

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERA ELECTRÓNICA E INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA
DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA PARA LAS ESTACIONES
METEOROLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
EN LA CUENCA DEL RÍO PISQUE**

**AUTORES
TANIA LIZBETH AGUIRRE CABRERA
RODRIGO OMAR SUÁREZ YASELGA**

**TUTOR
VÍCTOR HUGO NARVÁEZ VEGA**

Quito, agosto del 2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Tania Lizbeth Aguirre Cabrera y Rodrigo Omar Suárez Yaselga con documentos de identificación N° 1721708830 y N° 1719625202, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado/titulación intitulado: **“DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA PARA LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA EN LA CUENCA DEL RÍO PISQUE”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Electrónicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Tania Lizbeth Aguirre Cabrera
CI: 1721708830



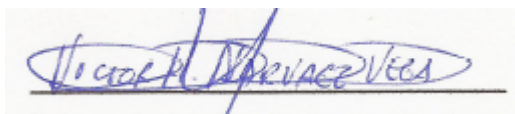
Rodrigo Omar Suárez Yaselga
CI: 1719625202

Quito, agosto del 2017

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación: **DISEÑO DE UNA RED DE TELEMETRÍA PARA LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA EN LA CUENCA DEL RÍO PISQUE**, realizado por Tania Lizbeth Aguirre Cabrera y Rodrigo Omar Suárez Yaselga, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como Trabajo Final de Titulación.

Quito, agosto del 2017

A handwritten signature in blue ink, reading "Víctor H. Narváez Vega", written over a horizontal line.

Víctor Hugo Narváez Vega

CI: 1711886877

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a DIOS, porque nunca me abandono en los tiempos difíciles, siempre sentí su presencia y su amor. A mis padres por ser una guía para mí y un ejemplo de constancia y superación, a mi tía Irene porque a la distancia siempre me apoyo y confió en mí, a mi hermana Cinthia por su cariño y apoyo constante, a mis abuelitos Jorge Suárez, Blanca García, Olga Oñate y Ángel Yaselga, por ser un ejemplo de lucha y tenacidad, a Tania por estar siempre a mi lado en los tiempo difíciles y por su amor incondicional.

Rodrigo Suárez.

Dedico con mucho amor este proyecto a Dios y a la Virgen del Cisne porque nunca me dejaron sola en los momentos difíciles, sentí su amor y sus bendiciones. A mi princesa Patricia por ser una madre guerrera porque gracias a su amor, esfuerzo y sacrificio he alcanzado cumplir este sueño, ella es el motor de mi vida. A mis tías Nelly y Mariela por amarme como a su hija por apoyarme y cuidarme todo el tiempo, a mi abuelito Lucas por ser mi cómplice. A mi hermano que hoy me mira desde el cielo: ¡Sé que estás muy orgulloso de mí! A mi mejor amiga Verónica Ortiz, siempre te llevo en mi corazón. Dedico con especial amor a Rodrigo por ser mi apoyo, mi complemento y mi mejor amigo, porque nunca me ha dejado sola porque en todo momento me ha demostrado su amor incondicional.

Tania Aguirre.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al ingeniero Víctor Hugo Narváez por su apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto, por su guía académica y su amistad.

Al economista Jorge Díaz por su ayuda en el desarrollo del análisis económico de nuestro proyecto.

A la Universidad Politécnica Salesiana por su total apoyo para la culminación de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1	15
ANTECEDENTES	15
1 Planteamiento del problema	15
1.1 Justificación.....	15
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo General	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 Tema	16
1.4 Beneficiarios.....	16
CAPÍTULO 2	17
SITUACIÓN GEOGRÁFICA	17
2.1 Situación actual de las estaciones meteorológicas.	17
2.1.1 Situación geográfica de la estación meteorológica EM-UPS-1 Azcazubi	19
2.1.1.1 Disponibilidad del servicio de telecomunicaciones.....	20
2.1.1.2 Fuente de generación y potencia suministrada.....	22
2.1.2 Información general estación meteorológica EM-UPS-2 Olmedo	24
2.1.2.1 Disponibilidad del servicio de telecomunicaciones para la parroquia de Olmedo	25
2.1.2.2 Aprovisionamiento de energía eléctrica en Olmedo.....	27
2.1.3 Información general estación meteorológica EM-UPS-3 Pisambilla	29
2.1.3.1 Factores externos	31

2.1.3.2	Clima.....	31
2.1.3.3	Vegetación.....	32
2.1.3.4	Servicio de telecomunicaciones en la parroquia Pisambilla.....	33
2.1.3.5	Suministro eléctrico en la parroquia de Pisambilla	35
2.1.3.6	Movilidad	37
2.1.3.7	Cobertura Radial.....	37
2.2	Comparación de Redes Inalámbricas.....	41
2.2.1	Red de Área Extendida Inalámbrica WWAN	44
2.2.1.1	GSM (Global System for Mobile Communication)	44
2.3	GPRS (General Packet Radio Services)	47
CAPÍTULO 3	49
DISEÑO DE RED DE TELEMETRÍA	49
3.1	Propuesta General del Proyecto	49
3.2	Componentes de la Red de Telemetría	50
3.3	Cálculo del volumen de datos a transmitir.	53
3.3.1	Trama de datos de la estación meteorológica Davis Vantage Pro2 Plus Inalámbrica.....	54
3.3.2	Calculo del volumen de datos para el tiempo de muestreo de 1 - 10 y 30 minutos.....	55
3.3.3	Análisis de la cantidad de datos almacenados en el Datalogger 6510SER	56
3.3.4	Cálculo de datos a transmitir según parámetros.....	57
3.3.5	Cálculo del volumen de datos a transmitir	60
3.3.6	Cálculo del volumen de datos mensual transmitir por estación.....	60
3.4	Diseño para un enlace de datos para EM-UPS-3.....	60
3.4.1	Perfil Topográfico del sitio	61
3.4.2	Simulación del enlace UPS Cayambe a EM-UPS-3.....	62
CAPÍTULO 4	66
ANÁLISIS ECONÓMICO	66
4.1	Proforma de equipos para transmisión de datos con red GSM/GPRS.....	66
4.2	Costo de servicio de datos GPRS	67
4.3	Costos de mano de obra	67
4.4	Proforma de servicio de enlace de datos para EM-UPS-3.....	68
4.5	Construcción e instalación torreta de comunicación en Pisambilla	68

4.6	Costos Totales	69
4.7	Análisis Económico con Indicadores TIR Y VAN	70
4.8	Análisis Costo / Beneficio.....	75
CONCLUSIONES.....		77
RECOMENDACIONES		79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		80
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Localización geográfica de las estaciones meteorológicas en San Pedro de Cayambe.....	18
Figura 2. 2 Trazo de perfil de elevación de la estación meteorológica EM-UPS-1 ...	19
Figura 2. 3 Disponibilidad de telefonía celular en Azcazubi	21
Figura 2. 4 Localización estación meteorológica en SENAGUA (Datalogger, consola)	23
Figura 2. 5 Trazo de perfil de elevación de la estación meteorológica EM-UPS-2 ...	24
Figura 2. 6 Localización estación meteorológica en Pesillo (Datalogger, consola) ...	28
Figura 2. 7 Trazo de perfil de elevación de la estación meteorológica EM-UPS-3 ...	29
Figura 2. 8 Infraestructura de estación meteorológica y cuarto de localización del Datalogger	30
Figura 2. 9 Vista preliminar de vegetación alrededor de EM-UPS-3.....	32
Figura 2. 10 Infraestructura de tendido eléctrico predominante en la zona	36
Figura 2. 11 Condiciones de conexión del tendido eléctrico en la zona	36
Figura 2. 12 Trazo de perfil de elevación de antena transmisora radio Inti Pacha FM a EM-UPS-3.....	38
Figura 2. 13 Panorámica actual del cerro Chiricunga e identificación de obstáculos	39
Figura 2. 14 Localización estación base de Fundación Radio Mensaje	40
Figura 2. 15 Trazo del perfil de elevación entre Radio Mensaje y Estación meteorológica Pisambilla	41
Figura 2. 16 Arquitectura de una red GSM para transmisión y recepción de datos. ...	45
Figura 2. 17 Arquitectura de una red GPRS para la transmisión y recepción de datos	47
Figura 3. 1 Esquema de red de telemetría para las estaciones meteorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.....	51
Figura 3. 2 Perfil topográfico del trayecto UPS Cayambe a EM-UPS-3.....	62
Figura 3. 3 Simulación del enlace UPS Cayambe a EM-UPS-3 (Radio Link)	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1	Coordenadas Geográfica.....	18
Tabla 2. 2	Información General.....	19
Tabla 2. 3	Localización de infraestructura de telecomunicaciones en Azcazubi	20
Tabla 2. 4	Resultado de oferta y disponibilidad de red celular	20
Tabla 2. 5	Resultado de disponibilidad de internet fijo	22
Tabla 2. 6	Sistema de generación eléctrica Azcazubi.....	22
Tabla 2. 7	Información General.....	24
Tabla 2. 8	Localización de infraestructura de telecomunicaciones en olmedo	25
Tabla 2. 9	Cobertura telefónica móvil y fija Olmedo	26
Tabla 2. 10	Resultado de oferta y disponibilidad de red celular	26
Tabla 2. 11	Resultado de disponibilidad de internet fijo Olmedo Pesillo.....	27
Tabla 2. 12	Sistema de generación eléctrica Olmedo	28
Tabla 2. 13	Información general.....	29
Tabla 2. 14	Rangos topográficos de ruta.....	31
Tabla 2. 15	Registro meteorológico.....	32
Tabla 2. 16	Localización de infraestructura de telecomunicaciones en Cangahua	34
Tabla 2. 17	Resultados de disponibilidad de red celular.....	34
Tabla 2. 18	Resultados de disponibilidad de internet fijo	35
Tabla 2. 19	Sistema de generación eléctrica Pisambilla	35
Tabla 2. 20	Cobertura de Radio.....	37
Tabla 2. 21	Especificaciones Técnicas de Operación.....	38
Tabla 2. 22	Especificaciones Técnicas de Operación.....	40
Tabla 2. 23	Cerros interpuestos identificados	41
Tabla 2. 24	Ventajas y Desventajas de una red inalámbrica	42
Tabla 2. 25	Categoría de redes inalámbricas.....	43
Tabla 3. 1	Componentes de la red de telemetría.....	53
Tabla 3. 2	Posición de las variables meteorológicas en la trama de datos.....	54
Tabla 3. 3	Variables meteorológicas y paquete de datos	56
Tabla 3. 4	Variables meteorológicas y paquete de datos a transmitir.....	58
Tabla 3. 5	Coordenadas de sitios a enlazar	61
Tabla 3. 6	Datos de presupuesto de enlace.....	64

Tabla 3. 7 Frecuencias no licenciadas para explotación para uso de redes inalámbricas.....	64
Tabla 4. 1 Costos referenciales.....	66
Tabla 4. 2 Tarifa mensual a pagar por plan de datos CNT	67
Tabla 4. 3 Costos mano de obra para instalación y configuración red celular	67
Tabla 4. 4 Costo de configuración e instalación de servicio	68
Tabla 4. 5 Costo renta mensual de equipos	68
Tabla 4. 6 Costo de construcción e instalación de torreta de comunicación.....	69
Tabla 4. 7 Costos Totales	70
Tabla 4. 8 Análisis económico sin proyecto periodo 2012-2016	72
Tabla 4. 9 Análisis Económico con proyecto periodo 2017-2021	73
Tabla 4. 10 Flujo de efectivo neto con proyecto periodo 2017 - 2021	74
Tabla 4. 11 Ganancias estimadas con red de telemetría	74
Tabla 4. 12 Cálculo TIR & VAN.....	75
Tabla 4. 13 Análisis Costo - Beneficio	75

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito diseñar una red de telemetría para las estaciones meteorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cayambe en la Cuenca del Río Pisque.

El diseño se basa en el análisis de la situación geográfica de cada una de las estaciones meteorológicas con respecto al Centro de Apoyo Cayambe, para definir los requerimientos de conectividad, que permita la selección de una red inalámbrica adecuada para enviar datos meteorológicos de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad de viento y precipitación fluvial, en tiempo real.

También se considera la utilización de radio frecuencia debido a la situación poco favorable que presenta una de las estaciones meteorológicas.

Además para el proyecto se realiza un análisis económico que permite determinar la viabilidad en la implementación de una red de telemetría para la Universidad Politécnica Salesiana, basados en los indicadores económicos TIR y VAN.

Estos indicadores permiten conocer la rentabilidad que generaría la implementación de la red de telemetría a lo largo del tiempo, siendo los beneficiarios los productores dedicados a actividades agrícolas y ganaderas de la zona.

Este proyecto desarrollado por la Universidad Politécnica Salesiana está enfocado en mejorar la actividad productiva de las zonas rurales del cantón San Pedro de Cayambe, monitoreando el comportamiento climático de la Cuenca del Río Pisque, los resultados permitirán realizar una mejora en el sistema de programación de riego que maneja actualmente el Centro de Apoyo Cayambe, con esto se busca conseguir la máxima producción y mejorar la calidad de los productos.

Palabras claves: diseño, red, telemetría, estaciones, meteorológicas, río.

ABSTRACT

The present work aims to design a telemetry network for the meteorological stations of the Universidad Politécnica Salesiana of Cayambe in the Pisque River Basin.

The design is based on the analysis of the geographic location of each of the meteorological stations with respect to the Cayambe Support Center, to define the connectivity requirements, allowing the selection of a suitable wireless network to send meteorological data of ambient temperature, Relative humidity, wind speed and river precipitation, in real time.

It is also considered the use of radiofrequency due to the unfavorable situation presented by one of the meteorological stations.

In addition, an economic analysis is carried out to determine the feasibility of implementing a telemetry network for the Universidad Politécnica Salesiana, based on the TIR and VAN economic indicators.

These indicators allow us to know the profitability that would generate the implementation of the telemetry network over time, the beneficiaries being producers dedicated to agricultural and livestock activities in the area.

This project, developed by the Universidad Politécnica Salesiana, is focused on improving productive activity in the rural areas of the San Pedro de Cayambe, monitoring the climatic behavior of the Pisque River Basin. The results will allow an improvement in the irrigation programming system which is currently managed by the Cayambe Support Center, aiming to achieve maximum production and improve the quality of products.

Keywords: design, net, telemetry, seasons, meteorological, river.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica Salesiana junto al Centro de Apoyo Cayambe trabajan desde hace varios años con agricultores y ganaderos de las zonas rurales del Cantón Cayambe en programas de vinculación con la sociedad, enfocados en el mejoramiento de producción agrícola y ganadera de la región, ejecutando proyectos estratégicos con la finalidad de incrementar la elaboración de sus productos, por ende mejorar la calidad de vida de sus productores a través de sus ingresos.

En el capítulo uno se describe el tema del proyecto, el planteamiento del problema, la justificación, objetivos generales y específicos.

En el capítulo dos se detalla el análisis de la situación geográfica de las estaciones meteorológicas que permiten conocer la situación actual y los requerimientos de conectividad disponibles en la zona, además se explica brevemente la comparación de tecnologías de redes inalámbricas.

En el capítulo tres, se desarrolla el diseño de la red de telemetría a partir del análisis geográfico y de la comparación de las tecnologías de red inalámbricas.

En el capítulo cuatro se realiza un análisis económico detallando el valor de inversión y basado en indicadores económicos TIR y VAN que determinarán la viabilidad en la implementación del proyecto.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1. Planteamiento del problema

El proyecto está dirigido a afianzar el trabajo que lleva la Universidad Politécnica Salesiana con comunidades rurales del cantón Cayambe en la correcta administración y uso responsable del recurso hídrico en la zona para riego y fertilización del suelo.

Los problemas específicos a los que se dirige el proyecto se marcan en llevar los datos meteorológicos registrados en tiempo real a la Universidad Politécnica Salesiana en Cayambe, con estos resultados se conoce el comportamiento climático de la región continuamente y se diseñan estrategias para mejorar los sistemas de riego y pronosticar los periodos más productivos con la presencia de lluvias. Además, se busca la optimización de recursos y tiempo que se emplean en el traslado.

Para plantear una solución a esta problemática se vincula a docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica quienes tienen a su cargo el diseño de red de telemetría apegada a normas y estatutos legales que garanticen su funcionamiento y con los resultados se proyecta beneficiar alrededor de 25.000 familias.

1.1 Justificación

El análisis económico determinará la posible implementación del diseño de red para las estaciones meteorológicas, proyectado en la planificación y estrategias para la ejecución de proyectos de programación del riego elaborados por el Laboratorio de Información Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana para las comunidades que asisten, así como proporcionar información a los organismos de conservación ambiental y producción agrícola como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el cantón.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Diseñar una red de telemetría que envíe datos meteorológicos de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad de viento y precipitación fluvial de la Cuenca del Río Pisque para la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación geográfica de las estaciones meteorológicas y el Centro de Apoyo Cayambe para definir los requerimientos de conectividad.
- Diseñar una red de telemetría para el envío de datos climáticos de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad de viento y precipitación fluvial en tiempo real de todas las estaciones meteorológicas para que reciban la información en el Centro de Apoyo de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Comparar las diferentes tecnologías de redes inalámbricas para escoger el diseño de una red de telemetría para la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.
- Realizar un análisis económico que permita determinar la viabilidad en la implementación de una red de telemetría para la Universidad Politécnica Salesiana basado en los indicadores TIR y VAN.

1.3 Tema

Diseño de una red de telemetría para las estaciones meteorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana en la Cuenca del Río Pisque

1.4 Beneficiarios

Este proyecto beneficiará a los productores agrícolas y ganaderos de las zonas de Cangahua, Olmedo (Pesillo), y Azcazubi del cantón Cayambe, ya que permitirá mejorar el sistema de programación de riego que maneja el Laboratorio de Información Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana a partir del monitoreo climático de la zona.

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

En este capítulo se describe la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas respecto a la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cayambe, para determinar los requerimientos de conectividad necesarios en el desarrollo del diseño.

2.1 Situación actual de las estaciones meteorológicas.

Se localizan en el Cantón San Pedro de Cayambe, cabecera de la cuenca hidrográfica El Pisque, limita al Norte con la Provincia de Imbabura, al Sur con y la Provincia de Napo y el Cantón Quito, al Este con Napo y Sucumbíos y al Oeste con los Cantones Quito y Pedro Moncayo, comprende ocho parroquias, cinco rurales Cangahua, Otón, Azcazubi, Cusubamba, Olmedo, y tres urbanas Juan Montalvo, Ayora, Cayambe.

Con estudios previos realizados por parte del Laboratorio de Sistemas Geográficos de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cayambe, se instalaron estaciones meteorológicas Vantage Pro2 en tres de las cinco parroquias rurales del Cantón, ellas son Cangahua, Olmedo y Azcazubi.

Las estaciones meteorológicas se encuentran instaladas en lugares estratégicos con los permisos necesarios como resultado de una jornada de socialización del proyecto con la comunidad.

En la Parroquia de Azcazubi comunidad Santa Rosa de Cusubamba se localiza la estación meteorológica EM-UPS-1, dentro de las instalaciones del SENAGUA CAYAMBE.

En la Parroquia de Olmedo se localiza la estación meteorológica EM-UPS-2, en la comunidad de Pesillo, barrio Carobotija.

En la Parroquia de Cangahua se localiza la estación meteorológica EM-UPS-3, en el cerro Pisambilla a 3.472 metros sobre el nivel del mar.

Las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de las estaciones meteorológicas fueron tomadas mediante GPS y simuladas virtualmente en Google Earth, para localizarlas dentro de la zona de estudio, se muestran en la Figura 2.1.

Estaciones Meteorológicas



Figura 2. 1 Localización geográfica de las estaciones meteorológicas en San Pedro de Cayambe
Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

Se observa que las estaciones meteorológicas están colocadas de manera que triangulan la Cuenca del Río el Pisque para el monitoreo del comportamiento climático de la zona.

En la Tabla 2.1 se detalla las coordenadas geográficas de la ubicación de cada una de las estaciones meteorológicas, además la distancia en línea recta con respecto a la Universidad Politécnica Salesiana.

Tabla 2. 1 Coordenadas Geográfica

Código	Lugar	Coordenadas GPS		Elevación [m]	Distancia [Km]
		Latitud	Longitud		
UPS	Cayambe	0°2'43.03" N	78°08'43.88" O	2814	--
EM-UPS-1	Azcazubi	0°3'33.06" S	78°16'58.96" O	2700	19.7
EM-UPS-2	Olmedo	0°8'20.71" N	78°04'38.03" O	3111	12.86
EM-UPS-3	Cangahua	0°3'58.12" S	78°06'13.58" O	3472	13.3

Fuente: Coordenadas Geograficas GPS

Previo al desarrollo del diseño de red de telemetría para parámetros meteorológicos medidos por las estaciones meteorológicas Davis Vantage Pro2 en las comunidades de Azcazubi, Olmedo y Pisambilla, se realiza un estudio de accesibilidad, conectividad y aprovisionamiento de la red eléctrica para cada uno de los sitios.

2.1.1 Situación geográfica de la estación meteorológica EM-UPS-1 Azcazubi

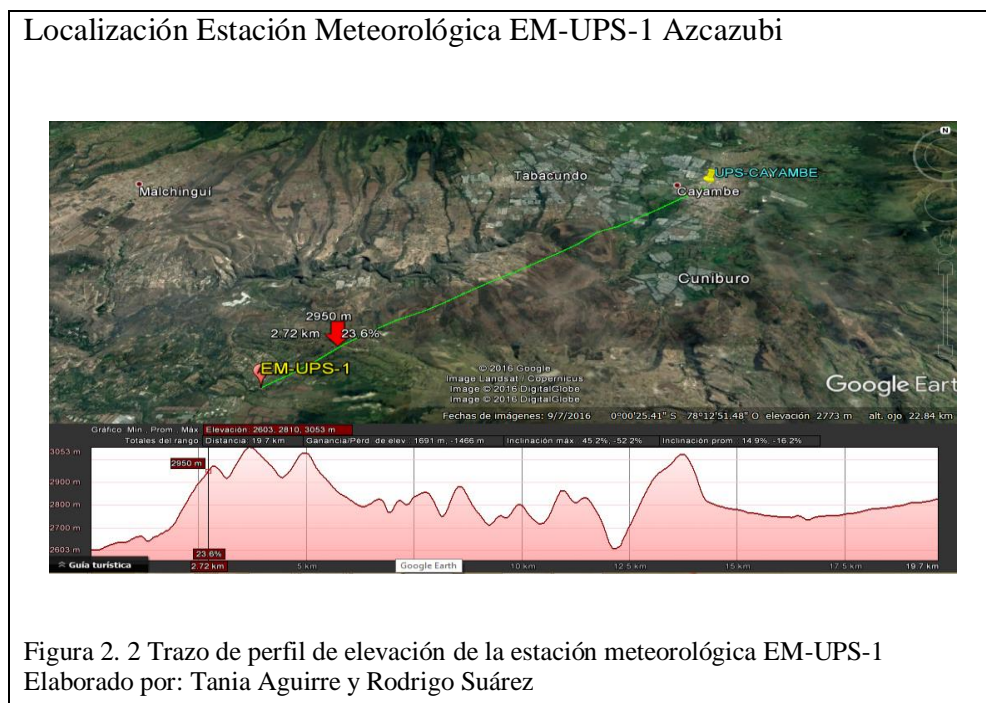
En la Tabla 2.2, se muestra la información de la estación meteorológica ubicada en la parroquia de Azcazubi, donde se observa las coordenadas geográficas, región a la que pertenece y el tipo de estación meteorológica.

Tabla 2. 2 Información General

Política		Geográfica	
Región	Sierra Norte	Latitud	00°03'33.06" S
Provincia	Pichincha	Longitud	78°16'58.96" O
Cantón	Cayambe	Altitud	2700 [m]
Parroquia	Azcazubi	Tipo de estación	Davis Vantage Pro2 Cableada modelo 6152C Datalogger 6510SER
Comunidad	Santa Rosa de Cusubamba	Observador	Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe

Fuente: Coordenadas Geograficas GPS

El la Figura 2.2 se presenta el perfil de elevación de la estación meteorológica **EM-UPS-1** de la población de Azcazubi respecto al Centro de Apoyo Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana.



El perfil del terreno que existe en la zona, evidenciando su irregularidad con cadenas montañosas entre 2631 m a 3053 m de altura.

El pico más alto se encuentra a 2.72 km de la Universidad Politécnica Salesiana, a 3053 metros de altura con una inclinación máxima de 45.2%

2.1.1.1 Disponibilidad del servicio de telecomunicaciones

- Red de Telefonía móvil

Según el informe emitido por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) en el año 2013, en Azcazubi existe infraestructura de antenas de telecomunicaciones.

A continuación, en la Tabla 2.3 se muestra la ubicación de las antenas existentes de las operadoras de telefonía móvil mediante las coordenadas geográficas. (IEE, 2013),

Tabla 2. 3 Localización de infraestructura de telecomunicaciones en Azcazubi

Infraestructura	Localización	
	Latitud	Longitud
Telefónica Claro	00°08'51.8"N	78°04'12.2"W
Telefónica Movistar	00°08'54.4"N	78°04'12.0"W

Fuente: (IEE, 2013)

Dadas las coordenadas del lugar y en vista que la estación meteorológica está instalada dentro de las instalaciones del SENAGUA-CAYAMBE en la zona urbana de Santa Rosa de Cusubamba, se determina utilizar red GSM/GPRS para la transmisión de datos meteorológicos. Para constatar la viabilidad de utilizar red GSM/GPRS se presenta los siguientes resultados de acuerdo al mapeo realizado con las coordenadas geográficas de la zona en los sitios web oficiales de proveedores de telefonía móvil dentro del territorio ecuatoriano.

En la Tabla 2.4 se presenta los siguientes resultados de disponibilidad de red celular de las 3 compañías que operan en el territorio Ecuatoriano.

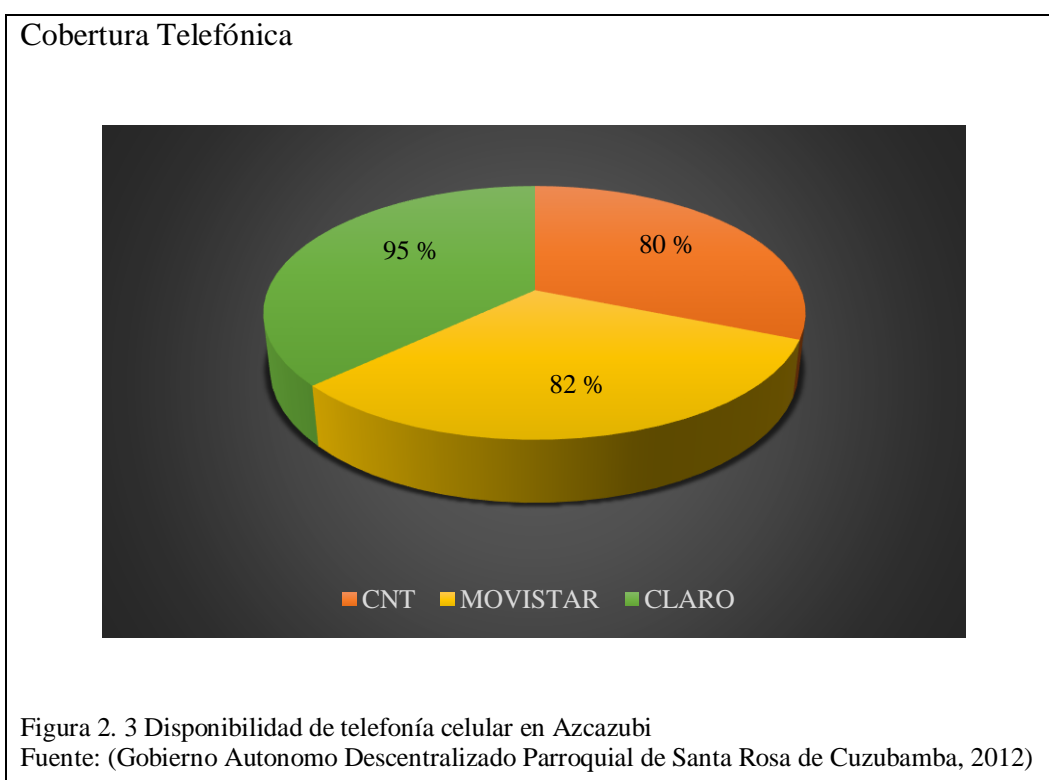
Tabla 2. 4 Resultado de oferta y disponibilidad de red celular

Telefónica	Código	Longitud	Latitud	Móvil 2G	Móvil 2.5G	Móvil LTE
CNT	1	-78,28305	-0,05918	SI	SI	NO
MOVISTAR	105	-78,28305	-0,05918	SI	NO	NO
CLARO	7C	-78,28305	-0,05918	SI	SI	NO

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suarez

Donde se observa que 2 de las 3 compañías de telefonía móvil presentan disponibilidad de red GPRS o también conocida con red 2.5G y ninguna de las operadoras presentan tecnología móvil LTE.

La operadora Claro presenta servicio de telefonía en gran parte del área urbana y rural de Santa Rosa de Cusubamba. En la Figura 2.3, se muestra el mayor porcentaje de cobertura de servicio por parte de Telefónica Claro Ecuador, seguido por Movistar y Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT).



- Servicio de Internet

Según el informe presentado por el Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial de Santa Rosa de Cuzubamba, la empresa CNT provee el servicio de internet por cable utilizando línea telefónica, en un 20% en el área urbana y 10% en el área rural.

En el mapeo realizado del servicio de conectividad a internet por cable, a través de línea telefónica y que se muestran en la Tabla 2.5.

Tabla 2. 5 Resultado de disponibilidad de internet fijo

Empresa	Código	Longitud	Latitud	Internet Fijo
CNT	4	-78,28305	-0,05918	SI
MOVISTAR	104	-78,28305	-0,05918	NO
CLARO	6C	-78,28305	-0,05918	NO
SAITEL	1	-78,28305	-0,05918	N/A

Fuente. Disponibilidad de internet fijo resultado presentada a CNT, Movistar, Claro y Saitel

En base a los resultados, CNT es la única empresa que presta servicio de internet fijo en el área, Movistar y Telefónica Claro Ecuador, ofrecen servicio de internet móvil vía módem, y Saitel proveedor privado no registra información (N/A).

Antes de optar por un plan de datos para la transmisión de información, se debe calcular en promedio el volumen de bits a transferir diariamente por la estación meteorológica, tomando en cuenta que en una red GSM/GPRS se factura por volumen de información transferida y no por tiempo de conexión. Este cálculo se detalla en el Capítulo 3.

2.1.1.2 Fuente de generación y potencia suministrada

EMELNORTE S.A, distribuye y comercializa energía eléctrica para la parroquia de Azcazubi desde 1975, dentro del territorio registra una única subestación eléctrica y una línea de transmisión, con los siguientes datos que se muestran en la Tabla 2.6.

Tabla 2. 6 Sistema de generación eléctrica Azcazubi

Nombre	Voltaje [KV]	Capacidad [MVA]	Localización	
			Latitud	Longitud
Subestación Eléctrica	69	12.5	0°02'59.9" N	78°8'48.0" O
Línea transmisión eléctrica San José – San Esteban	N/A	N/A	0°02'59.9" N	78°8'48.0" O

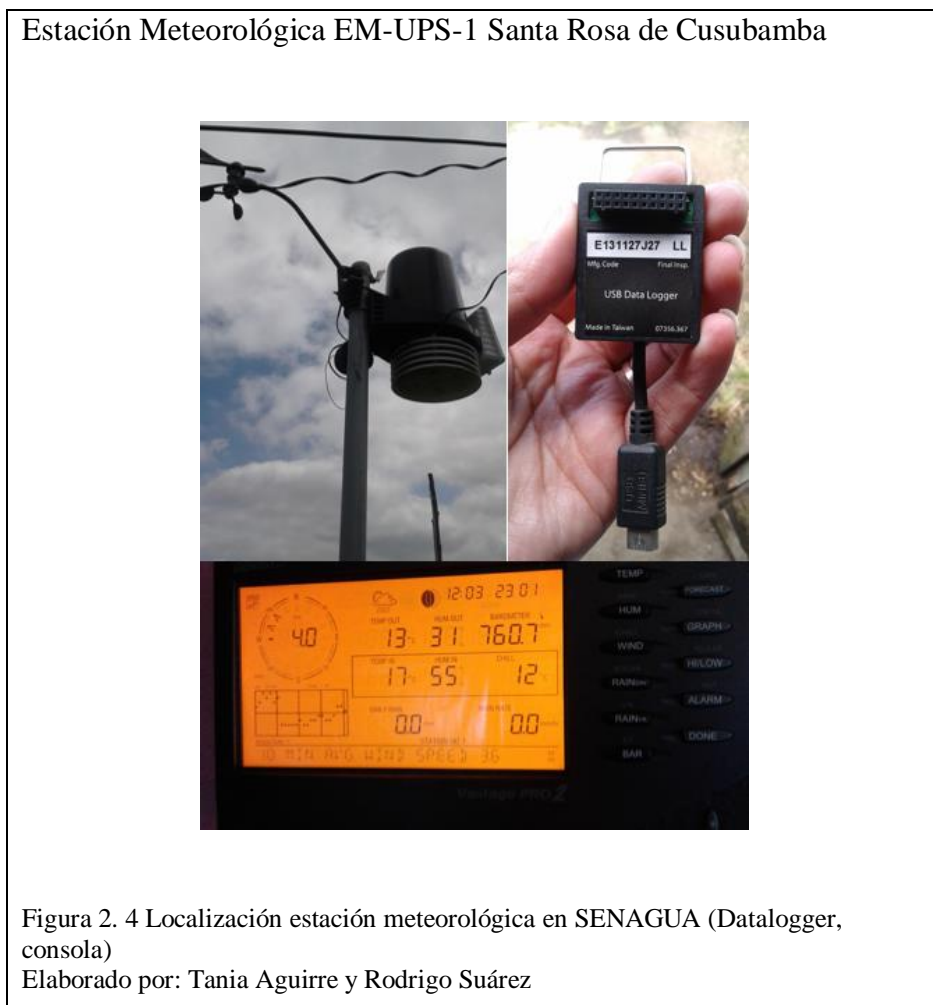
Fuente: (IEE, 2013)

- Estación remota de meteorología

La estación de meteorología Davis Vantage Pro2 se encuentra instalada en el barrio Santa Rosa de Cusubamba dentro de las instalaciones de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA). Esta estación se alimenta con un adaptador de 5VDC, el sistema

integrado de sensores (ISS) se conecta a la consola por medio de un conector RJ-11 a una distancia de 12 metros. También la consola cuenta con 3 pilas de litio de 3VDC auxiliares, para suplir la pérdida de energía eléctrica de la red y respaldar la información obtenida desde los sensores.

La memoria de almacenamiento Datalogger retiene la información registrada por los sensores para posteriormente descargarla en un computador por medio del software WeatherLink 5.8



En la Figura 2.4 se muestra la consola de la estación meteorológica donde se visualizan las variables climáticas de velocidad del viento, temperatura interna y externa, presión atmosférica y humedad relativa interna y externa, además se observa el Datalogger donde se almacenan los datos obtenidos por los sensores de la estación meteorológica y en la parte superior izquierda se observa los sensores para el monitoreo del clima.

2.1.2 Información general estación meteorológica EM-UPS-2 Olmedo

Para la Parroquia de Olmedo se presenta la siguiente información detallada en la Tabla 2.7, donde se enfatiza el tipo de estación meteorológica y la localización mediante coordenadas geográficas.

Tabla 2. 7 Información General

Política		Geográfica	
Región	Sierra Norte	Latitud	0°8'20.71" N
Provincia	Pichincha	Longitud	78°04'38.03" O
Cantón	Cayambe	Altitud	3111 [m.s.n.m]
Parroquia	Olmedo	Tipo de estación	Davis Vantage Pro2 Cableada modelo 6152C Datalogger 6510SER
Comunidad	Pesillo	Observador	Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suarez

En la Figura 2.5 se presenta el perfil de elevación donde se sitúa la estación meteorológica **EM-UPS-2** de la población de Olmedo respecto al Centro de Apoyo Cayambe.

Localización Estación Meteorológica EM-UPS-2 Olmedo

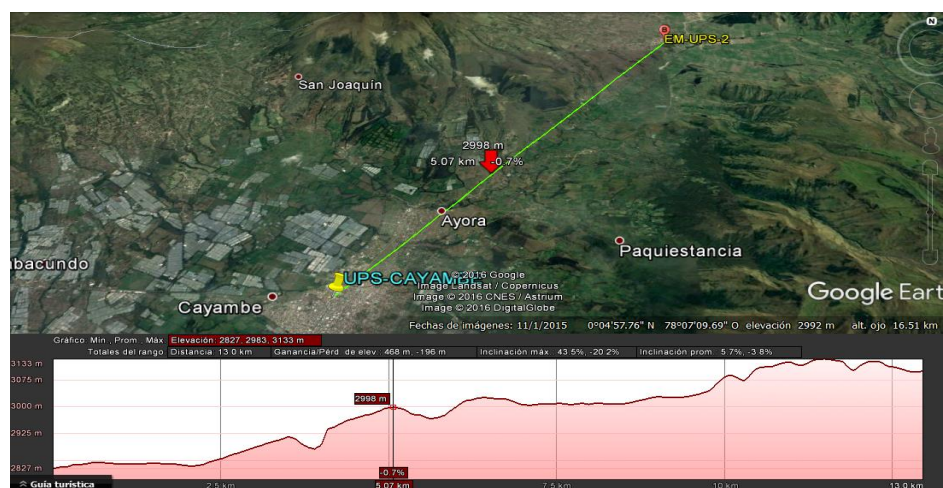


Figura 2. 5 Trazo de perfil de elevación de la estación meteorológica EM-UPS-2
Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

La estación de meteorología EM-UPS-2, se localiza a una distancia aproximada de 13 Km en línea recta hacia la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe, a 3075 metros de altura.

Según el Informe de Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial emitido por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Olmedo para el período 2015 – 2025, se localiza a la parroquia de Olmedo a 12.86 [km] de la ciudad de Cayambe, su principal actividad económica es la agricultura predominando siembras de maíz-choclo hasta la generación de pasto para alimentación del ganado, las comunidades campesinas se ubican en las faldas del nevado Cayambe por la antigua carretera Quito-Olmedo.

En relación al sitio en el que se encuentra instalada la estación meteorológica EM-UPS-2, se considera factores externos como clima y sistemas de movilidad, energía y conectividad. (Olmedo, 2014)

2.1.2.1 Disponibilidad del servicio de telecomunicaciones para la parroquia de Olmedo

- Red de Telefonía móvil

Según el informe emitido por el IEE en el año 2013, en Olmedo existe infraestructura de antenas de telecomunicaciones. Las coordenadas geográficas se presentan en la Tabla 2.8. (IEE, 2013)

Tabla 2. 8 Localización de infraestructura de telecomunicaciones en olmedo

Infraestructura	Localización	
	Latitud	Longitud
Telefónica Claro	00°05'23.5"S	78°17'06.2"W
Telefónica CNT	00°02'58.2"S	78°16'25.0"W
Radio Ayuda DAC	00°04'59.1"S	78°17'36.6"W
Internet Municipal	00°02'39.2"S	78°15'54.3"W

Fuente: (IEE, 2013)

En la Tabla 2.9, se muestra el resumen presentado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Olmedo, donde el 90% de conectividad en la zona está

dada por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) para servicio de telefonía fija, móvil e internet, el 10% restante se atribuye a Telefónica Claro y Movistar. (Olmedo, 2014)

Tabla 2. 9 Cobertura telefónica móvil y fija Olmedo

OPERADORA	TIPO	COBERTURA %
CNT	Fija	100
CNT	Móvil	5
CLARO		70
MOVISTAR		25

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Olmedo, 2014)

Como resultado de una jornada de socialización con comuneros de la parroquia rural de Olmedo, acerca de los beneficios sociales que se obtendrán para los sistemas de riego con el monitoreo constante del clima, se instaló la estación meteorológica en la casa de uno de los comuneros en el barrio Carabotija.

Se analiza la posibilidad de reubicar la estación meteorológica, dentro de la misma comunidad, por tanto se deja abierta la revisión de las condiciones físicas y de conectividad del nuevo sitio de instalación.

En la Tabla 2.10 se presenta los siguientes resultados de la disponibilidad de red celular donde se sitúa actualmente de la estación meteorológica.

Tabla 2. 10 Resultado de oferta y disponibilidad de red celular

Telefónica	Código	Longitud	Latitud	Móvil 2G	Móvil 2.5G	Móvil LTE
CNT	2	-78.07723	0.139086	SI	SI	NO
MOVISTAR	106	-78.07723	0.139086	SI	NO	NO
CLARO	8C	-78.07723	0.139086	SI	SI	NO

Fuente: Disponibilidad de red resultante a la solicitud presentada a CNT, Telefónica Movistar y Claro

Las operadoras CNT, CLARO presentan cobertura 2G y 2.5G y operadora Movistar registra cobertura 2G para el barrio Carabotija en la Parroquia de Olmedo.

- Servicio Redes de Internet en Olmedo

Según la documentación presentada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Olmedo, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), presta servicio de internet en un 10% en el área urbana y 5% en el área rural, el 85% de la población no dispone de servicio de internet.

SAITEL Internet Wireless para Ecuador, es una empresa privada que proporciona servicio de internet en la localidad, este servicio lo utilizan aproximadamente el 3% de la población.

A continuación, en la Tabla 2.11 se presenta los resultados del mapeo obtenido de las páginas oficiales de la operadoras de telefonía móvil.

Tabla 2. 11 Resultado de disponibilidad de internet fijo Olmedo Pesillo

Empresa	Código	Longitud	Latitud	Internet Fijo	Internet Móvil
CNT	2	-78.07723	0.139086	NO	NO
MOVISTAR	106	-78.07723	0.139086	NO	SI
CLARO	8C	-78.07723	0.139086	NO	SI
SAITEL	2	-78.07723	0.139086	CS	NO

Fuente. Disponibilidad de internet fijo resultado de la solicitud presentada a CNT, Movistar, Claro y Saitel

Los resultados muestran que en la localidad de Olmedo, barrio Carabotija, no se presenta disponibilidad de internet fijo por parte de las operadoras CNT, Movistar y Telefónica Claro Ecuador, las dos últimas operadoras ofrecen servicio de internet móvil vía módem, y SAITEL no registra información.

2.1.2.2 Aprovechamiento de energía eléctrica en Olmedo

El 80% del sistema de generación eléctrica para la parroquia de Olmedo proviene de la línea de transmisión eléctrica Otavalo – Cayambe, la localización y capacidad de generación se muestra en la Tabla 2.12.

Tabla 2. 12 Sistema de generación eléctrica Olmedo

Nombre	Voltaje [KV]	Capacidad [MVA]	Localización	
			Latitud	Longitud
Subestación Eléctrica	69	15.34	0°02'59.9'' N	78°8'48.0'' O
Línea transmisión eléctrica Otavalo – Cayambe	69	N/A	0°02'59.9'' N	78°8'48.0'' O

Fuente: (IEE, 2013)

- Estación remota de meteorología Olmedo.

La estación meteorológica está instalada en el barrio Carabotija de la parroquia de Olmedo en un domicilio privado. La vía principal de acceso es la E35 y el tiempo estimado de viaje es de 45 minutos.



En la Figura 2.6 se visualiza la estación meteorológica con su respectiva consola y Datalogger. Esta estación permite al Centro de Apoyo Cayambe monitorear el clima de la zona observando las distintas variables, en las que se destaca la temperatura y la humedad interna y externa la velocidad del viento y la presión barométrica del sitio.

2.1.3 Información general estación meteorológica EM-UPS-3 Pisambilla

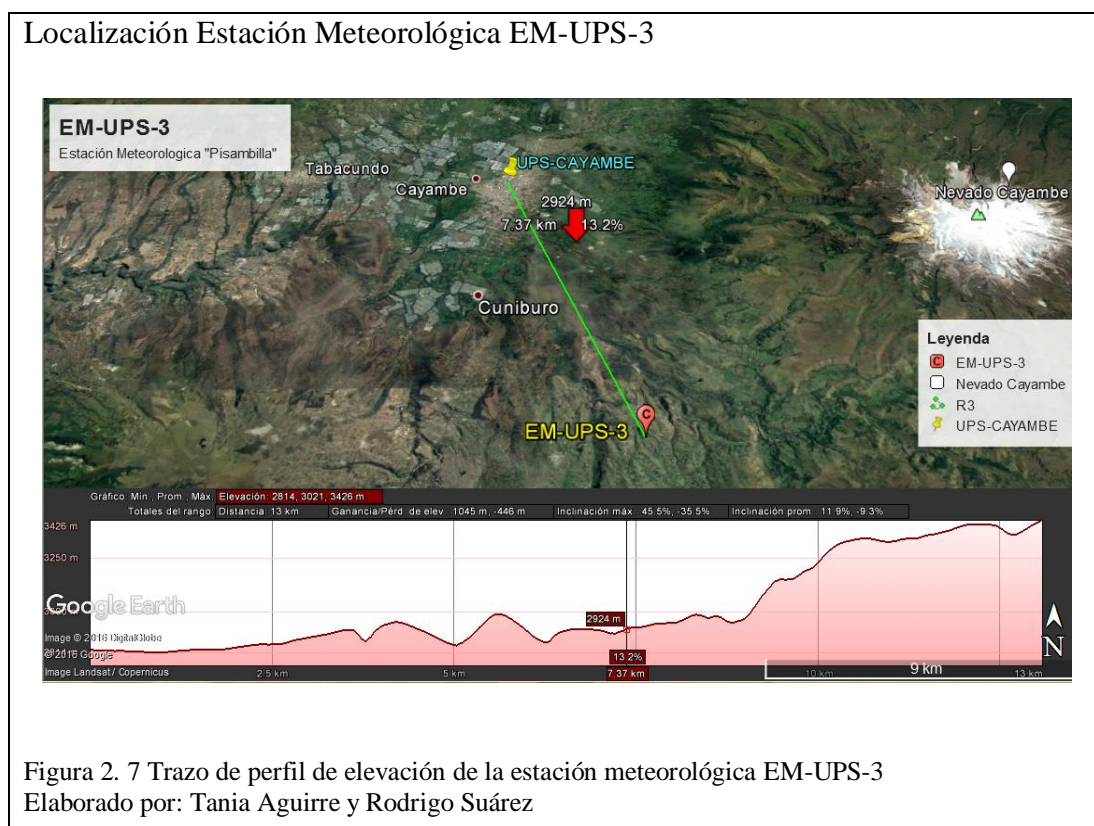
La información contenida en la Tabla 2.13, indica la localización geográfica, región, comunidad y tipo de estación meteorológica que se encuentra instalada.

Tabla 2. 13 Información general

Política		Geográfica	
Región	Sierra Norte	Latitud	00°03'58.12" S
Provincia	Pichincha	Longitud	78°06'13.58" O
Cantón	Cayambe	Altitud	3487 [m.s.n.m]
Parroquia	Cangahua	Tipo de estación	Davis Vantage Pro2 Cableada modelo 6152C Datalogger 6510SER
Comunidad	Pisambilla	Observador	Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suarez

El perfil de elevación de la trayectoria de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe hacia la Parroquia de Pisambilla se muestra en la Figura 2.7.



La estación meteorológica se encuentra a una distancia de 13.4 km en línea recta de la Universidad Politécnica Salesiana y a una altura de 3472 metros. Se observa altas elevaciones de terreno con alturas entre 3420 y 3426 metros.

En la Figura 2.8, se observa el sitio donde está instalada la estación meteorológica, la vivienda es de cemento armado y es propiedad de uno de los comuneros.



El acceso al sitio es dificultoso debido a que el camino se encuentra en mal estado y las condiciones climáticas son adversas en gran parte del año. Para descargar los datos de la estación meteorológica EM-UPS-3, se depende de la disponibilidad del propietario.

Según el Informe de Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial emitido por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Cangahua para el período 2014 – 2019, se localiza a la comunidad de Pisambilla a 26[km] de la ciudad

de Cayambe, en una zona rural cuya principal actividad económica es agrícola y ganadera. En relación al sitio en el que se encuentra instalada la estación meteorológica EM-UPS-3, se considera factores externos como clima, vegetación y superficiales como movilidad, energía y conectividad: (GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE CANGAHUA, 2014)

2.1.3.1 Factores externos

Dentro de este análisis se considera la topografía de ruta desde la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe hacia la EM-UPS-3 en la parroquia de Pisambilla. En la Tabla 2.14 se presenta la información de los cerros encontrados a lo largo de la ruta.

Tabla 2. 14 Rangos topográficos de ruta

Cerro	Elevación [m]	Distancia [km]	Inclinación [%]
Brusco	3.441	10.6	3.1
Salto	3.404	12.2	-1.6
Pisambilla	3472	12.9	17.5%

Fuente: Datos promedios de elevación, distancia e inclinación de relieves en la trayectoria a Pisambilla

Prevalecen relieves con pendientes altas y bruscas con cierto grado de amenaza por deslizamientos considerando el tipo de suelo y debido a la situación climática donde la mayor parte del año se caracteriza por bajas temperaturas y fuertes vientos, la textura del suelo del cerro Pisambilla como en la mayoría de relieves es arcillo-arenoso, cuyos terrenos son propicios para la agricultura, ganadería y asentamientos entre 400 y 6000 habitantes hasta el momento. (GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE CANGAHUA, 2014)

2.1.3.2 Clima

La estación meteorológica EM-UPS-3 se localiza en el cerro Pisambilla a 3472 metros de altitud, su pendiente de inclinación equivalente a 45.5%, presenta clima frío de alta montaña con temperatura promedio entre 4°C y 20°C, humedad relativa mayor al 80%, precipitaciones anuales de 800 a 2000 [mm]. En la zona predomina el páramo pluvial sub-andino con mayor atenuación en sus niveles de precipitación en los meses de febrero a mayo y de octubre a noviembre.

Se considera los registros de la estación meteorológica durante el último semestre del año 2016 y enero del 2017 que se muestran en la Tabla 2.15.

Se analiza fundamentalmente los parámetros correspondientes a precipitación, temperatura ambiental, velocidad y dirección de viento.

Estos datos fueron otorgados por el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana.

Tabla 2. 15 Registro meteorológico

Datos	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Total
Precipitación [mm]	4	3	2.6	1.8	2.6	1.2	6.2	3.05
Temperatura [°C]	7.9	6.2	8.2	9.3	8.8	5.9	7.3	8.14
Velocidad Viento [m/s]	5.9	9.8	12.1	10.46	9.66	10.3	16.5	10.67
Dirección viento	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE

Fuente. Promedios mensuales de datos meteorológicos registrados por EM-UPS-3 Pisambilla

Como resultado existe una variabilidad de clima teniendo temperaturas relativamente bajas con rango superior de 10°C durante el día y caen durante la noche hasta 5.9°C, la velocidad máxima de viento oscila entre 10.46 y 16.5 [m/s] elevándose cuando se presentan lluvias intensas en el lugar.

2.1.3.3 Vegetación

En la zona, predomina el bosque húmedo, a 1.2 [km] de distancia del lugar se observa páramo arbustivo con alta vegetación como se observa en la Figura 2.9.



También predomina bosque de pino y eucalipto con alturas promedio de 20 metros cubriendo un perímetro de 2.1 [ha].

2.1.3.4 Servicio de telecomunicaciones en la parroquia Pisambilla

Basado en los datos estadísticos presentados por el INEC y registrados en el Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cangahua (PDyOT) como resultado del Censo de Población y Vivienda 2010, con miras de proyección hasta el año 2020 se tiene los siguientes aspectos a tomar en cuenta, (GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE CANGAHUA, 2014):

- Red Telefónica móvil

El crecimiento poblacional de la región y la necesidad de mantener comunicación con el mundo exterior se da paso a la inserción de nuevas tecnologías como telefonía móvil y fija, radio, televisión e internet, con respecto a estos aspectos se tiene que:

- a. De 16.000 habitantes el 95% de la población no tiene acceso a telefonía fija en el hogar debido a la ubicación rural marginal en la que se encuentran asentados.
- b. El 67% de la población total tiene disponibilidad de telefonía celular de la cual el 54% tiene acceso al servicio y el 46% restante no tiene acceso, dentro de este último intervalo se tiene a la comunidad Pisambilla con alrededor de 2.000 habitantes.
- c. El 2% de la población total tiene disponibilidad de internet por estar asentados en la cabecera parroquial de Cangahua de ellos el 1% tiene acceso y el 98% restante no tiene disponibilidad ni acceso al servicio.
- d. El 70% de la población total tiene disponibilidad de servicio de radio AM y FM predominando las frecuencias portadoras de amplitud modulada.

Según el informe emitido por el IEE en el año 2013, en Cangahua existe infraestructura de antenas en telecomunicaciones. (IEE, 2013)

En la Tabla 2.16, se muestra la localización geográfica de las antenas de telecomunicaciones.

Tabla 2. 16 Localización de infraestructura de telecomunicaciones en Cangahua

Infraestructura	Localización	
	Latitud	Longitud
Empresa Eléctrica	0°00'52.6" S	78°08'25.2" O
Telefónica Claro	0°05'13.0" S	78°09'40.4" O
Radio Intipacha	0°00'52.4" S	78°08'25.1" O

Fuente: (IEE, 2013)

De acuerdo al mapeo realizado con las coordenadas geográficas del lugar en los sitios web oficiales de proveedores de telefonía móvil dentro del territorio ecuatoriano.

En la Tabla 2.17, se presenta los siguientes resultados de la disponibilidad de red celular.

Tabla 2. 17 Resultados de disponibilidad de red celular

Telefónica	Código	Longitud	Latitud	Móvil 2G	Móvil 2.5G	Móvil LTE
CNT	4	-78,10423	-0,06321	NO	NO	NO
MOVISTAR	104	-78,10423	-0,06321	NO	NO	NO
CLARO	6C	-78,10423	-0,06321	SI	NO	NO

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suarez

A pesar de la información contenida en (Tabla 16), en la actualidad, periodo 2016 – 2017, los resultados (Tabla 17), muestran que para la comunidad el servicio de telefonía móvil es escaso.

- **Servicio de Internet**

En la Tabla 2.18, se presenta los siguientes resultados de la disponibilidad de servicio de internet.

Tabla 2. 18 Resultados de disponibilidad de internet fijo

Empresa	Código	Longitud	Latitud	Internet Fijo
CNT	4	-78,10423	-0,06321	NO
MOVISTAR	104	-78,10423	-0,06321	NO
CLARO	6C	-78,10423	-0,06321	NO
SAITEL	1	-78,10423	-0,06321	NO

Fuente: Disponibilidad de internet fijo resultado de la solicitud presentada a CNT, Movistar, Claro y Saitel

Los resultados muestran que ninguna de las compañías de telecomunicaciones dentro del Cantón Cayambe presta servicio de internet fijo para la Parroquia de Pisambilla.

2.1.3.5 Suministro eléctrico en la parroquia de Pisambilla

En la Tabla 2.19, se detalla la ubicación de la subestación eléctrica y línea de transmisión que provee de energía eléctrica a la parroquia de Pisambilla, así como su capacidad de generación.

Tabla 2. 19 Sistema de generación eléctrica Pisambilla

Nombre	Voltaje [KV]	Capacidad [MVA]	Localización	
			Latitud	Longitud
Subestación Eléctrica	69	12.5	0°02'59.9" N	78°8'48.0" O
Línea transmisión eléctrica	N/A	N/A	0°02'59.9" N	78°8'48.0" O

Fuente: (IEE, 2013)

El 90% del suministro eléctrico en Pisambilla proviene de la Red Pública de la Empresa Eléctrica EMELNORTE S.A, sin embargo, se puede considerar inestable ocasionalmente en el área de localización de la estación meteorológica, llegando en promedio de 3 a 5 días consecutivos sin energía eléctrica y debido a la ubicación del mismo restablecer el servicio tarda hasta 72 horas posteriores al corte.

La acometida monofásica que se deriva desde la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica llega hasta el inmueble en una infraestructura en pingos de madera de aproximadamente 2 metros de alto cada 20 metros de distancia entre sí, como se muestra en la Figura 10.

No se rige a las normas de seguridad y no cuenta con sistema de protección contra fallas o sobrecargas.

Tendido eléctrico



Figura 2. 10 Infraestructura de tendido eléctrico predominante en la zona
Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

Según el Código Eléctrico Nacional emitido en el año 2001 en su capítulo 2, sección 110, establece que: “El tendido eléctrico desde la red local llevada a través de acometidas aéreas deben cruzar al menos 7.6 metros por encima del nivel del suelo”, y que: “La conexión de los conductores a partes terminales se hará por medio de conectores de presión, terminales para soldarse o empalme a alambres flexibles, las conexiones se permitirán por medio de tornillos con arandelas de sujeción para conductores No. 10 AWG menores o mayores”. (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 2001).

Para el caso, el tendido eléctrico se encuentra a 2.8 metros a nivel del suelo, no cumple las normas de sujeción estandarizadas, se verifica la utilización de sogas de polipropileno de 5.00 [mm] de diámetro en empalme con los conectores del sistema de alimentación de la estación meteorológica, como se observa en la Figura 2.11.

Conexiones eléctricas



Figura 2. 11 Condiciones de conexión del tendido eléctrico en la zona
Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

El recubrimiento para prueba de agua, intemperie, lluvia y polvo normalizado por un ducto flexible color negro de 1" FDW-1000-1, para el cableado estructural no existe, se tiene únicamente un conductor No. 10 AWG conectado a los extremos.

2.1.3.6 Movilidad

Existen varias vías de acceso vehicular al centro de la parroquia de Cangahua desde la Panamericana E35, sin embargo a comunidades como Pisambilla se accede desde la parroquia Juan Montalvo con extensos tramos de carretera empedrados y tierra en mal estado, de difícil acceso y con un tiempo estimado de viaje de 50 minutos hasta el sitio de la estación.

2.1.3.7 Cobertura Radial

En la Tabla 2.20, se muestra las frecuencias de radio AM y FM fijas que se sintonizan en la parroquia.

Tabla 2. 20 Cobertura de Radio

Competencia Zonal		Competencia Nacional	
Radio Intipacha	88.9 FM	Radio América	104.5 FM
Radio Mensaje	1590 AM	Radio La Otra	91.7 FM

Fuente: (IEE, 2013)

La estación Radio Mensaje pertenece a la Universidad Politécnica Salesiana, este espacio informa a la comunidad de las actividades que realiza la Institución en beneficio de la colectividad.

- **Radio Intipacha**

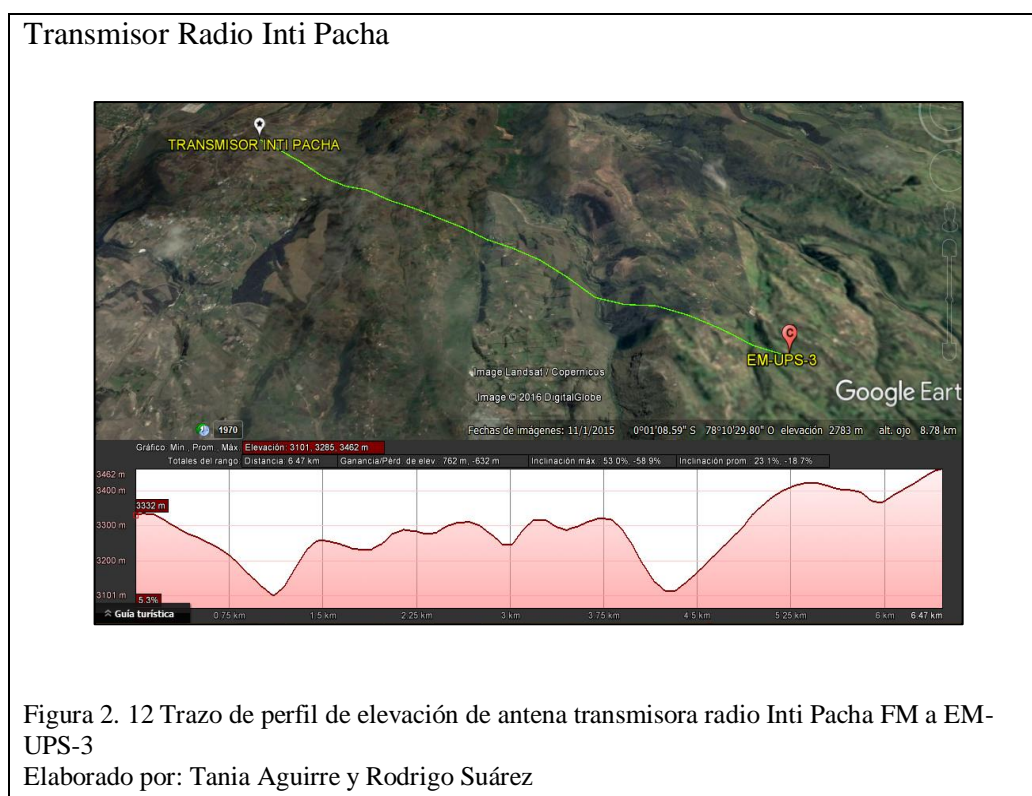
En la Tabla 2.21, se detalla información técnica de operación de la Radio Intipacha, donde se destaca frecuencia de operación y localización de radio base y antena transmisora.

Tabla 2. 21 Especificaciones Técnicas de Operación

Categoría	Frecuencia Modulada
Frecuencia	88.9 MHz
Concesionario	Corporación de Organizaciones Indígenas y Campesinas de Cangahua
Representante	Tipanluisa Lanchimba Miguel Vicente
Dirección	Calle Calderón y Sergio Mejía S3-41
Cobertura	Cayambe, Tabacundo
Localización Transmisor	Latitud: 00° 02' 09.0" S Longitud: 78° 09' 11.0" W
Localización Antena	Latitud: 00° 00' 52.4" S Longitud: 78° 08' 25.1" W
Tipo Antena	Arreglo de 4 dipolos
Altura Antena	30 m (aprox.)
Radiación	Omnidireccional
Potencia Tx.	250 W

Fuente: Listado de estaciones de radiodifusión sonora y televisión abierta (ARCOTEL, 2017)

En la Figura 2.12 se presenta el perfil topográfico de la antena de transmisión de Radio Inti Pacha FM, que está situada al noroccidente de la parroquia de Cangahua, cuenta con una infraestructura de 30 metros de altura aproximadamente.



Se encuentra 3.332 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), en el trayecto a EM-UPS-3, presenta elevaciones con pendientes entre 3258 y 3422 m.s.n.m, con inclinaciones promedio de 23.1%.

La colina de mayor elevación (Cerro Chiricunga) tiene una altura de 3422 m.s.n.m, la cima esta 90% libre de obstáculos y el 10% restante ocupado por arbustos de pino con altura promedio de 10 metros dispersos, por el lugar no pasa línea de transmisión eléctrica y no tiene vía de acceso desde la carretera principal, como se observa en la Figura 2.13.



- **Radio Mensaje**

La estación base de la Fundación Radio Mensaje está localizada en Tabacundo a 96.98 metros con sentido noroeste a las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

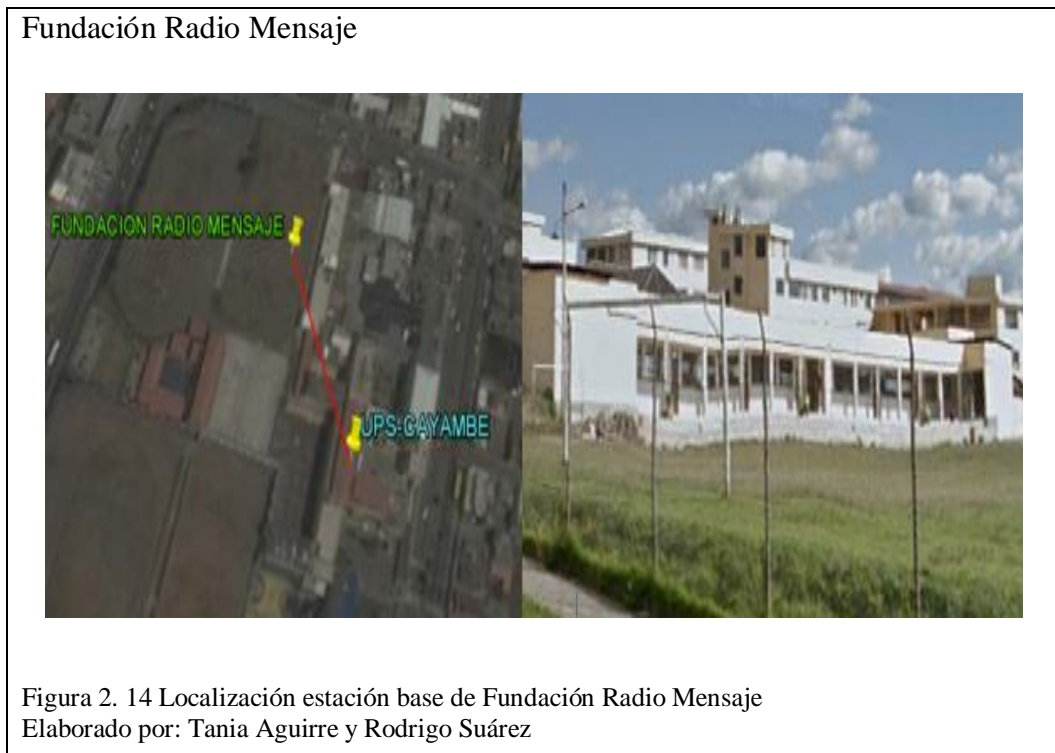
En la Tabla 2.22, se presenta la información general de la estación base de la Radio Mensaje.

Tabla 2. 22 Especificaciones Técnicas de Operación

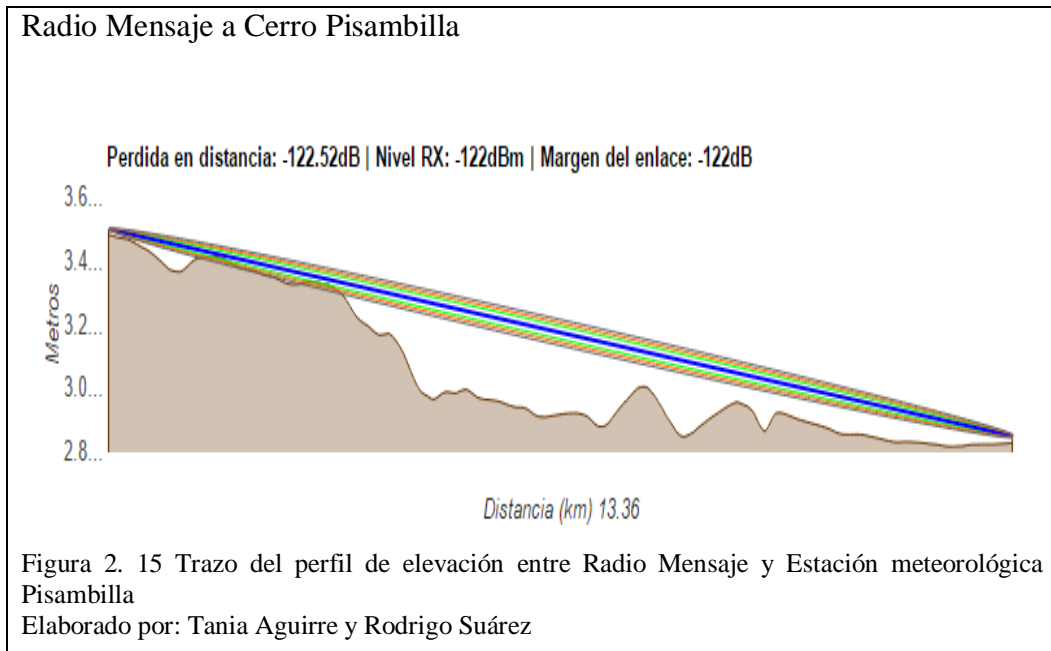
Categoría	Amplitud Modulada
Frecuencia	1590
Concesionario/ Representante	Barriga Naranjo Isaías de Jesús
Dirección	Av. Natalia Jarrín 277 y Vivar
Localización Estación fija	Latitud: 00° 02' 46.0" N Longitud: 78° 08' 45.0" W
Localización Estación Repetidora	Latitud: 00° 02' 46.0" N Longitud: 78° 08' 45.0" W

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suarez

En la Figura 2.14, se muestra la trayectoria en línea recta de la Fundación Radio Mensaje hacia las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.



En la Figura 2.15, se presenta el trayecto en línea recta desde la Fundación Radio Mensaje hacia EM-UPS-3.



El perfil topográfico muestra dos cerros interpuestos que disminuye la visibilidad directa entre los terminales, la información se detalla en la Tabla 2.23.

Tabla 2. 23 Cerros interpuestos identificados

Nombre	Elevación [m]	Inclinación [%]	Distancia Tx [Km]	Distancia Rx [Km]
Cerro El Brusco	3342	40	10.3	2.8
Cerro El Salto	3406	46.9	11,8	1.3

Fuente: Especificaciones topográficas de obstáculos interpuestos

Se identifica que el cerro con mayor altitud es El Salto con una altura de 3406 metros.

2.2 Comparación de Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas son una alternativa para el desarrollo de proyectos de comunicación que implican enlazar nodos a corta, media y grandes distancias.

- Red Inalámbrica

Consiste en conectar varios dispositivos sin la necesidad de utilizar cables. La comunicación se realiza mediante un enlace que utiliza ondas electromagnéticas permitiendo a los usuarios compartir y visualizar datos en una misma red.

En la Tabla 2.24, se detalla las ventajas y desventajas de usar redes inalámbricas.

Tabla 2. 24 Ventajas y Desventajas de una red inalámbrica

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminuye los costos de infraestructura	Es susceptible a interferencias
Facilidad de instalación	Requiere altos niveles de seguridad para garantizar la privacidad
Escalabilidad	

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suarez

Las redes inalámbricas son muy utilizadas en la realización de proyectos ya que ofrece economizar recursos en las instalaciones, porque elimina la conexión física entre nodo.

- **CATEGORIA DE REDES INALAMBRICAS**

Las redes inalámbricas se categorizan en grupos de acuerdo a su área geográfica.

En la Tabla 2.25, se realiza un resumen comparativo entre las diferentes redes inalámbricas de corto, mediano y largo alcance.

Tabla 2. 25 Categoría de redes inalámbricas

Nombre	Tecnología	Estándar	Medio de Transmisión	Banda de frecuencia	Velocidad de Transmisión	Máxima distancia	Tipo de Alcance
WPAN	Bluetooth	IEEE 802.15.1	Radio Frecuencia	2.4 GHz	1 Mbps – 10 Mbps	10 m	Corto
	Zigbee	IEEE 802.15.4			20Kbps – 250 Kbps		
WLAN	WiFi	IEEE 802.11.a	Radio Frecuencia	5.150 GHz – 5.725 GHz	54 Mbps	85 m	Medio
		IEEE 802.11.b		2.4 GHz – 2,4835 GHz	11 Mbps	50 m	
		IEEE 802.11.g		2.4 GHz – 2,4835 GHz	54 Mbps	65 m	
		IEEE 802.11.n		2.4 GHz – 5.150 GHz	300 Mbps	120 m	
	HIPERLAN	Hiperlan/1 Hiperlan/2	5GHz	54Mbps	50 m		
WMAN	WiMAX Fijo	IEEE 802.16-2004	Microondas	2 GHz – 11 GHz	70 Mbps	14 km	Alta
	WiMAX Móvil	IEEE 802.16e		2 GHz – 6 GHz	30 Mbps	3,5 km	
WWAN	GSM (2G)		Satelital Microondas	850 Mhz – 1900 MHz	9.6 kbps	100 km – 1000 km	Extensa
	GPRS (2.5G)				56 kbps – 144 kbps		
	UMTS (3G)			1.8 GHz – 2.2 GHz	144kbps – 2Mbps		

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

De acuerdo a la Tabla 2.25, para el diseño de red, se establece utilizar redes WWAN con tecnología GPRS (2.5G), por sus características de velocidad de transmisión, distancia y alcance.

A continuación se describe su funcionamiento:

2.2.1 Red de Área Extendida Inalámbrica WWAN

Son aquellas que a comparación de otras redes inalámbricas presentan un mayor alcance, aproximadamente de 100 Km hasta los 1000 Km, razón por la cual los dispositivos móviles se encuentran conectados a una red inalámbrica de área extendida.

Las principales tecnologías que hace uso una red inalámbrica de área extendida son:

- GSM (Global System for Mobile Communication)
- GPRS (General Packet Radio Service)
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

2.2.1.1 GSM (Global System for Mobile Communication)

Las redes GSM o también conocido como 2G (Segunda Generación), son un estándar de comunicación que utiliza la telefonía móvil, permitiendo la transmisión de datos de forma digital. Una de las características de estas redes es que introdujo el ROAMING, el cual consiste en dar cobertura a nivel internacional a todos los dispositivos móviles que existen, es decir el movimiento de una red hacia la red de otra operadora.

- ARQUITECTURA DE UNA RED GSM

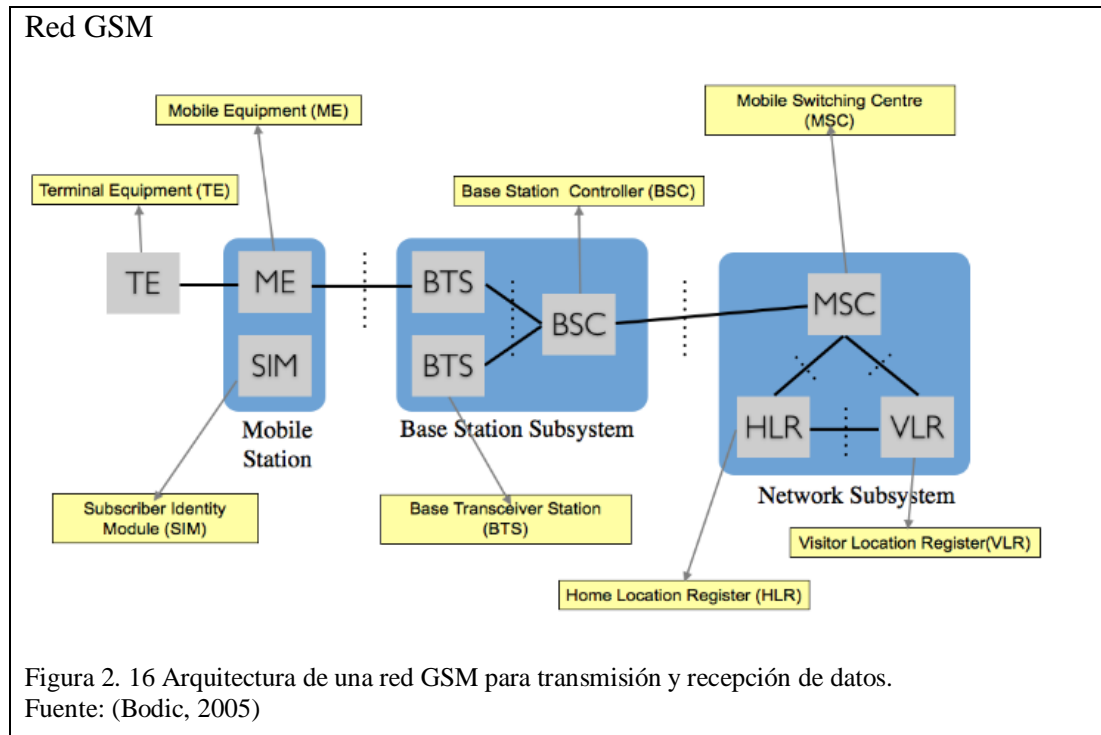
La red GSM, posee una terminal del usuario también llamada estación móvil (MS), la cual está compuesta por una tarjeta SIM (Módulo de identificación del abonado), que permite identificar al usuario y a la estación móvil de manera única, es decir al dispositivo del usuario.

Las terminales o dispositivos se los identifica de manera única por un código de 15 dígitos al cual se lo denomina IMEI (Identificador Internacional de Equipos Portátiles). De la misma manera las tarjetas SIM poseen un número secreto

denominado IMSI (Identificador Internacional de Abonados Móviles), este código se lo proteger mediante una clave de 4 dígitos, denominado código PIN.

Las tarjetas SIM ayudan a identificar de manera independiente al usuario sin importar la estación utilizada en la comunicación con la estación base.

En la Figura 16, se muestra la arquitectura de funcionamiento de una red GSM.



Todas las estaciones base de una red GSM poseen un controlador de estaciones base (BSC), el cual se encarga de gestionar y distribuir los recursos. El sistema conformado por el controlador de estaciones base y sus estaciones base activas de las conoce como el subsistema de estaciones base (BSS). Finalmente los controladores de las estaciones base se encuentran conectados de manera física al centro de conmutación móvil (MSC), en donde les permite conectarse a la red de telefonía pública y al internet, el cual es dirigido por el operador de la red telefónica.

El centro de conmutación móvil (MSC) es parte de un sistema de conmutación de la red (NSS), el cual se encarga de administrar, identificar a los usuarios, su localización y el establecimiento de comunicación con otros usuarios.

Generalmente el centro de conmutación móvil (MSC) se conecta con otras bases de datos para proporcionar funciones adicionales como son:

- El registro de ubicación de origen (HLR)
- El registro de ubicación de visitante (VLR)
- El registro de identificación del equipo (EIR)
- El centro de autenticación (AUC)

- **Registro de ubicación de origen (HLR)**

Es una base de datos donde se encuentra toda la información de los abonados suscriptos a una operadora, además de contener información importante como, localización geográfica, parámetros de identificación, entre otros. Permite identificar temporalmente a los abonados conectados a un determinado centro de conmutación móvil (MSC).

- **Registro de ubicación de visitante (VLS)**

Es una base de datos que contiene información temporal de los usuarios suministrada por el registro de ubicación de origen (HLR) dentro de una zona de influencia. Además posee información necesaria para el procesamiento de las llamadas desde y hacia el móvil, también permite identificar si el usuario está activo o no para evitar retardos y recursos innecesarios.

- **Registro de identificación del equipo (EIR)**

Es una base de datos que contiene toda la información de los dispositivos móviles, además de verificar si un Equipo Móvil (ME) tiene autorización para acceder al sistema.

- **Centro de autenticación (AUC)**

Es una base de datos donde se almacena las identidades IMSI (Identificador Internacional de Abonados móviles) de todos los usuarios junto con un código secreto de identificación de cada cliente, además proporciona todas las garantías de seguridad a los usuarios al momento de realizar una llamada. También aporta información requerida para la validación de los usuarios por parte de la red.

2.3 GPRS (General Packet Radio Services)

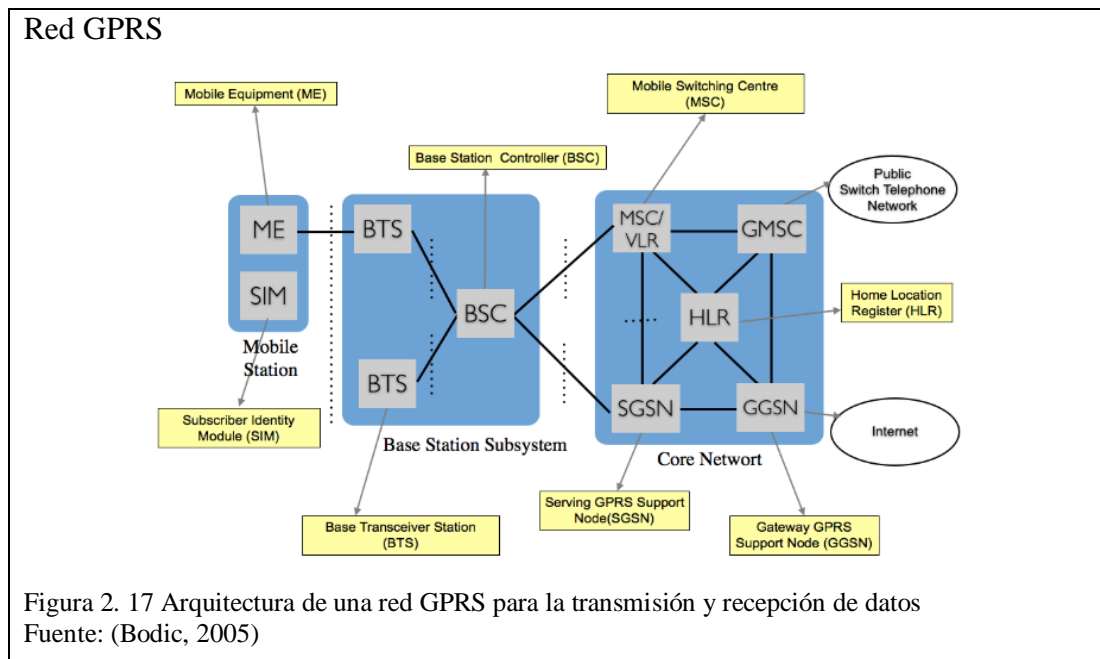
GPRS es también conocido como 2.5 G y es una evolución de las redes GSM, el cual está orientado a la transferencia de datos por medio de paquetes. Gracias a la transferencia de conmutación de paquetes que incorpora GPRS, la red se usa solo cuando esa necesaria, es decir que al abonado se le factura él volumen de datos y no el tiempo que esté conectado en la red.

- Arquitectura de una red GPRS

La combinación de una red GPRS con una red GSM se da con la incorporación de nodos llamados GSN (Gateway Support Node), los cuales son de gran importancia en la arquitectura de una red GPRS.

Los nodos GNS se clasifican en dos tipos los cuales son SGNS (Serving GPRS Support Node) y GGNS (Gateway GPRS Support Node).

En la Figura 17, se muestra la arquitectura de funcionamiento de una red GPRS.



- SGNS (Serving GPRS Support Node)

SGNS es de vital importancia para una red GPRS ya que está conectado al controlador de estaciones base (BSC) a través de una interfaz GB y constituye para las terminales móviles el punto de acceso a los servicios de GPRS. Además un nodo SGNS permite

servir a un gran número de subsistemas de estaciones base (BSS), de las cuales sobresalen:

- Permite la retransmisión de datos de una terminal GPRS y un nodo SGNS conveniente.
- Soporta una interfaz GB con el controlador de estaciones base (BSC)
- Administra la legitimación de los terminales móviles de GPRS.

- **GGNS (Gateway GPRS Support Node)**

La puerta de enlace de nodo de soporte GGNS facilita la interconexión entre la red GPRS y redes de datos extremas como son el internet y redes corporativas. Además GGNS suministra una dirección IP para las terminales móviles durante la conexión.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE RED DE TELEMETRÍA

En el presente capítulo se describe el diseño de la red de telemetría, y sus componentes a utilizar.

3.1 Propuesta General del Proyecto

Dentro del diseño se busca determinar las circunstancias actuales de las estaciones meteorológicas, condiciones climáticas del lugar, de terreno, distancias punto a punto, accesibilidad a fuentes de energía y presupuesto estimado a invertir en la posterior ejecución del proyecto.

Se detalla las características técnicas de los elementos a emplearse en el diseño de la red de telemetría para la transmisión y registro de datos meteorológicos en tiempo real, que integre las estaciones remotas.

Definidos los parámetros en cada sitio se analiza la metodología a utilizar dependiendo de los resultados, en primera instancia, previa a una visita técnica realizada a los sitios se descarta la utilización de tecnologías inalámbricas de corto alcance, y se precisa utilizar red de telefonía móvil GSM/GPRS ya que las telefónicas ofrecen cobertura en las localidades de Azcazubi y Olmedo, condiciones contrarias se tiene en la parroquia de Pisambilla que pese a tener una infraestructura celular no posee cobertura ni disponibilidad, para este caso se opta por otro medio de enlace basado en radiofrecuencia.

Para el diseño del sistema de transmisión de datos meteorológicos utilizando cobertura GSM/GPRS se considera los siguientes factores:

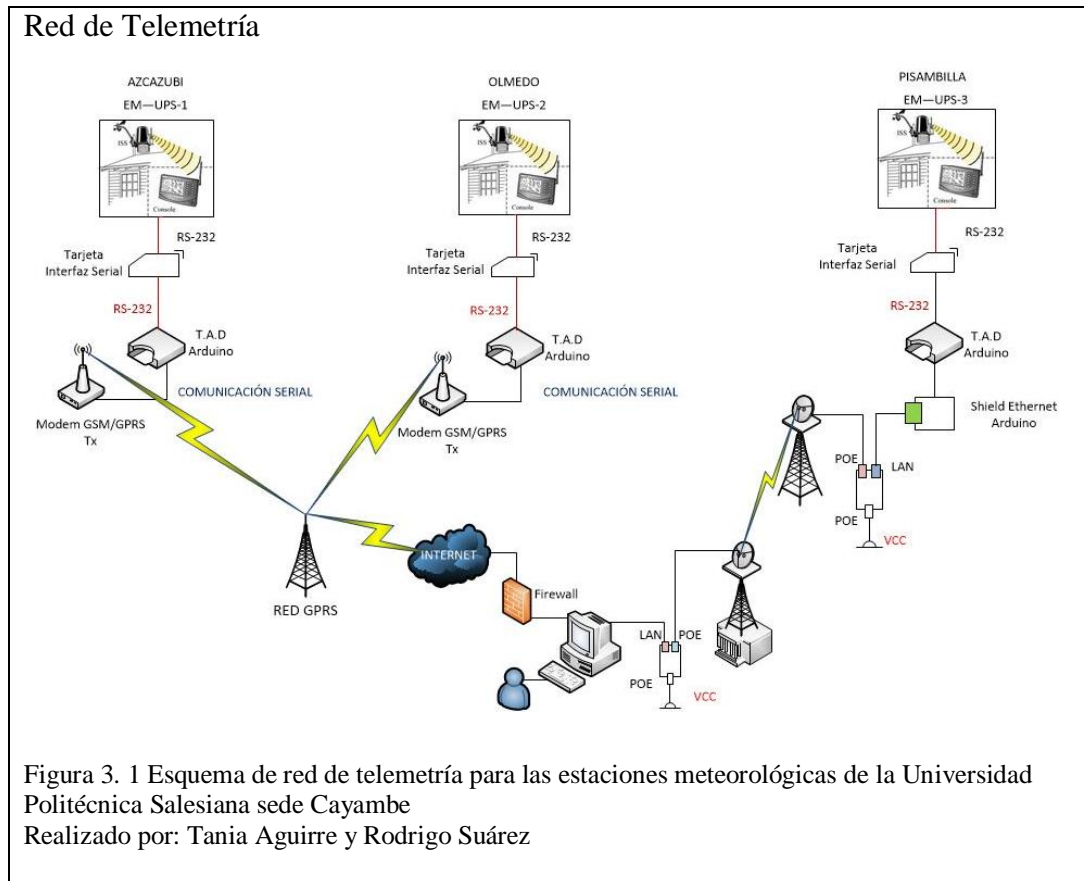
- Determinar el área de cobertura de red GSM/GPRS dada por las operadoras celulares dentro de las comunidades.
- Establecer si las estaciones meteorológicas remotas y la estación de monitoreo central están dentro del área de cobertura de la operadora celular y cumplen con las condiciones necesarias para la colocación de equipos.
- Determinar el volumen de tráfico de información promedio a ser canalizada y tabular una aproximación de costos.

Para el diseño del sistema de transmisión de datos meteorológicos utilizando radiofrecuencia se requiere instalar equipos e infraestructura para lo cual se considera lo siguiente:

- Estudio del perfil topográfico de la trayectoria punto a punto para determinar si existe línea de vista directa entre los terminales o se requiere la utilización de estaciones repetidoras.
- En caso de utilizar estaciones repetidoras se debe valorar la viabilidad de instalar infraestructura propia o utilizar infraestructura existente con los respectivos permisos de arrendamiento.
En caso de instalar infraestructura propia, se debe evaluar las condiciones del terreno donde se construirán torres o mástiles y su correcta instalación con el fin de evitar que por causas naturales se muevan las antenas, y cause pérdida en la comunicación debido a la ausencia de línea de vista.
- Colocar las puestas a tierra necesarias para evitar descargas eléctricas que provoquen daño a los equipos de transmisión.
- Colocar fuentes de alimentación fija y auxiliar para los equipos terminales que eviten pérdida de datos durante cortes de energía eléctrica.
- Considerar el peso total de la estructura, peso parcial de equipos, soporte de antenas, fuente de energía eléctrica, peso corporal de la/s personas encargadas de la instalación.
- Elegir los equipos de transmisión lo suficientemente robustos de acuerdo a las condiciones climáticas de sitio que garanticen su total funcionamiento en los ambientes más adversos y que se encuentren entre los equipos terminales homologados dentro del territorio nacional según el indicador de la Agencia de Regulación y Control de la Telecomunicaciones (ARCOTEL), publicado en su última actualización el 25 de octubre del 2016. (ARCOTEL, 2015)

3.2 Componentes de la Red de Telemetría

En la Figura 3.1 se observa el diseño de la red y en la Tabla 3.1 los componentes necesarios para el monitoreo de las estaciones meteorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana ubicadas en la Cuenca del Río Pisque.



El diseño propuesto en la Figura 3.1, se basa en los siguientes criterios y en base a la situación detallada en el Capítulo 2, para cada una de las estaciones de meteorología:

- a. Alta disponibilidad de cobertura celular en las zonas de Azcazubi (EM-UPS-1) y Olmedo (EM-UPS-2).
- b. Disponibilidad de energía eléctrica en los sitios de Azcazubi (EM-UPS-1), Olmedo (EM-UPS-2) y Pisambilla (EM-UPS-3).
- c. Adaptabilidad de cambio de Datalogger 6510USB por Datalogger 6510SER.
- d. Comunicación RS-232 para las estaciones meteorológicas Davis Vantage Pro 2 Plus Wireless 6162.
- e. Tarjeta de Adquisición de datos (Arduino), para la descarga de datos meteorológicos.
- f. Compatibilidad Shield GSM/GRPS SIM 900 con tarjeta de adquisición de datos.
- g. Configuración de Shield GSM/GRPS SIM 900 mediante comandos AT
- h. Empleo de un enlace de datos para la estación meteorológica EM-UPS-3 en Pisambilla, debido a baja cobertura celular.
- i. Uso de una Shield Ethernet de Arduino para la comunicación y envío de datos.
- j. Disponibilidad de línea de vista directa entre EM-UPS-3 y Universidad Politécnica Salesiana.
- k. Disponibilidad de espacio físico para la ubicación de una torreta de comunicación de 24 metros de altura.

- l. Utilización de la torreta de comunicación de la Radio Mensaje situada en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe
- m. Empleo de antenas Ubiquiti PowerBeam M5 MC300, por su robustez para ambientes hostiles
- n. Contratación de un plan mensual de datos para EM-UPS-1 y EM-UPS-2.
- o. Contratación de un plan de datos mensual y renta de equipos para EM-UPS-3.
- p. Comunicación Simplex entre la estación meteorológica EM-UPS-3 y el Centro de Apoyo Cayambe, debido a el envío de información es en un solo sentido.

La alta disponibilidad de red celular en las parroquias de Azcazubi y Olmedo es un factor determinante para el envío y recepción de datos meteorológicos empleando tecnología GSM/GPRS.

Los sitios poseen infraestructura para el suministro de energía eléctrica fija de 110V que evita el empleo de fuentes de alimentación auxiliares.

Las estaciones meteorológicas Davis Vantage Pro 2 Plus Wireless poseen baterías de 3VDC como fuente auxiliar de energía para evitar la pérdida en la adquisición de datos en caso de corte de energía eléctrica.

El Datalogger 6510SER permite la comunicación entre la consola y la tarjeta de adquisición de datos (TAD) utilizando el protocolo RS-232; para la descarga de datos se realiza con una petición a la consola mediante el comando LOOP 1, que la consola interpreta como una solicitud de entrega de datos meteorológicos, el cual consta de una trama de 99 Bytes en formato hexadecimal.

Se propone como tarjeta de adquisición de datos a Arduino Uno, por utilizar software libre, por el tipo de librerías que presentan para el procesamiento de datos, su capacidad de almacenamiento y la variedad de dispositivos que permite conectar.

Se emplea Shield Ethernet como medio de comunicación entre el Arduino y la antena de transmisión, a través de una fuente Power over Ethernet (PoE).

La fuente PoE, permite que la energía eléctrica se proporcione a un dispositivo de red.

La Shield GSM/GRPS SIM 900, es una tarjeta que permite el envío de datos usando la tecnología GSM/GPRS, la configuración de la tarjeta se la realiza mediante comandos AT, que son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación, cabe recalcar que los comandos AT solo funcionan con terminales móviles.

En la parroquia de Pisambilla no existe cobertura celular GPRS (2.5G) ni disponibilidad de servicio de internet por parte de las operadoras móviles, debido a esto se realiza un enlace de datos inalámbrico con tecnología MAN entre EM-UPS-3 y la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.

Se toma como parámetros para el diseño lo siguiente:

- Existe línea de vista directa entre los puntos EM-UPS-3 y la Universidad Politécnica Salesiana.
- Existe infraestructura para instalación de antenas de aproximadamente 20 metros de alto en la Universidad Politécnica Salesiana.
- Existe espacio físico disponible para la instalación de una torreta de comunicación de 24 metros de altura cerca de EM-UPS-3.

Se deberá instalar una torreta de 24 metros de altura, con el propósito de realizar un enlace directo, evitando la utilización de una repetidora.

El diseño de la torreta a colocarse se presenta en el Anexo 1.

Tabla 3. 1 Componentes de la red de telemetría

Componentes EM-UPS-1	Componentes EM-UPS-2	Componentes EM-UPS-3
Estación Meteorológica N°1 Davis Vantage Pro Plus Inalámbrica modelo 6162	Estación Meteorológica N°2 Davis Vantage Pro Plus Inalámbrica modelo 6162	Estación Meteorológica N°3 Davis Vantage Pro Plus Inalámbrica modelo 6162
Datalogger 6510SER N°1 comunicación serial	Datalogger 6510SER N°2 comunicación serial	Datalogger 6510SER N°3 comunicación serial
Tarjeta Interfaz Comunicación Serial	Tarjeta Interfaz Comunicación Serial	Tarjeta Interfaz Comunicación Serial
Tarjeta de Adquisición de datos	Tarjeta de Adquisición de datos	Tarjeta de Adquisición de datos
Modem GSM/GPRS SIM 900	Modem GSM/GPRS SIM 900	Torreta 24 metros
		Tarjeta Shield Ethernet
		2 Antenas Ubiquiti PowerBeam M5 MC300
		Enlace de datos 1024 Kbps

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

Las características de las estaciones meteorológicas Davis Vantage Pro 2 Plus inalámbricas se encuentra en el Anexo 2.

3.3 Cálculo del volumen de datos a transmitir.

En esta sección se analiza el volumen de tráfico de datos promedio de cada una de las estaciones remotas, en base al número de sensores instalados.

Se recopilan los datos medidos por el anemómetro, pluviómetro, sensores de temperatura, humedad, UV, radiación solar y temperatura y humedad de suelo y hojas

registrados en las estaciones meteorológicas situadas en el margen de la microcuenca del Río El Pisque.

3.3.1 Trama de datos de la estación meteorológica Davis Vantage Pro2 Plus Inalámbrica

A continuación, se indica la trama de datos de 99 bytes, donde se muestra las variables meteorológicas registradas por las estaciones remotas.

```
6 4C 4F 4F EC 0 5F 0 17 74 8B 48 6F 9E 2 0 5 40 1 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
FF FF FF FF FF 4F FF FF FF FF FF FF FF FF 00 FF FF 7F 00 FF FF 00 49 0 49 0 0 0 0 0 0
FF FF FF FF FF FF FF FF 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 2F 33 BB 68 2 1F 7 A D 16 4A
```

En la Tabla 3.2, se especifica la posición de cada variable meteorológica en la trama de datos que registra la estación meteorológica Davis Vantage Pro2 Plus Wireless.

Tabla 3. 2 Posición de las variables meteorológicas en la trama de datos

Posición	Variables	Valor hexadecimal	Unidades de medida
7 - 8	Presión Atmosférica	0 17	[mmHg]
9 - 10	Temperatura Interna	74 8B	[°F]
11	Humedad Interna	48	[%]
12 - 13	Temperatura externa	6F 9E	[°F]
14	Velocidad de viento	2	[mph]
16 - 17	Dirección del viento	5 40	[°]
25 - 26 - 27 - 28	Temperatura de hojas	FF FF FF FF	[°F]
29 - 30 - 31 - 32	Temperatura de suelo	FF FF FF FF	[°F]
33	Humedad Externa	4F	[%]
41 - 42	Tasa de lluvia	00	[mm]
43	Radiación UV	FF	[índice UV]
44 - 45	Radiación Solar	FF 7F	[vatio/metro ²]
74-75-76-77-78-79-80-81	Humedades Extras	00000000	[%]

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

La trama de datos se envía en formato hexadecimal, y se indica las unidades de medida correspondientes a cada variable meteorológica.

3.3.2 Cálculo del volumen de datos para el tiempo de muestreo de 1 - 10 y 30 minutos

Se realiza el cálculo del total de muestras en un periodo de registro de medidas de 1 – 10 y 30 minutos durante 24 horas, con los resultados se fija el monto a pagar por el uso de servicio GPRS.

Se calcula en función de tiempo, a partir de la siguiente ecuación (Paredes Patín & Pérez Acosta, 2008):

$$N = \frac{(24h \times 60min)}{t} = \frac{1440}{t} \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right] \quad \text{Ec. (3.1)}$$

Donde:

N = Número de medidas tomadas durante 24 hora

t = Tiempo de muestreo (minutos)

Por sugerencia del coordinador titular del Laboratorio de Información Geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana, se escogió los tiempos de 1-10-30 minutos para tener una proyección de la cantidad de datos diarios almacenados, por esta razón se relaciona una medida por minuto.

Para $t_1 = 1$ minuto

$$N_1 = \frac{(24h \times 60min)}{t_1} = \frac{1440}{1} \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$
$$N_1 = 1440 \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_2 = 10$ minutos

$$N_2 = \frac{(24h \times 60min)}{t_2} = \frac{1440}{10} \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$
$$N_2 = 144 \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_3 = 30$ minutos

$$N_3 = \frac{(24h \times 60min)}{t_3} = \frac{1440}{30} \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$
$$N_3 = 48 \left[\frac{\text{medidas}}{\text{día}} \right]$$

Se realiza estos cálculos para determinar el número de medidas almacenadas en el Datalogger en 24 horas, para 3 tiempos distintos siendo t_1 el tiempo crítico donde se almacenan mayor cantidad de datos.

3.3.3 Análisis de la cantidad de datos almacenados en el Datalogger 6510SER

El Datalogger 6510SER permite la comunicación entre la consola y la tarjeta de adquisición de datos mediante el protocolo de comunicación RS-232.

Presenta las siguientes características:

- Capacidad de almacenamiento total = 132 KBytes
- Memoria de almacenamiento por archivo = 52 Bytes

En la tabla 3.3, se muestra la cantidad de memoria ocupada por cada variable meteorológica. Las principales variables meteorológicas ocupan un espacio de memoria de 32Bytes, las alarmas y otros datos como temperaturas y humedades extras ocupan 67Bytes. Adicionalmente, el formato de fecha y hora ocupa una memoria de 12Bytes.

Tabla 3. 3 Variables meteorológicas y paquete de datos

Variable	Almacenamiento (Bytes)
Presión	2
Temperatura Interna	2
Humedad Interna	1
Temperatura Externa	2
Velocidad de viento	1
Dirección de viento	2
Humedad Externa	1
Promedio de lluvia	2
Radiación Solar	2
Radiación UV	1
Temperatura del suelo	4
Temperatura Hojas	4
Humedad suelo	4
Humedad de hojas	4
Total	32
Alarmas y otros datos	67
Total Extras	67
Subtotal	99 Bytes
Fecha / Hora	12 Bytes
Total	111 Bytes

Fuente: (Davis Instruments Corp., 2013)

La sumatoria de los datos almacenados totaliza 111 Bytes.

Se calcula el número de Bytes almacenados en el Datalogger durante el día, a partir del número de muestras obtenidas en la Ec. (3.1).

Se deduce en función del tiempo, a partir de la siguiente ecuación (Paredes Patín & Pérez Acosta, 2008):

$$T_D = N \times 111 \text{ Bytes} = \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right] \quad \text{Ec. (3.2)}$$

Donde:

T_D =Número de Bytes registrados en el día.

N =Número de medidas tomadas en el día.

Los 111Bytes que se muestran en la Ec. (3.2) son el total de información que contiene la trama de datos.

Para $t_1 = 1$ minuto

$$T_{D1} = (1440 \times 111 \text{ Bytes}) = 159840 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_2 = 10$ minutos

$$T_{D2} = (144 \times 111 \text{ Bytes}) = 15984 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_3 = 30$ minutos

$$T_{D3} = (48 \times 111 \text{ Bytes}) = 5328 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Es la cantidad de datos en Bytes almacenados en el Datalogger durante 24 horas, siendo para t_1 la mayor cantidad de datos recopilados.

3.3.4 Cálculo de datos a transmitir según parámetros

En la Tabla 3.4, se presenta la cantidad de datos a transmitir basada en las principales variables meteorológicas.

Tabla 3. 4 Variables meteorológicas y paquete de datos a transmitir

Parámetros	Variable	Almacenamiento (Bytes)
1	Presión	2
2	Temperatura Interna	2
3	Humedad Interna	1
4	Temperatura Externa	2
5	Velocidad de viento	1
6	Dirección de viento	2
7	Humedad Externa	1
8	Promedio de lluvia	2
9	Radiación Solar	2
10	Radiación UV	1
11	Temperatura del suelo	4
12	Temperatura Hojas	4
13	Humedad suelo	4
14	Humedad de hojas	4
	Subtotal	32
	Fecha /Hora	12
	Total	44

Fuente: (Davis Instruments Corp., 2013)

- **Total de parámetros a procesar = 14**
- **Total de almacenamiento = 44 Bytes**

Se realiza el cálculo del total de datos en Bytes para un periodo de 1-10 y 30 minutos durante 24 horas, utilizado un total de memoria de 44 Bytes equivalente a los 14 parámetros medidos.

Se calcula en función de tiempo, a partir de la siguiente ecuación (Paredes Patín & Pérez Acosta, 2008):

$$T_D = N \times 44 \text{ Bytes} = \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right] \quad \text{Ec. (3.3)}$$

Donde:

T_D = Total de datos en Bytes almacenados en el día.

N =Numero de muestras registras en el día.

Para $t_1 = 1$ minuto

$$T_{D1} = (1440 \times 44 \text{ Bytes}) = 63360 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_2 = 10$ minutos

$$T_{D2} = (144 \times 44 \text{ Bytes}) = 6336 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_3 = 30$ minutos

$$T_{D3} = (48 \times 44 \text{ Bytes}) = 2112 \left[\frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \right]$$

Se observa que para t_1 el valor de T_{D1} representa la mayor cantidad de datos almacenados en la memoria del Datalogger.

Se realiza el cálculo del número de Bits almacenados por registro incluyendo los parámetros para la comunicación serial asíncrona:

- 8 bits de datos = 1Byte
- 1 bit START
- 1 bit STOP
- Bit de paridad = Ninguno

Se transforma el total de memoria de almacenamiento por 14 parámetros igual a 44 Bytes en Bits, añadiendo 10 bits de la comunicación serial asíncrona. Se emplea la Ec. (3.5)

$$44 \text{ Bytes} \times 10 \frac{\text{bits}}{\text{Bytes}} = \mathbf{440 \text{ bits por evento}} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

Para $t_1 = 1$ minuto

$$T_{DA1} = \left(63360 \frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \times 10 \frac{\text{bits}}{\text{Bytes}} \right) = 633600 \left[\frac{\text{bits}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_2 = 10$ minutos

$$T_{D2} = \left(6336 \frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \times 10 \frac{\text{bits}}{\text{Bytes}} \right) = 63360 \left[\frac{\text{bits}}{\text{día}} \right]$$

Para $t_3 = 30$ minutos

$$T_{D3} = \left(2112 \frac{\text{Bytes}}{\text{día}} \times 10 \frac{\text{bits}}{\text{Bytes}} \right) = 21120 \left[\frac{\text{bits}}{\text{día}} \right]$$

El número total de Bits por evento representa la cantidad de información a transmitir en el día.

3.3.5 Cálculo del volumen de datos a transmitir

Se realiza la conversión del número de Bits almacenados por evento en base a un día cada 30 minutos, para calcular el volumen de datos (A), necesaria para la transmisión.

Para $t_1 = 1$ minuto

$$A = \frac{633600 \text{ bits}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 30 \text{ minutos} = 13200 \text{ bits}$$

Para $t_2 = 10$ minuto

$$A = \frac{63360 \text{ bits}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 30 \text{ minutos} = 1320 \text{ bits}$$

Para $t_3 = 30$ minuto

$$A = \frac{21120 \text{ bits}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 30 \text{ minutos} = 440 \text{ bits}$$

3.3.6 Cálculo del volumen de datos mensual transmitir por estación

Se tomó el tiempo de 30min, porque es el tiempo que maneja el Laboratorio de Información Geográfica del centro de apoyo Cayambe de la Universidad Politécnica Salesiana con las estaciones meteorológicas.

Se calcula el volumen de datos total mensual (B), en base al volumen de datos diario (A), para el tiempo máximo de muestreo t_3 , que requerirá una estación meteorológica para transmitir su información durante 30 días. Se emplea la Ec. (3.6).

$$\mathbf{B = A \times 30[días]} \quad \text{Ec. (3.5)}$$

$$\mathbf{A = 440(bits) \times 30(dias)}$$

$$\mathbf{A = 13.2 (Kbits)}$$

Una vez obtenida la tasa de transmisión de datos se cotiza los diferentes planes de datos que ofrecen las operadoras móviles en el país. Esto se realiza en el capítulo 4.

3.4 Diseño para un enlace de datos para EM-UPS-3

Para el envío de datos meteorológicos entre EM-UPS-3 y UPS Cayambe, se considera dos escenarios:

1. Instalar servicio de Internet en EM-UPS-3.

2. Instalar un enlace de datos de 1024 Kbps

Ambos servicios permiten el envío de información desde EM-UPS-3 a UPS-Cayambe, su diferencia radica en:

Al instalar internet no se aprovecha al máximo el servicio, ya que solo se requiere enviar una cantidad de datos mensuales de 13,2KBits.

Con la instalación de un enlace de datos de 1024 Kbps se aprovecha al máximo el servicio ya que está destinado solo al envío de información. Se escogió el plan de 1024 Kbps ya que es el mínimo plan que ofrece el proveedor

Los 2 casos implican costos de instalación de servicio y renta mensual de equipos.

Para el diseño se eligió utilizar un enlace de datos por su eficiencia, eficacia y menor costo para mantener los equipos.

3.4.1 Perfil Topográfico del sitio

En el trazo del perfil topográfico se muestra el relieve de la zona y se determina la factibilidad de realizar un enlace directo entre los sitios.

En la Tabla 3.5, se especifica las coordenadas geográficas de los lugares.

Tabla 3. 5 Coordenadas de sitios a enlazar

Código	Lugar	Coordenadas		Elevación [m]
		GPS		
		Latitud	Longitud	
UPS	Cayambe	0°2'43.03" N	78°08'43.88" O	2814
EM-UPS-3	Cangahua	0°3'58.12" S	78°06'13.58" O	3472

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

En la Figura 3.2, se observa el perfil topográfico que existe entre la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe y la Estación Meteorológica EM-UPS-3 en la parroquia Pisambilla.

Perfil Topografico para enlace de datos en EM-UPS-3



Figura 3. 2 Perfil topográfico del trayecto UPS Cayambe a EM-UPS-3
Realizado Por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

3.4.2 Simulación del enlace UPS Cayambe a EM-UPS-3

En la tabla 3.4 se muestra los resultados del cálculo de presupuesto del enlace requeridos para la simulación del radio enlace en el software Radio Mobile.

Los datos de potencia de salida del transmisor, ganancia de antenas (Tx y Rx), se obtienen de la hoja de datos de la antena Ubiquiti PowerBeam M5 MC300, como se muestra en el Anexo 3.

- Pérdidas por espacio libre.

Las pérdidas por espacio libre (FSL), se calculan mediante la siguiente fórmula (Morocho Y, 2008).

$$FSL [dB] = (20 \log(d)[Km]) + (20 \log(f) [GHz]) + 92.44 \quad Ec. (3.6)$$

Donde:

$$d= 13.3 [km]$$

$$f= 5.5225 [GHz]$$

$$FSL[dB] = (20 \log(13.3)) + (20 \log(5.5225)) + 92.44$$

$$FSL = 129.75[dB]$$

- Pérdidas por cables y conectores.

Las pérdidas por cable y conectores en el transmisor y receptor se consideran a partir de la distancia a la que se encuentran entre si los equipos en base al Anexo 8.

- **Perdidas por desvanecimiento**

Las pérdidas por desvanecimiento se calculan mediante la siguiente fórmula (Morocho Y, 2008).

$$L_D(dB) = 30 \log D (Km) + 10 \log(6 * A * B * f) - 70 - 10 \log(1 - R) \quad Ec. (3.7)$$

Donde

A=factor de rugosidad

B= factor climático

(1-R)= 0.001

$$L_D(dB) = 30 \log (13.3) + 10 \log(6 * 2 * 0.125 * 5.5225) - 70 - 10 \log(0.001)$$

$$L_D(dB) = 33.72 + 9.18 - 70 + 30$$

$$L_D(dB) = 2.9(dB)$$

La potencia recibida por el receptor o sensibilidad, se calcula mediante la siguiente fórmula (Morocho Y, 2008):

$$P_{Rx}[dBW] = P_{Tx}[dBW] - L_{cTx}[dB] + A_{Tx}[dB] - FSL(dB) + A_{Rx}[dB] - L_{cRx}[dB] \quad Ec. (3.8)$$

Donde:

P_{Tx} = Potencia de salida del transmisor

L_{cTx} = Pérdida por cables y conectores en el transmisor

A_{Tx} = Ganancia de antena transmisora

FSL = Pérdidas en el espacio libre

A_{Rx} = Ganancia de antena receptora

L_{cRx} = Pérdida por cables y conectores en el receptor

$$P_{Rx}[dBW] = -4[dBW] - 0.1[dB] + 22[dB] - 129.75(dB) + 22[dB] - 0.54[dB]$$

$$P_{Rx}[dBW] = -90.39[dBW] = -60.39[dBm]$$

A partir de resultado se elige la sensibilidad real para el receptor, en base al Anexo 3.

Tabla 3. 6 Datos de presupuesto de enlace

Datos	Elementos	Valores
Distancia: 13.3 Km Frecuencia: 5GHz	Salida del transmisor	26 dBm
	Cables y conectores	0.1 dB
	Antena Tx	22 dBi
	FSL	129.75 [dB]
	Antena Rx	22 dBi
	Cable y conectores	0.54 dB
	Sensibilidad del receptor	- 94 dBm

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

El Plan Nacional de Frecuencias (PNF) planteada por el CONATEL en el año 2012, establece al siguiente conjunto de frecuencias como No Licenciadas dentro del territorio Ecuatoriano, como se indica en la Tabla 3.5.

Tabla 3. 7 Frecuencias no licenciadas para explotación para uso de redes inalámbricas

Frecuencias inalámbricas de Licencia Libre	
Frecuencia	Frecuencia Central
13.553 - 13.567 KHz	13.560 KHz
26.957 - 27.283 KHz	27.120 KHz
40,66 - 44,70 MHz	40, 68 MHz
902 - 928 MHz	915 MHz
2.400 - 2.500 MHz	2.450 MHz
5.725 - 5.875 MHz	5.800 MHz
24 - 24,25 GHz	24,125 GHz

Fuente: (CONATEL, 2012).

En la Figura 3.3, se muestra el enlace entre UPS Cayambe y EM-UPS-3, utilizando una torre de 24 metros en el lado emisor (Punto B) y una de 20 metros en el lado receptor (Punto A). Se obtiene los siguientes resultados:

Simulación de enlace de datos



Figura 3. 3 Simulación del enlace UPS Cayambe a EM-UPS-3 (Radio Link)
Realizado Por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

Se tiene una Zona de Fresnel despejada equivalente a $0.8F1$, que demuestra la factibilidad de realizar un enlace directo entre los sitios ya que el valor mínimo teórico requerido es de $0.6F1$.

La Zona de Fresnel es el espacio despejado que debe existir entre la línea de vista y el punto máximo del obstáculo más cercano, para que la comunicación entre las antenas emisora y receptora no tenga interferencia y se pueda realizar un enlace con éxito.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se detalla el análisis económico que determina la viabilidad en la implementación de la red telemetría mediante una proyección basada en indicadores económicos TIR y VAN, además se presenta una proforma de costos de materiales, equipos y servicios.

4.1 Proforma de equipos para transmisión de datos con red GSM/GPRS

En la Tabla 4.1, se detallan los equipos a utilizar para la ejecución de la red de transmisión de datos meteorológicos empleando red celular. Además, costos referenciales para la adquisición de los mismos.

Tabla 4. 1 Costos referenciales

Dispositivo	Marca	Total Equipos	Valor Unitario \$	Valor Envió \$	Precio Total \$
Wireless Vantage PRO 2 Plus Wireless	Davis Instrument	3	1,095.00	1,886.57	5,171.57
Datalogger 6510SER	Davis Instrument	3	165.00	163.17	658.17
Shield GPRS SIM900 + Shield Ethernet	Multitech	3	80.00	-	320.00
Sim CARD	CNT	3	4.56	-	13.68
Gabinete Modular (Complete System Shelter)	Davis Instrument	3	85.00	254.11	509.11
Unidad de ventilación	SETCOM	3	70.00	-	210.00
Total					\$ 6,887.03

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

4.2 Costo de servicio de datos GPRS

En la Tabla 4.2, se detalla la tarifa mensual a pagar por un plan de datos GPRS de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

Se requiere contratar el servicio de plan de datos para EM-UPS-1 (Azcazubi), EM-UPS-2 (Olmedo) y Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.

Tabla 4. 2 Tarifa mensual a pagar por plan de datos CNT

Detalle	Plan	Número de servicios	Megas Incluidos	Tarifa mensual individual	Tarifa mensual total a pagar
Plan de datos GPRS	Telemetría 5MB Abierto	2	5	\$ 1.68	\$ 3.36

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

4.3 Costos de mano de obra

En la Tabla 4.3, se detalla el costo de mano obra para la instalación y configuración de equipos para la transmisión de datos meteorológicos utilizando red celular.

Los costos equivalen al trabajo realizado en las dos estaciones donde existe cobertura celular.

Tabla 4. 3 Costos mano de obra para instalación y configuración red celular

Equipos y Materiales	Estaciones meteorológicas	Total	Precio Unitario	Precio Total
Configuración de equipos de comunicación red GSM/GPRS	1	2	\$ 750.00	\$ 1,500.00
Montaje de equipo				
Montaje de Tableros para colocación de equipos				
Adquisición y legalización de IP publica	0	1	\$ 500.00	\$ 500.00
Administrativos indirectos	1	2	\$ 50.00	\$ 100.00
Imprevistos y varios extras	1	2	\$ 100.00	\$ 200.00
			Total	\$ 2,300.00

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

4.4 Proforma de servicio de enlace de datos para EM-UPS-3

Se detalla la cotización realizada para la instalación de servicio de datos para la locación de la estación meteorológica EM-UPS-3, ubicada en la parroquia de Pisambilla.

En la Tabla 4.4, se detalla los costos de configuración e instalación de servicio de enlace de datos de 1024 kbps.

Tabla 4. 4 Costo de configuración e instalación de servicio

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Instalación Servicio Local de Cayambe 1024 Kbps	1	\$ 200	\$ 200
		Subtotal	\$ 200
		IVA 12%	\$ 24
		Total Instalación	\$ 224

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

En la Tabla 4.5, se detalla los costos de renta mensual y anual de equipos

Tabla 4. 5 Costo renta mensual de equipos

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Servicio Local Cayambe 1024 Kbps	1	\$ 112,99	\$ 112,99
		Subtotal	\$ 112,99
		IVA 12%	\$ 13,46
		Total Renta Mensual	\$ 126,55
		Total Renta Anual	\$ 1.515

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

4.5 Construcción e instalación torreta de comunicación en Pisambilla

En la Tabla 4.6, se detalla los costos de la instalación de la torreta de comunicación de 24 metros necesaria para la colocación de enlace de datos.

Tabla 4. 6 Costo de construcción e instalación de torreta de comunicación

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Construcción e instalación torre de comunicación. Incluye:			
Construcción de tres Plintos con sus respectivos anclajes para vientos	3	176.67	530.00
Construcción de Plintos Central para base de Torre	1	300	300.00
Construcción de 8 segmentos de torre, 3mts c/u con el siguiente material:	8	150	1200.00
Tubería de 1 1/2" en los parantes	10 m	15.80	158.00
Tubería de 1 1/4" para enbones	6 m	9.60	96.00
Barra lisa de 1/2"	10 m	5.20	52.00
Barra lisa de 10 mm	10 m	4.80	48.00
Instalación de los segmento de torre. Incluye:			
Provisión e Instalación de cable de tensor de 1/4" galvanizado	1	256.00	256.00
Provisión e Instalación de templadores de 5/8" galvanizados			
Aseguramiento de sistema de vientos con grillete CANEDA de 1/2'			
Pintura total de la Torre en Blanco y Naranja Anticorrosivo			
TOTAL		2,640	2,640
Pararrayos Franklin de 5 puntas Incluye:			
Pieza de adaptación	1	1,250.00	1,250.00
Cable de cobre desnudo			
Malla a Tierra			
Valiza LED Incluye:			
Base metálica y copa color rojo	1	430,00	430,00
Alimentación Solar			
Sensor de luminosidad			
Viáticos y Movilización de Personal, Materiales y Herramientas	1	500,00	500,00
		Suman	4,820.00
		IVA 14%	674.80
		Total Instalación	\$5494,80

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

4.6 Costos Totales

En la tabla 4.7, se resume el total de costos para la implementación de la red de transmisión de datos.

Tabla 4. 7 Costos Totales

Ítem	Descripción	Valor
1	Costo equipo de transmisión red GSM/GPRS	\$ 6,887.03
2	Costo configuración e instalación de equipos enlace de datos 1024kbps	\$ 1.515
3	Construcción e instalación torre de comunicación de 24mts Cayambe	\$5494,80
4	Costos de equipos de transmisión Antenas Ubiquiti PowerBeam M5 MC300.	\$ 5230
	TOTAL	\$ 19,126.83

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

4.7 Análisis Económico con Indicadores TIR Y VAN

El análisis económico, se basa en una comparación de producción del sistema agrícola de la zona, analizando la capacidad productiva de 5 años anteriores sin proyecto desde 2012 a 2016, y realizando una proyección económica de 5 años con la red de telemetría del 2017 a 2021.

En la Tabla 4.8, se realiza un flujo de caja de 5 años desde el 2012 a 2016, donde se detalla un registro económico de costos de producción, ingresos por ventas y utilidad bruta, referenciada a los registros del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

En la Tabla 4.9, se realiza un flujo de caja de 5 años posteriores desde el 2017 a 2021, donde se detalla un registro económico de costos de producción, ingresos por ventas y utilidad bruta, proyectadas a una tendencia económica de inflación del 4.5%.

Con el proyecto de la red de telemetría se plantea como objetivo un incremento del 10% de la producción, ya que se estima la mejora del sistema de programación de riego para los cultivos y el control de plagas con el monitoreo constante del clima en la zona.

Esto permitirá a los productores disminuir el uso de productos agroquímicos y ayudará a obtener un producto de mejor calidad.

En la Tabla 4.10, se detalla el total de ingresos y egresos para el periodo 2017-2021, para calcular los flujos efectivos netos anuales. Un flujo efectivo neto es la diferencia entre el total de ingresos menos el total de egresos.

En la Tabla 4.11, se presenta los valores de utilidad bruta para el periodo 2012-2016 sin proyecto y los valores de utilidad bruta para el periodo 2017-2021 con proyecto, la diferencia entre estos valores equivale al saldo total del flujo de caja que sirve para el cálculo de los indicadores económicos TIR y VAN.

Tabla 4. 8 Análisis económico sin proyecto período 2012-2016

ANÁLISIS ECONÓMICO SIN PROYECTO PERÍODO 2012-2016						
FLUJO DE CAJA						
	2012	2013	2014	2015	2016	
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo de inversión	\$ 3.696.490,41					
1. DETALLE DE INGRESOS						
Ingreso por Ventas		\$ 2.159.637,94	\$ 3.630.209,39	\$ 2.893.920,06	\$ 3.043.194,40	\$ 2.506.693,60
2. DETALLE DE EGRESOS						
Gastos de Administración		\$ 92.869,75	\$ 148.755,72	\$ 116.045,23	\$ 68.163,62	\$ 85.247,84
Pago de nómina		\$ 50.260,00	\$ 51.617,02	\$ 53.511,36	\$ 55.320,05	\$ 57.189,87
Pago de servicios básicos/generales		\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00
Pago de mantenimiento		\$ 29.400,00	\$ 30.193,80	\$ 31.301,91	\$ 32.359,92	\$ 33.453,69
Pago de Arrendamiento		\$ 303.080,80	\$ 414.447,84	\$ 274.963,19	\$ 200.208,83	\$ 331.768,99
Pago préstamo de capital		\$ 208.333,33	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal egresos /ha		\$ 684.443,88	\$ 645.514,38	\$ 476.321,69	\$ 356.552,42	\$ 508.160,39
3. FINANCIAMIENTO						
Costo de Financiamiento		\$ 20.333,33	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
SALDO		\$ 1.454.860,73	\$ 2.984.695,01	\$ 2.417.598,37	\$ 2.686.641,98	\$ 1.998.533,21
UTILIDAD BRUTA SIN PROYECTO	-\$ 3.696.490,41	-\$ 2.241.629,68	\$ 743.065,33	\$ 3.160.663,70	\$ 5.847.305,68	\$ 7.845.838,89

Tabla 4. 9 Análisis Económico con proyecto periodo 2017-2021

ANALISIS ECONOMICO CON PROYECTO PERIODO BASE AÑO 2017-2021						
FLUJO DE CAJA + INVERSION RED TELEMETRIA						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo de inversión	\$ 3.761.537,08					
1. DETALLE DE INGRESOS						
Ingreso por Ventas		\$ 3.629.351,53	\$ 3.793.961,26	\$ 3.964.689,51	\$ 4.143.100,54	\$ 4.329.540,06
2. DETALLE DE EGRESOS						
Gastos de administración		\$ 89.083,99	\$ 93.092,77	\$ 97.281,95	\$ 101.659,64	\$ 106.234,32
Pago de nómina		\$ 59.763,41	\$ 62.452,76	\$ 65.263,14	\$ 68.199,98	\$ 71.268,98
Pago de servicios básicos/generales		\$ 522,50	\$ 522,50	\$ 522,50	\$ 522,50	\$ 522,50
Pago de mantenimiento		\$ 34.959,10	\$ 36.532,26	\$ 38.176,21	\$ 39.894,14	\$ 41.689,37
Pago de arrendamiento		\$ 346.698,60	\$ 346.698,60	\$ 346.698,60	\$ 346.698,60	\$ 346.698,60
Pago préstamo de capital		\$ -	\$ 250.000,00	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal egresos /ha		\$ 531.027,60	\$ 789.298,89	\$ 547.942,40	\$ 556.974,86	\$ 566.413,77
Total Financiamiento		\$ -	\$ 20.333,33	\$ -	\$ -	\$ -
Total de Egresos		\$ 531.027,60	\$ 809.632,22	\$ 547.942,40	\$ 556.974,86	\$ 566.413,77
SALDO		\$ 3.098.323,93	\$ 2.984.329,04	\$ 3.416.747,11	\$ 3.586.125,68	\$ 3.763.126,29
UTILIDAD BRUTA CON PROYECTO	-\$ 3.761.537,08	-\$ 663.213,15	\$ 2.321.115,89	\$ 5.737.863,00	\$ 9.323.988,68	\$ 13.087.114,97

A partir del segundo año de producción se recupera la inversión inicial del proyecto y se generan las primeras ganancias para los productores, con la implementación de la red de telemetría.

Tabla 4. 10 Flujo de efectivo neto con proyecto periodo 2017 - 2021

Años	valor Inicial	Total ingresos	Total egresos	Flujo de efectivo neto
0	\$ 3.761.537,08			-\$ 3.761.537,08
1		\$ 3.629.351,53	\$ 531.027,60	\$ 3.098.323,93
2		\$ 3.793.961,26	\$ 809.632,22	\$ 2.984.329,04
3		\$ 3.964.689,51	\$ 547.942,40	\$ 3.416.747,11
4		\$ 4.143.100,54	\$ 556.974,86	\$ 3.586.125,68
5		\$ 4.329.540,06	\$ 566.413,77	\$ 3.763.126,29

Tabla 4. 11 Ganancias estimadas con red de telemetría

	Inversión Inicial	Año 1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5
UTILIDAD BRUTA SIN PROYECTO		-\$ 2.241.629,68	\$ 743.065,33	\$ 3.160.663,70	\$ 5.847.305,68	\$ 7.845.838,89
UTILIDAD BRUTA CON PROYECTO		-\$ 663.213,15	\$ 2.321.115,89	\$ 5.737.863,00	\$ 9.323.988,68	\$ 13.087.114,97
	\$ 3.761.537,08					
SALDO TOTAL	-\$ 3.761.537,08	\$ 1,578,416.53	\$ 1,578,050.56	\$ 2,577,199.30	\$ 3,476,683.00	\$ 5,241,276.08

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

En la Tabla 4.12, se indica los valores de los indicadores económicos TIR y VAN.

Para el cálculo de los indicadores económicos TIR & VAN, se toma como datos, el valor de la tasa efectiva (**i**), que maneja el BANECUADOR para otorgar créditos productivos a medianos y grandes productores agrícolas, el número de años proyectados a análisis (**n**), y la inversión inicial para el proyecto (**Io**).

Tabla 4. 12 Cálculo TIR & VAN

Datos Adicionales	
n	5
i	11,67%
Io	\$ 3,761,537.08
VAN	\$6,022,069.94
TIR	52%

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

El Valor Actual Neto (**VAN**) calculado indica la ganancia que genera el proyecto de inversión, siendo este positivo demostrando que la inversión a realizarse es viable.

La Tasa Interna de Retorno (**TIR**), indica la tasa de interés máxima que se acepta para que el VAN sea positivo, y la inversión a realizarse sea factible.

4.8 Análisis Costo / Beneficio

En la Tabla 4.13, se detalla el análisis costo/beneficio, que permite a la Universidad Politécnica Salesiana determinar la importancia y cuantificar las consecuencias sociales de proyecto, observando el impacto que tiene la implementación de la red de telemetría en la zona de influencia.

Tabla 4. 13 Análisis Costo - Beneficio

COSTO / BENEFICIO	
Inversión	\$ 3,761,537.08
Suma Ingresos	\$14,297,062.18
Suma Egresos	\$2,202,615.21
Costos-Inversión	\$5,964,152.29
B/C	2,39

Elaborado por: Tania Aguirre y Rodrigo Suárez

El valor costo / beneficio es el cociente de dividir el valor **Costo-Inversión** entre el total de egresos, es un indicador económico que permite medir el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

El resultado de la Tabla 4.13, costo/beneficio llega un valor de 2,39 lo que indica que los beneficios son mayores, por lo tanto el proyecto generará riqueza a la comunidad y con seguridad aportará un beneficio social a los productores que se reflejará en el aumento de producción.

CONCLUSIONES

En las pruebas realizadas con las estaciones de meteorología Davis Vantage Pro 2 actuales, se verificó que técnicamente no es posible transmitir los datos meteorológicos a través de una red de telemetría, ya que son estaciones semiprofesionales diseñadas para trabajo de campo, es decir que el usuario necesita conectarse directamente con la consola para poder descargar la información.

De acuerdo a las pruebas realizadas con la comunicación serial asíncrona entre la estación remota y la tarjeta de adquisición de datos, se pudo comprobar que el protocolo de comunicación de la trama de las estaciones meteorológicas es propio del fabricante de la estación Davis Instrument, por lo tanto no se logra decodificar la información, como se indica en el Anexo 6.

Al comparar las diferentes tecnologías de redes inalámbricas se escogen las redes Wireless Wide Área Network (WWAN) debido a que estas ofrecen mayor alcance, por la región en la que están ubicadas las estaciones de meteorología.

Al realizar el estudio de conectividad en la estación meteorológica EM-UPS-3 ubicada en Pisambilla, se determinó que la mejor opción para el envío de información meteorológica es empleando un enlace de datos por medio de radiofrecuencia que requerirá la instalación de una torreta de 24 metros para la colocación de una antena emisora que se enlazarán directamente con la antena receptora colocada en una torre de 20 metros propiedad de Fundación Radio Mensaje perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana.

Mediante el estudio realizado se determinó que para la comunicación de las estaciones EM-UPS-1 y EM-UPS-2 ubicadas en las parroquias de Azcazubi y Olmedo respectivamente se utilizará red GSM/GPRS debido a la cobertura que existe en las zonas y para la estación EM-UPS-3 en Pisambilla un enlace de datos por medio de radiofrecuencia ya que no existe la disponibilidad de red celular.

De acuerdo al análisis económico los parámetros que se utilizaron para el cálculo del TIR y VAN fueron costos de producción, inversión inicial, tasa de interés efectiva, tiempo proyectado de recuperación de inversión, que resultó un valor de VAN= \$6,022,069.94 y un valor de TIR=52%, que indicaron la viabilidad del proyecto.

El valor costo beneficio se obtuvo de la relación costo –inversión y el total de ingresos, llegando a un valor de 2.39 lo que indica que el proyecto es rentable. Los beneficiarios son los productores de la zona, que se refleja en el incremento y la calidad del producto. El beneficio de la Universidad Politécnica Salesiana está en el reconocimiento y posicionamiento ante las comunidades del Cantón Cayambe.

RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer la implementación de la red de telemetría partiendo del cambio de las estaciones meteorológicas por las Davis Vantage Pro2 Plus Wireless 6162 ya que estas estaciones son de tipo profesional y ayudaran a mejorar el monitoreo del clima, además la trama de datos estandarizada permite el procesamiento de la información para la transmisión de datos.

En la instalación de la torreta de 24 metros, ubicada en la parroquia de Pisambilla se recomienda aprovechar esa infraestructura para instalar la estación meteorológica Davis Vantage Pro 2 Plus Wireless a una altura aproximada de 4 metros.

Si en el corto plazo la cobertura de red GSM/GPRS es suficiente en la zona de Pisambilla EM-UPS-3 se descartaría la instalación de la torreta de comunicación para el enlace por radiofrecuencia, entre la estación de meteorología y la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.

Para la instalación de las estaciones meteorológicas Davis Vantage Pro 2 Plus Wireless se recomienda asignar un lugar propio para poder realizar el mantenimiento respectivo a los equipos, además de seguir el manual que otorga la Davis Instrument para el montaje, configuración y puesta en marcha.

Se recomienda contratar un plan de datos de 5MBytes, como mínimo para el envío de la información, tomando en cuenta los cálculos realizados del volumen total de bits a enviar realizados en el Capítulo 3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOTEL. (11 de 2015). *Radiodifusión sonora y televisión abierta* . Obtenido de Listado completo de estaciones de radiodifusión sonora y televisión abierta a nivel nacional .
- ARCOTEL. (2017). *Radiodifusión sonora y Televisión abierta*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/radiodifusion-sonora-y-television-abierta-2/>
- Bodic, G. L. (10 de Octubre de 2005). *MOBILE MESSAGING TECHNOLOGIES AND SERVICES SMS, EMS and MMS* (Segunda ed.). England: Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- CLARO. (2017). *Señal y Cobertura*. Obtenido de <http://www.claro.com.ec/portal/ec/sc/personas/movil/cobertura/>
- CONATEL, S. A. (4 de 07 de 2012). *Plan Nacional de Frecuencias a todo Servicio de Telecomunicaciones* . Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Plan-Nacional-de-Frecuencias-a-todo-Servicio-de-Telecomunicacines.pdf>
- Davis Instruments Corp. (29 de Marzo de 2013). *Serial Communication Reference Manual*. Obtenido de http://www.davisnet.com/support/weather/download/VantageSerialProtocolIDocs_v261.pdf
- GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE CANGAHUA, P. (2014). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768127530001_PDYOT%20CANGAHUA_29-10-2015_22-55-03.pdf
- Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial de Santa Rosa de Cuzubamba. (09 de 2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba*. Obtenido de <http://www.pichincha.gob.ec/transparencia/ano-2014/category/48-cayambe.html?download=156:sta-rosa-de-cusubamba>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Olmedo. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Olmedo Pesillo*. Obtenido de <http://olmedopesillo.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2015/09/PDOT-OLMEDO-2015.pdf>
- IEE, S. M. (09 de 2013). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000 Infraestructura y Servicios*. Recuperado el 03 de 01 de 2017, de <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/C
AYAMBE/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_cayambe_infraestructura.pdf

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, C. I. (2001). *Código
Eléctrico Nacional*. Obtenido de
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.cpe.19.1.2001.pdf>

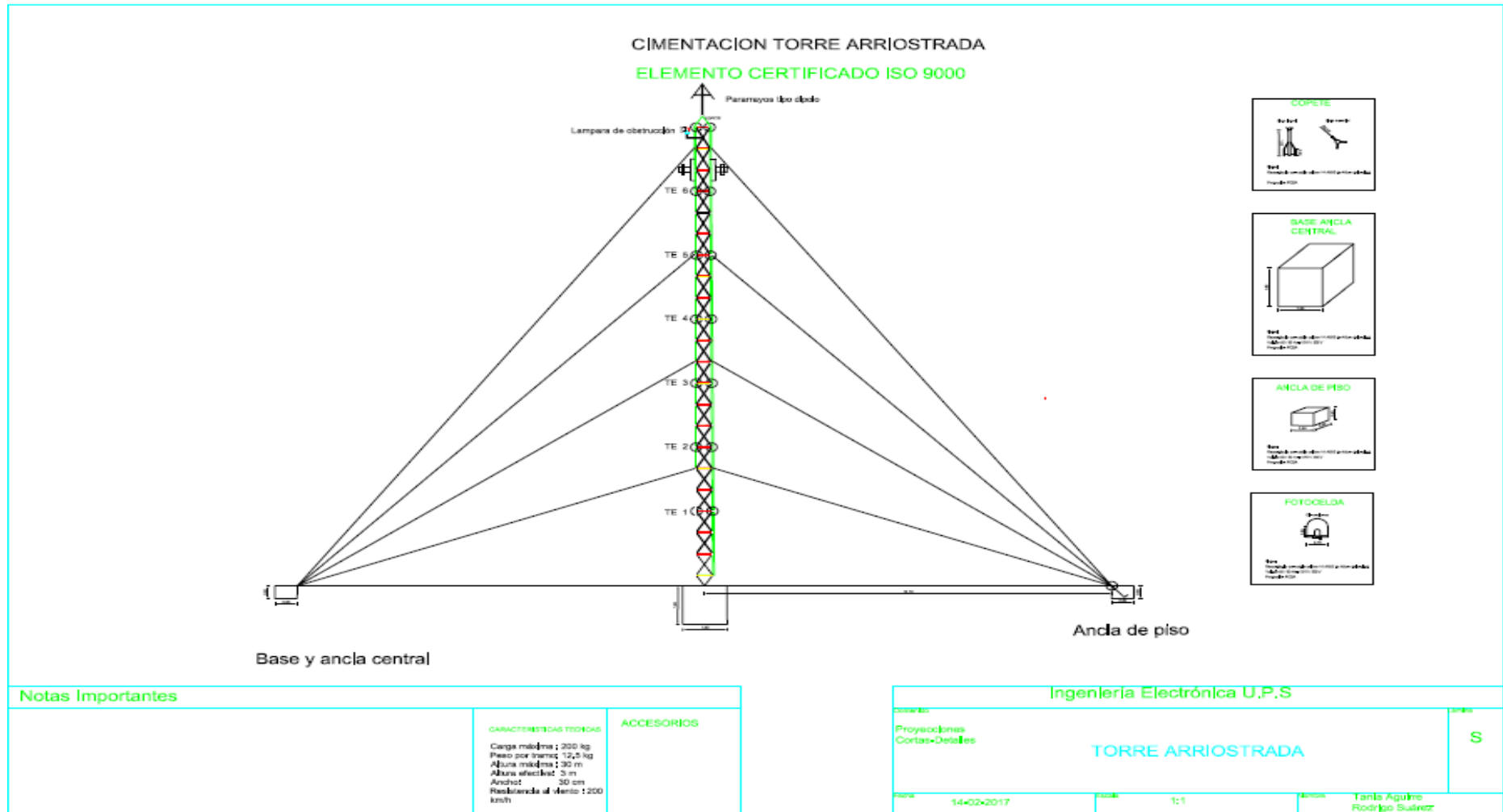
Morocho Y, M. V. (11 de 01 de 2008). *Planificación de Radioenlaces con base en
topografía digital*.

MOVISTAR, T. E. (s.f.). *M2M MACHINE TO MACHINE*. Obtenido de
<https://www2.movistar.com.ec/site/empresas/datos-empresas/m2m.html>

Olmedo, G. A. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Olmedo Pesillo*
. Obtenido de [http://olmedopesillo.gob.ec/pichincha/wp-
content/uploads/2015/09/PDOT-OLMEDO-2015.pdf](http://olmedopesillo.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2015/09/PDOT-OLMEDO-2015.pdf)

Paredes Patín , A. M., & Pérez Acosta, M. E. (03 de 2008). *Diseño de la red de
Transmisión de datos para el centro de comunicaciones hidrometeorológico
del INAMHI para las provincias del callejón interandino del Ecuador
utilizando la plataforma celular GPRS*. Obtenido de
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4201/3/CD-1362.pdf>

Anexo 1. Diseño de la torreta de 24 metros de altura



Anexo 2. Características técnicas de la estación meteorológica Davis Vantage Pro2 Plus Wireless



For Vantage Pro2™ and Vantage Pro2 Plus™ Weather Stations

DAVIS 

Davis Instruments, 3465 Diablo Avenue, Hayward, CA 94545-2778 U.S.A. • 510-732-9229 • www.davisnet.com

Specifications

See complete specifications for your Vantage Pro2 Station at our website:
www.davisnet.com.

Console Specifications

Console Operating Temperature	+32° to +140°F (0° to +60°C)
Non-operating Temperature	+14° to +158°F (-10° to +70°C)
Console Current Draw	Wireless: 0.9 mA average, 30 mA peak, (add 120 mA for display lamps, add 0.125 mA for each optional transmitter station received by console) at 4 to 6 VDC Cabled: 10 mA (average), 15 mA (peak) (+80 mA for illuminated display) at 4 to 6 VDC
Power Adapter	5 VDC, 300 mA, regulated
Battery Backup	3 C-cells
Battery Life (no AC power)	Wireless: up to 9 months; (Cabled: approximately 1 month)
Connectors	Modular RJ-11
Housing Material	UV-resistant ABS plastic
Console Display Type	LCD Transflective
Display Backlight	LEDs
Dimensions:	
Console (with antenna)	10.625" x 6.125" x 1.625" (270 mm x 156 mm x 41 mm)
Console (no antenna)	9.625" x 6.125" x 1.625" (244 mm x 156 mm x 41 mm)
Display	5.94" x 3.375" (151 mm x 86 mm)
Weight (with batteries)	1.88 lbs. (.85 kg)

Wireless Communication Specifications

Transmit/Receive Frequency	
US Models:	902 - 928 MHz FHSS
Overseas Models:	868.0 - 868.6 MHz FHSS
ID Codes Available	8
Output Power	902 - 928 MHz FHSS: FCC-certified low power, less than 8 mW, no license required 868.0 - 868.6 MHz: CE-certified, less than 8 mW, no license required
Range	
Line of Sight	up to 1000 feet (300 m)
Through Walls	200 to 400 feet (75 to 120 m)

Console Data Display Specifications

Historical Data	Includes the past 24 values listed unless otherwise noted; all can be cleared and all totals reset.
Daily Data	Includes the earliest time of occurrence of highs and lows; period begins/ends at 12:00 am.
Monthly Data	Period begins/ends at 12:00 am on the first of every month.
Yearly Data	Period begins/ends at 12:00 am on January 1 st unless otherwise noted.
Current Graph Data	Current data appears in the right most column in the console graph and represents the latest value within the last period of the graph; totals can be set or reset.
Graph Time Interval	1 min., 10 min., 15 min., 1 hour, 1 day, 1 month, 1 year (user-selectable, availability depends upon variable selected).
Graph Time Span	24 Intervals + Current Interval (see Graph Intervals to determine time span).
Graph Variable Span (Vertical Scale)	Automatic (varies depending upon data range); maximum and minimum value in range appear in ticker.
Alarm Indication	Alarms sound for 2 minutes (time alarm is 1 minute) if operating on battery power. Alarm message displays in ticker as long as threshold is met or exceeded. Alarms can be silenced, but not cleared, by pressing DONE.
Transmission Interval	Varies with transmitter ID code - from 2.25 seconds (ID1 - shortest) to 3 seconds (ID8 - longest).
Update Interval	Varies with sensor - see individual sensor specs.
Forecast:	
Variables Used	Barometric reading & trend, wind speed & direction, rainfall, temperature, humidity, latitude & longitude, time of year.
Update Interval	1 hour
Display Format	Icons on top center of display; detailed message in ticker at bottom.
Variables Predicted	Sky condition, precipitation, temperature changes, wind direction and speed changes.

Weather Data Specifications

Note: These specifications include optional sensors that may not be installed in your Vantage Pro2 Station.

Weather Data Specifications

Variable	Required Sensors	Resolution	Range	Nominal Accuracy (+/-)
Barometric Pressure*	Included In Console	0.01" Hg; 0.1 mm; 0.1 hPa; 0.1 mb	16" to 32.5" Hg 410 to 820 mm 540 to 1100 hPa 540 to 1100 mb ^m	0.03" Hg 0.8 mm Hg 1.0 hPa 1.0 mb
Barometric Trend (3 hour)		Change Rates Rapidly: ± 0.06 " Hg 1.5 mm Hg 2 hPa, 2 mb; Slowly: ± 0.02 " Hg 0.5 mm Hg 0.7 hPa, 0.7 mb	5 Arrow Positions: Rising Rapidly Rising Slowly Steady Falling Slowly Falling Rapidly	
Evapotranspiration (ET)	ISS or Temp/ Hum Station & Solar Radiation sensor	0.01"; 0.1 mm	Daily to 32.67"; 832.1 mm Monthly & Yearly to 199.99"; 1999.9 mm	greater of 5% or 0.01"; 0.25 mm
Inside Humidity	Included In Console	1%	1 to 100%	3% RH; 4% above 90%
Outside Humidity	ISS or Temp/ Hum Station	1%	1 to 100%	3% RH; 4% above 90%
Extra Humidity	ISS or Temp/ Hum Station	1%	1 to 100%	3% RH; 4% above 90%
Dew Point (overall)	ISS or Temp/ Hum Station	1°F; 1°C	-105° to +130°F; -76° to +54°C	3°F; 1.5°C
Leaf Wetness	Leaf & Soil Station	1	0 to 15	0.5
Soil Moisture	Leaf & Soil Station or Soil Moisture Station	1 cb	0 to 200 cb	
Daily & Storm Rainfall	Rain Collector	0.01"; 0.2 mm	to 99.99"; 999.8 mm	greater of 4% or 1 tip,
Monthly & Yearly Rainfall		0.01"; 0.2 mm (1mm at totals over 2000 mm)	to 199.99"; 6553 mm	greater of 4% or 1 tip
Rain Rate		0.01"; 0.1 mm	to 96"/hr.; 2438 mm/hr.	greater of 5% or 0.04"/hr.; 1 mm/hr.

*Barometric pressure readings are standardized to sea level. Elevation Range: -999' to +15,000'; -600 to +4570 m. Note: The console screen limits display of lower elevation to -999' when using feet as elevation unit. For elevations lower than -999', use meters.

Weather Data Specifications

Variable	Required Sensors	Resolution	Range	Nominal Accuracy (+/-)
----------	------------------	------------	-------	------------------------

***This is the reduced value after standardizing to sea level.

Solar Radiation	Solar sensor	1 W/m ²	0 to 1800 W/m ²	5% of full scale
Inside Temperature	Included in Console	0.1°F; 0.1°C	+32° to +140°F; 0 to +60°C	1°F; 0.5°C
Outside Temperature ***	ISS, Temp Station or Temp Hum Station	0.1°F; 0.1°C	-40° to +150°F; -40° to +65°C	1°F; 0.5°C
Extra Temperature	ISS, Temp Station, Temp Hum Station, Leaf Soil Station or Soil Station	1°F; 1°C	-40° to +150°F -40° to +65°C	1°F; 0.5°C
Heat Index	ISS or Temp/ Hum Station	1°F; 1°C	-40° to +165°F; -40° to +74° C	3°F (1.5°C)
Temp-Hum-Sun-Wind Index (THSW)	ISS & Solar Radiation	1°F; 1°C	-90° to +165°F; -68° to +74° C	4°F (2°C)
Time	Included in Console	1 min	24 hours	8 sec./mon.
Date		1 day	month/day	8 sec./mon.
UV Index	UV Radiation	0.1 Index	0 to 16	5% of full scale
UV Dose		0.1 MED < 20, 1 MED > 20	0 to 199 MEDs	5%
Wind Direction	Anemometer	1°	0 to 360°	3°
Compass Rose		22.5°	16 compass pts	0.3 compass pt
Wind Speed		1 mph; 1 kt; 0.4 m/s; 1 km/h	2 to 200 mph; 2 to 173 kts 3 to 322 km/h, 1 to 809m/s	greater of 2 mph/kts; 1 m/s; 3 km/h or 5%
Wind Chill	ISS	1°F; 1°C	-110° to +135°F -79° to +57°C	2°F; 1°C

***Outside temperature accuracy is based on the temperature sensor itself and not on the sensor and the passive shielding together. The solar radiation induced error for standard ration shield: +4°F (2°C) at solar noon; for fan aspirated radiation shield: +0.6°F (0.3°C) at solar noon (Insolation = 1040 W/m², avg. wind speed ≤ 2 mph (1 m/s), reference: RM Young Model 43408 Fan-Aspirated Radiation Shield).

Anexo 3. Características técnicas de las antenas Ubiquiti Nanostation M5



DATASHEET

PowerBeam®

High-Performance airMAX® Bridge
Models: PBE-M5-620, PBE-M5-400, PBE-M5-300, PBE-M2-400

Uniform Beamwidth Maximizes Noise Immunity

Innovative Mechanical Design

High-Speed Processor for Superior Performance



UBIQUITI
NETWORKS

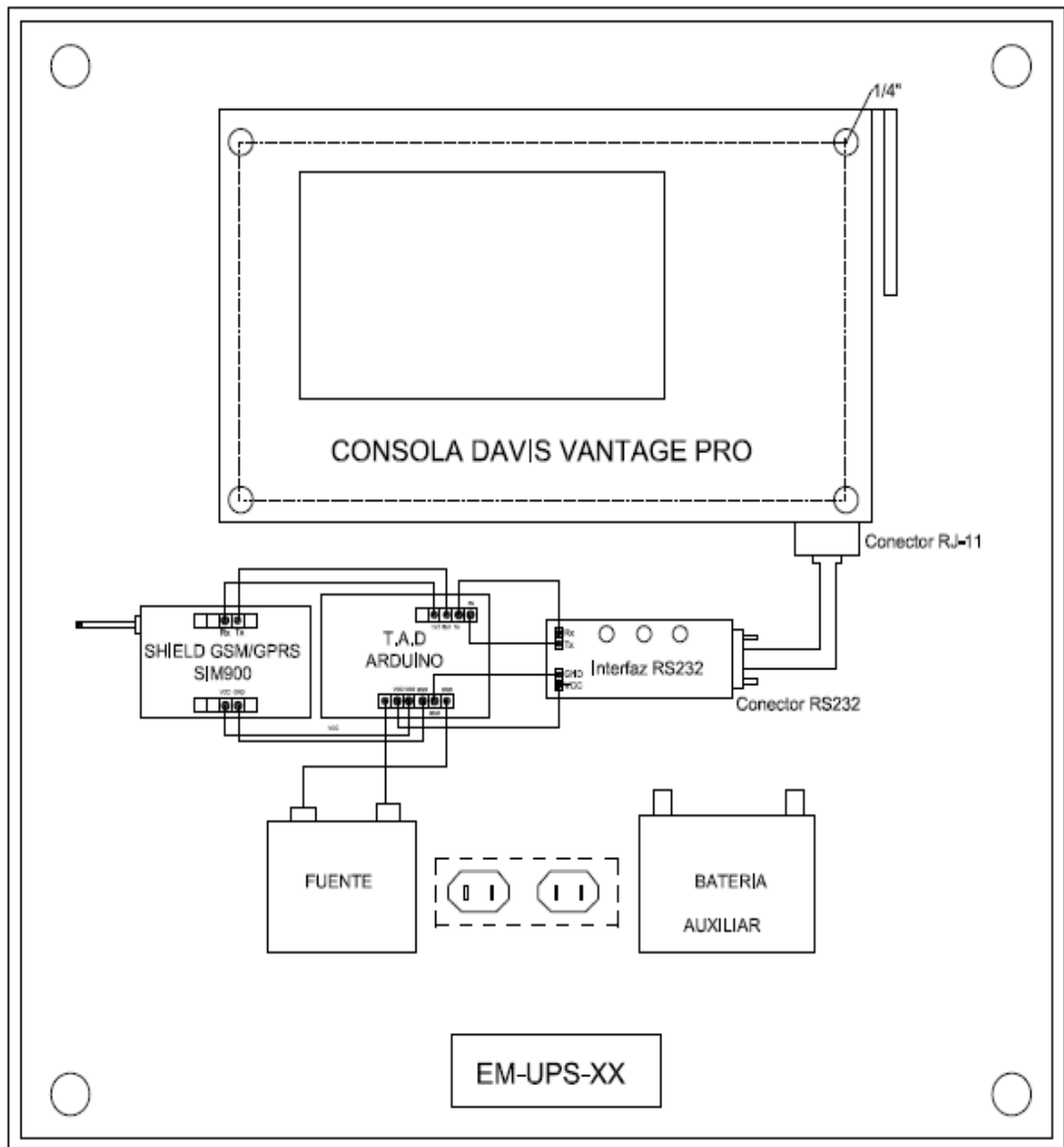
Specifications

PBE-M5-300					
Dimensions	325 x 325 x 256 mm (12.80 x 12.80 x 10.08")				
Weight	1.203 kg (2.65 lb)				
Power Supply	24V, 0.5A PoE				
Max. Power Consumption	6W				
Operating Frequency	Worldwide	USA: U-NII-1	USA: U-NII-2A	USA: U-NII-2C	USA: U-NII-3
	5150 - 5875 MHz	5150 - 5250 MHz*	5250 - 5350 MHz*	5470 - 5725 MHz*	5725 - 5850 MHz*
Gain	22 dBi				
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port				
Processor Specs	Atheros MIPS 74Kc, 560 MHz				
Memory	64 MB DDR2, 8 MB Flash				
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN				
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels				
Max. VSWR	1.5:1				
Channel Sizes	5/8/10/20/30/40 MHz				
Polarization	Dual Linear				
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic				
Mounting	Pole-Mount (Kit Included)				
Wind Loading	145.2 N @ 120 km/h (33 lbf @ 75 mph)				
Wind Survivability	120 km/h (75 mph)				
ESD/EMP Protection	Air: ± 24 kV, Contact: ± 24 kV				
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)				
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing				
Wireless Approvals	FCC, IC, CE				
RoHS Compliance	Yes				
Salt Fog Test	IEC 68-2-11 (ASTM B117), Equivalent: MIL-STD-810 G Method 509.5				
Vibration Test	IEC 68-2-6				
Temperature Shock Test	IEC 68-2-14				
UV Test	IEC 68-2-5 at 40° C (104° F), Equivalent: ETS 300 019-1-4				
Wind-Driven Rain Test	ETS 300 019-1-4, Equivalent: MIL-STD-810 G Method 506.5				

PBE-M5-300 Output Power: 26 dBm

TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11a	6 - 24 Mbps	26 dBm	± 2 dB	802.11a	6 - 24 Mbps	-94 dBm Min.	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	24 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	23 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
rMAX	MCS0	26 dBm	± 2 dB	rMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	25 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	24 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	23 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB	MCS6	-77 dBm	± 2 dB	

Anexo 4. Diagrama de conexiones entre la consola Davis y la tarjeta de adquisidor de datos



COTIZACIÓN No.	EQY-TC-5029-02
Fecha	17-may-17
Tipo de Servicio	INTERNET



EQUYSUM
Equipos y Suministros Cia. Ltda.

Cliente:		Fono:	09.7911-2210
Atención :		e-mail:	taniaaquirre@hotmail.es

IP-MPLS NACIONAL

Configuración e Instalación

Descripción	Cant.	V. Unitario	V. Total
Instalación Servicio INTERNET Cayambe 1024Kbps	1	150,00	150,00
Subtotal			150,00
IVA (12%)			18,00
Total Instalación			168,00

Renta Mensual

Descripción	Cant.	V. Unitario	V. Total
Servicio INTERNET Cayambe 1024Kbps	1	145,51	145,51
Suman			145,51
IVA (14%)			17,46
Total Renta Mensual:			162,97

CONDICIONES COMERCIALES

- Validez de la oferta: 15 días
- Una vez aprobadas la cotización y el contrato se procederá a emitir un cronograma de instalación
- Los tiempos de instalación serán contados a partir del momento en que se firme el contrato.
- Precios incluyen costo ultima milla y todo su equipamiento

CONDICIONES TECNICAS

- UPTIME de red 99,6%
- Salida Internacional por Fibra Optica con back-up redundante
- Esquema de soporte y monitoreo 7x24x365
- Se entregara una IP publica real por cada internet contratado

COTIZACION No.	EQY-OT-0510-01
Fecha	10-may-17
Tipo de Servicio	TORRES



EQUYSUM

Equipos y Suministros Cia. Ltda.

Cliente:		Fono:	09.7911-2210
Atención :	:	e-mail:	taniaaquirre@hotmail.es

**CONSTRUCCION E INSTALACION TORRE DE COMUNICACIONES DE 24MTs
CAYAMBE**

Descripción	Cant.	V. Unitario	V. Total
Construcción e Instalación Torre de Comunicaciones	1	2.640,00	2.640,00
Construcción de tres Plintos con sus respectivos anclajes para vientos			
Construcción de Plintos Central para base de Torre			
Construcción de 8 segmentos de torre, 3mts c/u con el siguiente material:			
- TUBERIA DE 1 1/2" EN LOS PARANTES			
- TUBERIA DE 1 1/4" PARA ENBONES			
- BARRA LISA DE 1/2"			
- BARRA LISA DE 10 mm			
Instalación de los segmento de torre			
Provisión e Instalación de cable de tensor de 1/4" galvanizado			
Provisión e Instalación de templadores de 5/8" galvanizados			
Aseguramiento de sistema de vientos con grillete CANEDA de 1/2"			
Pintura total de la Torre en Blanco y Naranja Anticorrosivo			
Pararrayos Franklin de 5 puntas	1	1.250,00	1.250,00
Pieza de adaptación			
Cable de cobre desnudo			
Malla a Tierra			
Valiza LED	1	430,00	430,00
Base metálica y copa color rojo			
Alimentación Solar			
Sensor de luminosidad			
Viáticos y Movilización de Personal, Materiales y Herramientas	1	500,00	500,00
Suman			4.820,00
IVA (14%)			674,80
Total Instalación			5.494,80

CONDICIONES COMERCIALES

- Validez de la oferta: 15 días
- Tiempo de Entrega: 12 días
- Forma de Pago: 70% a la Orden, 30% + IVA Contra Entrega
- Garantía: 1 Año contra defectos de Materiales o de Construcción

Anexo 6. Especificación de los sensores de la estación de meteorología Davis Vantage Pro2

WeatherLink® Data

Note: These specifications apply to sensor output as logged and displayed by the WeatherLink.

Temperature	Average during archive Interval
High and Low Temperature	Maximum and minimum values during archive Interval
Relative Humidity	Value at end of archive Interval
High and Low Humidity	Maximum and minimum values during archive Interval
Dew Point	Calculated using temperature and humidity data for each archive Interval

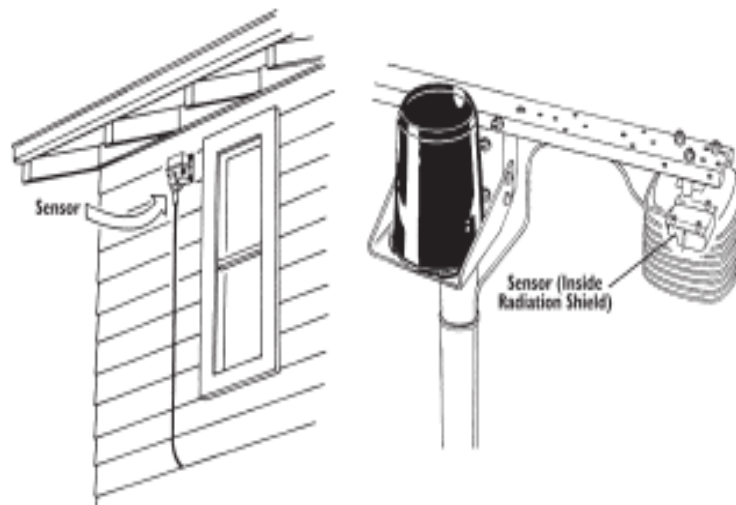
Input/Output Connections

Note: This sensor uses a proprietary signal format and will work only with Davis weather stations. We do not support the use of this sensor in 3rd party installations.

Yellow	Temperature
Green	Relative Humidity Output
Blue	Control
White	+2.5VDC
Black & Red	Ground

Installation Options

For greater accuracy when installing the sensor against a wall (as shown on left), use a wall that faces away from the equator.



Package Dimensions

Product #	Package Dimensions (Length x Width x Height)	Package Weight	UPC Codes
7859	9.00" x 4.38" x 2.25" (229 mm x 112 mm x 58 mm)	15.5 oz. (.44 kg)	011698 78563 6

Anexo 7. Trama de datos enviada por la estación meteorológica Vantage Pro2

64C4F4FEC05F0B0748B24614205541FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD8BCE

64C4F4FEC05F0B0748B24614205491FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADB723

64C4F4FEC05F0B0748B246142053D1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD4497

64C4F4FEC05F0B0748B246142053F1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADF1A5

64C4F4FEC05F0B0748B24614215381FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADFB7D

64C4F4FEC05F0B0748B24614215381FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADFB7D

64C4F4FEC05F0B0748B246142053D1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD4497

64C4F4FEC05F0B0748B24614205541FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD8BCE

64C4F4FEC05F0B0748B24614245471FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD79F8

64C4F4FEC05F0B0748B24614215381FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADFB7D

64C4F4FEC05F0B0748B246142053D1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD4497

64C4F4FEC05F0B0748B246142053F1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADF1A5

64C4F4FEC05F0B0748B24614215381FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADFB7D

64C4F4FEC05F0B0748B24614215381FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADFB7D

64C4F4FEC05F0B0748B246142053D1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD4497

64C4F4FEC05F0B0748B24614215381FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF4FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7ADFB7D

64C4F4FEC05F0B0748B246142053D1FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF50FFFFFFFFFFFFFFFF00FFF
F7F00FFFF00490490000000FFFFFFFFFFFFFFFF000000000000000002F33BB6821F7AD4497

Anexo 8. Perdidas en el alimentador

Alimentador	Banda de transmisión GHz	Atenuación específica dB/100 m	Perdidas por diversidad dB	Perdida ² por par de acoples dB	Impedancia característica Ω
Coaxial	Hasta 0.9	3	2	1,2	50
	0.9 - 1.5	4,8			
	1.5 - 1.9	5			
	1.9 - 2.2	5,4			
	2.2 - 2.4	5,8			
Guía de onda	2.4 - 3.4	1,4	4	9,6	N/A
	3.4 - 4.4	2,1			
	4.4 - 6.2	3,6			
	6.2 - 7.1	4,5			
	7.1 - 7.7	4,6			
	7.7 - 8.5	5,6			
	8.5 - 10.0	8,4			
	10.0 - 11.7	8,9			
	11.7 - 13.3	11,2			
	13.3 - 15.4	13,7			
	15.4 - 19.7	18,9			
	19.7 - 23.6	28,1			
	23.6 - 26.5	32			
26.5 - 40.0	60				