiento en el uso de la teledetección con fines hidrológicos, biofísicos y agronómicos (Rivas et al. 2007; Pertovt et al. 2008; Vazquez et al. 2008; Houspanossian et al. 2008; Schirmbeck et al. 2009, Rivas y Schirmbeck 2010, Rivas y Carmona 2011 y 2013, Holzman et al. 2014, Carmona, Rivas y Kruse 2015, Niclos et al. 2015, Holzman y Rivas 2016 entre otras publicaciones específicas). En este sentido, los trabajos publicados en la temática (75 entre revistas y congresos), las tesis desarrolladas (12, siendo dos de doctorado) y la transferencia de conocimiento realizada demuestran la utilidad de las imágenes de satélite en estudios hidrológicos, y

en particular en la estimación de la radiación neta para calcular la evapotranspiración (principal término de la ecuación de balance hidrológico en un área de llanura) (Rivas y Schirmbeck 2010; Rivas y Carmona 2010; Rivas y Carmona 2011; Carmona et al. 2012, Carmona, Rivas y Caselles 2015).

Los avances científicos obtenidos son importantes y el conocimiento logrado garantiza la continuidad (Rivas y Ocampo 2009; Holzman y Rivas 2011, Carmona 2012, Bayala y Rivas 2014, Carmona, Rivas y Fonnegra 2015, Holzman y Rivas 2016, Carmona, Rivas y Kruse 2016) y la consolidación de los investigadores recientemente doctorados (M. Holzman y F. Carmona quienes ya están participando activamente de los proyectos en marcha como co-responsables). Es importante agregar que el grupo cuenta con dos PAI, una becaria doctoral que dedica tiempo a las mediciones de terreno (lisímetro y estaciones de balance), una becaria CIN que analiza cuerpos de agua y pasantes de grado que participan en el procesado de la información. El avance en la validación de datos y el reconocimiento nacional (CONAE, Miembros de la Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y centros de investigación de Argentina) e internacional del grupo es muestra de ello (por la Agencia Espacial Europea (ESA) y por grupos de investigación específicos de la temática). Aún resta trabajo y la incorporación de los conocimientos logrados en herramientas operativas que faciliten el uso de los métodos en la gestión integrada de los recursos hídricos que está siendo llevada adelante en el proyecto *Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del Río Salado, provincia de Buenos Aires*.

En la etapa actual es necesario desarrollar instrumental nacional para el registro de variables ambientales y es en eso en lo que estamos abocados como grupo con otros miembros del instituto y con empresas públicas y privadas. Los algoritmos desarrollados para su uso con diferentes imágenes de satélite sumados a los registros de terreno son el dato de entrada en modelos hidrológicos, de riesgo de sequía y productividad, entre otros. El reto actual es *poder avanzar* en la configuración de redes de monitoreo en las que se incluyan los avances científicos logrados (por ejemplo que los loggers contengan las ecuaciones desarrolladas) en el instituto y también *lograr que los usuarios o adoptantes de los datos generados los utilicen en la toma de decisiones* (por ejemplo decidir una inversión en función de la predicción de niveles freáticos generados por la red de monitoreo o realizar obras en tomando en cuenta las condiciones hidrológicas que da la red de monitoreo).

Palabras clave: imágenes de satélite, red hidrometeorológica, balance de energía y masa, evapotranspiración, lisímetros

Keywords: satellite image, energy and mass balances, hydrometeorological networks, evapotranspiration, lysimeter

METODOLOGÍA

El presente estudio se sustenta en la Ecuación de Balance de Energía (EBE) y de Masa (EBM) aplicadas a escala local y regional en 9 estaciones de balance de energía (Figura 1 y 2) (Rivas y Carmona et al., 2015). Los resultados locales de humedad de suelo aplicando la EBE serán comparados con los valores registrados en lisímetros de pesada (la escala temporal diaria “aquí avanzamos respecto a la propuesta de investigación anterior a este informe” con un error < 0,2 mm/día) con la finalidad de validar localmente la metodología. Este lisímetro es un avance tecnológico realizado en el grupo ya que está apoyado sobre una balanza electrónica que registra y transmite los datos al instituto de forma automática (usando tecnología xbee). Con periodicidad mensual se calibrará la balanza de forma manual y por comparación de un lisímetro de pesada no automático

El instrumental previsto en la instalación cuenta con la calibración de laboratorio requerida que permite conocer la certeza de las medidas necesarias para el desarrollo del proyecto. Previo a la instalación de las 9 estaciones, se realizará una *campana de intercalibrado* sobre una superficie homogénea para hacer comparables las medidas de los sensores a ubicar en cada sitio experimental. Además, se contempla la homologación de las medidas en el SMN y la red internacional FluxNet (de ser factible). A continuación se presenta los sensores de las EBEs que transmitirán en tiempo real-diferido.

1) Estación tipo EBecompleta

En la Tabla 1 se detallan los sensores de la EBE. Las medidas de los puntos centrales de las circunferencias de la Figura 2 se complementan con datos de estaciones secundarias que disponen dentro de las áreas. Estas estaciones EBEs secundarias carecen de sensores CNR4 y contienen sensores de radiación solar global (modelo CSI CMP3) con la finalidad de evaluar el comportamiento de 9 superficies en condiciones diferentes (de cobertura y humedad principalmente).

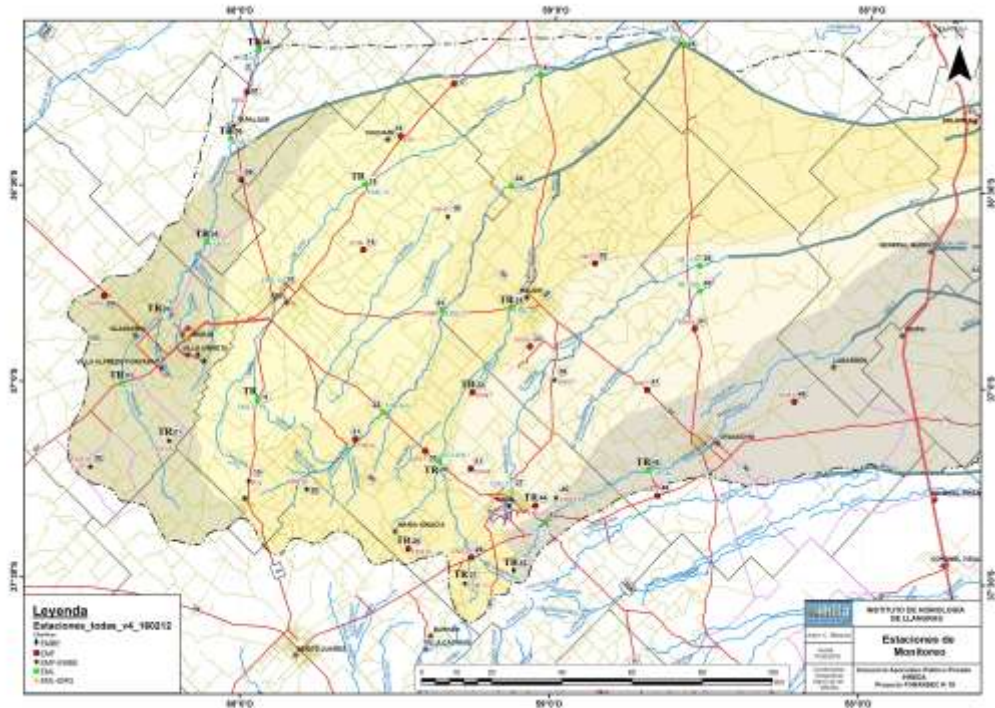


Figura 1. Vista de la red de monitoreo de la vertiente sur del río Salado con las 9 EBEs y estaciones complementarias (mapa tomado de FONARSEC 19).

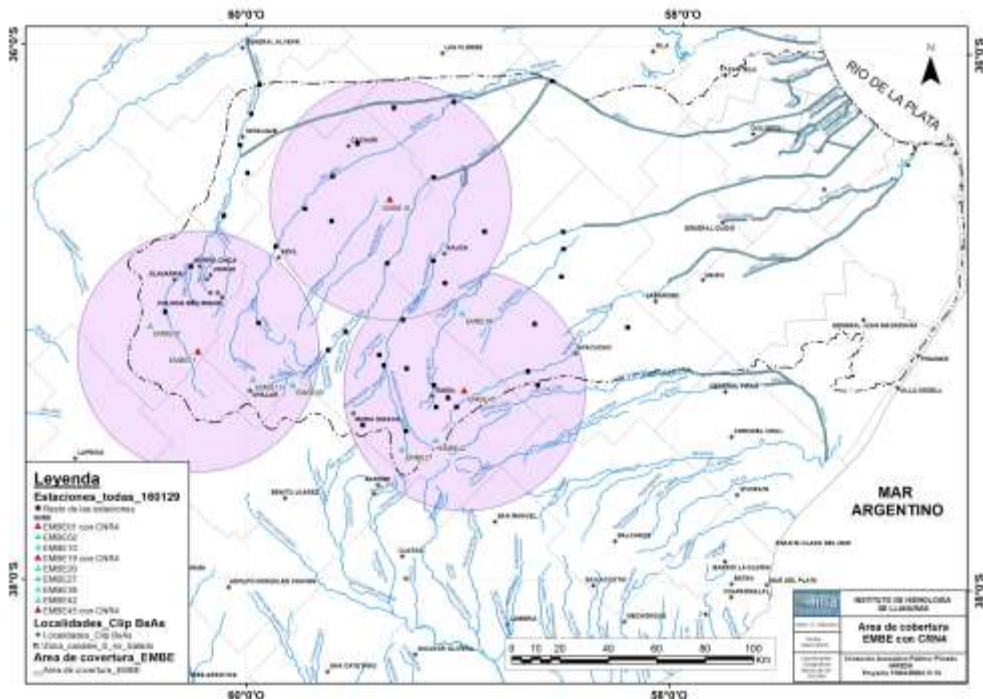


Figura 2. Detalle del área de influencia de 3 EBEs ubicadas al sur de la cuenca.

Tabla 1. Instrumental de las EBEs indicadas en la Figura 2.

<i>Medida del instrumento</i>	<i>Marca-Instrumento</i>	<i>Altura (m)</i>
Radiación neta	CSI CNR4 CC	2,00
Temperatura radiativa	CSI SI-111 C	2,00
Flujo de calor en el suelo	CSI HFP01-L15	-0,05
Velocidad y dirección de viento	044B- L13 CC	2,00
Temperatura y humedad relativa del aire	CSI CS215-L2	2,00
Temperatura (enterrados en el suelo)	C TC1047A	-0,5 y -0,12
Humedad del suelo y temperatura	CSI CS655L	-0,80 a 0,00
Pluviógrafo	CAE PMB25	1,50
Presión atmosférica	CSI CS100 CC	Caja logger
Reflectividad (0,7 μm y 0,8 μm)	DD SNR-NR \downarrow y SNR- NRI \uparrow	2,00
Nivel freático	CSI CS451L	-10,00
Logger	REDIMEC-M20*	-----

All, Apogee Instruments, Inc.; CSI, Campbell Scientific, Inc.; MOII, Met One Instruments, Inc.; C, Cavadevices; DD, Decagon Devices, Inc., CAE SRL Italy, desarrollado en el marco del Proyecto Fonarsec 19, en prueba al momento la redacción de este informe. Radiación de \downarrow entrada y \uparrow salida a la superficie

La cobertura, de las estaciones EBEs-Lisímetro corresponderá a pasto corto (0,12 m) mantenido a esta altura con cortes periódicos con la finalidad de cumplir con las condiciones requeridas para estaciones de validación de métodos locales de evapotranspiración. Los datos del sensor SNR-NR \downarrow y NRI \uparrow permitirán estimar la proporción de vegetación en el lugar a partir del NDVI (que se calcula con la radiación entrante y saliente a la superficie NR \downarrow y NRI \uparrow).

De forma complementaria, en los sitios experimentales se realizarán medidas espectrales en el visible, infrarrojo cercano y medio con la finalidad de evaluar los efectos de la cobertura vegetal y la humedad de suelo. Se intentará avanzar, a escala de parcelas, en el análisis del comportamiento espectral de la vegetación y el suelo en longitudes de onda centrado en 1,6 y 2,1 μm . Este un sector del espectro poco estudiado que tiene potenciales aplicaciones hidrológicas y agronómicas con datos de satélite (en estas longitudes de onda existe una importante absorción debido a la presencia de agua en hoja-y-en suelo).

Con las imágenes de satélite (de las diferentes misiones actuales operativas) se calcularán las magnitudes primarias de superficie según corresponda (reflectividad y temperatura). Posteriormente, se estimarán las magnitudes secundarias (ej. índice de vegetación) y, finalmente, las magnitudes terciarias (radiación neta, flujo de calor en el suelo, flujo de calor sensible) (Bisht et al. 2005). Con las medidas realizadas se calculará la pérdida real de agua del sistema y a partir del cociente entre ésta y la evapotranspiración máxima la fracción evaporativa.

Para validar los datos de satélite se compararan las medidas realizadas a escala de parcela con las estimaciones realizadas desde satélite. La validación (entre valores medidos y calculados) se realizará a partir de los estadísticos básicos *BIAS*, *RMSE*, *RE*, índice de concordancia y el índice de eficiencia, entre otros (ver Bayala y Rivas, 2014).

Nota: La Bibliografía no se incluye dado que parte de la misma está incorporada en los artículos adjuntados en el presente informe.

Condiciones de la presentación:

-
- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).
 - Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período".
 - Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: infinvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.
- C. Sistema SIBIPA:
- Se deberá petitionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.