

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA  
COORDINACIÓN DE HIDROLOGÍA  
SUBCOORDIANCIÓN DE HIDROMETEOROLOGÍA**

**PROYECTO**

**SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS CLIMATOLÓGICOS EN EL  
ESTADO DE MORELOS (TH1225.4)**

**INFORME FINAL**

**PRESENTA A:**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**Participantes:**

**Dr. Efraín Cruz Cruz  
M.C. Olivia Rodríguez López  
M.S.I. Esteban Pardo García  
LI Oscar Escalona Flores**

**2013**

## Índice de contenido

<b>Resumen ejecutivo</b>	
1.- Introducción.....	5
1.1.- Antecedentes.....	6
2.- Objetivos.....	7
3.- Metas.....	8
4. Red de estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos.....	9
4.1 Descripción de las variables meteorológicas.....	9
4.2. Componentes de la red estaciones agroclimatológicas.....	11
4.2.1. Estación transmisora.....	11
4.2.2. Estación receptora.....	13
4.3. Arquitectura de la red agroclimatológica.....	15*
4.4. Ubicación de las estaciones agroclimatológicas.....	17
5. Actividades del proyecto.....	18
5.1. Mantener en operación la red de estaciones y recepción de los datos.....	18
5.2. Revisión, diagnóstico y mantenimiento del equipo y sensores de las estaciones.....	20
5.2.1. Mantenimiento preventivo.....	21
5.2.2. Mantenimiento correctivo.....	22
5.3. Reparación en laboratorio de sensores dañados y calibración).....	23
5.4. Mejora de los sistemas de funcionamiento, fidelidad y emisión de la información capturada.....	25
5.5. Respaldo de la información registrada.....	28
5.6. Supervisión, mantenimiento y actualización (en función de la demanda de los sistemas producto) de los sistemas informáticos del portal electrónico.....	28
5.7. Apoyo técnico en los procedimientos para el trámite de la certificación de los datos de la red de estaciones.....	31
5.8 Asesoría de una persona que designe la Fundación Produce Morelos en la operación y mantenimiento de la red de estaciones.....	32
5.9. Sistematización de información para la elaboración del tríptico informativo.....	32
6. Impacto esperado.....	32
6.1. Geográfico.....	32
6.2. Sectorial.....	33
6.3. Económico.....	34
6.4. Social.....	34
6.5. Ambiental.....	34
7. Productos y resultados.....	34
7.1. Productos.....	34
7.2. Resultados.....	34
8. Conclusiones y recomendaciones.....	35
9. Bibliografía.....	36
10. Anexos. Listado de anexos en el CD.....	37

## Índice de tablas

Tabla 1. Periodo y número de estaciones instaladas.....	6
Tabla 2. Componentes de la estación transmisora.....	13
Tabla 3. Componentes de la estación receptora.....	13
Tabla 4. Listado de las estaciones del estado de Morelos.....	17
Tabla 5. Herramientas y equipos utilizados en mantenimiento.....	22
Tabla 6. Rangos de medición de los sensores	25

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema de los componentes de la estación.....	12
Figura 2. Esquema de instalación del modem A440.....	15
Figura 3. Esquema de la arquitectura de la red de estaciones del estado de Morelos.....	16
Figura 4. Mapa de ubicación de las estaciones del estado de Morelos	17
Figura 5. Configuración de sensores.....	19
Figura 6. Flujo de información entre transmisores y receptor.....	19
Figura 7. Monitoreo de la red en el A850. ....	20
Figura 8. Configuración de límites .....	26
Figura 9. Valores mínimos y máximos .....	27
Figura 10. Supervisión de la operación de la red Morelos.....	27
Figura 11. Mapa de viento para la estación INIFAP. ....	29
Figura 12. Captura de datos de Mantenimiento preventivo.....	30
Figura 13. Captura de datos de mantenimiento correctivo.....	30

## Índice de fotografías

Foto 1. Instalación de sensores, recomendación de OMM.....	12
Foto 2. Estación antes y después del mantenimiento	21
Foto 3. Estación Axochiapan sin y con tubos.....	21
Foto 4. Cambio de batería y pluviómetro en Axochiapan.....	23
Foto 5. Reparación de cable Y para pluviómetro y viento.....	24
Foto 6. Prueba de funcionamiento de cable y lectura de lluvia.....	24
Foto 7. Reparación sensor de velocidad del viento.....	25

## RESUMEN EJECUTIVO

**Antecedentes.** Ante la recurrencia de eventos climáticos adversos que afectan las actividades agroalimentarias del país, la SAGARPA con el apoyo del INIFAP y la COFUPRO, implementó la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. En Morelos inicia la primera etapa en el 2006 y continúa creciendo a la fecha la red tiene 25 estaciones, que se mantiene en operación por el trabajo conjunto entre el INIFAP y el IMTA. La infraestructura que constituye a la Red, automatiza el registro del tiempo meteorológico. La información disponible en línea, es aplicable a los procesos de producción y protección de cultivos y hatos ganaderos.

**Objetivo general.** Consolidar la operación y funcionamiento de la red de estaciones agroclimatológicas, mediante un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, de tal forma que se garantice la medición, transmisión, recepción y difusión en línea de los datos de manera consistente y confiable. Específicamente, Difundir y dar a conocer la existencia de las estaciones agroclimatológicas en el estado de Morelos, así como la disponibilidad en línea de los datos Agrometeorológicos, de manera gratuita y a todo el público en general.

**Metodología.** Se llevó a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de las estaciones y del equipo de recepción y sistemas informáticos, se hace mantenimiento preventivo al equipo de cómputo de recepción de datos y de difusión en internet; respecto a la estación base A840 se reemplazó por la estación base A850 se configuraron todos los sensores de las estaciones y se programó el sistema de alarmas para detectar sensores fuera de rango. Continuó el proceso de respaldo mensual en la computadora conectada directamente a la base A850, en el servidor "galileo" y en disco compacto. Se conservó, actualizó y mejoró la funcionalidad existente de los sistemas informáticos del portal, incorporando un módulo que permite presentar en mapas de la dirección y velocidad del viento. Se realizaron dos jornadas de mantenimiento preventivo a las 25 estaciones limpiando el recinto y sensores además de cambiar baterías en algunas estaciones y sensores de viento y lluvia.

**Resultados y Conclusiones.** Cambio de la estación receptora A850, ha sido funcional y el equipo de recepción y sistemas informáticos incluyendo el portal, están operando correctamente.

Los registros agroclimáticos acumulados al mes de junio del 2013 de las 25 estaciones están respaldados y su transmisión en línea hacia el

Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos es ininterrumpida. Con la implementación de programas de cómputo que permite mantener los registros del mantenimiento realizado a cada sensor de las estaciones, y la actualización de módulos como el de vientos para representar la dirección y velocidad de vientos predominantes por periodo de tiempo. El mantenimiento preventivo y correctivo en las 25 estaciones agroclimatológicas de la Red, resultó en una eficiencia de operación mayor del 85% al término del proyecto.

Quality Assurance And Management Of Observing Systems Part 3, WMO, 2009. Measurement Of Meteorological Variables- Part 1 WMO, 2009.

Villalpando, J; Ruiz, A. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Limusa, México. 133

## 1. Introducción

Con la finalidad de garantizar el funcionamiento óptimo, disponibilidad de datos y la difusión de la información de las estaciones agroclimatológicas instaladas en las principales zonas agropecuarias del estado de Morelos, se realizó el proyecto **“Sistema de registro de datos climatológicos en el estado de Morelos”**, en el periodo de ejecución del proyecto se realizaron actividades de jornadas de mantenimiento preventivo y correctivo en campo, supervisión y revisión de la infraestructura de la red de transmisión/recepción (estaciones, enlaces, base A850 y equipo informático), realizar la validación de los datos con el fin de garantizar la confiabilidad de éstos y continuar con los trabajos de supervisión, actualización y mejora continua de la página WEB donde se publican libremente y a tiempo real los datos de las estaciones que conforman la red agroclimatológica del estado de Morelos.

## 1.1. Antecedentes

Ante la recurrencia de eventos climáticos adversos que afectan las actividades agroalimentarias del país, la SAGARPA con el apoyo del INIFAP y de las Fundaciones Produce de los Estados, implementaron la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. Esta red tiene como objetivo principal disponer de infraestructura para el registro automatizado del tiempo meteorológico, con la finalidad de ofrecer a los productores agropecuarios información meteorológica a tiempo real, aplicada a los procesos de producción y protección ante clima adverso.

Desde que inició el proyecto para el estado de Morelos en el año 2006, se ha venido trabajando de manera conjunta entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias (INIFAP), y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Financiado en todos los años por la Fundación Produce Morelos A.C. (FUPROMOR).

La red de estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos se implementó en tres etapas, entre los años 2006 y 2007, y durante este año se incrementó con 3 estaciones, como se muestra en la tabla 1.

Etapa	Periodo	Número de estaciones
1ra	Febrero - Marzo 2006	10
2da	Julio 2006	7
3ra	Mayo - Junio 2007	6
4ta	Marzo 2013	3

Tabla 1. Periodo y número de estaciones instaladas.

Los criterios que definieron la instalación de las estaciones son:

1. Zonas agrícolas con mayor representatividad de los productos de la entidad.
2. Línea de vista entre transmisión y recepción buena para la transmisión de la señal entre las estaciones, enlaces y estación base receptora A850.
3. Seguridad de las estaciones en campo.
4. Contar con el permiso del productor cooperante.

## **2. Objetivos**

### **Objetivo general.**

Generar una base de datos climatológicos que orienten en la planeación y toma de decisiones para el fortalecimiento de los sistemas producto del estado de Morelos.

Objetivos específicos del proyecto:

- Consolidar la operación y funcionamiento de la red de estaciones agroclimatológicas, mediante el programa de mantenimiento preventivo y correctivo, de tal forma que se garantice la medición, transmisión, recepción y difusión de los datos de manera consistente y confiable en tiempo real.
- Difundir y dar a conocer la existencia de las estaciones agroclimatológicas en el estado de Morelos, así como la disponibilidad de los datos agrometeorológicos a tiempo real de manera gratuita y a todo el público en general.

El logro de los objetivos antes mencionados asegurará contar con una infraestructura que proporcione la información de utilidad en los diferentes sectores productivos de la entidad.

### **3. Metas**

- Visitas periódicas a cada una de las estaciones agroclimáticas para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo, asegurando en todo momento la integridad física de la estación y el buen estado de los sensores.
- Supervisión constante de la transmisión de los datos de cada una de las estaciones, para identificar anomalías y retrasos en el envío de los datos, así como posibles daños físicos que pudiera tener cada sensor en las 25 estaciones agroclimáticas.
- Monitoreo constante de la estación base A850 y del equipo de cómputo para mantener operando correctamente la comunicación con las estaciones y obtener los datos en el equipo de cómputo y posteriormente hacer el procesamiento y difusión de los datos.
- Actualización de la página WEB de la red de estaciones para satisfacer las necesidades de información del productor agropecuario de Morelos y público en general.
- Promover y difundir la existencia de las estaciones agroclimáticas del Estado de Morelos, así como garantizar la disponibilidad de los datos a tiempo real y de manera gratuita.

## **4. Red de estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos**

La red de estaciones agroclimatológicas del Estado de Morelos está compuesta por 25 estaciones transmisoras marca Adcon Telemetry, dos enlaces (repetidoras), estación receptora y publicación de datos en el portal WEB.

### **4.1. Descripción de las variables meteorológicas**

Los radios registradores de cada estación están configurados para que reporten datos cada 15 minutos. Los sensores envían datos cada minuto al radio registrador, este hace un promedio cada 15 minutos, este método se aplica a todos los sensores a excepción del pluviómetro, que registra y reporta la lluvia acumulada en los 15 minutos.

A continuación se describe cada una de las variables meteorológicas reportadas por las estaciones antes referidas.

#### **Humedad Relativa**

La humedad de una masa de aire no depende de la cantidad de agua por metro cúbico que contenga, eso es la humedad absoluta y obedece a la evaporación, sino de la capacidad del aire para absorber agua. Esta capacidad depende de la temperatura del aire, puesto que esta absorción de agua necesita energía calorífica.

A esta capacidad se le llama *humedad relativa* y se mide en porcentaje. Para una misma humedad absoluta, la humedad relativa aumenta cuando desciende la temperatura. Para el clima lo más importante es la humedad relativa ya que una masa de aire saturada, o cercana a la saturación, es una masa de aire húmeda y las plantas pueden aprovechar su agua; mientras que de una masa de aire seca no; aunque tenga mayor humedad absoluta. En realidad, todo depende de la presión de vapor de agua.

#### **Dirección y velocidad del viento**

El viento es el movimiento del aire. La dirección, depende directamente de la distribución de las presiones, pues aquel tiende a soplar desde la región de altas presiones hacia presiones más bajas. Se llama *dirección del viento* el punto del horizonte de donde viene o sopla. En escalas espaciales hemisféricas o sinópticas, la dirección del viento está relacionada con la rotación terrestre, su unidad de medida

es grados donde 0° es el norte, 90° es el este, 180° es el sur y 270° es el oeste. *La velocidad del viento* representa la intensidad del viento que se mide en km/h.

## **Temperatura**

*La temperatura* es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Como lo que medimos en su movimiento medio, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño. Los suelos cubiertos de vegetación se calientan menos que los desprovistos de ella ya que refractan menos calor. *La temperatura* se mide en grados centígrados.

## **Precipitación**

*La precipitación* es una parte importante del ciclo hidrológico y es responsable por depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) se forman, que caen a la Tierra por gravedad. *La precipitación pluvial* se mide en mm, que equivalen al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie 1 m<sup>2</sup> plana e impermeable.

## **Humedad de la hoja**

*Humedad de Follaje/Hojas* se define como la humedad condensada en la superficie de las hojas y otras partes expuestas de las plantas. Esta condición de humedad en las superficie de las plantas es un factor determinante en los procesos de desarrollo de algunos patógenos que atacan a las plantas, por lo que el poder determinar el tiempo y la cantidad de humedad condensada en la superficie de las plantas que permite el correlacionar esta humedad con el potencial de que se presente una enfermedad en el cultivo. La manera de evaluar esta humedad es mediante el uso de sensores, que al igual que las plantas expongan una superficie la cual se humedecerá y secara de manera similar a las superficies expuestas de la planta.

## **Radiación Solar**

Se conoce por *radiación solar* al conjunto de radiaciones electromagnéticas que son emitidas por el Sol. Éstas van desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

La unidad práctica que describe la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia o unidad de potencia por metro cuadrado [ $\text{w}/\text{m}^2$ ]. La exposición exagerada a la radiación solar puede ser perjudicial para la salud.

La radiación solar que llega al sistema tierra - atmósfera, se conoce también con el nombre de radiación de onda corta, por los valores de longitud de onda en los que se concentra el máximo de emisión de energía solar. La atmósfera es mayormente transparente a la radiación solar entrante. Al tope de la atmósfera llega un 100 % de radiación solar, sólo un 25% llega directamente a la superficie de la Tierra y un 26% es dispersado por la atmósfera como radiación difusa hacia la superficie, esto hace que un 51 % de radiación llegue a la superficie terrestre. Un 19 % es absorbido por las nubes y gases atmosféricos. El otro 30 % se pierde hacia el espacio, de esto la atmósfera dispersa un 6 %, las nubes reflejan un 20 % y el suelo refleja el otro 4 %. Entonces la radiación solar que llega a la atmósfera puede ser dispersada, reflejada o absorbida por sus componentes. Esto depende de la longitud de onda de la energía transmitida y del tamaño y naturaleza de la sustancia que modifica la radiación.

## **4.2. Componentes de la red de estaciones agroclimatológicas**

### **4.2.1. Estación transmisora**

Las estaciones agroclimatológicas instaladas en el estado de Morelos están integradas con 7 sensores, radio registrador y panel solar, ver la figura 1. La recepción de los datos generados por los sensores y la transmisión a la estación receptora la realiza el radio registrador A733 (o A753). En la foto 1 se ilustra la colocación de los sensores recomendada para la instalación de la estación en campo y en la tabla 2 se describen brevemente los equipos de la estación agroclimatológica.

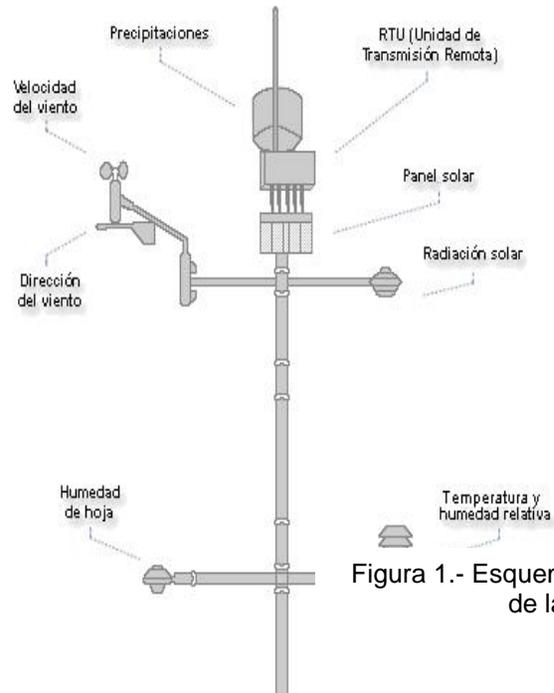


Figura 1.- Esquema de los componentes de la estación



Foto 1. Instalación de sensores, recomendación de OMM.

Componente	Nombre/Descripción
	<b>UTR A733 (Transmisor/Receptor):</b> Recibe datos de los sensores, guarda en memoria, hace promedio, suma y transmite a la base receptora A850 a través de ondas de radio.
	<b>Panel solar:</b> Convierte la energía solar en eléctrica y carga la batería interna del UTR A733 que alimenta el transmisor y sensores.
	<b>Sensor</b> de temperatura del aire y la humedad relativa.
	<b>Piranómetro:</b> Registra la radiación solar global.
	<b>Anemómetro y veleta:</b> Registra la velocidad y dirección del viento.
	<b>Humedad de la hoja.</b> Registra la humedad del follaje del entorno por conductividad.
	<b>Pluviómetro:</b> Registra la lluvia acumulada en el tiempo.

Tabla 2.- Componentes de la estación transmisora.

#### 4.2.2. Estación Receptora

El sistema de recepción de datos se encarga de solicitar y recibir datos de las 25 estaciones a través de ondas de radio, está integrada por el radio Modem Inalámbrico A440 con antena, la estación base A850, el software exportador de datos A2A, el software administrador Advantage Pro 5.4. En la tabla 3 se describen los equipos de la recepción y en la figura 2 se tiene la instalación del A440.

Tabla 3. Componentes de la estación receptora

Componente	Nombre/Descripción
	<p><b>Modem Inalámbrico A440.</b> Recibe las ondas de radio enviadas por los radios registradores de cada estación. Envía las peticiones de datos que hace la estación base A850. Altura mínima 30m entre el A440 y A850.</p>
	<p><b>La estación Base A850.</b> Solicita/recibe datos de cada estación a través de ondas de radio a cada 10 minutos por estación. Convierte la información de ondas de radio a datos del clima. Esta información es almacenada en la memoria del A850 (aproximadamente 30 días). Envía y recibe peticiones de datos, El Laboratorio de Sensores Remotos del INIFAP obtiene los datos a través de Internet.</p>
	<p><b>Software exportador A2A.</b> Extrae la información de la estación base A850 y genera archivos de datos tipo (“estación.dat”) Excel de Microsoft por día. Se almacenan en la carpeta definida en la configuración del A2A.</p> <p><b>Addvantage Pro 5.4.</b> Servidor de datos que permite administrar la información generada por las estaciones, genera consultas graficas de cada variable.</p>

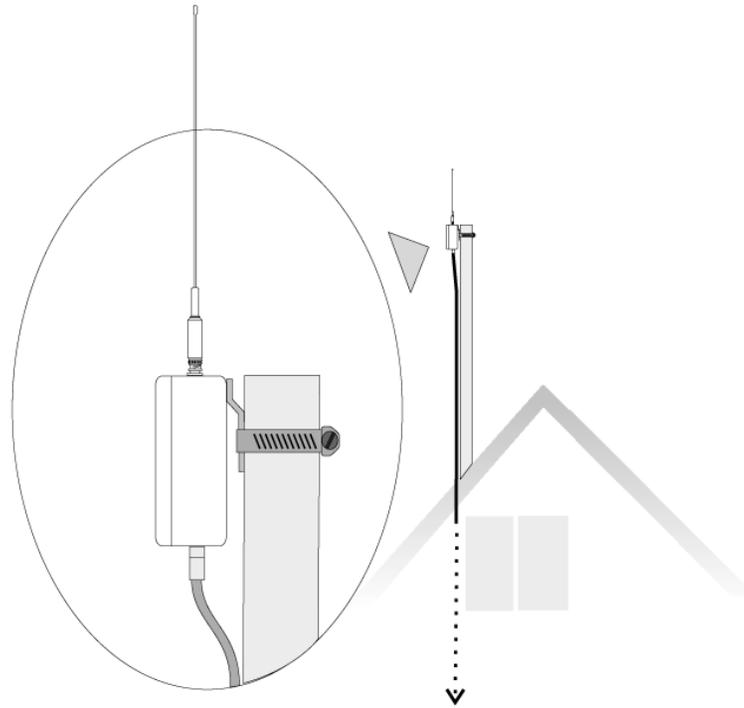


Figura 2. Esquema de instalación del modem A440

### 4.3. Arquitectura de la red agroclimatológica.

La tecnología Adcon Telemetry consta de una base receptora A850 que se encarga de comunicarse con todas las estaciones, y enlaces, la solicitud de los datos se hace cada 10 min. Cada estación envía la información al A850 o enlace para retransmitir la señal hasta llegar a la estación base A850. La estación base almacena la información y se obtiene a través del software A2A como archivos de texto. Para visualizar la información es necesario enviarla al servidor de Internet (galileo). Finalmente los usuarios pueden acceder a los datos proporcionados por la red de estaciones agroclimatológica mediante una conexión a Internet.

En la figura 3 se ilustra la arquitectura de la red de estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos.

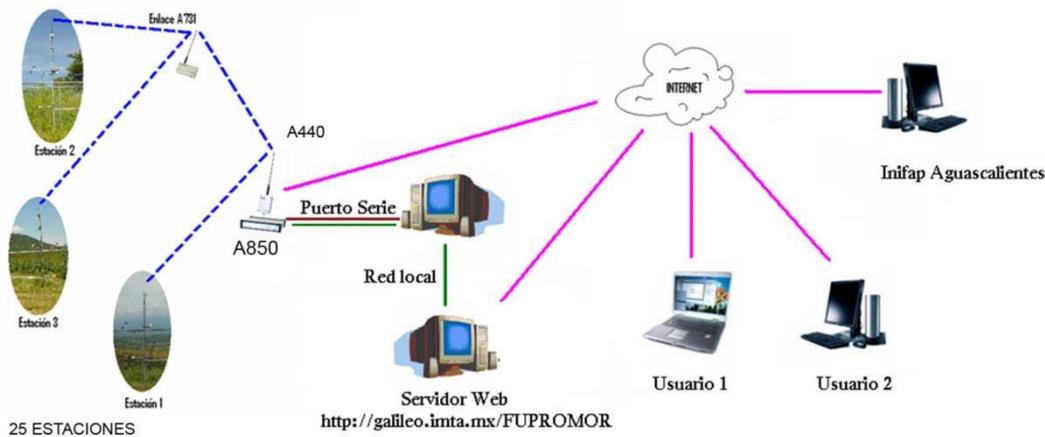


Figura 3. –Esquema de la arquitectura de la red de estaciones del estado de Morelos.

La base receptora A850 se encuentra instalada en el edificio de la Subcoordinación de Hidrometeorología del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Una vez que los datos se encuentran almacenados en la base A850 el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP, ubicado en el Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, se conecta a través de Internet para descargar, almacenar y procesar los datos para su difusión diaria en la página web <http://clima.inifap.gob.mx>.

Los datos se extraen de la base A850 para almacenarlos en archivos ASCII y posteriormente introducirlos a la base de datos que se consulta en la página Web <http://galileo.imta.mx/FUPROMOR>, en esta página se pueden consultar tanto los datos diarios como históricos de manera gratuita y a todo el público en general. Las consultas se generan por día, por semana, por mes o por periodo, es posible realizar graficas de isolíneas, contornos y animación diaria. La página se encuentra en constante actualización para satisfacer las necesidades del productor agropecuario de Morelos.

#### 4.4. Ubicación de las estaciones agroclimatológicas

En la tabla 4 se proporciona el listado de las 25 estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos y en la figura 4 se ilustra su ubicación.

Clave	Nombre	Municipio	Latitud	Longitud	Altura (msnm)	Cooperante
MOR-001	INIFAP	Zacatepec	18.6564	-99.1911	911	Dr. Efraín Cruz Cruz
MOR-002	El Calvario	Mazatepec	18.7246	-98.9236	1070	Sr. Francisco Pichardo Domínguez
MOR-003	Rancho el Potrerillo	Amacuzac	18.5930	-99.3388	916	Sr. Ricardo Avalos
MOR-004	CEIEPO	Huitzilac	19.0250	-99.2667	2743	MVZ. MC. José de Jesús Núñez Saavedra
MOR-005	Tlaquiltenango	Tlaquiltenango	18.6289	-99.1603	1023	Sr. Martín Pérez Figueroa
MOR-006	Ocuituco	Ocuituco	18.8769	-98.7756	1737	Sr. Esteban Sánchez Meléndez
MOR-007	El Hospital	Cuautla	18.8117	-98.9547	1297	Sr. Simón Serrano Solano
MOR-008	Ayala	Ayala	18.7672	-98.9831	1372	Sr. Juan González Ramírez
MOR-009	Axochiapan	Axochiapan	18.5022	-98.7528	1009	Dir. CEBTA 129 de Axochiapan
MOR-010	Jonacatepec	Jonacatepec	18.6828	-98.8025	1363	Sr. Eufemio González Hernández
MOR-011	Puente de Ixtla	Puente de Ixtla	18.6384	-99.3449	1009	Sr. Margarito Guadarrama Beltrán
MOR-012	Coatetelco	Coatetelco	18.7169	-99.2930	1077	Sr. Miguel Pena Remigio
MOR-013	Tepalcingo	Tepalcingo	18.6345	-98.8997	1186	Sra. Ecliseria Gómez Cortes
MOR-015	Emiliano Zapata	Emiliano Zapata	18.8383	-99.1691	1372	Sr. Rogelio Zetina Celis
MOR-016	Tepoztlán	Tepoztlán	18.9556	-99.0891	1356	Comisario Ejidal Héctor Quiroz Hernández
MOR-017	Tlayacapan	Tlayacapan	18.9500	-98.9858	1648	Dir. Primo Sánchez Arias
MOR-018	Tlaltizapan	Tlaltizapan	18.6912	-98.8658	951	Sr. Eleuterio Mejía
MOR-019	Tetela del Monte	Cuernavaca	18.9706	-98.7279	1944	Ing. Federico Martínez Martínez
MOR-020	Tetela del Volcán	Tetela del Volcán	18.8828	-97.2892	2154	Sr. Petronilo Ariza Mendoza
MOR-021	Tehuixtla	Jojutla	18.5417	-98.7383	889	Sr. Juan Ibañes
MOR-022	Huazulco	Temoac	18.7548	-97.1901	1538	Sr. Crisoforo Caporal Aparicio
MOR-023	Tlalnepantla	Tlalnepantla	19.0115	-97.0032	2085	Consejo Municipal de Nopaleros A.C.
MOR-024	Miacatlan	Miacatlan	18.7932	-99.3517	1040	Gobierno del Estado
MOR-025	Totolapan	Tlayacapan	18.9866	-98.7711	1801	Sebastián Rodríguez
MOR-026	Tenango	Jantetelco	18.6334	-98.7546	1221	Miguel Cuevas Marín

Tabla 4. Listado de las estaciones del estado de Morelos.

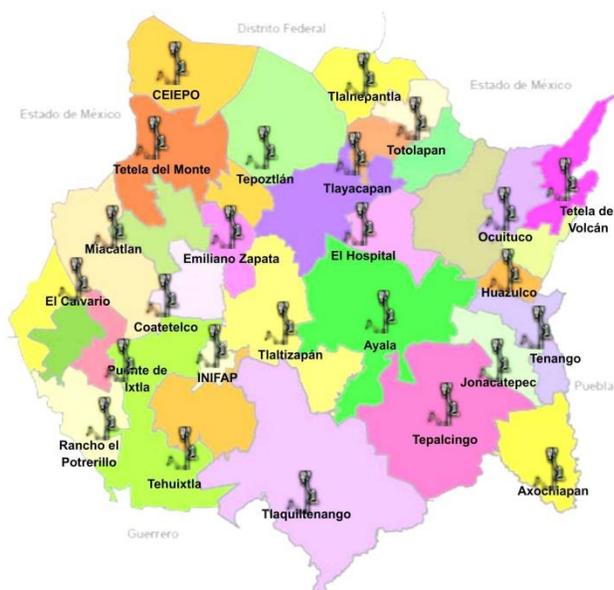


Figura 4. Mapa de ubicación de las estaciones en el estado de Morelos.

## **5. Actividades del proyecto**

### **5.1. Mantener en operación la red de estaciones y recepción de los datos.**

La operación del equipo de recepción y sistemas informáticos depende principalmente del mantenimiento preventivo realizado a:

Computadora:

- Respaldo de toda la información del disco duro principal al disco secundario de respaldo, se respalda cada 3 meses (incluye datos y sistemas informáticos).
- Limpieza del disco duro. Borrar archivos temporales, limpieza de cadenas perdidas en el registro del sistema operativo y desfragmentación de disco duro.
- Aspirado interno de la computadora y monitor.

#### **Estación base A850**

Se cambió la estación base A840 por la A850 con las siguientes características:

- Administra máximo 1000 radios (unidades de Telemetría Remota UTR).
- Memoria interna de 256 Mb para almacenar datos, para 25 Unidades se guarda por 8 semanas aproximadamente.
- Dos conectores USB para extraer datos y configuración.
- Visor de datos en tablas y gráficamente de todas las variables de la estación,
- Acceso Multi Usuarios por internet para monitorear, recepción y extracción de información.
- Configuración remota del radio de la estación en campo, mediante el envío de comandos, envió de alarmas por correo electrónicos.
- Definición y configuración de sensores especiales.

En la estación base A850 se configuraron:

- Los radios A733 de 22 estaciones y A753 de 3 estaciones nuevas, los 7 sensores de las 25 estaciones, las variables internas de los radios (voltaje de batería, frecuencias de entrada y salida). En la figura 5 se muestra la configuración de los sensores de temperatura y humedad relativa.

- Los enlaces por los cuales pasa la información para llegar a la estación receptora. En la figura 6 se muestra el diagrama de flujo de información de las estaciones a la receptora.
- Definir los límites de medición de los sensores, para enviar alarmas por correo electrónico en caso que un registro este fuera de rango.

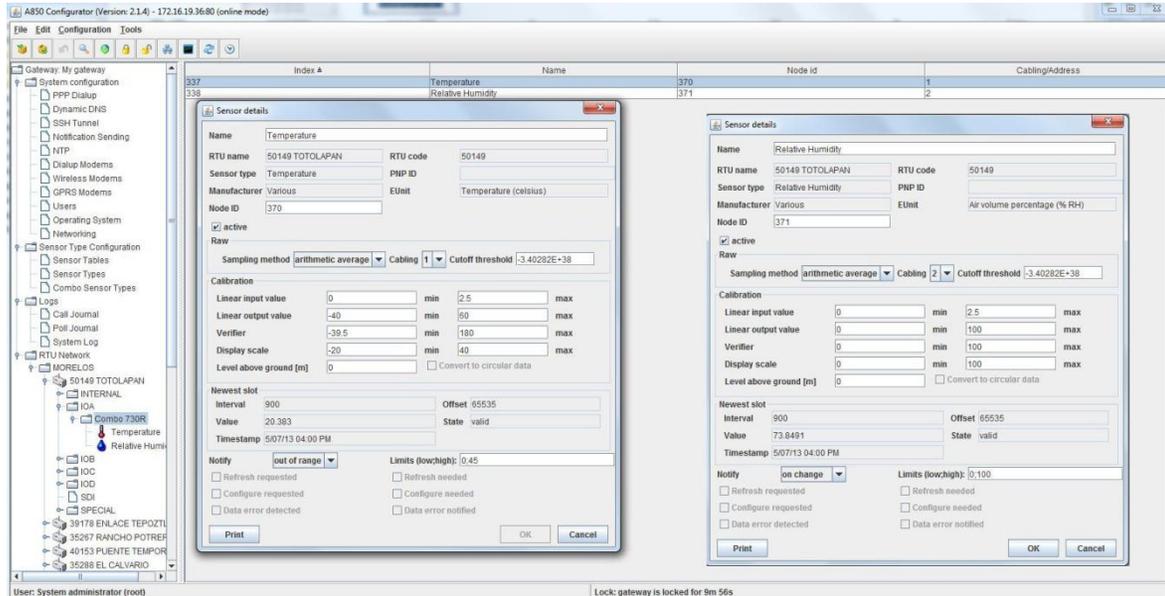


Figura 5. Configuración de sensores.

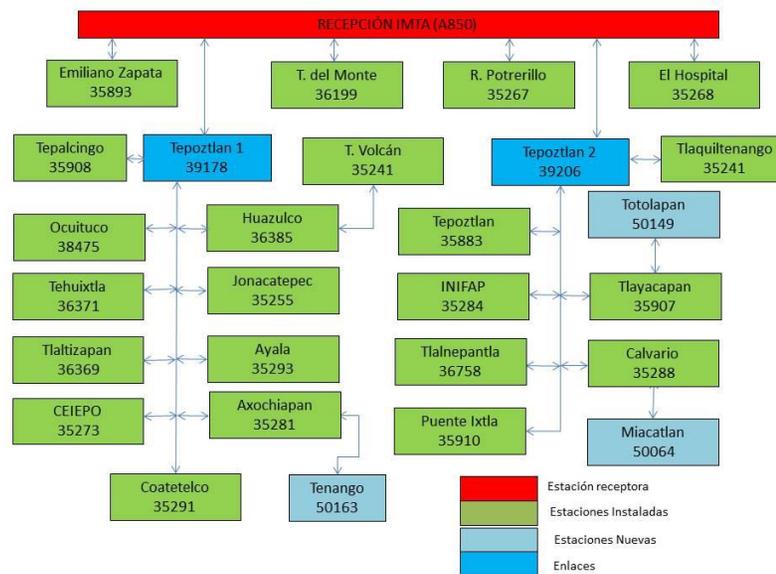


Figura 6. Flujo de información entre transmisores y receptor.



La estación Base A850 inicia operación correctamente en abril, con este equipo se tienen mejores herramientas de administración y permite enviar información a 2 usuarios a través de internet, tener información visible de la llegada de datos mostrados en el monitoreo, ver la figura 7.

Index	Name	Active route	Last stat	Active	Master	First stat	Pmp low	Pmp high	Battery voltage	Power output
3	35267 RANCHO POTRERILLO		5/07/13 03:54 PM	true	true	28/06/13 03:39 PM	6.5	7.2	7.05882	211
7	35273 CEIEPIO	2,23	5/07/13 03:53 PM	true	true	28/06/13 03:38 PM	6.5	7.2	6.98039	171
20	35907 TLAYACAPAN	27.9	5/07/13 03:53 PM	true	true	28/06/13 03:37 PM	6.5	7.2	6.82353	196
12	35281 XICOCHAPAN	2	5/07/13 03:51 PM	true	true	28/06/13 03:51 PM	6.7	7.2	6.90198	204
6	35284 INFAP	27	5/07/13 03:49 PM	true	true	28/06/13 03:33 PM	6.7	7.2	6.98039	190
15	35908 TEPALCINGO	2	5/07/13 03:47 PM	true	true	28/06/13 03:47 PM	6.3	7.2	6.5098	198
8	35241 TLAQUILTENANGO	2	5/07/13 03:46 PM	true	true	28/06/13 03:46 PM	6.3	7.2	7.05882	191
1	50149 TOTOLAPAN	27.9	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:30 PM	6.5	7.2	6.98039	159
2	39178 ENLACE TEPOZTLAN 1		5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:30 PM	6.6	7.2	7.21569	198
3	35268 EL HOSPITAL	21	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.7	7.2	6.98039	221
19	38475 COATELCO	2	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	6.98039	168
13	35255 JONACATEPEC	2	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	6.66667	200
18	35893 EMILIANO ZAPATA		5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.7	7.2	6.98039	197
19	35883 TEPOZTLAN	27.4	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:30 PM	6.6	7.2	6.5098	198
21	36199 TEPELA DEL MONTE		5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	7.05882	198
22	36210 TEPELA DEL VOLCAN	2.13	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 02:45 PM	6.6	7.2	6.7451	208
23	35371 TEHUXTLA	2	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.3	7.2	7.05882	164
24	36385 HUAZULCO	2	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	6.82353	194
26	36758 TLANEPANTLA	27.24	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	7.05882	178
28	50163 TENANGO	27.72	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:30 PM	6.5	7.2	7.05882	154
16	35291 COATELCO	2	5/07/13 03:45 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	6.98039	197
11	35293 AYALA	2	5/07/13 03:41 PM	true	true	28/06/13 03:41 PM	6.3	7.2	6.82353	204
26	36369 TLANIZAPAN	2	5/07/13 03:30 PM	true	true	28/06/13 03:30 PM	6.7	7.2	7.05882	192
27	36209 ENLACE TEPOZTLAN 2		5/07/13 03:30 PM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.4	7.2	6.66667	171
5	35288 EL CALVARIO	27	5/07/13 01:35 PM	true	true	28/06/13 03:50 PM	6.5	7.2	6.90198	205
14	35910 PUENTE DE EXTLA	2	5/07/13 11:21 AM	true	true	28/06/13 09:05 AM	6.6	7.2	6.66667	186
29	50064 MIMACTLAN	27.5	5/07/13 03:29 AM	true	true	28/06/13 03:45 PM	6.5	7.2	6.90198	157
17	35285 VILLA DE AYALA		8/10/10 03:53 PM	true	true	2/10/10 03:38 PM	6.5	7.2	6.5098	79
4	40153 PUENTE TEMPORAL 1		8/10/10 03:44 PM	true	true	31/12/09 08:00 PM	6.5	7.2	7.13225	192

Figura 7. Monitoreo de la red en el A850

En el proceso de recepción, almacenamiento, respaldo y manejo de los datos generados por la red de estaciones agroclimatológicas del estado de Morelos se utilizan los siguientes programas y sistemas informáticos, que operan correctamente:

- **A2A.** Obtiene los datos de las estaciones 25 de la base A850 y los guarda en archivos de datos con formato tipo texto, separado por comas.
- **Linux.** Sistema operativo para el servidor galileo utilizado como servidor WEB.
- **FTP.** Transferencia de datos entre Windows y Linux
- Apache con soporte PHP. Servidor WEB instalado en el servidor “galileo”.
- **MySQL.** Manejador de bases de datos en Linux.
- **Addvantage PRO.** Monitoreo de la red, exportador de datos y extensiones específicas agricultura.

## 5.2. Revisión, diagnóstico y mantenimiento del equipo y sensores de las estaciones.

Se realizaron dos jornadas de mantenimiento preventivo a las 22 estaciones y posteriormente a las 25, el mantenimiento correctivo se lleva a cabo en cuanto se

detecta que el equipo o sensor están enviando información errónea o no envía información.

### 5.2.1. Jornadas de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se realiza dos veces por años, en cada jornada se toman fotos antes y después de cada servicio, ver fotos 2. La limpieza del terreno se realiza con desbrozadora y en algunos casos se arranca la hierba con las manos, la limpieza de los sensores se realiza con franela y agua. En las estaciones de Axochiapan y el Potrerillo se colocaron tubos nuevos. En la foto 3 se muestra el antes y después de colocar los tubos. En el anexo A se tiene los informes de las dos jornadas realizadas en los meses de septiembre del 2012 y junio del 2013.



Foto 2. Estación antes y después del mantenimiento.



Foto 3. Estación Axochiapan sin y con tubos

En el mantenimiento preventivo se utilizan herramientas de limpieza de sensores y terreno, en el mantenimiento correctivo se utilizan las herramientas y equipos de revisión, reparación, configuración y respaldo en la tabla 5 se tienen las herramientas y equipos.

<b>Limpieza de sensores</b>	<b>Limpieza del terreno</b>	<b>Revisión y reparación</b>	<b>Configuración y respaldo</b>
Escalera Franela Brocha Agua	Desbrozadora Machete Rastrillo	Desarmadores Llave Allen Pinzas de corte Pinzas electricista Cinchos	Registrador A510 Laptop Memoria MMC

Tabla 5. Herramientas y equipos utilizados en mantenimiento

### **5.2.2. Mantenimiento correctivo**

A continuación se resumen los mantenimientos correctivos ocurridos durante el proyecto.

Cambio de los pluviómetros de las estaciones de Tlaltizapan, Axochiapan, Emiliano Zapata, por no registrar información.

Cambio de los sensores de velocidad del viento en Tlaquiltenango y Tepalcingo, por daños en su sistema eléctrico.

Cambio de panel solar a las estaciones de Tepalcingo y Jonacatepec por daño físico ocasionado por vandalismo y robo respectivamente.

Se cambiaron baterías a las estaciones de Tepalcingo, Axochiapan, Jonacatepec, Tetela del Volcán, El Calvario, Ocuituco. En la foto 4 se muestra el cambio de batería y pluviómetro de la estación de axochiapan.



Foto 4. Cambio de batería y pluviómetro en Axochiapan

Como en otros años en la temporada de lluvias, se presentaron retrasos en la transmisión de los datos debido a problemas de telemetría atribuidos principalmente a fenómenos meteorológicos como son la lluvia, crecimiento de árboles que obstruyen la línea de vista, magnetismo atmosférico, dirección e intensidad de viento, nubosidad, etc. En estos casos se acude a la estación para obtener los datos manualmente y posteriormente integrarlos a la base de datos empleando el importador de la estación base.

### **5.3. Reparación en laboratorio de sensores dañados y calibración).**

En el laboratorio se realizaron reparaciones:

Pluviómetros de la estación de Tlaltizapan y Emiliano Zapata. En las dos estaciones tuvieron fallas en la conexión Y, que bloqueaba el registro de datos y se procedió a limpiar el recubrimiento y se colocó pegamento plástico recubierto con cinta aislante (ver foto 5), se realizaron pruebas de funcionamiento. Se conectó el sensor de viento y lluvia al puerto D del radio (A733) y se ejecutó el programa agrilMME en la computadora (conectada al puerto POWER) para observar el registro de milímetros de lluvia como se muestra en la foto 6, con esta prueba se verifica que el cable está correcto.

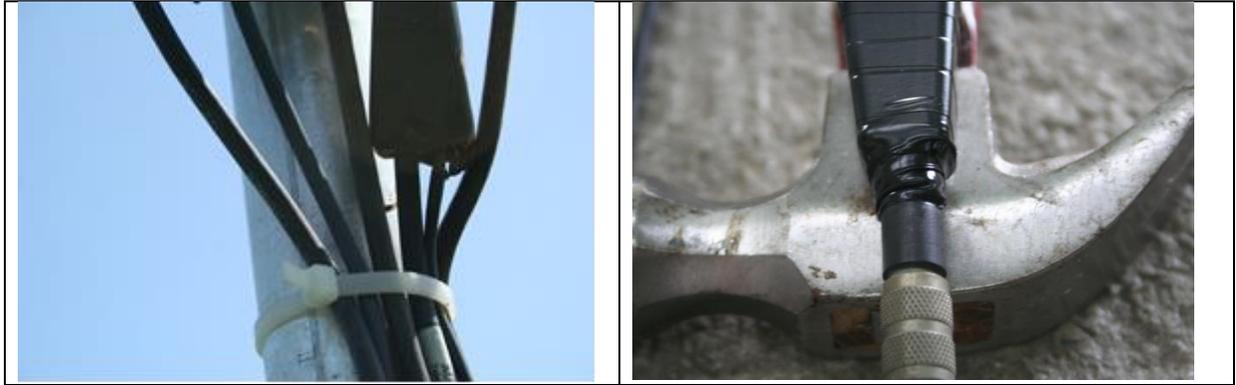


Foto 5. Reparación de cable Y para pluviómetro y viento.

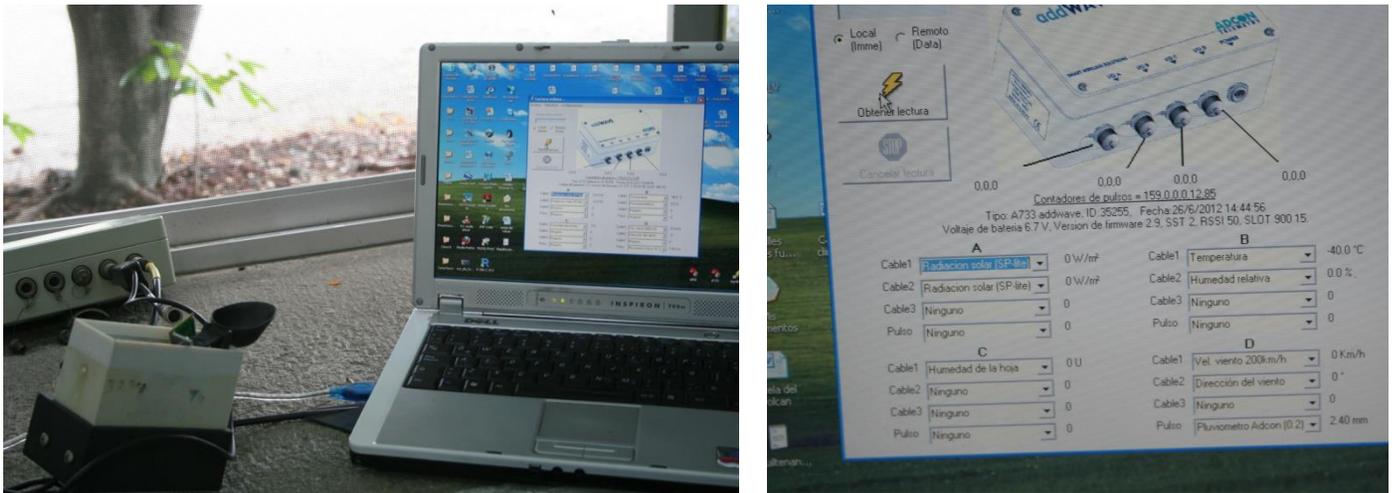


Foto 6. Prueba de funcionamiento de cable y lectura de lluvia.

Se cambió la veleta y copas a los sensores de dirección y velocidad del viento de las estaciones de Tlalnepantla, Tepalcingo, Rancho el Potrerillo, el procedimiento de cambio de la veleta es colocar la punta de la veleta a 0 grados, ver foto 7.

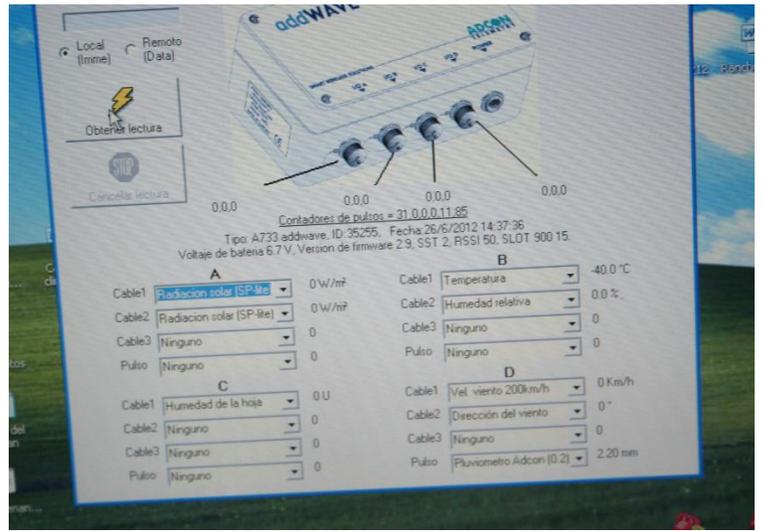
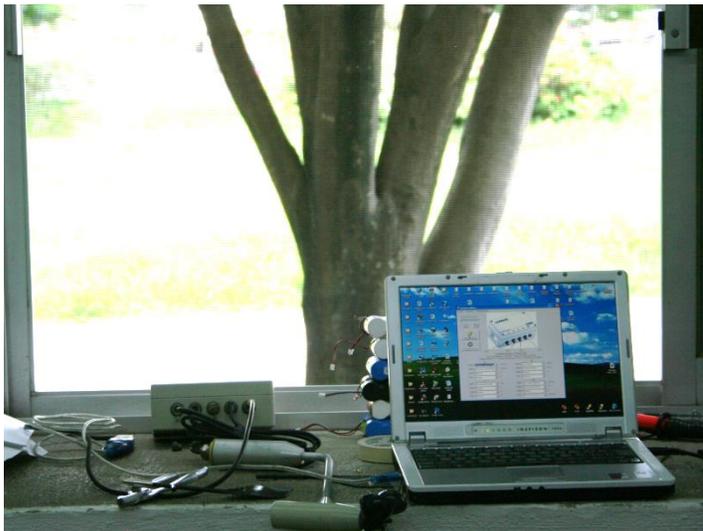


Foto 7. Reparación sensor velocidad del viento

#### 5.4. Mejora de los sistemas de funcionamiento, fidelidad y emisión de la información capturada.

La finalidad del control de calidad de los datos es detectar errores en el contenido de las observaciones meteorológicas y si es posible, corregirlas (WMO, 1993). En la estación o en la recepción y equipo de procesamiento de datos se aplica este tipo de procesos con el objetivo de verificar los errores de cifrado y codificación, la coherencia interna, la coherencia temporal y espacial y los límites físicos y climatológicos. El conjunto de procedimientos para validación y corrección de los datos generados se utilizan en tiempo real o después que los datos ya han sido almacenados, inicialmente en la estación o posteriormente en el equipo de procesamiento de datos.

**Pruebas de errores de medición de la variable ocasionado por el sensor.** Se detecta mediante el monitoreo de los límites mínimo y máximo definidos por el fabricante (ver tabla 6) de cada sensor definidos en el configurador del A850 ver la figura 8, si el equipo está fuera de rango envía una alarma al correo proporcionado para recibir alarmas de la red de estaciones.

Variable	Unidad	Rango
Temperatura del aire	°C	-40/60
Humedad Relativa del aire	%	0/100
Velocidad de viento	m/s	0/75
Dirección de viento	Grados	0/360
Radiación Solar	W/m <sup>2</sup>	-1/1400
Precipitación en 10 min	Mm	0/50

Tabla 6. Rangos de medición de los sensores

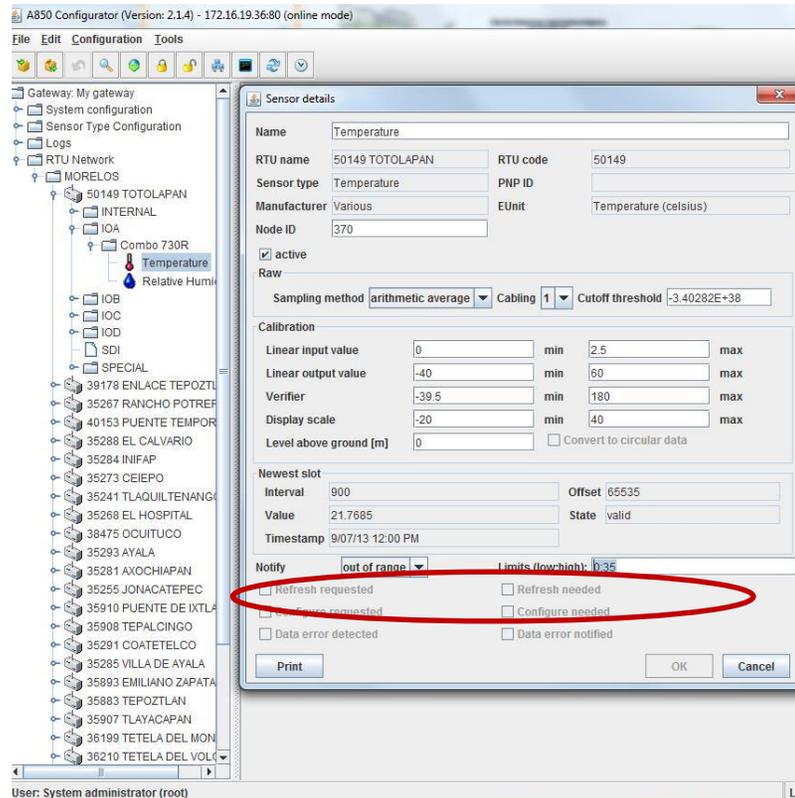


Figura 8. Configuración de límites

**Pruebas de Identificación e integridad.** Se valida que la información generada por cada sensor se ordene y guarde en forma cronológica por estación y variable, mediante la definición de tipos de datos, índices y campos autoincremento secuencial en cada registro de la base de datos en MYSQL. El control de datos faltantes de una estación o sensor en la base de datos, se hace en forma automática en la base de datos con el registro de fecha, para recuperar la información se obtiene de la estación con atraso de esta o se realiza una interpolación con los datos de la estación más cercana a está.

**Pruebas de rango dinámico.** Con el fin de tener un mejor control en el deterioro de los sensores y equipo instalado en cada estación se generan rangos mínimos y máximos diarios en función de las mediciones registradas en cada estación para los 6 años de datos históricos, contra estos rangos se valida la información que llega a la base de datos de los sensores de temperatura, Humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, en la figura 9 se muestra los valores mínimos y máximos para la temperatura en cada estación en la fecha indicada.

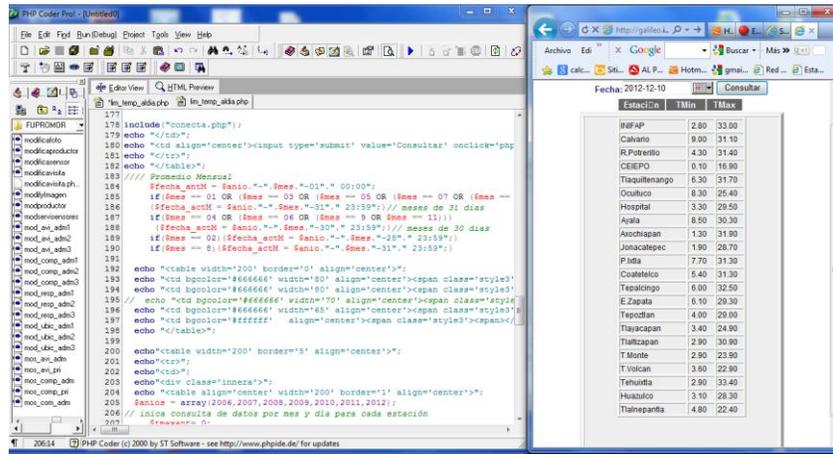


Figura 9. valores mínimos y máximos

El proceso de validación se hace a diario mediante el despliegue de los programas que muestran los datos más recientes de las variables medidas de todas las estaciones y el atraso o falta de datos de todas las estaciones. Ver la figura 10 que muestra los días de atraso y la falta de datos (-999) que no llegaron al receptor.

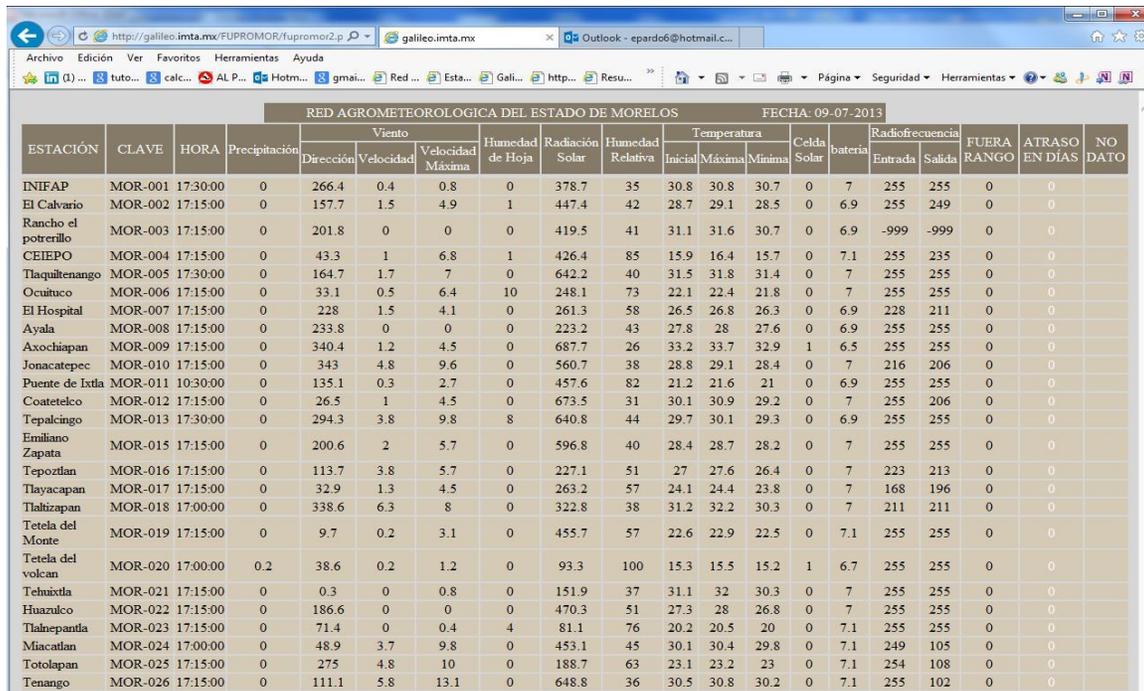


Figura 10. Supervisión de la operación de la red Morelos.

## **5.5. Respaldo de la información registrada.**

El respaldo de la información generada por las estaciones agroclimatológicas es un proceso redundante que se hace en tres sitios:

1. En la computadora conectada directamente a la base A850, se ejecuta el software A2A que exporta la información a archivos tipo texto. El respaldo mensual se hace de los archivos que se tienen de la base A850 en el disco secundario del equipo, este respaldo se hace con el fin de garantizar la fuente original de datos.
2. En el servidor “galileo” se extraen los datos de la computadora mediante el FTP y se guardan en la base de datos FUPROMOR con formato de MySQL; estos datos son los que se consultan al entrar al portal de Internet.
3. En disco compacto se respaldan los datos al finalizar el año que dura el proyecto, Se anexa disco (Anexo D).

## **5.6. Supervisión, mantenimiento y actualización (en función de la demanda de los sistemas producto) de los sistemas informáticos del portal electrónico.**

Se reemplazó el servidor galileo por uno de mejor desempeño (equipo de cómputo) por lo que se actualizaron, el sistema operativo Linux (a Red Hat 5.), lenguaje de programación (PHP 5.5), servidor de base de datos (MYSQL 5.3) y utilerías gráficas. Al mejorar la plataforma y ambiente de ejecución de las aplicaciones, se tuvo necesidad de actualizar todos los programas de cómputo del portal WEB de la red de estaciones, logrando mayor rapidez en la ejecución de las consultas y reportes que hacen los usuarios del portal WEB.

Se continuó con la actualización del portal WEB de la red de estaciones agrometeorológicas de Morelos (<http://galileo.imta.mx/FUPROMOR>), conservando y mejorando la rapidez y funcionalidad existente, las interfaces son más amigables en el manejo y despliegue de las gráficas, se incluye:

- Módulo de viento. Nos permite presentar en mapas el comportamiento de la dirección y velocidad del viento. Los mapas se muestran para cada estación por día o mes. En la figura 11 se muestra un ejemplo del mapa de viento para la estación de INIFAP.







Estación: [www.inifap.gob.mx/municipio](#)  
 Fecha: 2012-07-08 Hora: 16:00  
 Temperatura: 33.3

[Página de inicio](#)
[Ubicación de las estaciones](#)
[Componentes de una estación](#)
[Instituciones participantes](#)
[Libro de visitas](#)
[Avisos](#)

### MÓDULO DE VIENTOS

Consulta

Tipo de consulta:  Día  Mes

Estación: INIFAP

Fecha: 2012-07-01

[Generar Grafica](#)

**Consulta de Datos**  
[Por día](#)  
[Ultimos días](#)  
**Contornos**  
[Por fecha y hora](#)

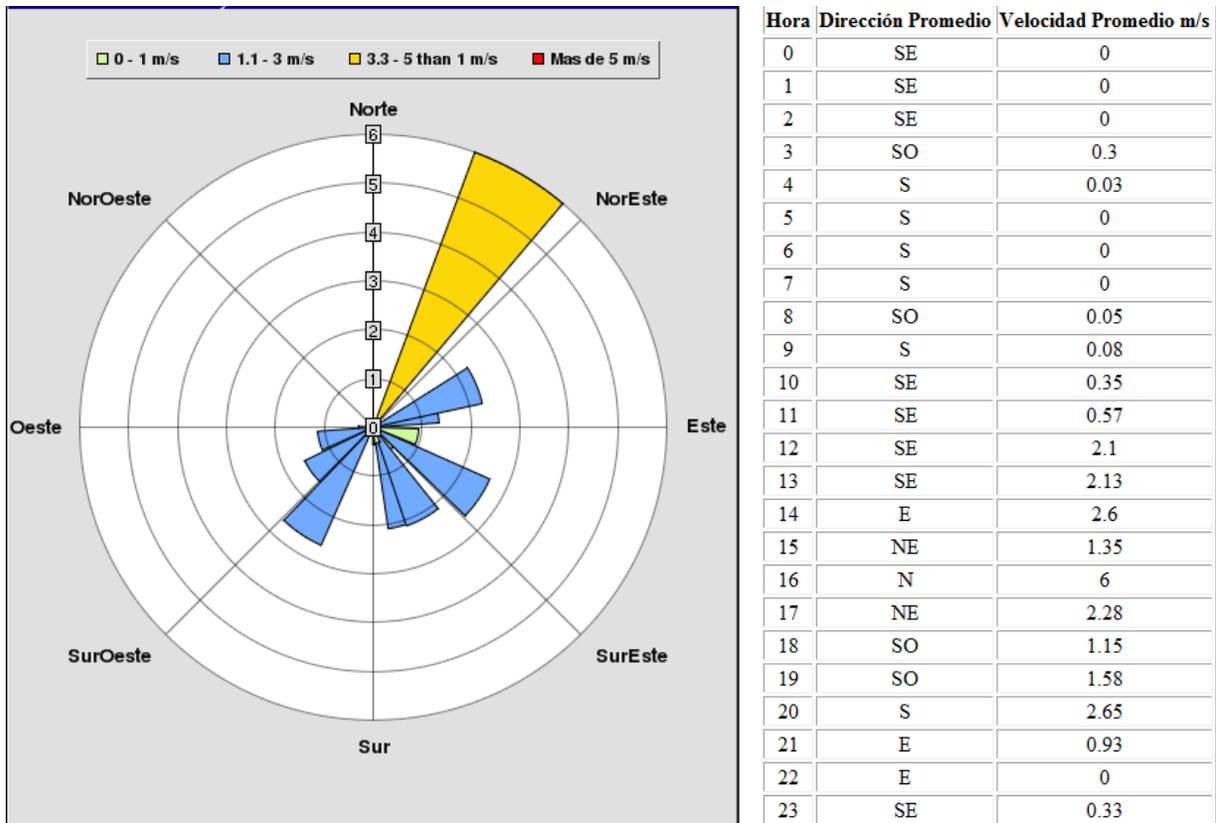


Figura 11. Mapa de viento para la estación INIFAP

- Herramientas administrativas.** Se continúa con el desarrollo de programas para controlar y administrar la información de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, con el objetivo de contar con los registros necesarios para

atender las auditorías por realizarse en la certificación de la red de estaciones, ver la figura 12 y 13.

Administración de información de la red de estaciones agrometeorológica  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Red Morelos

**Secciones**

- Estaciones
- Mantenimiento**
- Calibración
- Datos generales
- Herramientas
- Servicio usuarios
- Red Morelos

Preventivo **Correctivo**

Clave	Nombre	No. de visitas total	Consulta	E
MOR-001	INIFAP	7		
MOR-007	El Hospital	1		
MOR-009	Axochiapan	5		

Responsable: Esteban Pardo      Municipio: Zacatepec

Latitud: 18.6531      Longitud: -99.2008

Altitud: 911      Cooperante: MC. Rafael Ambriz Cervantes

Numero de visita: 3

**Mantenimiento por sensor**

**Addwave**

Estado del Sensor: Bueno      Suciedad encontrada: Polvo

Observaciones:

**Panel Solar**

Estado del Sensor: Bueno      Suciedad encontrada: Polvo

Observaciones:

**Pluviometro**

Figura 12. Captura de datos de Mantenimiento preventivo.

Administración de información de la red de estaciones agrometeorológica  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Red Morelos

**Secciones**

- Estaciones
- Mantenimiento**
- Calibración
- Datos generales
- Herramientas
- Servicio usuarios
- Red Morelos

Preventivo **Correctivo**

Clave	Nombre	No. de servicios	Consulta	E
MOR-002	El Calvario	6		
MOR-003	Rancho el potrerrillo	5		

Preventivo **Correctivo**

Fecha: 2011-05-30

Estación: Rancho el potrerrillo

Sensor: Panel Solar

Acción: Cambio físico por daño de incendio      No Serie:

Figura 13. Captura de datos de mantenimiento correctivo

## **5.7. Apoyo técnico en los procedimientos para el trámite de la certificación de los datos de la red de estaciones.**

La fundación produce Morelos forma parte del proyecto de desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad con base en la norma ISO 9001:2008, para la operación de las estaciones agroclimatológicas de la Fundación.

Para implementar el sistema de gestión de la calidad de las estaciones se requiere establecer procedimientos claros que deben de llevarse a cabo en la instalación, operación y mantenimiento de las estaciones, basado en los estándares de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en el anexo B se tienen los siguientes procedimientos.

- Procedimiento para la instalación y mantenimiento de las estaciones agrometeorológicas.
- Procedimiento de recopilación, transmisión y almacenamiento de datos meteorológicos.

### **Objetivos de los procedimientos.**

Mantener la operación de las estaciones agroclimatológicas en condiciones óptimas, mediante la instalación y mantenimientos adecuados.

Uniformar y controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria.

Evitar la pérdida de información por errores causados por el desconocimiento de las tareas específicas.

Que los empleados y/o jefes conozcan si el trabajo se está realizando.

### **Alcance de los procedimientos**

Se aplican a los sensores de las estaciones y los equipos, software y datos, desde el registro del sensor, el respaldo de los datos y la transferencia de los mismos.

## **5.8. Asesoría de una persona que designe la Fundación Produce Morelos en la operación y mantenimiento de la red de estaciones.**

Se proporcionó capacitación teórico práctico al Ing. Oscar Escalona Flores en los procedimientos que se llevan a cabo en la instalación, operación, mantenimiento y transmisión y recepción de datos:

1. Clasificación de estaciones y criterios de selección e instalación de una estación.
2. Selección y operación del equipo de transmisión y recepción de datos.
3. Recepción, Procesamiento y distribución de datos utilizables por usuarios finales.
4. Operación optima de la red mediante el mantenimiento y actualización del equipo de la red de estaciones.
5. Operación de la estación A850 y procesamiento de los datos en servidor galileo.
6. Manejo de los programas del portal Electrónico y su despliegue en internet a través del servidor galileo.

## **5.9. Sistematización de información para la elaboración del tríptico informativo.**

El documento informativo (anexo C), ofrece la información necesaria para que productores y población civil, puedan tener acceso a la información generada por el sistema de registro de datos climatológicos del estado de Morelos, se describe la forma de entrar al portal electrónico y las opciones de consulta de información de la red de estaciones.

## **6. Impacto esperado.**

### **6.1. Geográfico**

Se continúa con el registro histórico de datos meteorológicos en las principales zonas agrícolas del estado de Morelos. Con este registro histórico será posible realizar una mejor caracterización climática de la región que contribuya al mejoramiento de la práctica agrícola de la entidad.

## **6.2. Sectorial**

El clima y el tiempo son variables naturales que pueden afectar o beneficiar a la producción agraria. Su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción. El objetivo de la red de estaciones agrometeorológicas es incrementar la capacidad del sector agrario para comprender y responder a la variabilidad del clima y el tiempo, con el fin de reducir la incertidumbre de los agricultores ante decisiones afectadas por factores meteorológicos de la región.

## **6.3. Económico**

La inversión económica realizada en la tecnología ayuda a obtener información más confiable que es utilizada por los modelos matemáticos que generan pronósticos del estado del tiempo más precisos, con los cuales nos permite planear cada etapa del proceso de producción (siembra, riego, cosechas, trabajos requeridos por los cultivos) agroalimentaria y evitar la pérdida de cosechas y en consecuencia se incrementa la competitividad y sustentabilidad de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales, propiciando que la sociedad en general, reconozca la importancia de la generación y transferencia de tecnología en el desarrollo regional.

## **6.4. Social**

Con los registros climáticos obtenidos por la red se logra ofrecer a los productores agropecuarios información meteorológica en tiempo real, aplicada a los procesos de producción y protección ante clima adverso, a la población civil se ofrece la información al instante para prepararse en caso de condiciones climatológicas peligrosas con el fin de tomar medidas de prevención ante el riesgo de la pérdida de vidas humanas en casos extremos.

## **6.5. Ambiental**

Según PNUD (1991), es cierto que el aumento de la producción alimentaria en los países en desarrollo se ha convertido en una necesidad desde mediados del decenio de 1980; y es preciso lograr que la misma se haga bajo los principios de sostenibilidad. El reto con que se enfrentan hoy los agricultores es, por lo tanto, encontrar un equilibrio entre impulsar la producción agropecuaria para alimentar a las poblaciones en expansión y adoptar métodos agrícolas ambientalmente sostenibles que no agoten los recursos naturales necesarios para las décadas futuras de la Agricultura.

Se hace necesario, conociendo los impactos que la agricultura ha realizado sobre el suelo y otros recursos de la naturaleza y la importancia que tiene la misma para el alimento de las presentes y futuras generaciones, realizar estudios que permitan orientar la actividad agrícola sin comprometer el entorno.

## **7. Productos, resultados y discusión.**

### **7.1. Productos**

- Una red compuesta por 25 estaciones agroclimatológicas automáticas validadas, operando y transmitiendo los datos a tiempo real con registros cada 15 minutos de las variables de Temperatura, Precipitación, Humedad relativa, Humedad de hoja foliar, Velocidad y dirección del viento.
- El sistema informático automatizado para la recepción, almacenamiento, organización, exportación y difusión de los datos.
- Portal Web para la consulta de la información meteorológica a tiempo real.
- Módulo de mapas de Viento (Versión 2) por periodo de cada estación.
- Tríptico informativo (Versión 1) red de estaciones agrometeorológicas de Morelos.

### **7.2. Resultados**

- Mantener en operación la red de estaciones en condiciones operativas óptimas, mediante el mantenimiento y la verificación de sensores en campo.
- Base de datos de la información registrada en disco compacto y con respaldos en IMTA e INIFAP.
- Portal electrónico actualizado y en funcionamiento acorde al nuevo equipo de cómputo y software instalado en el IMTA y a las necesidades del sistema producto.
- Se realizaron dos jornadas de mantenimiento a todas las estaciones.
- Actualización del módulo de mapas de viento por periodo de tiempo para cada estación.

- Dos procedimientos técnicos: 1. Para la instalación y mantenimiento de las estaciones agrometeorológicas, 2. Procedimiento de recopilación, transmisión y almacenamiento de datos meteorológicos.
- Primera versión del tríptico informativo para difusión y uso de la información registrada en el portal.

## **8. Conclusiones y recomendaciones**

Se concluye el proyecto, con 3 estaciones más para un total de 25 estaciones agroclimatológicas operando correctamente en un sistema de recepción de mejores capacidades. Este proyecto multidisciplinario e interinstitucional, nos da la oportunidad de un mejor conocimiento de las condiciones meteorológicas y climatológicas de la región, con lo cual es posible incrementar la capacidad del sector agrario para comprender y responder al tiempo y clima, con el fin de reducir la incertidumbre de los agricultores ante decisiones afectadas por factores meteorológicos de la región.

En la medida que esta información esté disponible y sea confiable, la planificación, ejecución y operación de los proyectos responderán en mayor forma a las necesidades reales de la región, ofreciendo a los productores agropecuarios información meteorológica en tiempo real aplicada a los procesos de producción ante clima adverso.

Con el cambio de los sensores de viento y pluviómetros contruidos con partes de plástico por equipo construido de aluminio se logra mejorar la red y cumplir con las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial.

El desarrollo de las herramientas para validar y corregir datos nos permiten identificar los sensores que requieran ser actualizados, con el fin de mantener y mejorar la calidad de los datos y en el futuro lograr la certificación con la norma ISO 9001:2008.

## 9.- Bibliografía.

1. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos “Evapotranspiración del Cultivo”- FAO 2006
2. Measurement of Meteorological Variables- Part 1 WMO, 2009
3. Observing Systems- Part 2 WMO, 2009
4. Guía práctica para la implementación de un sistema de gestión de calidad para servicios hidrológicos y meteorológicos naciones WMO, 2011.
5. Quality Assurance and Management of Observing Systems Part 3, WMO, 2009.
6. Villalpando, J; Ruiz, A. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Limusa, México. 133 p.

## Páginas Web

1. <http://www.adcon.at/>
2. <http://www.monografias.com/trabajos17/impacto-ambiental/impacto-ambiental.shtml>
3. <ftp://ftp.wmo.int/Documents/MediaPublic/Publications/>
4. <http://www.agroson.org.mx>
5. <http://www.sica.gov.ec/agro/docs/reghidricos.htm>
6. <http://www.fundacionguanajuato.com/CGI-BIN/Clima/docvar.htm>
7. <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications-IOM-series.html>
8. <http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/index.php?name=Manualsgeneral>
9. [http://www.bom.gov.au/wmo/quality\\_management.shtml](http://www.bom.gov.au/wmo/quality_management.shtml)

## 10. Anexos. Listado de anexos incluidos en el CD

Con el presente informe se incluye un CD que incluye los siguientes anexos:

<b>Anexo</b>	<b>Título</b>	<b>Descripción</b>
<b>A</b>	Reportes de mantenimiento.	Reportes de dos jornadas de mantenimiento por estación.
<b>B</b>	Procedimientos Técnicos.	Describen el procedimiento a seguir en la instalación y mantenimiento de las estaciones. Describe el procedimiento de recopilación hasta la publicación de los datos.
<b>C</b>	Tríptico informativo	Describe al productor la forma en que se consulta la información de las estaciones a través del portal electrónico.
<b>D</b>	Datos.	Base de datos completa (2006-2012) en formato CSV (separado por comas) por año y por estación.