



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INFORME

Puesta en marcha de una red de 28 estaciones meteorológicas automáticas en los estados de Chiapas y Tabasco

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

PRESENTA:

SERGIO ALBERTO SÁNCHEZ CHÁVEZ

Aval: ING. CARLOS LEYVA IBARRA

DIRECTOR DE TESINA

ING. GLORIA MATA HERNÁNDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA 25/09/2013



Índice General

1	Prólogo.....	5
2	Introducción.....	6
2.1	Antecedentes	6
2.2	Descripción del problema	6
3	Desarrollo.....	8
3.1	Meteorología en México	8
3.2	Descripción general de una Estación Meteorológica Automática	9
3.2.1	Tipos de estaciones	9
3.2.2	Características de una estación meteorológica automática	9
3.2.3	Variables y elementos de una estación meteorológica automática	10
4	Proyecto de la red de 28 estaciones meteorológicas en los estados de Chiapas y Tabasco	32
4.1	Planeación	32
4.1.1	Ubicación geográfica	35
4.1.2	Visitas previas.....	36
4.1.3	Selección del equipo.....	36
	38
4.1.4	Equipos de medición, adquisición y transmisión de datos	38
4.1.5	Obra civil.....	46
5	Ejecución.....	48
5.1	Obra Civil	48
5.2	Diseño e integración.....	50
5.2.1	Cables	52
5.2.2	Herrajes	52
5.2.3	Integración de gabinete	53
5.3	Instalación, calibración y puesta en marcha.	55
5.4	Sistema para recepción, análisis y visualización de datos	63
5.4.1	Manejo de estaciones, sensores e interfaces	67
5.4.2	Visualización de estaciones en mapas	67
5.4.3	Procesamiento de datos y generación de reportes	68

5.5 Cierre.....	69
Conclusiones.....	72
6 Bibliografía:.....	76

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Inundación Tabasco 2007.....</i>	6
<i>Ilustración 2: Estación Meteorológica Convencional</i>	6
<i>Ilustración 3: Diagrama de Bloques Estación Meteorológica Automática.....</i>	9
<i>Ilustración 4: Termoscopio de Galileo</i>	11
<i>Ilustración 5: Termómetro de líquido</i>	11
<i>Ilustración 6: Termómetro de mínima.....</i>	12
<i>Ilustración 7: Termómetro de mínima y máxima</i>	13
<i>Ilustración 8: Termógrafo de lámina bimetálica</i>	13
<i>Ilustración 9: sensor de temperatura y humedad relativa del suelo</i>	15
<i>Ilustración 10: Explicación Barómetro experimental</i>	15
<i>Ilustración 11: Barómetro de mercurio</i>	15
<i>Ilustración 12: Barómetro anerode</i>	16
<i>Ilustración 13: Sensor presión atmosférica</i>	16
<i>Ilustración 14: Pirheliómetro.....</i>	18
<i>Ilustración 15: Piranómetro.....</i>	18
<i>Ilustración 16: Pirgeómetro.....</i>	18
<i>Ilustración 17: Pirradiómetro</i>	18
<i>Ilustración 18: Tipos de higrómetros.....</i>	20
<i>Ilustración 19: Sensor dirección del viento tipo veleta</i>	23
<i>Ilustración 20: Sensor velocidad del viento tipo cazoletas</i>	23
<i>Ilustración 21: Pluviómetro tipo balancín.....</i>	24
<i>Ilustración 22: Pluviómetro tipo pesaje.....</i>	25
<i>Ilustración 23: Sensor óptico de precipitación.....</i>	25
<i>Ilustración 24: Imagen de cobertura de satélites para sistema Orbcomm</i>	27
<i>Ilustración 25: Descripción de funcionamiento del sistema Orbcomm</i>	28
<i>Ilustración 26: Cobertura con sistema INMARSAT</i>	29
<i>Ilustración 27: Funcionamiento general del sistema Satelital INMARSAT</i>	29
<i>Ilustración 28: Ubicación de los 28 sitios de Instalación en los estados de Chiapas y Tabasco</i>	35
<i>Ilustración 29: Composición Estándar de una Estación Meteorológica Automática</i>	37
<i>Ilustración 30: Bloques de Composición de una Estación Meteorológica Automática</i>	38
<i>Ilustración 31: Sensor de dirección y velocidad del viento, Ventus</i>	40
<i>Ilustración 32: Antena Omnidireccional</i>	42
<i>Ilustración 33: Antena Direccional</i>	42
<i>Ilustración 34: Patrón de radiación</i>	42
<i>Ilustración 35: Patrón de radiación en formato tridimensional mostrando directividad.....</i>	42

<i>Ilustración 36: Batería tecnología AGM de 75AH</i>	45
<i>Ilustración 37: Panel solar de 50W.....</i>	45
<i>Ilustración 38: Controlador de Carga PWM</i>	46
<i>Ilustración 39: Pararrayos tipo PDCE</i>	46
<i>Ilustración 40: Barreras contra transitorios</i>	46
<i>Ilustración 41: Vista de Planta para obra civil de la estación.....</i>	47
<i>Ilustración 42: Avance obra civil.....</i>	49
<i>Ilustración 44: Diagrama de bloques de la estación meteorológica automática.....</i>	50
<i>Ilustración 45: Diagrama de ubicación de sensores en la torre meteorológica de 10m</i>	51
<i>Ilustración 46: Base de aluminio para sensor de precipitación</i>	52
<i>Ilustración 46: Administración de estaciones</i>	63
<i>Ilustración 47: Vista de datos por secciones</i>	64
<i>Ilustración 48: Visualización GIS Google</i>	64
<i>Ilustración 49: Publicación Web (Gráficas)</i>	65
<i>Ilustración 50: Publicación Web (Datos).....</i>	66
<i>Ilustración 51: Pantalla Gráfica de representación de estaciones.....</i>	67
<i>Ilustración 52: Capa de imágenes de mapas.....</i>	68
<i>Ilustración 53: Gráfica de datos</i>	69
<i>Ilustración 54: Gráfica de datos</i>	70
<i>Ilustración 55: Exterior Shelter, verificación 60% avance</i>	73
<i>Ilustración 56: Inspeccion de fabricación Shelter.</i>	73
<i>Ilustración 57: Estación Meteorologica Automatica Compacta.....</i>	73
<i>Ilustración 58: Estación tipo plataforma. Ubicadas al centro de rios, lagos o mares.</i>	73
<i>Ilustración 59: Diagrama de maquinado para solucion datalogger robusto.....</i>	74
<i>Ilustración 60: Prototipo de Datalogger Robusto hecho en computadora.....</i>	74
<i>Ilustración 61: Prototipo físico de Datalogger Robusto, en construcción (interior).</i>	74
<i>Ilustración 62: Verificación de instalacion en la parte baja de la cortina “el Realito”</i>	75
<i>Ilustración 63: Vista de la Presa “El Realito” vacia.....</i>	75
<i>Ilustración 64: Estación de calidad del agua y meteorológica, en planta de tratamiento Valle de Bravo.</i>	75

Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Meteorología en México</i>	8
<i>Tabla 2: Tabla de comparación en unidades de velocidad del viento</i>	21
<i>Tabla 3: Tabla de escala Beaufort, de estimación de velocidad del viento.....</i>	22
<i>Tabla 4: Programación general para el desarrollo del proyecto.</i>	33
<i>Tabla 5: Programación por brigada para instalación de las EMAs</i>	34
<i>Tabla 6: Tabla de comparación de antenas de transmisión-recepción</i>	43
<i>Tabla 7: Cálculo de carga de la estación</i>	44

Anexos

Anexo 1.- Datos Estaciones

Anexo2.- Visita Previa

Anexo 3.- Comparativa Datalogger's.

Anexo 4.-Comparativa Sensores de viento.

Anexo 5.-Comparativa Sensores de rad. Solar.

Anexo 6.-Comparativa Sensores de Temperatura y HR.

Anexo 7.-Comparativa Sensores de Precipitación.

Anexo 8.-Comparativa Controladores de carga.

Anexo 9.-Reporte por estación.

Anexo A.- LogoSens 2.

Anexo B.- Ventus.

Anexo C.- SP-Lite.

Anexo D.- Sensor temperatura Thies.

Anexo E.- Pluvio2.

Anexo F.- Sun saver.

Anexo G.-Protector de línea.

Anexo H.- Tablas Azimuth

1 PRÓLOGO

Primeramente cabe destacar que este trabajo está enfocado en la experiencia laboral adquirida durante 3 años. El tema central trata sobre el diseño, instalación y puesta en marcha de 28 estaciones meteorológicas automáticas en los estados de Tabasco y Chiapas en el año 2010.

Se abordan temas como la problemática que incide en los estados de Chiapas y Tabasco, los cuales se han visto afectados de manera tal, que año con año la tendencia en su desarrollo social, comercial y económico se veía mermada, producto de eventos climatológicos que más allá de ser controlados, no se podía prever de manera certera el comportamiento climático.

Así mismo se incluye un breve análisis con el cual se busca mitigar los efectos secundarios que estos eventos suelen provocar, para ello se anexa un registro de fechas importantes que marcan la evolución de la meteorología en México, base fundamental para el desarrollo del proyecto.

La aplicación principal es la puesta en marcha de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's), donde para el desarrollo de la misma, se incorporan contenidos donde se aprecia el avance del proyecto.

La primer parte de los contenidos se ve reflejada en la planeación, punto de partida del proyecto, inicialmente se deben conocer los sitios de instalación, de tal modo que se realizan visitas previas para generar bitácoras argumentando características del sitio.

Una vez concluidas las visitas previas se tienen las bases justificadas para el empleo de los componentes más adecuados, lo que conlleva al óptimo desempeño de las EMA's, del mismo modo se generan los primeros diagramas para obra civil e integración.

Finalizado lo anterior, la ejecución del proyecto es el siguiente paso, donde se aprecia de manera tangible los avances del proyecto, siendo esta fase, en la que la mayoría de las áreas (Diseño, compras, Integración, Campo) se ven involucradas al mismo tiempo.

Siendo el cierre la parte "final del proyecto", donde se verifican las condiciones de todas las estaciones meteorológicas automáticas, es decir, por medio de la telemetría satelital y la base de datos que se genera a través de los días se establece el buen funcionamiento de la red y en caso de ser necesario corregir las posibles fallas.

Los objetivos que persigue en general esta tesis son dos, el primero es presentar y a su vez divulgar un proyecto que si bien no es conocido por la población en general, cobra relevancia de manera anónima al generar datos que son utilizados de modo que pronostican posibles percances que puedan afectar a la población en un periodo muy corto de tiempo, de igual manera asiste a los profesionales de la meteorología a instaurar sólidas bases en cuestión de monitoreo permanente aunado a la predicción con una gran certidumbre en eventos a corto y mediano plazo.

El segundo objetivo es exponer la experiencia que a partir de la inclusión en el campo de la meteorología, me ha generado, dotándome de conocimientos adicionales a los ya adquiridos durante mi formación escolar, mostrando mis aportaciones y prácticas como ingeniero.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Antecedentes

Los estados de Chiapas y principalmente de Tabasco son afectados de manera importante por eventos climatológicos inherentes a la zona (lluvias, vientos, etc.)

Estos estados cuentan con una gran cantidad de cuerpos de agua como lo son en mayor medida los ríos Grijalva y el Usumacinta (cuenca Grijalva-Usumacinta), que son los de mayor caudal y los que más afectan a las comunidades cercanas a estos.

Se dice que los eventos naturales se han agravado por diferentes situaciones, tal como la tala inmoderada, los cambios efectuados a la geografía natural de estos sitios, el creciente y avasallador cambio climático, entre otros.

La mayoría de estos sucesos pueden ser revertidos quizá no de manera inmediata, pero si comenzar con medidas que propicien que estas destructivas, nocivas y costosas secuelas de eventos naturales, no mengüen las actividades socio-económicas de la región.

Uno de los eventos más desastrosos fue el ocurrido en el año 2007 a causa de un frente frío en concomitancia con el huracán Noel en el mar Caribe, las constantes y prolongadas lluvias repercutieron de manera inmediata en presas tan importantes como son La Angostura, Chicoasen, Peñitas y Malpaso, elevando y sobrepasando el NAMO (Nivel de Aguas Máximas Ordinarias), propio de cada una.

Al desfogar las presas, el agua era tal, que los ríos se desbordaron, desencadenando así la inundación de una gran cantidad de poblaciones en cuestión de minutos (*ilustración 1*), ocasionando pérdidas de flora, fauna, cosechas y de vidas humanas.



Ilustración 1: Inundación Tabasco 2007

Se ha calculado que este episodio en la vida económica de los estados, ha tenido un gran impacto, siendo una faceta muy difícil de cubrir.

2.2 Descripción del problema

Los estados de Chiapas y Tabasco contaban con 28 estaciones climatológicas de referencia (*ilustración 2*), con un periodo de 30 años de servicio. Fueron base fundamental para la lectura de datos. En estas estaciones, una persona registraba los datos observados cada mañana a las ocho de la mañana, datos como la temperatura máxima y mínima, lluvia, estimaciones de velocidad y dirección del viento, evaporación, granizo y heladas.



Ilustración 2: Estación Meteorológica Convencional

De los datos registrados durante un mes, las personas encargadas de estas actividades generaban un reporte, los cuales eran recolectados cada tres meses por brigadas que recorrían las 28 estaciones.

Esta situación no permitía llevar un oportuno monitoreo del clima y la resultante aplicación en el pronóstico estacional hacia 3 a 4 meses hacia adelante en el año, información vital para el manejo de las cuatro presas del Sistema Hidroeléctrico (*Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas, que maneja el 10% de la energía eléctrica nacional*), es decir, si en Abril se realizaba el pronóstico climatológico de los cuatro meses siguientes (mayo, junio, julio y agosto) y no se había realizado el acopio del primer trimestre, el análisis se basaba en datos recabados en septiembre, octubre y noviembre del año inmediato anterior, esto provocaba una incertidumbre adicional al pronóstico por este desfase, mismo que se reflejaba en la toma de decisiones, en la previsión del manejo de avenidas con dichas presas, cuyo resultado impactaba en la protección a centros de población tales como la Ciudad de Villahermosa en el estado de Tabasco con más de 400,000 habitantes.

Por tal motivo fue necesario contar con sistema que detecte, registre los datos y en caso de un siniestro alerte a protección civil, para salvaguardar el bienestar de la población, es por esto, que una solución global a esta situación ha sido la puesta en marcha de estaciones meteorológicas automáticas.

3 DESARROLLO

3.1 Meteorología en México

A continuación se presenta un registro de fechas importantes que marcan la evolución de la meteorología en México.

Año	Descripción
1790	Se establece un observatorio en el islote de San Juan de Ulúa con pocos y precarios instrumentos.
1877	Porfirio Díaz dictó un decreto, que daba origen a la creación de un observatorio meteorológico y magnético, estableciendo en palacio nacional el 6 de marzo
1890	Entra en actividades El Observatorio Meteorológico de Guadalajara
1901	Se crea el Servicio Meteorológico Mexicano.
1911	Se instala el "observatorio Meteorológico" en Tacubaya, lugar que desde este año ocupa el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) Ya no hay la correcta operación de los sistemas debido a la revolución que se desarrolla en México
1916	Se crea la Dirección de estudios geográficos y Climatológicos, operó nuevamente la red de observatorios meteorológicos en forma gradual. Deja de operar la primera estación en San Juan de Ulúa
1928	Se crea la dirección general de geografía, meteorología e hidrología.
1934	se publica el primer atlas de la Republica Mexicana.
1937	Se funda la Comisión Federal de Electricidad (CFE)
1945	El presbítero Don Severo Díaz desarrolla el pronóstico a largo plazo en México
1946	El 21 de Diciembre se da origen a la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Se crean alrededor de 5 000 estaciones climatológicas Queda constituida la Dirección General de Geografía y Meteorología
1946-1977	La dirección de geografía y meteorología junto con el departamento cartográfico militar de la secretaria de la defensa nacional, fueron los organismos responsables de la cartografía nacional
1947-1960	Se amplían las redes de observatorios, estaciones aerológicas de globos pilotos y estaciones de radiosondeo por cooperación internacional, se firmaron convenios bilaterales entre México y EUA
1948	Se registran en la ciudad de México, Mérida y Mazatlán los primeros datos de la atmosfera superior.
1949	Primer antecedente de sembrado de lluvia, en Necaxa, Puebla. Auspiciada por la desaparecida Compañía de luz y fuerza, con quemadores de yoduro de plata
1954	Trabajos de siembra de nubes con hielo seco molido, esparcido desde una aeronave
1957	Se establece en Ciudad Universitaria un observatorio central.
1958	Se realiza experimento de siembra de nubes, esparciendo desde el suelo sal finamente molida, impulsada por aire comprimido.
1968	Recepción de imágenes satelitales, siendo el SMN donde se recibieron por primera vez en APT(automatic picture transmition), posteriormente en WEFAX
1971-1977	Se culmina con la primera etapa de desarrollo del servicio meteorológico nacional, además se cuenta con mayor apoyo de personal especializado y de recursos económicos, también se adquiere un sistema de baja resolución GOES, para la recepción de bandas visible e infrarroja
1988-1990	Se sientan las bases para desarrollar unam meteorología y climatología moderna en el país
1990-1994	Se implementa la recepción de información meteorológica al SMN por vía modem
1990-2004	Se ha implementado una gran cantidad de tecnología de punta para la automatización de los sistemas de observación, se cuentan actualmente con 94 estaciones automáticas.
2003	Se implementan redes de observatorios con sistema de captura, validación, codificación y envío de información cuantificada denominado SICA y en el SMN se inicia la recepción de datos meteorológicos en forma automática a través de INTERNET e INTRANET
2005-2010	Se amplía la red de estaciones meteorológicas automáticas a 133.

Tabla 1: Meteorología en México

3.2 Descripción general de una Estación Meteorológica Automática

Una estación meteorológica automática (EMA) está definida (según la OMM, Organización mundial de meteorología) como una estación en la que los instrumentos efectúan, registran y/o transmiten automáticamente las observaciones o mediciones.

La finalidad de estas estaciones es generar redes con un mayor número de estaciones que proporcionen mayor cantidad de datos, así como de fiabilidad en los mismos. En los sitios en los que hay alguna persona encargada de las observaciones, realizarlas en horas en las que el encargado no lo pueda hacer.

3.2.1 Tipos de estaciones

Las estaciones meteorológicas se utilizan para satisfacer diferentes situaciones desde la ayuda al observador de la estación hasta sustituirlo de manera total. Las hay de varios tipos sin embargo, en general se clasifican en sistemas de tiempo real y sistemas que solo registran datos para su posterior análisis.

3.2.2 Características de una estación meteorológica automática

Una estación meteorológica está constituida básicamente por 5 bloques, uno de ellos son los sensores, los cuales se encuentran midiendo de manera constante la variable asignada de acuerdo a su construcción (ilustración 3).

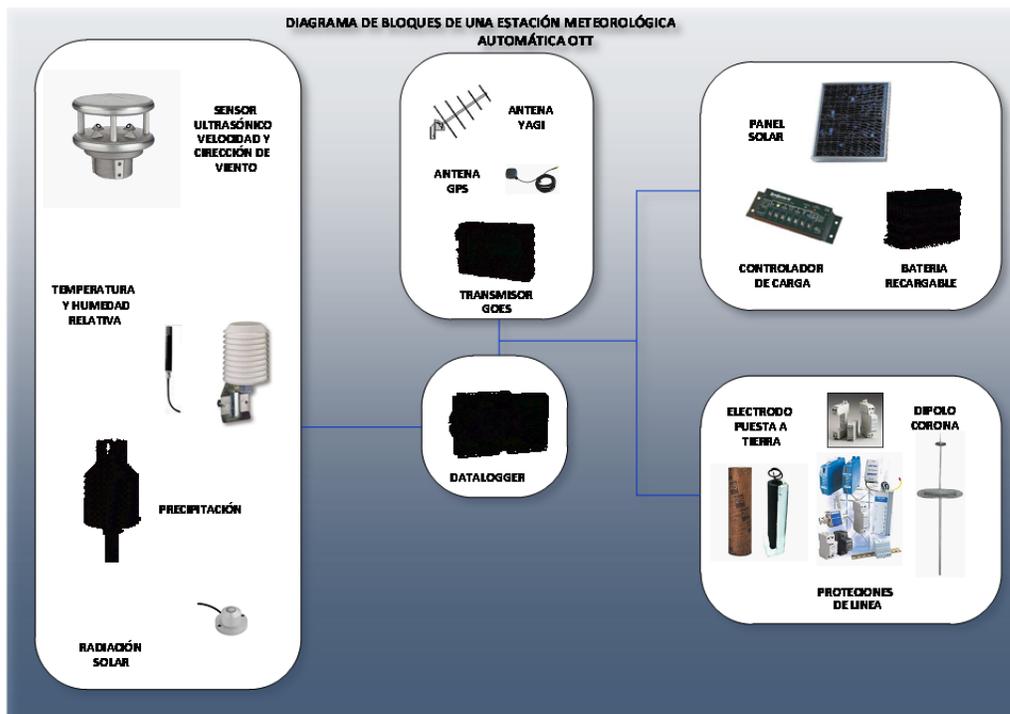


Ilustración 3: Diagrama de Bloques Estación Meteorológica Automática

Un sistema central de *adquisición de datos* (datalogger), que tiene la capacidad de registrar las lecturas que realizan los sensores, almacenarlas y tenerlas disponibles para una posible visualización o transmisión mediante telemetría.

Un sistema de energía autónomo, que brinde a la EMA energía de manera constante. Muchas veces las EMA's son instaladas en sitios de difícil acceso o en definitiva inhóspitos, lo cual repercute en la ausencia de servicios como lo es la red de energía eléctrica.

El sistema de energía autónomo, se provee de energía solar o eólica, dentro de este sistema en general debe existir un dispositivo transformador, un regulador y uno de almacenamiento de la energía.

Un sistema de protección primario, que salvaguarde al sistema en general y otro secundario que proteja a cada dispositivo de manera independiente.

3.2.3 Variables y elementos de una estación meteorológica automática

3.2.3.1 Temperatura

Es la condición que determina la dirección del flujo resultante de calor entre dos cuerpos, se dice que el cuerpo que libera calor al otro está a una temperatura más elevada.

Procesos físicos en los que se basa la medición de la temperatura.

- Dilatación de un líquido encerrado en un tubo de vidrio.
- Dilatación de un líquido dentro de una envoltura metálica y que provoca un aumento de presión.
- Desarrollo de una fuerza electromotriz entre las soldaduras de un circuito formado por dos metales diferentes (termómetro de termopar)
- Cambio de curvatura en una banda de metal compuesta por dos laminas metálicas que tienen coeficiente de dilatación diferente y que están soldadas en toda su longitud (termómetro de lámina bimetálica).
- Variación de resistencia eléctrica de un hilo de platino.
- Variación de resistencia de una mezcla especial de sustancias químicas (termómetro de termistancias).

- *Unidades y escala de la temperatura*

La primera lectura de temperatura se pudo realizar a partir de un termoscopio atribuido a Galileo (ilustración 4), en el año 1584. La creación del termómetro como tal se atribuye a Fahrenheit en el año de 1721.



Ilustración 4:
Termoscopio de Galileo

Fahrenheit para caracterizar su termómetro, registró la temperatura más baja de Danzig (*en su momento ciudad de Prusia*) y como la más alta tomó la temperatura del cuerpo humano 96°F

Esta escala da 32 °F como punto de congelación del agua y 212 °F como punto de ebullición. Celsius inventó la escala centígrada pero en forma inversa: su valor cero está en el punto de ebullición del agua y 100 °C en el punto de congelación. Linne invirtió la escala centígrada y la estableció en la forma actual. Su nombre es escala Celsius. Para fines meteorológicos operativos, la temperatura es referida a la escala Celsius, basada en 100 divisiones de escala entre los puntos de ebullición y congelación del agua. La temperatura es un parámetro importante principalmente en el aire, suelo y el agua.

- **Principales tipos de termómetros**

Termómetro de líquido en tubo de vidrio (termómetro común o seco).

Para la meteorología en general son utilizados los termómetros de líquido en vidrio los cuales utilizan alcohol o mercurio.

Esto depende del rango de temperaturas que se requiera medir, el mercurio se utiliza para temperaturas por encima de su punto de congelación (-38.8 °C) y el alcohol etílico se utiliza para temperaturas más bajas. La columna sobre la cual se mide la temperatura es un tubo hueco graduado (*a partir de un instrumento patrón*) con diámetro interior muy pequeño (capilar), el cual está unido al depósito del termómetro.



Ilustración 5:
Termómetro de líquido

Los cambios de volumen del líquido se indican mediante cambios en la longitud sobre el micro tubo.

Los termómetros empleados en estaciones meteorológicas deben ser verificados con un instrumento patrón cada uno o dos años.

- *Termómetro de máxima (Negretti)*

Se emplea para conocer la temperatura más alta de cada día. Es un termómetro de mercurio con un marcado estrechamiento en el tubo capilar del depósito. Cuando la temperatura aumenta, el mercurio del depósito se dilata con fuerza y puede pasar por el estrechamiento; al disminuir aquella, el mercurio se contrae y en la parte estrecha la columna del mercurio se corta. Al no existir ninguna fuerza que obligue al mercurio a volver al depósito, la columna permanece en el tubo capilar marcando la más alta temperatura que alcanzó.

El termómetro se coloca en posición horizontal dentro de una caseta o abrigo meteorológico, formando un ángulo de dos grados con respecto a la horizontal, y el depósito debe ocupar la posición más baja para garantizar que la columna de mercurio se apoye sobre el estrangulamiento sin que la gravedad lo obligue a pasar por él.

- *Termómetro de mínima (Rutherford)*

Se emplea para conocer la temperatura más baja de cada día. Es un termómetro de alcohol con un tubo ancho, en vez de ser capilar, por donde pasa un índice de esmalte. Este termómetro se coloca en posición horizontal y así, cuando la temperatura disminuye, el índice es arrastrado por el menisco que se forma en la extremidad de la columna del alcohol quedando el índice marcando la temperatura más baja; si la temperatura aumenta el alcohol pasa entre las paredes del tubo sin desplazar al índice. La lectura se hace en el extremo del índice, más alejado del depósito; dicho termómetro se coloca dentro de la caseta.

Los defectos más comunes de los termómetros de mínima son la rotura de la columna especialmente durante los desplazamientos, y la adherencia del alcohol al vidrio. Frecuentemente se forman gotas de alcohol por destilación en la parte superior de la columna

En los termómetros de mínima, se pueden utilizar distintos líquidos tales como el alcohol etílico, el pentano y el tolueno. Es importante que el líquido sea lo más puro posible, ya que la presencia de determinadas impurezas aumenta la tendencia del líquido a polimerizarse con la exposición a la luz y con el transcurso del tiempo provoca descalibración.



Ilustración 6: Termómetro de mínima

- *Termómetro tipo Six de máxima y mínima (Rutherford)*

Consiste en un tubo en forma de U, el cual tiene dos tubos B y C llenos parcialmente de mercurio y parte del tubo B y los depósitos A y D están llenos de guayacol¹.

Al aumentar la temperatura el guayacol¹ del depósito A y del tubo B tiende a dilatarse y este aumento de volumen ejerce una presión sobre la columna de mercurio del tubo C que hace que esta ascienda y empuje un índice pequeño con alma de acero que no podrá bajar al descender la temperatura, pues no se mueve por su propio peso; de esta forma queda indicada la temperatura máxima.

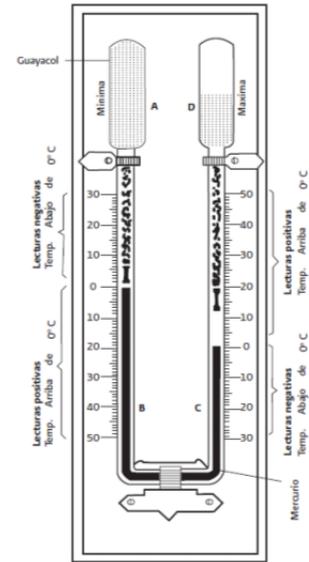


Ilustración 7: Termómetro de mínima y máxima

Al descender la temperatura se contrae el guayacol¹ contenido en el depósito A y tubo B, lo que hace que la columna de mercurio del tubo C descienda y ascienda la columna del tubo B la cual hace subir el índice hasta cierta altura, que será la temperatura mínima

- *Termógrafo de lámina bimetálica*

El funcionamiento del termómetro de lámina bimetálica (ilustración 8) se basa en los coeficientes de dilatación y de contracción de los metales que varían por su naturaleza. Las dos tiras metálicas están soldadas una encima de otra y en general enrolladas en forma de espiral. La tira metálica exterior se dilata mucho menos que la tira interior de tal forma que, cuando la temperatura aumenta, la espiral tiende a desenrollarse. Este movimiento se amplifica por un sistema de palancas simple el cual está unido un largo brazo; un dispositivo adecuado permite regular este brazo con precisión modificando si fuese necesario, la posición del cero del instrumento.

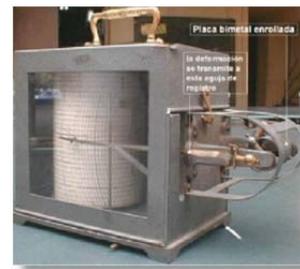


Ilustración 8: Termógrafo de lámina bimetálica

¹ Resina obtenida del guayaco, árbol cuya madera es considerada como una de las más resistentes.

- **Instalación de los termómetros**

Para poder obtener una correcta medición de la temperatura del aire deben cumplirse los siguientes requisitos, de acuerdo con la Organización Mundial de Meteorología (OMM):

Se debe poner en contacto el bulbo del termómetro o el sensor con el aire dentro de la caseta, abrigo meteorológico o protector de radiación solar, respectivamente.

Para evitar que los objetos cercanos transfieran calor por radiación o por reflexión de los rayos solares especialmente.

- Tanto el abrigo meteorológico como el protector de radiación solar deben estar bien ventilados, situados en un lugar donde el aire circule libremente.
- Los termómetros y/o sensores, deben estar a una altura de 1.5 m, para disponer de datos comparables entre las estaciones.

Para el trabajo meteorológico general, la temperatura observada debe ser representativa de las condiciones del aire libre en una zona lo más amplia posible en los alrededores de la estación, a la altura comprendida entre 1.25 y 2 m por encima del nivel del terreno.

- *Medida de la temperatura mínima de la hierba*

La temperatura mínima de la hierba es la más baja alcanzada durante la noche por un termómetro libremente expuesto a la intemperie exactamente por encima de una hierba corta. La temperatura se mide con un termómetro o sensor de mínima. El termómetro debe tener una inclinación de aproximadamente 2° con respecto a la horizontal, a una altura comprendida entre 25 mm y 50 mm por encima del terreno y en contacto con los extremos de la hierba.

Normalmente, el termómetro se pone en estación durante la última hora de observación que se realice antes de la puesta del sol y su lectura se hace a la mañana siguiente, lo cual para el sensor no es necesario, ya que este permanece instalado en el mismo sitio sin ningún problema o alteración. El instrumento se mantiene en una garita o dentro de una habitación durante el día.

Propuesta: en el caso del Observatorio, se propone utilizar un termómetro de alcohol.

Para el caso de los sensores existen sensores específicos para esta tarea.

- *Medida de la temperatura del suelo*

Las profundidades normalizadas para medir la temperatura del suelo son; 5, 10, 20, 50 y 100 cm de profundidad, se pueden agregar profundidades adicionales.

Se debe anotar el tipo de suelo, cubierta vegetal, dirección y pendiente general del terreno, además de las características físicas del suelo como densidad, conductividad térmica y contenido de humedad del suelo, estructura y nivel del nivel freático.



Ilustración 9: sensor de temperatura y humedad relativa del suelo

3.2.3.2 Presión atmosférica

La atmosfera de la Tierra ejerce una presión sobre la superficie terrestre. Esta presión es igual al peso de una columna vertical de aire, que actúa por encima de la superficie de la Tierra.

La columna de mercurio del barómetro permanece en equilibrio con la columna de aire. Los cambios de la presión atmosférica provocan cambios de longitud de la columna de mercurio, siendo esta la razón tradicional para el uso de una escala barométrica graduada en milímetros o pulgadas de mercurio.

Además de la presión atmosférica, la longitud de la columna de mercurio depende de otros factores tales como la temperatura y la fuerza de gravedad.

Esto conduce a la definición de las llamadas condiciones estándar de medición de presión. Se aceptan como estándar, una temperatura de 0 °C (densidad del mercurio 13.5951 g/cm^3) y una aceleración provocada por la fuerza de gravedad $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$.

Instrumentos de medición:

- Barómetro de mercurio

La presión de la atmosfera es equilibrada por el peso de la columna de mercurio. El peso de la columna puede determinarse en la balanza especial o por una sección transversal conocida de la columna, leyendo directamente en unidades de presión equivalentes en una escala que mide la longitud de la columna.

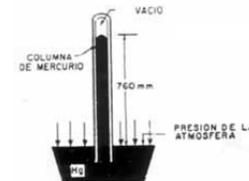
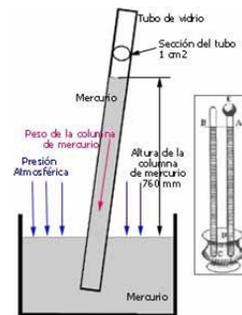


Ilustración 10: Explicación Barómetro experimental



Ilustración 11: Barómetro de mercurio

- Barómetro aneroide

La presión puede ser equilibrada en relación con una membrana a resorte de una capsula metálica evacuada. Una variación de la presión atmosférica implica una deformación de la membrana, la cual convenientemente amplificada puede ser representada en una escala graduada, sea en milímetros o en hectopascales (*ilustración 12*).



*Ilustración 12:
Barómetro aneroide*

- Sensor de presión barométrica

El dispositivo utiliza un elemento sensor del tipo piezo-resistivo térmicamente compensado, la señal del sensor es amplificada y acondicionada obteniendo una señal de salida de 0 a 4 V (*ilustración 13*).



*Ilustración 13: Sensor
presión atmosférica*

- *Unidades y conversión*

En meteorología, la presión atmosférica se da en hectopascales (hPa). 1 hPa = 100 Pa, siendo el pascal (Pa) la unidad de presión internacional estándar básica.

Dado que:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ N m}^{-2}$$

Dado que también

$$1 \text{ mb} = 100 \text{ N m}^{-2}$$

$$1 \text{ hPa} = 1 \text{ mb}$$

Las unidades en milímetros y pulgadas de mercurio, no están en uso corriente, sin embargo para la presión atmosférica todavía circulan como tales.

- *Instalación del instrumento*

A continuación, algunas características que debe cumplir el lugar en el que se instalará el dispositivo:

- a) Temperatura uniforme.
- b) Montaje sólido y vertical.
- c) Protección contra el manejo brusco y buena iluminación.
- d) Protegido en todo momento de los rayos del sol.
- e) No debe haber un sistema de calefacción.
- f) No debe haber vibraciones en el lugar.

3.2.3.3 Radiación solar

La radiación solar tiene distintos flujos, hacia y desde la superficie de la Tierra. Las mediciones de radiación son de gran valor para la ciencia, la industria, la agricultura, etc.

La radiación de la Tierra hacia el espacio se halla en la gama que va de 4 a 100 μm (micrómetros), con un máximo en alrededor de 10 nm. Esta radiación es conocida como radiación terrestre.

Para tener capacidad de medir radiación, el sensor del instrumento debe ser un buen absorbedor de energía radiada.

- *Unidades de medida*

Las unidades corresponden al Sistema Internacional(SI). Se recomiendan las siguientes unidades para radiación:

Para magnitudes totales:

Irradiancia: watts sobre metro cuadrado (W/m^2)

Exposición radiante: julios sobre metro cuadrado (J/m^2)

Para magnitudes espectrales:

Irradiancia espectral: watts sobre metro cuadrado por nanómetro ($\text{W}/\text{m}^2\text{nm}$)

Exposición radiante: julios sobre metro cuadrado por nanómetro (J/m^2nm)

De acuerdo con las recomendaciones del SI, también pueden emplearse los múltiplos y submúltiplos (potencias de 10^3).

- *Instrumentos para medición de radiación solar:*

Los distintos instrumentos para medición de los componentes de radiación solar, se considera la clasificación internacionalmente aceptada de estos instrumentos:

- Pirheliómetro es un instrumento para medición de la radiación solar directa a incidencia normal. Estos son, pirheliómetros primarios (patrón) y pirheliómetros secundarios, calibrados por referencia a uno primario.



Ilustración 14: Pirheliómetro

- Piranómetro es un instrumento para medición de la radiación solar que emana de todo un hemisferio. Se utiliza para mediciones de radiación global y junto con una pantalla circular, para mediciones de radiación celeste.



Ilustración 15: Piranómetro

- Pirgeómetro es un instrumento para medición de la radiación atmosférica neta sobre una superficie negra horizontal orientada hacia arriba, a la temperatura del aire ambiente.



Ilustración 16: Pirgeómetro

- Pirradiómetro: es un instrumento para medir la radiación solar y terrestre. Un pirradiómetro neto es un instrumento para medir el flujo neto de radiación total hacia abajo y hacia arriba, a través de una superficie horizontal.



Ilustración 17: Pirradiómetro

Los instrumentos de radiación son clasificados en distintas clases, según sus características de medición.

Muchos instrumentos de radiación incorporan termopilas como elementos sensibles, y miden la salida como pequeñas fuerzas electromotrices. Los instrumentos de medición que se utilizan

dependen de la gama esperada de señales, de los requisitos relativos a exactitud y sensibilidad y de la resistencia de entrada del instrumento de medición.

- Instrumento de medición para radiación solar total

La medición de la radiación total del Sol y el cielo es de la mayor utilidad, y generalmente se toma sobre un área unitaria de una superficie horizontal e integrada en un periodo de tiempo.

El instrumento principal para la medición de la radiación total es el piranómetro. Generalmente es un instrumento expuesto a todas las condiciones climáticas, permanentemente instalado en el sitio de observación.

El sensor está protegido por un domo de vidrio y debido a que el funcionamiento del instrumento depende mucho de la condición de la cubierta protectora, las mediciones se pueden establecer una cada hora.

Para la selección de instrumentos de medición de la radiación solar se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

El sitio debe proveer una visión continua del Sol, del amanecer al anochecer durante todo el año. Los instrumentos de medición de radiación solar deben estar firmemente fijados a un soporte rígido. El sitio de radiación solar debe estar alejado de las fuentes de contaminación y de radiación distintas de la solar.

Se recomienda el uso de cables blindados con dispositivos de puesta a tierra en ambos extremos.

3.2.3.4 Humedad Relativa

Cuando el aire está constituido por la mezcla de aire seco y de vapor de agua, se dice que es aire húmedo.

La humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la de vapor de agua, que sería necesario para saturar este volumen a la misma temperatura. Normalmente se expresa en porcentaje (%).

- *Instrumentos de medida*

Los instrumentos para medir la humedad o el contenido de vapor de agua en la atmosfera se llaman Higrómetros.

A continuación se mencionan tres instrumentos usados para hacer estas medidas en las proximidades de la superficie terrestre:

1. Los higrómetros, compuestos de un termómetro seco y un termómetro húmedo.
2. Los higrógrafos, que utilizan el cambio de dimensiones de sustancias.
3. Sensores capacitivos, por lo general están conformados por electrodos porosos. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente dependiendo de la humedad del ambiente. Los cambios reflejados en la constante dieléctrica causan una variación en el valor de la capacidad del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad.



Ilustración 18: Tipos de higrómetros

Desde el siglo XVII, se descubrió que el cabello humano completamente desengrasado es un buen medidor de la humedad. Para un cambio de humedad relativa de 0 a 100% el cabello aumenta su longitud de 2 a 2.5 % en promedio. Si bien, el cambio de longitud varía con diferentes tipos de cabello, hay una relación aproximada constante entre la humedad y la variación de la longitud del cabello.

De los aparatos que se usan habitualmente en los observatorios mexicanos tenemos en primer término el sensor de humedad relativa y el higrómetro.

- *Requisitos generales de instalación del sensor*

El equipo utilizado para las observaciones psicrométricas debe ajustarse, en todo lo posible, a las recomendaciones siguientes:

- a) Los dispositivos deben estar ventilados y protegidos de la radiación por materiales aislantes.
- b) Debe haber conducciones de aire separadas para los dos termómetros.
- c) Se debe procurar impedir en todo momento la transferencia de cantidades significativas de calor a los dispositivos de medición.
- d) Las medidas deben tomarse a una altura comprendida entre 1.5 y 2 metros por encima del nivel del terreno.

3.2.3.5 Viento

La intensidad del viento es una cantidad vectorial que tiene dirección y magnitud (velocidad). Es considerada en términos de tres componentes, ubicándose dos de ellos en un plano paralelo a la superficie de la Tierra, y el tercero perpendicular a ese plano. Para la mayoría de los eventos climatológicos la tercera componente es despreciable.

La intensidad del viento está sujeta a variaciones, tanto en periodo como en amplitud. Esto se debe a que el flujo de aire conocido como viento no es laminar.

El viento sobre la superficie de la Tierra es un flujo turbulento, que comprende remolinos de diversos tamaños y parámetros físicos que se desplazan con el flujo. La orografía de la Tierra es el principal factor que determina la estructura turbulenta del viento. Esta estructura del flujo de aire se manifiesta a través de la llamada "rafagosidad" del viento, o sea fluctuaciones de los parámetros del viento de superficie.

Para la mayoría de los propósitos, la intensidad media del viento se toma como un promedio de valores instantáneos, calculado sobre un intervalo de diez minutos en los sistemas mecánicos, actualmente los sensores suelen registrar este evento de manera puntual.

- Unidades de medida.

La velocidad del viento se puede indicar en cualquiera de las siguientes unidades:

- a) Nudos (millas náuticas por hora), abreviado kt
- b) Metros por segundo: m/s
- c) Kilómetros por hora: km/h
- d) Millas por hora: m.p.h.
- e) Pies por segundo: ft/s

Para propósitos de intercambio internacional de información meteorológica, la velocidad del viento se informa en metros por segundo (m/s) o nudos (kt). En México se suelen utilizar los kilómetros por hora.

La tabla 2 da la relación entre las distintas unidades, de velocidad del viento:

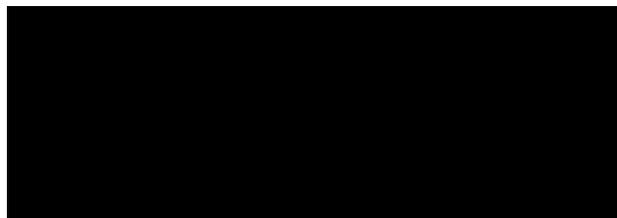


Tabla 2: Tabla de comparación en unidades de velocidad del viento

Además de las unidades presentadas, la velocidad del viento se puede indicar en unidades de la escala de Beaufort. La escala Beaufort hace uso de fenómenos naturales familiares que se relacionan con diferentes velocidades del viento.

Número de Beaufort	Descripción	Velocidad del Viento en nudos	Equivalente	Especificaciones para observaciones sobre suelo firme
0	Calma		0-0.2	Calma, el humo sube verticalmente
1	Ventolina	1 - 3	0.3 - 1.5	Se define la dirección del viento por humo no por las veletas
2	Brisa Suave	4 - 6	1.6 - 3.3	El viento se siente en la cara; se mueven las hojas de los árboles;
3	Brisa Leve	7 - 10	3.4 - 5.4	Las hojas de las ramas pequeñas se hallan en constante movimiento
4	Brisa Moderada	11 - 16	5.5 - 7.9	Se levanta polvo y papeles sueltos; se mueven las ramas pequeñas de los árboles
5	Brisa fresca	17 - 21	8.0 - 10.7	Se mueven los árboles pequeños; se forman pequeñas olas en los estanques y lagunas
6	Brisa Fuerte	22 - 27	10.8 - 13.8	Se mueven las ramas grandes de los árboles; los paraguas se utilizan con dificultad
7	Viento Fuerte	28 - 33	13.9 - 17.1	Todos los árboles se mueven, es difícil caminar contra el viento
8	Temporal	34 - 40	17.2 - 20.7	Se rompen las ramas delgadas de los árboles; generalmente no se puede andar contra el viento
9	Temporal Fuerte	41 - 47	20.8 - 24.4	Se producen pequeños daños a los edificios (se caen los sombreros de las chimeneas, las tejas de los techos)
10	Temporal Violento	48 - 55	24.5 - 28.4	Se arrancan árboles; se producen daños considerables a las construcciones
11	Temporal muy Violento	56 - 63	28.5 - 32.6	Daños generales por doquier.
12	Huracán	63 y más	32.7 y más	

Tabla 3: Tabla de escala Beaufort, de estimación de velocidad del viento.

Nota: las velocidades de viento equivalentes se refieren a una altura estándar de 10m sobre terreno llano abierto.

- Problemas generales

Debido al efecto de fricción, la velocidad del viento puede variar considerablemente en las primeras decenas de metros por encima del terreno e incluso después. Por esta razón se ha definido una altura normalizada sobre el terreno para la exposición de los instrumentos de medida del viento.

En un terreno desigual o que presente obstáculos, tanto la velocidad como la dirección del viento pueden afectarse considerablemente.

La localización normal de los instrumentos de medida del viento sobre un terreno llano es de diez metros por encima de dicho terreno. Se llama terreno abierto a una zona en donde la distancia entre el anemómetro y cualquier otro obstáculo es al menos diez veces la altura del obstáculo.

- Observación de la dirección y velocidad del viento

En el reporte sinóptico se debe reportar la velocidad y dirección del viento de los últimos 10 minutos previos a la hora. La velocidad del viento corresponderá al promedio de los 10 minutos previos, y se reportará en metros por segundo. La dirección del viento, será la predominante en los 10 minutos.

Instrumentos

- La veleta

La veleta consiste en una lámina metálica de forma rectangular (u otra forma apropiada) fija a una varilla metálica, que pivotea y es capaz de rotar alrededor de un eje vertical con un mínimo de fricción. El peso de la lámina de metal es equilibrado por un contrapeso metálico en el otro extremo de la varilla. En lugar de una se pueden fijar dos láminas metálicas juntas, haciendo cierto ángulo con la varilla; un tipo desplegado de veleta.



Ilustración 19: Sensor dirección del viento tipo veleta

Debido a que la presión del viento es aplicada a la lámina metálica del lado de barlovento (*término marino que indica el sentido contrario al que siguen los vientos dominantes; dicho de otra manera, la dirección desde la cual llega el viento.*) del eje que pivotea, la veleta tiende a orientarse de manera tal que apunta por sí sola hacia la dirección de la cual proviene el viento.

- Anemómetro de Cazoletas

El anemómetro de cazoleta (*ilustración 20*) está basado en el uso de un molinete con tres o cuatro tazas o cazoletas de plástico o aluminio montadas simétricamente alrededor de un eje vertical. Debido a que la fuerza del viento es mayor sobre el lado cóncavo de la taza en comparación con el lado convexo, la corriente de aire hace rotar el molinete.



Ilustración 20: Sensor velocidad del viento tipo cazoletas

Para un anemómetro de cazoletas existe una velocidad mínima que propiciara el movimiento el mismo, esto dependerá del diseño y los elementos que generen fricción dispuesto en el mismo.

- El anemómetro de placa

Es un instrumento robusto pero poco satisfactorio para la medición de la dirección y velocidad del viento. Se trata en esencia de una placa metálica, capaz de oscilar como un péndulo respecto de un eje horizontal. El eje mismo y la escala del instrumento van fijos a la veleta, de manera que la placa metálica tiene siempre un flanco expuesto al flujo del viento.

3.2.3.6 Precipitación

El efecto que puede tener la lluvia sobre los cultivos depende de varios factores: topografía del terreno, textura del suelo, cubierta vegetal, dirección de los vientos dominantes, distancia al mar, cantidad de agua evaporada, altitud, latitud, etapa de desarrollo del cultivo, especie, variedad, etc., pero principalmente depende de las características más conocidas de la precipitación como son la cantidad, distribución y frecuencia que tiene la lluvia durante un año.

Se denomina precipitación al agua de la atmósfera que cae en forma líquida, sólida, o líquida y sólida desde las nubes hasta la superficie de la tierra.

La precipitación incluye toda el agua que cae de la atmósfera a la superficie terrestre, en muchas y variadas formas. En la hidrología tiene especial importancia la precipitación pluvial líquida (lluvia) y la precipitación helada (nieve, granizo, etc.), al igual que la condensación que se deposita en forma de rocío y/o escarcha blanca.

El objetivo de medir la precipitación es obtener tanta información como sea posible, acerca de la cantidad y distribución, en el tiempo y el espacio de esta.

La forma más simple y usual de realizar la medición es con un medidor de abertura horizontal, circular y de diámetro conocido. Se colecta y mide, a intervalos regulares, la cantidad que cae por unidad de área de la abertura del medidor y es igual a la cantidad de precipitación por unidad de área que cae en los alrededores.

- Tipos de pluviómetros

Existe una gran variedad de instrumentos para las diferentes fases de la precipitación, de los cuales, los más importantes son los que miden la cantidad y la intensidad. Existen otros instrumentos que tienen medidores de tamaño y distribución de las gotas y otros que establecen el principio y fin de la precipitación.

Entre estos sensores existen los de tipo balancín (*ilustración 21*), que suelen tener un embudo y por este mismo es captada el agua que a partir de un pequeño balancín que cambia de posición para interactuar con un sensor magnético y así enviar pulsos caracterizados de acuerdo al tipo de balancín. Conociendo con esto la intensidad, precipitación actual y la acumulada (*con ayuda de un datalogger*).



Ilustración 21: Pluviómetro tipo balancín

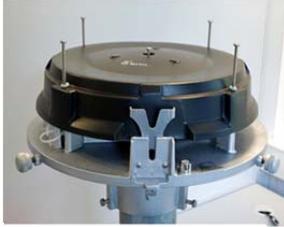


Ilustración 22: Pluviómetro tipo pesaje

También existen los sensores de tipo pesaje (*ilustración 22*) que en su principio de funcionamiento aplican por lo general galgas extensiométricas para dar a conocer el volumen, la intensidad, la precipitación actual y la acumulada (todo a partir del peso registrado). Siendo estos un cuanto tanto más precisos en su funcionamiento.

Por otro lado existen sensores ópticos (*ilustración 23*) que llegan a cuantificar la lluvia, su intensidad y el volumen tanto de gotas de agua como de nieve. Estos sistemas no son tan precisos como los anteriores pero son bastante útiles en aeropuertos.



Ilustración 23: Sensor óptico de precipitación

- Unidades y hora de las medidas

Las unidades de precipitación son medidas lineales. Las cantidades diarias de precipitación deben leerse con la precisión de 0.2 mm y de ser posible, con la precisión de 0.1 mm; las cantidades semanales o mensuales deben leerse con la precisión de 1 mm (al menos).

- Requisitos para pluviómetros

Los requisitos más importantes que ha de reunir un pluviómetro son los siguientes:

a) La boca del colector debe tener un borde afilado, siendo la vertiente interior siempre vertical y la exterior con un profundo biselado; el diseño de los pluviómetros utilizados para medir la nieve debe ser tal que se disminuya al máximo la posibilidad de obturación del orificio por acumulación de nieve húmeda alrededor de la boca.

b) El área de la boca del pluviómetro debe conocerse con una precisión de un 0.5 por ciento y la construcción debe ser tal que esta área permanezca constante mientras el pluviómetro este en uso normal.

El pluviómetro debe colocarse en lugares abiertos y su boca debe permanecer horizontal y de 100 a 150 cm del suelo.

Al elegir el emplazamiento de un pluviómetro se debe tener en cuenta la deformación sistemática del campo de viento por encima de la boca del pluviómetro, así como los efectos que el lugar mismo ejerce en la trayectoria del aire.

Los efectos del campo de viento se pueden reducir eligiendo un lugar abrigado, pero no tanto que los perfiles circundantes interfieran demasiado y causen una reducción de la precipitación captada.

En general, la proximidad de cualquier objeto respecto del pluviómetro no deberá ser inferior al doble de la distancia de su altura por encima de la boca del pluviómetro. Para cada lugar deberá estimarse el ángulo vertical medio de los obstáculos y deberá también hacerse un plano de la ubicación.

Los mejores emplazamientos suelen ser con frecuencia los claros de los bosques o de los huertos, entre los árboles, matorrales o arbustos o en otros sitios en donde haya obstáculos que actúen como eficaces barreras contra el viento en todas direcciones.

3.2.3.7 Sistemas de telemetría satelital

Existen diversos sistemas de telemetría satelital, con fines y servicios similares. Se presentan tres de los principales prestadores de servicios en América, cabe destacar que cada sistema aquí expuesto es de tipo satelital y cada una representan sistemas con diferencias finales en sus servicios.

- Sistema Orbcomm

Orbcomm, es un sistema de 2 vías y en América abarcan un área importante, como se muestra en la ilustración 24. La comunicación entre el usuario y los satélites se realiza a través de una red de satélites de órbita baja.

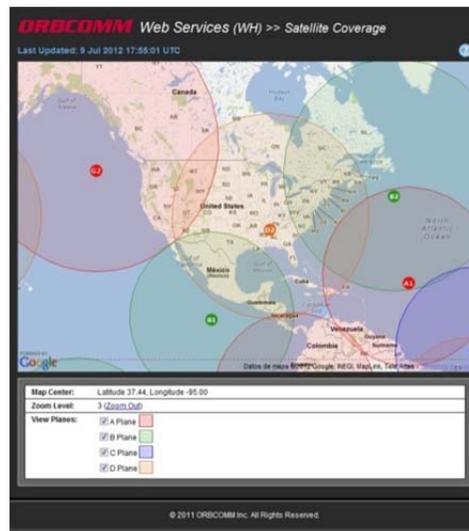


Ilustración 24: Imagen de cobertura de satélites para sistema Orbcomm

Estos satélites se mantienen girando en sus orbitas alrededor del planeta, es decir, el servicio lo brindara el satélite que en ese momento cubra el área solicitada, como se muestra en la ilustración 24.

Consta de un Centro de Control de Red, más tres segmentos operacionales.

Segmento Tierra

Segmento Subscriptor

Segmento Espacial

Lo cual se muestra en la ilustración 25, donde a partir de algún dispositivo de comunicación (transmisor, teléfono o PC), se enlazan con el satélite disponible y entablan la comunicación. Después el satélite envía los datos a una estación terrena la cual se encarga precisamente de la recepción, éste se comunica con un centro de control encargado de decodificar la información y enviarla de manera adecuada al usuario final.

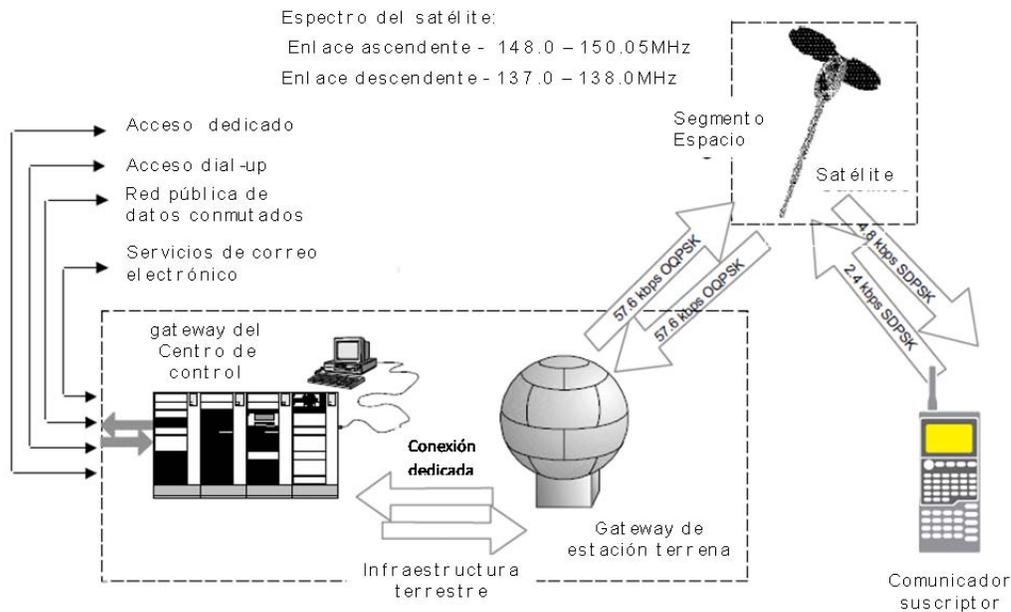


Ilustración 25: Descripción de funcionamiento del sistema Orbcomm

El sistema orbcomm es capaz de crear un reporte de datos que contenga un total menor o igual a 6 bytes de información definida por el usuario, mensajes de aproximadamente 100 bytes.

Además de contar con los siguientes servicios:

GlobalGrams: Para este tipo de SC (**C**omunicador **S**atelital, receptor), el satélite almacena el paquete de datos en memoria y lo transmite según el requerimiento del usuario.

Comandos: Este es el servicio básico para comandos cortos, un paquete contiene un total menor o igual a 5 bytes de información.

Posicionamiento: Algunos comunicadores están equipados con un GPS interno y una antena GPS asociada. Esto permite la determinación de la posición mediante la recepción de la señal de posicionamiento directamente desde los satélites GPS.

3.2.3.7.1 INMARSAT

Inmarsat es un sistema geoestacionario que cuenta con satélites operativos. Dos de ellos se encuentran ubicados sobre los Océanos Pacífico e Índico respectivamente, y los otros dos cubren el Océano Atlántico, en la ilustración 27 se muestra la cobertura del sistema.

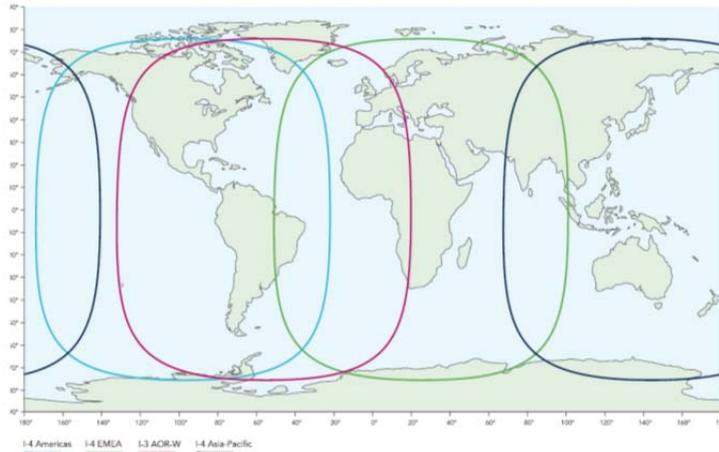


Ilustración 26: Cobertura con sistema INMARSAT

Inmarsat ofrece servicios muy variados como banda ancha, comunicación maquina a maquina y voz, lo cual hace al servicio muy completo.

De acuerdo al tipo de aplicación, dependerá el tipo de dispositivo a utilizar, el servicio más usual para el tipo de aplicaciones del tema, es el de tipo maquina a máquina, lo cual procura lo necesario para el correcto desempeño del sistema.

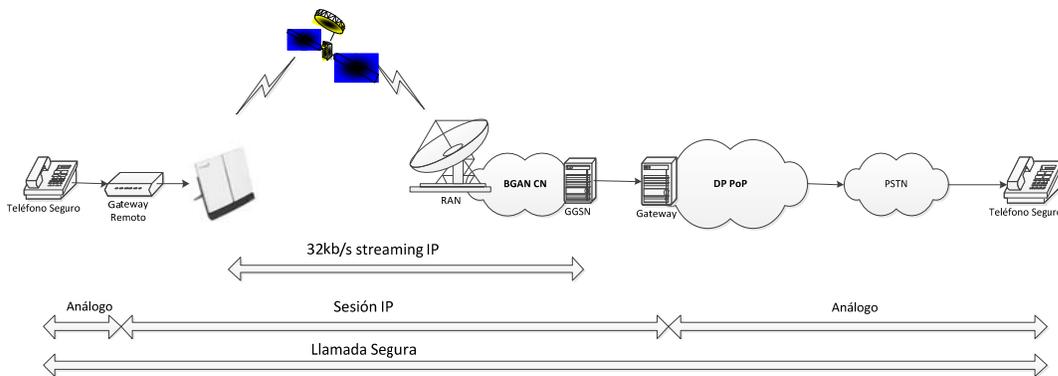


Ilustración 27: Funcionamiento general del sistema Satelital INMARSAT

El funcionamiento de este sistema es muy similar al Orbcom, se cuenta con el dispositivo de transmisión, (teléfono, pc o antena) los datos pasan a través de un Gateway hacia el satélite

correspondiente, el satélite manda el mensaje a una estación terrena la cual a través de un Gateway realiza el envío de manera adecuada al usuario o dispositivo final.

3.2.3.7.2 Sistema GOES

Los satélites GOES (**G**eostationary **O**perational **E**nvironmental **S**atellites) forman parte de un sistema de satélites hemisféricos geoestacionarios desarrollados por el gobierno de los E.U.A con la finalidad de monitorear y pronosticar eventos meteorológicos. Dichos satélites son operados por la NOAA (**N**ational **O**ceanic and **A**tmospheric **A**dministration) y fueron diseñados y puestos en órbita por la NASA (**N**ational **A**eronautics and **S**pace **A**dministration).

Este sistema cuenta con 5 satélites también conocidos como "satélites meteorológicos", debido a que sus principales aplicaciones se encuentran en meteorología y campo de ciencias afines. Son satélites geoestacionarios, lo que significa que permanecen fijos en un punto del espacio, estáticos en relación a la Tierra, acompañando a ésta en su rotación. Su órbita es geosincrónica (24 h) y se encuentra en el plano ecuatorial, siendo su distancia a la tierra de aproximadamente 36000 km. Los satélites GOES cubren de la tierra según dos sectores: Este y Oeste, posicionándose respectivamente el GOES-8 a los 75º Longitud Oeste y el GOES-10 a 135º Longitud Oeste, sobre la línea del paralelo de los 0º (ecuador).

Dentro de los sistemas de monitoreo soportados por los satélites GOES se tiene el Sistema de Colección de Datos (DCS por sus siglas en ingles). Este consiste en la retransmisión de datos ambientales desde diferentes plataformas colectoras remotas (Estaciones ambientales) a diferentes estaciones terrenas de recepción.

La telemetría GOES soporta dos modos de operación simultáneos: transmisión de mensajes de datos a intervalos regulares (Self-timed) y transmisión aleatoria (en tiempo real) de mensajes de datos para eventos extraordinarios (Random).

El modo a intervalos regulares, la NOAA asigna ventanas tiempo, con inicio específico, en un canal de transmisión para enviar los datos al satélite. La estación debe contar con un temporizador que controle estas transmisiones. Este modo es para transmisiones a intervalos regulares en una ventana de tiempo asignada. Se pueden solicitar a la NOAA: ventanas de transmisión de 120, 60, 45, 30 y 15 segundos de duración e Intervalo de transmisión de 6, 4, 3 y 1 hora. El inicio de la ventana de transmisión lo asigna directamente la NOAA en función de la disposición del tiempo de satélite.

El modo aleatorio permite que la estación transmita en tiempo real cuando un parámetro medido excede un umbral crítico preestablecido por el usuario. Por ejemplo; el nivel de agua sube 15 cm en 10 minutos o cuando se alcanza una intensidad de precipitación de 50 mm/hr, en cuanto estos eventos ocurren o finalizan se transmite uno o más mensajes de alarma al satélite por un canal definido para este fin. No hay un límite en el número de transmisiones y en la configuración de este tipo de mensajes. Se recomiendan tiempos de transmisión cortos, y transmisión redundante.

El uso de la telemetría satelital GOES no tiene costo para organismos gubernamentales en México. Por lo cual para redes de estaciones de tipo meteorológicas, este medio ofrece el mayor costo-beneficio, con respecto a otros.

La telemetría satelital GOES cuenta con muchos años en operación trabajando en forma estable. Miles de estaciones operando con este tipo de telemetría alrededor del mundo y cientos en México.

Adquisición de los datos transmitidos desde los servidores de la NOAA, para los usuarios del sistema DCS.

4 Proyecto de la red de 28 estaciones meteorológicas en los estados de Chiapas y Tabasco

Teniendo en cuenta los antecedentes del problema que se plantea y con la opción de nuevas tecnologías a nuestro servicio, las estaciones meteorológicas automáticas (*EMA's*) resultan una solución altamente eficiente.

Para el desarrollo de un buen proyecto, hay que tomar varias consideraciones antes de iniciar, tales como verificar los sitios de instalación, seleccionar los elementos más convenientes de acuerdo a lo que arrojen las características de los sitios, integración de los sistemas, distribución de materiales, distribución de equipos de trabajo, puesta en marcha y entrega del proyecto, esto solo a groso modo.

4.1 Planeación

Para el desarrollo de este proyecto se toman 3 fases globales, Planeación, Ejecución y Cierre.

Inicialmente se genera un diagrama de Gantt para estimar tiempos y asignar tareas tanto individuales como grupales, así como manejar las adquisiciones de manera rápida y fortuita. Ver *tabla 4*.

Esta tabla es de gran ayuda ya que brinda una amplia visión acerca de los alcances reales para el proyecto.

Todo esto se desarrolla en este siguiente capítulo.

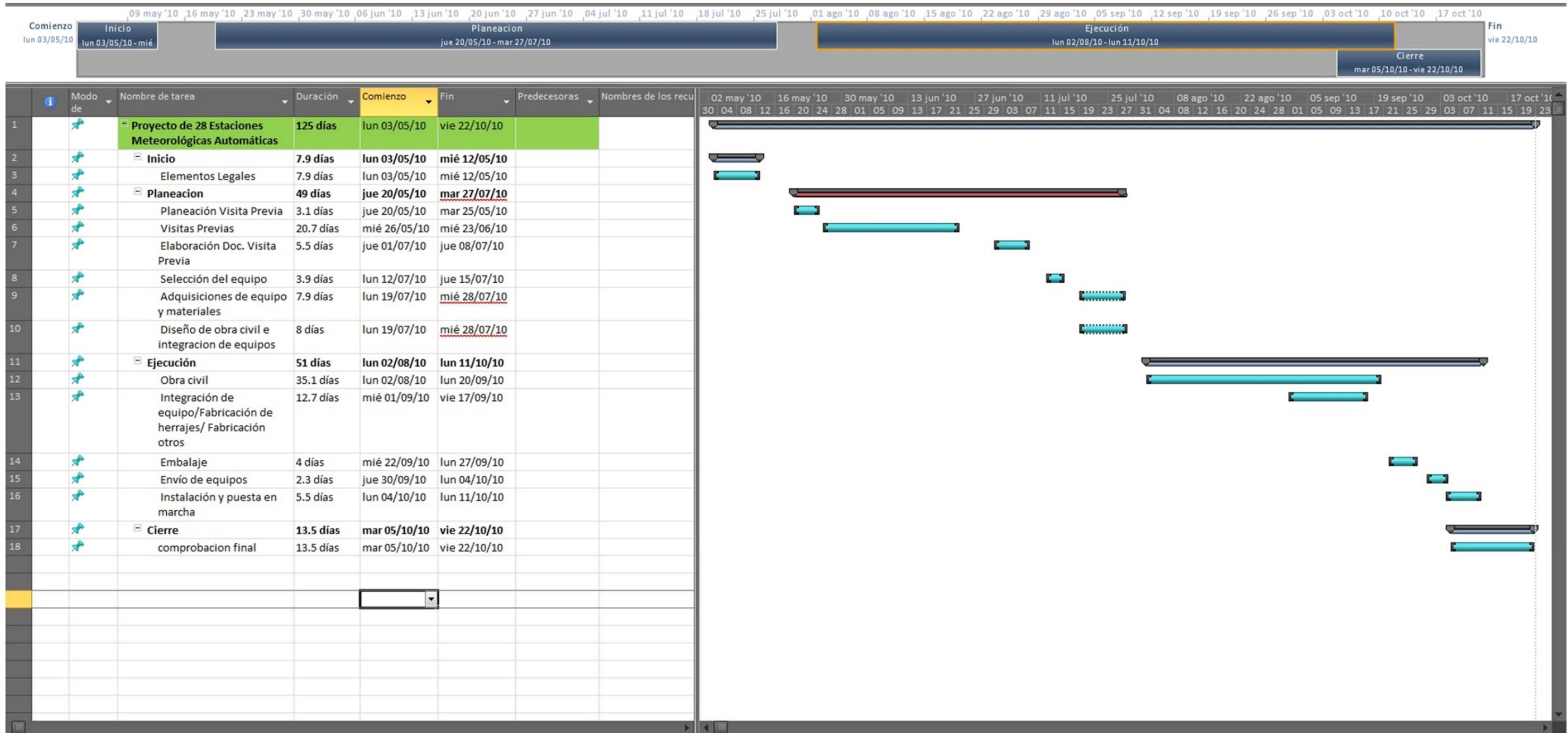


Tabla 4: Programación general para el desarrollo del proyecto.

Se estiman los tiempos de puesta en marcha para cada uno de los equipos mostrando la siguiente tabla.

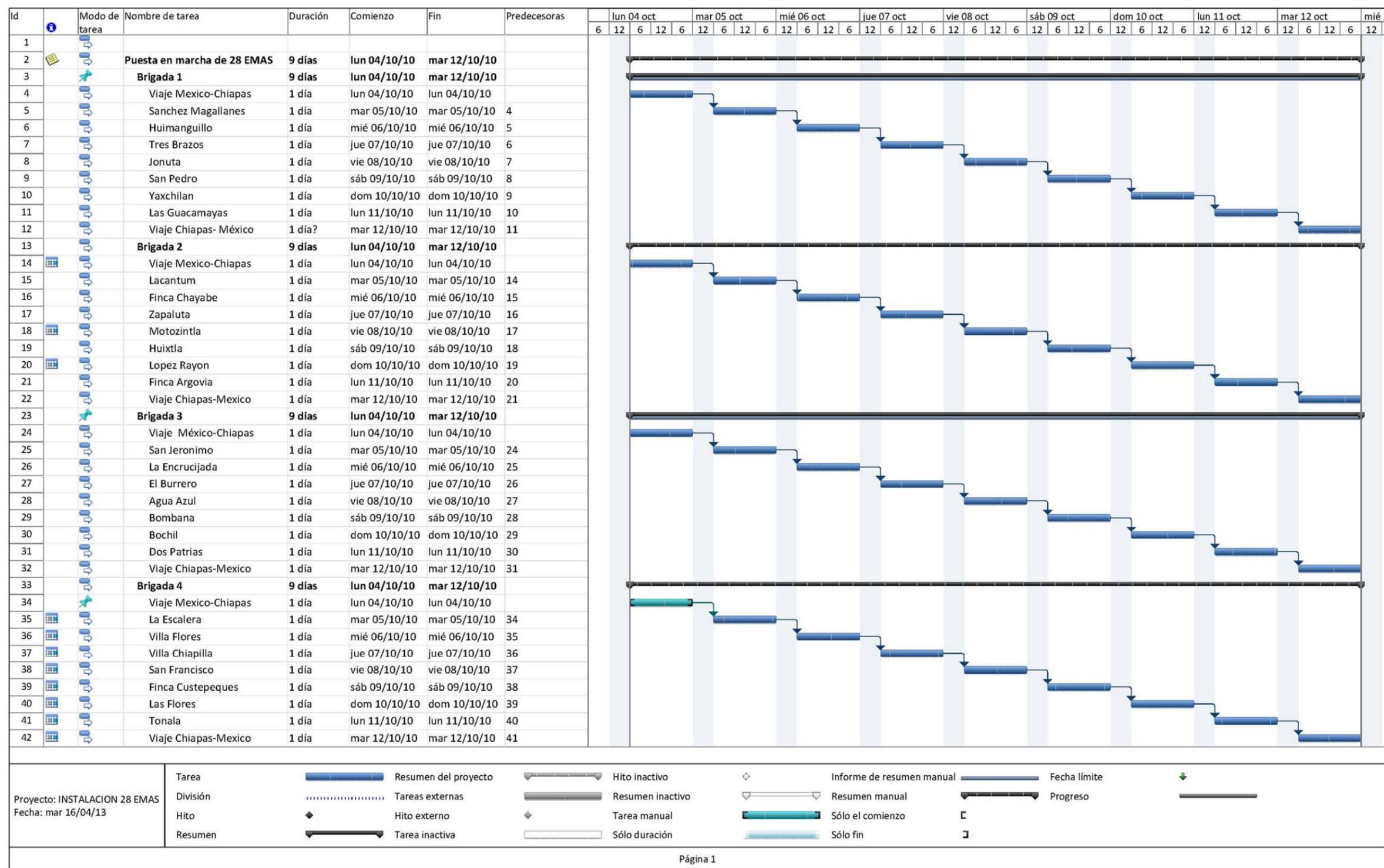


Tabla 5: Programación por brigada para instalación de las EMAs

4.1.1 Ubicación geográfica

Se genera una tabla para tener contenidos los datos de todas y cada una de las 28 estaciones meteorológicas automáticas, donde se muestran datos como son nombre, estación, latitud, longitud y elevación. *Nota: el documento se encuentra en el anexo 1.*

Estos datos son de gran ayuda para localizar las estaciones tanto en exploración como en ubicación.

Con las coordenadas y el nombre, mediante "googleearth" se establecen las ubicaciones y se conocen las rutas más adecuadas para programar la logística de las visitas previas, como se muestra a continuación.

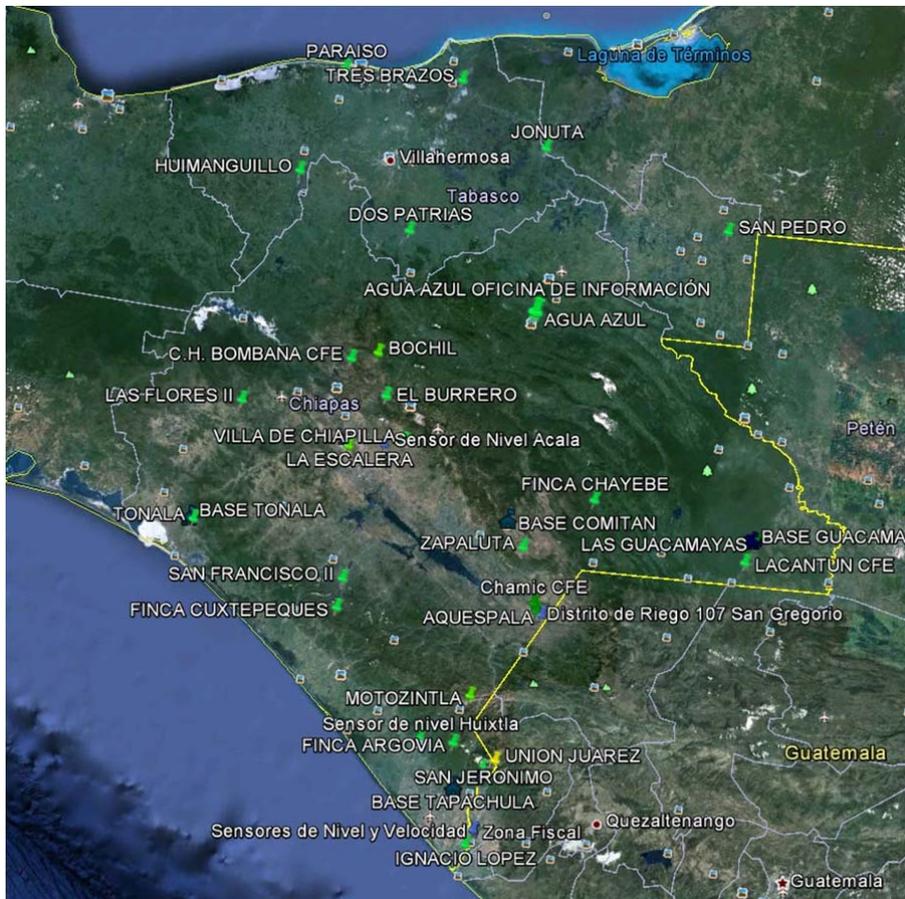


Ilustración 28: Ubicación de los 28 sitios de Instalación en los estados de Chiapas y Tabasco

4.1.2 Visitas previas

Con la ubicación exacta de los sitios se realiza una evaluación puntal de los aspectos más importantes, como lo son:

Primeramente conocer los caminos, es decir, si es terracería, asfalto, cruzar algún tipo de río, esta parte es fundamental en la elección del vehículo con el cual se realizará la puesta en marcha en los sitios visitados

Una vez en el sitio se examinan las distintas condiciones, es decir, si es un sitio con una alta salinidad, una alta humedad, el hábitat que lo rodea, como lo es el tipo de vegetación, la fauna. Estas características tienden a menguar el desempeño del sistema a implementar si no es controlado de manera adecuada o se elige un sitio con características adecuadas. Por otro lado se verifica si el sitio elegido cuenta con energía eléctrica disponible.

Las comunicaciones actuales son un elemento sumamente importante en la implementación ya que son de gran ayuda en la comprobación de transmisiones y en cuestiones de seguridad para cubrir cualquier eventualidad que pueda ser sufragada con ayuda de los mismos.

Es necesario verificar la seguridad del sitio, qué tan probable es que éste pueda ser vandalizado y con esto tomar medidas que prevengan dichas situaciones.

Tomando estas y algunas otras observaciones se hacen sugerencias para que la implementación sea la mejor.

Nota: se incluye documento de visita previa en el anexo 2.

4.1.3 Selección del equipo

Una vez que se han realizado las visitas previas, con apego a las normas que rigen estos sistemas (*OMM documento 8*) se verifican entre sensores, datalogger's y transmisores (sistema de telemetría) cuales son los más adecuados para cubrir los requerimientos de este proyecto. A continuación se describen los criterios y estrategias de selección.

Antes de comenzar se hace un repaso de lo que disponen estas estaciones meteorológicas:

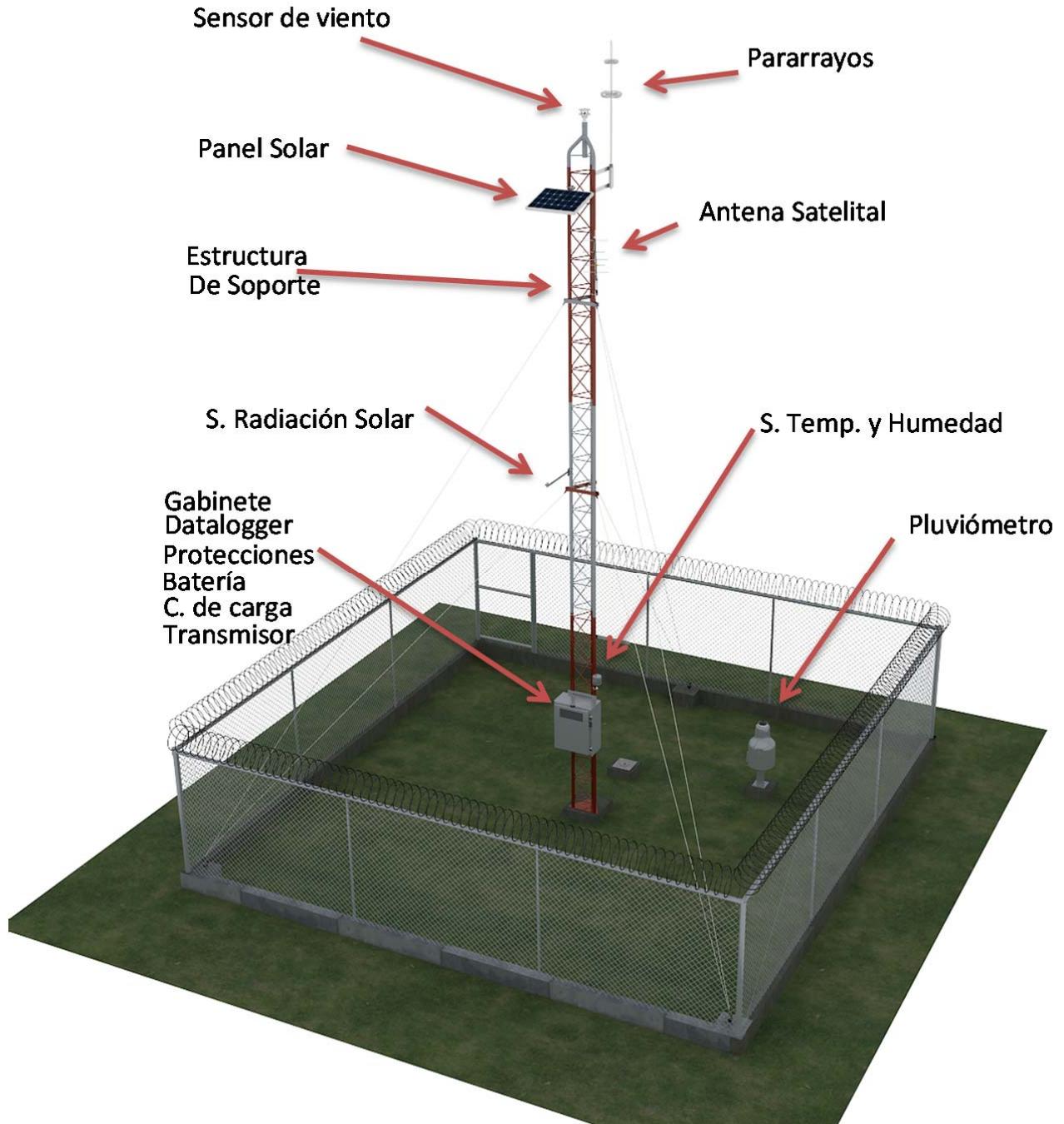


Ilustración 29: Composición Estándar de una Estación Meteorológica Automática

Para la selección de los elementos de la estación meteorológica automática, a continuación se muestra un dibujo representativo de los 5 bloques principales que la conforman; sensores, Sistema de telemetría, sistema de alimentación, sistema de protección y registrador de datos.

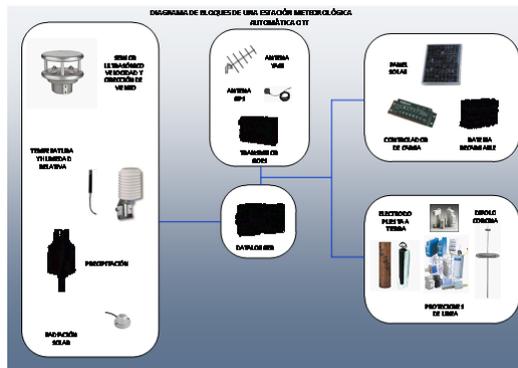


Ilustración 30: Bloques de Composición de una Estación

4.1.4 Equipos de medición, adquisición y transmisión de datos

Esta parte permite dar certeza y garantizar el correcto funcionamiento de la estación meteorológica, es por esto que se revisan los registros de años anteriores para verificar las magnitudes máximas y mínimas, con base en esto se pueden considerar capacidades de cada dispositivo a implementar en el sistema.

Así pues, comienza el análisis de selección de cada elemento.

4.1.4.1 Datalogger (registrador de datos)

En el mercado existen una amplia gama de datalogger's lo cual permite discriminar de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Una parte fundamental es el consumo energético, la mayoría de los sitios no cuentan con energía eléctrica, esto conlleva a utilizar un sistema alternativo para la alimentación de la estación (panel solar o aerogenerador).

El tipo de protocolos de comunicación admitidos, la cantidad de puertos disponibles y su posible configuración son algo sumamente llamativo.

El datalogger elegido es el LogoSens 2 de la marca OTT, ya que cuenta con ocho canales configurables a los siguientes protocolos de comunicación: SDI-12, Corriente (4...20 mA), Voltaje (varios), RS485, pulsos, PT100, frecuencia.

Con un consumo sumamente bajo de 7.5mAH.

Se anexa comparativa en anexo 3 y una hoja de datos básicos en el anexo A

4.1.4.2 Sensor de viento

Para la selección del sensor de dirección y velocidad del viento se tomaron en cuenta los diferentes tipos de sensores, el tipo mecánico y el ultrasónico.

El sensor de velocidad y dirección del viento ultrasónico, además de ser un solo elemento, viene completamente sellado, lo cual incrementa su expectativa de funcionamiento, por otro lado este tipo de sensores vienen acompañados por mediciones adicionales (inferidas y directas) como lo son la temperatura, presión atmosférica, medición vectorial, entre otros.

Además de contar con rangos y resoluciones altamente convenientes para el buen desempeño de la estación.

El mecánico generalmente cuenta con un balero, el cual permite el giro tanto en las cazoletas como en la pluma, con estos sensores además de registrar el dato, visualmente se puede inferir la dirección y la velocidad del viento. Una cuestión que suele ser desfavorable es el tipo de ambiente, por ejemplo uno muy salino o húmedo puede repercutir en el funcionamiento del equipo, dando desventaja frente a los ultrasónicos.

En cuanto a la metrología, son muy similares unos de otros.

Por lo anterior se determina que el sensor de velocidad y dirección del viento ultrasónico es el más adecuado para los propósitos del proyecto.

Este sensor consiste de 4 transductores ultrasónicos colocados en parejas las cuales son opuestas una de la otra. Los transductores actúan de dos formas, como transmisores y receptores acústicos. El resultado de la velocidad y dirección del viento es calculado por medio de la medición en tiempo real de la diferencial del sonido.

Este sensor mide el tiempo que tarda un pulso ultrasónico de sonido en viajar del transductor Norte al transductor Sur y compara este tiempo con el tiempo que tarda un pulso en viajar desde el transductor Sur al transductor Norte. De la misma forma se comparan los tiempos entre los transductores Oeste y Este.

Por ejemplo, si sopla viento del Norte, el tiempo que toma el pulso en viajar del Norte al Sur será más rápido que el tiempo que tarda desde el Sur al Norte, mientras que los tiempos entre Este y Oeste y Oeste y Este serán los mismos. La rapidez y la dirección del viento pueden calcularse entonces desde las diferencias de tiempo en cada eje. Este cálculo es independiente de factores externos como la temperatura.

La velocidad de propagación del sonido en aire en reposo o en calma es sobrepuesta por las componentes de velocidad de un flujo de aire en la dirección del viento.

Una componente de velocidad del viento en la dirección de propagación del sonido ayuda a la velocidad de propagación, conduciendo entonces a un incremento de la velocidad. Una componente de velocidad de viento opuesta a la dirección de propagación, por el contrario, conduce a una reducción de la velocidad de propagación.

La velocidad de propagación resultante de esta superposición conduce a tiempos de propagación del sonido diferentes, en velocidades y direcciones de viento diferentes, sobre una trayectoria de medición fija.

El sensor seleccionado es de la marca Lufft, modelo Ventus.

Nota: se incluye una comparativa en el anexo 4 y su hoja técnica básica en el anexo B



Ilustración 31: Sensor de dirección y velocidad del viento, Ventus

4.1.4.3 Sensor de radiación solar

La radiación solar es un parámetro con el que se puede conocer la insolación durante el día, si el área que abarca es recomendable para cultivos, sistemas de generación eléctrica (a través del sol), o que tan perjudicial resulta para los seres vivos el estar expuestos al sol.

Es por esto y por la explicación (*capítulo 2.1.3.3*) de estos sistemas que lo más adecuado es un piranómetro, ya que no se trata de un estudio especializado.

Estos sensores aportan una amplia gama de datos que permiten generar a su vez estadística necesaria y útil.

Este sistema usa un fotodiodo detector, con el que induce un voltaje de salida que es proporcional a la radiación incidente. Su sensibilidad es proporcional al coseno del ángulo de incidencia de la radiación entrante, lo que permite mediciones precisas.

El sensor seleccionado es de la marca kipp & Zonen, modelo SP Lite 2.

Nota: Se anexa comparativa en anexo 5 y su hoja de características básicas en el anexo C.

4.1.4.4 Sensor de temperatura y Humedad Relativa del aire

Estos parámetros meteorológicos son de los más conocidos en general, ya que la gente lo considera de las más importantes para el desempeño de su vida diaria.

Pero más allá de esto, la temperatura y humedad dan a conocer los comportamientos característicos y los posibles cambios en grandes regiones.

En los sistemas automatizados lo más conveniente para medición de temperatura es un sensor PT100.

Los PT100 son elementos resistivos que cambian su resistencia eléctrica en función de la temperatura, este cambio puede ser medido con un instrumento adecuado. Estas resistencias por lo general son de cobre, níquel o platino, aunque también las hay de otros materiales.

Para el sensor de humedad relativa, lo más conveniente es un sensor capacitivo ya que son de bajo costo, con una excelente exactitud y precisión. Que de igual manera cambia su capacitancia de acuerdo a la humedad que percibe.

Este elemento capacitivo es de tipo película encapsulada en una cámara porosa y filtradora de plástico rígido.

El sensor seleccionado es de la marca Thies modelo Compact 1.1005.54.000

Nota: se incluye una comparativa en el anexo 6 y una hoja de datos básica en el anexo D.

4.1.4.5 Sensor de precipitación

Este proyecto tiene como prioridad el monitoreo de lluvias, esto da una fácil percepción del sensor más adecuado para dicho sistema.

Como ya se ha explicado existen dos tipos de pluviómetros (en general), los de pesaje y los de balancín los cuales tienen principios de funcionamiento muy diferentes.

Los de tipo balancín funcionan a partir de eso mismo, un balancín, el cual cada vez que se llena y se derrama, al derramarse activa un sensor que a través de un pulso genera una medición, la cual es interpretada por un datalogger, mientras que un sensor de pesaje se basa en realizar un pesaje de la lluvia a través de un sistema específico de cada sensor, lo cual los hace más precisos, además estos sensores requieren de un mantenimiento ínfimo.

Esta es la razón por la cual el sistema de pesaje es el más adecuado para nuestro fin. El sensor seleccionado es de la marca OTT modelo Pluvio²

Nota: se incluye una comparativa en el anexo 7 y una hoja de datos básicos en el anexo D

4.1.4.6 Sistema de transmisión

De acuerdo a lo visto anteriormente existen diversos proveedores de sistemas de telemetría satelital, de los más importantes son los sistemas Orbcomm, Inmarsat y GOES.

Un parámetro primordial es el costo-beneficio, siendo el sistema GOES la mejor opción.

El costo-beneficio se basa en la compra de un transmisor de 4 a 8 veces más caro que un transmisor de radio, sin embargo el servicio es gratuito, derivado de esto con una renta de datos satelital en 18 meses, el transmisor GOES se paga en su totalidad siguiendo con la misma funcionalidad durante un tiempo considerable y sin ningún cobro adicional de servicios.

Este sistema para poder desempeñarse de manera adecuada requiere de un transmisor satelital, una antena gps, una antena satelital, y un sistema de adquisición de datos.

El sistema de adquisición de datos como ya se vio es el datalogger de la marca OTT, modelo LogoSens 2.

- Antena Satelital

Para la correcta elección de la antena satelital se tienen las siguientes características a evaluar:

-Direccional u omnidireccional: es decir la direccional como su nombre lo indica se apunta hacia un objetivo en específico para enviar o recibir la señal, mientras que la omnidireccional, generalmente recibe o emite a cualquier lugar en derredor de ella.



Ilustración 33: Antena Direccional



Ilustración 32: Antena Omnidireccional

-Patrón de radiación: básicamente es la representación de la energía radiada tanto en azimuth como en elevación, incluso en 3D, lo cual permite conocer el comportamiento de transmisión de la señal a partir de la antena.

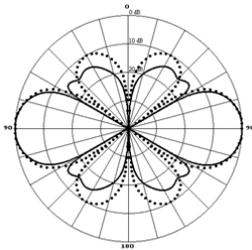


Ilustración 34: Patrón de radiación

Ganancia: es la relación entre la potencia que entra en una antena y la potencia que sale.

En el caso de las antenas la comparación se puede hacer con respecto a una antena isotrópica (ideal) y de este modo si una antena real tuviese una ganancia de 3dB comparada con una isotrópica debe expresarse como 3 dBi (decibel isotrópico).

Directividad: nos indica la concentración de potencia en cierta dirección, es decir, que tanta energía puede enviar o recibir hacia cierto punto.

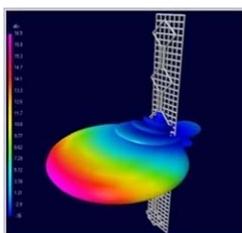


Ilustración 35: Patrón de radiación en formato tridimensional mostrando directividad

Polarización: Es la orientación de las ondas electromagnéticas al salir de la antena. Hay dos tipos básicos de polarización que aplican a las antenas, como son: Lineal (incluye vertical, horizontal y oblicua) y circular (que incluye circular derecha, circular izquierda, elíptica derecha, y elíptica izquierda).

Las anteriores características proveen mayor certidumbre en la elección de una antena.

A continuación se muestran los tipos de antenas y sus características más comunes:

Antena	Patron de Radiación	Ganancia	Directividad	Polarización
Dipolo	Amplio	Baja	Baja	Lineal
Dipolo	Amplio	Baja/Media	Baja	Lineal
Panel Plano (flat	Amplio	Media	Media/Alta	Lineal/Circular
Plato Parabolico	Amplio	Alta	Alta	Lineal/circular
Yagi	EndFire	Media/Alta	Media/Alta	Lineal
Ranura	Amplio	Baja/Media	Baja/Media	Lineal
MicrStrip	Endfire	Media	Media	Lineal

Tabla 6: Tabla de comparación de antenas de transmisión-recepción

Con las características antes citadas la elección más adecuada es la siguiente:

Antena yagi cruzada de alta ganancia, con una frecuencia de trabajo de 400 MHz. Consiste en dos fases en cuadratura, de cinco elementos, es decir son un par de antenas montadas ortogonalmente sobre un brazo de aluminio común. Los elementos son alimentados a través de una micro-tira de adaptación, con:

- Frecuencia 401.8 Mhz
- Ancho de banda 2 MHz
- Energía de entrada 15W
- Impedancia de entrada 50 W
- SWR 1.5
- Relación axial 4 dB Max
- Directividad 14 dB_{ic}
- Ganancia 11 dB_{ic}
- Polarización circular derecha
- BD Potencia de ancho de banda 47 dBA

Nota:

dB_{ic} es la ganancia directiva de una antena polarizada circularmente, expresada como la relación, en decibeles, de la directividad de una antena real a la de una antena isotrópica con la misma característica de polarización

SWR: La **Razón o Relación de onda estacionaria** o **ROE** es una medida de la energía enviada por el transmisor que es reflejada por el sistema de transmisión y vuelve al transmisor.

4.1.4.7 Sistema de alimentación

Con los elementos anteriores definidos (sensores y dispositivos propios de la estación), se puede hacer el cálculo de consumo, tomando en cuenta que la estación en caso de algún problema con el panel solar, mantenga su operación por un periodo de 15 días al menos.

Basándonos en la medición directa de cada elemento la tabla fue llenada de acuerdo a las lecturas arrojadas a partir de las pruebas de laboratorio.

Cálculo de la carga de corriente en 24 horas para una EMA						
Dispositivo carga CD	Consumo de Corriente	Número de eventos	Duración de evento		Cantidad de Equipos	Energía ó Carga diaria
	mA	Eventos por día	Segundos	horas	unidades	A-hr
Transmisor GOES modo inactivo	7	1	86400	24	1	0.168
Transmisor GOES modo TX	4000	24	10	0.002777778	1	0.266666667
LogoSens modo dormido	1.5	1	86400	24	1	0.036
LogoSens modo midiendo	50	1152	10	0.002777778	1	0.16
T&HR un solo modo	5	1	86400	24	1	0.12
Ventus modo inactivo	100	1	86400	24	1	2.4
Controlador modo único	10	1	86400	24	1	0.24
Pluvio modo único	15	1	86400	24	1	0.36
SP-Lite 2	6	1	86400	24	1	0.144
Total consumo diario						3.894666667

Consumo + 10%	4.284133333
Potencia/día	51.4096
Panel-Pico-4hr	158.4
Capacidad de carga	3.081136597
Días de duración considerando una	15.17226355

Tabla 7: Cálculo de carga de la estación

Desarrollando:

$$(\text{Consumo de corriente } [A]) \times (\text{Numero de eventos}) \times (\text{Horas de uso } [Hr]) = A Hr$$

$$\text{Transmisor GOES inactivo} \quad (0.007[A])(1)(24[Hr]) = 0.168 \text{ A Hr}$$

$$\text{Transmisor GOES Transmitiendo} \quad (4[A])(24)(0.00277[Hr]) = 0.2666 \text{ A Hr}$$

$$\text{LogoSens Dormido} \quad (0.0015[A])(1)(24[Hr]) = 0.036 \text{ A Hr}$$

$$\text{LogoSens Midiendo} \quad (0.05[A])(1152)(0.00277[Hr]) = 0.155 \text{ A Hr}$$

$$\text{Temperatura y Humedad Modo Único} \quad (0.005[A])(1)(24[Hr]) = 0.12 \text{ A Hr}$$

$$\text{Sensor de Viento Modo Único} \quad (0.1[A])(1)(24[Hr]) = 2.4 \text{ A Hr}$$

$$\text{Controlador de Carga Modo Único} \quad (0.01[A])(1)(24[Hr]) = 0.24 \text{ A Hr}$$

$$\text{Sensor de Precipitación Modo Único} \quad (0.015[A])(1)(24[Hr]) = 0.36 \text{ A Hr}$$

$$\text{Sensor de Radiación Solar Modo Único} \quad (0.006[A])(1)(24[Hr]) = 0.144 \text{ A Hr}$$

Se suman los resultados:

Se agrega un 10% del consumo.

Este último resultado multiplicado por el voltaje, para obtener la potencia requerida por día:

Una vez con la potencia establecida, se tiene que para sufragar esa energía se considera un panel de 50W y una captación solar máxima, de 4 horas:

Con esto, se tiene que:

Es las veces que el panel puede cargar la batería. Por lo general se utilizan estas cantidades debido a días de lluvia o nublados intensos, o cualquier otro evento que atenúe la capacidad de generación.

Ahora, para cumplir con los 15 días de duración, solo con la batería:

Lo necesario para cubrir los 15 días son 64.25 [A].

Para lo anterior se considera una batería de 64.25 AH (no es una medida comercial en el mercado) y un panel solar que genere aproximadamente 3.3 A.



Con esto es muy sencilla la elección, la batería se elige de tecnología **Absorbent Glass Mat (AGM)** con una capacidad de 75 Ah (capacidad comercial).

Ilustración 36: Batería tecnología AGM de 75AH



Ilustración 37: Panel solar de 50W

El panel solar elegido es de la marca Microm con una capacidad de 50W lo cual garantiza en los días de poca generación energética (*días muy nublados*) la correcta recarga de la batería.

Finalmente se precisa de un controlador de carga, que como su nombre lo dice es un dispositivo encargado de proteger a la batería de una sobrecarga.

Existen en general un par de principios el PWM (modulado por ancho de pulso) y el MPPT (seguidor de máxima potencia).

Ambos mantienen un buen funcionamiento, el MPPT tiene una mayor eficiencia y es usado comúnmente cuando se tiene una red de paneles solares instalados, además optimiza la absorción de energía, un PWM simplemente tiene la función de abrirse en cuanto la batería este completamente cargada o desconectar la carga de la batería para que ésta no se averíe con una descarga profunda.

Otra característica no técnica que tiene gran peso en la elección, es el costo. Para las necesidades de este proyecto, un PWM es más que suficiente ya que de acuerdo con los cálculos, se tiene contemplada la pérdida de energía.

El controlador de carga elegido es de la marca MorningStar modelo sunsaver. Con características de entrada de 12V y una corriente de hasta 10 A.



Ilustración 38: Controlador de Carga PWM

Se incluye tabla de comparación en el anexo 8

4.1.4.8 Sistema de protecciones

Habrá que definir los alcances que se tienen para el denominado “sistema de protecciones”.

Se utiliza un pararrayos tipo dipolo corona, se caracteriza por ser del tipo Des-ionizador de carga electrostática (PDCE). Su principio de funcionamiento se basa en la transferencia de la carga electroestática antes de la formación del rayo, eliminando el fenómeno de ionización o efecto corona. Además de



Ilustración 39: Pararrayos tipo

un electrodo de puesta a tierra y químicos en caso de ser necesario, para reducir la resistencia del suelo.

Con un ángulo de protección de 71°, aterrizado con un cable de cobre calibre 2 directamente a un electrodo de puesta a tierra para esto se toma en cuenta el tipo de suelo predominante.

En la protección secundaria se utilizan fusibles, calculados de acuerdo a las necesidades del sistema, barreras para transitorios para los datos de entrada de los sensores, así como desviador de sobretensión, los seleccionados fueron de la marca Erico.



Ilustración 40: Barreras contra transitorios

Se incluye documentación en el anexo F

4.1.5 Obra civil

El emplazamiento de las estaciones es de suma importancia, la ubicación de cada sensor permite el correcto funcionamiento de la estación como conjunto, obteniendo datos de manera precisa y veraz.

Cada una de las estaciones cuenta con un terreno con área de 64m², es decir 8m x 8m. lo anterior condiciona la distribución de la siguiente manera:

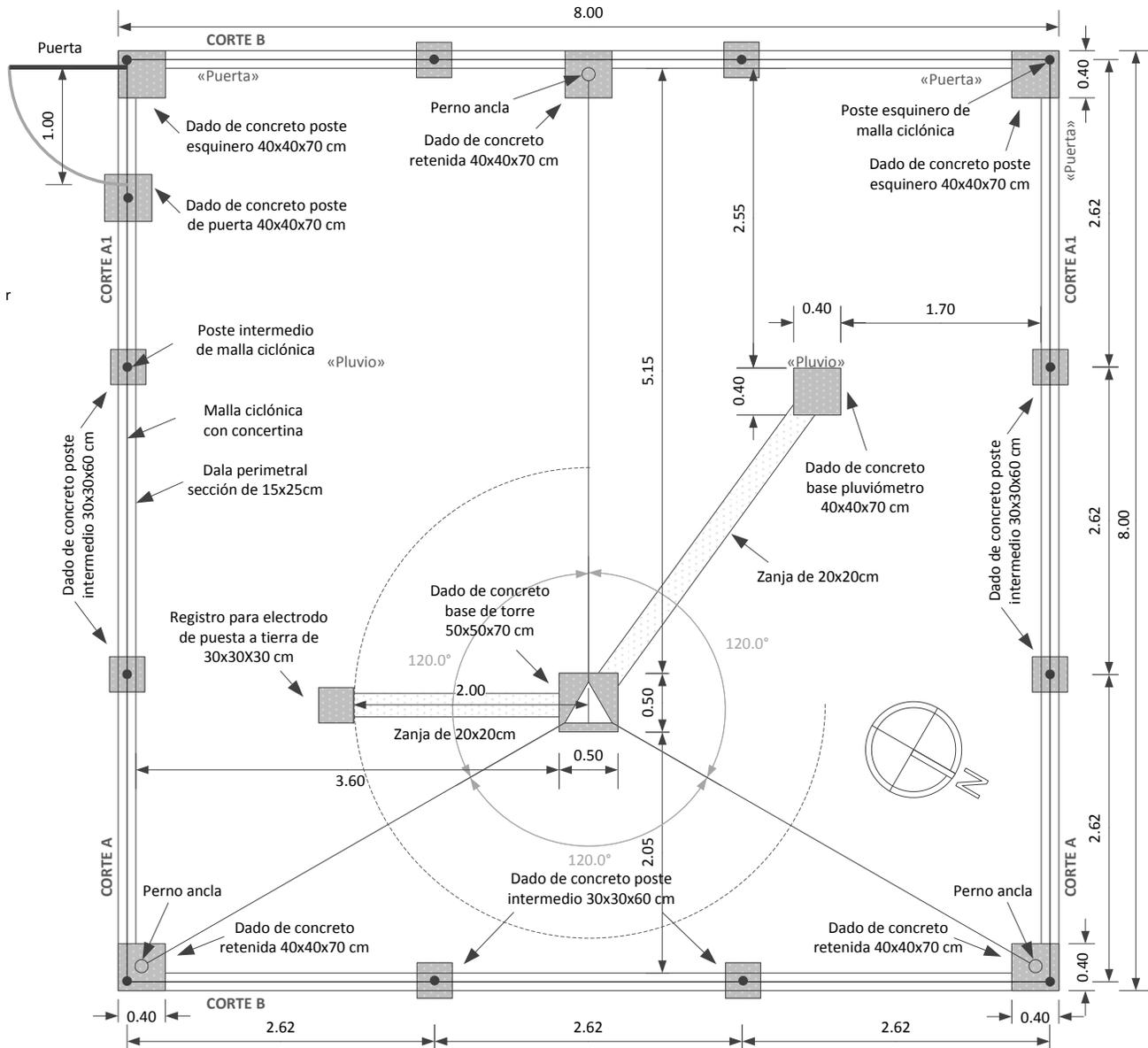


Ilustración 41: Vista de Planta para obra civil de la estación.

Nota: solo se muestra la planta de la obra civil. Es necesario aclarar que se requieren de más datos para la implementación de la obra civil, sin embargo son omitidos.

Esta imagen representa la ubicación de los elementos de la obra civil tales como dados de concreto, malla ciclónica, puerta, torre y algunos sensores y elementos de protección de la misma

5 EJECUCIÓN

Con los 28 sitios visitados y evaluados, seleccionados los elementos para la implementación del proyecto y con la llegada de los mismos se lleva a cabo parte de la ejecución.

Como lo dicta el plan de trabajo (pág. 30), en la parte de ejecución el primer paso es el inicio de la obra civil, debido a la lejanía de los sitios a emplazar.

5.1 Obra Civil

La obra civil es parte fundamental, de esto depende tanto la seguridad como el buen funcionamiento de la estación.

Si hubiese alguna omisión en la construcción pudiera resultar probablemente en la reducción de la calidad de la estación o hasta un accidente.

Este proceso es el más largo y por eso es el primero en iniciar, después de iniciada se muestran imágenes resultado del primer sitio.



Base para soportar la torre



Dala de obra civil



Torre galvanizada



Soportes para la malla ciclónica



Relleno y nivelación de la estación



Retenidas para la torre

Ilustración 42: Avance obra civil

5.2 Diseño e integración.

Como se ha hecho mención, el sistema requiere de varios elementos, a continuación se muestra un diagrama de bloques, el cual interpreta la relación de todos los dispositivos electrónicos dentro de la estación.

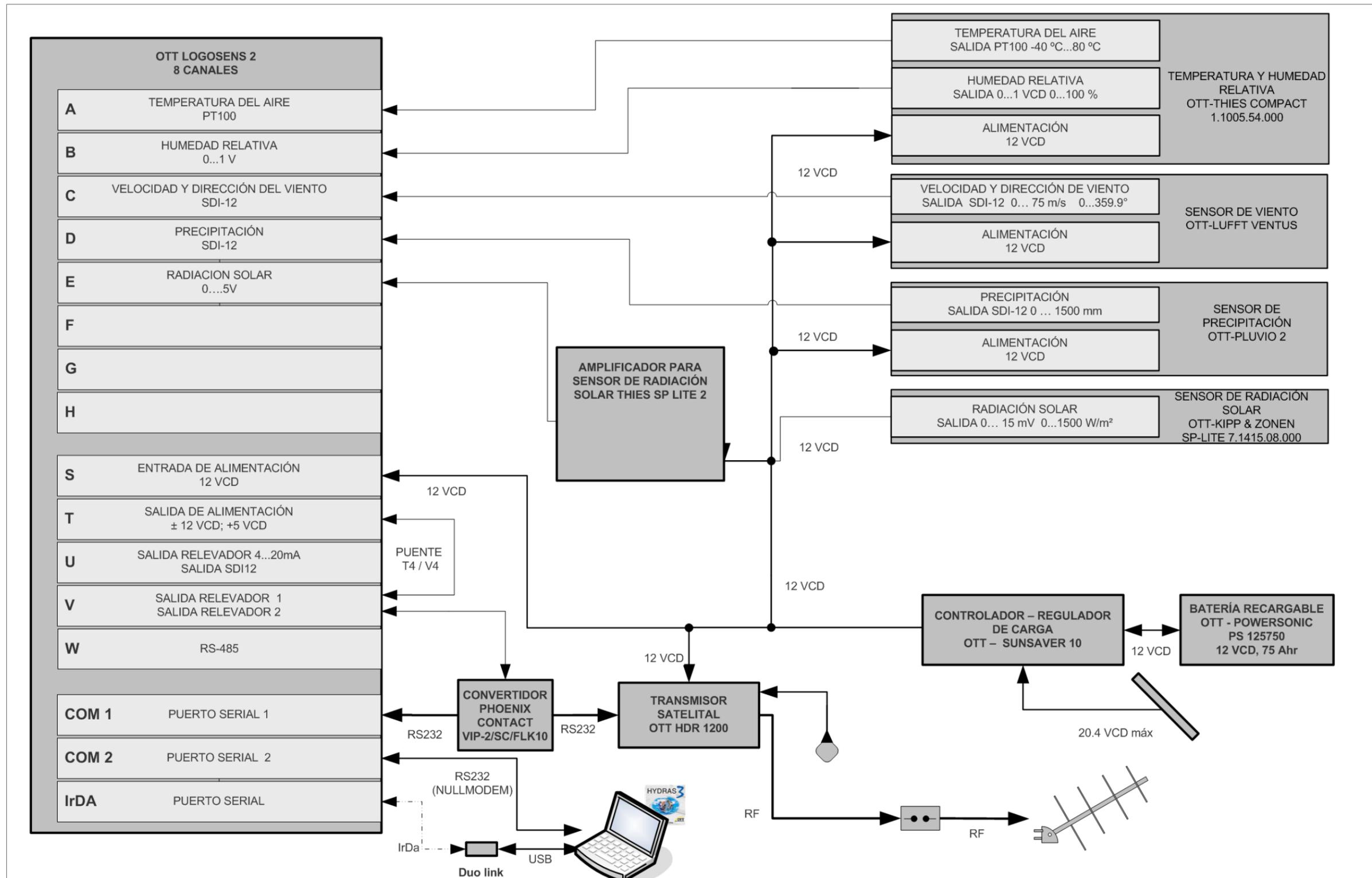


Ilustración 43: Diagrama de bloques de la estación meteorológica automática

Con base en la normatividad que establece el órgano rector internacional (OMM, Organización Mundial de Meteorología), se establecen las ubicaciones de los sensores de manera puntual. El siguiente esquema ofrece una idea de la distribución.

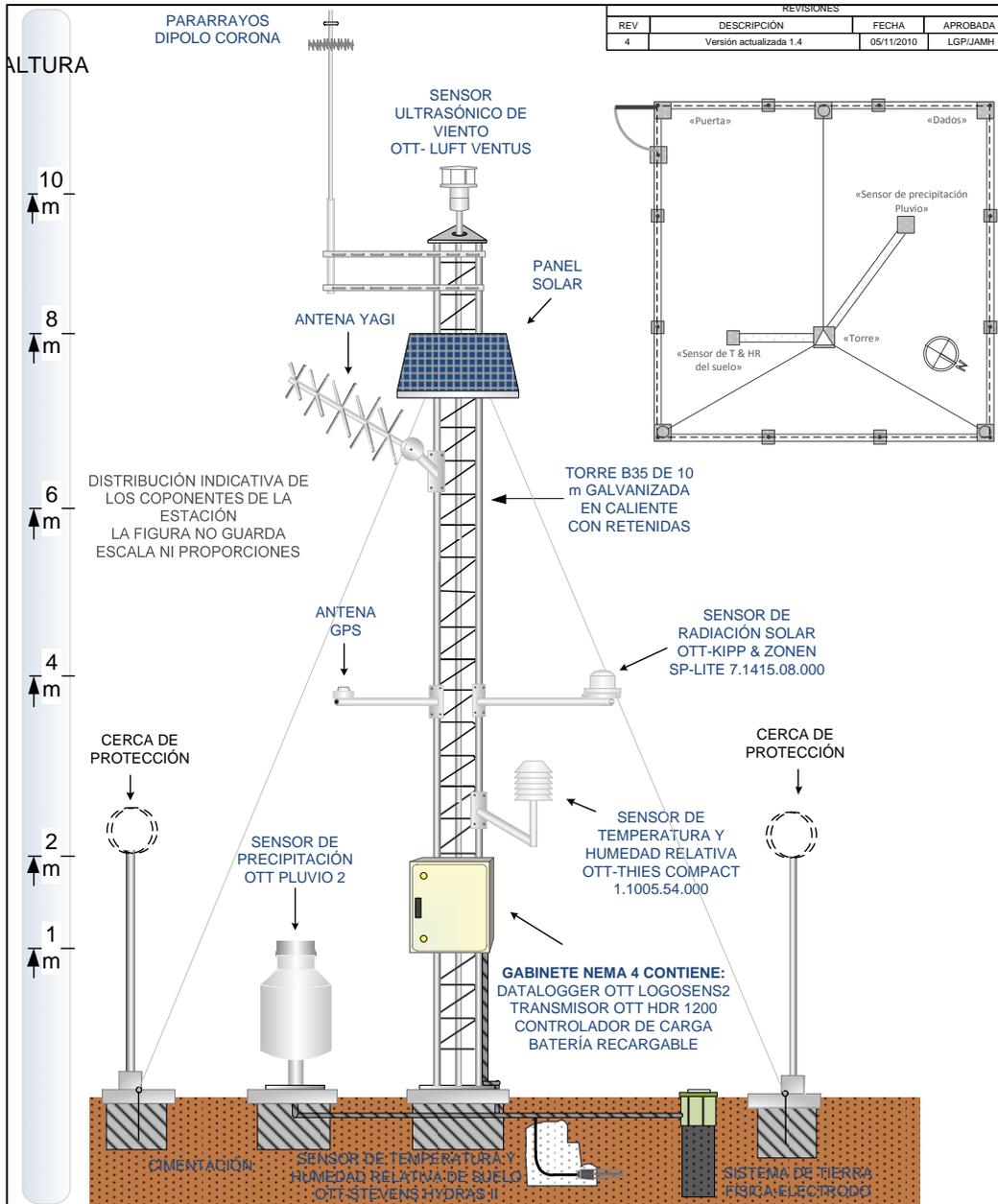


Ilustración 44: Diagrama de ubicación de sensores en la torre meteorológica de 10m

5.2.1 Cables

Con la distribución anterior (a mayor detalle) se conocen las longitudes, calibres y tipos de cables a utilizar e integrar.

La integración de los cables se refiere a la protección de los mismos brindando mayor longevidad y acabados que permitan su fácil conexión.

Por estación se cuentan con un total de 9 cables de diferentes características. Con un total de 68 polos.

Para los cables de comunicación se realizan algunas pruebas como lo es la de atenuación, que ofrecen garantía de una buena fabricación.

5.2.2 Herrajes

Todos y cada uno de los sensores necesitan de una base especial para su correcta operación, estas bases son fabricadas de manera especial, en aluminio que brinda una mayor vida en lugares con alto índice de corrosión.

A continuación se muestra uno de los herrajes.



Ilustración 45: Base de aluminio para sensor de precipitación

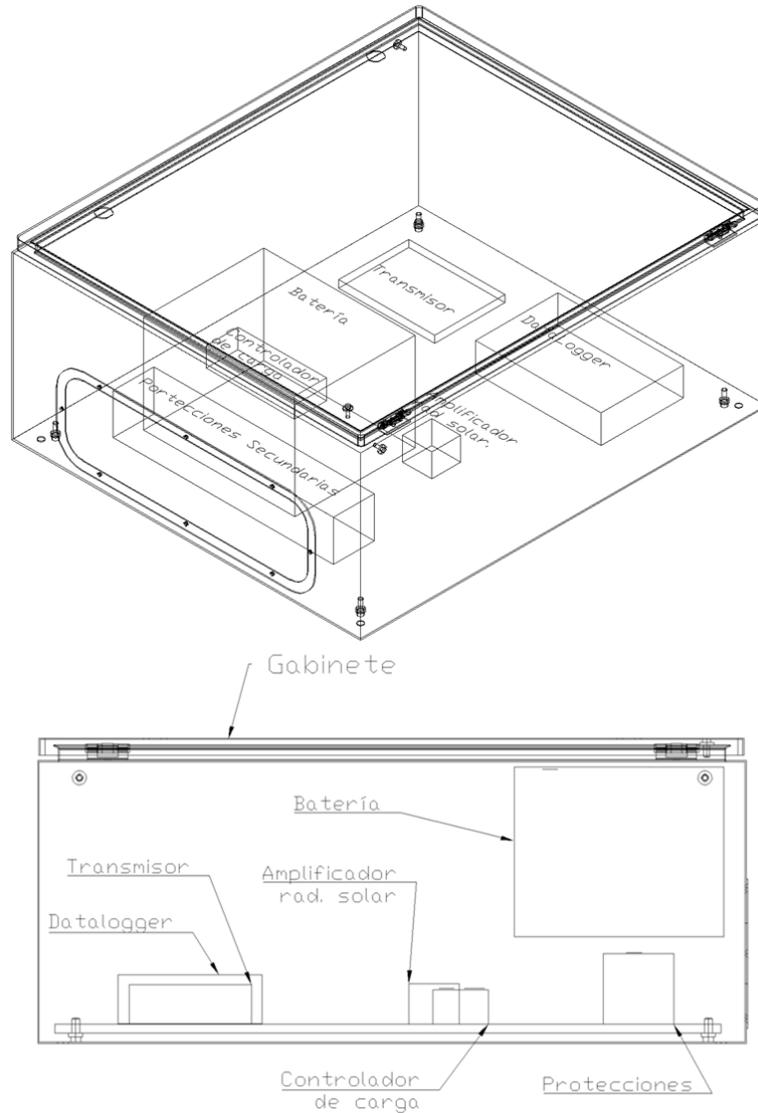
El herraje anterior se fabrica para el sensor de precipitación de tal manera que, la boca del sensor tenga una altura de 1m de acuerdo con la OMM.

De estos elementos por estación se fabricaron 9 con características distintas. Con un total de 252 herrajes fabricados en aluminio ced. 40.

5.2.3 Integración de gabinete

Se evalúa la mejor distribución buscando con esto la mejor ergonomía para el personal que utilizará el equipo.

Se analizan diferentes tipos de gabinetes y a su vez diferentes distribuciones (dentro de él) para que el datalogger, el transmisor, el controlador de carga, el amplificador de radiación solar, las protecciones y la batería tengan la mejor ubicación.



Con la mejor distribución seleccionada se integra la platina², colocando los dispositivos antes mencionados y cableando, basados en diagrama de conexiones. (El cual no será mostrado)

² Placa entro del gabinete donde se montan los equipos, puede ser removida.

Listos los elementos, finalmente se embalan. Y se envían a una bodega provisional que se convertirá en centro de control.

Una vez que los equipos se encuentran en el almacén-base, y los equipos de trabajo cuentan con todo lo necesario, las 4 brigadas se dirigen a la capital de Chiapas.

5.3 Instalación, calibración y puesta en marcha.

Una vez instalados y conociendo el plan de trabajo, las brigadas comienzan la puesta en marcha del proyecto de las 28 estaciones.



En camino al sitio.

Un día antes se constata el plan de trabajo de la estación en cuestión, se verifica la ruta de llegada, los elementos de cómputo necesarios para la programación de la estación, etc.

Por la mañana después del desayuno las brigadas toman camino rumbo a las estaciones.



Llegada al sitio.

Una vez que se ha localizado el sitio, generalmente hay alguna persona encargada, la cual da el acceso a la estación.

Se introducen los equipos necesarios para la puesta en marcha de la estación.



Fijación y nivelación del sensor de dirección y velocidad del viento.

La puesta en marcha comienza con la instalación de los sensores, desde la parte más alta de la torre, con el sensor de viento.

Este sensor debe ser orientado hacia al norte (con respecto a una marca) para obtener mediciones exactas y no existan errores en los datos.



Ensamble de base de sujeción e instalación del panel solar.

Se arma la base para la sujeción del panel solar, éste debe ser bien ensamblado, una vez que es colocado con el panel solar, se conecta el cable que conecta al panel con el gabinete general.



Fijación y orientación del panel solar.

Este dispositivo debe ser posicionado de tal modo que se obtenga la mayor carga posible, esto se realiza de manera más adecuada con una brújula orientándolo hacia el sur, por otro lado la inclinación ya viene calibrada en el herraje de acuerdo a cada estación, en este caso se establece una inclinación de 17° , basados en las latitudes.



Ensamble de antena Yagi.

El ensamble de la antena es muy importante, cuenta con 20 elementos todos están marcados para una posición en específico, si se intercambian en posición, la antena entrega una potencia menor a la requerida, provocando con esto pérdidas en transmisiones.

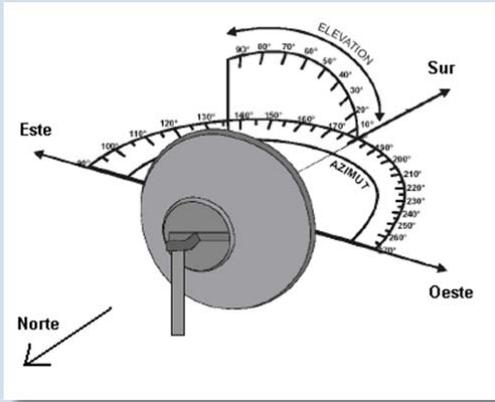


Fijación, orientación y nivelación de antena Yagi.

Para establecer el azimut y elevación de la antena yagi, es necesario conocer, la latitud, longitud y altitud del sitio en cuestión.

Los ángulos de orientación de la antena (azimut y elevación) pueden ser obtenidos a partir de:

- Cálculos matemáticos.
- Tablas o gráficos (anexo H).
- Página Web.



Conociendo estos datos se puede orientar la antena con ayuda de una brújula y la elevación con un inclinómetro.



Fijación y orientación de antena GPS y Sensor de Radiación Solar.

Ambos dispositivos se fijan relativamente a las mismas distancias.

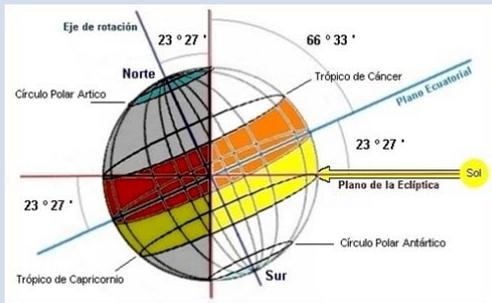
Para la antena GPS, no hay una regla estricta que nos diga la ubicación del mismo, sin embargo el sensor de radiación solar tiene una dirección específica.



Ajuste y nivelación de Sensor del Radiación Solar.

En realidad no se tiene una especificación para la orientación del sensor, sin embargo por el sistema de montaje (en torre), ésta le puede hacer sombra al sensor y dejar de medir por varios minutos u horas, es por esto que la recomendación es hacia el sur a consecuencia de la inclinación natural de la tierra y al posicionamiento del sitio de instalación es decir, si la instalación se diera en Brasil, la mejor opción es al norte.

La nivelación es sumamente importante ya que de esta dependen los valores que adquiera el sensor.



Fijación de sensor de temperatura y humedad relativa del aire.

Este sensor en general debe ser ubicado entre 1.25 y 2 metros por encima del nivel del suelo, de acuerdo con la organización mundial de meteorología.

Sin exposición directa al sol



Barrenado de dado para fijación de soporte de sensor de precipitación.

Se taladra la base de acuerdo a las dimensiones de la base y se incrustan taquetes de expansión para un agarre suficientemente fuerte.



Fijación y nivelación de soporte de Sensor de Precipitación.

Es de suma importancia la nivelación de la base del sensor de precipitación, esto impacta de manera directa en la medición y sobretodo captación del elemento a medir, es por esto que la nivelación se lleva a cabo de manera minuciosa.



Colocación y nivelación del sensor de precipitación.

Cuando la base haya sido fijada y nivelada, se hace la conexión eléctrica al sensor, se fija y finalmente se nivela de tal forma que la boca del recipiente tenga una altura de 1 metro.



Medición de resistencia del suelo.

En el sistema de puesta a tierra es necesario verificar la baja resistencia que ofrece el suelo.

En todos los sitios de instalación se tiene un suelo arcilloso, por ende propicia una baja resistencia de manera inherente.

En caso de encontrar un suelo con una resistencia que no cumpliera con la especificación (menor a 8 ohm), se agrega un químico adicional que induce la baja resistencia.



Soldadura de cables de puesta a tierra.

Verificada una baja resistencia, se procede con la soldadura de los cables de puesta a tierra (Electrodo, Pararrayos y la carga).

Con los tres cables dentro del molde cadwell, una carga de pólvora y una pequeña placa de soldadura exotérmica.

Con un chispero se provoca una reacción en la pólvora, iniciando un fuego sumamente intenso para que la placa de soldadura exotérmica pase a estado líquido suelde los tres cables y nuevamente regrese a estado sólido.

Cabe mencionar que el molde está fabricado de grafito lo cual evita que la soldadura se quede pegada a este material.



Se concluye con el sistema de puesta a tierra

Con los cables soldados se realiza una nueva medición para certificar la resistencia del sistema de tierras.



Montaje en torre del gabinete general.

Con los demás elementos montados se fija el gabinete general a la torre nivelándolo.

Fijándolo a un altura de tal modo que sea de fácil acceso al personal.



Conexión de elementos al gabinete general.

Con los cables de los sensores, panel solar, antena satelital y gps y sistema de puesta a tierra ya instalados.

Se llevan hacia el gabinete general se pasan a través de un conector de manera que la conexión de los mismos se facilite en el interior el gabinete.



Conexión de elementos.

Con todos los cables dentro del gabinete se conectan todos los sensores, panel solar, antenas y sistema de puesta a tierra.

Se pasan a través del sistema de protecciones secundarias, se verifican nuevamente las conexiones.

Realizadas las conexiones, se conecta la batería, elemento que pone en marcha a toda la estación.

Se cierra el interruptor general y el datalogger hace su primera rutina, probando la antena GPS.

Después de que la rutina del datalogger concluye, lo siguiente es realizar la programación de la estación.

La programación consiste en varios puntos como lo son la telemetría, que requiere de la



posición (*adquirida en tiempo real por la antena GPS*), el identificador satelital (código de acceso) que dará acceso al satélite GOES, y la hora de transmisión que suele durar 15 segundos y se realiza cada hora.

La adquisición de datos depende de cada sensor, por ejemplo la temperatura se toma cada 30 minutos.

Debido a que no es una variable que tenga cambios bruscos en su comportamiento.

Por otro lado el muestreo del sensor de precipitación suele ser mayor ya que si se presenta una lluvia con una alta intensidad es necesario conocer los datos, para conocer de manera directa el comportamiento de los ríos.

Con la programación concluida se verifican los valores y el correcto funcionamiento de todos y cada uno de los sensores.

Al final se espera a que la estación realice una transmisión satelital, nos comunicamos con el centro de control y se verifica que la potencia de la señal sea la adecuada, los datos lleguen completos y al final del día se da certidumbre a la continua transmisión de datos (24 en total), en la publicación Web.



Finalmente la estación queda en funcionamiento

5.4 Sistema para recepción, análisis y visualización de datos

En las estaciones meteorológicas se obtienen todas las variables mediante el datalogger. Éste se programa de tal manera que cada hora realice una transmisión, los datos son enviados al satélite GOES, que se encarga de codificar la información y a su vez enviarlo a las estaciones terrenas, donde:

- Recuperan los datos, esto implica el monitoreo de transmisiones y variables (ilustración 47).
- Procesan Datos, se validan, almacenan y respaldan los datos. Se generan estadísticas y cálculos de variables derivadas (ilustración 46).
- Generan Productos: esto es reportes gráficos y tabulares, consultas en tiempo real, exportación de datos a otro formatos (ilustración 48).
- Publicación y acceso de datos de los productos (ilustración 49).

ID	Nombre de Estación	Latitud	Longitud	Elevación	Presión	Unidad de	Variable de	Unidad de	Información
1	SOLTECA	00000	00000	79	00 00 00	00 000	00000	000	
2	BOCA TOMA CA	00000	00000	173	00 55 30	00 000	00000	000	
3	BOHUAL	00000	00000	177	00 32 45	00 000	00000	000	
4	BOHUAL ALTA	00000	00000	173	00 36 10	00 000	00000	000	
25	EL NEGRO	00000	00000	173	00 15 45	00 000	00000	000	
12	EL NARANJO	00000	00000	79	00 38 10	00 000	00000	000	
20	EL BLANCO	00000	00000	85	00 23 15	00 000	00000	000	
16	EL PLAZA	00000	00000	79	00 38 40	00 000	00000	000	
11	FANUC PORTIL	00000	00000	173	00 00 00	00 000	00000	000	
13	SAN BLAS O.	00000	00000	173	00 45 40	00 000	00000	000	
18	SALLAGA	00000	00000	79	00 30 20	00 000	00000	000	
30	LA ENCANTADA	00000	00000	80	00 30 00	00 000	00000	000	
9	LA SEPULCRA	00000	00000	88	00 38 10	00 000	00000	000	
15	LA SIERRA ALTA	00000	00000	79	00 47 10	00 000	00000	000	
38	LOS HILAS	00000	00000	79	00 50 30	00 000	00000	000	
6	MADERO	00000	00000	173	00 36 30	00 000	00000	000	
3	MAGICALZIN	00000	00000	173	00 25 30	00 000	00000	000	
22	MANGU	00000	00000	177	00 33 30	00 000	00000	000	
28	MAYON SANC	00000	00000	79	00 47 40	00 000	00000	000	
24	MELIA ROSA O.	00000	00000	80	00 22 30	00 000	00000	000	
10	MONTAÑA MORIA	00000	00000	173	00 36 30	00 000	00000	000	
17	MOCTEZUMA	00000	00000	173	00 58 40	00 000	00000	000	
6	MOTOPIL	00000	00000	173	00 28 40	00 000	00000	000	
7	MOTOPIL	00000	00000	88	00 58 10	00 000	00000	000	
8	MUJERES	00000	00000	80	00 30 10	00 000	00000	000	
27	MUJERES	00000	00000	173	00 36 30	00 000	00000	000	
13	SANTA ROSA	00000	00000	79	00 58 30	00 000	00000	000	
21	TANER	00000	00000	173	00 48 40	00 000	00000	000	
15	TANER	00000	00000	79	00 50 30	00 000	00000	000	
18	TANAMULA	00000	00000	79	00 36 30	00 000	00000	000	
26	TANPAH	00000	00000	88	00 18 30	00 000	00000	000	
29	TERRAZALES	00000	00000	79	00 50 20	00 000	00000	000	
25	TERRAZALES	00000	00000	79	00 38 10	00 000	00000	000	

Ilustración 46: Administración de estaciones

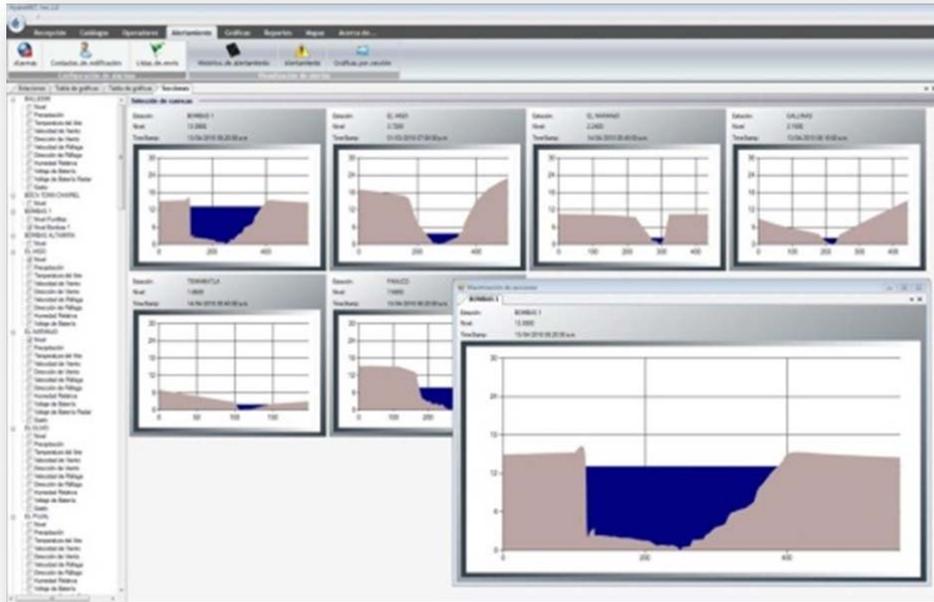


Ilustración 47: Vista de datos por secciones

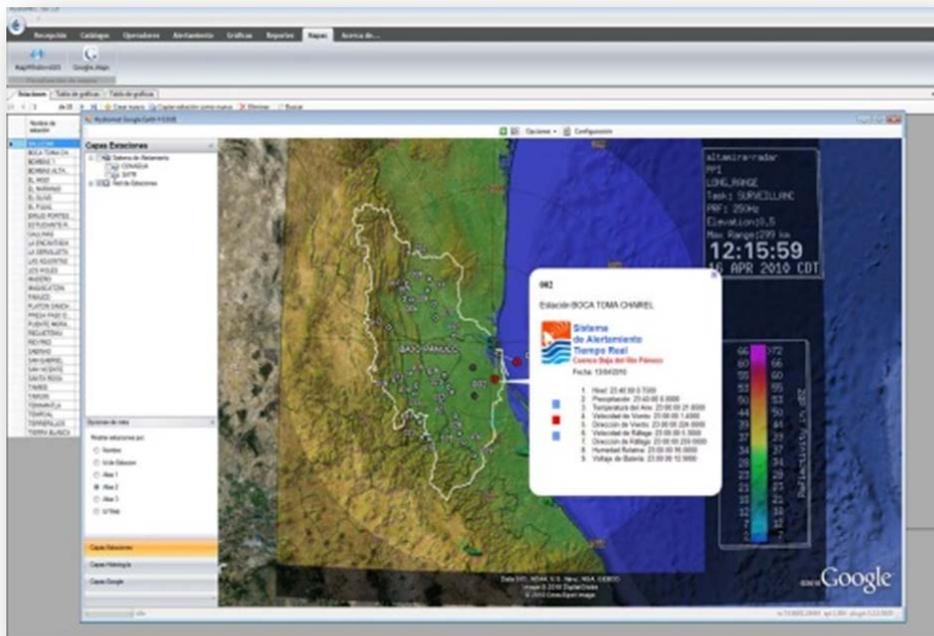


Ilustración 48: Visualización GIS Google

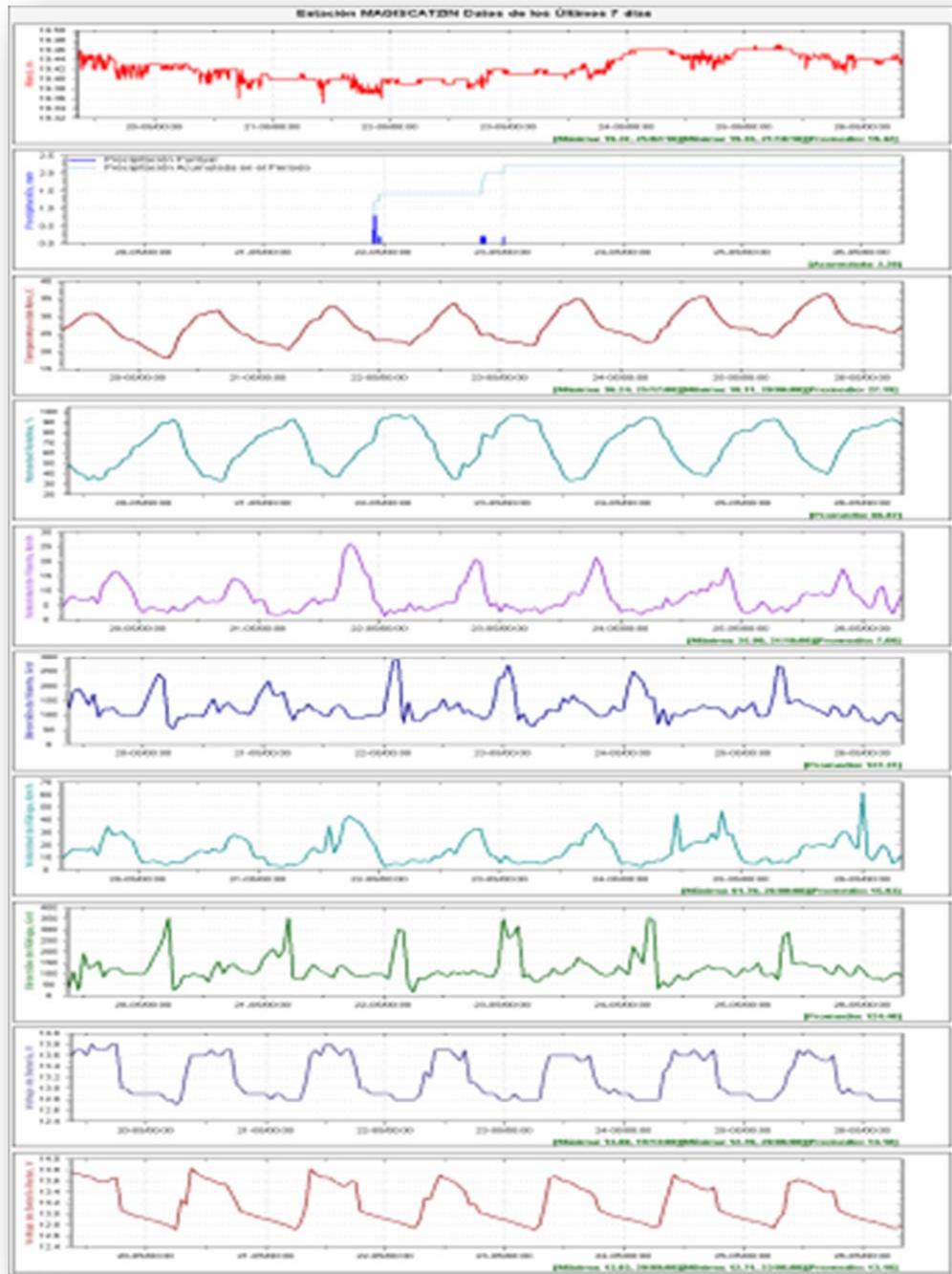


Ilustración 49: Publicación Web (Gráficas)

www.conagua.gob.mx/OCGN Inicio CONAGUA Contáctenos Directorio SEMARNAT

Organismo de Cuenca Golfo Norte

Publicación de Prueba

SISTEMA DE ALERTAMIENTO A TIEMPO REAL PARA LA PROTECCIÓN A CENTROS DE POBLACIÓN CON ALTO RIESGO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PÁNUCO

[Datos provisionales sujetos a revisión](#)

Estación Magiscatzin

Datos de la Estación	
Clave:	MAGITAM006
Nombre:	Magiscatzin
Tipo:	Hidrométrica
Estado:	Tamaulipas
Municipio:	González
Coordenadas:	22° 47' 37''N 98° 42' 42''W
Elevación:	321 msnm
Ubicación:	Partiendo de Ciudad Mante se toma la carretera federal número 80 hacia la localidad de González, a 28.5 km aproximadamente, se encuentra la estación Magiscatzin a mano izquierda de la carretera 350 m antes de llegar al puente metálico Magiscatzin que cruza el Río Guayalejo esto a 2 km aproximadamente antes de llegar a la localidad de Magiscatzin.
Región Hidrológica:	26 - Río Pánuco
Cuenca Hidrológica:	
Corriente:	Río Guayalejo
Regional/Operador:	Organismo de Cuenca Golfo Norte
Variables:	
Actualización:	Cada hora mediante telemetría satelital GOES

Datos Medidos Más Recientes (Fecha-Hora Local Cd. de México)	
Variables	Hora - Valor Medido
Fecha	26/05/2009
Nivel de agua	26/05/2009 08:10:00 - 19.45 m
Precipitación Eventual	26/05/2009 08:10:00 - 0.0 mm
Temperatura Ambiente	26/05/2009 08:00:00 - 27.18 C
Humedad Relativa	26/05/2009 08:00:00 - 86 %
Velocidad de Viento	26/05/2009 08:00:00 - 9.4 Km/h
Dirección de Viento	26/05/2009 08:00:00 - 83 Grd
Velocidad de Ráfaga	26/05/2009 08:00:00 - 13.2 Km/h
Dirección de Ráfaga	26/05/2009 08:00:00 - 82 Grd
Voltaje de la Batería	26/05/2009 08:00:00 - 12.80 V

Datos en Tablas y Gráficas

Tablas de las variables [24 Hrs.](#) [7 Días](#) [30 Días](#)

Gráficas de las variables   

Organismo de Cuenca Golfo Norte - Comisión Nacional del Agua - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
 Ub. Emilio Peraza Gil No. 200 Col. Miguel Alemán C.P. 87030 Cd. Victoria, Tamaulipas Tel: (534) 512 2567

Ilustración 50: Publicación Web (Datos)

5.4.1 Manejo de estaciones, sensores e interfaces

El software Hydras 3 cuenta con una interfase gráfica de usuario de fácil manejo, que permite crear una representación lógica de estaciones y sensores, para organizar a las estaciones por su pertenencia a una red, que a su vez podrá ser asignada a una zona y a una región. Las zonas, regiones, estaciones y sensores son fácilmente identificables, ya sea mediante un número o un nombre, o un icono gráfico de un color determinado, ver ilustración 50.

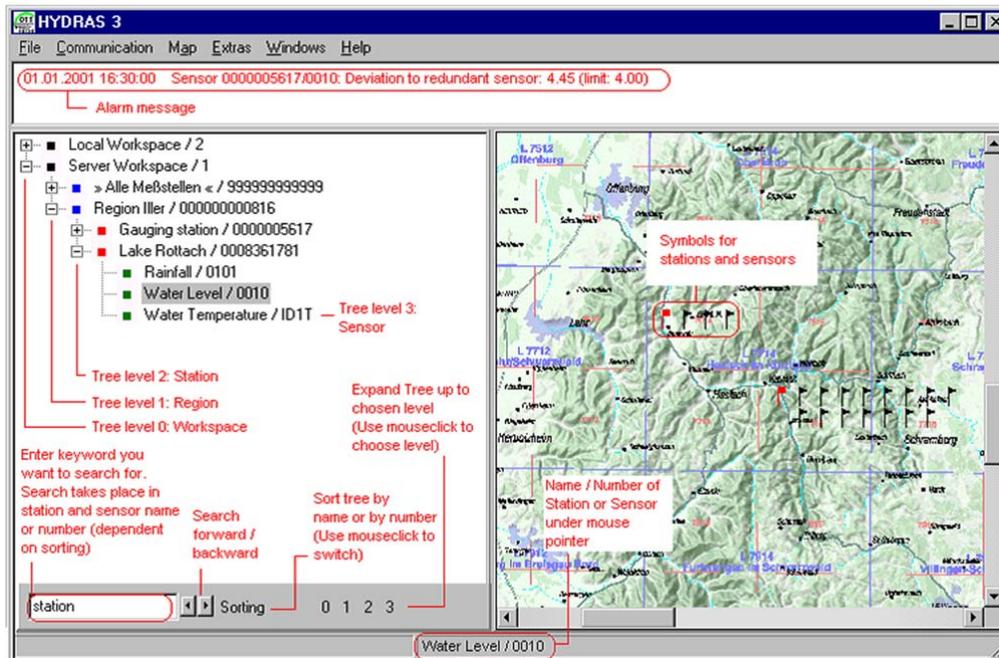


Ilustración 51: Pantalla Gráfica de representación de estaciones

5.4.2 Visualización de estaciones en mapas

En el Hydras 3 se pueden manejar diferentes capas o vistas de archivos de mapas (Shape Files .shp), formato muy popular dentro los Sistemas de Información Geográfica (GIS), además puede manejar simultáneamente imágenes de mapas o figuras de tipo BMP y TIFF. La ubicación de las estaciones y los sensores se pueden distribuir y ubicar dentro de los mapas.

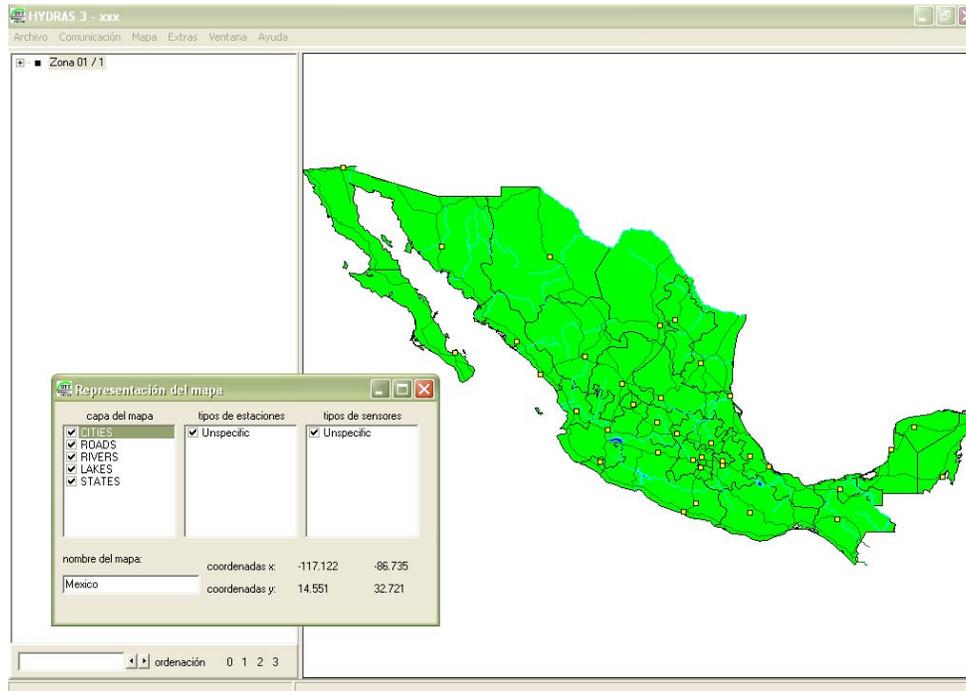


Ilustración 52: Capa de imágenes de mapas

5.4.3 Procesamiento de datos y generación de reportes

Hydras 3 está enfocado a procesos de datos hidrométricos y climatológicos. Enseguida se muestran las principales opciones y un ejemplo de las mismas.

- Cuenta con una unidad de evaluación gráfica y tabular, el color y el período de tiempo de las gráficas desplegadas es seleccionable.
- Tipos de gráficas: polígono, escalones o histograma (gráfica de barras)
- Despliegue de valores mínimo, máximo y promedio.
- Superposición de gráficas con polinomios de tendencia y gráficas mínimo-máximo
- Despliegue simultáneo de múltiples gráficas
- Edición tabular y gráfica
- Llenado automático de datos faltantes
- Generación de gráficas tipo polígono o splines, por ejemplo para llenar datos faltantes
- Función de importación de datos
- Exportación de datos a archivos ASCII o archivos de texto y a otros programas de hoja de cálculo p. ej. EXCEL.
- Sensor Virtual (generación de nuevas series de datos mediante el uso de tablas o fórmulas, partiendo de los datos de otro sensor) opción necesaria en el caso de obtener el gasto y volumen a partir del nivel del agua medido, usando tablas o fórmulas de nivel-gasto.
- Análisis de correlación

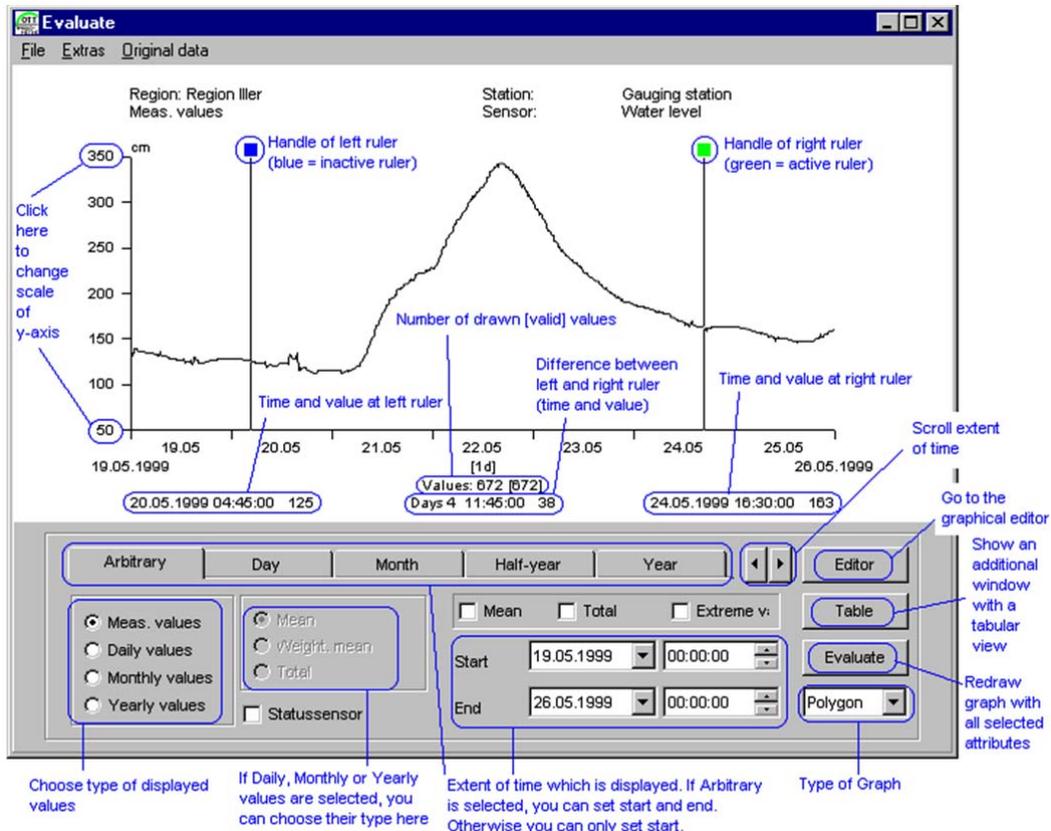


Ilustración 53: Gráfica de datos

5.5 Cierre.

En esta parte se genera un reporte preliminar del funcionamiento de las 28 estaciones, además de un reporte por cada estación en el cual se plasman los datos más importantes (anexo 9).

Así como un manual de las estaciones, el cual será base fundamental en caso de ser necesario modificar parámetros de la estación o conocer a detalle los elementos de la estación.

Finalmente con un recorrido por las 28 estaciones, para una inspección general por parte del acreedor y verificar los alcances ya pactados, mostrando el respectivo funcionamiento.

A continuación se muestra un extracto de una página que muestra de manera oficial los datos de las Estaciones Meteorológicas Automáticas.



Lista de 28 Estaciones Meteorológicas Automáticas - EMAs

Administradas por el Organismo de Cuenca Río Frontera Sur - OCFS

Para obtener información histórica de la red de 28 estaciones automáticas instaladas en Chiapas y Tabasco.

CONTACTO

Ing. Rodrigo Guadalupe Paredes

rodrigo.paredes@conagua.gob.mx

Teléfono: 01-(96)-16-02-12-12

Lic. Enrique Hernández Carrillo

meteoro_enrique@conagua.gob.mx

Teléfono: 01-(96)-16-02-12-12

ESTADO	NOMBRE	Latitud	Longitud	Altitud
CHIAPAS	FINCA ARGOVIA	15° 07' 29"	92° 18' 01"	590
CHIAPAS	BOMBANA	16° 57' 09"	93° 01' 35"	1347
CHIAPAS	VILLA DE CHIAPILLA	16° 34' 41"	92° 42' 56"	509
CHIAPAS	FINCA CUXTEPEQUES	15° 43' 40"	92° 57' 55"	1042
CHIAPAS	EL BURRERO	16° 47' 16"	92° 49' 43"	1534
CHIAPAS	FINCA CHAYABE	16° 22' 59"	91° 42' 37"	1416
CHIAPAS	HUIXTLA	15° 08' 49"	92° 28' 17"	56
CHIAPAS	IGNACIO LÓPEZ RAYÓN	14° 37' 34"	92° 11' 05"	28
CHIAPAS	ZAPALUTA	16° 06' 59"	92° 03' 02"	1541
CHIAPAS	LAS FLORES II	16° 41' 33"	93° 33' 48"	509
CHIAPAS	SAN FRANCISCO II	15° 52' 22"	92° 57' 05"	723
CHIAPAS	SAN JERONIMO	15° 02' 24"	92° 08' 10"	723
CHIAPAS	TONALA	16° 05' 03"	93° 44' 38"	66
CHIAPAS	LACANTUN	16° 08' 58"	90° 54' 06"	168
CHIAPAS	AGUA AZUL	17° 14' 56"	92° 06' 51"	299
CHIAPAS	GUACAMAYAS	16° 15' 23"	90° 51' 27"	152
CHIAPAS	YAXCHILAN	16° 51' 27"	90° 59' 01"	106
CHIAPAS	LA ESCALERA	16° 31' 02"	92° 59' 00"	450
CHIAPAS	MOTOZINTLA	15° 20' 00"	92° 16' 03"	1840
CHIAPAS	VILLA FLORES	16° 15' 14"	93° 14' 53"	556
CHIAPAS	LA ENCRUCIJADA	15° 34' 27"	93° 11' 32"	13
TABASCO	DOS PATRIAS	17° 36' 42"	92° 47' 58"	25
TABASCO	TRES BRAZOS	18° 23' 05"	92° 36' 26"	11
TABASCO	JONUTA	18° 05' 27"	92° 08' 16"	100
TABASCO	SAN PEDRO	17° 46' 18"	91° 08' 59"	50
TABASCO	HUIMANGUILLO	17° 51' 04"	93° 23' 47"	20
TABASCO	BOCHIL	16° 59' 50"	92° 54' 21"	1158
TABASCO	SANCHEZ MAGALLANES	18° 17' 44"	93° 51' 52"	5

Ilustración 54: Gráfica de datos

Como parte de testimonio de la utilidad del proyecto se presentan los siguientes comentarios del Responsable de Administrar la red de 28 estaciones meteorológicas, **L.C.A. Enrique Hernández Carrillo**

“la puesta en marcha de la red de 28 EMAS Ha ayudado a los estados de Chiapas y Tabasco a contar con un monitoreo más eficiente y en tiempo real de la condiciones atmosféricas en la Región, principalmente de la precipitación y niveles de los ríos (en el caso de hidrométricas).

Los datos se utilizan para generar Reportes en tiempo real ante eventos hidrometeorológicos, alertar a la población y toma de decisiones, en el caso de datos extremos de lluvia o vientos, para contar con el Registro climatológicos de esas estaciones, que son usados entre otras cosas para proporcionar información a los usuarios, además de realizar estudios climatológicos, entre otros aspectos.

La principal mejoría que ha traído al organismo está encaminada a que ha permitido ofrecer mejores seguimientos ante fenómenos hidrometeorológicos, a partir de los cuales ha podido reforzarse el pronóstico meteorológico e hidrológico.

L.C.A. Enrique Hernández Carrillo

Departamento de Redes de Observación
CENTRO HIDROMETEOROLÓGICO REGIONAL
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
Av. Pánuco S/N, entre Usumacinta y Violeta,
Fraccionamiento Los Laguitos, C.P. 29020,
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 01-961-6170460 ext. 1563

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados, puedo afirmar que se han cumplido cabalmente.

La puesta en marcha de las 28 estaciones meteorológicas automáticas ha brindado mayor certeza al organismo encargado (CONAGUA OCFS) tanto en el pronóstico a corto y a mediano plazo como en el estacional, así como para inferir la totalidad de lluvia captada en los estados de Chiapas y Tabasco.

Algunas estaciones fueron instaladas en zonas cafetaleras, lo cual además de brindar los datos necesarios para pronósticos climatológicos, ayuda de manera puntual a los dueños de los cafetales cercanos, proporcionando datos sumamente útiles para obtener una mejor producción.

Como ya se ha hecho mención, la telemetría meteorológica, formalmente se inició en los años 90's en México, sin embargo su implementación no era significativa.

Es alrededor del año 2000 que en México comienza una revolución tecnológica en este ámbito y actualmente se lleva a cabo una modernización nacional.

Este proyecto forma parte de esta modernización tan importante, debido a la consolidación a nivel nacional de un sistema preciso y constante, que se une a otras redes que monitorean de manera continua toda la república mexicana.

Uno de los principales impactos del proyecto es que ha permitido ofrecer seguimiento a los fenómenos hidrometeorológicos, a partir de los cuales se ha podido reforzar el pronóstico meteorológico e hidrológico y con ello prever situaciones de riesgo a la población.

Por otro lado, en lo referente a la experiencia profesional adquirida, puedo mencionar lo siguiente: entre mis actividades está verificar y consolidar una base de datos de los elementos que requiera el proyecto que en ese momento se esté llevando a cabo, dotando de la mayoría de los elementos que lo componen a los equipos de integración y puesta en marcha de los proyectos.

Teniendo como responsabilidades estar al pendiente de los suministros de dicho proyecto. Además de llevar a cabo convenios con fabricantes, proveedores y distribuidores, agregando de esta manera socios comerciales con los cuales tener una base fundamental para suministrar una solución robusta y de alta calidad.

Asimismo, durante el proyecto otra de mis actividades es la elaboración de diagramas, tales como diagramas eléctricos, de obra civil, de ensamble, entre otros.

Que dan certeza total en la elaboración de los sistemas.

Existen diversos diagramas que llevar a cabo, uno de ellos se basa en el análisis del sitio de instalación, se verifican las diferentes alternativas tomando en consideración las condiciones

económicas, climáticas, sociales y funcionales del entorno para seleccionar los materiales y los accesorios más adecuados.

Gran parte de las veces estos elementos (soportes, estructuras, casetas, entre otros) son de diseño especial, debido a las particulares condiciones que los sitios demandan.

En este renglón, la supervisión (en cuestión de fabricación), es sumamente importante, teniendo en cuenta lo que esto conlleva. Ya que es parte fundamental tener productos bien acabados y con altos estándares de calidad.



Ilustración 56: Inspeccion de fabricación Shelter.

Ilustración 55: Exterior Shelter, verificación 60% avance

Dentro del mismo diseño de elementos mi participación llega indirectamente al área de ventas los cuales en ocasiones utilizan estos diseños en hojas técnicas y de promoción.



Ilustración 58: Estación tipo plataforma. Ubicadas al centro de rios, lagos o mares.



Ilustración 57: Estación Meteorologica Automatica Compacta

Otro tipo de diagramas son los eléctricos que son sistemas ya estables, no por esto pierden importancia en la correcta elaboración del mismo.

Diagramas de distribución, como su nombre lo dice es la distribución de elementos ya sea dentro de un gabinete, estación hasta un laboratorio.

Dichos elementos son de gran importancia tanto para la integración como para la memoria técnica, ya que proveen datos necesarios para la utilización de materiales.

Además de diagramas de manufactura, los cuales dan cuenta de cortes y longitudes para ciertos materiales dentro de nuestra línea de fabricación.

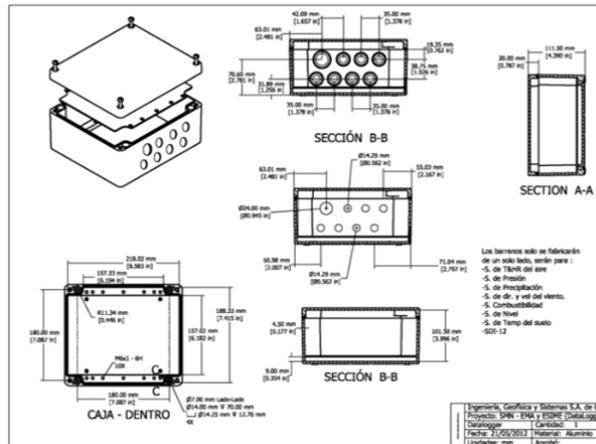


Ilustración 59: Diagrama de maquinado para solución datalogger robusto

Por otra parte la búsqueda de nuevos mercados propicia el desarrollo de nuevos productos, fase en la que suelo participar.

Esta parte es muy interesante ya que se deben de tomar bastantes situaciones a consideración, hacer el correcto análisis para que el producto sea lo más adecuado al usuario final, tanto en rendimiento como en ergonomía, que es la parte que más suelo desarrollar.



Ilustración 60: Prototipo de Datalogger Robusto hecho en computadora.



Ilustración 61: Prototipo físico de Datalogger Robusto, en construcción (interior).

Cuento con la experiencia necesaria para la implementación de proyectos en campo.

En campo he realizado varios proyectos importantes algunos de ellos fueron la instrumentación hidroclimatológica satelital automática en la presa “El Realito”, la cual fue inaugurada por el presidente Lic. Felipe Calderón en octubre de 2012. Ubicada en:



Vías de acceso al sitio en el que se desarrollará la obra



Ilustración 62: Verificación de instalación en la parte baja de la cortina “el Realito”



Ilustración 63: Vista de la Presa “El Realito” vacía.

Finalmente en otro proyecto en el que colaboré fue la integración de estaciones de calidad del agua en la Cd. de Puebla y en Valle de bravo, las cuales monitorean una gran cantidad de variables del agua suministrada a la ciudad de México.



Ilustración 64: Estación de calidad del agua y meteorológica, en planta de tratamiento Valle de Bravo.

6 BIBLIOGRAFÍA:

Gomez M.B., Artega R.R. 1988. Elementos Básicos para el Manejo de Instrumental Meteorológico. Editorial Continental, México.

Griffiths, J.F. 1985 Climatología Aplicada. Publicación Cultural, S.A. de C.V. 1era Edición. México.

OMM. 1996. Compendio de apuntes sobre Instrumentos Meteorológicos para la Formación del Personal, Meteorológico de las Clases III y IV. Volumen I: Parte I

Instrumentos Meteorológicos. Parte II Taller de Mantenimiento, Laboratorios de Calibración de los Instrumentos Meteorológicos. Secretaria de la organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza.

OMM. 1990. Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos. Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial. OMM_No 8, Ginebra, Suiza.

OMM. 1989. Guía del Sistema Mundial de Observaciones. Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza.

WMO. 1987. International cloud atlas. Volumen II. Secretary General. Ginebra, Suiza.

OMM. 1975 Reglamento Técnico, No. 49

WMO. 2006. Wide to Meteorological Instruments and Methods of Obsevation, seven edition, WMO_No 8, Geneve, Switzerland.

Puesta en marcha de 28 estaciones meteorológicas en los estados de Chiapas y Tabasco

Anexo 1.- Datos Estaciones.

NO.	ID EDO	ESTACIÓN	ESTADO	CLAVE LGS2	ID SAT	1ST CH	1ST TIME	SPEED BPS	PERIOD	WINDOW	2ND CH	SPEED BPS	PROYECTO	VAL	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
1	7012	FINCA ARGOVIA	CHIAPAS	FARGO07012	15F1B3CE	51	0:34:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15° 7'31.40"	92°18'0.11"	590
2	7015	BOCHIL	CHIAPAS	BOCHIO7015	15F1C55E	51	0:40:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16° 59' 48"	92° 54' 21"	1158
3	7016	BOMBANA (CFE)	CHIAPAS	BOMBA07016	15F1D628	51	0:40:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°57'9.64"	93° 1'35.57"	803
4	7034	VILLA DE CHIAPILLA (CFE)	CHIAPAS	VCHIA07034	15F1E3B2	51	0:40:30	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°34'42.21"	92°42'55.82"	551
5	7037	FINCA CUXTEPEQUES	CHIAPAS	FCUXT07037	15F1FOC4	51	0:40:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15°43'29.0"	92°57'55.0"	1042
6	7040	EL BURRERO	CHIAPAS	EBURR07040	15F2074E	51	0:42:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°47'16.2"	92°49'43.4"	1347
7	0	LA ENCRUCIJADA	CHIAPAS	LENCRO7XXX	15F21438	51	0:42:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15° 34' 27.7"	93° 11' 32.8"	13
8	7055	FINCA CHAYABE	CHIAPAS	FCHAY07055	15F221A2	51	0:42:30	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°22'59.6"	91°42'37.9"	1416
9	7077	HUIXTLA	CHIAPAS	HUIXT07077	15F232D4	51	0:42:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15°8'49.7"	92°28'17.5"	56
10	7078	IGNACIO LOPEZ RAYON	CHIAPAS	IGNLR07078	15F24444	51	0:44:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	14°37'31.4"	92°11'5.3"	28
11	7091	LA ESCALERA	CHIAPAS	LESCA07091	15F25732	51	0:44:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16° 31' 2.28"	92° 59' 32.28"	450
12	7099	ZAPALUTA	CHIAPAS	ZAPAL07099	15F262A8	51	0:51:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°07'05.55"	92°03'6.12"	1560
13	7102	LAS FLORES II	CHIAPAS	LFLORO7102	15F271DE	51	0:51:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°41'30.9"	93°33'47.5"	509
14	7119	MOTOZINTLA	CHIAPAS	MOTOZ07119	15F2815A	51	0:51:30	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15° 20' 0.9"	92° 16' 3.7"	1840
15	7145	SAN FRANCISCO II	CHIAPAS	SFRAN07145	15F2922C	51	0:51:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15°52'20.7"	92°57'3.6"	723
16	7146	SAN JERONIMO	CHIAPAS	SJERO07146	15F2A7B6	51	0:53:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	15°2'22.1"	92°8'10.3"	773
17	0	VILLA FLORES	CHIAPAS	VFLORO7XXX	15F2B4C0	51	0:53:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°15' 14.7"	93° 14' 53.8"	556
18	7168	TONALÁ	CHIAPAS	TONAL07168	15F2C250	51	0:53:30	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°5'3.2"	93°44'38.6"	66
19	7337	LACANTUN (CFE)	CHIAPAS	LACAN07337	15F2D126	51	0:53:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°08'55.8"	90°54'7.2"	168
20	7004	AGUA AZUL (CFE)	CHIAPAS	AAZULO7004	15F2E4BC	51	0:55:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	17°14'56.2"	92°6'50.5"	299
21	0	GUACAMAYAS	CHIAPAS	GUACAXXXXX	15F2F7CA	51	0:55:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16°15'21.1"	90°51'27.1"	152
22	0	YAXCHILAN	CHIAPAS	YAXCH07XXX	15F305B4	51	0:55:30	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	16° 51' 48.0"	90° 59' 01"	106
23	27011	DOS PATRIAS	TABASCO	DPATR27011	15F316C2	51	0:55:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	17°36'17.83"	92°48'22.09	25
24	27040	SAN PEDRO	TABASCO	SPEDR27040	15F32358	51	0:57:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	17°47'19.0"	91°9'2.1"	50
25	27050	TRES BRAZOS	TABASCO	TBRAZ27050	15F3302E	51	0:57:15	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	18°23'4.0"	92°36'28.9"	11
26	0	SANCHEZ MAGALLANES	TABASCO	SMAGA27XXX	15F346BE	51	0:57:30	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	18° 17 ' 44.52"	93° 51' 52.92"	5
27	0	HUIMANGUILLO (INIFAP)	TABASCO	HUIMAXXXXX	15F355C8	51	0:57:45	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	17°51'4.52"	93°23'49.96"	20
28	27028	JONUTA	TABASCO	JONUT27028	15F36052	51	0:58:00	300	1:00:00	0:00:15	131	100	28 EST	10	18°5'36.9"	92°8'1.8"	9

Anexo 2.- Visita Previa.

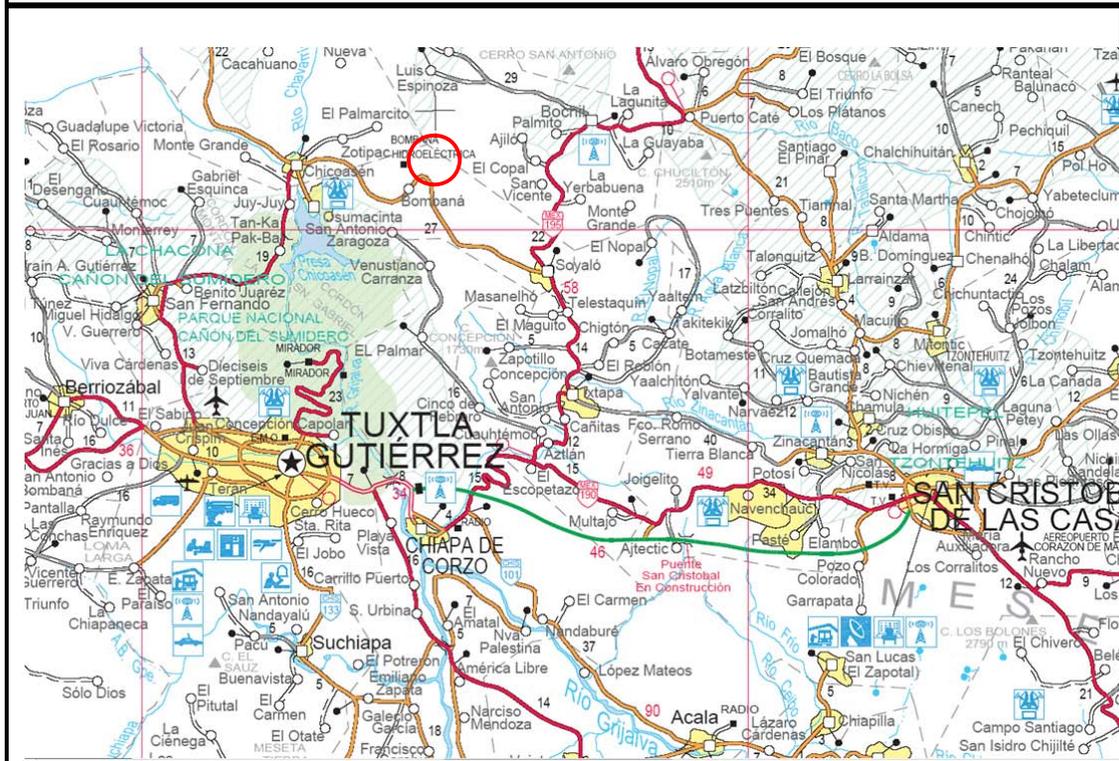
Visita Previa al Sitio de Instalación					
Nombre y número de estación		BOMBANA			
Tipo de estación	Meteorológica	Cliente	CONAGUA-OCFS	Contrato	
Fecha de visita		Hora de inicio	18:25 hrs.	Hora de fin	17:15
A.- Información del Sitio					
Estado	Chiapas	Municipio	Soyaló	Localidad cercana	Bombana
Latitud	16° 57' 9.64" N	Longitud	93° 1' 35.57" O	Elevación	803 m snm
Base operaciones	Tuxtla Gutiérrez	Distancia desde la base	60 km	Camino principal	Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez – Soyaló
Descripción del acceso					
<p>Partiendo de la localidad de Tuxtla Gutiérrez, se toma la carretera federal 190 hacia la localidad de Soyaló y a partir de este sitio se toma un camino pavimentado donde se recorren 27 km para llegar a las cercanías de Bombana, el sitio de instalación propuesto por la CONAGUA se encuentra en el campamento de operaciones de la CFE en donde se tiene una pequeña central de generación hidroeléctrica.</p> <p>En este sitio se tiene la referencia que la CFE cuenta con una estación convencional, pero en la visita de reconocimiento no se encontró ningún tipo de equipos e inclusive el personal de seguridad del campamento de la CFE no tenía conocimiento de alguna instalación de este tipo. Independiente mente de ello se realizó una evaluación de las condiciones de la zona para poder instalar los equipos de la nueva estación meteorológica.</p>					
Lista de contactos					
Nombre		Rol / Posición		Teléfono	
		Director Técnico - OCFS			
		Jefe de Proyecto de Hidrometeorología - OCFS			
		Especialista en Hidráulica - OCFS			
B.- Instalación de la Plataforma Colectora de Datos (PCD)					
Sitio de Instalación	C.H. Bombana Casa de Máquinas	Instalar OVP	Sí, todos los sensores		
Instalar malla de protección	Sí	Instalar SCDA	Sí, Sistema completo		
Tamaño malla de protección (m)	8 m x 8 m x 2 m	Existe estación convencional	No se encontró en la visita previa		
Línea de vista al satélite GOES	Sí	Antigüedad de la estación	*****		
Línea de vista al sensor de nivel	Sí	¿El agua inunda la estación?	No		
¿Existe vandalismo?	No	Posibles riesgos de seguridad	Verificar derrumbes en caminos		

Visita Previa al Sitio de Instalación					
Nombre y número de estación		BOMBANA			
Tipo de estación	Meteorológica	Cliente	CONAGUA-OCFS	Contrato	
Fecha de visita		Hora de inicio	18:25 hrs.	Hora de fin	17:15
¿Hay vigilancia continua?	Diario	Tipo de acceso a la estación	En vehículo		
Tipo de suelo	Arcilloso	Orografía	Montañosa		
Tipo de torre	Triangular	¿Hay cobertura con radios?	No		
Altura de torre (m)	10 m	¿Hay cobertura celular?	No		
Comentarios adicionales					
<p>Para este sitio en particular se visitaron la parte de la casa de maquinas y la zona del canal de desfogue de la presa y la zona donde se encuentra el tanque de almacenamiento a unos 250 m de altura sobre la casa de máquinas.</p> <p>El espacio disponible que se encontró y que cumple en medida con las condiciones para medir en la zona, es donde se encuentra el tanque de almacenamiento, sitio en el cual se tendrá que habilitar para instalar los nuevos sistemas.</p> <p>La construcción de la cerca de protección se deberá orientar hacia el norte en el sitio indicado por la fotografías.</p> <p>Para la instalación de las estación automática, será necesario limpiar el área y en su caso derribar o podar algunos árboles que permitan tener el área libre para la correcta instalación y operación se los sistemas que integran la nueva estación.</p> <p>La opción marcada como opción 2 puede ser considerada, pero este sitio invariablemente implica derribar dos a tres arboles que se tiene en la zona.</p>					
C.- Instalación del Sensor de Nivel					
Cuenca	Grijalva	Ancho de la estructura (m)	0.60 m		
Río / Presa	C. H. Bombana CFE	Altura aproximada de la estructura	6 m		
Sitio de medición	En el tanque de almacenamiento (NSP)	Accesorio de montaje	No aplica Mástil tipo pared / herraje para tubo de aquietamiento		
Sensor de nivel suministrado	(NSP) puede ser un RLS	El agua inunda la estructura	No		
Sensor de nivel a instalar	(NSP)	Sitio para instalar el sensor	A un costado del tanque / tubo de aquietamiento		
Sensor de nivel redundante	(NSP) puede ser un Thalimedes	El sitio tiene escalas	No se encontraron en el sitio		
Protocolo de comunicación	(NSP) RS-845 / SDI-12	Existe canastilla de aforo	No aplica		
Medio de comunicación	(NSP) Cable	Mínimo / Máximo nivel medido	No se tiene información		
Ducto / cable / línea de vista (largo)	(NSP) 50 m	Ancho aprox. de la sección de aforo	No aplica		
Ducto / tubo de protección (tipo)	(NSP) Poliducto flexible	La sección de aforo es estable	Si		

Visita Previa al Sitio de Instalación					
Nombre y número de estación		BOMBANA			
Tipo de estación	Meteorológica	Cliente	CONAGUA-OCFS	Contrato	
Fecha de visita		Hora de inicio	18:25 hrs.	Hora de fin	17:15
Estructura disponible para instalar	Muro del vaso de almacenamiento	Tipo de material de la sección		Concreto	
Comentarios adicionales					
(NSP): No Solicitado en el Proyecto					
<p>En esta estación, no se tiene considerada la medición de nivel pero se tiene la posibilidad de instalar un sensor de nivel para la medición del vaso de almacenamiento, el tipo de sensor recomendado es un sensor de tipo radar modelo RLS de OTT en un herraje de montaje para intemperie el cual puede ser instalado en una de la paredes del pozo o sobre el acho de dicha pared con un herraje de tipo mástil y brazo de montaje. Dicho sensor estaría conectado vía cable directamente la estación meteorológica automática la cual cuenta con un sistema de telemetría satelital GOES. Una segunda alternativa, es instalar un sensor redundante de tipo codificador angular aprovechando el tubo de aquietamiento instalado donde el sensor se conectaría de igual forma vía cable hasta la estación automática. Adicionalmente, se puede integrar una tabla de nivel-volumen de almacenamiento para tener monitoreo más robusto en cuanto a las variables que rigen la operación de la central hidroeléctrica.</p> <p>Al incluir sensores de nivel en esta estación la información se desplegaría al mismo tiempo mediante la telemetría satelital Goes y disponible de consultar en el sitio de publicación web que se tiene habilitado para la CONGUA.</p> <p>Para mayor información sobre esta alternativa favor de consultar al departamento de desarrollo de proyectos de IGS.</p>					
D.- Levantamiento Topo Batimétrico					
<p>Ubicación de banco de nivel / referencias para el nivel: no se encontró información relacionada, pero seguramente se tiene disponible con el personal de la CFE.</p> <p>Escalas: No se encontraron en el sitio.</p> <p>Ubicación de la sección de aforo: compuertas en el vaso de almacenamiento.</p> <p>Tipo de material de la sección: concreto.</p> <p>Comentarios adicionales: es posible incluir medición en el canal de desfogue con sensores de nivel de OTT, la comunicación a la estación automática puede realizarse mediante telemetría local con radios de espectro disperso con una topología maestro esclavo punto a punto.</p>					
E.- Notas adicionales					

Visita Previa al Sitio de Instalación					
Nombre y número de estación		BOMBANA			
Tipo de estación	Meteorológica	Cliente	CONAGUA-OCFS	Contrato	
Fecha de visita		Hora de inicio	18:25 hrs.	Hora de fin	17:15
<ul style="list-style-type: none"> Para el mantenimiento eventual (vaciado del contenedor de agua) del sensor de precipitación OTT Pluvio2, se solicita a la CONGUA asignar a una persona para dicha actividad. Cabe destacar que la intervención para el sensor de precipitación será aproximadamente de cada tres meses o inclusive una vez por año. Para la intervención eventual del sensor de precipitación OTT Pluvio2, IGS suministrará un manual plastificado para su uso en campo con las instrucciones para realizar la limpieza y vaciado del contenedor. 					

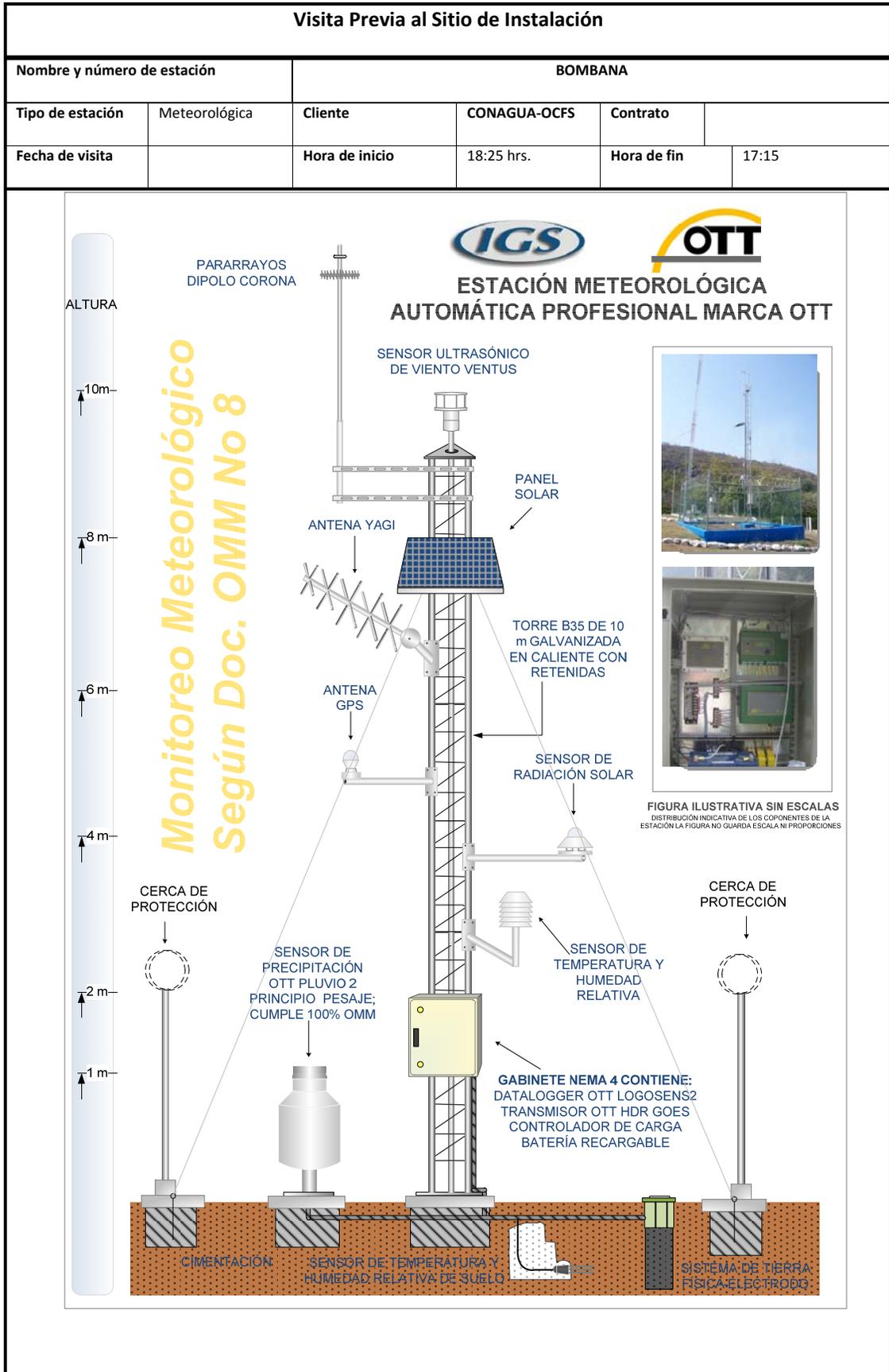
F.- Esquemas - Croquis de Ubicación



Mapa de Acceso al Sitio

Visita Previa al Sitio de Instalación					
Nombre y número de estación		BOMBANA			
Tipo de estación	Meteorológica	Cliente	CONAGUA-OCFS	Contrato	
Fecha de visita		Hora de inicio	18:25 hrs.	Hora de fin	17:15
 <p style="text-align: center;">Fotografía Satelital de la Región</p>					
					
Instalaciones de la Casa de Máquinas C. H. Bombana			Sitio Propuesto para instalar la nueva estación OTT opción 1		

Visita Previa al Sitio de Instalación					
Nombre y número de estación		BOMBANA			
Tipo de estación	Meteorológica	Cliente	CONAGUA-OCFS	Contrato	
Fecha de visita		Hora de inicio	18:25 hrs.	Hora de fin	17:15
					
Sitio Propuesto para instalar la nueva estación OTT opción 1		Sitio Propuesto para instalar la nueva estación OTT opción 2			
					
Vista del tanque de almacenamiento y sitio para RLS		Vista del tanque de almacenamiento y tubo de aquietamiento			



Anexo 3.- Comparativa Datalogger's.

Característica	Vaisala	Sutron	OTT
Modelo	QML201C	SATLINK 2	LogoSens 2
Temperatura	-50° a 60°C	-40° a 60° C	-40° a 60° C
Puertos	RS-232, RS485, SDI-12, cantidad variable	4 entradas analógicas unipolares, 1 entrada digital resolución 24 bits, SDI-12 V1.0, V1.1, V1.2, V1.3, soporta 16 sensores o mediciones	Hasta 16 canales analógicos diferenciales programables. Entradas de tensión (0..5/0..10 V). Entrada de corriente (4..20mA). Entrada Pt 100. puede soportar con SDI-12 hasta 160 sensores
sistema	Procesador de 33 MHz, 32 bit Motorola, Memoria 4MB RAM y SMB flash, A/D 24 bit		microcontrolador de 16 bits y un convertidor analógico digital de 24 bits
voltaje	8 a 30 VDC	12 VCD	12 VCD
Consumo	10mA/12 V	500mA/12 V	activo midiendo 50 mA activo no midiendo 30 mA modo dormido 1.5 mA
pantalla	x	LCD con teclado 6 botones	matriz de punto de 122x32 pix
			

Anexo 4.- Comparativa Sensores de Viento.

CARACTERISTICA		Ventus, Lufft	compact, ThiesClima	windSonic, Gill
dirección del viento	Principio	ultrasonico	ultrasonico	ultrasonico
	Rango de Medicion	0....359.9°	0-360°	0....359°
	Unidad	°	°	°
	Precisión	2° RMSE>1.0 m/s	2° RMSE>1.0 m/s	±3 °@12 m/s
Velocidad del viento	Resolución	0.1°	1°	1°
	Principio	ultrasonico	ultrasonico	ultrasonico
	Rango de Medicion	0....75 m/s	0...65 m/s	0...60 m/s
	Unidad	m/s	m/s	m/s
Ambos	Precisión	en 0...65 m/s ±0.2 m/s	en 0...65 m/s ±0.2 m/s	±12% @12 m/s
	Resolución	0.1 m/s	0.1 m/s	0.01 m/s
	Temp. De trabajo	-40.....60°C	-50...+70°C	-40°.....+70°C
	Consumo	24VCD, 140W	24VCD, 250 W	24VCD,
Sensor	Material	Aluminio anodizado	aluminio anodizado	Luran S KR 2861
	Tipo de Protección	IP65	IP65	IP65
Sensor	Certificado	si	si	si
	vista			

Anexo 5.- Comparativa Sensor Rad. Solar.

CARACTERISTICA	Campbell, CS300	Kipp & Zonen, SP Lite2	Apogee, SP-110
Principio	photodiodo de silicio	photodiodo de silicio	photodiodo de silicio
Rango de Medicion	0....2000 W/m2	0....2000 W/m2	0....2000 W/m2
Unidad	W/m2	W/m2	W/m2
Precisión	5% Rad/dia	-0.15%/°C	±5%
Resolución	1 W/m2	1 W/m2	1 W/m2
Temp. De trabajo	-40°C....55°C	-30°C....+70°C	-25°C....+55°C
Consumo	n/a	n/a	n/a
banda de espectro de luz	300....1100 nm	400.....1100 nm	300....1000
salida	0.2 mV por W/m2	0.2 mV por W/m2	0.2 mV por W/m2
Certificado	si	si	si
Sensor			

Anexo 6.- Comparativa Sensor de Temperatura y Humedad Relativa.

CARACTERISTICA		Lambrecht, 8093.1	Thies, 2.1280.00.	Vaisala, HUMICAP 110
Temperatura del aire	Principio	Pt100 1/3 DIN	Pt100 1/3 class B	Pt100 RTD 1/3 B
	Rango de Medicion	-40....+80°C	-30...+70°C	-40....+80°C
	Unidad	°C	°C	°C
	Precisión	± 0.2 °C @ -27...+70°C	±0.2°C	±0.2°C
	Resolución	0.1°C	0.1°C	0.1°C
Humedad relativa	Principio	Capacitivo	Capacitivo	Vaisala HUMICAP 180R
	Rango de Medicion	0....100%	0....100%	0....100%
	Unidad	%	%	%
	Precisión	±2% h.r @ 5....95%	±1 % HR (0...90%)	±1 % HR (0...90%)
	Resolución	1%	1%	1%
Ambos	Temp. De trabajo	-30.....+70°C	-40....+80°C	-40....+80°C
	Consumo	<1 mA	<4mA	<4 mA
	Material	Aluminio		Aluminio
	Tipo de Protección	IP65	IP65	IP65
	Certificado	si	si	si
Sensor	Vista			

Anexo 7.- Comparativa Sensor de Precipitación.

Característica	OTT, Pluvio 2	GEONOR, T200B	MPS, TRWS
Intensidad	750/1500	600/100	250/750
Orificio	200cm ² /400cm ²	200cm ²	200cm ² /500cm ²
calentador	si	no	no
Presicion	0.1 mm	0.1% FS	0.10%
Resolucion	0.01 mm	0.1mm	0.001mm
Algoritmo/ Compensación	viento, temperatura y evaporación	no, Datos en bruto	viento, temperatura y evaporación
interfaces	RS485/SDI-12 y pulsos	RS232, analogo	RS485 y pulsos
Alimentación	10...28VCD/15mA, 180mW	12VCD/10 mA	12V/35 mA
Rango de temperatura	-40°C...+60°C	-25°C...+60°C	-35°C....+70°C
Sensor			

Anexo 8.- Comparativa Controlador de Carga.

Características	STECA PR1010	MORNINGSTAR SS-10	SYSCOM SCI 110
Tensión	12/24	12	12
Amperaje	10	10	10
Tipo	PWM	PWM	PWM
Dimensiones	187x96x44	152x55x34	123x70x33
Protección	IP32	Epoxy	***
Peso	350	230	***
Temp.	-10°C...+50°C	-40°C...+85°C	***
Tensión Máx.	47	***	***
Consumo Propio	12	6.....10	***
Corriente Max	***	hasta 25 x5 min	***
Controlador de carga			

Anexo 9.- Reporte por Estación.

A.- IDENTIFICACIÓN DE LA ESTACIÓN	
Nombre de la estación:	LAS FLORES II
Clave de la estación:	LFLOR07102
Tipo de estación:	Meteorológica
Propietario:	CONAGUA, ORGANISMO DE CUENCA FRONTERA SUR
Latitud:	16°41'30.9" N
Longitud:	93°33'47.5" O
Elevación aproximada:	509 m snm

B.- DIAGRAMA Y/O CROQUIS DE ACCESO AL SITIO

Breve descripción de acceso:

Partiendo de la localidad de Tuxtla Gutiérrez, se toma la carretera federal 190 hacia la localidad de Cintalapa, se pasa la localidad de Ocozacoautla y unos 30 km más adelante se encuentra el puente Rogelio Anza que cruza el Río La Venta. La estación convencional se encuentra a la margen izquierda del río y aguas arriba del puente, este sitio pertenece a la CONAGUA y el personal que la atiende es de la CONAGUA y de la CFE con comunicación vía radio.

C.- FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN



ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA MARCA OTT

D.- EQUIPO INSTALADO

1.- Datalogger

Marca: OTT	Modelo: LogoSens2	N/S: 270718
------------	-------------------	-------------

2.- Transmisor GOES

Marca: OTT	Modelo: HDR 1200	N/S: 260953
------------	------------------	-------------

3.- Antena YAGI

Marca: SYNERGETICS	Modelo: FG18-B	N/S: 4110A2360
--------------------	----------------	----------------

4.- Panel solar (panel fotovoltaico)		
Marca: MICROM	Modelo: CX50-LC	N/S: 10074209
5.- Batería recargable		
Marca: POWER SONIC	Modelo: PS12-550	N/S: Sin Número
6.- Gabinete NEMA 4		
Marca: HIMEL	Modelo: PLMK-75	N/S: Sin Número
7.- Controlador de carga		
Marca: MORNINGSTAR	Modelo: SUNSAVER-10	N/S: 10282215

E.- SENSORES		
8.- Sensor de precipitación		
Marca: OTT	Modelo: PLUVIO 2 1500 mm	N/S: 272115
9.- Sensor de temperatura y humedad relativa		
Marca: OTT/THIES	Modelo: COMPACT	N/S: 91374
10.- Sensor de velocidad y dirección de viento ultrasónico		
Marca: OTT/LUFFT	Modelo: VENTUS	N/S: 073.1010.0901.009
11.- Sensor de radiación solar		
Marca: OTT/THIES	Modelo: SPLITE	N/S: 102619
12.- Sensor temperatura y humedad del suelo		
Marca: OTT/STEVENS	Modelo: HYDRA-PROVE 2	N/S: 200476

F.- INFORMACIÓN PARA TRANSMISIÓN SATELITAL	
Satélite empleado:	GOES - ESTE
Identificador satelital:	15F271DE
Canal de acceso al satélite:	51
Hora de primera transmisión (GMT):	12:51:15
Intervalo de transmisión:	1 hora
Ventana de transmisión:	15 s
Angulo de azimut de la antena Yagi	130.54°
Angulo de elevación de la antena Yagi	61°

G.- DESCRIPCIÓN DEL SITIO	
Lugar de instalación:	En torre, en terreno natural
Tipo de orografía:	Semi Montañoso
Tipo de suelo:	Arcilloso – rocoso
Antigüedad de la estación:	30 años aproximadamente
Hay vigilancia continua:	Sí
Existe posible vandalismo:	No

H.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN			
Se instaló en: Suelo natural			
La estación se instaló frente al paradero Las Flores, dentro de un predio perteneciente a la CONAGUA			
Se Instaló malla de protección	Si	Se instaló sistema de pararrayos	Si
Dimensión malla de protección (m)	8 m x 8 m x 2 m	Se instaló sistema de puesta a tierra	Si
Tipo de torre	Triangular	El agua inunda la estación	No
Altura de torre (m)	10 m	Existe cobertura radio UHF	Si
Nombre del 1er. operador encargado en el sitio	Antonio Castro	Existe cobertura celular	Si
Nombre del 2do. operador encargado en el sitio	Octavio Pérez Hernández	Teléfono	No se tiene

I.- PRUEBAS DE CAMPO		
Sensor de temperatura y humedad relativa Tipo de sensor: PT100 y célula capacitiva Los sensores de temperatura y humedad relativa se conectaron a las entradas (A) "PT100" y (B) "0-1 VCD" respectivamente y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor	SI (X)	NO ()
Sensor de velocidad y dirección del viento Tipo de sensor: Ultrasónico con salidas digitales y analógicas. El sensor de velocidad y dirección de viento se conecto a la entrada (C) "0-10 VCD" y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor	SI (X)	NO ()
Sensor de precipitación Tipo de sensor: célula de pesaje El sensor se conectó a una entrada (D) de "SDI-12" en el datalogger y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor	SI (X)	NO ()
Sensor de temperatura y humedad del suelo. Tipo de sensor: propagación de señal electromagnética. El sensor se conectó a una entrada (E) de "SDI-12" en el datalogger y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor	SI (X)	NO ()
Sensor de radiación solar Tipo de sensor: célula de silicio El sensor se conectó a una entrada (F) de "0-5 VCD" en el datalogger y se realizaron pruebas de funcionamiento del sensor	SI (X)	NO ()
Panel solar (panel fotovoltaico) Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento	SI (X)	NO ()
Batería recargable Se conectó al sistema de control de carga y se realizaron pruebas de funcionamiento	SI (X)	NO ()
Protecciones contra sobre voltaje Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor	SI (X)	NO ()
Protecciones contra sobre corriente Se instalaron y se realizaron pruebas de operación, para la línea de comunicación de cada sensor	SI (X)	NO ()
Protecciones contra descargas atmosféricas (línea de RF) Se instaló y se realizaron pruebas de operación para la línea de radio frecuencia	SI (X)	NO ()

del sistema de comunicación GOES		
Electrodo de puesta a tierra Se instaló y se conectó el sistema de puesta a tierra, con el objetivo de garantizar la condición de baja impedancia.	SI (X)	NO ()

J.- PRUEBAS DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE GOES		
Verificación de sincronía con el reloj del datalogger y Transmisor GOES con el sistema GPS integrado en el transmisor.	SI (X)	NO ()
Verificación de la potencia de transmisión: 46 dB	SI (X)	NO ()
Verificación de que se envió al menos una transmisión	SI (X)	NO ()

K.- OTROS		
Se colocó candado en la puerta de acceso al sitio	SI (X)	NO ()
En el interior de la caja contenedora (gabinete 1) se dejó lo siguiente:		
Fusibles de repuesto	SI (X)	NO ()
Bolsa con desecante	SI (X)	NO ()
Se colocó candado en la puerta del gabinete	SI (X)	NO ()
Se explicaron los cuidados básicos necesarios de la estación al encargado	SI ()	NO (X)

L.- SOFTWARE DE OPERACIÓN-CONSULTA-CONFIGURACIÓN			
Software de configuración		SI (X)	NO ()
Marca: OTT	OTT Programa de Operación del LogoSens (WBSLA0.EXE)	No. Licencia: Libre	
Marca: OTT	OTT Programa de comunicación Hydras 3 Básico	No. Licencia: N/A	
Se obtuvo la información almacenada por la PCD mediante el Software de Configuración		SI (X)	NO ()