

**INSTALACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS DAVIS Y REPORTE DE
DATOS EN TIEMPO REAL EN PÁGINA WEB.**

JUAN MANUEL QUIROGA JORDÁN

COD. 2006343

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

**INSTALACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS DAVIS Y REPORTE DE
DATOS EN TIEMPO REAL EN PÁGINA WEB.**

**JUAN MANUEL QUIROGA JORDÁN
COD. 2006343**

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

**DIRECTORA
SULLY GÓMEZ ISIDRO
Ingeniera Civil, PhD.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES DEL SISTEMA	15
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SISTEMA	18
1.2. VARIABLES MEDIDAS POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (DAVIS VANTAGE PRO2).	20
2. METODOLOGÍA Y DESARROLLOS	24
2.1 EL SOFTWARE WEATHER.JAR	24
2.2. PÁGINAS WEB COMO PORTALES	28
2.2.1 Portal dedicado a la comunidad UIS.	28
2.2.2 Portal dedicado a usuarios específicos.	33
2.3. VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN	37
2.3.1 Análisis de la precipitación.	37
2.3.2. Análisis de la temperatura	42
3. CONJUNTO DE SENSORES INTEGRADO (INTEGRATED SENSOR SUITE - ISS).	44
4. CONCLUSIONES	62
5. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

BIBLIOGRAFÍA

67

ANEXOS

69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama General que muestra las partes que forman el sistema.	16
Figura 2. Diagrama de flujo del sistema.	17
Figura 3. Ubicación espacial de la estación No 1 en el Campus Central UIS Edificio Hidráulica	18
Figura 4. Estación Meteorológica No 1 ubicada en la Cubierta del laboratorio Hidráulica.	19
Figura 5. Ubicación espacial de la estación No 2 en la sede UIS Guatiguará	19
Figura 6. Estación Meteorológica No 2 ubicada en la Cubierta del laboratorio Petróleos Guatiguará.	20
Figura 7. Configuración programa Weather.jar	25
Figura 8. Actualización del programa Weather.jar	26
Figura 9. Sincronización del programa Weather.jar	26
Figura 10. Ejecución modo normal del programa Weather.jar	27
Figura 11. Diagrama de flujo del software Weather.jar	28
Figura 12. Tipos de clima diurnos sin precipitación de 8 AM a 4 PM.	29
Figura 13. Tipos de clima diurnos sin precipitación de 6 a 8 AM y 4 a 6 PM.	30
Figura 14. Tipos de clima diurnos con precipitación.	30
Figura 15. Tipos de clima nocturno sin precipitación de 6 PM a 6 AM.	31
Figura 16. Tipos de clima nocturno con precipitación.	31
Figura 17. Diagrama de flujo para la precipitación.	32
Figura 18. Tipos de clima soleado en las respectivas estacione.	32
Figura 19. Tipos de clima soleado y nublado en las respectivas estaciones	32
Figura 20. Diagrama de flujo del Portal comunidad en General.	33
Figura 21. Ingreso al portal climatológico.	34
Figura 22. Series de tiempo para gráfica de variables	34

Figura 23. Variables graficadas.	35
Figura 24. Eventos de precipitación mensual.	36
Figura 25. Pestaña para la descarga de datos mensuales en el portal Web.	37
Figura 26. Precipitación acumulada diaria Estación UIS IDEAM y UIS GPH Julio 2014.	39
Figura 27. Precipitación acumulada diaria Estación UIS IDEAM y UIS GPH Agosto 2014.	39
Figura 28. Precipitación acumulada diaria Estación Granja Piedecuesta IDEAM y Guatiguará, Junio 2014.	40
Figura 29. Precipitación acumulada diaria Estación Granja Piedecuesta IDEAM y Guatiguará, Julio 2014.	41
Figura 30. Precipitación acumulada diaria Estación Granja Piedecuesta IDEAM y Guatiguará. Agosto 2014.	41
Figura 31. Temperatura (°C) Estación UISIDEAM y UIS GPH Julio 2014.	43
Figura 32. Temperatura (°C) Estación UIS CDMB y UIS GPH Agosto 2014.	43
Figura 33. Conjunto integrado de sensores ISS.	44
Figura 34. Transmisión de variables a la consola.	45
Figura 35. Ubicación del termómetro e higrómetro	46
Figura 36. Pluviómetro tipo Balancín	47
Figura 37. Anemómetro tipo veleta	49
Figura 38. De direcciones de Viento.	50
Figura 39. Piranómetro No 6450 Davis Instruments	51
Figura 40. Sensor Radiación UV No 6490 Davis Instruments	52
Figura 41. Consola Vantage Pro.	53
Figura 42. Pantalla de la consola	55
Figura 43. Conexión de la consola con el Ordenador	56
Figura 44. Barra de herramientas software WeatherLink	57
Figura 45. Boletín tipo ventana	59
Figura 46. interfaz tipo banda.	59
Figura 47. Interfaz de Gráficos.	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Precipitación Acumulada y No eventos Estación UIS Central y UIS IDEAM en Bucaramanga.	38
Tabla 2. Precipitación Acumulada y No eventos Estación UIS Guatiguara y Granja Piedecuesta IDEAM.	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Pluviometría estaciones Granja Piedecuesta y Guatiguará	69
Anexo B. Pluviometría estaciones UIS IDEAM y UIS GPH	73
Anexo C. Temperatura estaciones UIS IDEAM y UIS GPH	76

RESUMEN

TITULO: INSTALACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS DAVIS Y REPORTE DE DATOS EN TIEMPO REAL EN PÁGINA WEB^{*}.

AUTOR: JUAN MANUEL QUIROGA JORDÁN^{**}

PALABRAS CLAVES: Variables meteorológicas, tiempo real, estación automática, servidor, ordenador, portal web.

Este trabajo presenta el monitoreo y procesamiento en tiempo real de algunas variables meteorológicas por medio de dos estaciones automáticas (Davis Vantage Pro2). Los equipos se instalaron en las terrazas de las Sedes de la Universidad Industrial de Santander en la ciudad de Bucaramanga y Piedecuesta (Santander-Colombia). Las estaciones se conectan con un Ordenador local y este a su vez vía internet transmite los datos cada 5 minutos de las diferentes variables a un servidor central, los cuales se reciben, almacenan y procesan para su respectiva visualización en dos portales Web de acceso, uno para el público en general el cual muestra las variables más significativas en tiempo real registradas en los sensores de las estaciones, con una interpretación hecha para definir estados del clima. El segundo es un portal meteorológico, para una comunidad más específica, dedicada a estudiantes y miembros del grupo de investigación (GPH), el cual procesa y muestra las variables en forma gráfica en diferentes escalas de tiempo según la elección del usuario.

Con el fin de demostrar su aplicabilidad, algunas de las variables fueron corroboradas con medidas realizadas en estaciones convencionales propiedad del IDEAM. Se espera que esta aplicación se amplíe en el futuro y haga parte de un sistema de alerta temprana para la previsión de desastres.

^{*} Proyecto de grado

^{**} Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela De Ingeniería Civil Directora Sully Gómez Isidro

ABSTRACT

TITULO: INSTALACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS DAVIS Y REPORTE DE DATOS EN TIEMPO REAL EN PÁGINA WEB^{*}.

AUTOR: JUAN MANUEL QUIROGA JORDÁN^{**}

KEY WORDS: Meteorological variables, real-time, automatic station, server, computer, web portal.

This paper presents the monitoring and real time processing of some meteorological variables using two automatic stations (Davis Vantage Pro2). The equipment were installed on the terraces of the Universidad Industrial de Santander, in its respective branches in Bucaramanga and Piedecuesta (Santander-Colombia). The stations are connected to a local computer and this, in turn, transmits every 5 minutes the data of different variables via internet to a central server which is receiving, storing and processing the information in order to display this data in two web portals. One of them has been done for public in general, which is showing in real time the most representative logged variables in the stations with an interpretation to define easily the weather conditions. The second is a meteorological station made exclusively for a specific population, dedicated to students and research group members (GPH), this web portal is processing and showing the variables in a graphic mode in different scales of time, depending on the user preferences.

In order to demonstrate its applicability, some of these variables were corroborated against measurements made with conventional stations belonging to IDEAM. In future, it is expected to expand this application being part of an early warning system to prevent possible disasters.

^{*} Project of grade

^{**} Faculty of Engineering Physical Mechanical. School de Engineering Civil Directora Sully Gómez Isidro

INTRODUCCIÓN

La medida de las variables meteorológicas son de gran importancia en el diseño de obras ya que con estas se tiene un comportamiento predecible y estimado de la variable que se requiere analizar, con dicha información se puede realizar dimensionamiento de la estructura a construir, estimar eventos más desfavorables o extremos, identificar anomalías climáticas, entre muchas otras aplicaciones.

El Grupo GPH de Ingeniería Civil, de la Universidad Industrial de Santander cuenta con dos estaciones meteorológicas marca (Davis Vantage Pro2) automáticas, las cuales registran variables como temperatura, velocidad de viento, presión atmosférica, radiación solar, precipitación, evotranspiración, humedad relativa entre otras. El alcance del proyecto es instalar dichas estaciones en las dos sedes principales de la UIS (Campus Central y Guatiguará) y visualizar en tiempo real las diferentes variables mediante el diseño de una página Web, las variables son registradas en intervalos de 5 minutos, las cuales son procesadas y almacenadas en una base de datos.

El sistema cuenta con dos portales Web de acceso, uno para el público en general el cual muestra las variables más significativas en tiempo real registradas en los sensores de las estaciones, con una interpretación hecha para definir estados del clima. El segundo es un portal meteorológico, para una comunidad más específica, dedicada a estudiantes y miembros del grupo de investigación (GPH), el cual procesa y muestra las variables en forma gráfica en diferentes escalas de tiempo según la elección del usuario. Este portal almacena las variables por medio de una base de datos y tiene la opción de descargar los datos en diferentes escalas de tiempo.

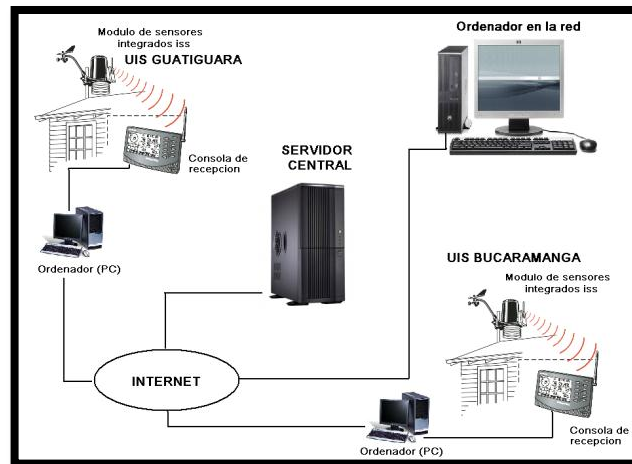
1. GENERALIDADES DEL SISTEMA

El sistema consta de cuatro partes en general, la primera está conformada por hardware, equipos y sensores, los cuales se encargan de medir las diferentes variables meteorológicas como se muestra en la figura No 1 y las otras tres partes están constituidos por software y se encargan de transmitir, procesar y alimentar un portal meteorológico. A continuación se describen cada

Una de las partes del sistema y su respectiva función.

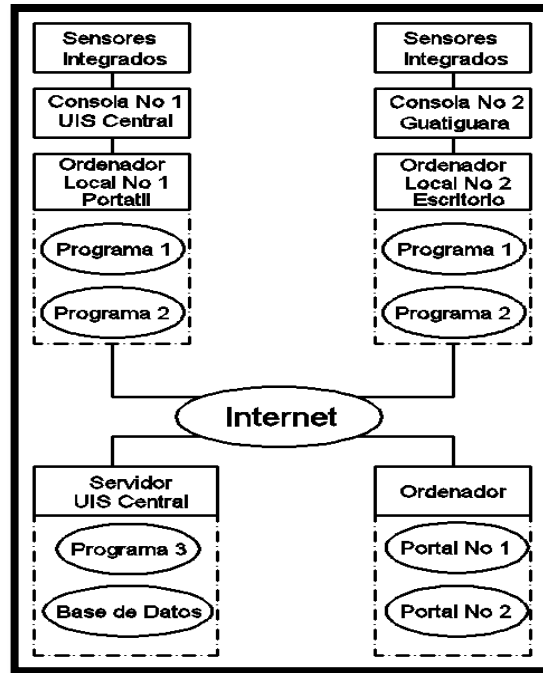
- La primera parte consiste en la estación meteorológica que por medio de una serie de sensores mide las diferentes variables y las envía inalámbricamente a la consola de recepción donde son almacenadas durante un periodo no superior a dos días. Esta consola a su vez las transmite por puerto USB a un ordenador local, que por medio de un Software del mismo fabricante recibe los datos cada 5 minutos y los registra en un documento tipo (txt). Las estaciones meteorológicas se encuentran ubicadas en las terrazas de la Sede Guatiguará y en la Sede Central UIS.
- La segunda parte del sistema, consta de un Software en cada ordenador local que se encarga de transmitir vía internet a un Servidor Central la trama de datos cada 5 minutos, el cual es suministrado por el archivo (txt) anteriormente mencionado.
- La tercera parte del sistema consta de un Software en el Servidor central ubicado en el edificio de laboratorio de Pesados UIS Central (Grupo Calumet), el cual se encarga de reconocer cada una de las tramas de las estaciones y ubicar las variables en una base de datos en dicho servidor.

Figura 1. Diagrama General que muestra las partes que forman el sistema.



- La cuarta parte del sistema consiste en dos portales Web, los cuales tienen la función de procesar y graficar las variables de las base de datos alimentadas por las estaciones meteorológicas. El primer portal suministra los datos en tiempo real reportando el clima y las variables (temperatura, humedad, velocidad del viento, y radiación solar), el segundo portal despliega gráficamente las diferentes variables seleccionadas por los usuarios, a su vez muestra gráficas en diferentes intervalos de tiempo (horas, semanas, días, meses), dicho portal tiene la opción de descargar los datos.

Figura 2. Diagrama de flujo del sistema.



En el diagrama de flujo que se muestra en la figura No 2, divide al sistema en dos partes fundamentales, una parte se compone de hardware y equipos en general, como el servidor, los ordenadores locales, las consolas de recepción y las estaciones meteorológicas, encargados de la medición de las variables, la transmisión de las mismas y el espacio físico de almacenamiento. La segunda parte está compuesta de software, encargado de procesar las variables en las diferentes fases del sistema como se describen a continuación. El programa No 1 es del mismo fabricante de la estación, es el encargado de recibir las variables de la consola y realizar un archivo de texto el cual se actualiza en un periodo de 5 minutos. El programa No 2 fue desarrollado por el grupo GPH en colaboración del grupo CALUMET de la escuela de Ingeniería de SistSistemas, la función del programa es transmitir las variables vía internet desde el ordenador local, al servidor central ubicado en la sede Central UIS. El programa No 3 desarrollado por los grupos anteriormente mencionados, se encarga de recibir las variables de las diferentes estaciones meteorológicas, almacenar en una base de datos cada

cinco minutos y visualizar en páginas Web, a su vez el programa genera copias de seguridad cada tres días para evitar pérdidas de información y acumulación excesiva de variables en el servidor.

1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SISTEMA

Las estaciones meteorológicas se encuentran ubicadas en las sedes principales de la Universidad Industrial de Santander según figura No 3 y 5.

Figura 3. Ubicación espacial de la estación No 1 en el Campus Central UIS Edificio Hidráulica



Fuente: Google Earth.

Figura 4. Estación Meteorológica No 1 ubicada en la Cubierta del laboratorio Hidráulica.



- Estación meteorológica No 1, se encuentra ubicada en la Cubierta del laboratorio como se muestra en la figura No 4, acompañada con un ordenador tipo portátil, los equipos se encuentran en el Laboratorio de Hidráulica Grupo GPH, en la Sede Principal UIS, Bucaramanga Santander Colombia.

Figura 5. Ubicación espacial de la estación No 2 en la sede UIS Guatiguará



Fuente: Google Earth.

Figura 6. Estación Meteorológica No 2 ubicada en la Cubierta del laboratorio Petróleos Guatiguará.



- Estación meteorológica No 2, ubicada en la terraza del Laboratorio de Petróleos en la sede UIS Guatiguará como se muestra figura No 6, está acompañada con un ordenador tipo escritorio y requiere una fuente de energía constante (UPS), para garantizar el buen funcionamiento del sistema por posibles fluctuaciones de energía, los equipos se encuentran en la sede Guatiguará, Piedecuesta Santander Colombia.
- Ubicación del servidor central como se muestra en la figura No 3, se localiza en edificio de Laboratorio de Pesados Grupo CALUMED escuela de Ingeniería de Sistemas, Sede Principal Bucaramanga Santander Colombia.

1.2. VARIABLES MEDIDAS POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (DAVIS VANTAGE PRO2).

La estación meteorológica automática (Davis Vantage Pro2), reporta 32 variables en un archivo (TXT) el cual es actualizado cada 5 minutos o según la

configuración requerida por el usuario, algunas de las variables son calculadas por medio de fórmulas o tablas, alimentadas por una o más variables como se muestra en los anexos, otras son tomadas directamente de los sensores y se describen a continuación.

Variable No 3 (Temperatura ambiente promedio): Registra la temperatura promedio en un periodo de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad puede ser configurada en Centígrados o Fahrenheit (°C o °F). La variable es calculada promediando los valores medidos por el sensor externo obtenido directamente.

Variable No 4 (Temperatura ambiente máxima): Registra la máxima temperatura en un periodo de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad puede ser configurada en Centígrados o Fahrenheit (°C o °F). La variable es tomada del valor máximo obtenido directamente por el sensor.

Variable No 5 (Temperatura ambiente mínima): Registra la mínima temperatura en un periodo de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad puede ser configurada en Centígrados o Fahrenheit (°C o °F). La variable es tomada del valor mínimo obtenido directamente por el sensor.

Variable No 6 (Humedad Relativa): Registra la Humedad relativa promedio en un periodo de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad es el porcentaje (%). La variable es calculada promediando los valores medidos directamente por el sensor externo de la estación.

Variable No 8 (Velocidad del Viento): Registra la velocidad del viento promedio en un periodo de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad puede ser configurada en (Kilometro/Hora o Metros/Segundos). La variable es calculada promediando los valores medidos directamente por el sensor externo.

Variable No 11 (Velocidad del Viento Máxima): Registra la velocidad del viento máxima, la unidad puede ser configurada en (Kilometro/Hora o Metros/Segundos).La variable es tomada del valor máximo obtenido directamente por el sensor.

Variable No 18 (Precipitación acumulada): Registra la precipitación acumulada en un periodo de tiempo, la unidad puede ser configurada en milímetros o pulgadas sobre el intervalo integrado. La variable se calcula sumando las precipitaciones registradas por el balancín en un intervalo de tiempo definido, al terminar dicho periodo el contador regresa a cero y contabiliza la nueva precipitación. Es una variable medida directamente del sensor externo.

Variable No 19 (Intensidad de la Lluvia): Registra la intensidad de lluvia en un periodo de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad se encuentra en milímetros por hora. En condiciones normales, los datos de tasa de lluvia se envían con un intervalo nominal de 10 a 12 segundos. Cada vez que ocurre un pico de lluvia se produce un nuevo valor de la intensidad y se calcula (a partir de los valores del temporizador) y los contadores de tiempo colocan en cero nuevamente. Es una variable medida directamente del sensor externo.

Variable No 20 (Radiación solar): Registra la Radiación solar promedio en un periodo de tiempo. En el sensor externo de la estación, la unidad se encuentra expresada en Watts/m². La variable es calculada promediando los valores medidos por el sensor externo de la estación. Es una variable medida directamente del sensor externo.

Variable No 23 (Radiación Ultravioleta): Registra la Radiación Ultravioleta promedio en un periodo

de tiempo en el sensor externo de la estación, la unidad se encuentra expresada en MEDs e índice UV. Es una variable medida directamente del sensor externo.

La información de la medida de variables y sus respectivos sensores, se obtuvo de las especificaciones técnicas de la estación automática (Davis Vantage Pro2).

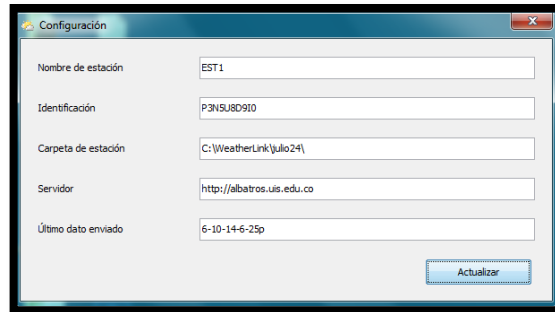
2. METODOLOGÍA Y DESARROLLOS

Para lograr el sistema propuesto se desarrollaron tres tipos de software con la colaboración del grupo CALUMET de la escuela de Ingeniería de Sistemas. El primer programa es portable de tipo escritorio y es instalado en los ordenadores locales, el segundo y tercer programa operan en entorno Web, instalados en el servidor central, los cuales procesan, almacenan y muestran las diferentes variables en las páginas Web anteriormente mencionadas, a continuación se describe su funcionamiento.

2.1 EL SOFTWARE WEATHER.JAR

El Software Weather.jar es un programa desarrollado en la plataforma de java, diseñado por el grupo GPH y el grupo CALUMED de la escuela de Ingeniería de Sistemas, el cual tiene como función realizar la transferencia de datos desde cada uno de los ordenadores (PC) que acompañan la estación meteorológica y el servidor central, que se encuentra ubicado en la escuela de Ingeniería de Sistemas en la sede central de la Universidad Industrial de Santander, dicho programa es instalado en los ordenadores locales, por medio de una aplicación portable de escritorio, y es configurada de la siguiente manera para su respectivo funcionamiento:

Figura 7. Configuración programa Weather.jar

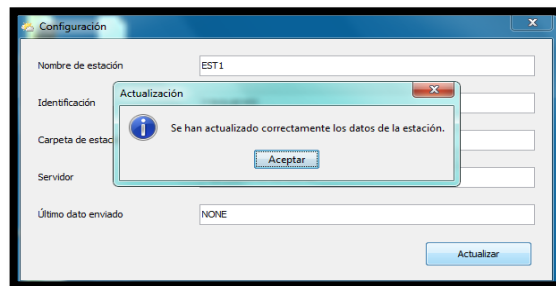


Etiqueta	Valor
Nombre de estación	EST1
Identificación	P3N5U8D9I0
Carpeta de estación	C:\WeatherLink\julo24\
Servidor	http://albatros.uis.edu.co
Último dato enviado	6-10-14-6-25p

- Nombre de la estación: Nombre técnico de la estación, la EST1 corresponde a la estación UIS Central, y la EST2 corresponde a la estación UIS Guatiguará, de esta forma el servidor identificará cuál de las estaciones está enviando datos.
- Identificación: la identificación es una contraseña la cual sirve para que el servidor identifique la autenticidad de las estaciones y poder entablar la comunicación con las mismas, para la estación ubicada en la UIS central la identificación es P3N5U8D9I0, y para la estación ubicada en Guatiguará la identificación es V6Q2M0N6F7.
- Carpeta de estación: La carpeta de estación es la ruta la cual le indica al programa en qué parte se encuentra el archivo (TXT), que contiene las diferentes variables de los sensores de la estación, este archivo es actualizado automáticamente por el programa de la estación meteorológica, y por defecto se llama "download.txt", y se encuentra ubicado en el disco en donde fue ejecutada la aplicación WeatherLink, y la carpeta de nombre de la estación como se configuro por el usuario.
- Servidor: Indica el nombre del servidor donde se envían los datos para su respectivo almacenamiento y procesamiento.

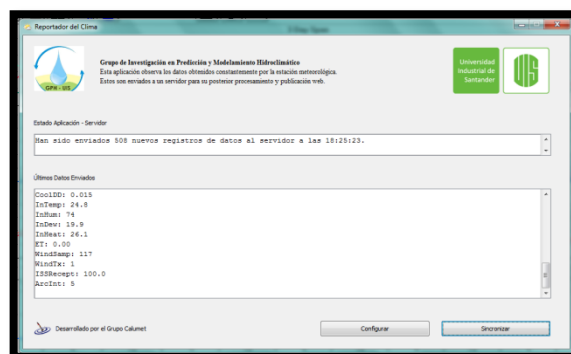
- Último dato enviado: Indica la fecha y la hora cuando fue enviada la última trama de datos, de esta forma el usuario identifica si la estación está sincronizada de manera correcta. Al configurarlo inicialmente como no ha enviado ningún dato en la casilla se le introduce (NONE), y se actualiza tal como se ilustra en la figura No 7 y 8.

Figura 8. Actualización del programa Weather.jar



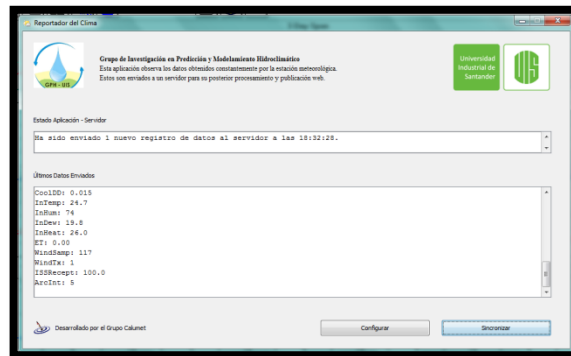
El segundo paso es la sincronización, que se ejecuta automáticamente cada 5 minutos, en donde lee el archivo de texto, revisa cuales registros se han actualizados o no se han enviado, los interpreta y los envía al servidor configurado, luego de ser enviados registra cuántos y en qué tiempo realizó la operación, tal como se ilustra en la figura No 9.

Figura 9. Sincronización del programa Weather.jar



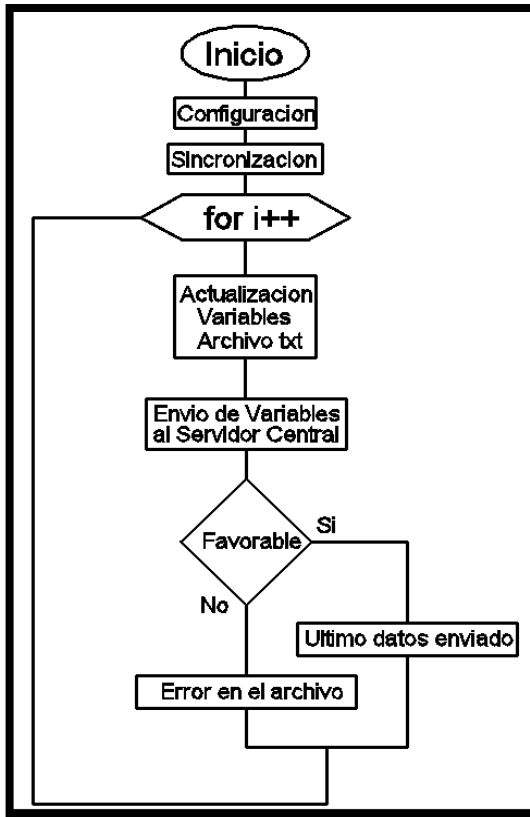
Finalmente el ejecutable se deja activo indefinidamente y automáticamente cada 5 minutos genera una actualización, enviando las últimas variables obtenidas por la estación meteorológica al servidor central figura No 10.

Figura 10. Ejecución modo normal del programa Weather.jar



En la figura No 11, se presenta el diagrama de flujo del programa (Weather.jar) desarrollado para el envío de datos en los ordenadores locales. El software está compuesto de cinco partes, la primera se basa en la configuración anteriormente descrita, la segunda parte corresponde a la sincronización basada en la comunicación inicial con el servidor vía internet, la tercera parte es la actualización de variables encargada de buscar el archivo (txt) que contiene las variables en tiempo real de la estación, la cuarta parte es el envío de variables al servidor central, este envío de variables viene acompañado de una contraseña y el nombre de la estación para su respectivo reconocimiento por el servidor central, la última parte corresponde a la verificación que hace el servidor al recibir las variables, el programa por medio de un contador repite la secuencia cada cinco minutos.

Figura 11. Diagrama de flujo del software Weather.jar



2.2. PÁGINAS WEB COMO PORTALES

Para visualizar los reportes climatológicos de cada una de las estaciones meteorológicas automáticas se crearon dos tipos de portales los cuales describimos a continuación.

2.2.1 Portal dedicado a la comunidad UIS. El primer portal es dedicado a la comunidad UIS, el cual será visualizado en las páginas web de las diferentes escuelas. El portal tendrá como función reportar en tiempo real las variables más representativas del clima, como la humedad relativa, velocidad de viento, radiación ultravioleta, precipitación acumulada de cinco minutos y precipitación acumulada de las últimas tres horas, de esta forma el usuario podrá tener en tiempo real las

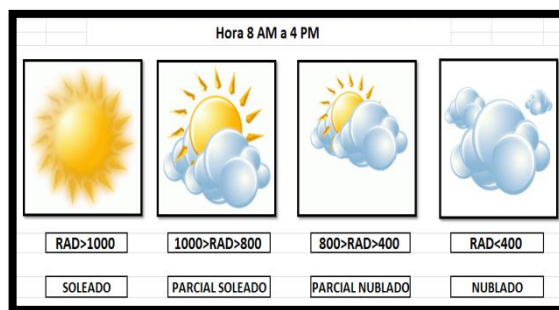
variables climatológicas más significativas para tener una percepción del estado del clima.

El estado del clima se expresa por medio de una serie de imágenes que a través de un algoritmo basado en la radiación solar, la humedad relativa, precipitación y la hora, calcula el estado actual del clima mostrando una imagen diurna o nocturna, con una serie de combinaciones entre climas soleados nubados y precipitaciones.

Se realizaron observaciones que permitieron identificar rangos de horarios y tipos de variables para definir el estado de clima y se definieron los siguientes estados:

- Jornada diurna sin lluvia: La variable predominante es la radiación solar, y podemos describir cuatro tipos de clima como se muestra en la figura No 12, dicha jornada está comprendida de ocho de la mañana a cuatro de la tarde, se descarto los rangos de seis a ocho de la mañana y cuatro a seis de la tarde por la ausencia de radiación solar. La radiación instantánea solar oscila de 1200 a 0 W/m².

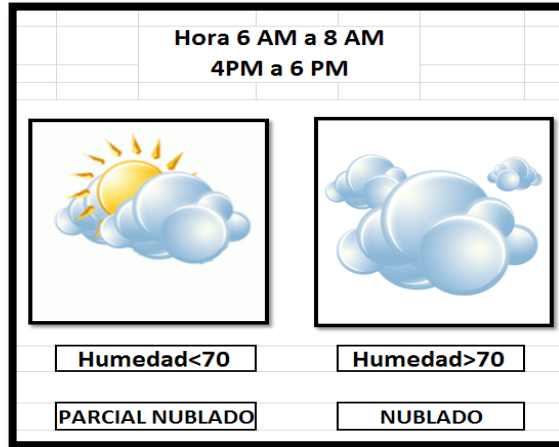
Figura 12. Tipos de clima diurnos sin precipitación de 8 AM a 4 PM.



- Existe un segundo rango de tiempo en el día, comprendido entre 6 a 8 de la mañana y 4 a 6 de la tarde, siendo la variable predominante la humedad

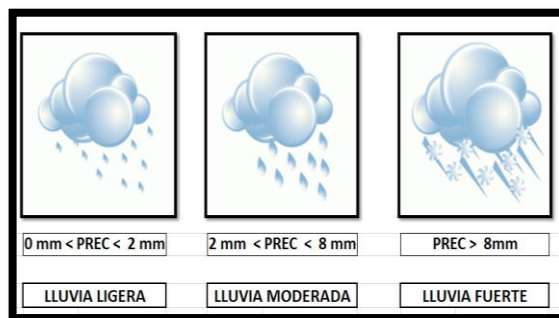
relativa, su rango oscila de 0 a 100 %, describiendo dos tipos de clima según el valor de la humedad, como se muestra en la figura No 13.

Figura 13. Tipos de clima diurnos sin precipitación de 6 a 8 AM y 4 a 6 PM.



- Jornada diurna con lluvia: La variable predominante es la precipitación acumulada cada cinco minutos, para este tipo de clima no existe la diferencia horaria, a continuación se muestra tres tipos de clima con los rangos asumidos y sus respectivas imágenes figura No 14. Estos rangos se asumieron con base a la experiencia de otros grupos (SIATA) y discusiones con expertos.

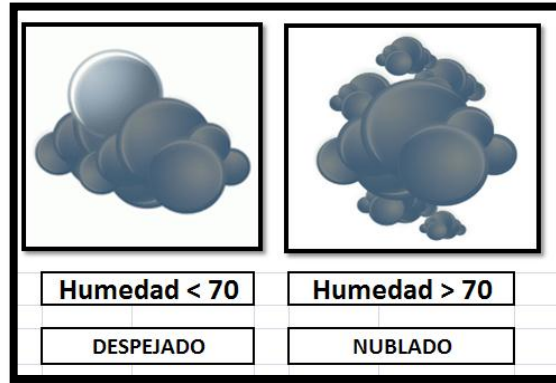
Figura 14. Tipos de clima diurnos con precipitación.



- Jornada nocturna sin lluvia: la jornada está comprendida de seis de la tarde a seis de la mañana, la variable predominante es la humedad relativa, su rango

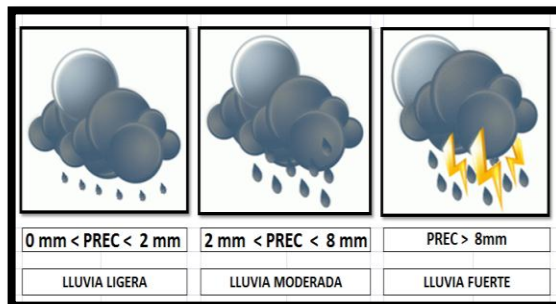
oscila de 0 a 100 %, describiendo dos tipos de clima según el valor de la humedad, como se muestra en la figura No 15.

Figura 15. Tipos de clima nocturno sin precipitación de 6 PM a 6 AM.



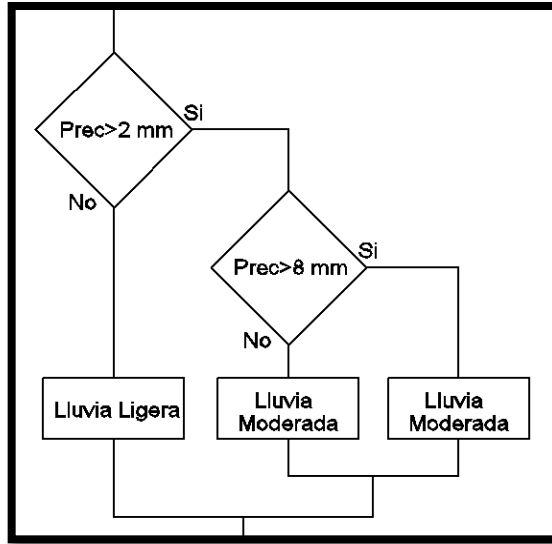
- Jornada nocturna con lluvia: la jornada está comprendida de seis de la tarde a seis de la mañana, la variable predominante es la precipitación acumulada cada cinco minutos, a continuación se muestra tres tipos de clima con los rangos asumidos y sus respectivas imágenes figura No 16.

Figura 16. Tipos de clima nocturno con precipitación.



La figura No 17 indica el diagrama de flujo y los rangos de las precipitaciones según la intensidad de la lluvia, para las precipitaciones diurnas y nocturnas son utilizados diferentes tipos de imágenes tal como se muestran en las figuras No 14 y 16.

Figura 17. Diagrama de flujo para la precipitación.



A continuación se muestra algunas imágenes de los diferentes tipos de climas como se percibe en las Páginas Web de las diferentes escuelas para un público en general, figura No 18 y 19.

Figura 18. Tipos de clima soleado en las respectivas estacione.

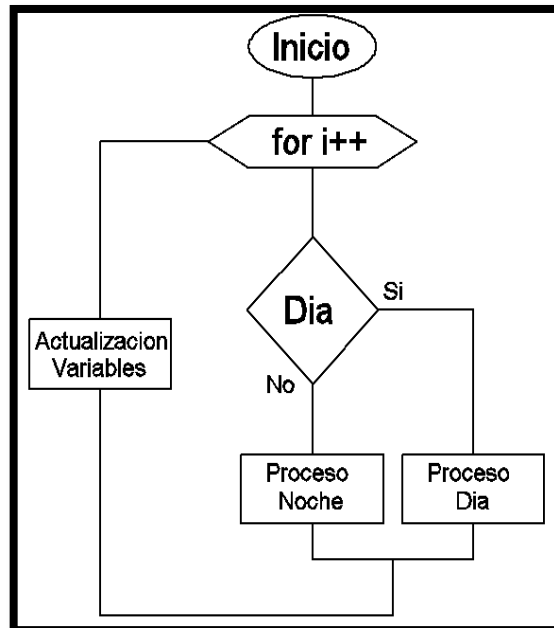


Figura 19. Tipos de clima soleado y nublado en las respectivas estaciones



En la figura No 20 se muestra el diagrama de flujo de la pagina Web para la comunidad UIS, está compuesto de una serie de imágenes que según la hora, la precipitación, y la humedad relativa por medio de un algoritmo, muestra una interpretación de los diferentes tipos de clima en tiempo real.

Figura 20. Diagrama de flujo del Portal comunidad en General.



A continuación se relaciona las diferentes Páginas Web en que será ejecutado el programa para la comunidad de la UIS:

<http://cormoran.uis.edu.co/> Ing. Sistemas

<http://albatros.uis.edu.co/> Ing. Civil

<http://carpintero.uis.edu.co/> Ing. Industrial

<http://mecanicaxserver.uis.edu.co/> Ing. Mecánica

<http://geologia.uis.edu.co/> Geología

2.2.2 Portal dedicado a usuarios específicos. El segundo portal es dedicado a una comunidad más específica, y se visualiza a través de un enlace ubicado en la página de ingeniería Civil (<http://albatros.uis.edu.co/>), ingresando en la pestaña

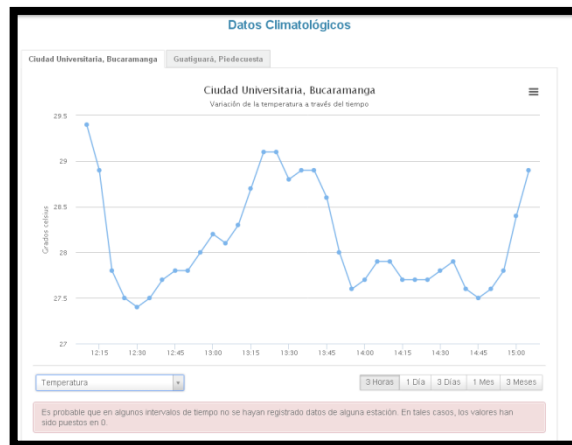
actualidad hay un despliegue llamado información de clima, tal como se indica en la figura No 22.

Figura 21. Ingreso al portal climatológico.



El enlace abre un portal climatológico donde se pueden visualizar las diferentes variables gráficamente y en diferentes series de tiempo, las variables y las series de tiempo son desplegadas por el usuario según la variable a analizar. Las series de tiempo utilizadas son las últimas tres horas, el último día, los últimos tres días, el último mes, y los últimos tres meses, y se encuentran ubicadas en la parte inferior derecha del portal en forma de pestañas como se ilustra en la figura No 22.

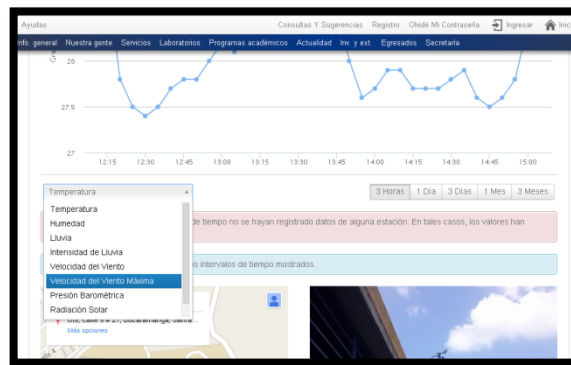
Figura 22. Series de tiempo para gráfica de variables



Las variables que son desplegadas y graficadas se nombran a continuación como se ilustra figura No 23.

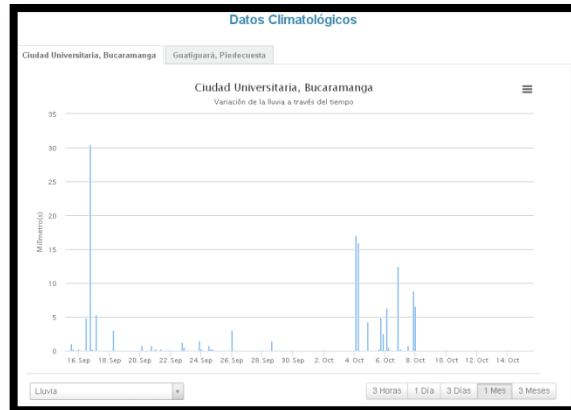
- Temperatura promedio
- Humedad relativa
- Lluvia
- Intensidad de lluvia
- Velocidad de viento promedio
- Velocidad de viento máxima
- Presión barométrica
- Radiación solar

Figura 23. Variables graficadas.



En la figura No 24 muestra los diferentes eventos de la precipitación en el mes de septiembre del 2014.

Figura 24. Eventos de precipitación mensual.



Para este tipo de aplicación el portal es alimentado por la base de datos que contiene todas las variables registradas cada 5 minutos en el servidor, para realizar las gráficas del último mes y la última semana es necesario reducir el número de muestras, por tal motivo la precipitación se realiza con el acumulado de las precipitaciones de cada cinco minutos llegando a un acumulado de cada hora, de esta forma se reduce el número de muestras significativamente. De esta misma forma, se realiza con las demás variables dependiendo de su magnitud, para las variables máximas como temperaturas, velocidades de viento, radiación solar, se escoge el mayor valor de dicho periodo reduciendo el número de muestras, para las variables tipo promedio como temperatura, radiación solar, radiación ultravioleta, se promedia la variable según el periodo de tiempo y así se reducen las muestras.

- Cada tres horas con periodo de muestreo cada cinco minutos: 46 muestras. No es necesario reducir el número de muestras.
- Cada último día con periodo de muestreo cada cinco minutos: 288 muestras. No es necesario reducir el número de muestras.
- Cada última semana con periodo de muestreo cada cinco minutos: 2016 muestras. Se reduce el número de muestras a 168 realizando el periodo de

muestreo cada hora, ya sea acumulando la variable, promediando o con máximos y mínimos.

- Cada último mes con periodo de muestreo cada cinco minutos: 8064 muestras. Se reduce el número de muestras a 672 realizando el periodo de muestreo cada hora, ya sea acumulando la variable, promediando o con máximos y mínimos.

Para la descarga de los datos en el portal, se creó una aplicación de una pestaña en la parte inferior izquierda como se muestra en la figura 25, por medio de dicha pestaña el usuario puede escoger el año y el mes que desea obtener, las variables suministradas por el portal son las variables no procesadas obtenidas directamente de la transmisión de las estaciones automáticas.

Figura 25. Pestaña para la descarga de datos mensuales en el portal Web.



2.3. VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN

2.3.1 Análisis de la precipitación. Para realizar el análisis y revisar la validez de los datos, se seleccionó la información de la precipitación, siendo esta una de las variables más importantes en estudios hidrológicos y sistema de alerta temprana. La información de la precipitación se comparó con la información de dos estaciones meteorológicas del IDEAM. Estas últimas estaciones cuentan con sensores con su respectiva calibración y patronamiento.

La primera estación del IDEAM se encuentra ubicada, en la sede principal de la UIS, en el costado norte de las canchas de futbol a unos 350 metros de la estación No 1 de referencia. La segunda estación se encuentra ubicada en la Granja Piedecuesta a unos 3200 metros de la estación No 2 de referencia. Los meses que se tuvieron acceso a la información de los datos en la estaciones del IDEAM fueron julio y agosto del 2014.

La tabla No 1 muestra el acumulado mensual de la precipitación, número de eventos registrados y diferencia de la precipitación, en las estaciones UIS central y UIS IDEAM, en el mes de julio y agosto del 2014.

Tabla 1. Precipitación Acumulada y No eventos Estación UIS Central y UIS IDEAM en Bucaramanga.

AÑO 2014	UIS		IDEAM		Diferencia de Precipitación %
	Precipitación (mm)	Numero de Eventos	Precipitación (mm)	Numero de Eventos	
JULIO	72.6	10	78	9	6.92
AGOSTO	99.12	15	98.2	13	-1.54

En la Figura No 26 y 27 se puede observar las precipitaciones acumuladas diarias del mes de julio y agosto del 2014, los valores de las precipitaciones se encuentran en los anexos No 1.

Figura 26. Precipitación acumulada diaria Estación UIS IDEAM y UIS GPH Julio 2014.

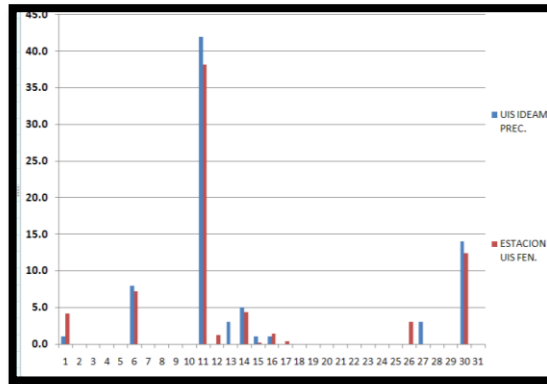
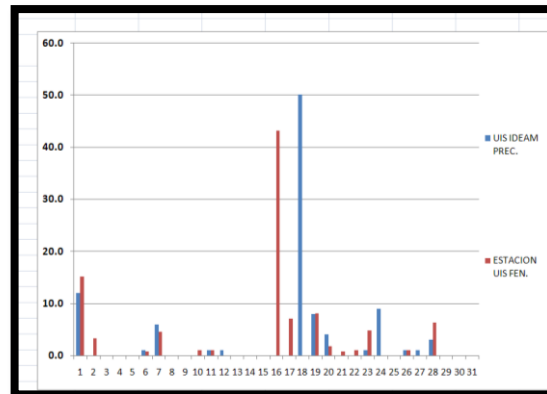


Figura 27. Precipitación acumulada diaria Estación UIS IDEAM y UIS GPH Agosto 2014.



La tabla No 2 muestra el acumulado mensual de la precipitación, número de eventos registrados y diferencia de la precipitación, en las estaciones UIS Guatiguará y Granja Piedecuesta IDEAM, en el mes de junio, julio y agosto del 2014.

Tabla 2. Precipitación Acumulada y No eventos Estación UIS Guatiguara y Granja Piedecuesta IDEAM.

AÑO 2014	UIS Guatiguara		IDEAM Piedecuesta		Diferencia de Precipitación %
	Precipitación (mm)	Numero de Eventos	Precipitación (mm)	Numero de Eventos	
JUNIO	27	16	29.1	16	7.21
JULIO	91.79	13	117.1	16	21.61
AGOSTO	153.53	18	190.9	21	19.57

En la Figura No 28, 29 y 30 se puede observar las precipitaciones acumuladas diarias del mes de junio, julio y agosto del 2014, los valores de las precipitaciones se encuentran en los anexos No 1.

Figura 28. Precipitación acumulada diaria Estación Granja Piedecuesta IDEAM y Guatiguará, Junio 2014.

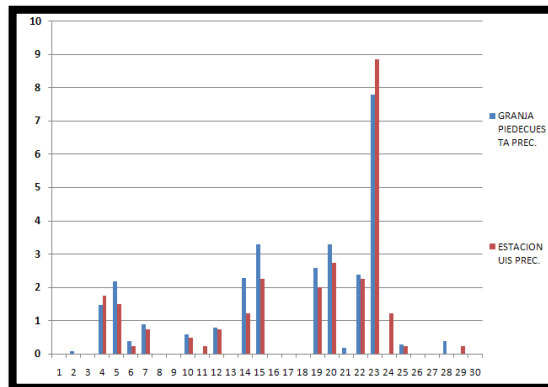


Figura 29. Precipitación acumulada diaria Estación Granja Piedecuesta IDEAM y Guatiguará, Julio 2014.

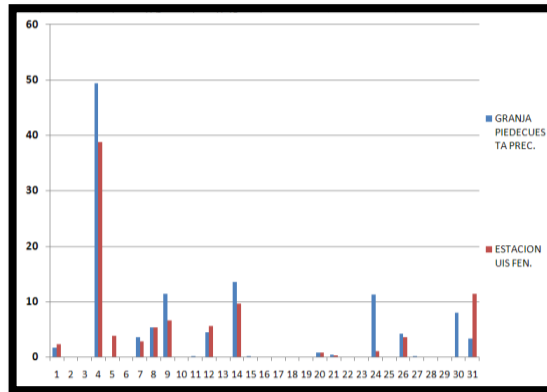
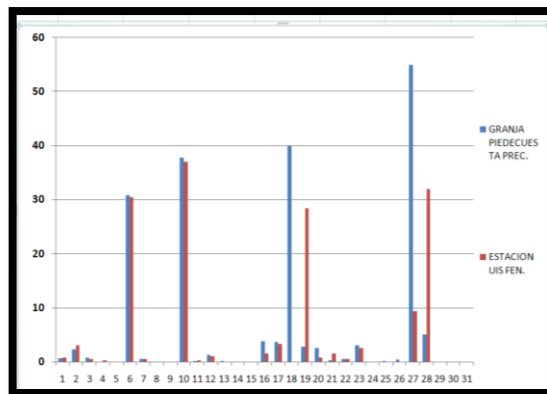


Figura 30. Precipitación acumulada diaria Estación Granja Piedecuesta IDEAM y Guatiguará. Agosto 2014.



Las diferencias observadas por número de eventos registrados y el acumulado de precipitación, pueden ser inducidas por los siguientes tipos de errores.

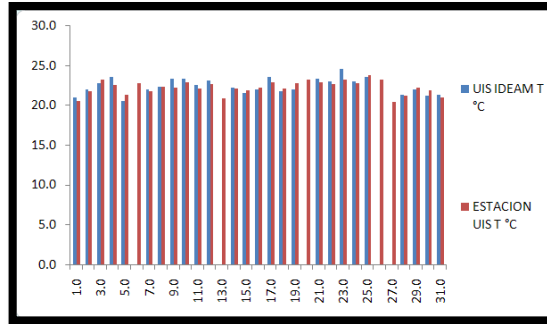
- Distancia entre estaciones: A mayor distancia entre las estaciones, se puede observar que el número de eventos y el acumulado de la precipitación tienen valores de diferencia significativa, el fenómeno puede estar asociado a las áreas cercanas que influyen en la precipitación.

- Tipo de sensor y error humano: Las estaciones meteorológicas del IDEAM cuentan con sensores analógicos, y la recolección de datos se hace de forma manual por medio de un observador humano. En las estaciones de la UIS, los sensores son automáticos y se mide cada 5 minutos. Al recolectarse la información en diferentes intervalos de tiempo se induce errores en el número de eventos registrados, también el observador puede inducir error en la toma de datos.
- La correlación de los eventos está influenciada por el horario de recolección de los datos, al ser de tipo analógica la estación del IDEAM, tiene como horario de recolección 6 AM, mientras que en la estación automática el inicio de la medición es la 00 AM.

2.3.2. Análisis de la temperatura Para la validez de la temperatura se corroboran los datos de la estación No 1 UIS Bucaramanga con la estación UIS IDEAM, ubicada en la parte norte de las canchas de fútbol Campus central UIS, la estación cuenta con un termómetro con resolución de un decimal y lectura manual por medio de observador, la lectura es tomada a las 7 AM. Se realizó la validez de los datos para el mes de julio y agosto de 2014. La estación meteorológica Granja Piedecuesta del IDEAM no cuenta con sensor de temperatura y por lo tanto no se realizó validez a la variable.

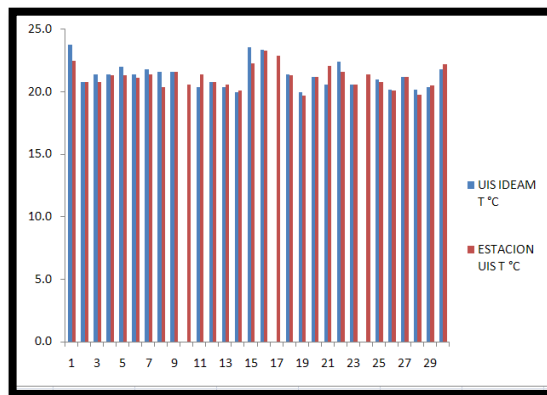
En el mes de julio Figura No 31, se observa una ausencia de cinco datos suministrados por el IDEAM, se hace su respectivo análisis de error, tomando como patrón el sensor de dicha estación. El máximo error calculado es del 5.28% y un error promedio de 1.63%, las tablas se encuentran en los anexos No 2.

Figura 31. Temperatura (°C) Estación UISIDEAM y UIS GPH Julio 2014.



En el mes de agosto Figura No 32, se observa una ausencia de tres datos suministrados por el IDEAM, se hace su respectivo análisis de error, tomando como patrón el sensor de dicha estación. El máximo error calculado es del 5.55% y un error promedio de 1.91%, las tablas se encuentran en los anexos No 2.

Figura 32. Temperatura (°C) Estación UIS CDMB y UIS GPH Agosto 2014.

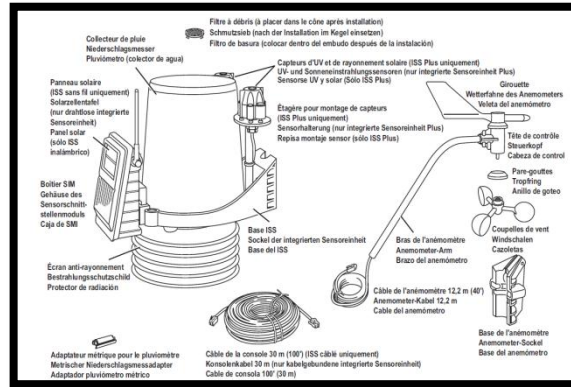


En esta variable la principal fuente de error es la humana, se observa ausencia significativa de datos en cada periodo, y en la lectura de la variable por medio de un observador humano, puede hacerla en tiempos diferentes al establecido y de esta forma aumenta el error.

3. CONJUNTO DE SENSORES INTEGRADO (INTEGRATED SENSOR SUITE - ISS).

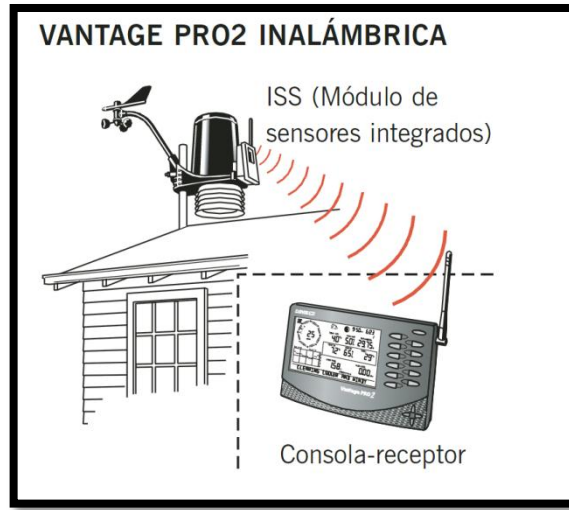
La estación meteorológica (Davis VantagePro2) contiene conjunto de sensores integrado (Integrated Sensor Suite - ISS), el cual consta principalmente de seis sensores que miden las variables directamente del medio y está compuesta de un sensor de temperatura, un colector de lluvia (pluviómetro), un sensor de humedad, un anemómetro, un sensor de radiación solar y uno de radiación ultravioleta (UV), los sensores de temperatura y de humedad están montados en un protector de radiación solar pasivo para reducir el impacto de la radiación solar en las lecturas del sensor.

Figura 33. Conjunto integrado de sensores ISS.



Posteriormente por medio del módulo interfaz de sensores (SIM- Sensor Interface Module) contiene un procesador el cual se encarga de unificar y transmitir las variables inalámbricamente vía microondas a la consola (Weather Envoy), tal como se muestra en la figura No xx. El módulo SIM se encuentra en la parte frontal del protector de radiación solar.

Figura 34. Transmisión de variables a la consola.



Especificaciones técnicas de Conjunto integrado de sensores (ISS)

Sensor de temperatura (Termistor)

L

a Vantage Pro utiliza el sensor de temperatura del ISS para medir la temperatura exterior del aire. Un segundo sensor de temperatura está en la consola y mide la temperatura del aire interior. El sensor de temperatura externo está montado en un protector de radiación solar pasivo para reducir el impacto de la radiación solar en las lecturas del sensor.

Características del Sensor de Temperatura Exterior (sensor ubicado en el ISS)

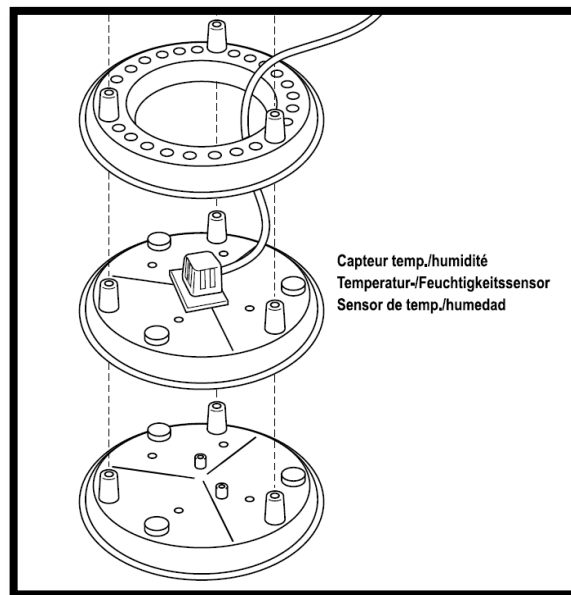
- Resolución y unidades Datos actuales: 0.1°F o 1°F o 0.1°C o 1°C
- Rango -40° a +150°F (-40° a +65°C)
- Precisión $\pm 1^\circ\text{F}$ ($\pm 0.5^\circ\text{C}$) hasta 110°F (43°C), $\pm 2^\circ\text{F}$ ($\pm 1^\circ\text{C}$) por encima de 110°F (43°C)
- Error de radiación inducido +4°F (2°C) a medio día solar (insolación = 10 40 W/m², velocidad del viento (abrigo pasivo) promedio = 2 mph (1 m/s))

- Intervalo de actualización 10 a 12 segundos
- Datos actuales. Valor instantáneo (con calibración)

Características del Sensor Interior en Consola

- Resolución y unidades Datos actuales: 0.1°F o 1°F o 0.1°C o 1°C
- Datos históricos y alarmas: 1°F o 1°C
- Rango +32° a +140°F (0° a +60°C)
- Precisión $\pm 1^\circ\text{F}$ ($\pm 0.5^\circ\text{C}$) hasta 110°F (43°C), $\pm 2^\circ\text{F}$ ($\pm 1^\circ\text{C}$) por encima de 110°F (43°C) Intervalo de actualización 1 minuto

Figura 35. Ubicación del termómetro e higrómetro

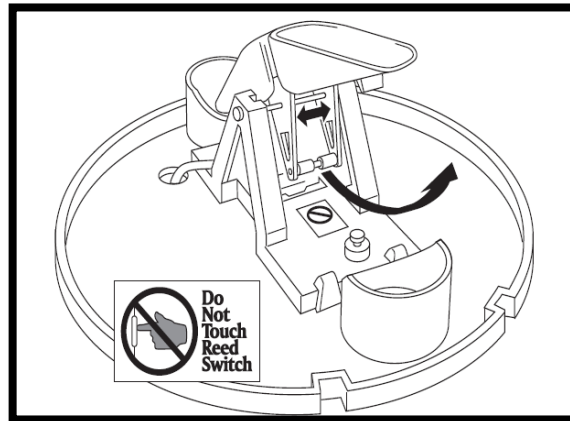


Sensor de Precipitación Pluviómetro (Balancín, 0.2 mm por volcado, área de colección 214 cm²)

- Resolución y unidades 0.01" o 0.25 mm
- Rango de lluvia diaria/tormenta 0 a 99.99" (0 a 9999 mm)
- Rango de lluvia mensual/anual/total 0 a 199.99" (0 a 19999 mm)
- Intensidad de lluvia 0 a 199.99" (0 a 19999 mm)

- Precisión para intensidades de lluvia hasta 2"/h (50 mm/h): $\pm 4\%$ del total o +0.01" (0.25 mm) (0.01" = un volcado del balancín), el mayor valor. Para intensidades de lluvia desde 2"/h (50 mm/h) hasta 4"/h (100 mm/h): $\pm 5\%$ del total o +0.01" (0.25 mm) (0.01" = un volcado del balancín), el mayor valor
- Intervalo de actualización 10 a 12 segundos

Figura 36. Pluviómetro tipo Balancín



Sensor de Humedad Relativa (Higrómetro).

La Vantage Pro utiliza el Higrómetro tipo capacitivo del ISS para medir la humedad relativa exterior. Un segundo sensor está en la consola y mide la humedad relativa donde se encuentra ubicada. El sensor externo está montado en un protector de radiación solar pasivo para reducir el impacto de la radiación solar en las lecturas del sensor, ver figura XX.

Humedad Relativa Exterior (características del sensor ubicado en el ISS)

- Rango 1 a 100% RH
- Precisión $\pm 3\%$ (0 a 90% RH), $\pm 4\%$ (90 a 100% RH)
- Coeficiente de temperatura 0.03% por °F (0.05% por °C), referencia 68°F (20°C)

- Deriva $\pm 0.5\%$ al año
- Intervalo de actualización 50 segundos a 1 minuto
- Datos actuales Valor instantáneo (con calibración).

Humedad Relativa Interior (características del sensor ubicado en consola)

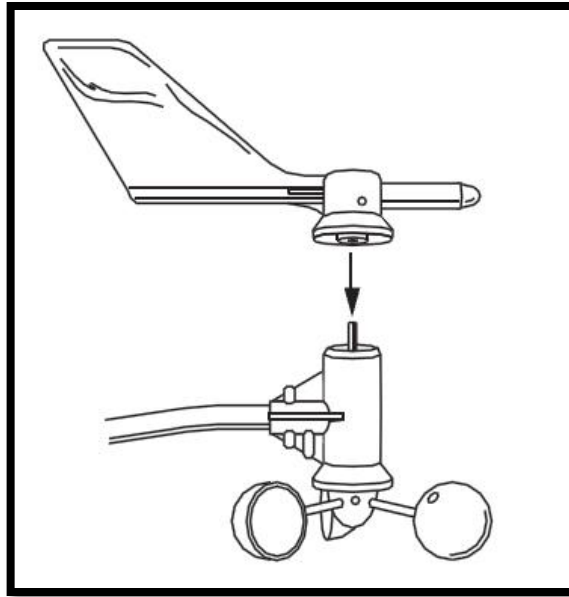
- Rango 10 a 90% RH
- Precisión $\pm 5\%$
- Intervalo de actualización 1 minuto
- Datos actuales valor instantáneo (con calibración)

Sensor de Velocidad del Viento (Anemómetro ubicado en el ISS)

La Vantage Pro utiliza un anemómetro tipo veleta del fabricante Davis Instruments, con tasas que giran a la velocidad del viento y un interruptor magnético para la dirección del Viento, hecho con cuerpo resistente a los rayos Ultravioleta, Tasas en policarbonato.

- Resolución y unidades 1 mph, 1 km/h, 0.1 m/s, o 1 nudo (seleccionable)
- Rango (cazoletas grandes) 2 a 150 mph, 2 a 130 nudos, 1 a 67 m/s, 3 a 241 km/h
- Rango (cazoletas pequeñas) 3 a 175 mph, 3 a 150 nudos, 1.5 a 79 m/s, 5 a 282 km/h
- Intervalo de actualización valor instantáneo: 2.5 a 3 segundos. Promedio en 10-minutos: 1 minuto
- Precisión (cazoletas grandes) ± 2 mph (2 nudos, 3 km/h, 1 m/s) o $\pm 5\%$, el mayor valor
- Precisión (cazoletas pequeñas) ± 3 mph (3 nudos, 5 km/h, 1.5 m/s) o $\pm 5\%$, el mayor valor
- Longitud máxima de cable 165 m

Figura 37. Anemómetro tipo veleta



Sensor de Dirección del Viento (Veleta)

- Resolución en pantalla 16 puntos (22.5°) en la rosa de los vientos, 1° en display numérico
- Precisión $\pm 7^\circ$
- Intervalo de actualización 2.5 a 3 segundos
- Datos actuales Valor instantáneo (con calibración), dominante en 10-min.

Figura 38. De direcciones de Viento.

Dirección viento (cardinales)	Grados (°)	Siglas
Norte	360	N
Norte Nordeste	22,5	NNE
Noreste	45	NE
Norte Noroeste	337,6	NNW
Noroeste	315	NW
Sur	180	S
Sur Sudeste	157	SSE
Sudeste	135	SE
Sur Suroeste	202,5	SSW
Sudoeste	225	SW
Este	90	E
Este Nordeste	67,5	ENE
Este Sudeste	112,5	ESE
Oeste	270	W
Oeste Noroeste	292,5	WNW
Oeste Sudeste	247,5	WSW

Radiación Solar (Piranómetro)

La Vantage Pro utiliza un piranómetro para medir la radiación solar, la marca del fabricante Davis Instruments ver figura XX, el sensor mide la radiación solar en W/m², está formado por un fotodiodo de silicio de alta precisión, ubicado dentro de una carcasa plástica que proporciona un camino a las corrientes de aire para enfriar el interior por convección, minimizando el calentamiento del sensor. El anillo de corte proporciona una excelente respuesta coseno. Cada sensor es calibrado contra un estándar secundario bajo luz natural.

Figura 39. Piranómetro No 6450 Davis Instruments



- Especificaciones técnicas (Piranómetro)
- Resolución y unidades 1 W/m²
- Rango 0 a 1800 W/m²
- Precisión $\pm 5\%$ de la escala total (Referencia: Eppley PSP a 1000 W/m²)
- Deriva Hasta un $\pm 2\%$ al año
- Respuesta en coseno $\pm 3\%$ para ángulos de incidencia entre 0° y 75 °
- Coeficiente de temperatura -0.067% por °F (-0.12% por °C); temperatura de referencia = 77°F (25 °C)
- Intervalo de actualización 50 segundos a 1 minuto (5 minutos en intervalos de oscuridad)

Índice de Radiación UV (Sensor de radiación UV)

La Vantage Pro utiliza un sensor de radiación UV fabricante Davis Instruments ver figura XX, el sensor de radiación UV mide la radiación global, esto es, la suma en el punto de medida de las componentes directa, difusa y reflejada.

Está formado por un fotodiodo semiconductor de alta precisión, ubicado dentro de una carcasa plástica que proporciona un camino a las corrientes de aire para

enfriar el interior por convección, minimizando el calentamiento del sensor. El anillo de corte proporciona una excelente respuesta coseno. Cada sensor es calibrado contra un estándar secundario bajo luz natural.

Figura 40. Sensor Radiación UV No 6490 Davis Instruments



Especificaciones técnicas Sensor Radiación (UV)

- Respuesta espectral: 280 a 360 nm
- Resolución y unidades 0.1, índice UV
- Rango 0 a 16 UV
- Precisión $\pm 5\%$ de la escala total (Referencia: Yankee UVB-1 a índice UV 10)
- Respuesta en coseno $\pm 4\%$ (ángulo de incidencia 0° a 65°); 9% (ángulo de incidencia 65° a 85°)

LA CONSOLA DE RECEPCIÓN

La consola hace parte de la estación meteorológica Vantage Pro del fabricante Davis Instruments, la cual recibe, procesa y muestra una numerosa información sobre el clima y una previsión del clima basada algoritmos. El sistema de consola utilizado en este proyecto es inalámbrico, recibe los datos transmitidos por radio desde el ISS alimentado con energía solar.

Figura 41. Consola Vantage Pro.



Especificaciones técnicas de la Consola

- Temperatura de funcionamiento -10° a $+60^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de visualización 0° a $+60^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de almacenamiento -20° a $+70^{\circ}\text{C}$
- Deriva de corriente (incluye ISS) 0.10 mA (promedio), 15 mA (pico) (más 120 mA con pantalla iluminada) a 4 - 6 VDC
- Adaptador de corriente 5 VDC, 200 mA
- Batería de respaldo 3 pilas C
- Vida de las baterías (sin alimentación AC) 1 mes (aproximadamente)
- Conectores Modular RJ-11
- Material de la carcasa Plástico PVC resistente a los UV
- Pantalla de la consola LCD Transflectiva
- Dimensiones (Consola: largo x ancho x alto; Pantalla: largo x alto) Consola 244 mm x 38 mm x 156 mm
- Pantalla 151 mm x 86 mm
- Peso (con pilas) 0.85 kg

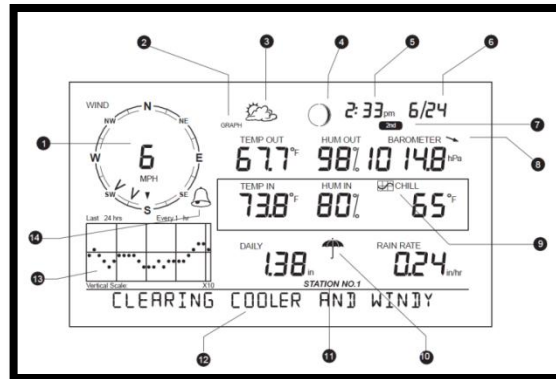
Salida de sensores (mostrados en consola)

- Datos históricos incluye los últimos 24 valores a menos que se indique lo contrario, todos pueden ser borrados y todos los totales reiniciados.
- Datos diarios Incluye la primera hora de ocurrencia de mínimas y máximas, el periodo empieza/termina a las 12:00 AM
- Datos mensuales Periodo empieza/acaba a las 12:00 AM del primer día del mes
- Datos anuales Periodo empieza/acaba a las 12:00 AM del 1 de enero
- Datos actuales Los datos actuales aparecen en la columna más a la derecha del gráfico de la consola y representa el último valor dentro del último periodo del gráfico; los totales pueden ser establecidos o reiniciados
- Intervalo del gráfico 1 min., 10 min., 15 min., 1 hora, 1 día, 1 mes, 1 año (seleccionable, la disponibilidad depende de la variable seleccionada)
- Rango del gráfico 24 Intervalos + intervalo actual (ver intervalo del gráfico para determinar el intervalo de tiempo)
- Escala vertical del gráfico Automática (varía dependiendo del rango de los datos); los valores máximo y mínimo del rango aparecen en el teletipo
- Indicadores de alarma: Las alarmas suenan durante 2 minutos (1 minuto para la alarma de tiempo) si está alimentada por baterías. El mensaje de alarma se muestra en el teletipo mientras el valor esté por encima del umbral. Las alarmas pueden silenciarse (pero no borrarse) pulsando la tecla DONE.

Características de la pantalla.

Mediante el teclado se puede escoger datos actuales e históricos, fijar y borrar alarmas, cambiar los modos de la estación, entrar números de calibración, crear y ver gráficos, seleccionar sensores y leer previsiones.

Figura 42. Pantalla de la consola



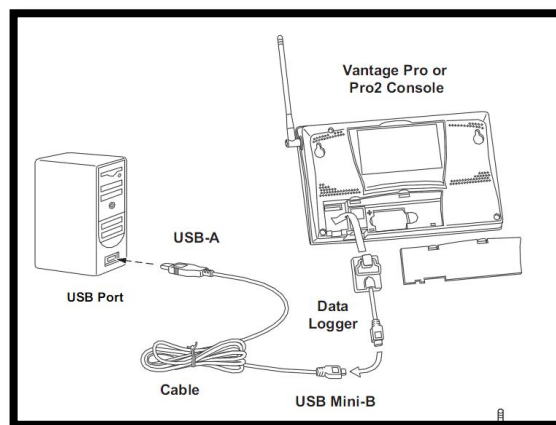
1. Rosa de los vientos
2. Modo grafico y de máximas / mínimas
3. Icono de previsión
4. Indicador de la fase lunar
5. Hora / salida del sol
6. Fecha / puesta del sol
7. Indicador de segunda función
8. Flecha de tendencia barométrica
9. Icono de gráfico
10. Icono de lluvia actual
11. Indicador del número de estación
12. Teletipo
13. Línea de gráfico
14. Icono de alarma

La consola Vantage Pro opera en cinco modos diferentes los cuales se describen a continuación:

- Setup: Utiliza el modo setup para introducir la hora, fecha, números de calibración y otra información que requiera para procesar y visualizar datos del tiempo.
- Datos actuales: Usa este modo para leer información meteorológica actual.
- Máximas y mínimas: Accede al modo de máximas y mínimas de las variables con la tecla Hight/Low.
- Alarma: Fija, borra la configuración de las alarmas en este modo.
- Gráfico: Explora las diferentes graficas de variables de la consola en este modo.

El registrador de datos y software Weatherlink conectan la estación Vantage Pro2 directamente a un ordenador por medio de un cable USB, proporcionando mejor capacidad de monitorización del tiempo y reporte de las diferentes variables. El registrador de datos Weatherlink registra y almacena los datos meteorológicos incluso cuando el ordenador está apagado, el tiempo de acumulación de registro depende del tiempo al cual se están muestreando los sensores. Para la recepción de datos de los diferentes sensores se configura cada 5 minutos el muestreo, de esta forma alimenta el software que se encuentra en el ordenador.

Figura 43. Conexión de la consola con el Ordenador



El software WeatherLink

Por medio del software WeatherLink permite conectar el ordenador a la estación meteorológica para almacenar continuamente los datos y poder ver, graficar, analizar, exportar e imprimir en diferentes series de tiempo. La conexión al ordenador está disponible con dos tipos, USB y Serie, en este proyecto se cuenta con la conexión USB en las dos estaciones. Dicha conexión contiene los siguientes elementos:

- Data Logger con mini-conector USB, el cual se encarga de almacenar datos en una ventana de tiempo reducido, en caso que el ordenador se encuentre apagado o sufra alguna falla.
- Cable conector USB mini-B, el cual conecta la consola con el ordenador.
- Software WeatherLink CD, el cual se encarga de mostrar en el ordenador las diferentes graficas de las variables de la estación.

Barra de herramientas

El software contiene una barra de herramientas, situada en la pantalla principal debajo del menú principal, muestra los iconos que proporcionan acceso rápido a las opciones con más frecuencia utilizadas las cuales enunciamos a continuación nombrándolas de izquierda a derecha según imagen XX.

Figura 44. Barra de herramientas software WeatherLink



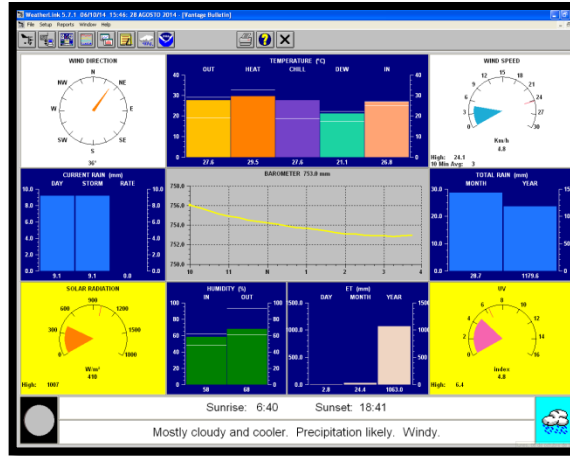
- Abrir estación
- Descargar datos de la consola
- Boletín tipo ventana

- Grafico de bandas
- Grafico de ventana
- Base de datos
- Precipitación anual
- Resumen de mes según la NOAA
- Indicador de Alarmas
- En línea (Modem)
- Imprimir ventana
- Ver ayudas
- Salir del programa

El software cuenta con cuatro tipos de interfaces con las cuales grafica y muestra las diferentes variables, los cuales describimos a continuación.

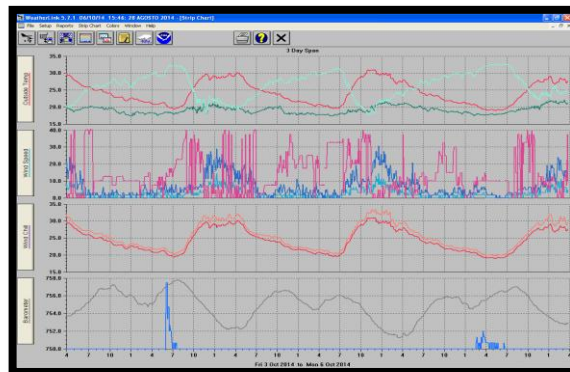
El boletín tipo ventana muestra algunas de las variables adquiridas por los sensores en tiempo real, como la velocidad de viento, radiación solar instantánea, radiación Ultravioleta, dirección de viento, tipos de temperatura, precipitaciones instantáneas y acumuladas, y evo transpiración entre otras. Además de las variables climáticas en el boletín podemos observar pronósticos, horas de amanecer y atardecer, fases de la luna y presión barométrica en las últimas seis horas de lecturas.

Figura 45. Boletín tipo ventana



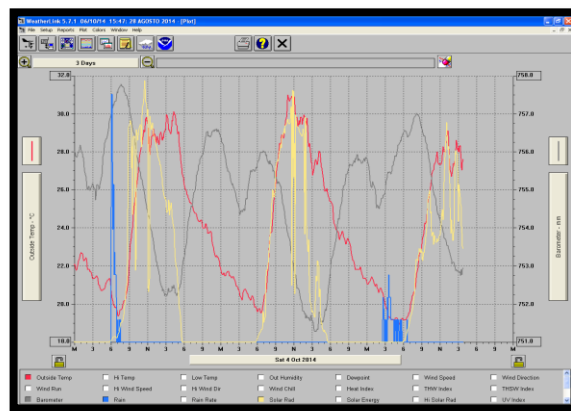
La segunda interfaz está compuesta por cuatro bandas fijas, apiladas una encima de otras cuales muestra las variables de a par, las variables se pueden configurar en tiempo y magnitud según el requerimiento a analizar. A diferencia de la ventana de gráficos, las bandas se pueden configurar para actualizarse en cada intervalo de archivo, lo cual permite ver los cambios en tiempo real que se producen en las condiciones meteorológicas. Cuando se abre la ventana de gráfico de bandas, el software descargará automáticamente los datos. A partir de entonces, mientras el gráfico de banda se encuentre en modo "Actualización Automática", el software descarga y actualiza el gráfico de bandas en cada intervalo de archivo.

Figura 46. interfaz tipo banda.



En la ventana de graficas se puede superponer las diferentes combinaciones de variables según sea el caso a analizar, se puede configurar las tres características básicas como magnitud (las variables meteorológicas), la fecha y el intervalo del gráfico (el periodo de tiempo durante el cual se analice las variables). Desde esta ventana se puede acceder a todas las variables y sus respectivas superposiciones.

Figura 47. Interfaz de Gráficos.



La interfaz de Base de datos le permite ver, editar, imprimir, anotar, y exportar los datos originales recibidos por la estación meteorológica automática, desde el dato más reciente hasta los históricos según el reporte seleccionado. Las variables meteorológicas mostradas en la ventana varían dependiendo del tipo de estación y de los sensores opcionales seleccionados en el cuadro de diálogo Configuración de la Estación.

Figura 48. Base de datos

The image shows a spreadsheet window titled 'WeatherLink 5.7.3 (2010) 10:47:28 BACK2010'. The spreadsheet contains a table of weather data with the following columns: Date, Time, Temp, Hum, Wind, Rain, Solar, and several other weather-related metrics. The data is organized in rows, with the first row highlighted in blue. The table contains multiple rows of data, showing various weather conditions over time.

Date	Time	Temp	Hum	Wind	Rain	Solar	...
10/10/14	10:00	27.4	27.4	27.4	44	20.8	...
10/10/14	10:05	27.4	27.4	27.4	47	20.7	...
10/10/14	10:10	27.3	27.3	27.3	47	20.7	...
10/10/14	10:15	27.3	27.3	27.3	46	20.4	...
10/10/14	10:20	27.3	27.3	27.3	48	20.5	...
10/10/14	10:25	27.3	27.3	27.3	48	21.3	...
10/10/14	10:30	27.4	27.4	27.4	46	20.4	...
10/10/14	10:35	27.4	27.4	27.4	45	20.9	...
10/10/14	10:40	27.4	27.4	27.4	46	21.1	...
10/10/14	10:45	27.4	27.4	27.4	46	21.3	...
10/10/14	10:50	27.4	27.4	27.4	47	21.4	...
10/10/14	10:55	27.4	27.4	27.4	47	21.4	...
10/10/14	11:00	27.4	27.4	27.4	46	21.4	...
10/10/14	11:05	27.4	27.4	27.4	45	21.4	...
10/10/14	11:10	27.4	27.4	27.4	44	21.4	...
10/10/14	11:15	27.4	27.4	27.4	44	21.4	...
10/10/14	11:20	27.4	27.4	27.4	46	21.4	...
10/10/14	11:25	27.4	27.4	27.4	48	21.4	...
10/10/14	11:30	27.3	27.3	27.3	48	21.4	...
10/10/14	11:35	27.3	27.3	27.3	48	21.4	...
10/10/14	11:40	27.3	27.3	27.3	48	21.4	...
10/10/14	11:45	27.3	27.3	27.3	47	21.4	...
10/10/14	11:50	27.3	27.3	27.3	47	21.4	...
10/10/14	11:55	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:00	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:05	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:10	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:15	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:20	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:25	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:30	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:35	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:40	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:45	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:50	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	12:55	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...
10/10/14	13:00	27.3	27.3	27.3	46	21.4	...

4. CONCLUSIONES

Se instalaron dos estaciones automáticas meteorológicas en lugares estratégicos de los Campus Universitarios Bucaramanga y Guatiguará, garantizando una adquisición de variables como precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar entre otras, en forma continua y en tiempo real en los portales Web.

Se cuenta con histórico de las diferentes variables reportadas por las estaciones meteorológicas, en una base de datos, desde el 22 de Noviembre de 2013 a la fecha en la Estación Guatiguará, y desde el 1 de Junio de 2014 a la fecha en la Estación Bucaramanga, las variables de precipitación y temperatura fueron corroboradas con estaciones meteorológicas del IDEAM, obteniendo resultados satisfactorios en los diferentes eventos registrados.

El producto final del proyecto fueron dos aplicaciones Web alimentados por una base de datos en tiempo real. La primera aplicación ayuda a la comunidad UIS a observar el comportamiento del clima y las variables más representativas como son temperatura, humedad

relativa, velocidad de viento, radiación solar. La precipitación se visualiza acumulada en cinco minutos y tres horas. La segunda aplicación tiene como propósito poder observar el comportamiento de las diferentes variables de temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad de viento, en diferentes escalas de tiempo, esta aplicación también permitirá conocer eventos de precipitación. Además se puede realizar la descarga de archivos a la base de datos. El acceso a dichas aplicaciones Web, se puede hacer desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

Al estudiar las diferentes características de la estación meteorológica (Davis Vantage Pro2), se pudo observar que los sensores utilizados para medir precipitación, temperatura son confiables y de buena exactitud según la validación de la información de precipitación diaria y temperatura instantánea, el intervalo de toma de datos de las variables se definió de cinco minutos, con el fin de no saturar la base de datos para su almacenamiento y respectivo despliegue gráfico.

Con el sistema desarrollado, se tendrá la oportunidad de registrar eventos climáticos extremos en tiempo real como precipitaciones, temperaturas, radiación ultravioleta y velocidades de viento, las cuales son de gran utilidad en el diseño de la ingeniería y en otras aplicaciones.

A futuro se busca que por medio de las variables obtenidas en tiempo real, se pueda detectar amenazas por eventos de gran intensidad y duración, de la precipitación, sequias, velocidades de viento entre otras, y a través de la gestión del riesgo poder generar un sistema de alertas tempranas, para advertir de manera oportuna, la probabilidad de ocurrencia de eventos generadores de desastres.

5. RECOMENDACIONES

Adquirir nuevas estaciones meteorológicas e incluirlas en el sistema, con el fin de tener un modelamiento detallado de las diferentes variables meteorológicas en la meseta de Bucaramanga y sus alrededores.

Para su respectivo funcionamiento del sistema, gestionar a personal técnico para posibles inconvenientes en los sensores y equipos asociados al sistema.

Realizar un sistema de alerta temprana para informar a la comunidad de eventos de gran magnitud, los cuales pueden generar inestabilidad en las estructuras en general.

Hacer un programa para el análisis de datos en tiempo real para determinar si los sensores están recolectando información válida sobre los rangos establecidos e informar por medios electrónicos las posibles fallas del sistema.

Hacer mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones instaladas, en periodos no mayores a tres meses verificando los sensores y posibles fallas en los mismos.

Realizar un algoritmo que pueda predecir los diferentes tipos de climas, basados en los historiales de las variables climatológicas anteriormente recolectadas.

Incentivar a la comunidad en general a la utilización del portal como herramienta para la adquisición de variables climatológicas para el desarrollo de futuros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Conjunto de sensores integrado Para las estaciones meteorológicas Vantage Pro2™ y Vantage Pro2™ Plus.

[2] "Federal Standard Algorithms for Automated Weather Observing Systems used for Aviation Purposes". Office of the Federal Coordinator for Meteorological Services and Supporting Research, Washington, DC, 1988

[3] "Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation". World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 6th Ed. 1996.

[4] Manual de la consola Para las estaciones meteorológicas Vantage Pro2™ y Vantage Pro2™ Plus.

[5] "Media Guide to NWS Products and Services", National Weather Service Forecast Office, Monterey, CA, 1995

[6] Quayle, R.G. and Steadman, R.G., 1998: The Steadman Wind Chill: An Improvement over Present Scales. Weather and Forecasting, December 1998.

[7] Sistema de Alerta Temprana- <http://www.siata.gov.co>

[8] "Smithsonian Meteorological Tables". Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 4th Ed. 1968.

[9] Steadman, R.G., 1979: The Assessment of Sultriness, Part I: A Temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science. *Journal of Applied Meteorology*, July 1979

BIBLIOGRAFÍA

Conjunto de sensores integrado Para las estaciones meteorológicas Vantage Pro2™ y Vantage Pro2™ Plus.

Federal Standard Algorithms for Automated Weather Observing Systems used for Aviation Purposes". Office of the Federal Coordinator for Meteorological Services and Supporting Research, Washington, DC, 1988

Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation". World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 6th Ed. 1996.

Manual de la consola Para las estaciones meteorológicas Vantage Pro2™ y Vantage Pro2™ Plus.

Media Guide to NWS Products and Services", National Weather Service Forecast Office, Monterey, CA, 1995

Quayle, R.G. and Steadman, R.G., 1998: The Steadman Wind Chill: An Improvement over Present Scales. Weather and Forecasting, December 1998.

Sistema de Alerta Temprana- <http://www.siata.gov.co>

Smithsonian Meteorological Tables". Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 4th Ed. 1968.

Steadman, R.G., 1979: The Assessment of Sultriness, Part I: A Temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science. *Journal of Applied Meteorology*, July 1979

ANEXOS

Anexo A. Pluviometría estaciones Granja Piedecuesta y Guatiguará

PLUVIOMETRÍA		
JUNIO		
ESTACIÓN	GRANJA PIEDECUESTA	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
1	0	0
2	0.1	0
3	0	0
4	1.5	1.78
5	2.2	1.52
6	0.4	0.25
7	0.9	0.76
8	0	0
9	0	0
10	0.6	0.5
11	0	0.25
12	0.8	0.75
13	0	0
14	2.3	1.25
15	3.3	2.28
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	2.6	2.02
20	3.3	2.75
21	0.2	0
22	2.4	2.27
23	7.8	8.87
24	0	1.25
25	0.3	0.25

PLUVIOMETRÍA		
JUNIO		
ESTACIÓN	GRANJA PIEDECUESTA	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
26	0	0
27	0	0
28	0.4	0
29	0	0.25
30	0	0
31	-	-
TOTAL (mm)	29.1	27

PLUVIOMETRÍA		
JULIO		
ESTACIÓN	GRANJA PIEDECUESTA	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
1	1.6	2.26
2	0	0
3	0	0
4	49.5	38.85
5	0	3.8
6	0	0
7	3.5	2.78
8	5.3	5.32
9	11.4	6.58
10	0	0
11	0.1	0
12	4.4	5.58
13	0	0
14	13.5	9.62
15	0.1	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0

PLUVIOMETRÍA		
JULIO		
ESTACIÓN	GRANJA PIEDECUESTA	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
19	0	0
20	0.7	0.76
21	0.3	0.25
22	0	0
23	0	0
24	11.2	1.02
25	0	0
26	4.2	3.54
27	0.1	0
28	0	0
29	0	0
30	7.9	0
31	3.3	11.43
TOTAL (mm)	117.1	91.79

PLUVIOMETRÍA		
AGOSTO		
ESTACIÓN	GRANJA PIEDECUESTA	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
1	0.6	0.75
2	2.3	3.01
3	0.7	0.5
4	0	0.25
5	0	0
6	30.8	30.45
7	0.5	0.5
8	0	0
9	0	0
10	37.8	37.06
11	0.1	0.25

PLUVIOMETRÍA		
AGOSTO		
ESTACIÓN	GRANJA PIEDRECUESTA	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
12	1.2	1.01
13	0.1	0
14	0	0
15	0	0
16	3.8	1.52
17	3.7	3.26
18	40	0
19	2.7	28.4
20	2.5	0.75
21	0.2	1.5
22	0.5	0.5
23	3	2.5
24	0	0
25	0.1	0
26	0.3	0
27	55	9.34
28	5	31.98
29	0	0
30	0	0
31	0	0
TOTAL (mm)	190.9	153.53

Anexo B. Pluviometría estaciones UIS IDEAM y UIS GPH

PLUVIOMETRÍA		
JULIO		
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
1	1.0	4.2
2	0.0	0
3	0.0	0
4	0.0	0
5	0.0	0
6	8.0	7.2
7	0.0	0
8	0.0	0
9	0.0	0
10	0.0	0
11	42.0	38.2
12	0.0	1.2
13	3.0	0
14	5.0	4.4
15	1.0	0.2
16	1.0	1.4
17	0.0	0.4
18	0.0	0
19	0.0	0
20	0.0	0
21	0.0	0
22	0.0	0
23	0.0	0
24	0.0	0
25	0.0	0
26	0.0	3
27	3.0	0

PLUVIOMETRÍA		
JULIO		
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
28	0.0	0
29	0.0	0
30	14.0	12.4
31	0.0	0
TOTAL (mm)	78	72.6

PLUVIOMETRÍA		
AGOSTO		
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
1	12.0	15.2
2	0.0	3.27
3	0.0	0
4	0.0	0
5	0.0	0
6	1.0	0.76
7	6.0	4.5
8	0.0	0
9	0.0	0
10	0.0	1
11	1.0	1
12	1.0	0
13	0.0	0
14	0.0	0
15	0.0	0
16	0.0	43.17
17	0.0	7.09
18	50.2	0
19	8.0	8.12
20	4.0	1.75

PLUVIOMETRÍA		
AGOSTO		
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS
DÍA	PREC.mm	PREC.mm
21	0.0	0.75
22	0.0	1
23	1.0	4.79
24	9.0	0
25	0.0	0
26	1.0	1
27	1.0	0
28	3.0	6.32
29	0.0	0
30	0.0	0
31	0	0
TOTAL (mm)	98.2	99.72

Anexo C. Temperatura estaciones UIS IDEAM y UIS GPH

Temperatura 07 AM			
JULIO			
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS	ERROR %
DÍA	T °C	T °C	%
1	21.0	20.6	1.9047619
2	22.0	21.8	0.90909091
3	22.8	23.3	-2.19298246
4	23.6	22.6	4.23728814
5	20.6	21.3	-3.39805825
6	-	22.8	SIN REFE
7	22.0	21.8	0.90909091
8	22.4	22.4	0
9	23.4	22.3	4.7008547
10	23.4	22.9	2.13675214
11	22.6	22.1	2.21238938
12	23.2	22.7	2.15517241
13	-	20.9	SIN REFE
14	22.2	22.1	0.45045045
15	21.6	21.9	-1.38888889
16	22.0	22.2	-0.90909091
17	23.6	22.9	2.96610169
18	21.8	22.1	-1.37614679
19	22.0	22.8	-3.63636364
20		23.3	SIN REFE
21	23.4	22.9	2.13675214
22	23.0	22.7	1.30434783
23	24.6	23.3	5.28455285
24	23.0	22.8	0.86956522
25	23.6	23.8	-0.84745763
26	-	23.3	SIN REFE
27	-	20.5	SIN REFE

Temperatura 07 AM			
JULIO			
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS	ERROR %
DÍA	T °C	T °C	%
28	21.4	21.2	0.93457944
29	22.0	22.3	-1.36363636
30	21.2	21.9	-3.30188679
31	21.4	21	1.86915888

Temperatura 07 AM			
AGOSTO			
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS	ERROR %
DÍA	T °C	T °C	%
1	23.8	22.5	5.46218487
2	20.8	20.8	0
3	21.4	20.8	2.80373832
4	21.4	21.3	0.46728972
5	22.0	21.3	3.18181818
6	21.4	21.1	1.40186916
7	21.8	21.4	1.83486239
8	21.6	20.4	5.55555556
9	21.6	21.6	0
10	-	20.6	SIN REFE
11	20.4	21.4	-4.90196078
12	20.8	20.8	0
13	20.4	20.6	-0.98039216
14	20.0	20.1	-0.5
15	23.6	22.3	5.50847458
16	23.4	23.3	0.42735043
17	-	22.9	SIN REFE
18	21.4	21.3	0.46728972
19	20.0	19.7	1.5
20	21.2	21.2	0
21	20.6	22.1	-7.2815534
22	22.4	21.6	3.57142857

Temperatura 07 AM			
AGOSTO			
ESTACIÓN	UIS IDEAM	ESTACIÓN UIS	ERROR %
DÍA	T °C	T °C	%
23	20.6	20.6	0
24	-	21.4	SIN REFE
25	21.0	20.8	0.95238095
26	20.2	20.1	0.4950495
27	21.2	21.2	0
28	20.2	19.8	1.98019802
29	20.4	20.5	-0.49019608
30	21.8	22.2	-1.83486239