

**ESTUDIO PARA LA REUBICACIÓN, INSTALACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y  
VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL USO DE LA ESTACIÓN  
METEOROLÓGICA DE LA UPB**

**XEYLOWM MAYRENNÁ DÍAZ ACEVEDO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO**

**FLORIDABLANCA**

**2014**

**ESTUDIO PARA LA INSTALACIÓN, REUBICACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y  
VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL USO DE LA ESTACIÓN  
METEOROLÓGICA DE LA UPB**

**XEYLOWM MAYRENN A DÍAZ ACEVEDO**  
**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**DIRECTOR**

**M.Sc. JUAN CARLOS FORERO SARMIENTO**

**VISTO BUENO DIRECTOR** \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO**

**FLORIDABLANCA**

**2014**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado principalmente a Dios que por su voluntad ha permitido el desarrollo de mi carrera universitaria y mi crecimiento como persona, a mi madre y a mi hijo que son mi mayor inspiración y motivación, los consejos de ella y su comprensión han hecho que se cumpla todo este objetivo de ser profesional.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco inicialmente a Dios, porque ha guiado mi camino y me ha sabido sacar de todas las dificultades que se me han presentado a lo largo de mi vida y de mi carrera. Así he logrado ser una persona con fuerzas mentales, corporales e intelectuales que me han permitido alcanzar mis objetivos trazados.*

*A mis padres, especialmente a mi madre que ha sido un apoyo incondicional en todo momentos, que ha sabido lo que es dar confianza y recibir confianza, que siempre estuvo ahí para colaborarme, a ella mis mayores agradecimientos y aprecio.*

*A mi hijo que Dios me lo envió finalizando mi carrera para seguir motivando mi vida y mi desempeño como persona.*

*A mis compañeros y profesores, principalmente al ing. Juan Carlos Forero por su paciencia y colaboración.*

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3 ALCANCE .....	14
1.4 OBJETIVOS.....	15
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
MARCO TEÓRICO.....	16
2.0 METEOROLOGÍA.....	16
2.1 RAMAS DE LA METEOROLOGÍA.....	16
2.2 METEOROLOGÍA APLICADA.....	18
2.3 OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA.....	19
2.4 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS .....	19
2.4.1 LA TEMPERATURA.....	20
2.4.2 RADIACIÓN.....	21
2.4.3 HUMEDAD.....	22
2.4.4 PRECIPITACIÓN.....	23
2.4.5 VIENTO.....	27
3.0 ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	30
3.1 TIPOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	31
3.2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMATIZADAS .....	32
3.3 ESTACIÓN DAVI'S VANTAGE PRO 2 .....	34
3.4 SENSORES.....	34
3.4.1 SENSOR PARA MEDIR LA PRECIPITACIÓN .....	35
3.4.2 SENSOR PARA MEDIR DIRECCIÓN E INTENSIDAD DEL VIENTO.....	37

3.4.3 SENSOR PARA MEDIR LA RADIACIÓN SOLAR .....	38
3.4.4 SENSOR PARA LA HUMEDAD RELATIVA .....	40
INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB .....	41
4.0 IMPLEMENTACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB .....	41
4.1 DISEÑO DE LA ESTACIÓN.....	42
4.2 SENSORES INTEGRADOS .....	43
4.3 LA CONSOLA.....	44
4.3.1 FUNCIONES DE LA CONSOLA .....	45
4.3.2 INSTALACIÓN DE LA CONSOLA .....	47
4.3.3 ACTIVACIÓN DE LAS VARIABLES DE TIEMPO.....	48
4.3.4 MODO DE CONFIGURACIÓN DE LA CONSOLA .....	51
5.0 SOFTWARE (WEATHERLINK).....	55
5.1 REQUERIMIENTOS DE LA COMPUTADORA.....	56
5.1.1 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE.....	56
5.1.2 INSTALACIÓN DEL HARDWARE USB.....	57
5.2 FUNCIONES SOFTWARE.....	58
• LA BARRA DE HERRAMIENTAS.....	59
• EL MENÚ ARCHIVO (file):.....	59
• MENÚ DE CONFIGURACIÓN (setup .....	61
• REPORTE (Reports): .....	64
• VENTANA (Window):.....	64
6.0 TRABAJO DE CAMPO .....	66
6.1 INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB .....	66
6.1.1 UBICACIÓN.....	67
6.1.2 PROCESO DE INSTALACIÓN.....	67
6.2 RESULTADOS DE LA ESTACIÓN INSTALADA.....	70
7.0 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES.....	73
8.0 BIBLIOGRAFÍA .....	74

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo hidrológico.....	26
Ilustración 2. Rosa de los vientos .....	27
Ilustración 3. Estación automatizada de la marca Davis modelo Vantage Pro2.....	33
Ilustración 4. Pluviómetro de balancín .....	36
Ilustración 5. Anemómetro/Veleta.....	38
Ilustración 6. Sensor para medir la radiación solar .....	39
Ilustración 7. Protector de radiación solar .....	41
Ilustración 8. Diseño de la estación.....	42
Ilustración 9. Esquema de funcionamiento.....	43
Ilustración 10. Conjunto de sensores integrados .....	44
Ilustración 11. Consola .....	45
Ilustración 12. Consola y funciones.....	45
Ilustración 13. Conexión a la toma corriente.....	48
Ilustración 14. Tecla velocidad del viento .....	49
Ilustración 15. Visualización dirección del viento .....	49
Ilustración 16. Tecla temperatura .....	49
Ilustración 17. Tecla humedad .....	50
Ilustración 18. Tecla de presión barométrica .....	50
Ilustración 19. Radiación solar .....	50
Ilustración 20. Tecla intensidad de la precipitación (lluvia).....	51
Ilustración 21. Pantalla configuración.....	52
Ilustración 22. Configuración numero de estación .....	52
Ilustración 23. Recepción estación .....	53
Ilustración 24. Configuración de hora.....	54
Ilustración 25. Configuración elevación .....	54
Ilustración 26. Configuración longitud y latitud .....	55
Ilustración 27. Datalogger .....	56
Ilustración 28. Instalación del hardware.....	58
Ilustración 29. Weatherlink.....	58
Ilustración 30. Barra de herramientas .....	59
Ilustración 31. Menú archivo .....	59
Ilustración 32. Ventana boletín.....	65
Ilustración 33. Gráfico de bandas .....	66
Ilustración 34. Nueva ubicación de la estación.....	67
Ilustración 35. Sensores de la estación .....	67
Ilustración 36. Anemómetro .....	68
Ilustración 37. Trípode .....	68
Ilustración 38. Formaleta para placa .....	69



Ilustración 39. Detalle de anclaje al tripode.....	69
Ilustración 40. Estación instalada .....	70
Ilustración 41. Consola estación UPB.....	70
Ilustración 42. Análisis gráfico en tiempo real de precipitación.....	71
Ilustración 43. Registro de lluvia .....	71
Ilustración 44. Temperatura web.....	72
Ilustración 45. Temperatura estación .....	72

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** ESTUDIO PARA LA REUBICACION, INSTALACION, PUESTA EN MARCHA Y VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL USO DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB

**AUTOR(ES):** Xeyllowm Mayrenna Diaz Acevedo

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Juan Carlos Forero Srmiento

### **RESUMEN**

La UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA seccional Bucaramanga cuenta con una estación meteorológica DAVIS VANTAGE PRO 2, que inicialmente estaba ubicada en el edificio I y como necesidad del traslado de dicho instrumento se realiza este estudio, en donde se determinará la nueva ubicación y su puesta en marcha. Para este trabajo se debe recopilar información sobre estaciones meteorológicas, sus instrumentos de medida y las variables climatológicas que esta proporciona, además del manejo del software "weatherlink", que es el que arroja los resultados de dichas medidas. El lugar elegido es la parte superior del edificio K, que es el punto construido más alto de la universidad, sin ningún obstáculo alrededor (árboles u otros edificios), proporcionando precisión y confianza a los resultados obtenidos. Dicho traslado requiere una investigación previa, un trabajo de campo y la redacción de todo el procedimiento realizado y específicamente desglosado.

### **PALABRAS CLAVES:**

Estación meteorológica, instrumentos meteorológicos de medida, variables climatológicas, weatherlink

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** STUDY FOR THE RELOCATION, INSTALLATION, COMMISSIONING AND VERIFICATION OF PARAMETERS FOR THE USE OF THE UPB's WEATHER STATION.

**AUTHOR(S):** Xeyllowm Mayrenna Diaz Acevedo

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Juan Carlos Forero Sarmiento

### **ABSTRACT**

The Campus Bucaramanga of the UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA has a DAVIS VANTAGE PRO 2 weather station, this unit was originally located in the building 1 but according to the need to transfer this instrument, this study is conducted, in which its new location and commissioning will be determined. For this work, information about weather stations must be compiled, measuring instruments and weather variables that this unit reports, in addition the use of the software "WeatherLink", which provide the results of the measures. The chosen place is the top of the K building, which is the highest point of the university, without any obstacle around (trees or other buildings), providing precision and confidence to the obtained results. The mentioned transfer requires previous research, fieldwork and writing of all the performed and specifically itemized procedure.

### **KEYWORDS:**

Weather station, weather measure instruments, weather variables, weatherlink

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## 1. INTRODUCCIÓN

El interés por realizar mediciones climáticas desde el punto de vista meteorológico ha surgido desde aproximadamente unos 400 años antes de Cristo, cuando el hombre deja de pensar en el clima como una incertidumbre y logra realizar secuencias que lo llevan a determinar principios básicos que serán de gran aporte a los estudios que se comenzarían a realizar para lograr examinar los cambios atmosféricos bruscos y prevenir a las personas de cierto modo.

Así mismo todos estos saberes van evolucionando y se comienzan a crear instrumentos que colaboran con dichas mediciones, que a hoy no han dejado de evolucionar.

Uno de los instrumentos completos que colaboran con los monitoreos climáticos son las estaciones meteorológicas, que es un conjunto de instrumentos que realizan mediciones de las variables atmosféricas, como la precipitación, la presión, el viento, la radiación, entre muchos otros.

La medición de los parámetros meteorológicos de la Universidad Pontificia Bolivariana está a cargo de una estación ubicada en la parte alta del edificio I, dotada con todos los instrumentos necesarios de estimación de cuantificaciones atmosféricas. Nombrada estación será trasladada al edificio K, donde por su ubicación permite la medición de datos más representativos de la zona, facilitando así el monitoreo constante de los datos arrojados de las condiciones variantes del clima.

La información que da la estación brinda conocimiento de la zona, teniendo ya estudios desde el año 2009 y proyectos realizados anteriormente con dichos datos, muestran la importancia de seguir trabajando por el buen funcionamiento de esta herramienta de medida, no solo como instrumento de investigación sino también como herramienta de alarma.

La estructura de este documento se divide en dos grandes partes, la primera donde se encuentra la parte introductoria y el marco teórico con la fundamentación necesaria para la elaboración del trabajo de campo de la instalación de la estación y la interpretación de los resultados. La segunda gran parte hace referencia a la implementación de la estación en todos sus campos, la instalación, interpretación y manejo del software y la evidencia del trabajo realizado en la universidad con los instrumentos de medida.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con una estación meteorológica ubicada en la parte más alta del bloque I, el objetivo principal de este trabajo es la reubicación de dicha estación, esta vez en el bloque K. No siendo ese el único alcance de este proyecto, se verificarán todos los parámetros de instalación, de ubicación, estado y funcionamiento de los sensores (sensibilidad, variabilidad), se revisará el montaje, y la calibración del elemento.

Para el traslado de la estación se deben tener en cuenta muchos aspectos importantes, uno de estos es el lugar donde debe ubicarse.

Verificación del terreno circundante: debe ser un sector representativo de la zona, no debe estar sobre o cerca a laderas muy inclinadas o expuesta a erosión, no debe estar cerca de plantas de asfalto, pues son focos caloríficos, debe estar alejado de autopistas, calles muy transitadas o vías férreas para evitar vibraciones y preferible circundar el terreno con malla metálica. La distancia del aparato de los obstáculos que lo rodean debe ser como mínimo el doble de la altura que el obstáculo sobresalga sobre el plano horizontal del instrumento más alto. Al estimar la altura de los árboles que puedan estar cercanos debe considerarse la altura que pueden alcanzar los mismos y no la que tengan en el momento de la instalación.

En este caso no hay árboles, pero si otros obstáculos, pues el sitio asignado será la parte superior del bloque K. Este edificio cuenta con 6 niveles lo que facilitará un poco el trabajo de ubicación.

Concomitante de realizará un manual de manejo de la estación, de la verificación de los datos y de los parámetros de traslado de la misma en palabras coloquiales, queriendo así que al ser leído pueda ser comprendido aun por persona que no tengas conocimiento del lenguaje técnico ingenieril.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La estación meteorológica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga es un instrumento que realiza mediciones climáticas en el campus, que son utilizadas con fines informativos e investigativos por docentes y estudiantes.

Anteriormente la estación meteorológica se encontraba ubicada en el edificio I de la universidad, y la finalidad de este trabajo es encontrar el lugar estratégico donde debe ubicarse nuevamente, teniendo como recomendación que se haga cerca o en el edificio k, pues se facilitaría allí la observación por parte del alumnado y la transmisión de la señal que emite la estación se verá menos afectada al estar más cerca al lugar de recepción de la información.

Dicha reubicación requiere un estudio previo, en donde se recolectará la información necesaria para acertar en el lugar a escoger y para cumplir con los parámetros exigidos por los fabricantes y con los requerimientos de la universidad.

## 1.3 ALCANCE

Este proyecto se delimitará al traslado, ubicación, instalación y puesta en marcha de la estación meteorológica de la Universidad Pontificia Bolivariana, complementando dicho trabajo con la elaboración de un manual de la instalación y verificación de datos arrojados por la estación, este redactará en un lenguaje coloquial, facilitando así la comprensión de dicho documento. Dicho manual está

incluido dentro del documento entregable, incluye información sobre la parte física de la estación (sensores, partes y armado), sobre la parte sistemática (software y lectura de datos) y la conceptualización básica para la comprensión de los estudios meteorológicos que permite la estación.

La estación estaba ubicada en la parte superior del bloque I de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga y se reubicará tentativamente en la cubierta del bloque K, o en algún lugar cercano que permita la recepción óptima de los datos emitidos por los sensores.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Reubicación de la estación meteorológica situada en el bloque I de la Universidad Pontificia Bolivariana, que debe ser trasladada a la parte superior del bloque K. Así mismo verificar los parámetros de lectura en el nuevo lugar.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar los parámetros de instalación de la estación meteorológica que será trasladada al bloque K.
- Identificar la ubicación estratégica, cumpliendo todas las condiciones puestas por el fabricante de la estación y demás recomendaciones recopiladas de otros medios.
- Efectuar el montaje de la estación meteorológica
- Comprobar el buen funcionamiento de los sensores, verificando sensibilidad a la medida y las variables en las que realiza la medición.
- Realizar pruebas de chequeo a los parámetros de medida de la estación.
- Desarrollar un manual de manejo, verificación y operación de la estación meteorológica.

## MARCO TEÓRICO

### 2.0 METEOROLOGÍA

La Meteorología es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, los llamados meteoros, estudia también el entorno físico que nos rodea y las variaciones periódicas y no periódicas del medio en que se vive, influenciadas por distintos factores que varían las condiciones del ambiente.

El objetivo general de la meteorología es establecer claridad de cómo fluyen las variaciones del tiempo y el clima que son los factores predominantes, sobre ellos influye la radiación solar, Precipitación, temperatura, viento, humedad, periodos climáticos y demás fenómenos de la Atmósfera.<sup>1</sup>

### 2.1 RAMAS DE LA METEOROLOGÍA

- Meteorología teórica: se ocupa del estudio de los fenómenos meteorológicos a través de teorías científicas.
- Meteorología física: Se interesa en el estudio de las propiedades físicas de la atmósfera.
- Meteorología Dinámica: Estudia la atmósfera desde el punto de vista de las leyes dinámicas que gobiernan los sistemas meteorológicos.
- Meteorología experimental: Estudia los fenómenos y procesos meteorológicos en laboratorios y campos de experimentación.

---

<sup>1</sup> (Jimeno, 2003)



- Meteorología aplicada: En su aplicación a todas las actividades sociales, económicas y, en general, a todas las actividades humanas.
- Meteorología Sinóptica: Se ocupa de los fenómenos atmosféricos sobre la base de análisis de cartas en la que previamente se han asentado observaciones sinópticas con el propósito de hacer un diagnóstico o un pronóstico de condiciones meteorológicas.
- Meteorología Aeronáutica: Estudia el efecto que los fenómenos meteorológicos tienen sobre las aeronaves y todo lo concerniente a la aeronavegación.
- Hidrometeorología: Rama de la Meteorología que se relaciona con Hidrología.
- Meteorología Agrícola (Agrometeorología): Se ocupa del estudio del impacto de los fenómenos meteorológicos sobre todo lo que se relaciona con la agricultura.
- Meteorología Marítima: Que consta a su vez de dos áreas:
  - Meteorología oceánica: Estudia la interacción entre la atmósfera y el mar.
  - Estrictamente Meteorología marítima: Se ocupa de suministrar servicios, desde el punto de vista meteorológico, a todas las actividades marinas.
- Meteorología Medica: Meteorología relacionada con la salud humana.
- Micrometeorología: Estudia las condiciones meteorológicas a pequeña escala. Este tipo de estudio normalmente implica mediciones de parámetros

meteorológicos y estudios cuidadosos de cerca de superficie en períodos cortos de tiempo.

- Mesometeorología: Estudia las condiciones meteorológicas a escala media. El tamaño del área que cubren estos fenómenos es desde algunos km<sup>2</sup> hasta decenas de km<sup>2</sup>.
- Macrometeorología: Estudia las condiciones meteorológicas a gran escala. El área que ocupan estos fenómenos meteorológicos se relaciona con amplias regiones geográficas, tales como parte de un continente, un continente completo o, incluso, el planeta entero.<sup>2</sup>

## 2.2 METEOROLOGÍA APLICADA

La meteorología aplicada tiene por objeto acopiar constantemente un máximo de datos sobre el estado de la atmósfera y, a la luz de los conocimientos y leyes de la meteorología teórica, analizarlos, interpretarlos y obtener deducciones prácticas, especialmente para prever el tiempo con la máxima antelación. Como la atmósfera es una inmensa masa gaseosa sujeta a variaciones constantes, que la mayoría de las veces se producen en el ámbito regional, su estado en un momento dado sólo puede ser conocido si se dispone de una red suficientemente densa de puestos de observación o estaciones meteorológicas, distribuidas por todas las regiones del globo, que a horas fijas efectúan las mismas mediciones (temperatura, presión, humedad, viento, precipitaciones, nubosidad, etc.) y transmiten los resultados a los centros encargados de utilizarlos.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> (hidrologia, 2008)

<sup>3</sup> (villalta cruz higinio, 2013)

### 2.3 OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA

Para poder llegar al conocimiento de cualquier fenómeno natural es preciso una observación profunda del mismo. Hay observaciones con instrumentos y observaciones sin instrumentos. En Las observaciones que no requieren instrumentos se encuentra la fenología, considerada como una parte de la meteorología que trata de la influencia del clima en la floración y foliación de las plantas. Para las observaciones con instrumentos existen elementos especiales que ayudan no solo a observar sino también a medir los fenómenos atmosféricos.

Las observaciones deben hacerse, invariablemente, a las horas preestablecidas y su ejecución tiene que efectuarse empleando el menor tiempo posible. Es de capital importancia que el observador preste preferente atención a estas dos indicaciones, dado que la falta de cumplimiento de las mismas da lugar, por la continua variación de los elementos que se están midiendo u observando, a la obtención de datos que, por ser tomados a distintas horas o por haberse demorado demasiado en efectuarlos, no sean sincrónicas con observaciones tomadas en otros lugares. La veracidad y exactitud de las observaciones es imprescindible, ya que de no darse esas condiciones se lesionan los intereses, no solo de la meteorología, sino de todas las actividades humanas que se sirven de ella. En este sentido, la responsabilidad del observador es mayor de lo que generalmente él mismo supone.

### 2.4 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

Para estudiar la atmósfera nos valemos de lo que se conoce como elemento meteorológico y que se definen como aquella variable atmosférica o fenómeno (temperatura del aire, presión, viento, humedad, tormentas, nieblas, ciclones o anticiclones, etc.) Que caracteriza el estado del tiempo en un lugar específico y en un tiempo dado.

## 2.4.1 LA TEMPERATURA

Es de todo conocido que la temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: sabemos que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra. <sup>4</sup>

Formalmente, la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura.

### VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA

La temperatura depende fundamentalmente de tres factores: longitud, latitud y altitud.

De la latitud, debido a que como la inclinación de los rayos solares aumenta con ella, la temperatura disminuye desde el ecuador a los polos.

De la longitud, pues aunque la inclinación es la misma para todos los puntos de una misma latitud, la distribución En las tierras y los mares, las diferentes características del terreno y las corrientes oceánicas dan lugar a importantes variaciones.

De la altitud, es bien sabido que la temperatura disminuye con la altura.

### ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos: Celsius (°C) y

---

<sup>4</sup> (Jimeno, 2003)

Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ) o absoluta. La escala Celsius es la más difundida en el mundo y se la emplea para mediciones de rutina, en superficie y en altura.

#### 2.4.2 RADIACIÓN

La radiación es la emisión de ondas de energía electromagnética de cuerpos en cualquier estado físico, a la vez que dicha energía también se transfiere de unos cuerpos a otros. Así como está estipulado en la ley de la conservación de la energía, la energía de radiación térmica se origina a expensas de otras formas de energía ya sea calor, electricidad, procesos químicos etc. La radiación térmica puede ser emitida o absorbida por cualquier cuerpo a diferentes longitudes de onda que dependen de la naturaleza de cada cuerpo.

#### LEYES FUNDAMENTALES

- Ley de Kirchoff: “todo cuerpo a la misma temperatura absorbe exactamente la misma clase de rayos que emite”
- Ley de Planck: esta ley expresa la distribución de energía en el espectro de emisión de un cuerpo negro.
- Ley de Wien: Toma como base las ideas de Planck. “la energía emitida por un cuerpo negro a una cierta temperatura alcanza su máxima intensidad a cierta onda”. Cuanta más alta es la temperatura del cuerpo negro, más pequeña es la longitud de onda que corresponde a la máxima intensidad de radiación y mayor es la propia intensidad máxima.

#### RADIACIÓN SOLAR

La principal fuente de energía de la tierra es el sol, cuya estructura es muy compleja, su núcleo alcanza una temperatura de 15 millones  $^{\circ}\text{K}$ . Así emite grandes cantidades de energía desde el centro a la periferia de donde se

encuentra. Cuando la temperatura está en la superficie disminuye drásticamente, pero a medida que se aleja no sigue disminuyendo, la temperatura vuelve a subir formando la corona solar.

La tierra que se encuentra a 150 millones de Km recibe la vital energía que envía la radiación solar. Los procesos biológicos no serían posibles en la radiación solar, y por medio de la fotosíntesis las plantas asimilan aproximadamente el 3% de la radiación solar. Por otro lado el diferente calentamiento unido a mecanismos muy complejos da lugar a la circulación general de la atmósfera, formación de vientos, borrascas, precipitaciones y la variedad de climas en la tierra.

#### 2.4.3 HUMEDAD

La atmósfera que rodea a la tierra tiene algo particular, el vapor de agua, en cantidades pequeñas pues es escaso, ligero e invisible mientras se mantiene en forma gaseosa, pero es capaz de matizar la luz al refractarla y añadir brillantes colores evitando el cegador resplandor blanco que llegaría a la tierra en su ausencia, además si no existiera no habría crepúsculo y el cambio del día a la noche se produciría bruscamente y sin transición. Es sentido común que si no existiera el vapor de agua en la tierra no habría nubes ni precipitaciones, y al no llegar la humedad al suelo la supervivencia sería imposible.

El vapor de agua en sus diversos estados no es uniforme en toda la tierra pues se ve afectado por la radiación y otros factores como la temperatura y el viento, de ahí depende la variedad climática.

- Humedad absoluta: es el número de gramos de vapor contenidos en la unidad de volumen, según sea conveniente se expresa en  $\text{gramos/m}^3$  o  $\text{gramos/cm}^3$ .
- Humedad específica: es la masa de vapor contenida en la unidad de masa de aire húmedo. Su unidad de medida es  $\text{gramos/Kg}$  de aire húmedo.
- Humedad relativa: es la distancia a la que se encuentra una masa de aire de la saturación, y es medida en porcentaje.

## VARIACIÓN DE LA HUMEDAD CON LA ALTURA

El vapor de agua que llega a la atmosfera no procede del exterior sino exclusivamente de la superficie del planeta, ya sea de la evaporación de los mares, lagos y ríos o de la vegetación. El vapor de agua al ser más ligero que el aire asciende pero no aumenta con la altura, sino que por lo contrario disminuye, debido a la disminución de la temperatura. Debido a que esta disminuye con la altura. Así el vapor de agua sube y se forman las nubes que posteriormente se convertirán en precipitación.

## EVAPORACIÓN

Es el proceso por el cual el agua líquida situada en la superficie de la tierra es transferida a la atmosfera en forma de vapor, este fluye principalmente de los océanos, mares y en menor escala de los lagos, ríos, superficies nevadas y vegetación. Estando ya en la atmosfera este vapor se verifica en las nubes que causara retorno al atierra en forma de precipitación.

La evaporación es enorme en todo el globo y a aunque no se puede evaluar con exactitud parece ser del orden de 4000 billones de toneladas de agua evaporada por año.<sup>5</sup> El agua evaporada tiene como unidad de medición mm o cm de espesor.

### 2.4.4 PRECIPITACIÓN

La precipitación es la caída de agua (hidrometeoros) en forma líquida o sólida de las nubes que llegan a la superficie terrestre a cumplir un ciclo vital para la vida en el planeta. Para la formación de las nubes es preciso que haya en la atmosfera vapor agua que se someterá a condensación y congelación.

Cuando se presenta en estado líquido se expresa en milímetros (mm) (unidades de volumen) que hace referencia a la cantidad de lluvia que cae sobre una

---

<sup>5</sup> (Jimeno, 2003)

superficie de  $1\text{m}^2$  y la altura de dicha cantidad de agua s medida en mm; la precipitación también puede ser medida en litros por metro cuadrado ( $\text{L}/\text{m}^2$ ).

## TIPOS DE PRECIPITACIÓN

- Llovizna

Es una precipitación procedente de las nubes de las nubes bajas estratificadas o de la niebla. Está constituida por gotas diminutas cuyo diámetro apenas supera los 0,5mm.

- Lluvia

Es una precipitación líquida donde el tamaño de las gotas es superior a 0,5mm y hasta de 3 a 6mm. Procede de espesas nubes que cubren el cielo.

- Chubascos

Proceden de nubes convectivas de desarrollo vertical que a veces ocasionan tormentas. Las gotas son grandes.

- Granizo

Cuando en las nubes tormentosas las gotas de agua son arrastradas hacia arriba por fuertes corrientes verticales se hielan aumentando el tamaño hasta que caen por gravedad.

- Nieve

Es una precipitación de agua sólida cristalizada en forma de estrellas hexagonales y mezcladas a veces con cristales de hielo.

- Cristales de hielo

Caen en zonas donde se presenta temporada de invierno desde las nubes en masas de aire continental.



- Granos de hielo

Estos granos tienen un diámetro entre 1 y 4 mm, son bastante transparentes y rebotan contra el suelo.

- Virgas

A veces las nubes convectivas son muy calientes y la precipitación que ocasionan se evapora antes de llegar a suelo.

## CICLO HIDROLÓGICO

Es un proceso complejo. El sol calienta la superficie terrestre y evapora principalmente los océanos, ríos etc. El vapor asciende, se enfría, se condensa y se forman las nubosidades y así posteriormente cae a la tierra en forma de gotas por efecto de la gravedad.<sup>6</sup> Una parte cae sobre el agua y la otra parte sobre la tierra, esta queda temporalmente en el terreno y sobre la vegetación haciendo parte del proceso fundamental de las plantas y así vuelve a la atmósfera por medio de la transpiración, la otra parte del agua sigue su rumbo por escorrentía, deslizándose por la superficie volviendo a llegar a los afluentes hídricos. Por último una gran parte de la precipitación se infiltra en el suelo.

---

<sup>6</sup> (Galvez, 2011)

Ilustración 1. Ciclo hidrológico



Fuente: (Galvez, 2011)

## INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

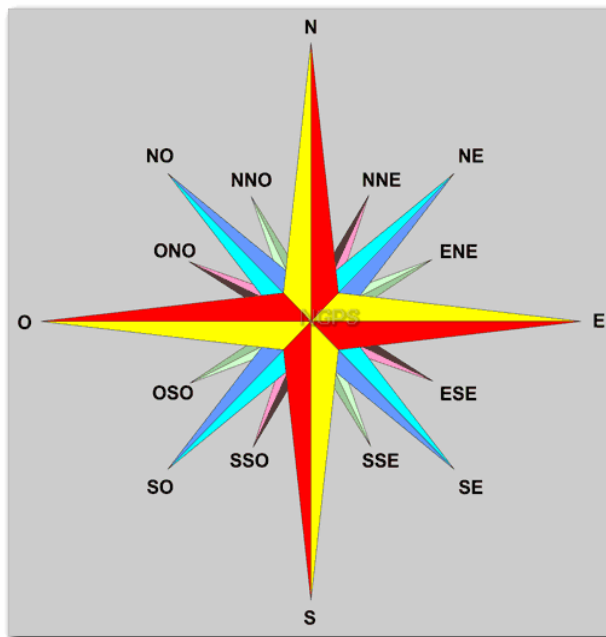
Es un hecho experimental que en general cuanto mayor es la intensidad de la lluvia, menos dura es. Las lluvias torrenciales caen sobre áreas relativamente pequeñas y en general, vienen acompañadas por vientos fuertes.

#### 2.4.5 VIENTO

Es definido como el aire atmosférico puesto en movimiento por causas de la naturaleza, generalmente su movimiento se presenta de forma horizontal, ya que los movimientos verticales son encontrados en pequeñas partes y en comparación a los horizontales estos son despreciables. Aunque hay que tener en cuenta que esta dirección que se determina del viento es de donde viene no hacia donde se dirige. Así como lo expresa la ilustración 2. La fuerza que el aire ejerce sobre los elementos se llama fuerza del viento. Cada partícula posee una velocidad determinada por el espacio recorrido por unidad de tiempo. La unidad de medida internacional para medir la velocidad del viento es los Km/h.

También existe otra unidad conocida como nudos (millas náuticas/h), unidad muy utilizada por los ingleses. Un nudo equivale a: 1 nudo = 1 milla náutica/h = 1,852 Km/h. Para medir la dirección se hace en grados y según los puntos cardinales, norte, sur, este y oeste.

Ilustración 2. Rosa de los vientos



Fuente: <http://www.imagui.com/a/la-rosa-de-viento-TEXGke6o5> 27/06/2014

## FUERZAS QUE OCASIONAN EL VIENTO

Una de las hipótesis de Newton en las que se fundamenta la física clásica es la inercia “todo cuerpo continua en estado de reposo o de movimiento uniforme y rectilíneo a menos que sea impelido a cambiar dicho estado por fuerzas ejercidas sobre el”

Las fuerzas que actúan sobre una partícula de aire y la obligan a moverse son las siguientes

- El gradiente horizontal de presión
- La fuerza de Coriolis
- La fuerza centrífuga
- La fuerza de rozamiento

El movimiento de las partículas también puede ser alterado por movimientos comunes locales, dependiente de las características geográficas del lugar y de obstáculos naturales.<sup>7</sup>

## VIENTOS REGIONALES O CONTINENTALES

Estos cambian de dirección con el paso de los días o con el cambio de estaciones. Se pueden clasificar en 4 grupos:

- Brisas: este tipo cambia de dirección entre el día y la noche. Este aspecto puede ser crítico a la hora de montar el sensor.
- Monzones: vientos que soplan del Asia meridional. Es un viento periódico en el Océano Índico y el sur de Asia.
- Ciclones: un ciclón es una gran columna de aire coronada por una gran cantidad de nubes, viento y precipitación. Causan mal tiempo. Es un área

---

<sup>7</sup> (Jimeno, 2003)

de baja presión. Se caracterizan por ser húmedos, cálidos y ascendentes.

- Anticiclones: son áreas de alta presión caracterizados por ser secos, fríos y descendentes. Estos causan buen tiempo

## VIENTOS LOCALES

La orientación y distribución de los sistemas montañosos, a veces irregulares y complicados y las alteraciones de los sistemas de presión introducen importantes modificaciones tanto en la dirección como en la intensidad del viento, independientemente de las fuerzas fundamentales que acabamos de reseñar, dando lugar a los vientos locales.

### 2.4.6 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada *presión atmosférica*, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal ( $1 \text{ Pascal} = 1 \text{ N/m}^2$ ).

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontremos, la cantidad de aire por encima de nosotros será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí. El siguiente gráfico muestra los valores promedio de la presión atmosférica en función de la altitud. En él puede apreciarse cómo la presión atmosférica desciende con la altura, mostrando un decrecimiento aproximadamente exponencial.

Pero la presión atmosférica, además de la altitud, depende de muchas otras variables. La situación geográfica, la temperatura, la humedad y las condiciones meteorológicas son sus principales condicionantes. Precisamente la relación que existe entre la presión atmosférica y el tiempo en un lugar hace de ésta una variable fundamental.

Existen muy diversas unidades de medida de la presión atmosférica. Las más comunes son: atmósferas, mm de mercurio, pascales, hectopascales y milibares. La conversión entre unas y otras puede realizarse teniendo en cuenta que: 1 atmósfera = 760 mmHg = 101300 N/m<sup>2</sup> (o Pa)= 1013 mb (o hPa).

### 3.0 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

La necesidad de cuantificar cada una de las variables que gobiernan el Ciclo Hidrológico, nos plantea el reto de registrar su variabilidad en el tiempo y espacio, para lo cual se recurren a equipos e instrumentos (convencionales y automáticos)

Las observaciones se realizan en lugares establecidos, donde es necesario contar con datos meteorológicos para una o varias finalidades, ya sea en tiempo real, en tiempo diferidos o ambos. Estos lugares deben reunir determinadas condiciones técnicas normalizadas y se los denomina "estaciones meteorológicas".<sup>8</sup>

Una Estación Meteorológica también es la instalación de dispositivos que captan los distintos cambios del medio ambiente, está destinada a medir, registrar y enviar con regularidad los datos censados a servidor de base de datos. Las bases de datos generados por estos equipos se utilizan para hacer estudios climáticos así como para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos.

Una estación está equipada con los principales instrumentos de medición, entre los que se encuentran los siguientes:

---

<sup>8</sup> (hidrologia, 2008)

- Anemómetro
- Veleta
- Barómetro
- Higrómetro
- Pirómetro
- Pluviómetro
- Termómetro

### 3.1 TIPOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

A continuación se detalla una clasificación de las características más destacadas de las estaciones meteorológica.

- Estación pluviométrica: es la estación meteorológica que tiene un pluviómetro o recipiente que permite medir la cantidad de lluvia caída entre dos mediciones realizadas consecutivas.
- Estación pluviográfica: es cuando la estación meteorológica puede realizar de forma continua y mecánica un registro de las precipitaciones, por lo que nos permite conocer la cantidad, intensidad, duración y período en que ha ocurrido la lluvia.
- Estación climatológica principal: es aquella estación meteorológica que esta provista para realizar observaciones del tiempo atmosférico actual, cantidad, visibilidad, precipitaciones, temperatura del aire, humedad, viento, radiación solar, evaporación y otros fenómenos especiales. Normalmente se realizan unas tres mediciones diarias.

- Estación climatológica ordinaria: esta estación meteorológica tiene que estar provista obligatoriamente de psicrómetro, de un pluviómetro y un pluviógrafo, para así poder medir las precipitaciones y la temperatura de manera instantánea.
- Estación sinóptica principal: este tipo de estación meteorológica realiza observaciones de los principales elementos meteorológicos en horas convenidas internacionalmente. Los datos se toman horariamente y corresponden a nubosidad, dirección y velocidad de los vientos, presión atmosférica, temperatura del aire, tipo y altura de las nubes, visibilidad, fenómenos especiales, características de humedad, precipitaciones, temperaturas extremas, capa significativas de las nubes, recorrido del viento y secuencia de los fenómenos atmosféricos. Esta información se codifica y se intercambia a través de los centros mundiales con el fin de alimentar los modelos globales y locales de pronóstico y para el servicio de la aviación.
- Estación sinóptica suplementaria: al igual que en la estación meteorológica anterior, las observaciones se realizan a horas convenidas internacionalmente y los datos corresponden comúnmente a la visibilidad, fenómenos especiales, tiempo atmosférico, nubosidad, estado del suelo, precipitaciones, temperatura y humedad del aire, viento.

### 3.2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMATIZADAS.

La utilización de las estaciones meteorológicas automatizadas es el registro de datos de forma continua, permitir realizar mediciones ambientales en intervalos de tiempo muchos menores que tomando los datos manualmente. El gran volumen de datos que puede recogerse a intervalos regulares de tiempo permite el estudio



de fenómenos meteorológicos que pueden cambiar rápidamente (tales como el viento, temperatura, presión, humedad) y que no pueden ser controlados mediante mediciones realizadas con períodos de muestreo mayores.

Las estaciones meteorológicas se establecen en la superficie de la tierra y el mar, estas deben estar espaciadas de tal manera que sea representativa del sector y garantice una cobertura meteorológica adecuada.

El espaciamiento óptimo de las estaciones de observación es aquel por el cual el costo ha sido tomado en consideración, en función al objetivo para el que los datos deben utilizarse, la variabilidad temporal y espacial del elemento meteorológico observado y la naturaleza de la topografía de la región donde debe establecerse.<sup>9</sup>

Ilustración 3. Estación automatizada de la marca Davis modelo Vantage Pro2



Fuente: Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU). Universidad autónoma de México

---

<sup>9</sup> (villalta cruz higinio, 2013)

### 3.3 ESTACIÓN DAVI'S VANTAGE PRO 2

Es la unidad recolectora de datos, provista de anemómetro, termómetro, pluviómetro, sensor de humedad. La unidad posee también un protector solar que brinda una excelente protección contra la radiación solar y otras fuentes de calor radiado y reflejado a los sensores de temperatura y humedad los cuales se ubican dentro del protector solar, un panel solar que alimenta al Conjunto Integrado de Sensores durante el día, a la vez que carga una batería interna que proporciona energía por la noche. Una pila de litio sirve de respaldo en caso de necesidad. El conjunto integrado de sensores combina todos los sensores exteriores en un mismo paquete, haciendo que la configuración sea más fácil que nunca y mejorando el rendimiento y la seguridad.

#### CARACTERÍSTICAS:

- Pantalla LCD retro iluminada de gran tamaño, de 3½" x 6" (9 x 15 cm)
- Opciones disponibles para humedad del suelo, repetidores de corto y largo alcance, y muchas funciones más
- Actualizaciones rápidas, cada 2.5 segundos
- La opción de software y registrador de datos WeatherLink permite realizar gran variedad de análisis adicionales
- Transmisión inalámbrica entre la estación y la consola, a distancias de hasta 1000 pies (300 m) (tres veces más lejos que los productos de la competencia)

### 3.4 SENSORES

Una estación meteorológica es una instalación de dispositivos que captan o toman lecturas de los cambios del medio ambiente. A estos dispositivos se les conocen como sensores.

Las características de los diferentes sensores que comprenderá la estación meteorológica así como su parámetro de medición. En función del tipo de sensor, se medirán los siguientes parámetros: temperatura, humedad relativa, radiación solar total, presión, precipitación y velocidad y dirección del viento.

Un sensor es un dispositivo que detecta o mide manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, químicos o biológicos como por ejemplo la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Un sensor es dispositivo que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico al digital, un ordenador y una pantalla) de modo que los valores medidos puedan ser leídos por un humano y/o almacenados en formato digital.

Los requisitos mínimos que se buscan para los sensores son los siguientes:

- Bajo consumo, para poder alimentarlo con baterías AA.
- Pequeñas dimensiones.
- Buena precisión (en función del sensor).
- Capacidad de operar a la intemperie.

### 3.4.1 SENSOR PARA MEDIR LA PRECIPITACIÓN PLUVIÓMETRO DE BALANCÍN

Este dispositivo consta de un cubo o embudo de plástico o metálico donde se reposa el agua antes de pasar por un agujero de 2 mm, con una parte afilada para cortar en pequeñas gotas. Existen de dos tipos con capacidad de registrar datos y sin capacidad de registrar. Ambos requieren un balancín, un Reedswitch e imán.

La diferencia es que el que tiene capacidad de registrar requiere una alimentación adicional y un microprocesador dedicado, para que almacene las medidas cada cierto valor de tiempo.

El agua captada por la superficie va dejándola pasar a un balancín situado en el interior, que éste en función de una cantidad de precipitación conocida dará un vuelco. Contando estos vuelcos podemos saber la cantidad de agua en mm o litros por metro cuadrado.

El balancín tiene un imán, este cada vez que da un vuelco provoca los cambios de estado del reedswitch (interruptor de magnético). Un reedswitch nos es más que un interruptor eléctrico que cuando los contactos están abiertos se cierran por medio de un campo magnético. Esto es lo que pasa con el imán que está en el balancín, cuando este da un vuelco se genera el campo magnético y hace que se cierre el switch.

Ilustración 4. Pluviómetro de balancín



FUENTE: Manuel estación meteorológica davis

## INDICADOR DE PRECIPITACIÓN POR ACUMULACIÓN

Este tipo consiste en recoger precipitación y almacenarla en un recipiente calibrado, normalmente agua, hasta que se vacía de forma manual o automática. Este tipo de medidores pueden tener o no memoria o almacenamiento de información. Si no dispone de esta capacidad los datos se registran manualmente de forma periódica cada vez que se vaya a vaciar éste. Un contenedor abierto, es el método más simple para hacer la medición

### 3.4.2 SENSOR PARA MEDIR DIRECCIÓN E INTENSIDAD DEL VIENTO

#### ANEMÓMETRO

Su mecanismo consiste en 3 o 4 aspas de forma cóncava, sobre las cuales actúa la fuerza del viento. Al tener esta forma dependiendo de la dirección del viento girará más rápido o menos.

El número de vueltas de este puede ser leído por un contador, o directamente reflejado sobre papel, en este caso sería conocido como anemógrafo. Este método comúnmente suele encontrarse con la veleta incorporada, aunque también lo venden suelto.

#### VELETA

El instrumento más común para medir la dirección del viento es la veleta de viento.

Las veletas de viento señalan la dirección desde la cual este sopla. Pueden ser de formas y tamaños diferentes: algunas con dos platos juntos en sus aristas directas y dispersas en un ángulo (Veletas Separadas), otras con un solo platillo plano o una superficie aerodinámica vertical. Por lo general, son de acero inoxidable, aluminio o plástico. Al igual que con los anemómetros, se debe tener cuidado al

seleccionar un sensor a fin de asegurar una durabilidad y sensibilidad adecuadas para una determinada aplicación.

#### Ilustración 5. Anemómetro/Veleta



Fuente: MANUAL ESTACIÓN DAVIS

- Velocidad del Viento: Tasas que giran a la velocidad del viento y un interruptor magnético
- Dirección del Viento: Veleta y potenciómetro

Material:

- Veleta y cuerpo: ABS, resistente a los rayos Ultravioleta
- Tasas: Policarbonato.

Rangos

- Velocidad del Viento: 0 a 280 Km/hs.
- Dirección del Viento: 0 a 360 °
- Recorrido del Viento: 0 a 1999.9 Km.

Precisión

- Velocidad del Viento: 5 %
- Dirección del Viento: 7 °
- Recorrido del Viento: 5 %<sup>10</sup>

### 3.4.3 SENSOR PARA MEDIR LA RADIACIÓN SOLAR

---

<sup>10</sup> (DAVIS, 2010)

Este sensor mide la radiación solar en  $W/m^2$  y la energía solar en "Langleys". El elemento difusor y el montaje están cuidadosamente diseñados para una excelente respuesta a la inclinación de los rayos solares. Un fotodiodo de Silicio provee un buen ajuste con el espectro solar. El montaje de dos piezas minimiza el calentamiento por radiación, permite el enfriamiento por convección del sensor, y previene que el agua o el polvo queden atrapados dentro. El fotodiodo de silicio de alta precisión, está 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. El sensor es calibrado contra un estándar secundario bajo luz natural.

El sensor de radiación solar mide la radiación global, esto es, la suma en el punto de medida de las componentes directa, difusa y reflejada. Posee 2 tornillos de montaje con muelles y un indicador de nivel que permiten una rápida y precisa instalación del sensor.

Ilustración 6. Sensor para medir la radiación solar



FUENTE: (DAVIS, 2010)

- Respuesta espectral: 400 a 1.100 nm
- Rango: 0 a 1.800  $W/m^2$
- Resolución: 1  $W/m^2$

- Precisión:  $\pm 5\%$
- Deriva: 2% por año (máx.)

#### Especificaciones eléctricas:

- Voltaje de alimentación: 3 VDC
- Consumo: 1 mA
- Señal de salida: 0 a 3 VDC

#### Especificaciones mecánicas:

- Temperatura de funcionamiento:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $65^{\circ}\text{C}$
- Material: plástico ABS resistente a los rayos UV
- Dimensiones: 51 x 70 x 57 mm
- Peso: 226 g<sup>11</sup>

### 3.4.4 SENSOR PARA LA HUMEDAD RELATIVA

#### HIGRÓMETRO

Mide la humedad relativa del aire. Este valor es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura. Una humedad relativa del 100% significa que el aire a esa temperatura no es capaz de contener más vapor de agua. Se corresponde con un ambiente húmedo y la sensación de calor es grande. Una humedad relativa del 0% se corresponde a un ambiente seco.

Estos sensores de temperatura y humedad están instalados dentro de un protector contra radiación, más un transmisor y una pila de litio, todo ello dentro de una tapa

---

<sup>11</sup> (DAVIS, 2010)



resistente a la intemperie. Este protector pasivo protege los sensores de la radiación solar directa y otras fuentes de radiación y reflexión del calor. Tiene una construcción multi-platos para una máxima aireación. Requiere ensamblaje. Puede ser montado en un tubo metálico o superficie de madera.

Ilustración 7. Protector de radiación solar



Fuente: (DAVIS, 2010)

## **INSTALACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB**

### **4.0 IMPLEMENTACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB**

Después de identificar los conceptos básicos bajo los que funciona una estación meteorológica y los sensores que acompañan todo su funcionamiento se procede a dar paso a la implementación de dicho conjunto de objetos que juntos arrojan los datos que permiten la recolección de información meteorológica de la zona.

La instalación puede variar significativamente dependiendo de qué sensores se usen y de dónde se instalen.

El anemómetro (para medir el viento) se puede montar por separado del resto del juego del sensor. Si es posible, colocar el juego de sensores de manera que el de temperatura esté a una altura de 1,5 metros sobre el suelo. Si es posible, ubicar el anemómetro donde éste supere la altura de los árboles y edificios cercanos. Si se coloca en la parte más alta de un edificio, se debe intentar mantenerlo al menos 1,2 metros sobre la línea del tejado.

Se debe estudiar la forma en la que se adquieren los datos, la unidad de registro de datos, La Consola, la unidad Datalogger que hará la función de memoria de almacenamiento, este también incluirá el software para el procesamiento de datos WeatherLink.

#### 4.1 DISEÑO DE LA ESTACIÓN

Ilustración 8. Diseño de la estación



El diseño está formado por una estación meteorológica equipada con los sensores necesarios para la recolección y adquisición de datos. La consola que es la unidad de registro de los datos recolectados, la transmisión entre estas dos unidades se realizara de forma inalámbrica. El almacenamiento de todos estos datos será en una computadora y la descarga de los datos de la consola se realizara mediante el datalogger Weatherlink, a través protocolo de comunicaciones de puerto serie. El Weatherlink incluye el software necesario para el tratamiento de los datos.

Ilustración 9. Esquema de funcionamiento



#### 4.2 SENSORES INTEGRADOS

Es la unidad recolectora de datos, provista de anemómetro, termómetro, pluviómetro, sensor de humedad. La unidad posee también un protector solar que brinda una excelente protección contra la radiación

solar y otras fuentes de calor radiado y reflejado a los sensores de temperatura y humedad los cuales se ubican dentro del protector solar, un panel solar que alimenta al Conjunto Integrado de Sensores (ISS) durante el día, a la vez que carga una batería interna que proporciona energía por la noche. Una pila de litio sirve de respaldo en caso de necesidad. Ver ilustración de sensores integrados.

Ilustración 10. Conjunto de sensores integrados



Fuente: (DAVIS, 2010)

#### 4.3 LA CONSOLA

Recoge, almacena y muestra datos históricos de la estación meteorológica de forma simultánea, es considerada una potente computadora de análisis de datos históricos del tiempo.

Presenta un teclado y pantalla LCD de 15 cm x 9 cm con iluminación, para una lectura perfecta tanto de día como de noche. Muestra y almacena datos aun estando desconectada de la computadora central, también permite configurar la estación sin necesidad de un ordenador. Una estación inalámbrica como la que se está implementando transmite datos desde su dispositivo de sensores integrados

a la consola a través de una onda de radio de bajo poder. La consola está diseñada para brindar lecturas muy acertadas.

Ilustración 11. Consola



FUENTE: (DAVIS, 2010)

#### 4.3.1 FUNCIONES DE LA CONSOLA

Ilustración 12. Consola y funciones



Fuente: manual de funcionamiento estación davis

1. Datos actuales e históricos: Muestra los datos actuales o máximos y mínimos de períodos de hasta 24 días, meses o años.
2. Pronóstico: Varios íconos permiten saber qué tipo de clima esperar: soleado, parcialmente nublado, lluvioso o con nieve. Pronóstico de 12 horas mediante íconos y pronóstico de 24 a 48 horas que aparece en la parte inferior de la pantalla de la consola.
3. Luna: Las ocho fases lunares, desde la luna nueva hasta la luna llena.
4. Hora y fecha: La hora y fechas actuales, la hora de salida y puesta del sol, la hora y fecha de los máximos y mínimos, y la hora y fecha de los puntos de datos en los gráficos.
5. Inalámbrica: Radio Spread Spectrum con salto de frecuencia que le da una distancia de transmisión hasta tres veces mayor que los productos de la competencia, mejora la recepción a través de varios muros y brinda mayor inmunidad a la interferencia de radiofrecuencia. La consola principal puede retransmitir datos a consolas adicionales a distancias de hasta 1000 pies (300 m).
6. Barómetro: Flecha de tendencia de cinco posiciones que indica si la presión barométrica está subiendo, bajando o constante.
7. Pantalla fija El área fija de la pantalla muestra la temperatura al aire libre, la humedad y la presión barométrica en todo momento.
8. "RADIACIÓN SOLAR En Vantage Pro2 Plus", La radiación solar, las máximas del día, mes y año, así como la evapotranspiración y el índice de THWS. Fije alarmas para umbrales máximos.
9. Opciones de pantalla variables: La temperatura bajo techo o de lugares adicionales, la humedad del ambiente y del suelo, el índice de radiación ultravioleta, la humectación de hoja, la sensación térmica, el punto de rocío y dos índices de calor diferentes. (Pueden requerirse sensores o estaciones adicionales.)

10. Lluvia: Un paraguas como ícono aparece cuando está lloviendo. Los últimos 24 totales de tormentas con fechas de inicio y fin. Las precipitaciones diarias, mensuales o anuales, y las intensidades.

11. Indicador de estado: Parpadea para informarle que se están recibiendo paquetes de datos.

12. Teclas de control: Use las teclas de flechas para desplazarse a través de los datos de un gráfico o para ver máximos y mínimos en un período. Las teclas "+" y "-" simplifican la opción de alternar entre datos.

13. Pantalla de teletipo: Presenta mayores detalles de los pronósticos e información adicional sobre las condiciones actuales. Muestra más de 100 mensajes diferentes.

14. Gráficos: Elaboración de gráficos de lecturas o de máximos y mínimos de las últimas 24 horas, días o meses.

15. Alarmas: Configuración más de 70 alarmas simultáneas para diversas funciones.

16. Viento Rosa de los vientos: Con 16 puntos que indica la dirección actual y dominante del viento. Dentro de la rosa de los vientos, la dirección del viento con una resolución de 1° y la velocidad del viento.<sup>12</sup>

#### 4.3.2 INSTALACIÓN DE LA CONSOLA

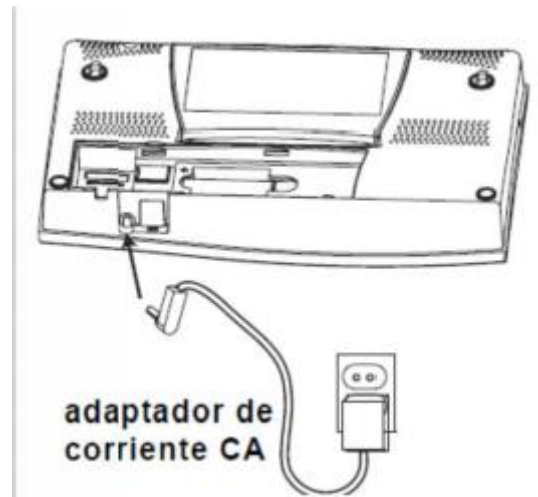
- Se localiza el conector de alimentación en la parte inferior de la consola.
- Inserte el enchufe del adaptador
- Enchufe el otro extremo del adaptador a un tomacorriente adecuado

---

<sup>12</sup> (DAVIS, 2010)

- Verificación del buen funcionamiento de la consola, ejecutando un breve procedimiento de autoprueba.
- Al encenderla, la consola exhibe todos los segmentos de la pantalla y emite dos sonidos agudos.
- En el teletipo de la parte inferior de la consola aparece un mensaje, seguido por la primera pantalla del modo Setup (Programación).

Ilustración 13. Conexión a la toma corriente



- Para comprobar el funcionamiento y la conexión de la consola con la central de sensores, solo basta con realizar algunos movimientos bruscos a algún sensor y mostrar los datos que este arroja en pantalla.

#### 4.3.3 ACTIVACIÓN DE LAS VARIABLES DE TIEMPO<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Imágenes fuente propia



- VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO: presionando la tecla WIND se podrá visualizar la velocidad del viento, y la dirección se mostrará en pantalla.

Ilustración 14. Tecla velocidad del viento



Ilustración 15. Visualización dirección del viento



- TEMPERATURA
  - TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR: presionando la tecla TEMP se mostrará la temperatura interior en la unidad deseada y presionándola nuevamente mostrara la temperatura interior.

Ilustración 16. Tecla temperatura



- HUMEDAD: la humedad es mostrada en porcentaje

Ilustración 17. Tecla humedad



- TEMPERATURA DE SENSACIÓN ACTUAL: Antes de presionar la tecla WIND debe presionarse la tecla 2ND, lo que dará como resultado el comando CHILL.
- PRESIÓN BAROMÉTRICA

Ilustración 18. Tecla de presión barométrica



- RADIACIÓN SOLAR: presionar la tecla RAINYR precedida de la tecla 2ND.

Ilustración 19. Radiación solar



- PRECIPITACIÓN: Unidad de medición milímetros de agua (mm)
  - INTENSIDAD: Se presiona la tecla RAINYR que mostrará la intensidad de la lluvia, esta será expresada en mm/hr

Ilustración 20. Tecla intensidad de la precipitación (lluvia)



- PRECIPITACIÓN DESDE HACE UN MES: Nuevamente se presiona RAINYR, y mostrará la precipitación guardada desde hace un mes, en mm.
- PRECIPITACIÓN DESDE HACE UN AÑO: Por tercera vez se presiona RAINYR
- LLUVIA DIARIA: En este caso se utilizará la tecla RAINDAY precedida de la tecla 2ND, y mostrara la pantalla las lluvias que se presentaron en el día.

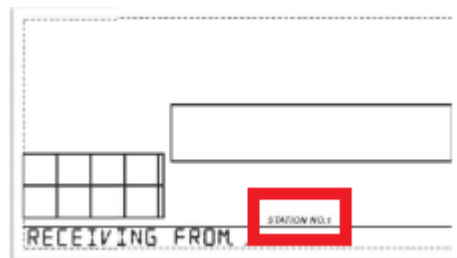
#### **4.3.4 MODO DE CONFIGURACIÓN DE LA CONSOLA**

La consola entrará automáticamente en el modo de configuración cuando la encienda por primera vez. Después, si necesita hacer cambios, acceda al modo de configuración presionando las teclas DONE y "-" al mismo tiempo. Para salir presione la tecla DONE hasta que las variables actuales aparezcan en la pantalla.

- **ACTIVAR LAS TRANSMISIONES**

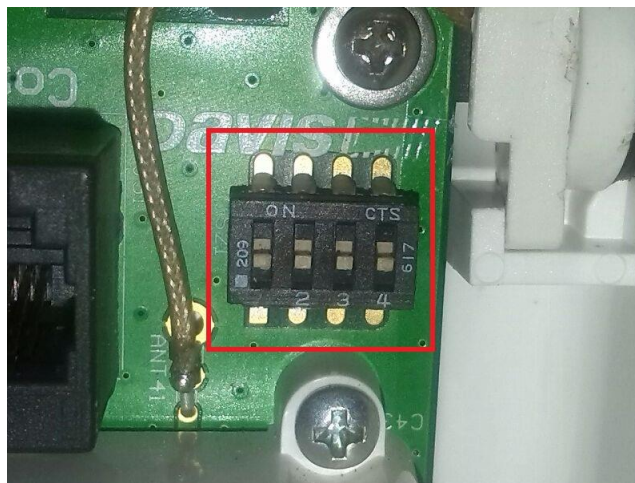
Se visualiza la activación de los transmisores localizados en el área. En la pantalla aparecerá el mensaje "receiving from..." y la ID del transmisor activo aparecerá iluminada. Además una "X" deberá aparecer intermitentemente en la esquina inferior derecha de la pantalla. El resto de la pantalla permanecerá en blanco. Si tiene una estación, en la pantalla aparecerá "recibiendo de estación N°"

**Ilustración 21. Pantalla configuración**



El número de la estación que aparecerá será el establecido en la parte trasera de la consola, donde se verifica la recepción con la iluminación de un led ubicado en el mismo lugar.

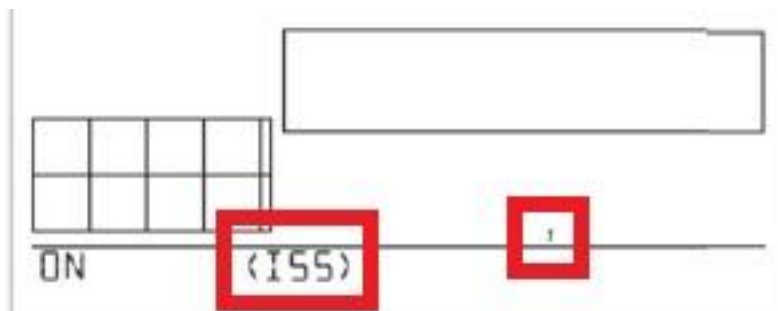
**Ilustración 22. Configuración numero de estación**



- SELECCIONAR EL TRANSMISOR

La consola viene pre-programada a la ID 1 del transmisor. "ON" significa que la consola recibirá señales de esta ID y asumirá que el transmisor es un ISS. La consola encontrará automáticamente la señal por defecto del ISS.

### Ilustración 23. Recepción estación



- CONFIGURACIÓN DE HORA Y FECHA

#### **Hora**

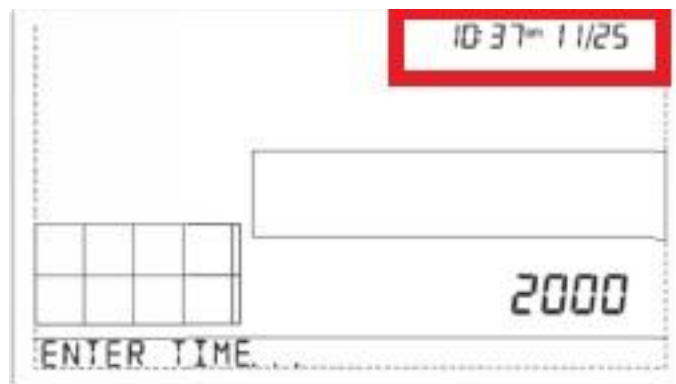
Se pulsa tecla "2nd", después la tecla "UNITS" si desea cambiar del formato 12 horas a 24 horas. Se Utiliza las teclas "+" o "-" para cambiar la hora. Pulse la tecla de la flecha derecha para cambiar al campo de los minutos, entonces usamos "+" o "-" para cambiar los minutos.

#### **Poner la fecha**

Se pulsa "2nd", entonces "UNITS" si queremos cambiar del formato MM/DD a DD:MM. Use "+" o "-" para cambiar al primer campo. Presione la flecha derecha para moverse al siguiente campo y usamos "+" o "-" para cambiar el número

mostrado en este campo. Se pulsa la flecha izquierda para volver al campo anterior.

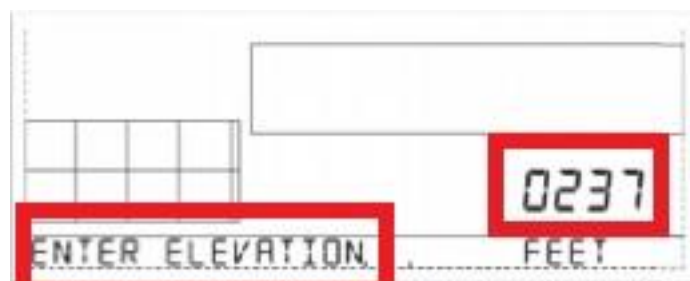
**Ilustración 24. Configuración de hora**



- CONFIGURACIÓN ALTITUD

Los meteorólogos estandarizan sus datos de presión barométrica al nivel del mar, de modo que las lecturas son comparables, tanto si son tomadas en una ladera o en el océano. Para realizar esta misma estandarización, introducimos su elevación en esta pantalla. Para el caso de la estación de la universidad, la altitud configurada es 960 m.s.n.m.

**Ilustración 25. Configuración elevación**



- CONFIGURACIÓN DE LATITUD Y LONGITUD

Para ofrecer una mejor previsión, así como la correcta hora de salida y puesta del sol para su localización, la configuración le pedirá la latitud y longitud<sup>11</sup>.

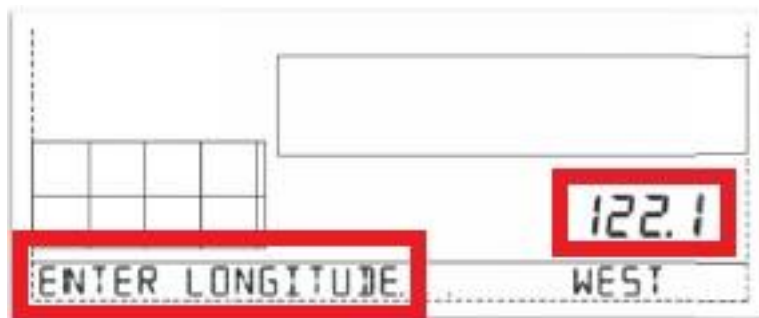
Para ingresar estos campos utilizamos las flechas derecha e izquierda para moverse a través de los campos. Use "+" o "-" para cambiar los dígitos.

Presionamos 2nd, entonces UNITS para especificar norte o sur (del ecuador).

La longitud se introduce como se hizo con la latitud. Presione 2nd y entonces UNITS para especificar este u oeste (del meridiano de Greenwich).

Para el caso de la estación de la universidad se configuro con 7° y 73° respectivamente.

**Ilustración 26. Configuración longitud y latitud**



## 5.0 SOFTWARE (WEATHERLINK)

Este programa permite conectar la estación meteorológica Davis Vantage Pro o la consola a la computadora de tal manera que se puedan almacenar los datos, verlos, graficarlos, analizarlos, exportarlos e imprimirlos.

## 5.1 REQUERIMIENTOS DE LA COMPUTADORA

Este software es compatible con computadoras que tengan sistema operativo Windows 2000 o posterior. El espacio necesario para los archivos arrojados por la estación dependerá del intervalo de las mediciones. Se requiere también un puerto USB libre.

Además del hardware proporcionado y al alistamiento de la computadora, se requiere

- Un modem externo para conectar a la bitácora o registrador de datos (datalogger)

**Ilustración 27. Datalogger**



- Un modem interno o externo conectado a la computadora

### 5.1.1 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

- Se coloca en CD que contiene el programa WeatherLink en el CD ROM, si el programa está instalado correrá automáticamente; si no, seleccione RUN del menú INICIO, escriba la letra correcta de su CD ROM (D:\SETUP) y haga clic en OK para iniciar la instalación. Aparecerán ventanas de dialogo para completar la instalación. (la computadora debe tener instalado WEATHERLINK SETUP FOR.NET FRAMEWORK 2.0). haga clic siempre en aceptar para instalar los componentes necesarios.

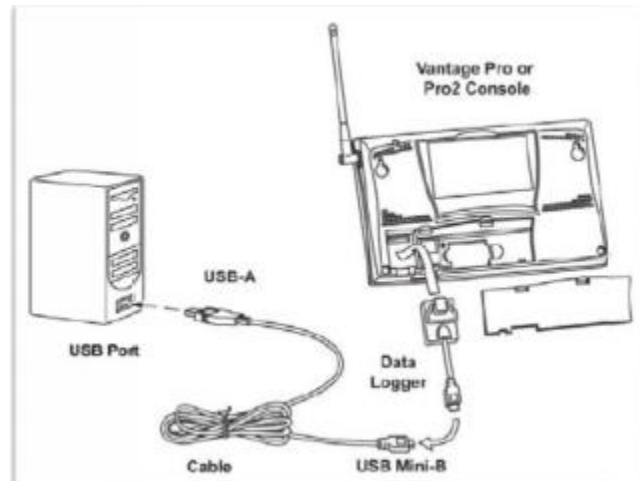


- Aparecerá la venta de licencia, revise el acuerdo de licencia y si está de acuerdo de clic en continuar.
- Seleccione la localización por defecto para poder instalar el programa y encontrarla fácilmente.
- Una vez selecciona la localización haga clic en SIGUENTE y confirme la instalación.

### **5.1.2 INSTALACIÓN DEL HARDWARE USB**

- Localice la consola que recibirá la conexión USB.
- Entre en el modo SETUP de la consola presionando la tecla DONE prolongadamente, luego presione la flecha hacia abajo (-). Así se asegura que la instalación no esté registrando ninguna información.
- Quite la tapa de la batería, las baterías y el adaptador AC en caso de que lo haya.
- Inserte el USB en el receptor de la consola que está dentro del compartimiento de la batería EXPANSIÓN
- A su vez localice el puerto USB de su computadora y conecte a dicho puerto
- Inserte el otro extremo del conector (miniUSB) en la bitácora o recolector de datos , así se lograra la conexión entre consola y computadora
- Reconecte el adaptador de corriente e inserte las baterías
- Una vez que la energía ha regresado a la consola esta emitirá por tres veces una señal espaciada por cada una, aparecerá el MODE SEPTUP.

## Ilustración 28. Instalación del hardware



## 5.2 FUNCIONES SOFTWARE

### Ilustración 29. Weatherlink



FUENTE: <http://www.forthebirdsnaureshop.ca/images/products/davis6555.jpg>  
03/07/14

Es este software el que permite reconstruir la información obtenida de los sensores y leída por la consola. Allí se pueden almacenar, ver, analizar, exportar y recopilar la información necesaria para los estudios de vigilancia de las variables climatológicas que pueden ser monitoreadas por la estación.

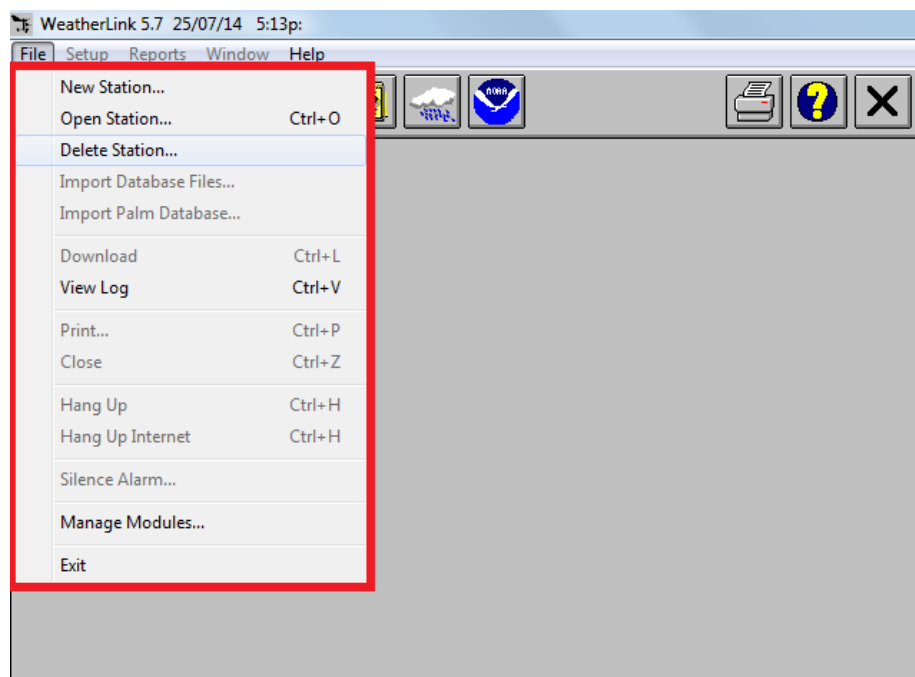
- **LA BARRA DE HERRAMIENTAS:** Ubicada debajo del menú principal, con iconos de acceso rápido a las funciones más comunes y utilizadas del programa

**Ilustración 30. Barra de herramientas**



- **EL MENÚ ARCHIVO (file):** El contenido de este menú puede variar dependiendo de lo que
- se esté ejecutando en ese momento en el programa; contiene las opciones de trabajar con los archivos o las estaciones. Generalmente muestra las siguientes opciones.

**Ilustración 31. Menú archivo**



- **NUEVA ESTACIÓN (new station):** Para cada estación que se desee conectar al software debe especificársele un campo diferente. Para agregarla
  1. Se despliega el menú de archivo y se selecciona la opción de nueva estación.
  2. Se le da un nombre a la estación de máximo 40 caracteres
  3. Se le da aceptar y así se guardara la estación agregada
  4. El programa creara un listado con las estaciones agregadas
  
- **ABRIR UN ESTACIÓN EXISTENTE (open station):** se puede mantener abierta una sola estación y a esta específicamente realizarle los debidos estudios, si desea analizar otra debe abrirla. Es decir una a la vez.
  
- **ELIMINAR UNA ESTACIÓN (delete station):**
  1. Se selecciona la opción eliminar estación
  2. Del listado existente en la parte izquierda se selecciona la estación a eliminar y se le da clic en aceptar
  3. Se confirma la eliminación y todos los datos que habían sido recolectados de dicha estación serán eliminados del programa.
  
- **DESCARGAR DESDE EL RECOLECTOR DE DATOS (datalogger):** (esta opción también tiene acceso desde la barra de herramientas)
  1. Se selecciona la opción de importar archivos desde la base de datos, debe confirmar la descarga
  2. Al darle aceptar se inicia la descarga de la base de datos, este progreso se va mostrando en pantalla y el detalle de cuantas páginas y que información es la que se está transfiriendo

- REGISTRO DE DESCARGA AUTOMÁTICA (view log): se mostraran las descargas automáticas y la información subida a la web de su estación.
  
  - IMPRIMIR
  
  - CERRAR VENTANA
  
  - (la información sobre silenciar las alarmas, solo se utilizaría en casi de tener activa alguna)
  
  - SALIR DEL PROGRAMA
- **MENÚ DE CONFIGURACIÓN (setup)**: este amplio menú, contiene la configuración de las estaciones así como de los datos obtenidos de estas.

- CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN (station config...): desde este comando se pueden configurar diferentes aspectos de la estación meteorológica. Al seleccionar se desplegara la siguiente ventana con la siguiente información.

#### PANTALLA VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE ESTACIÓN

1. NOMBRE DE LA ESTACIÓN (recordar que debe coincidir con el guardado para el listado o directorio de la estación que se agregó anteriormente)
2. El modelo de la estación meteorológica, para este caso será “vantage pro2”
3. Se seleccionan los sensores que desea sean utilizados por su estación, o los que estén instalados por defecto.

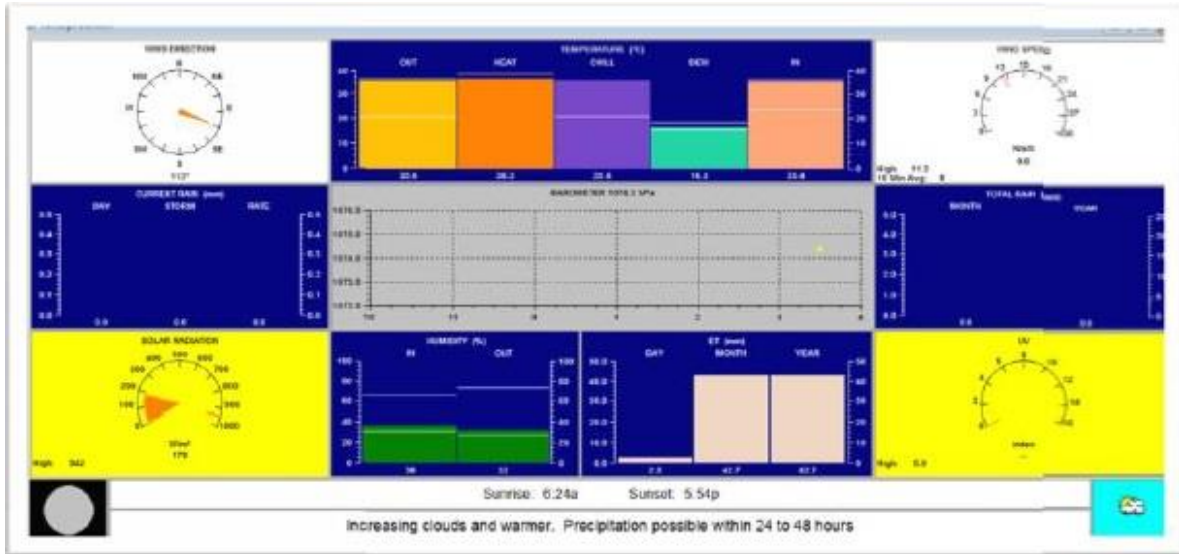
4. Las opciones de descarga de la estación : el programa crea un archivo de texto delimitado con los últimos dos días almacenados, esta opción puede ser habilitada
  5. Boletín- resumen: puede configurar el software para que siempre descargue los datos máximos y mínimos, o para que pregunte antes de hacerlo.
  6. Por último se le da aceptación a la configuración establecida.
- **PUERTOS DE COMUNICACIONES (communications Port..):** aquí se especifica el tipo de conexión entre la consola, el recolector de datos y la estación. Se selecciona según lo que tenga
    1. Serie: si se tiene un registrador de datos en serie
    2. USB: para conexión en USB
    3. Modem: selecciona esta opción si la estación está conectada a un registrador de datos en serie desde el ordenador.
  - **ESTABLECER EL RECEPTOR ( set transceiver):** se utiliza para configurar la asignación de la identidad del transmisor de la consola.
  - **CONTRASEÑAS:** solo se puede establecer una contraseña para poder cambiar la configuración de cualquiera de las estaciones, las opciones que puede proteger con esta contraseña son:
    1. Establecer alarmas
    2. Establecer intervalo de archivo
    3. Establecer presión atmosférica
    4. Establecer contraseña
    5. Calibración de la precipitación
    6. Calibración de humedad y temperatura
    7. Ajuste de hora
    8. Establecer lluvia anual

- CONFIGURACIÓN DE UNIDADES DE MEDIDA (select Units...): se configurara las unidades de medida en las que se quiere haga las mediciones la estación meteorológica y en estas unidades sean arrojados por el software.
  1. TEMPERATURA: podrá seleccionar entre °F o °C la sensación térmica, el punto de rocío, grados día, y los demás índices de temperatura.
  2. PRESIÓN ATMOSFÉRICA: PODRÁ SER MEDIDA EN PULGADAS DE Hg(in), milímetros de mercurio (mm) o hectopascales (hPa).
  3. VELOCIDAD DEL VIENTO: millas por hora (mph), kilómetros por hora (km/h), nudos o metros por segundo (m/s).
  4. Lluvia (mm) o pulgadas (in)
  5. ALTURA: pies o metros
  
- AJUSTE DE HORA Y FECHA: La estación y el computador deben tener configurada la misma hora, para no afectar el registro de los datos.
  
- INTERVALO DE ARCHIVO (Archive interval): permite seleccionar el intervalo de tiempo con el que se almacenan los datos en el archivo, la selección es en min (1, 5, 10...) los archivos deben descargarse antes de cambiar el intervalo de almacenamiento.
  
- PRESIÓN ATMOSFÉRICA: se tendrá en cuenta la elevación, la presión atmosférica al nivel del mar, es necesario averiguarlas y proporcionar esta información.

- **LATITUD Y LONGITUD:** esta información también hay que proporcionársela al software
- **CONFIGURACIÓN PARA EL VIENTO:** Se establece el tamaño de los molinos de viento de anemómetro. Generalmente son medidas estándar.
- **CONFIGURACIÓN DE AUTO DESCARGA (Auto download):** se puede configurar el programa para que realice autodescargas a determinadas horas del día.
- **PROGRAMACIÓN DE LA AUTO DESCARGA:** debe agregarse el nombre de la descarga automática al menú presionando agregar, así mismo para eliminarla de la opción de descarga automática. Para establecer el momento en el que las estaciones seleccionadas deben ser descargadas se seleccionan las horas del día. (si son varias estaciones, todas se descargarán a la misma hora establecida).
- **REPORTES (Reports):** ahí se ubica la capacidad de generar informes utilizando datos de la base de datos.
- **VENTANA (Window):** en esta opción se pueden abrir y utilizar las acciones más importantes de este software, allí también se contienen comandos habituales de cierre, cascada y mosaico de todas las ventanas abiertas.. sus opciones son:
  - **BOLETÍN:** Se muestran las condiciones climáticas actuales en tiempo real, mientras esté abierta esta ventana el software la actualizara automáticamente. También se pueden ver pronósticos, fases lunares y presión.

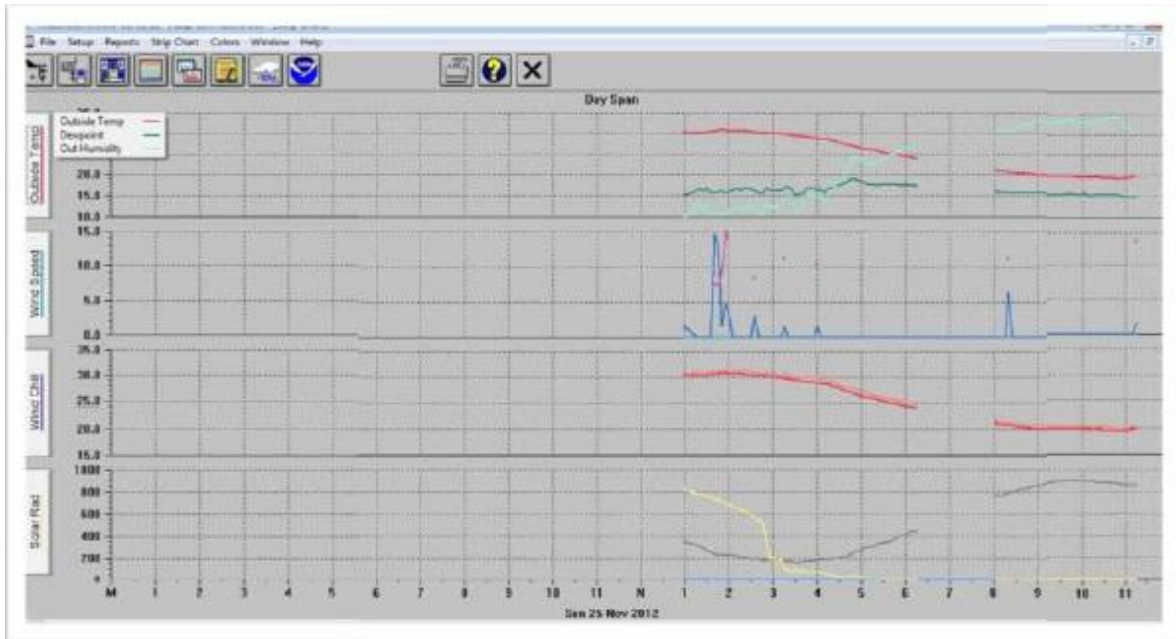


## Ilustración 32. Ventana boletín



- **EXAMINAR (Browse):** permite ver, editar, anotar y exportar los datos proporcionados originalmente por el programa.
- **GRÁFICOS (Plot):** función de trazado que permite ver y comparar los datos en formato gráfico, contiene las variables, la fecha y el periodo de las mediciones, también contiene herramientas que permiten comparar los datos.
- **GRÁFICOS DE BANDAS:** presenta una serie de opciones que permite crear gráficos continuos de banda, crear plantillas de gráficos.

### Ilustración 33. Gráfico de bandas



## 6.0 TRABAJO DE CAMPO

### 6.1 INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UPB

El objetivo principal de este trabajo es la reubicación, instalación y puesta en marcha de la estación meteorológica, después de adquirir la información necesaria para poder efectuar el trabajo e campo se procede a trasladar la estación y especificar detalladamente todo el procedimiento que se efectuó.

Se verificara que la estación arroje los resultados de las mediciones que están haciendo los sensores.

### 6.1.1 UBICACIÓN

- La estación meteorológica de la universidad pontificia bolivariana se trasladó del edificio “I” al edificio “K”.

**Ilustración 34. Nueva ubicación de la estación**



Fuente: imagen satelital google. 03/07/14

### 6.1.2 PROCESO DE INSTALACIÓN

- SENSORES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

**Ilustración 35. Sensores de la estación**



**Ilustración 36. Anemómetro**



- OTROS IMPLEMENTOS NECESARIOS

**Ilustración 37. Trípode**





### Ilustración 38. Formaleta para placa



Se necesitó la elaboración de una placa de dimensiones 1mx1mx0,1m, para que trabajara como peso muerto y evitara el pandeo o caída de la estación, además no se pudo asegurar directamente a la placa cubierta del edificio. Se le adiciónó una malla electro soldada para evitar fisuras en el concreto por el deterioro causado por los efectos climáticos. Esta placa se ideo con el fin de no intervenir directamente en la cubierta del edificio causando algún daño a la misma.

### Ilustración 39. Detalle de anclaje al tripode

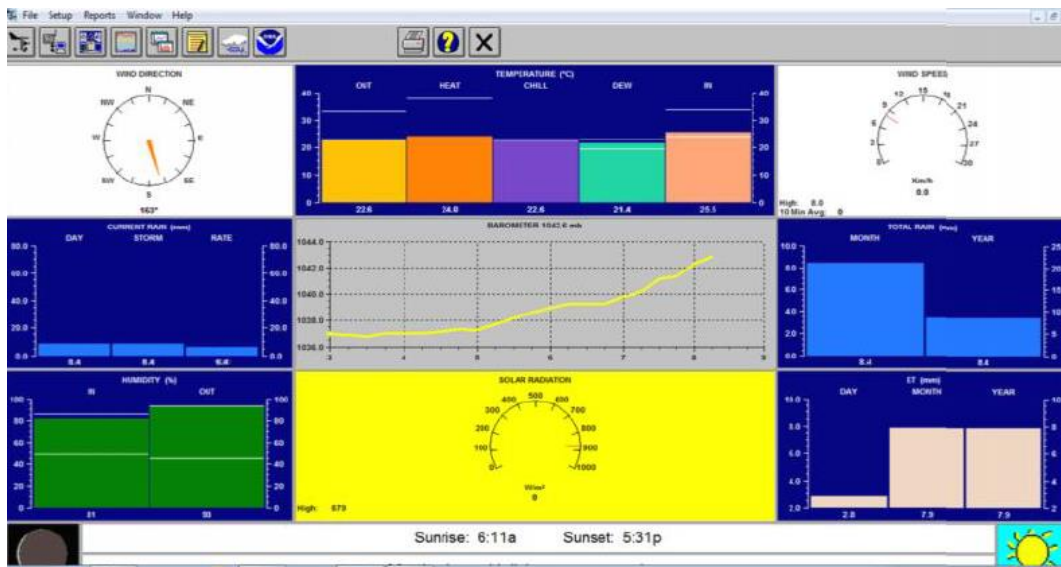


El detalle observado en la ilustración anterior, es donde después de fundida la placa se asegurara el trípode. Será por efecto tornillo, pues será utilizan tuercas.

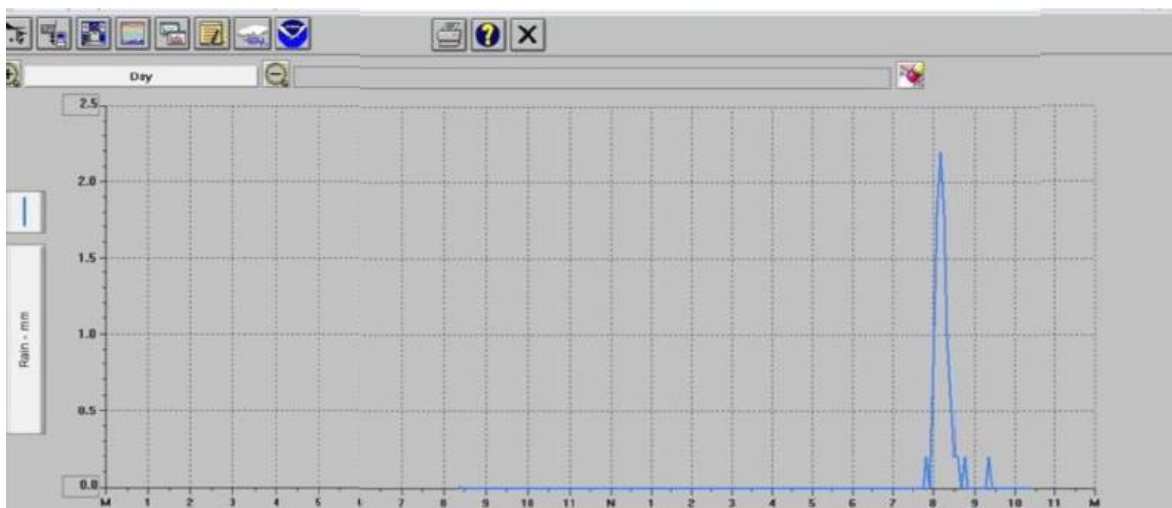


Aunque la presencia de lluvias no ha sido tan abundante, la medición en tiempo real de la precipitación arroja resultados coherentes, lo que demuestra que el pluviómetro está perfectamente instalado y calibrado. La calibración y el mantenimiento del instrumento fue realizada a finales del año 2013 por la empresa “SANAMBIENTE” y desde entonces se estaba a la espera de la instalación en el nuevo lugar.

**Ilustración 42. Análisis grafico en tiempo real de precipitación**



**Ilustración 43. Registro de lluvia**



Estos registros de precipitación nos garantizan que el pluviómetro está en condiciones de operatividad.

Para el caso de la temperatura se confirmó con la arrojada en la web de la temperatura del área de Bucaramanga el día 22 de julio de 2014

#### Ilustración 44. Temperatura web

21/07/2014	34°	24°	0 mm	0 cm
mar 22/07/2014	34°	26°	3 mm	0 cm
mié	34°	24°	6 mm	0 cm

Fuente:

<http://www.accuweather.com/es/co/bucaramanga/111417/month/111417?view=table>

#### Ilustración 45. Temperatura estación



La temperatura que se tomó en la estación está entre el rango establecido para el día de la medición.



## 7.0 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- En las pruebas de funcionamiento realizadas a la estación se comprobó que es capaz de medir los siguientes parámetros climatológicos: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, presión atmosférica. La estación también captó una precipitación moderada de corta duración. Esto garantiza el buen funcionamiento de todos los sensores de la estación. Se desarrollaron las diferentes pruebas de funcionamiento de la estación, comprobándose el buen funcionamiento de los sensores, del equipo de captación de datos o la consola, y principalmente el software de adquisición de datos al PC para su correspondiente estudio y análisis de las variables climatológicas captadas. Podemos entonces garantizar que la estación meteorológica está completa y en perfecto funcionamiento, preparada para los estudios que sean requeridos.
- El diseño de la estación permite que pueda ser desplazada entre zonas geográficas, facilitando un estudio profundo de zonas específicas, sin afectar la integridad de la estación.
- Mediante este software podemos realizar la medición en tiempo real de los parámetros como por ejemplo la humedad, nivel de lluvia y temperatura, guardar estos datos en un fichero, ser archivados con hora y fecha actual. Además la interfaz gráfica que posee el software permite al usuario realizar un análisis detallado y preciso de cada una de las variables meteorológicas de nuestra estación, la gran cantidad de funciones que posee la interfaz gráfica facilitan enormemente el estudio de estas variables climatológicas.

## 8.0 BIBLIOGRAFÍA

DAVIS. (2010). *MANUAL DAVIS VANTAGE PRO 2*.

Galvez, D. J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico*. Lima, Perú: sociedad geografica de lima.

hidrologia, s. n. (2008). *conceptos teoricos fundamentales meteorologia*. lima, peru: aprendiendo meteorologia.

hidrología, s. n. (2008). *conceptos teoricos fundamentales sobre meteorología*. lima Peru: aprendiendo meteorología.

Jimeno, M. L. (2003). *climatología y meteorología agricola*. España: paraninfo.

villalta cruz higinio, s. p. (2013). *implementacion de una estacion meteorologica*. san salvador: universidad del salvador.