

# SISTEMA DE INFORMACIÓN AGROCLIMÁTICA Y RIEGO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

---

AGROCLIMATIC AND IRRIGATION INFORMATION SYSTEM IN LAMBAYEQUE

Víctor Ramírez Lora<sup>1</sup>  
Danilo Alfonso Montaña Huidobro<sup>2</sup>

Fecha de recepción: 19 agosto 2014  
Fecha de aceptación: 10 diciembre 2014

## **Resumen**

*El sistema de información agroclimática y de riego desarrollado por la empresa RITEC RIEGOS TECNIFICADOS E.I.R.L. incrementa la resiliencia del sector agrícola frente al cambio climático, transfiriendo oportunamente información climática y de riego a los agricultores de la región Lambayeque para una mejor toma de decisiones sobre procesos agrícolas y de riego. El sistema fue desarrollado gracias al financiamiento del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad FIDECOM del Ministerio de la Producción, el Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología del Gobierno Peruano (FINCyT) y el apoyo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Señor de Sipán, entre los años 2012 - 2013. Está compuesto de un hardware climático de bajo costo de fabricación nacional, un software virtual que permite almacenar, procesar y transferir data e información climática y de riego a los agricultores a través de señal de internet y celular; y un modelo de negocio innovador que prioriza la información sobre los dispositivos climáticos.*

---

1 Gerente, Ingeniero;RITEC Riegos Tecnificados, Chiclayo, Perú. gerencia@ritec.com.pe

2 Egresado de Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Sistemas, Ingeniero; Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. danilo.mh.22@gmail.com

**Palabras clave:** Agroclima, clima, información, riego, tic.

### **Abstract**

*The Agroclimatic Information System developed by RITEC RIEGOS TECNIFICADOS EIRL increases the resilience of agriculture sector when facing the climate change, by transferring climate and irrigation information to farmers in the Lambayeque region in order to have a better decision-making process on agricultural processes and irrigation. The system was developed with funding of Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad - FIDECOM of the Ministry of Production, the Fondo de Innovación, Ciencia y Tecnología of Government of Peru (FINCYT) and supported by the Faculty of Engineering of Señor de Sipán University within the period of 2012 - 2013. The system is composed by a low cost and national manufacture climate hardware, a virtual software to store, process and transfer information of climate and irrigation to farmers through internet and cellular signal; and one innovative business model that prioritizes the information on climate devices.*

**Keywords:** Agroclimatic, climate, information, irrigation, tic.

## **1. Introducción**

El desarrollo de un sistema de información agroclimática y de riego en la región Lambayeque es necesario, porque existe una demanda latente de información de este tipo por los agricultores, quienes requieren de información agroclimática útil y oportuna para una mejor toma de decisiones sobre sus procesos agrícolas. Además, se justifica porque establece bases de datos de variables climáticas confiables y seguras, lo cual es la base de cualquier programa de adaptabilidad ante el cambio climático.

Los sistemas de información agroclimática en el país presentan limitaciones por los altos costos de las estaciones climatológicas y escasas experiencias de generación de información útil para los agricultores. El enfoque de negocio de RITEC de un sistema de información agroclimático prioriza la información sobre los dispositivos, por este motivo RITEC implementa redes de dispositivos climáticos, priorizando el valor agregado en el valor de la información creada a través de su tecnología. El ingreso al mercado de la innovación permitirá mejorar la productividad de los agricultores sobre los procesos de riego y nutrición vegetal, conservando los recursos agua y suelo. El desarrollo del Sistema de Información agroclimático RITEC tuvo como objetivos específicos:

- Crear un hardware climático a la medida del sistema, priorizando el bajo costo final de la tecnología.
- Desarrollar un software climático y de riego que permita almacenar, procesar y transferir datos e información climática y de riego a los usuarios, empleando señal de internet y celular.
- Definir un esquema comercial basado en el software como servicio (SaaS) para el ingreso al mercado de la tecnología.

La innovación se logró desarrollar gracias al financiamiento del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (FIDECOM) del Ministerio de la Producción del Gobierno de Perú, el Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCYT), la contribución técnica de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Señor de Sipán y la participación de la Asociación de promotores Agrarios lambayecanos (APROAL) y la Asociación de Agricultores de Agua de subsuelo (AAA) en la caracterización de la demanda.

## **2. Material y métodos**

La investigación se desarrolló durante los años 2012 - 2013 en la región Lambayeque en el norte de Perú. La metodología desarrollada comprendió una revisión del estado del arte de las plataformas de asesoramiento a los regantes existentes a nivel mundial, un estudio de mercado de la demanda de información agroclimática y de riego en los agricultores pequeños de Lambayeque. Con estos estudios se definió el esquema comercial y los requerimientos de hardware y software que permitan viabilizar el sistema como negocio a futuro. Posteriormente, se diseñaron y crearon los dispositivos climáticos y el software, quienes captan, transfieren los datos y generan la información de clima y riego útil y oportuna para los agricultores. Finalmente se evaluó los componentes del sistema de información agroclimático a nivel de los prototipos y el servicio. La recolección de datos se realizó a través de encuestas, entrevistas en profundidad a potenciales usuarios del servicio, procesamiento de bases de datos y literatura especializada. El desarrollo del sensor de evapotranspiración de referencia ETo demandó experimentos con sensores de ultrasonido, infrarrojo, y de capacitancia eléctrica.

### 3. Resultados

#### **a. Hardware - Dispositivos Climáticos**

El hardware que alimenta de datos climáticos al sistema, fue desarrollado a la medida de las necesidades de éste, priorizando: frecuencia de registro y transferencia de los datos, datos básicos necesarios y el bajo costo de producción que deben tener estos dispositivos.

##### **a.1. Consola Climática**

Mide las variables de clima: temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, radiación y precipitación. Las medidas son tomadas cada minuto y enviada al servidor de la empresa con una frecuencia de 20 minutos, utilizando señal 3G o SMS. La consola posee un sistema propio de soporte, fuente de energía solar, batería de almacenamiento, plataforma colectora de datos y antena 3G o conectividad SMS. El mantenimiento del dispositivo es semestral.



**Figura 1:** Consola climática RITEC.  
Fuente propia.

##### **a.2. Sensor de Evapotranspiración de Referencia (ET<sub>o</sub>)**

Este dispositivo mide la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), valor necesario para el cálculo posterior de las necesidades hídricas de los cultivos, según una metodología propuesta por la Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), en caso no existan datos climáticos completos en la zona en estudio. El dispositivo mide el nivel de agua (EPan

- Tasa evaporativa] de un tanque evaporímetro clase A, con una precisión milimétrica, además mide la humedad relativa y la velocidad del viento. Estos dos últimos valores permiten hallar el Coeficiente del tanque ( $K_p$ ), factor necesario para corregir la medida de evaporación del tanque y determinar la Evapotranspiración de referencia ( $E_{To}$ ). El dispositivo posee una estructura de soporte, una fuente de energía solar, batería de almacenamiento, un sistema embebido que ejecuta el cálculo y una antena 3 G o señal SMS para el envío de la data al servidor de la empresa con una frecuencia de 20 minutos.

### ***b. Software de información de Clima y Riego***

El software desarrollado por RITEC almacena y procesa la información de clima y permite desarrollar programaciones de riego, en base al procesamiento de los datos enviados por los dispositivos climáticos y otros datos del suelo, cultivo y equipo de riego.

#### ***b.1. Componente Clima***

Almacena y procesa la información de la temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, precipitación y radiación. Estos datos se convierten en información al mostrar su evolución en el tiempo, siendo el periodo de la muestra un parámetro definido por el usuario. Las cinco variables pueden mostrar la tendencia de los datos en periodos hora, día, semana, mes o selección entre fechas. En los periodos se aprecia las funciones máximo, mínimo y promedio de los valores.

En las variables temperatura, humedad relativa y viento, la función promedio, máximo o mínima seleccionada puede compararse con alguna función constante la cual representa un valor crítico de un cultivo u otro afín. Este valor puede ser seleccionado o ingresado por el usuario. Los gráficos nos permiten determinar los momentos del día o periodo en los cuales la variable climática superó el valor límite máximo o mínimo. Esto se aplica al momento de comparar los regímenes de temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de inducción floral y las temperaturas óptimas para la floración en ciertos cultivos. Otra aplicación desarrollada nos permite determinar los GCD (Grados calor día) acumulados por el cultivo a lo largo de su periodo vegetativo, información útil para determinar los cambios de fase de los cultivos.

En la radiación, el software nos muestra la tendencia valor en el tiempo y calcula la cantidad de radiación acumulada que supero un valor estándar de 210 Watts/m<sup>2</sup> a lo largo del día. Este valor, representa el valor mínimo de radiación que debe recepcionar una esfera de cristal en un Heliógrafo de Campbell-Stokes, para iniciar la medición de las horas luz.

Además, este valor representa el valor mínimo con el cual se inician los procesos fotosintéticos en los cultivos. La precipitación proyecta al usuario los valores acumulados de precipitación según el periodo seleccionado. Todas las variables nos permiten generar reportes en formatos de impresión que permiten una mayor utilidad de la información.

### ***b.2. Componente Riego***

Genera recomendaciones de riego gracias a la integración de modelos. Un modelo de balance de energía cuyo algoritmo se sintetiza en la fórmula FAO-Penman-Monteith, propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Un modelo de balance de masa de agua en el suelo, y modelos de programación de riego tecnificado (goteo y aspersión). El componente riego, integra a través de sus algoritmos, las diversas variables a tomar en cuenta para determinar las necesidades hídricas de los cultivos, la curva de agotamiento de la humedad del suelo, y las dosis, tiempos y frecuencias de riego. Para esto, se analizan y procesan datos de cultivo, suelo, clima y equipo de riego. Los datos de clima se consiguen de los dispositivos agroclimáticos asignados al usuario. El procesamiento de los datos nos permite generar información de riego útil y oportuno como recomendaciones de riego a modo de alarmas. Estos mensajes son enviados a los celulares de los móviles de los usuarios, indicando el estado de la humedad del suelo y la dosis adecuada de riego que le corresponde con un día de anticipación. Así mismo, el usuario a través de su cuenta visualiza la evolución durante el periodo vegetativo de la curva de agotamiento y las recomendaciones de riego indicadas. Por otro lado, visualiza la curva de agotamiento de humedad de suelo y los riegos reales aplicados. Para lograr mostrar esta información es necesario que el usuario retroalimente el sistema con los riegos aplicados a su cultivo. La información es almacenada en el histórico de programaciones por cada turno de riego especificado en el módulo terreno del usuario.

### ***c. Aspectos Comerciales***

#### ***c.1. Demanda de Información Agroclimática***

En el Perú la demanda de información agroclimática está diferenciada según el tipo de agricultor, siendo diferente los requerimientos de información de los agroexportadores, pequeños y medianos productores y de los agricultores de subsistencia. Los agroexportadores requieren de información general de la zona agrícola, pronósticos confiables para zonas específicas, pero mayormente no conocen todas las aplicaciones de la información agroclimática. Los productores pequeños y medianos,

representan una gran demanda oculta, les interesa pronósticos de variables, requieren de información que permita reducir su vulnerabilidad agroclimática especialmente en riego, plagas y enfermedades, no conocen todas las ventajas de la información. Los agricultores de subsistencia desconocen el uso de la información agroclimática científica, pero desarrollan sus propias técnicas de observación de factores climáticos y astronómicos con efectos positivos o negativos.

### ***c.2. Esquema comercial***

RITEC en el año 2013 gana el concurso de Innovación de emprendimientos de impacto social, organizado por NESST Perú. Ingresando a un proceso de incubación para definir su modelo de negocio y lanzar al mercado su tecnología. El modelo de negocio propuesto prioriza el servicio de información agroclimática sobre la comercialización de dispositivos climáticos. La empresa implementa redes con sus propios dispositivos agroclimáticos en zonas de alto desarrollo agrícola en la región Lambayeque. Posteriormente, comercializa la suscripción a cuentas de internet y cuenta celular que transfieren los datos y la información a los agricultores usuarios de la tecnología y a asesores agrícolas a través de un agente de conocimiento agronómico de alta presencia en el mercado agrícola de la región. Las suscripciones se ofrecen en distintos planes, sobre el plan básico se ofrecen otros cuyo valor se incrementa en función del número de programaciones de riego que gestiona el usuario a través del módulo riego. RITEC ofrece mantenimiento de la red, seguridad en la información y un permanente desarrollo y adaptación de modelos a su plataforma, relacionados a la optimización de riego y nutrición vegetal. Con los años, RITEC transfiere a través de convenios la data de clima de estas zonas agrícolas, a las entidades gubernamentales para el uso de esta en la generación de información agroclimática de nivel macro relacionada a enfermedades, plagas, pronósticos, etc. Bajo este esquema RITEC como agente de conocimiento se enfoca en elevar la productividad de dos procesos agrícolas (riego y nutrición vegetal) a través de la adaptabilidad y generación de conocimiento científico y desarrollo de tecnologías de información, complementando sus servicios de optimización en riego tecnificado.

**Tabla 1.**  
 Clasificación de cuentas de información

SERVICIOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SERVICIOS DE INFORMACIÓN CLIMA	CCS	<b>CUENTA CLIMA STANDARD</b> ENVÍO DE INFORMACIÓN RESUMEN DE CLIMA DE ESTACIÓN SELECCIONADA DE DÍA ANTERIOR A CELULAR ACCESO A LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE CLIMA DE ESTACIÓN SELECCIONADA EN PLATAFORMA VIRTUAL POR UN AÑO PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DE DATO
	CCE	<b>CUENTA CLIMA ESPECIAL</b> DATOS A PEDIDO PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DE DATO
SERVICIOS INFORMACIÓN RIEGO	CS5	<b>CUENTA STANDARD (Hasta 5 programaciones)</b> TRANSACCIÓN BANCARIA INFORMACIÓN HORARIA DE CLIMA DE DÍA ACTUAL HASTA UN AÑO DE ESTACIÓN SELECCIONADA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE CLIMA DE ESTACIÓN SELECCIONADA POR UN AÑO VISUALIZACIÓN DE CURVA DE AGOTAMIENTO DE HUMEDAD DE SUELO ALERTAS DE HUMEDAD CRÍTICA RECOMENDACIONES DE RIEGO GESTIÓN DE DATOS HISTÓRICA POR CAMPAÑA MENSAJE DE TEXTO MT1 ( INF. CLIMA DÍA ANTERIOR - INF. NN.HH DE CULTIVO - ESTADO CURVA AGOT) FRECUENCIA DIARIA MENSAJE DE TEXTO MT2 (ALERTAS DE ESTADO CRÍTICO DE SUELO Y RECOMENDACIONES DE RIEGO)
	CS15	CUENTA STANDARD (Hasta 15 programaciones) TRANSACCIÓN BANCARIA ACCESO A LA INFORMACIÓN DE CLIMA HORARIA EN EL DÍA ACTUAL HASTA UN AÑO DE ESTACIÓN SELECCIONADA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE CLIMA DE ESTACIÓN SELECCIONADA POR UN AÑO ACCESO A CÁLCULO DE NECESIDAD HÍDRICA VISUALIZACIÓN DE CURVA DE AGOTAMIENTO DE HUMEDAD DE SUELO ALERTAS DE HUMEDAD CRÍTICA RECOMENDACIONES DE RIEGO GESTIÓN DE DATOS HISTÓRICA POR CAMPAÑA MENSAJE DE TEXTO MT1 ( INF. CLIMA DÍA ANTERIOR - INF. NN.HH DE CULTIVO - ESTADO CURVA AGOT) FRECUENCIA DIARIA MENSAJE DE TEXTO MT2 (ALERTAS DE ESTADO CRÍTICO DE SUELO Y RECOMENDACIONES DE RIEGO)



	<p>CS30</p>	<p>CUENTA STANDARD (Hasta 30 programaciones)                  TRANSACCIÓN BANCARIA                  ACCESO A LA INFORMACIÓN DE CLIMA HORARIA EN EL DÍA                  ACTUAL HASTA UN AÑO DE ESTACIÓN SELECCIONADA                  INFORMACIÓN HISTÓRICA DE CLIMA DE ESTACIÓN                  SELECCIONADA POR UN AÑO                  ACCESO A CÁLCULO DE NECESIDAD HÍDRICA                  VISUALIZACIÓN DE CURVA DE AGOTAMIENTO DE                  HUMEDAD DE SUELO                  ALERTAS DE HUMEDAD CRÍTIC                  RECOMENDACIONES DE RIEGO                  GESTIÓN DE DATOS HISTÓRICA POR CAMPAÑA                  MENSAJE DE TEXTO MT1 ( INF. CLIMA DÍA ANTERIOR -                  INF. NN,HH DE CULTIVO - ESTADO CURVA AGOT)                  FRECUENCIA DIARIA                  MENSAJE DE TEXTO MT2 (ALERTAS DE ESTADO CRÍTICO                  DE SUELO Y RECOMENDACIONES DE RIEGO)</p>
	<p>CP5</p>	<p>CUENTA PEQUEÑO AGRICULTOR (Hasta 5 programaciones)                  REGISTRO Y CREACIÓN DE CUENTA POR REPRESENTANTE                  COMERCIAL                  REGISTRO DE PROGRAMACIÓN (HASTA 5 PROGRAMACIONES)                  TRANSACCIÓN BANCARIA                  INGRESO DE DATOS POR REPRESENTANTE LOCAL DE VENTAS                  NECESIDAD HÍDRICA DIARIA DE SU CULTIVO                  PORCENTAJE DE AGOTAMIENTO DE HUMEDAD DE SUELO                  ALERTAS DE HUMEDAD CRÍTICA                  RECOMENDACIONES DE RIEGO                  MENSAJE DE TEXTO MT1 ( INF. CLIMA DÍA ANTERIOR -                  INF. NN,HH DE CULTIVO - ESTADO CURVA AGOT)                  FRECUENCIA DIARIA                  MENSAJE DE TEXTO MT2 (ALERTAS DE ESTADO CRÍTICO                  DE SUELO Y RECOMENDACIONES DE RIEGO)</p>
	<p>CP15</p>	<p>CUENTA PEQUEÑO AGRICULTOR (Hasta 15 programaciones)                  REGISTRO Y CREACIÓN DE CUENTA POR REPRESENTANTE                  COMERCIAL                  REGISTRO DE PROGRAMACIÓN (HASTA 15 PROGRAMACIONES)                  TRANSACCIÓN BANCARIA                  INGRESO DE DATOS POR REPRESENTANTE LOCAL DE VENTAS                  NECESIDAD HÍDRICA DIARIA DE SU CULTIVO                  PORCENTAJE DE AGOTAMIENTO DE HUMEDAD DE SUELO                  ALERTAS DE HUMEDAD CRÍTICA                  RECOMENDACIONES DE RIEGO                  MENSAJE DE TEXTO MT1 ( INF. CLIMA DÍA ANTERIOR -                  INF. NN,HH DE CULTIVO - ESTADO CURVA AGOT)                  FRECUENCIA DIARIA                  MENSAJE DE TEXTO MT2 (ALERTAS DE ESTADO CRÍTICO                  DE SUELO Y RECOMENDACIONES DE RIEGO)</p>

#### **4. Discusión**

En Perú existe una gran cantidad de información agroclimática generada por SENAMHI y transferida de modo inadecuado y limitada a los usuarios, principalmente por la Dirección de Información Agraria (DIA) del Ministerio de Agricultura y Riego y otros organismos como ANA, SENASA, Dirección de Información Agraria, Agrorural. Existen además organismos privados como las casas comercializadoras de instrumentos de medición quienes venden dispositivos y software de procesamiento de datos a elevados costos y empresas agroexportadoras quienes generan su información agrometeorológica para el análisis por sus propios técnicos.

En la sociedad del conocimiento las tic's son herramientas que permiten integrar datos-información-conocimiento, logrando desarrollar productos y servicios de aplicación práctica y comercial en la sociedad. El sistema de información agroclimático RITEC propone un esquema diferente a la oferta de información agroclimática existente.

La innovación desarrollada transfiere información agroclimática y riego útil y oportuno a los agricultores y asesores agrícolas de la región de Lambayeque a través de un agente de conocimiento de presencia en el mercado local. Por lo tanto, la tecnología propuesta contribuye a resolver el problema de las bajas eficiencias de aplicación de riego, y disminuir la alta vulnerabilidad del sector agrícola de Lambayeque ante el cambio climático.

#### **5. Conclusiones**

- El Sistema de Información Agroclimática y de Riego RITEC está compuesto de hardware, y software de gestión y procesamiento de información de clima y riego. El hardware desarrollado, está compuesto de una consola climática y un sensor de evaporación de referencia (ET<sub>o</sub>), ambos poseen conectividad 3G o SMS, utilizan energía solar y presentan bajos costos de producción. El software del sistema RITEC permite generar información agroclimática y de riego, transfiriendo la información a los agricultores a través de cuentas de internet y celular.

- El esquema comercial de la empresa prioriza la información agroclimática sobre los dispositivos agroclimáticos. RITEC implementa redes de dispositivos climáticos en las principales zonas agrícolas, brindando el mantenimiento respectivo, transferencia de datos y la creación y transferencia de información agroclimática a los agricultores a través de un agente de

conocimiento agronómico de presencia en la zona. Esta información se comercializa a través de diversos tipos de cuentas donde la información básica es la climática y adicional las programaciones de riego.

- Esta información generada permite a los agricultores mejorar su toma de decisiones sobre procesos agrícolas que compete el uso de los recursos suelo y agua logrando un incremento de la eficiencia de aplicación de riego, mayor producción y una disminución del volumen de agua y sus costos asociados a su uso.

- RITEC manifiesta la posibilidad de transferir a futuro su data climática de las zonas agrícolas donde implementa su red, a instituciones gubernamentales especializadas en la creación o adopción de modelos matemáticos que generen información útil de nivel macro sobre procesos agrícolas y climáticos.

## 6. Referencias

Allen, R. G., Pererira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación.

Banco Mundial. (2012). *El Futuro del riego en Perú, desafíos y recomendaciones* (Vol. I). Washington, USA: World Bank.

Figueroa, J. P. (2012). The increasing use of wireless sensor system. *New Ag International*, 44-50.

Ministerio del Ambiente. (2013). *Agenda de Investigación Ambiental 2013-2021*. Lima, Perú: M. d. Ambiente, Ed. Obtenido de: [http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/Agenda%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Ambiental\\_Interiores.pdf](http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/Agenda%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Ambiental_Interiores.pdf)

Ortega-Farías, S., Acevedo, C., Acevedo, A., & Leytón, B. (2004). Talca Irrigation Management System (TIMAS) for grapevine. *IV International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, 499-504.

Reichenberg, L. (2005). Ponga el clima a trabajar. *El Surco*, 2-4.

Salas, T., Camminati, G., Bernaola, A., & De las Casas, L. (2012). *Elaboración de línea de base en Gestión de Información Agro-Climatológica en el Perú*. Agribusiness Consulting and Management-ACM, Lima. Lima: Programa

Adaptación al Cambio Climático en la Región Andina. Recuperado de: [http://cambioclimaticoandes.info/ejes/doc\\_eje\\_gyi/informes\\_agroclima/informe\\_peru\\_linea\\_base\\_agroclimatologia.pdf](http://cambioclimaticoandes.info/ejes/doc_eje_gyi/informes_agroclima/informe_peru_linea_base_agroclimatologia.pdf)

Torres, E. (2009). *Agrometereología*. México D,F: Trillas.