



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**AREA DE LA ENERGIA LAS INDUSTRIAS Y  
LOS RECURSOS NATURALES NO  
RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERIA EN  
ELECTROMECHANICA**

**“ DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE  
TRANSMISION, ANALISIS Y PRESENTACION DE  
DATOS PARA LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA; DEL  
LABORATORIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS, DEL  
AREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS  
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA  
OBTENCIÓN DEL TITULO DE  
INGENIERO, ESPECIALIZACIÓN  
ELECTROMECHANICA**

**AUTORES:**

Remigio Alvino Pillco Pillajo  
Marco Vinicio Armijos Alejandro

**DIRECTOR:**

Ing. Juan Ochoa Aldean

LOJA – ECUADOR  
2006

## 2.- CERTIFICACION

INGENIERO

JUAN GABRIEL OCHOA ALDEAN

**CATEDRATICO DEL AREA DE ENERGIA LA INDUSTRIA Y LOS  
RECURSOS NATURALRES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA**

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido y asesorado la presente tesis, previa la obtención del título de INGENIERO, ESPECIALIDAD ELECTROMECHANICA, realizada por los Señores Remigio Alvino Pillco Pillajo y Marco Vinicio Armijos Alejandro; la misma que se encuentra bien concebida y cumple con la reglamentación del Área, por tal razón autorizo su publicación.

Loja, 20 de Febrero del 2006

---

Ing. Juan G. Ochoa Aldean

**DIRECTOR**

### 3.- DEDICATORIA

**A: Osmara**

**Remigito, David y Carolina**

Esposa e hijos, quienes día a día, con su especial afecto, consideración y paciencia, se han convertido en pilares fundamentales, desde el inicio mismo, hasta la feliz culminación de esta carrera.

---

---

**Remigio Alvino Pillco Pillajo**

**AUTOR**

Al Ser Supremo, a la Virgen del Cisne que me iluminaron para la consecución de este trabajo..

A mi Madre, Padre así como también a todos mis Sobrinos, a mis Hermanos en especial a los dos que se encuentran en el exterior.

Un agradecimiento al Banco de Loja institución donde laboro y que a sido un aporte importante para este logro.



---

---

**Marco Vinicio Armijos Alejandro**

**AUTOR**

## 4.- AGRADECIMIENTO

Mediante la presente, dejamos constancia de nuestro profundo agradecimiento a los Ingenieros Olaf Schwetje, funcionario de la empresa , y Fernando Gavica funcionario de la empresa ; quienes colaboraron con equipos e implementos tecnológicos para llevar a cabo las pruebas de pertinencia del presente trabajo investigativo.

De la misma manera agradecemos al Ingeniero Juan Ochoa Aldean, director de esta tesis, quién sin escatimar esfuerzo alguno colaboró para la cumplida realización de esta tesis de grado.

---

---

**LOS AUTORES**

## 5.- INDICE

	<b>Pág</b>
<b>1.- Portada</b> .....	I
<b>2.- Certificación</b> .....	II
<b>3.- Dedicatoria</b> .....	III
<b>4.- Agradecimiento</b> .....	IV
<b>5.- Índice</b> .....	V
<b>6.- Resumen</b> .....	XII
<b>7.- Introducción</b> .....	XIII
<b>8.- Problematización</b> .....	XV
<b>9.- Hipótesis</b> .....	XVII
<b>10.- Objetivos</b> .....	XVIII
<b>11.- Marco teórico</b> .....	1

### CAPITULO I

11.1.- La energía solar y eólica.....	1
11.1.1.- la energía solar .....	1
11.1.1.1. Generalidades .....	1
11.1.1.2.- La radiación solar sobre superficie plana.....	1
11.1.1.3.- Instrumento para medir la radiación solar.....	2
11.1.1.4.- Por que medir la radiación solar.....	2
11.1.2.- La energía eólica.....	3
11.1.2.1.- Generalidades.....	3
11.1.2.2.- El viento .....	3
11.1.2.3.- Aprovechamiento de la energía eólica.....	4

### CAPITULO II

11.2.- Sensores meteorológicos.....	5
11.2.1.- Generalidades.....	5
11.2.2.- Anemómetro.....	5
11.2.2.1.- Descripción.....	5
11.2.2.2.- Instalación.....	5
11.2.3.- Veleta.....	5

## VI

11.2.3.1.- Descripción.....	5
11.2.3.2.- Instalación.....	5
11.2.4.- Piranómetros y pirheliómetros.....	6
11.2.4.1.- Descripción.....	7
11.2.4.2.- Medición.....	7

### CAPITULO III

11.3.- Conceptos básicos de comunicación de datos.....	8
11.3.1.- Comunicación de Datos.....	8
11.3.2.- Terminología.....	8
11.3.3.- Protocolos.....	9
11.3.4.- Standard ISO ( International Standards Organization).....	9
11.3.5.- Niveles del modelo OSI .....	10

### CAPITULO IV

11.4.- Sistemas para adquisición de datos.....	12
11.4.1.- Generalidades.....	12
11.4.2.- Interfaces para recolección de datos a través de puertos seriales.....	12
11.4.3.- El registrador de datos (dataloggers).....	13
11.4.4.- La interfaz RS-232.....	13

### CAPITULO V

11.5.- Medios de transmisión.....	16
11.5.1.- Medios de transmisión.....	16
11.5.1.1.- Medios magnéticos.....	16
11.5.1.2.- Par trenzado.....	16
11.5.1.3.- Cable coaxial.....	17
11.5.1.4.- Fibra óptica.....	17
11.5.1.5.- Radio.....	17
11.5.1.6.- Microondas.....	17
11.5.1.7.- Infrarrojo.....	17
11.5.1.8.- Ondas de luz.....	17

### CAPITULO VI

11.6.- Conceptos básicos de telefonía celular.....	19
11.6.1.- Sistemas de radiocomunicaciones móviles.....	19
11.6.1.1.- Introducción.....	19

## VII

11.6.1.2.- Sistemas celulares.....	19
11.6.1.3.- Evolución de la telefonía móvil.....	20
11.6.1.3.1.- Primera generación (1G).....	21
11.6.1.3.2.- Segunda generación (2G).....	22
11.6.1.3.3.- Generación 2.5 G.....	22
11.6.1.3.4.-Tercera generación 3G.....	22
11.6.2.- Servicios de telecomunicaciones en el Ecuador.....	23
11.6.2.1.- Introducción.....	23
11.6.2.2.- Terminología Importante.....	23
11.6.2.3.- Servicios Finales y Portadores.....	24
11.6.2.4.- Empresas de servicios portadores.....	26
11.6.2.4.1.- Definición.....	26
11.6.2.4.2.- Empresas concesionarias de servicios de portadores.....	27
11.6.2.5.- Estadísticas de servicio portadores.....	27
11.6.2.5.1.- Areas de cobertura de las operadoras de portador.....	27
11.6.2.5.2.- Estadística del servicio portadores por operadora.....	28
11.6.3.- La telefonía móvil en el Ecuador.....	28
11.6.3.1.- Las empresas de telefonía móvil en el Ecuador.....	28
11.6.3.1.1.- Abonados de telefonía móvil celular / mayo – 2005.....	29
11.6.3.2.- Empresas de telefonía móvil avanzada en el Ecuador.....	29
11.6.3.2.1.- Concesionarios de telefonía móvil avanzada.....	29
11.6.3.2.2.- Numero de abonados a / mayo – 2005.....	30
11.6.3.3.- Cobertura de CONECEL portacelular en el Ecuador.....	30
11.6.3.4.- Telefonía móvil en la provincia de Loja.....	30
11.6.3.4.1.- Conecel (Portacelular).....	30
11.6.3.4.2.- Cobertura.....	31

## CAPITULO VII

11.7.- Sistemas GSM y GPRS.....	33
11.7.1.- Sistema de telefonía móvil digital GSM.....	33
11.7.1.1. Introducción.....	33
11.7.1.2. Arquitectura del sistema GSM.....	34
11.7.1.3. Servicios de telecomunicación en GSM.....	36
11.7.1.4.- Partes de la red GSM.....	37

11.7.1.4.1.- Estación móvil MS.....	37
11.7.1.4.2.- Estación Base BS.....	37
11.7.1.4.3.- Estación central MSC.....	38
11.7.1.4.4.- Red fija GSM.....	38
11.7.1.5.- Cobertura y control.....	38
11.7.1.6.- Datos sobre GSM.....	39
11.7.2.- Protocolos de comunicación inalámbrica.....	39
11.7.3.- Sistema GPRS.....	40
11.7.3.1.- Introducción.....	40
11.7.3.2.- Arquitectura de la red GPRS.....	42
11.7.3.2.1.- Núcleo de la red GPRS.....	43
11.7.3.3.- Arquitectura de protocolos GPRS.....	44
11.7.3.4.- Procedimientos GPRS.....	45
11.7.3.4.1.- Clases de las (MS) estaciones móviles GPRS.....	45
11.7.3.4.2.- Gestión de la movilidad GPRS.....	46
11.7.3.4.3.- Procedimientos MM: Registro y desregistro.....	47
11.7.3.4.4.- Gestión de localización.....	47
11.7.3.4.5.- Activación del contexto PDP.....	48
11.7.3.5.- Calidad de servicio en GPRS.....	49
11.7.3.5.1.- Prioridad.....	49
11.7.3.5.2.- Retardo.....	49
11.7.3.5.3.- Fiabilidad.....	50
11.7.3.5.4.- Caudal máximo.....	50
11.7.3.6.- Niveles de seguridad en GPRS.....	50
11.7.3.7.- Fortaleza del GPRS.....	51
11.7.3.7.1.- Conectividad IP.....	51
11.7.3.7.2.- Paquete de datos.....	51
11.7.3.7.3.- Disponibilidad “Siempre en línea”.....	51
11.7.3.8.- Debilidades del GPRS.....	51
11.7.3.9.- Introducción al concepto de telemetría.....	52
11.7.3.9.1.- Conectando personas, dispositivos y sistemas.....	52
11.7.3.9.2.- Campos de la Telemetría.....	53
11.7.3.9.3.- El camino a la integración.....	54



11.7.3.9.4.- GSM/GPRS – La tecnología para las soluciones de telemetría.....	54
--	----

## **12.- Metodología**

12.1.- Metodología aplicada en la investigación.....	55
12.1.1.- Metodología para alcanzar el primer objetivo.....	55
12.1.2.- Metodología para alcanzar el segundo objetivo .....	55
12.1.3.- Metodología para alcanzar el tercer objetivo .....	56
12.2.- Métodos y Técnicas de investigación .....	56
12.2.1.- Métodos.....	56
12.2.2.- Método Histórico Comparado .....	57
12.2.3.- Método descriptivo.....	57
12.3.- Técnicas.....	57
12.3.1.- Técnica de la entrevista.....	57
12.3.2.- Técnicas de medición.....	57
12.3.3.- Técnica Experimental.....	57


## **13.- Resultados**

13.1.- Objetivos alcanzados.....	58
13.1.1.- Primer objetivo.....	58
13.1.1.1.- Tareas cumplidas.....	58
13.1.1.1.1.- Análisis y selección de literatura.....	58
13.1.1.1.2.- Selección y cotización de equipos.....	58
13.1.1.1.3.- Visitas a estaciones meteorológicas y centros de gestión.....	59
13.1.1.2.- ¿Se alcanzó el objetivo? .....	59
13.1.2.- Segundo objetivo.....	59
13.1.2.1.- Tareas cumplidas.....	59
13.1.2.1.1.- Selección de hardware y software.....	59
13.1.2.1.2.- Adquisición de equipos GSM/GPRS y contrato del servicio.....	59
13.1.2.1.3.- Montaje del sistema en la Universidad y en Zapotillo.....	60
13.1.2.2.- ¿Se alcanzó el objetivo?.....	60
13.1.3.- Tercer objetivo.....	60
13.1.3.1.- Tareas cumplidas.....	60
13.1.3.1.1.- Difusión del sistema implementado.....	60

13.1.3.1.2.- Promoción del sistema implementado.....	60
13.1.3.2.- ¿Se alcanzó en objetivo?.....	60
<b>14.- Propuesta alternativa</b>	
14.- Desarrollo de la propuesta alternativa.....	62
14.1.- Primer objetivo específico.....	62
14.1.1.- Tareas desarrolladas.....	62
14.1.1.1.- Análisis y selección de literatura.....	62
14.1.1.2.- Selección y cotización de equipos.....	62
14.1.1.3.- Visitas a estaciones meteorológicas y centros de gestión.....	63
14.1.1.3.1.- Universidad Técnica Particular de Loja.....	63
14.1.1.3.2.- Visita estaciones del HCPL (Enerloja s.a.).....	66
14.1.1.3.3.- Universidad Nacional de Loja.....	69
14.2.- Segundo objetivo específico.....	72
14.2.1.- Tareas desarrolladas.....	72
14.2.1.1.- Selección de hardware y software.....	72
14.2.1.2.- Adquisición de los equipos GSM/GPRS y contrato del servicio.....	77
14.2.1.2.1.- Pruebas para la adquisición de los equipos de transmisión.....	79
14.2.1.3.- Diseño e implementación del sistema propuesto.....	80
14.2.1.3.1.- Antecedentes.....	80
14.2.1.3.2.- Diseño del sistema .....	83
14.2.1.3.3.- Montaje de los equipos de transmisión .....	84
14.2.1.3.3.1.- Montaje MODEM Y PC en la Universidad.....	84
14.2.1.3.3.2.- Montaje LOGGER Y ROUTER en Zapotillo.....	87
14.2.1.3.4.- Pruebas del sistema de transmisión.....	88
14.2.1.3.4.1.- Pruebas de enlace del MODEM Y ROUTER con las radiobases... 88	
14.2.1.3.4.2.- Pruebas de conexión entre MODEM Loja y ROUTER Zapotillo... 90	
14.2.1.3.4.3.- Pruebas de tráfico de datos entre Loja y Zapotillo..... 91	
14.2.1.3.5.- Seguridades que presenta la red GPRS DE PORTA..... 91	
14.3.- Tercer objetivo específico.....	93
14.3.1.- Tareas desarrolladas.....	93
14.3.1.1.- Difusión del proyecto.....	93
14.3.1.2.- Promoción del proyecto.....	94
<b>15.- Conclusiones</b> .....	96


<b>16.- Recomendaciones</b> .....	98
<b>17.- Bibliografía</b> .....	100
<b>18.- Anexos</b> .....	102

## 6.- RESUMEN

El presente trabajo investigativo, a sido desarrollado con la finalidad de implementar, un sistema para transmisión de datos, a través de la red GSM/GPRS, de la empresa CONECEL . Para acceso a esta red, se contrató el servicio GPRS, adquisición de tarjetas SIM CARD y la adquisición de equipos para transmisión de datos inalámbricos MODEM Y ROUTER GPRS. El sistema en su conjunto, servirá para transmitir los datos (telemetría) entre la Ciudad de Zapotillo y el Laboratorio de Energías Alternativas del Área de Energía de la Universidad Nacional de Loja.

El sistema de telemetría implementado, toma los datos procesados, por el equipo de adquisición de datos DATALOGGER, de la estación meteorológica de Zapotillo y los envía hacia Loja; la información almacenada en la memoria del logger se la puede obtener en un PC a través de su interfaz serial digital RS-232. El datalogger contiene un software de aplicación, el cual es instalado en el PC, el mismo que mediante comandos permite configurar a este así como leer los datos de la memoria y descargarlos en un archivo tipo texto.

El proceso de lectura de datos del DATALOGGER montado en la estación meteorológica; desde el laboratorio, se lo realiza mediante el ROUTER y MODEM INALAMBRICOS GSM/GPRS; el primero que se montará en la estación de monitoreo de Zapotillo que cuenta con el puerto serial RS – 232 y el segundo con puerto USB que se monta junto al PC del laboratorio.

El software para análisis y presentación de los datos referente al comportamiento de la energía solar y eólica, es el diseñado por el fabricante del DATALOGGER, y en nuestro caso el diseñado por la Empresa , el mismo que fue rentado para efecto de pruebas.

## 7.- INTRODUCCION

En el Área de Energía, Industrias y Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, dentro de su plan de desarrollo, cuenta con la implementación del laboratorio de energías alternativas; adicionalmente en el programa carrera de Ingeniería en Electromecánica para tecnólogos; cuenta como parte de un tema de tesis, la implementación de una estación meteorológica, para monitoreo de radiación solar, dirección y velocidad del viento; el mismo que será montado en la ciudad de Zapotillo, dicha estación estará, equipada con anemómetro, veleta, pirómetro y un sistema de adquisición de datos DATALOGGER.

La información referente a las energías alternativas solar y eólica, obtenida en el laboratorio; producto de los sensores, sistema de adquisición de datos, IMPLEMENTACION DEL MEDIO DE TRANSMISION y software para presentación de datos; permitirán la búsqueda y mejor aprovechamiento de la fuentes de energías alternativas como solar y eólica; permitiendo además brindar información instantánea, en el LABORATORIO, a cerca del comportamiento meteorológico, sirviendo esta para las diversos campos de estudio profesional de nuestra Universidad y de la colectividad lojana en general.

La estación meteorológica y la implementación de un medio de transmisión remoto de datos, cuyo soporte científico-tecnológico, se complementen permitirá llevar a cabo los objetivos curriculares como parte de los objetos de transformación en la carrera de Ingeniería en Electromecánica; incidiendo de esta manera en la apertura del

campo de acción del profesional egresado de esta carrera, para beneficio propio y del bien común.

La ampliación de la cobertura de la red GSM/GPRS de **PORTA**, en nuestra provincia y gran parte del País, así como la licencia dada por la SUPTEL, para dar servicio de portadores y el constante desarrollo de la telemetría, se han constituido pilares fundamentales para la consecución de este trabajo investigativo y demás aplicaciones tecnológicas, convirtiendo a la telecomunicación en una herramienta fundamental para la adquisición de datos remotos, al servicio del profesional en Electromecánica.

## 8.- PROBLEMATIZACION

En el Área de Energía, Industrias y Recursos Naturales no Renovables de La Universidad Nacional de Loja, dentro del programa de Ingeniería en Electromecánica para tecnólogos; se cuenta como parte de un tema de tesis, una estación meteorológica, la misma que será montada en Zapotillo, con la finalidad de monitorear las variables atmosféricas de dicho sitio; quedando dicha información almacenada por el equipo de adquisición de datos (Datalogger).

En constante avance tecnológico dentro de las telecomunicaciones, la telemetría, transmisión de datos, software para análisis de datos, la creación del laboratorio de energías alternativas y la ejecución y puesta en funcionamiento de la estación meteorológica en Zapotillo, ha permitido diseñar e implementar un medio de transmisión, entre el sitio monitoreado ZAPOTILLO Y EL AREA DE ENERGIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; que permita de manera inmediata obtener los datos procesados por el DATALOGGER y esta a su vez mediante un software diseñado para el efecto, esta información sea procesada y presentada en el centro de gestión o laboratorio de energías alternativas.

La situación geográfica de nuestra ciudad y provincia; el conocimiento académico y la implementación de una estación de monitoreo de las diferentes variables atmosféricas como, dirección y velocidad del viento y radiación solar global; a conllevado a la necesidad de implementar un medio de transmisión remota de datos, que permita observar desde el laboratorio de estudio toda la información generada por el datalogger para el respectivo análisis y aprovechamiento de la información.

La adquisición de la estación meteorológica y a implementación de un medio de transmisión remoto de datos, cuyo soporte científico-tecnológico, se complementen permitirá llevar a cabo los objetivos curriculares como parte de los objetos de transformación en la carrera de Ingeniería en Electromecánica; incidiendo de esta manera en la apertura del campo de acción del profesional egresado de esta carrera, para beneficio propio y del bien común.

La constancia en los procesos de aprendizaje, formación, capacitación personal y el apoyo Institucional de al Universidad Nacional de Loja han despertado el interés para que este trabajo se lo lleve a cabo para beneficio de los estudiantes, docentes de esta unidad educativa de nivel superior y de la colectividad en general.



## 9.- HIPOTESIS

La implementación de un Sistema de transmisión, a través de la red GSM/GPRS, para transporte, análisis y presentación de datos, referente a la energía solar y eólica; tomados de la población de Zapotillo, hasta el área de Energía, las Industrias y los recursos Naturales, de la Universidad Nacional de Loja; posibilitará una mejor formación académica, del Ingeniero Electromecánico, mediante la aplicación de la telemetría dentro de la fase de exploración para el manejo y uso de las energías alternativas.

# 10.- OBJETIVOS

## 10.1.- Objetivo General

Implementar un sistema de transmisión, análisis y presentación de datos, desde Zapotillo, hasta el Área de La Energía, las industrias y los recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, para el análisis de las principales variables energéticas solar y eólica.

## 10.2.- Objetivos Específicos

- Recopilar y sistematizar información, a cerca de sistemas de transmisión, para análisis y presentación de datos para estaciones meteorológicas destinadas al monitoreo y aprovechamiento de las energías alternativas solar y eólica.
  
- Diseño e implementación de un sistema, para transmisión, análisis y presentación; de los datos, tomados por la estación meteorológica remota, para su aprovechamiento en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja.
  
- Promocionar y socializar la aplicación del sistema de transmisión, análisis y presentación de datos; y su aplicación en la estación meteorológica del laboratorio de energías alternativas.

# 1 1.- MARCO TEORICO

## CAPITULO I

### 1.- LA ENERGIA SOLAR Y EOLICA

#### 11.1.1.- La energía solar

##### 11.1.1.1. Generalidades

La cantidad total de radiación solar (directa y reflejada) que se recibe en un punto determinado del planeta, sobre una superficie de  $1 \text{ m}^2$ , para un determinado ángulo de inclinación entre la superficie colectora y la horizontal del lugar, recibe el nombre de insolación.

Las mediciones de insolación diaria se toman usando colectores fijos, con distintos ángulos de inclinación con respecto a la horizontal, así como colectores móviles (los que siguen la trayectoria del sol automáticamente).

##### 11.1.1.2.- La radiación solar sobre superficie plana

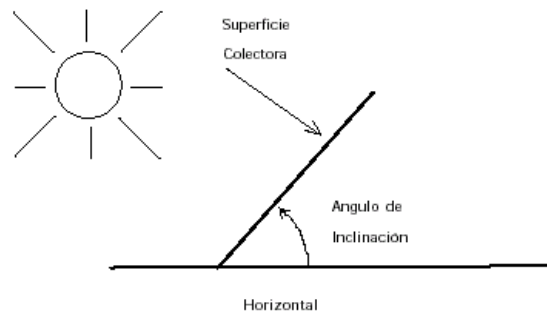


Figura. 1: Radiación sobre superficie plana

Como consecuencia de lo indicado anteriormente, la radiación solar sobre una superficie plana es función de los siguientes parámetros:

- Inclinación de la superficie
- Latitud del lugar
- Día del año
- Hora del día
- Estado climático

Para variar la incidencia solar de los parámetros indicados sólo se puede actuar sobre la orientación e inclinación de la superficie, como se muestra en la fig. 1

### 11.1.1.3.- Instrumento para medir la radiación solar

El instrumento de medición se llama piranómetro, y permite evaluar la energía solar que llega a una superficie horizontal, incluyendo la radiación directa y la difusa

Existe una variedad de instrumentos para medir la radiación solar en todas sus componentes, así como también la radiación infrarroja que recibe la superficie desde la atmósfera, o que emite la superficie hacia la atmósfera. La unidad de medición es el Watt/m<sup>2</sup>

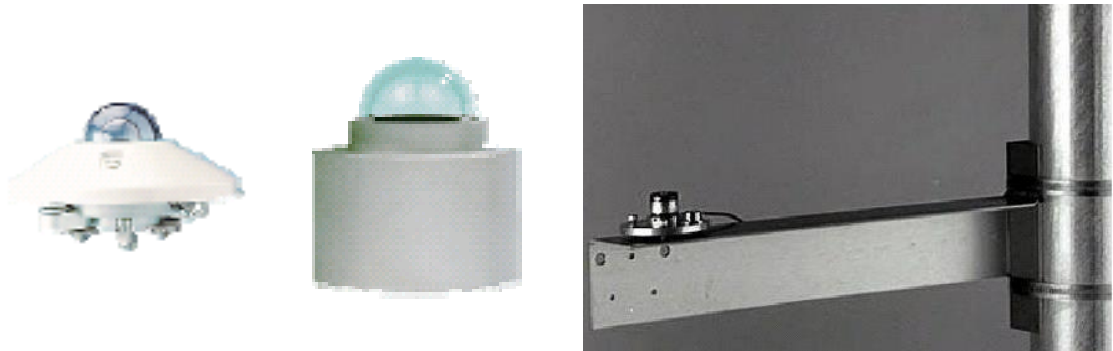


Figura 2: Piranómetros

El instrumento que registra el periodo en que el sol alumbra se denomina heliofanógrafo. Este consiste en una esfera de vidrio que actúa como una lente.

### 11.1.1.4.- Por que medir la radiación solar

La respuesta simple y directa es sí. Como comunidad interesada en conocer sus recursos, tenemos la necesidad de seguir midiendo la radiación solar por múltiples motivos, entre los cuales citamos:

El rendimiento de cosechas de cultivos diversos depende de la integral de la radiación solar. Realizar un seguimiento diario permite predecirlo, con las ventajas obvias que esto proporciona.

- La cantidad de agua evaporada del suelo (evapotranspiración) depende, entre otros factores, de la irradiación solar. Conocer con precisión el agua evaporada permite determinar el estado hídrico del suelo (agua disponible). Si se conoce el agua disponible en suelo puede planificarse el riego y determinar *a priori* cuáles especies pueden prosperar en un determinado lugar.
- El cálculo del rendimiento de los colectores solares y de los sistemas fotovoltaicos solo puede ser realizado si se conoce la energía proveniente del Sol

que incide en ellos. Eventuales instalaciones de generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos de gran magnitud, tales como las que existen en diversos países, necesitan evaluaciones preliminares de la irradiación solar para elegir su lugar de emplazamiento y requieren un monitoreo constante para operar.

- La planificación del secado de productos vegetales puede hacerse con mayor eficiencia si se dispone del dato de energía solar disponible.
- En lo que respecta al análisis climático, la radiación solar es un dato esencial para comprender la evolución y cambio del clima. Cada vez existe más evidencia de que estamos en un contexto de un cambio climático mundial. Monitorear la energía que llega desde el Sol a la superficie terrestre de manera continua nos ayudará a entender cómo esta puede afectarnos. Variaciones en la nubosidad, en la cantidad de partículas en suspensión en la atmósfera y en el agua que puede precipitar, se verían inmediatamente reflejadas en el nivel de radiación solar. Esas alteraciones pueden determinar la modificación y el corrimiento de las fronteras de las zonas fitogeográficas, transformando en productivas zonas actualmente incultas (y viceversa). Las especies animales pueden también migrar como consecuencia de los cambios climáticos. Renunciar al relevamiento continuo de la radiación solar implica, de alguna manera, renunciar al empleo de una poderosa herramienta de planificación.

### **11.1.2.- La energía eólica**

#### **11.1.2.1.- Generalidades**

El calor del sol provoca dilataciones y contracciones del aire y consecuentemente su desplazamiento, lo que constituye el viento, El instrumento destinado a medir la velocidad del viento es el anemómetro formado por alabes, distribuidos radialmente con un eje común.

#### **11.1.2.2.- El viento**

Se define como la componente horizontal del movimiento del aire (no se tiene en cuenta el movimiento vertical). Queda determinado por su dirección, que se expresa en grados sexagesimales (entendiéndose que la medida significa la dirección desde donde viene el viento), y por su velocidad, que se expresa en

millas náuticas por hora, o sea en nudos, en metros por segundo o en kilómetros por hora.

La **dirección** se suele referir al punto más próximo de la *rosa de los vientos* , para identificar la dirección del viento se utilizan las veletas, ver figura 3 a.



a: Veleta para dirección del viento



b: Anemómetro para velocidad del viento

Figura 3: Sensores para medir dirección y velocidad del viento

La **velocidad** se mide con los anemómetros, ver figura 3b. Los hay de diferentes tipos: de coprolas, que giran más o menos rápido según la velocidad del aire; otros aprovechan el efecto de succión o compresión que se origina porque la presión que ejerce el aire en movimiento es mayor que la del mismo en reposo, de tal manera que se mide esa diferencia de presión que depende de la velocidad del viento

### 11.1.2.3.- Aprovechamiento de la energía eólica

Las características básicas, que permiten analizar la aplicación de la energía eólica son las siguientes:

- Zona de emplazamiento
- Velocidad del viento en Km/h o m/seg
- Dirección, de acuerdo a la orientación y su variabilidad

## **CAPITULO II**

### **11.2.- SENSORES METEOROLOGICOS**

#### **11.2.1.- Generalidades**

Existen distintos parámetros para medir en la atmósfera y dos formas de hacerlo, una a través de la apreciación sensorial, es decir, percibiéndolas a través de nuestros sentidos y otra a través de instrumentos. Los instrumentos nos dan un valor exacto del parámetro. Para que las observaciones realizadas en distintos lugares sean comparables, tanto el instrumental, como su ubicación e instalación dentro de las estaciones meteorológicas están estandarizados.

#### **11.2.2.- Anemómetro**

Pueden ser de coperolas, de hélice, de tubo pitot, eléctricos. El primero de ellos (de coperolas) es el más usado. Ver fig. 3 b

##### **11.2.2.1.- Descripción**

Está compuesto por un conjunto giratorio formado por un eje y tres brazos con semiesferas adosadas (coperolas), formando un ángulo de  $120^\circ$  entre sí. Las coperolas pueden tener forma semiesférica o de cono truncado. Este instrumento está sujetado por rodamientos de acero inoxidable (rulemanes) introducidos en un casquete de metal. En el extremo del eje hay un disco con una serie de agujeros, un emisor y un receptor de luz infrarroja. Cuando coinciden emisor, orificio y receptor se envía un impulso eléctrico. La cantidad de pulsos depende de la velocidad de rotación.

##### **11.2.2.2.- Instalación**

Se coloca lejos de obstáculos, en general a 10 metros de altura.

#### **11.2.3.- Veleta**

Mide la dirección del viento ver fig. 3 a

### **11.2.3.1.- Descripción**

Sistema mecánico, perfectamente balanceado y paralelo al suelo. Puede ser de chapa común. Debe estar orientada perfectamente Norte-Sur. La información se transmite a través de electricidad (puede ser a través de un motor sincro-repetidor, que hace girar una aguja la misma cantidad de grados que ha girado la veleta; o a través de un disco codificado. Este disco tiene seis pistas y cada una sensores infrarrojos. La combinación de los diferentes sensores se traduce en un código binario que se envía a la estación.

### **11.2.3.2.- Instalación**

El sensor se coloca a 10 metros de altura, alejado de obstáculos

### **11.2.4.- Piranómetros y pirheliómetros**

Miden la radiación solar directa y difusa

#### **a.- Piranómetros bimetálicos**

La irradiación solar global se mide en forma directa empleando piranómetros. La señal de salida que brindan estos equipos es proporcional a la radiación solar. Esencialmente se habla de dos tipos de piranómetros. Los de primera clase tienen una superficie detectora ennegrecida en la cual hace contacto térmico una serie de soldaduras de pares bimetálicos. Las otras juntas están en contacto con un bloque de metal de gran capacidad térmica, a resguardo de la radiación solar directa. Las conexiones están hechas para que el voltaje de salida sea la diferencia entre el voltaje de las juntas en contacto con la superficie expuesta a la radiación y la masa térmica que se encuentra a temperatura ambiente, ver figura 4.

Los piranómetros de segunda clase presentan la superficie detectora pintada de blanco y negro alternativamente, en superficies dispuestas como coronas circulares concéntricas o como estrella o damero (en este tipo de solarímetros las juntas calientes se encuentran solidarias a las superficies negras y las juntas frías a las superficies blancas).





**Piranómetro bimetalico**



**Piranómetro fotovoltaico**

**Figura 4: Tipos de piranómetros**

### **b.- Piranómetro fotovoltaico**

Otra clase de *piranómetros* son los denominados fotovoltaicos, los que poseen como elemento sensible una oblea de silicio que, al recibir un flujo de radiación solar, genera un voltaje proporcional a ella.

### **c.- El pirheliómetro**

El pirheliómetro mide la radiación solar directa que incide en forma normal sobre una superficie (esto se consigue colocando el sensor normalmente en el foco solar o bien sobre un montaje ecuatorial).

#### **11.2.4.1.- Descripción**

El piranómetro o solarímetro mide la radiación solar global (difusa) recibida de todo el hemisferio celeste sobre una superficie horizontal terrestre. Tiene dos sensores uno negro y uno blanco protegidos por un vidrio que sólo deja pasar la radiación de onda corta. La diferencia de temperatura de estos dos sensores se traduce en impulsos eléctricos. Se coloca a 1,2 m del suelo. Colocado en forma invertida al solarímetro mide la radiación reflejada (albedómetro).

#### **11.2.4.2.- Medición**

Se mide en calorías por centímetro cuadrado y minuto, o en vatios por metro cuadrado. Equivalencia:  $1 \text{ cal /cm}^2 \text{ min} = 696,67 \text{ W/m}^2$

## CAPITULO III

### 11.3.- CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS

#### 11.3.1.- Comunicación de Datos.

Es el proceso de comunicar información en forma binaria entre dos o más puntos. Requiere cuatro elementos básicos (ver figura 5) que son:

- a.- **Emisor:** Dispositivo que transmite los datos
- b.- **Mensaje:** lo conforman los datos a ser transmitidos
- c.- **Medio :** consiste en el recorrido de los datos desde el origen hasta su destino
- d.- **Receptor:** dispositivo de destino de los datos

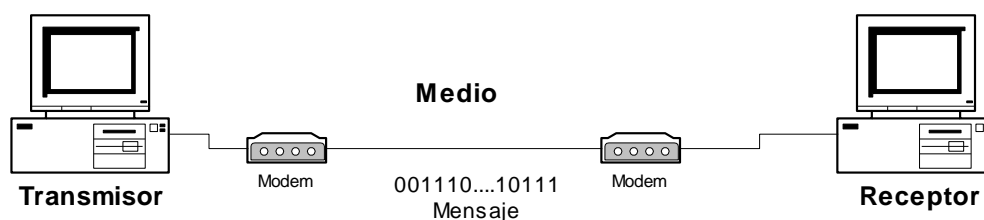


Figura 5: Elementos de comunicación de datos

#### 11.3.2.- Terminología

- a.- **BIT:** es la unidad más pequeña de información y la unidad base en comunicaciones.
- b.- **BYTE:** conjunto de bits continuos mínimos que hacen posible, un direccionamiento de información en un sistema computarizado. Está formado por 8 bits.
- c.- **Trama:** tira de bits con un formato predefinido usado en protocolos orientados a bit.
- d.- **Paquete:** fracciones de un mensaje de tamaño predefinido, donde cada fracción o paquete contiene información de procedencia y de destino, así como información requerida para el reensamblado del mensaje.
- e.- **Interfaces:** conexión que permite la comunicación entre dos o más dispositivos.
- f.- **Códigos:** acuerdo previo sobre un conjunto de significados que definen una serie de símbolos y caracteres. Toda combinación de bits representa un carácter dentro de la tabla de códigos. Las tablas de códigos más reconocidas son las del código ASCII y la del código EBCDIC.

**g.- Paridad:** técnica que consiste en la adición de un bit a un carácter o a un bloque de caracteres para forzar al conjunto de unos (1) a ser par o impar. Se utiliza para el chequeo de errores en la validación de los datos. El bit de paridad será cero (0=SPACE) o uno (1=MARK).

**h.- Modulación:** proceso de manipular de manera controlada las propiedades de una señal portadora para que contenga la información que se va a transmitir

**i.- DTE (Data Terminal Equipment):** equipos (figura 6) que son la fuente y destino de los datos. Comprenden equipos de computación (Host, Microcomputadores y Terminales).

**j.- DCE (Data Communications Equipment):** equipos de conversión entre el DTE y el canal de transmisión, es decir, los equipos a través de los cuales conectamos los DTE a las líneas de comunicación.

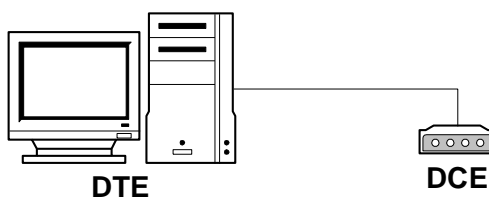


Figura 6: Conexión DTE - DCE

### 11.3.3.- Protocolos

Conjunto de reglas o normas que regulan la comunicación – establecimiento, mantenimiento, y cancelación – entre los distintos dispositivos de una red o de un sistema.

### 11.3.4.- Standard ISO ( International Standards Organization)

En este modelo, el propósito de cada nivel es proveer servicios al nivel superior, liberándolo de los detalles de implementación de cada servicio al nivel posterior. La información que se envía de un computador a otro debe pasar del nivel superior al nivel inferior atravesando todos los demás niveles de forma **descendente**, dentro del computador que origina los datos.

A su paso por cada nivel a los datos se les adiciona información que será removida al llegar a su destino.

### 11.3.5.- Niveles del modelo OSI

ISO (Internacional Standards Organisation) Organización Internacional de Estandares, desarrolló un modelo de referencia para las redes, conocido como OSI (*Open Systems Interconnect*) sistema de interconexión abierta; cuyo representante estadounidense es ANSI. Cada capa del modelo OSI tiene bien definidas sus funciones en la red; el sistema OSI tiene siete niveles, o capas; como se puede observar en la figura 7.

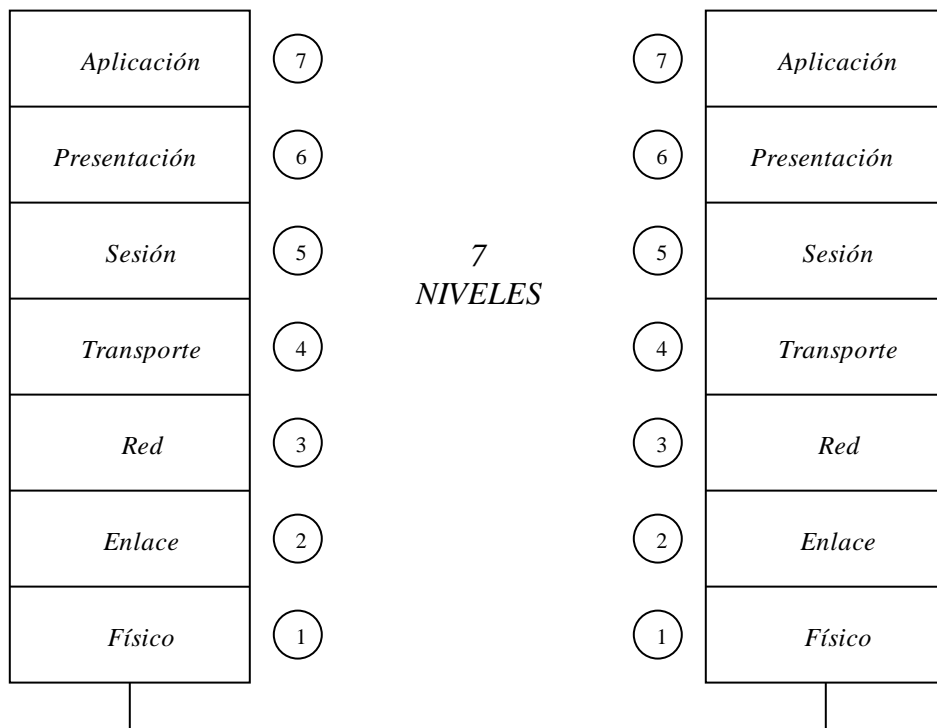


Figura 7: Capas del modelo OSI

En realidad no es una arquitectura particular, porque no especifica los detalles de los niveles, sino que los estándares de ISO existen para cada nivel.

**a.- Nivel físico.** Cuestiones: los voltajes, la duración de un bit, el establecimiento de una conexión, el número de polos en un enchufe, etc.

**b.- Nivel de enlace.** El propósito de este nivel es convertir el medio de transmisión crudo en uno que esté libre de errores de transmisión. El remitente parte los datos de input en *marcos de datos* (algunos cientos de bytes) y procesa los *marcos de acuse*.

- Este nivel maneja los marcos perdidos, dañados, o duplicados.
- Regula la velocidad del tráfico.
- En una red de broadcast, un subnivel (el subnivel de acceso medio, o *medium Access sublayer*) controla el acceso al canal compartido.

**c.- Nivel de red.** Determina el ruteo de los paquetes desde sus fuentes a sus destinos, manejando la congestión a la vez. Se incorpora la función de contabilidad.

**d.- Nivel de transporte.** Es el primer nivel que se comunica directamente con su par en el destino (los de abajo son de máquina a máquina). Provee varios tipos de servicio (por ejemplo, un canal punto-a-punto sin errores). Podría abrir conexiones múltiples de red para proveer capacidad alta. Se puede usar el encabezamiento de transporte para distinguir entre los mensajes de conexiones múltiples entrando en una máquina. Provee el control de flujo entre los hosts.

**e.- Nivel de sesión.** Parecido al nivel de transporte, pero provee servicios adicionales. Por ejemplo, puede manejar *tokens* (objetos abstractos y únicos) para controlar las acciones de participantes o puede hacer *checkpoints* (puntos de recuerdo) en las transferencias de datos.

**f.- Nivel de presentación.** Provee funciones comunes a muchas aplicaciones tales como traducciones entre juegos de caracteres, códigos de números, etc.

**g.- Nivel de aplicación.** Define los protocolos usados por las aplicaciones individuales, como e-mail, telnet, etc.

## **CAPITULO IV**

### **11.4.- SISTEMAS PARA ADQUISICION DE DATOS**

#### **11.4.1.- Generalidades**

Un recolector de datos es una interfaz autónoma de puertos: serial o USB. Estos tienen su propia memoria y su propio abastecimiento de energía, para permitir la colección y almacenamiento de datos durante un determinado período. Puede conectarse a distintos tipos de computador para transferir datos e instrucciones.

Algunos recolectores de datos se deben programar desde el computador con instrucciones específicas acerca de qué se debe registrar y cuándo hacerlo; luego, se desconectan del computador para transportarlos. Algunos se pueden activar oprimiendo un botón y comenzar así la recolección con cualquier clase de sensor que esté conectado, esto continuará hasta que se le desactive. Algunos tienen pantallas indicadoras para mostrar datos en forma gráfica a medida que estos se recopilan, característica que permite a los estudiantes ver que está ocurriendo. Algunos recolectores pueden almacenar en la memoria, al mismo tiempo, más de un conjunto de datos y todos pueden transferirlos a un computador anfitrión para analizarlos.

Es predecible que mientras más funciones tenga un recolector de datos, mayor sea su costo. Vale la pena considerar que si usted realmente necesita todas las funciones avanzadas que ofrece un recolector costoso, comparándolo con un recolector de precio moderado que permite hacer el registro de datos a través de un puerto serial o USB; su decisión estará por aquel que se acople a sus exigencias técnicas.

#### **11.4.2.- Interfaces para recolección de datos a través de puertos seriales**

Como lo implica el nombre, las interfaces para recolección de datos a través de puertos seriales se conectan en el puerto serial del computador. Casi todos los computadores tienen de una u otra forma este tipo de puerto y algunos tienen hasta dos, que pueden parecer ligeramente diferentes y tener un número

distinto de pines. Si desea utilizar la interfaz en varios tipos de computador, entonces, obviamente, tendrá que comprar conectores y software adicionales.

Una ventaja de una interfaz de puerto serial para recolección de datos es que no es específica para un tipo de computador. Así que si usted tiene varias clases de computadores o planea cambiarse a un sistema diferente en algún momento en el futuro, podrá seguir utilizando la interfaz siempre y cuando el *software* esté todavía disponible.

### 11.4.3.- El registrador de datos (dataloggers)

La adquisición de datos es el proceso que involucra la recopilación de información de una forma automatizada a partir de fuentes de medición análogas y digitales como sensores y dispositivos bajo prueba. La adquisición de datos utiliza una combinación de medición de hardware y software basado en PC para proporcionar un sistema de medición flexible y definido por el usuario

Los datos del viento, obtenidos por el anemómetro son recogidos en un chip electrónico en una pequeña computadora del registrador de datos (datalogger).

Las fotografías (figura 8) muestran tres ejemplos de registradores de datos.



Datalogger



Datalogger modelo HL20



Datalogger MC32

**Figura 8: Equipos dataloggers**

### 11.4.4.- La interfaz RS-232

Para facilitar la conexión entre DTE y DCE se han desarrollado múltiples estándares (ver figura 9) que determinan todas las características físicas, eléctricas, mecánicas y funcionales de la conexión constituyendo lo que denominamos la definición de un interfase. Estos estándares constituyen un ejemplo de los

protocolos del nivel físico, y se encuadrarían en el nivel más bajo del modelo de referencia OSI.

Posiblemente el más conocido y popular es el "Recommended Standard 232". El RS-232 es una norma para la conexión entre un DTE y un DCE que define:

- El tipo de conector a emplear.
- Las características eléctricas.
- Los niveles de tensión.
- Las longitudes máximas a distintas velocidades.

Los nombres de las señales que intervienen en el funcionamiento y la estructura del protocolo de comunicación.

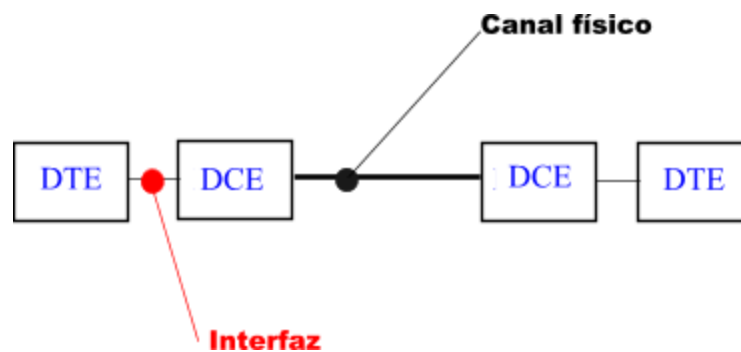


Figura 9: Conexión entre un DTE y DCE

Esta norma establece una señalización eléctrica bipolar:

Nivel lógico 0 : +15...+3Voltios.

Nivel lógico 1 : -15...-3Voltios.

Las velocidades de transmisión que puede soportar este estándar van desde los 0bps hasta los 20Kbps. Con respecto a las distancias máximas se propone que no sean superiores a 15 metros. Aunque un diseño cuidadoso puede permitir distancias muy superiores, hay que suponer que esta limitación teórica se puede manifestar en la práctica en dispositivos que cumplan la norma.

En la figura 10 podemos ver la conexión básica de RS-232.





Figura 10: Conexión básica del interfaz RS232

Para enviar datos desde el DTE hacia el DCE en primer lugar debe ocurrir que DRS y CTS estén a 0. Después se comunican datos usando TXD. En cualquier momento el DCE puede detener al DTE poniendo DSR a 1 o estableciendo CTS a 1.

## CAPITULO V

### 11.5.- MEDIOS DE TRANSMISION

#### 11.5.1.- Medios de transmisión

Los medios de transmisión, ver figura 11, son los encargados de transportar la

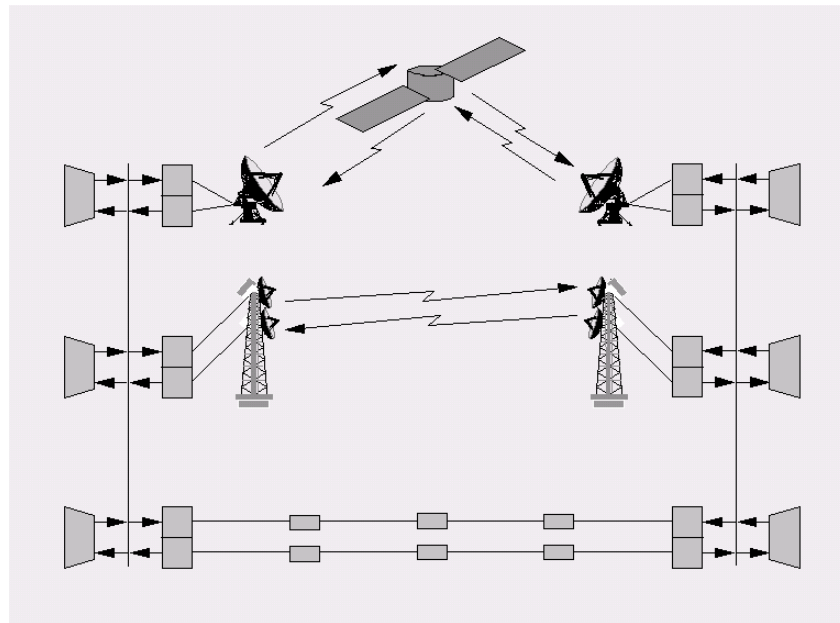


Figura 11: Medios de transmisión

señal eléctrica generada, por ejemplo en el teléfono o un DTE, con la menores pérdidas y la menor distorsión, entre los dos extremos conectados. Entre los diferentes medio de transmisión tenemos:

#### 11.5.1.1.- Medios magnéticos.

Si el costo por bit o ancho de banda es muy importante, las cintas magnéticas ofrecen la mejor opción.

- Una cinta de video (Exabyte) puede almacenar 7 GB.
- Una caja de 50 cm. puede almacenar 1000 cintas, o 7000 GB.
- En los Estados Unidos se puede mandar una caja de este tipo de cualquier punto a cualquier otro en 24 horas.
- El ancho de banda entonces es 648 Mbps. Si el destino es solamente a una hora de distancia, el ancho de banda es más de 15 Gbps.

### 11.5.1.2.- Par trenzado (*twisted pair*).

Consiste en dos alambres de cobre enroscados (para reducir interferencia eléctrica). Puede correr unos kilómetros sin la amplificación. Es usado en el sistema telefónico.

### 11.5.1.3.- Cable coaxial.

Un alambre dentro de un conductor cilíndrico. Tiene un mejor blindaje y puede cruzar distancias mayores con velocidades mayores (por ejemplo, 1-2 Gbps).

### 11.5.1.4.- Fibra óptica.

Hoy tiene un ancho de banda de 50.000 Gbps, pero es limitada por la conversión entre las señales ópticas y eléctricas, ver figura 12 (1 Gbps). Los pulsos de luz rebotan dentro de la fibra. En una fibra de modo único los pulsos no pueden rebotar (el diámetro es demasiado pequeño) y se necesita menor amplificación (por ejemplo, pueden cruzar 30 Km. a unos Gbps).

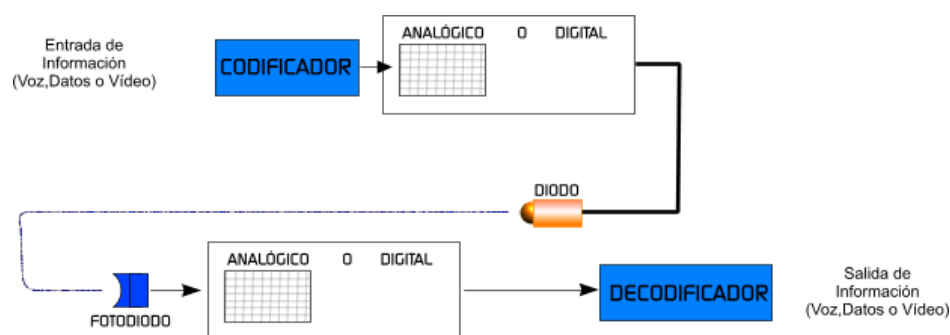


Figura 12: Esquema de transmisión por fibra óptica

### 11.5.1.5.- Radio.

10 KHz-100 MHz. Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden cruzar distancias largas, y entrar fácilmente en los edificios. Son omnidireccionales, lo cual implica que los transmisores y receptores no tienen que ser alineados.

- Las ondas de frecuencias bajas pasan por los obstáculos, pero el poder disminuye con el cubo de la distancia.

- Las ondas de frecuencias más altas van en líneas rectas. Rebotan en los obstáculos y la lluvia las absorbe.

#### **11.5.1.6.- Microondas.**

100 MHz-10 GHz. Van en líneas rectas. Antes de la fibra formaban el centro del sistema telefónico de larga distancia. La lluvia las absorbe.

#### **11.5.1.7.- Infrarrojo.**

Se usan en la comunicación de corta distancia (por ejemplo, control remoto de televisores). No pasan por las paredes, lo que implica que sistemas en distintas habitaciones no se interfieren. No se pueden usar afuera.

#### **11.5.1.8.- Ondas de luz.**

Se usan lasers. Ofrecen un ancho de banda alto con costo bajo, pero el rayo es muy angosto, y el alineamiento es difícil.

## CAPITULO VI

### 11.6.- CONCEPTOS BASICOS DE TELEFONIA CELULAR

#### 11.6.1.- Sistemas de radiocomunicaciones móviles

##### 11.6.1.1.- Introducción

El servicio de radiotelefonía móvil pública, ver figura 13, constituye un avance considerable, sobre los sistemas de PMR, tanto convencionales como troncales. La finalidad de este servicio, conocido como TMA celular o simplemente TMA, es la de proporcionar al usuario un servicio telefónico público móvil. El usuario, desde un vehículo fijo o en marcha o utilizando un equipo portátil, puede efectuar y recibir llamadas telefónicas automáticas con cualquier otro abonado fijo o móvil de la red telefónica nacional o internacional.

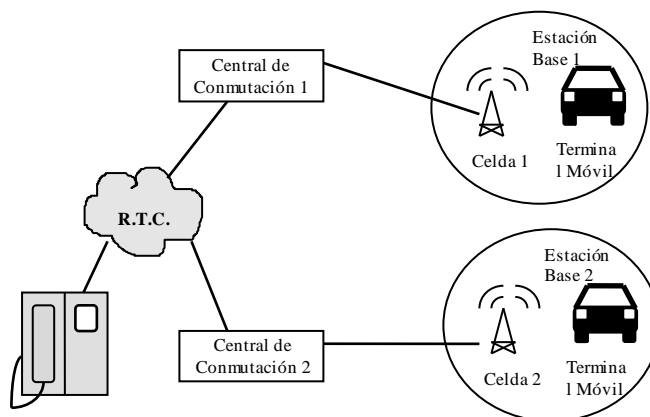


Figura 13: Esquema básico de radiotelefonía móvil

##### 11.6.1.2.- Sistemas celulares

En los sistemas de telefonía móvil celular, la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células, a las que se asigna un cierto número de radiocanales, dotándolas de otras tantas estaciones de base transmisoras y receptoras. En células separadas entre sí una cierta distancia, llamada distancia cocanal o distancia de reutilización, pudiéndose así atender mayores demandas.

Dado un conjunto de frecuencias, como no pueden reutilizarse en células contiguas, deben subdividirse en juegos de frecuencias que se asignan cierto número de células, constituyéndose así un conjunto básico de células que denominaremos agrupación (*cluster*). Se recubre toda la zona de servicio

mediante la traslación sistemática de la agrupación, formándose un «enlosado» de células (Fig. 14).

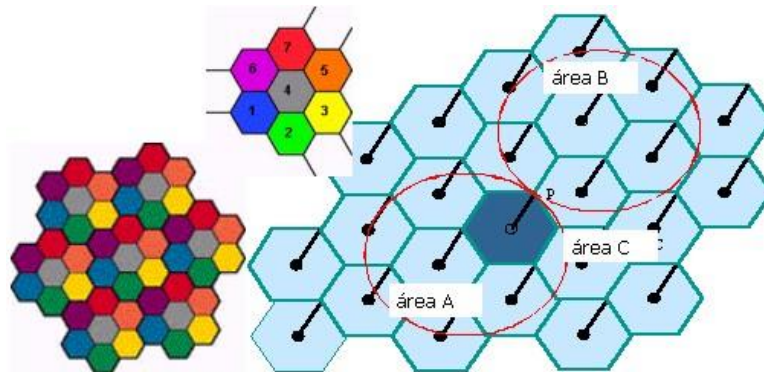


Figura 14: Agrupación de células

En función de las previsiones de tráfico y del grado de calidad, se determinan en el número de radiocanales por célula, la dimensión de la agrupación y el radio celular.

### 11.6.1.3.- Evolución de la telefonía móvil.

Los radioteléfonos móviles fueron usados esporádicamente para comunicaciones marítimas y militares durante la década de los 20. En 1946, el primer sistema telefónico para coche se desarrolló en St. Louis. Este sistema usó un sencillo pero grande transmisor colocado en lo alto de un edificio y tenía un canal simple usado para enviar y recibir. Para hablar, el usuario tenía que apretar un botón que permitía transmitir al emisor, pero no al receptor. Estos sistemas conocidos como **push-to-talk** (pula y habla) se instalaron en varias ciudades a principios de los 50. CB-radio, taxis y coches de policía a menudo usan esta tecnología.

En los 60, se instalaron los **IMTS (Improved Mobile Telephone System)**. Usaban transmisores de gran potencia (200 w.) en lo alto de colinas. Pero utilizaban dos frecuencias, una para enviar y otra para recibir, así el botón de pulsar para hablar no era necesario.

Todo cambió con **AMPS (Advanced Mobile Phone System)**, inventado por Bell Labs e instalado por primera vez en Estados Unidos en 1982. También se usó en Inglaterra donde se llamó TACS y en Japón donde se conoció como MCS-L1. En AMPS una región geográfica se divide en celdas típicamente de 10 a 20 Km de radio y cada una usa un conjunto de frecuencias. Proporciona mucha más capacidad que todos los sistemas previos usando celdas relativamente

pequeñas y rehusando transmisión de frecuencias en celdas próximas pero no adyacentes. Además, celdas más pequeñas significan menos potencia, que es una ventaja para aparatos más sencillos y baratos. Los teléfonos de mano están sobre los 0,6 w.; los transmisores de coches típicos en 3 w. que es el máximo permitido por FCC.

La evolución de la telefonía celular se la puede resumir según el cuadro presentado en la figura 15

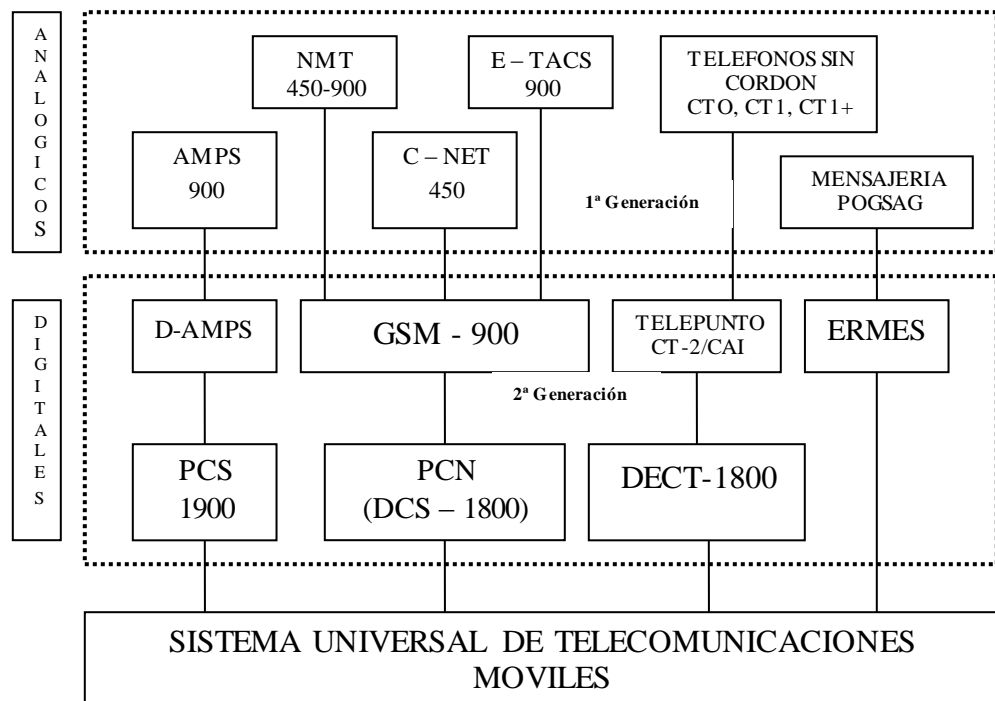


Figura 15: Evolución de los sistemas móviles

### 11.6.1.3.1.-- Primera generación (1G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían baja velocidad (2400 bauds). En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad (Basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access) y, además, la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System).

#### **11.6.1.3.2.- Segunda generación (2G)**

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital.

EL sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System por Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación

#### **11.6.1.3.3.- Generación 2.5 G**

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B e IS-95Bm entre otros.

#### **11.6.1.3.4.-Tercera generación 3G.**

La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos. Se espera que las redes 3G empiecen a operar en el 2001 en Japón, por NTT DoCoMo; en Europa y parte de Asia en el 2002, posteriormente en Estados Unidos y otros países.



Asimismo, en un futuro próximo los sistemas 3G alcanzarán velocidades de hasta 384 kbps, permitiendo una movilidad total a usuarios, viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores. También alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps, permitiendo una movilidad limitada a usuarios, caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.

## **11.6.2.- Servicios de telecomunicaciones en el Ecuador**

### **11.6.2.1.- Introducción**

En la época en la que vivimos es muy importante conocer las realidades tecnológicas de nuestro país y de manera muy especial en el que campo que nos encontramos estudiando, las Telecomunicaciones. Resulta muy útil por lo tanto conocer las regulaciones que presentan los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador, los títulos habilitantes que permiten operar de manera legal, licencias que permitan brindar los servicios básicos de telecomunicación y de hecho saber qué empresas se encuentran funcionando y que beneficios ponen a disposición de los usuarios.

### **11.6.2.1.- Terminología Importante**

A continuación se expone el significado de las expresiones más comunes usadas en el documento y que son de gran importancia:

**Base de acceso terminal (BAT).**- Realiza la unión entre la red interior de usuario y uno de los terminales telefónicos.

**Bucle local y/o bucle local de usuario.**- Se corresponde con el circuito físico comprendido entre la central de conmutación y el Punto de Terminación de Red (cable de pares simétricos, cable coaxial, fibra óptica, y combinaciones de estos elementos)

**Códigos de señalización DTMF.**- Para la señalización de un equipo terminal con el resto de la red (marcación de dígitos 0 a 9 o caracteres especiales como \* y #) se usan combinaciones de dos frecuencias de las permitidas en la red.

**Condición o estado de llamada.**- Situación de la red en el momento de enviar señal o corriente de llamada (presentada en el PTR) estando el equipo terminal en estado de reposo (colgado).

**Equipo Terminal.-** Equipo de usuario que, mediante un conector adecuado, se une Punto de Terminación de Red

**Punto de Terminación de Red.-** Punto frontera que realiza la unión entre la red del operador y la red interior de usuario. Se ubicará en el interior de cada domicilio y en él se presentan los hilos a y b (de la red interior de usuario) mediante dos elementos de conexión.

**Red interior de Usuario.-** Parte de la red destinada a la conexión de los diferentes equipos terminales entre sí y con el PTR.

**Servicio Universal.-** Denomínase Servicio Universal a la obligación de extender el acceso de un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social o su localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida.

La interfaz de línea analógica sirve para la provisión del servicio telefónico básico así como de servicios especiales o suplementarios, en un punto físico frontera, unión entre la red del operador y la red interior de usuario, llamado punto de terminación de red (PTR), al que se conectan los distintos equipos de usuario.

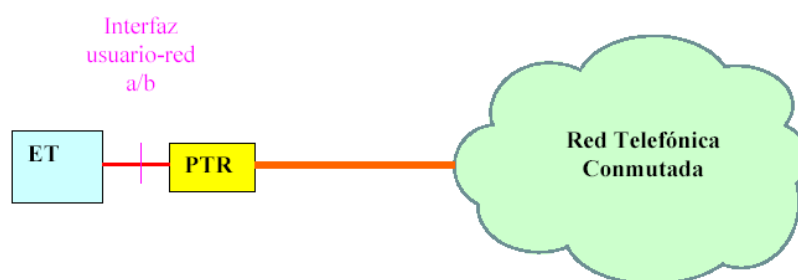


Figura 16: Descripción de interfaz

En esta figura 16, se presenta de forma genérica el escenario de red que servirá de base para la descripción de la interfaz.

#### 11.6.2.1.- Servicios Finales y Portadores

Según la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, los servicios abiertos a la correspondencia pública se dividen en servicios finales y servicios

portadores, los que se definen a continuación y se prestan a los usuarios en las siguientes condiciones:

- a) **Servicios finales de telecomunicaciones** son aquellos servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones del equipo terminal y que generalmente requieren elementos de conmutación.

Forman parte de estos servicios, inicialmente, los siguientes: telefónico rural, urbano, interurbano e internacional; videotelefónico; telefax; burofax; datafax; videotex, telefónico móvil automático, telefónico móvil marítimo o aeronáutico de correspondencia pública; telegráfico; radiotelegráfico; de télex y de teletextos.

También se podrán incluir entre los servicios finales de telecomunicación los que sean definidos por los organismos internacionales competentes, para ser prestados con carácter universal.

El Reglamento Técnico de cada servicio final de telecomunicación deberá definir los puntos de conexión a los cuales se conecten los equipos terminales del mismo. Esta definición deberá contener las especificaciones completas de las características técnicas y operacionales y las normas de homologación que deberán cumplir los equipos terminales; y,

Los equipos terminales, con certificado de homologación, podrán ser libremente adquiridos a la empresa estatal o a empresas privadas;

- b) **Servicios portadores** son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos. El régimen de prestación de servicios portadores se sujeta a las siguientes normas:

1. En este tipo de servicios existen dos modalidades:

a) Servicios que utilizan redes de telecomunicaciones conmutadas para enlazar los puntos de terminación, tales como la transmisión de datos por redes de conmutación de paquetes, por redes de conmutación de circuitos, por la red conmutada o por la red télex; y,

b) Servicios que utilizan redes de telecomunicación no conmutadas. Pertenecen a este grupo, entre otros, el servicio de alquiler de circuitos;

2. Los puntos de terminación de red a que hace referencia la definición de servicios portadores deberán estar completamente especificados en todas sus

características técnicas y operacionales en los correspondientes Reglamentos Técnicos.

### 11.6.2.1.- Empresas de servicios portadores.

#### 11.6.2.1.- Definición.

Son servicios portadores (ver figura 17), aquellos servicios de telecomunicaciones que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación definidos de red.

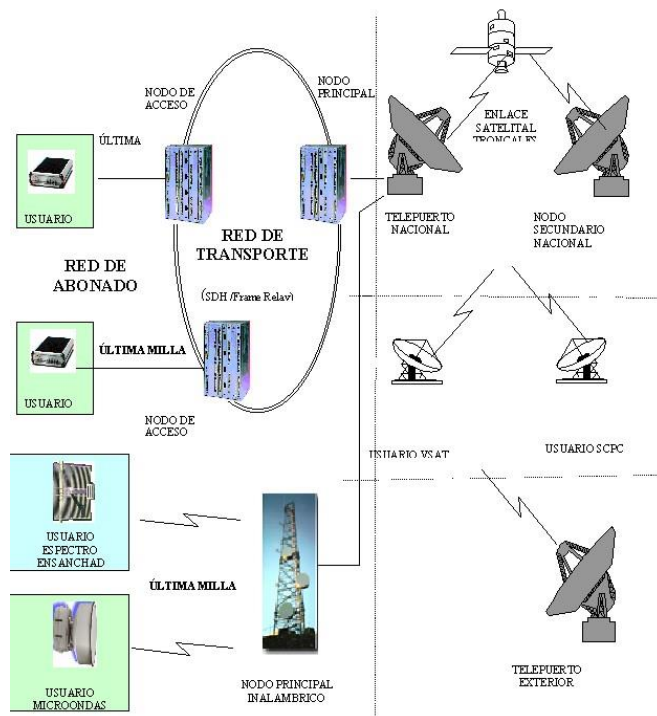


Figura 17: Servicios de portadores

Estos servicios ofrecen al usuario la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes, sonidos, voz e información de cualquier naturaleza entre puntos de terminación de red especificados, los cuales pueden ser suministrados a través de redes públicas propias o de terceros, de transporte y de acceso, conmutadas o no conmutadas, físicas, ópticas y radioeléctricas tanto terrestre como espaciales.

#### 11.6.2.4.2.- Empresas concesionarias de servicios de portadores.

Las empresas con concesión para dar servicio de portadores, en nuestro País, se describen en la tabla 1

**Tabla 1: Concesionarios de portadores**

ANDINATEL S.A.	*GILAUCO S.A.	NEDETEL S.A.	SURATEL SA.
CONECCEL S.A.	GRUPO BRAVCO S.A.	*OTECCEL S.A.	*TELCONET S.A.
ETAPA	IMPSATEL DEL ECUADOR S.A.	PACIFICTEL S.A.	TRANSELECTRIC S.A.
*ETAPATELECOM S.A.	MEGADATOS S.A.	QUICKSAT S.A.	TRANSNEXA S.A.

#### 11.6.2.5.- Estadísticas de servicio portadores

##### 11.6.2.5.1.- Areas de cobertura de las operadoras que prestan servicios portadores en el Ecuador

**Tabla 2: Cobertura de las operadoras que prestan servicios portadores**

OPERADORA	COBERTURA
ANDINATEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL
CONECCEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL
ETAPA	Cantón Cuenca
*ETAPATELECOM S.A.	TERRITORIO NACIONAL (EXCEPTO CUENCA)
*GILAUCO S.A.	TERRITORIO NACIONAL
GRUPO BRAVCO S.A.	TERRITORIO NACIONAL
IMPSATEL DEL ECUADOR S.A.	TERRITORIO NACIONAL
MEGADATOS S.A.	TERRITORIO NACIONAL
NEDETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL
*OTECCEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL
PACIFICTEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL
QUICKSAT S.A.	TERRITORIO NACIONAL
SURATEL SA.	TERRITORIO NACIONAL
*TELCONET S.A.	TERRITORIO NACIONAL
TRANSELECTRIC S.A.	TERRITORIO NACIONAL
TRANSNEXA S.A.	TERRITORIO NACIONAL

\* No inician operaciones

### 11.6.2.5.2.- Estadísticas del servicio portadores por operadora

Tabla 3: Estadísticas de las operadoras de servicios portadores

SERVICIOS PORTADORES					
No	OPERADORA	COBERTURA	USUARIOS	NUM DE ENLACES	ACTUALIZADO
1	ANDINATEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	2.286	3.972	30-Nov-04
2	CONECEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	76	166	31-Dic-04
3	ECUADORTELECOM S.A.	TERRITORIO NACIONAL	-	-	22-Mar-05 *
4	ETAPA	Cantón Cuenca	170	203	28-Feb-03
5	ETAPATELECOM S.A.	T. NACIONAL (EXCEPTO CUENCA)	-	-	3-Nov-04 **
6	GILAUCO S.A.	TERRITORIO NACIONAL	-	-	26-Nov-04 *
7	GRUPO BRAVCO CIA. LTDA.	TERRITORIO NACIONAL	8	12	31-Dic-04
8	IMPSATEL DEL ECUADOR S.A.	TERRITORIO NACIONAL	260	1.245	31-Dic-04
9	MEGADATOS S.A.	TERRITORIO NACIONAL	463	915	31-Dic-04
10	NEDETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	29	33	30-Abr-04
11	OTECCEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	39	77	31-Dic-04
12	PACIFICTEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	194	671	30-Nov-04
13	QUICKSAT S.A.	TERRITORIO NACIONAL	1	1	31-Dic-04
14	SETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	-	-	14-Oct-04 *
15	SURATEL SA.	TERRITORIO NACIONAL	9.093	11.814	30-Nov-04
16	TELCONET S.A.	TERRITORIO NACIONAL	220	227	30-Sep-04
17	TELEHOLDING S.A.	TERRITORIO NACIONAL	-	-	30-Abr-05 *
18	TRANSELECTRIC S.A.	TERRITORIO NACIONAL	1	56	31-Dic-04
19	TRANSNEXA S.A.	TERRITORIO NACIONAL	10	52	31-Dic-04
TOTAL			12.85	19.444	

Plazo máximo de inicio de operaciones comerciales

\*\* No reporta usuarios

### 11.6.3.- La telefonía móvil en el Ecuador

Para la prestación de un servicio de telecomunicaciones, en el Ecuador se necesita de un título habilitante que autorice esa actividad, el cual es otorgado por el Estado; para obtener estos títulos habilitantes el solicitante debe tener la capacidad técnica, financiera, y cumplir con los requisitos que impone el CONATEL.

Los títulos habilitantes consistirán en concesiones (para prestación de servicios finales, servicios portadores y asignación del espectro radioeléctrico), en permisos (para prestación de servicios de valor agregado, instalación y operación de redes privadas) y el registro (para convenios de conexión, interconexión, instalación de red privada).

#### 11.6.3.1.- Las empresas de telefonía móvil en el Ecuador

Existen muchas empresas que brindan servicios de telecomunicaciones en el Ecuador, las principales son empresas de telefonía fija, telefonía móvil, servicios troncalizados y empresas de servicios de valor agregado (Conexión a Internet).

En lo que respecta a la telefonía móvil, existen solo tres empresas que brindan este servicio a nivel nacional (PORTA, BELLSOUTH y TELECSA), la empresa ETAPA TELECOM brinda servicio de telefonía móvil en Cuenca.



Conecel (Porta) TDMA – GSM



Otecel (MOVIESTAR)TDMA–CDMA-GSM

#### **11.6.3.1.1.- Numero de abonados de telefonía móvil celular / mayo – 2005**

*OTECCEL* (tecnología TDMA) - Movistar

PREPAGO: 354.522 abonados POSTPAGO: 28.193 abonados

*OTECCEL* (tecnología CDMA) - Movistar

PREPAGO: 914.795 abonados POSTPAGO: 305.499 abonados

*CONECCEL* (tecnología tecnología TDMA) - Porta

PREPAGO 964.978 abonados POSTPAGO 14.934 abonados

*CONECCEL* (tecnología GSM) – Porta

PREPAGO: 1.723.365 abonados POSTPAGO: 241.710 abonados

#### **11.6.3.2.- Empresas de telefonía móvil avanzada en el Ecuador.**

Es un servicio final de telecomunicaciones del servicio móvil terrestre, que permite toda transmisión, emisión y recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, voz, datos o información de cualquier naturaleza.

##### **11.6.3.2.1.- Concesionarios de telefonía móvil avanzada.**

La única empresa que tiene licencia para brindar el Servicio Móvil Avanzado TELECSA S.A. (alegro) CDMA a nivel nacional, y ETAPAMOVIL en el sector de Cuenca.



TELECSA S.A.

#### **11.6.3.2.2.- Numero de abonados de servicio móvil avanzado / mayo – 2005**

TELECSA – Alegro PCS (tecnología CDMA)

PREPAGO: 125.173 abonados POSTPAGO: 29.548 abonados

#### **11.6.3.3.- Cobertura de la empresa CONECEL portacelular en el Ecuador**

Conecel o portacelular, tiene cobertura en todas las 22 provincias del País y particularmente radio bases montadas en los principales cantones de cada provincia. En el anexo 1 se puede observar los sitios de cobertura de esta empresa.

El número de radiobases contabilizadas hasta mayo del 2005 alcanzan las 750, esto es 211 radiobases con tecnología Amps/Tdma y 539 con tecnología GSM

#### **11.6.3.4.- Telefonía móvil en la provincia de Loja**

En la ciudad de Loja, se tiene el servicio de telefonía móvil, cubierto por las tres concesionarias, esto es Conecel (Porta), Otecel (Moviestar) y Telecsa (Alegro). Hasta mayo del 2005, la ciudad de Loja estaba cubierta por cuatro radiobases de porta, dos radio bases de moviestar y tres radio bases de alegro. En estos últimos meses, gran parte de nuestra provincia, ha sido provista del servicio de telefonía móvil, esto es a través de la empresa Conecel (Porta), con su red GSM en la banda de 850Mhz, utilizando en sus celdas, tecnología Nokia.

##### **11.6.3.4.1.- Conecel (Portacelular)**

La empresa conececel, cuenta con tres radio bases GSM montadas en la ciudad de Loja y once distribuidas por gran parte de la provincia.

En el anexo 2 se puede observar los sitios donde se encuentran montadas radio bases para cobertura de telefonía móvil GSM, en nuestra provincia, a través de sus diferentes repetidoras.



Las radio bases GSM, ver figura 18, utilizan la tecnología de NOKIA, con celdas OUT DOOR, a una frecuencia de 850 MHz, utilizando una antena sectorial de 120 grados.

Los sistemas outdoor se encuentran montados sobre torres, cuya altura depende del diseño y planificación, esto es, según la cobertura planificada en cada sitio.



Figura 18: Fabricante y equipo radio base

El sistema radiante, se encuentra montado sobre una torre de 50 metros; este sistema está diseñado para cubrir en un radio de 6 a 8 kilómetros sin amplificador y con la implementación de este último elemento cubre un radio de 20 Km.

#### 11.6.3.4.2.- Cobertura

En la provincia de Loja, Conecel brinda cobertura a través de la red GSM a 12 poblaciones, siendo estas: Loja, Cariamanga, Vilcabamba, Macará, Zapotillo, Celica, Alamor, Catacocha, Catamayo, El Cisne y Sozoranga.

Las radio bases de estas poblaciones, enrutan en tráfico hacia el conmutador celular, a través de radio enlaces PDH punto a punto, con infraestructura montada en sitios estratégicos para este efecto, entre ellos tenemos: Huachichambo, Guachahurcu, Colambo, Puglla, Pucará, etc. Ver esquema de la figura 19.

Torre Guachahurcu



Esquema de radio enlaces

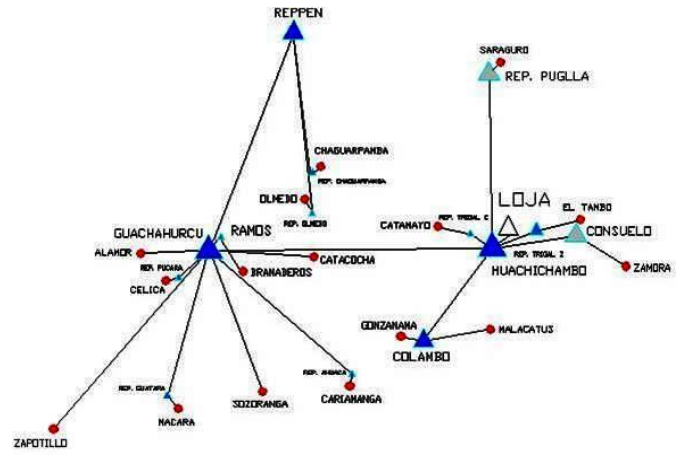


Figura. 19: Red de transmisión para cobertura

## CAPITULO VII

### 11.7.- SISTEMAS GSM Y GPRS

#### 11.7.1.- Sistema de telefonía móvil digital GSM

##### 11.7.1.1.- Introducción

La Red Pública Móvil Terrestre, PLMN, establecida de conformidad con las Recomendaciones GSM del ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). A lo largo de la década de los ochenta se establecieron en Europa sistemas de radiotelefonía móvil celular con arreglo a estándares distintos, por lo que los ámbitos de servicio se limitaban al territorio de cada país.

Por otro lado comenzaba a vislumbrarse la liberalización de las Telecomunicaciones que al introducir la competencia entre operadores provocaría una reducción de costes con el incremento subsiguiente de la demanda. En consecuencia se constituyó en la CEPT el *Groupe Spéciale Mobile* (GSM) con el mandato de desarrollar esa Norma. Posteriormente, al crearse el ETSI, el Grupo GSM pasó a integrarse en esta Institución.

El grupo GSM definió una serie de requisitos básicos para el nuevo sistema digital, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Posibilidad de localización y seguimiento automáticos, en ámbitos nacional e internacional.
- Número telefónico de abonado único.
- Gran capacidad de tráfico con una utilización del espectro optimizada.
- Mejor calidad de servicio y mayores facilidades que las proporcionadas por los sistemas actuales.
- Posibilidad de coexistencia con los sistemas analógicos actuales en los mismos emplazamientos de estaciones de base.
- Posibilidad de interconexión con la ISDN.
- Inclusión de servicios no telefónicos.
- Posibilidad de utilización de terminales de usuario de reducido tamaño, en especial aparatos portátiles de bolsillo.

- Seguridad y confidencialidad en los accesos a la red y en la transmisión de la información.
- Mayor eficacia de las baterías de los portátiles.
- Utilización de sistemas de señalización avanzados.
- Coste para el usuario no mayor que en los sistemas actuales.

Los primeros estudios y recomendaciones del GSM se centraron en el establecimiento de una banda de frecuencias común y el desarrollo de especificaciones armonizadas para los interfaces entre las unidades funcionales básicas del futuro sistema, aunque dejando un marco suficientemente amplio de libertad de diseño que estimulase la competitividad entre los fabricantes.

Las directrices que orientaron el desarrollo de las especificaciones fueron:

- Utilización de una banda común, reservada al GSM en todos los países participantes.
- Estructura celular digital. •— Sistema de acceso múltiple TDMA de banda estrecha. Control de potencia y de transmisión/recepción. Arquitectura OSI. Señalización avanzada (CCITT Número 7).

### **11.7.1.2. Arquitectura del sistema GSM**

El sistema GSM se estructura en:

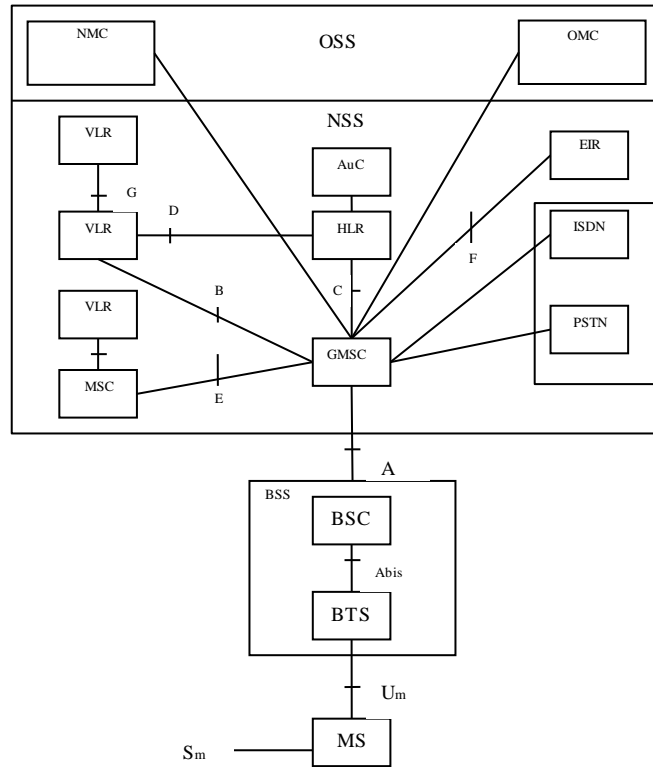
- Entidades funcionales.
- Interfaces.

La arquitectura funcional define las entidades que tienen a su cargo la ejecución de funciones definidas del sistema. Los interfaces establecen fronteras de repartición funcional. Se han definido dos interfaces básicas, que se denominan interfaz de «línea» e interfaz «aire» o interfaz radio.

La interfaz de línea, denominado «A», separa el Centro de Conmutación (MSC) del Sistema de Estación Base (BSS). Hay una interfaz opcional «A-bis», entre el controlador de estación base (BSC) y el transceptor de estación base

(BTS), los cuales pueden estar físicamente separados. La interfaz radio «Um» delimita la frontera entre la estación de base (BS) y las estaciones móviles (MS).

La arquitectura funcional se representa en la Fig. 20 y hace referencia al sistema



**Figura 20: Arquitectura funcional de GSM**

De estación base, terminales, móviles, centro de conmutación y registros de localización de abonados fijos/transeúntes.

AuC:	Autentication center	MS:	Mobile station
BSC:	Base station controller	MSC:	Mobile switching center
BSS:	Base station subsystem	NMC:	Network management center
BTS:	Base transceiver station	NSS:	Network and switching subsystem
EIR:	Equipment identity register	OMC:	Operation and maintenance center
GMSC:	Gateway MSC	OSS:	Operation and supervision subsystem
HLR:	Home location register	PSNT:	Public switched telephone network
ISDN:	Integrated services digital network	VLR:	Visitors location register

La partición funcional más importante tiene lugar en la interfaz «A», en el que se separan las funciones relativas a los aspectos de red y conmutación

(asociadas al MSC, VLR y HLR) y las relacionadas con los aspectos radio-eléctricos, ejecutadas en el BSS.

Entre las primeras cabe destacar las siguientes:

- Autenticación.
- Localización.
- Radio búsqueda.
- Interfuncionamiento con redes asociadas (PSTN, ISDN).

Las funciones básicas de los elementos más importantes del esquema de arquitectura son:

MSC: Realiza todas las actividades de gestión de las llamadas desde/hacia las estaciones móviles y establece las conexiones con la red telefónica fija.

Registros de localización: Almacenan informaciones relativas a los abonados residentes y transeúntes.

El HLR es el registro doméstico del abonado, donde se almacena el tipo de abonado, código de identificación, número, información de localización, etc.

El VLR es un registro de visitantes o transeúntes, donde se inscribe temporalmente un abonado cuando está situado dentro de la zona de localización dependiente de un MSC.

Para que las estaciones de base radioeléctricas sean lo más simples posible, muchas de las funciones de control se ejecutan en forma centralizada y compartida en el BSC, controlador de estación base. . En el centro de autenticación (AUC) se almacena información de identidad del abonado móvil y de su equipo para la verificación de las llamadas. W El centro de operación y mantenimiento ejecuta funciones de supervisión técnica del sistema, programa dotaciones de recursos, coadyuva a la localización de averías, genera estadísticas de servicio, etc.

### **11.7.1.3. Servicios de telecomunicación en GSM**

Se han especificado los servicios básicos prestados por el sistema GSM sobre la base de conceptos de ISDN y utilizando la clasificación de

- Servicios portadores.
- Tele servicios.

Los servicios portadores se establecen entre las terminaciones de red a ambos lados, ofreciendo al usuario una capacidad de transporte independiente del contenido de la información, en régimen síncrono/asíncrono, modos circuito y paquetes y velocidad hasta 9.600 bit/s.

Los teleservicios que se prestan entre terminales móviles GSM, se ofrece una amplia gama, de la que destacamos los siguientes:

1. Telefonía digital con codec a una velocidad «total» de 13 Kbit/s. o codec a velocidad «mitad» de 6,5 Kbit/s, que permite duplicar la capacidad de los canales.
2. Mensajes cortos. El servicio de mensajes cortos SMS, permite a los usuarios enviar/recibir mensajes o información alfanumérica entre teléfonos móviles; este debe tener una longitud no mayor a 160 caracteres breves, a través de un centro de control conectado a la red fija, incluyendo mensajes de difusión a grupos de usuarios.
3. Tratamiento de mensajes. Es un servicio de mensajería basado en la Rec. X.400 del UIT-T.
4. Facsímil. Permite la conexión de aparatos FAX del Grupo 3 para transmitir/recibir documentos en la estación móvil.

#### **11.7.1.4.- Partes de la red GSM**

El sistema global para comunicaciones móviles GSM está estructurado bajo tres partes fundamentales que son la estación móvil, la estación base y la red fija.

##### **11.7.1.4.1.- Estación móvil MS**

Este es el equipo llevado por el usuario (tal como el teléfono) el cual incluye el SIM “Módulo de identificación de subscriptor”, quien es un módulo intransferible que da a la estación móvil su identidad y credenciales de autenticación. Internacional Mobile Equipment Identity (IMEI); proporciona un número de identidad para el equipo móvil de la misma manera que una tarjeta de interfaz de red (o tarjeta LAN) tiene su identidad única mediante su dirección MAC.

##### **11.7.1.4.2.- Estación Base BS**

Esta estación controla el enlace de radio a la estación móvil y es la interfaz entre la estación móvil (MS) y la solución de infraestructura de red FIJA. Una estación

base cubre áreas, llamadas celdas, tan pequeñas como uno pocos cientos de metros en diámetros a mucho a muchos kilómetros de diámetro.

#### **11.7.1.4.3.- Estación central MSC**

El corazón de la red GSM es el centro de conmutación móvil (MSC) el cual maneja todas las funcionalidades de los usuarios móviles incluyendo registros, autenticación, rutas de llamadas etc.

#### **11.7.1.4.4.- Red fija GSM**

Se entiende genéricamente por red fija en una PLMN/GSM el conjunto de enlaces que interconectan las distintas entidades de la red y que sustentan la capa física de las diferentes interfaces. Estos enlaces se materializan mediante conexiones PCM (30+2) de 2MB/s, cada una de los cuales proporcionan 30 intervalos de tiempo con capacidad de 64kbit/s e incluye un intervalo para señalización por canal común y otro para alineación de trama PCM.

Como en GSM la velocidad en los canales de tráfico es de 13 kbit/s para comunicaciones de voz y de 9,6 kbit/s, como máximo para las de datos, las conexiones a intervalos PCM DE 64 KBIT/S requieren una adaptación de velocidad. El codec vocal GSM se ha diseñado de forma que convierte señales de voz codificadas en PCM a 64kbit/s en señales de 13 kbit/s mediante técnicas de procesado digital de la señal de los canales. Como se necesita una velocidad adicional de 3 kbit/s para señalización, la velocidad final por cada canal de voz es 16kbit/s. A esta operación se la denomina transcodificación digital. En GSM la transcodificación y adaptación se realiza en una denominada TRAU.

#### **11.7.1.5.- Cobertura y control**

La cobertura supranacional del GSM se divide, en primer término, en coberturas nacionales atendidas por las redes nacionales de cada país. Cada cobertura nacional se subdivide, a su vez, en una serie de zonas de localización (*Location Áreas*). Cada zona difunde su identidad por un canal de señalización en la modalidad de difusión.

Cada móvil explora y supervisa los canales de difusión, sintonizándose en el que reciba mayor señal y devolviendo su identidad, bien cuando deba actualizar su posición o bien de forma periódica.



El MSC del que dependa la zona en la que se ha identificado el móvil, tras el proceso de autenticación y consulta al HLR, lo inscribirá como transeúnte en su VLR. El VLR asigna a la MS un número de abonado transeúnte, MSRN (*Mobile Subscriber Roaming Number*), que se asocia al número de identidad del móvil, IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*). Los números MSRN-IMSI se transmiten al HLR. Al final del proceso, el HLR contiene, junto al número del abonado, DN (*Directory Number*), los números indicativos de la identidad y situación del móvil. Hay otra posibilidad, que es notificar al HLR la identidad del VLR y MSC donde está inscrito el móvil, en lugar del MSRN.

Como se pretende que el sistema tenga gran capacidad, es necesario llegar a células de pequeñas dimensiones, lo cual exige una conmutación en curso rápida y precisa. Para ello se monitoriza el medio radioeléctrico en ambos sentidos y en el proceso de conmutación participan tanto la BSS como la MS.

La estructura TDMA, permite al móvil realizar la monitorización del canal durante los intervalos en los que no recibe mensajes. Del mismo modo, cuando está activo explora los BCCH de células vecinas y comunica cada 1/2 segundo, a través del SACCH, las medidas de señal efectuadas, junto con la de potencia y calidad de su propia célula.

#### **11.7.1.6.- Datos sobre GSM**

Hay cuatro opciones principales de transmisión de datos usando redes GSM cada una con diferentes características de transmisión de datos como son: Servicio de mensajes cortos (SMS), Datos conmutados por circuito, paquete de datos GPRS y EDGE.

#### **11.7.2.- Protocolos de comunicación inalámbrica**

Estando vigente la segunda generación de telefonía móvil han aparecido varios protocolos de comunicación inalámbrica, algunos de estos son: web - clipping (usado en Estados Unidos), i - mode (de uso exclusivo en Japón) y WAP creado para convergencia entre la telefonía móvil e Internet.

WAP o protocolo de comunicaciones inalámbricas (Wireless Application Protocol) es un estándar universal, que permite a la telefonía móvil acceder a los contenidos de Internet. Este protocolo funciona de manera independiente del

Terminal móvil o del dispositivo receptor, y con la mayoría de los sistemas operativos y de las redes inalámbricas (figura 21).

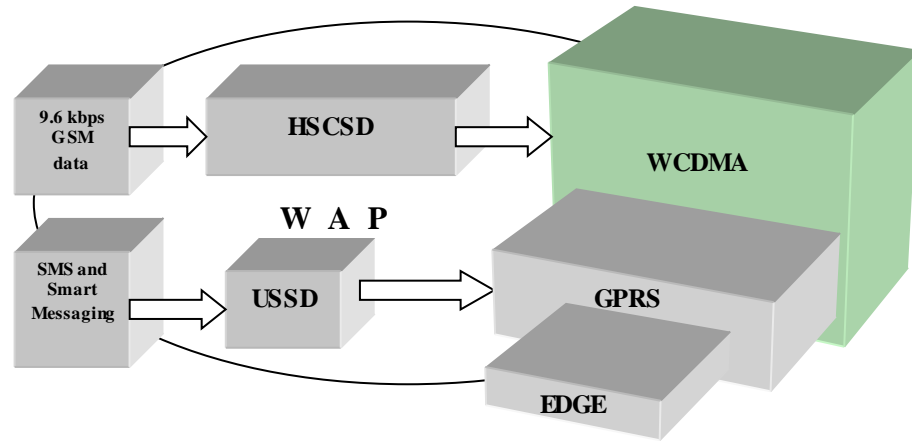


Figura 21: Ambito de funcionamiento de WAP

### 11.7.3.- Sistema GPRS

#### 11.7.3.1.- Introducción

GPRS (General Packet Radio Service) es una tecnología 2.5G de transmisión inalámbrica de datos basada en las redes que soportan el estándar de telefonía celular GSM o Global System for Mobile Communication, optimizada para brindar acceso a servicios Internet y contenido multimedia. También conocida como **GSM-Internet Protocol**, permite la conexión permanente entre las partes con velocidades de transmisión que, en teoría, alcanzan los 171,2 Kbps.

Quizás la ventaja más importante de GPRS sea la asociada a la característica *always-on* de la tecnología, gracias a la cual los usuarios pueden permanecer conectados a la red por el tiempo que ellos deseen y *solo les será facturado los datos enviados o recibidos, más no el tiempo que permanecieron conectados*, como sucede en las llamadas telefónicas convencionales.

GSM emplea dos canales de 200kHz en ambas direcciones, dividiendo cada uno en ocho ranuras o períodos de tiempo (time slots). Una llamada utiliza cada uno de los ocho slots que llevan información de la base al usuario y uno de los ocho slots que se dirigen hacia la base. GPRS utiliza varios de los slots

disponibles para una rápida transmisión, donde cada slot ofrece una tasa de transferencia de 24Kbps. En la actualidad, el rango abarca desde 9,6Kbps hasta 21,5Kbps dependiendo del esquema de detección de errores empleado, donde los mayores niveles de transferencia tienen lugar en ambientes ideales de transmisión.

**En su Fase 1**, GPRS trabaja en la modalidad multislot half-duplex, lo que significa que cinco de los ocho slots pueden ser utilizados tanto para la recepción (Rx) como la transmisión (Tx), donde al menos siempre habrá un slot de transmisión (Tx) o de recepción (Rx).

Asumiendo condiciones normales de transmisión, GPRS Fase 1 puede alcanzar un máximo de 4 x 14,4Kbps (que es igual a 57,6 Kbps) en cualquiera de las dos direcciones.

**En su Fase 2** permite transmisiones full-duplex donde cada uno de los ocho slots podrá ser utilizado --simultáneamente-- para enviar y transmitir, logrando una tasa de 115,2 Kbps.

GPRS cubre una red de paquetes de datos en la existente frecuencia de voz y ranuras de tiempos GSM (canales), asignando algunos canales para la transmisión de paquetes de datos en solicitud por usuario y liberando estos canales cuando ellos no requieran. Así GPRS se comporta como una red de paquetes de datos sin conexión.

Los recursos del sistema son asignados para transportar paquetes como llegan en la red y se liberan después que el paquete ha sido enviado a su destino. Esta asignación dinámica de recursos es especialmente usada para redes inalámbricas donde las frecuencias de los radios son escasos y deben ser compartidos para datos y voz.

GPRS soporta el protocolo de Internet IP para tráfico de datos de usuario. Adicionalmente ofrece altas velocidades de rendimiento de datos que las tasas de datos conmutados por circuitos 9,6 Kbps a 14.4 Kbps del GSM. GPRS ofrece un máximo teórico de 171 Kbps; si todas las 8 ranuras de tiempo de una celda, son asignadas para datos (una ranura puede proveer entre 9 y 21 Kbps). En la práctica no ocurriría que todas las 8 ranuras de tiempo se ocuparía para datos.

En GPRS se estima una tasa realista y consistente de rendimiento de datos del usuario d 26.8 a 53,6 Kbps. (2 – 4 canales en 13.4 Kbps por canal) con 56 Kbps posiblemente bajo buenas condiciones.

Para que GPRS sea implementado hay dos nuevos elementos de redes requeridos. Estos son: El Nodo Servidor de Soporte GPRS (SGSN) y el nodo Gateway de soporte GPRS (GGSN.)

Para conectar el SGSN y el GGSN en la infraestructura de GSM existente, son necesarias modificaciones de software en el centro de conmutación móvil (MSC), y en el subsistema de estación base (BSS). En la figura 22 se observa de manera simplificada la infraestructura de interconexión de GSM/GPRS.

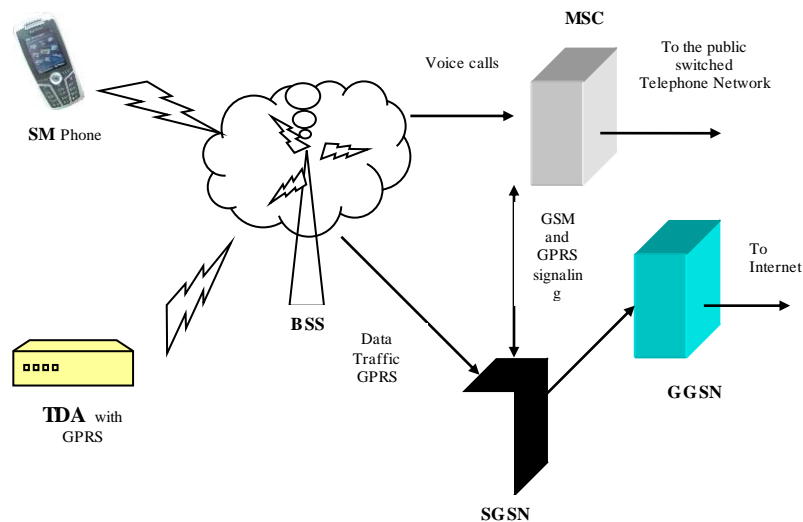
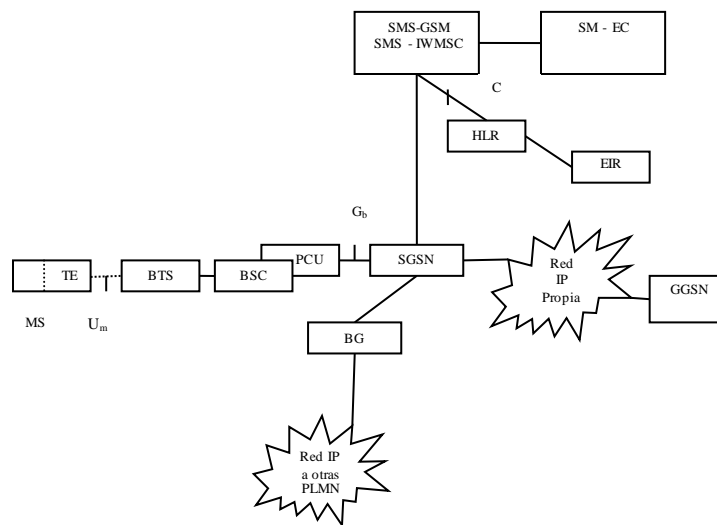


Figura 22: Infraestructura de interconexión de GSM/GPRS

### 11.7.3.2.- Arquitectura de la red GPRS

La arquitectura de la red GPRS se describirá en términos de entidades funcionales, interfaces y torres de protocolos. En la figura 23 se presenta el esquema funcional del GPRS desplegado desde la PCU es decir en lo que concierne al núcleo de la red.



**Figura 23: Arquitectura de la red GPRS**

**Entidades de la red GPRS**

- PCU: Controlador de paquetes
- SGSN: Nodo servidor de conmutación de paquetes
- GGSN: Nodo pasarela entre red IP y red de datos
- CG: Pasarela de tarificación
- DNS: Servidor de nombres de dominio
- BG: Pasarela de frontera
- LIG: Pasarela de interceptación legal

En la figura 23 se representa en forma de nube, las redes de transmisión (backbone) propia del operador de la PLMN en cuestión y su conexión con otras PLMN. Estas redes son de tipo IP y los flujos de información a su través van encapsulados en estructuras denominadas túneles. El hecho de que sean redes IP implica la necesidad de caracterizar a los GGSN Y SGSN con direcciones IP.

**11.7.3.2.1.- Núcleo de la red GPRS**

En el núcleo de la red, figura 24, todos los elementos están interconectados mediante redes de transporte IP. Hay dos tipos de red de transporte en un sistema GPRS:

La red de transporte Intra-PLMN, que permite la comunicación a los SGSNs y GGSNs de un operador. Dependiendo de la ubicación de los GGSNs puede ser LAN (ambos nodos localizados en el mismo site –interconexión basada en switches-) o remotamente, mediante una red de transporte (ATM por ejemplo) basada en IP.

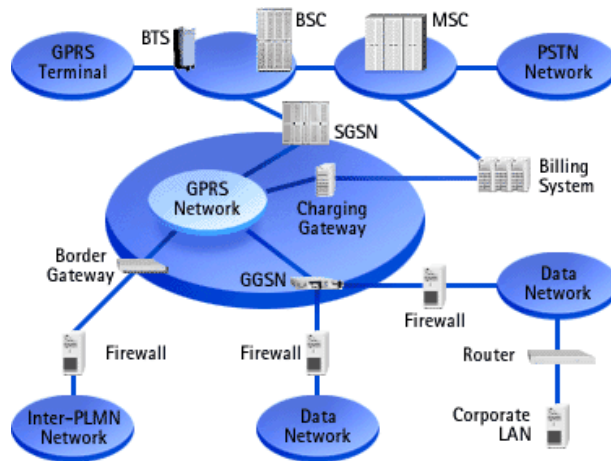


Figura.24: Núcleo de la red GPRS

Red de transporte Inter-PLMN permite la intercomunicación de los SGSNs de un operador con los GGSNs de otros operador (Roaming). Red IP que puede estar soportada sobre Internet, en forma de red privada empleando líneas alquiladas, o en la red de un operador de transporte denominado GRX (GPRS Roaming eXchange)

Opcionalmente, y dependiendo de cada operador, se disponen de servidores DHCP y RADIUS para gestión de los pools de IPs y autenticación de usuarios

### 11.7.3.3.- Arquitectura de protocolos GPRS

En la figura 25, se muestran las torres de protocolos que se utilizan en las entidades funcionales básicas de GPRS junto con las tres interfaces correspondientes:

- Um, interfaz radio
- Gb, interfaz red de acceso-núcleo de red
- Gn, interfaz entre los nodos GSN

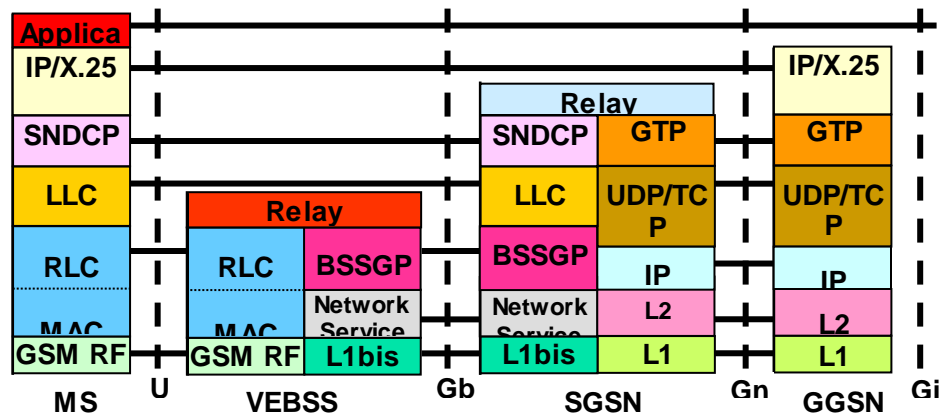


Figura 25: Estructura de protocolos GPRS por capas

### 11.7.3.4.- Procedimientos GPRS

#### 11.7.3.4.1.- Clases de las (MS) estaciones móviles GPRS

Para mayor flexibilidad de los servicios GPRS, se han definido tres clases de MS o terminales con diferentes capacidades, estas son: Terminales clase A (pueden registrarse para tráfico simultaneo de datos y voz), clase B (pueden registrarse para datos y voz pero no de forma simultanea sino secuencial) y clase C (se pueden registrar se para GSM o para GPRS).

Los terminales pueden también clasificarse por su capacidad de tráfico, es decir, según el número de intervalos (TS) que pueden utilizar en los enlaces ascendente y descendente. En general, esta capacidad es asimétrica disponiendo de más Ts para el DL que para el UL puesto que también el tráfico es así, ya que las operaciones de descarga de datos de un proveedor tendrán en volumen mayor que las de consulta.

La norma GPRS ha establecido 29 clases de terminales según su capacidad multi-intervalo. En la tabla 4 se indican algunas, a modo de ejemplo.

Tabla 4 : Clases de terminales GPRS

CLASE	Numero máximo de TS		
	Rx	Tx	Suma
1	1	1	2
3	3	1	4
6	3	2	4
8	4	1	5
10	4	2	5

**Rx:** Número máximo de TS en recepción (DL), que puede usar el Terminal por trama.

**Tx:** Número máximo de TS en transmisión (UL), que puede usar el Terminal por trama.

**Suma:** Suma total de TS en transmisión y recepción, que puede usar el Terminal simultáneamente por trama.

Por ejemplo: Los terminales clase 6 pueden usar separadamente 3 TS en DL y 2 en UL, pero conjuntamente no pueden emplear a las vez más de 4

#### 11.7.3.4.2.- Gestión de la movilidad GPRS

Cuando el terminal del usuario está apagado, la red no tiene conocimiento de ese usuario ni dispone de la dirección de MSC/VLR que da servicio al área donde se encuentra aquel. Por ello el primer procedimiento que debe ejecutar un Terminal cuando se enciende es el registro en la red (GPRS attach). El Terminal debe tener identificación. El direccionamiento utilizado en GPRS es el IP. Por consiguiente, tras el registro se ejecuta un procedimiento de asignación de dirección IP al Terminal que forma parte de un proceso más amplio llamado activación del contexto PDP (PDP context activación).

Las actividades de gestión de movilidad están caracterizadas por tres estados, ver figura 26:

INACTIVO (IDLE), ACTIVO (READY), REPOSO (STANDBY).

Idle: Móvil desenganchado de la Red

Standby: Se hace el attach y se crea el contexto MM

Ready: El móvil esta transmitiendo o recibiendo datos de señalización. La localización del móvil es a nivel de celda

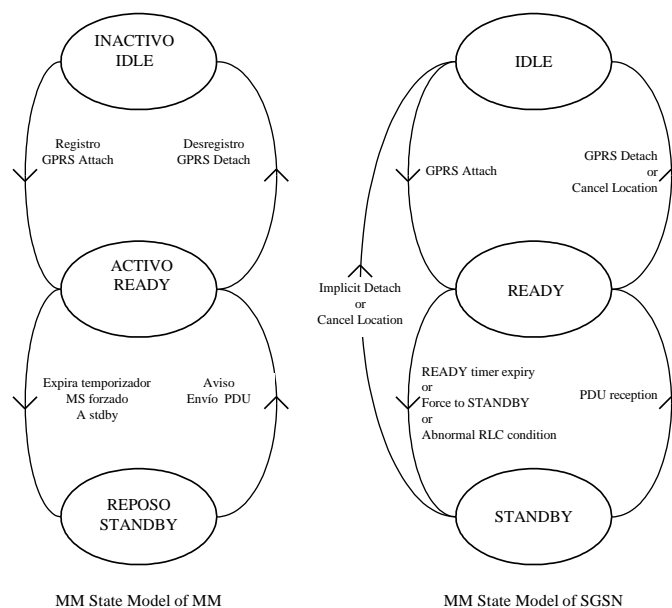


Figura 26: Estados de movilidad MM



#### 11.7.3.4.3.- Procedimientos MM: Registro y desregistro

El registro siempre lo inicia el terminal móvil para que pueda ser conocido por la red; este puede ser de dos tipos, registro GPRS y GPRS/IMSI

Tras la intervención de las funciones de seguridad, la red devuelve le mensaje de aceptación de registro. Completado el registro, la MS pasa de estado INACTIVO al ACTIVO, queda identificada en el SGSN con su identidad ficticia y temporal P-TMSI y está localizada a nivel de célula. El proceso de registro se resume en la figura 27.

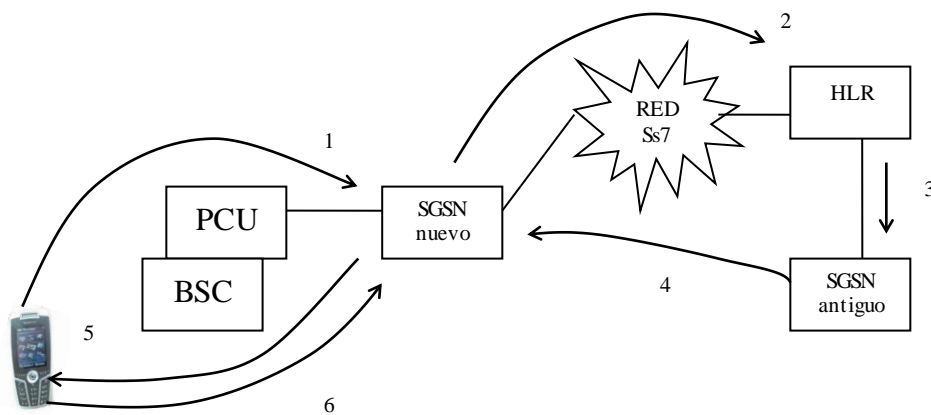


Figura 27: Registro de una MS

Mediante la operación de desregistro se desconecta la MS de la red pasando al estado INACTIVO. En el SGSN se eliminan los contextos MM y PDP. El desregistro puede ser únicamente de GPRS, de IMSI (GSM) o combinado. Por otro lado, puede ser provocado por la MS o por la red. El SGSN utiliza el procedimiento purga para informar el HLR de que ha eliminado los contextos MM y PDP de un Terminal que se ha desconectado. Opcionalmente, el HLR puede mantener estos datos durante cierto para reutilizarlos en caso de que la MS se vuelva a conectar.

#### 11.7.3.4.4.- Gestión de localización

Los procedimientos de gestión de localización tienen a su cargo el seguimiento de la MS para que en todo momento, pueda realizar/recibir llamadas. Son dos: reelección de célula y actualización de área de encaminamiento (geografía temporal).

La reelección celular requiere el intercambio de mensajes de señalización. Si hubiese una transmisión/recepción de paquetes en curso, estos se pierden, debiendo recuperarse gracias a un almacenamiento previo en el SGSN o mediante retransmisión de los mismos.

#### **11.7.3.4.5.- Activación del contexto PDP**

Cuando una MS es registrada se crea contexto MM en ella y en el SGSN tiene un enlace lógico con el SGSN. Es conocida por la red móvil pero no por una red externa a las que desea acceder; por lo que hay que darle una dirección IP para hacerla visible a la MS desde otras redes. A esta operación se le llama Activación del contexto PDP. En esencia consiste en:

- 1.- Determinar dos direcciones IP: la del GGSN que esté vinculado con la red externa solicitada y la dirección IP que se le asigna a la MS
- 2.- Establecer una conexión a través de la red de transmisión IP que conecta al SGSN servidor de la MS con el GGSN elegido.

Un usuario puede tener suscrito varios servicios. Cada servicio requiere un contexto PDP específico, aunque todos ellos están asociados al mismo contexto MM.

La activación del contexto figura 28, la inicia una MS en estado ACTIVO o REPOSO e implica al SGSN servidor, a uno o más GGSN y, en ocasiones, al HLR. Se desencadena mediante un mensaje de petición de activación que contiene, entre otros, los siguientes parámetros:

- 1.- Tipo de PDP solicitado.
- 2.- Dirección del PDP.
- 3.- APN Solicitado.
- 4.- Calidad de servicio (QoS) requerida.
- 5.- Comprensión/No comprensión de los datos y/o cabeceras.
- 6.- Identificador del servicio NSAPI.

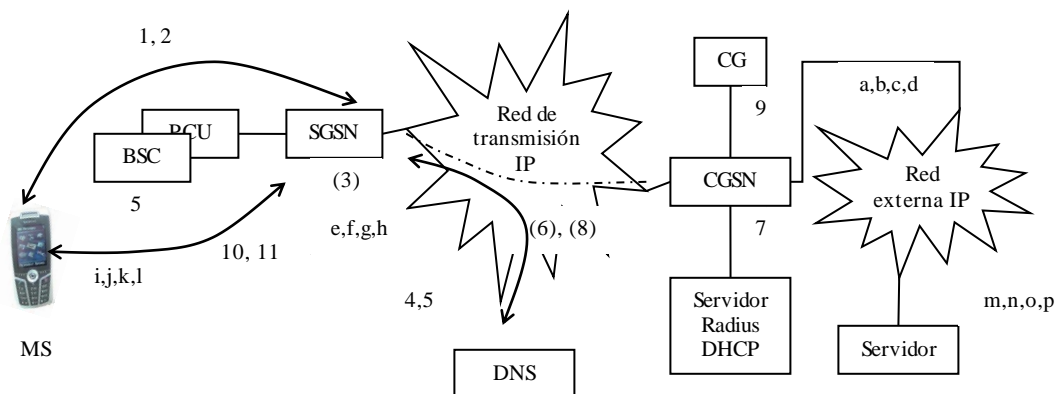


Figura 28: Activación del contexto PDP

### 11.7.3.5.- Calidad de servicio en GPRS

Uno de los aspectos más importantes del GPRS es la amplitud y flexibilidad del grado de calidad de servicio (Q o S) que puede ofrecerse a los usuarios y que se negocia en el proceso de registro de aquellos en la red. Como en GPRS se trata de transmisión discontinua, con conmutación de paquetes, se han establecido cinco parámetros para el perfil QoS, que son:

- Prioridad (precedence)
- Retardo (delay)
- Fiabilidad (reliability)
- Caudal máximo ( peak throughput)
- Caudal medio (mean throughput)

Cada uno de estos parámetros toman valores diferentes según la clase de servicio.

#### 11.7.3.5.1.- Prioridad

Se refiere al mantenimiento de los requisitos del servicio en condiciones anormales de funcionamiento, para decidir, por ejemplo, qué paquetes han de eliminarse en caso de congestión.

#### 11.7.3.5.2.- Retardo

En GPRS los datos se almacenan temporalmente en los nodos de la red antes de su transmisión, lo que conlleva retardos. El retardo comprende el tiempo de acceso a los canales de radio, el de transmisión por la interfaz aire y el

de tránsito por la red GPRS, pero no incluye el retardo de transferencia por las redes externas. La norma especifica el valor máximo admisible del retardo medio y del percentil 95 % para las conexiones extremo – extremo en la red GPRS, desde el móvil hasta la interfaz  $G_i$  del GGSN.

#### **11.7.3.5.3.- Fiabilidad**

La fiabilidad de la transmisión de datos se especifica en terminos de las probabilidades de: perdida de paquetes (packet loss), entrega de paquetes duplicados (duplicate packets), entrega de paquetes desordenados (out of sequence packets) y entrega de paquetes con errores (corrupted packets).

#### **11.7.3.5.4.- Caudal máximo**

Especifica la tasa de bytes o bits a través de la red y se mide en el punto de referencia  $G_i$ . descrito en la figura 25 (torres de protocolos GPRS) No se garantiza que esta tasa se pueda mantener durante un periodo determinado ya que depende de los recursos de radio disponibles y de la capacidad del Terminal.

#### **11.7.3.6.- Niveles de seguridad en GPRS**

En la arquitectura de la red GPRS tenemos el nodo GGSN, quien hace de pasarela entre la red de transmisión IP y las redes de datos externas que incorpora funciones de cortafuegos (Firewall).

Los cortafuegos firewall son dispositivos con un SW específico que protegen la red de transmisión IP del operador frente a posibles ataques externos como pueden ser intrusos (hackers) que vía Internet intentan el acceso al núcleo de la red GPRS. Por ejemplo, el cortafuegos puede configurarse para que rechace todos los paquetes que no forman parte de una conexión iniciada por un cliente GPRS.

Como en otras redes, realiza una barrera segura entre dos redes. Muy importante en este tipo de redes, ya que los usuarios tiene IPs pertenecientes al operador, y sin un bastionado y segmentación correcta, podrían tener acceso a los Nodos de la Red (GSNs).

### **11.7.3.7.- Fortaleza del GPRS**

#### **11.7.3.7.1.- Conectividad IP**

GPRS trae conectividad IP para dispositivos móviles. Conectividad al Internet implica al menos en teoría que cualquier servicio disponible en el Internet será accesible en un dispositivo móvil tales como el tamaño de pantalla, duración de la batería y capacidad de transmisión de datos a través de GPRS harán que el acceso a algunos IP de contenido de Internet sea dificultoso. A pesar de estas limitaciones, la teoría de los servicios comunes del Internet como E-mail, e-commerce y las operaciones de búsqueda de la información estará disponibles para un dispositivo móvil GPRS.

#### **11.7.3.7.2.- Paquete de datos**

La solución como paquetes de datos como GPRS satisface muy bien la naturaleza del tráfico de Internet. Por ejemplo un navegador Web usualmente involucra la presentación del usuario en solicitud por una página Web y después espera por la respuesta. Mientras espera por la respuesta, esta latencia en el red dejaría las ranuras de tiempo asignadas sin usar si la transacción estuviera ocurriendo sobre una conexión conmutada por circuito. En GPRS las ranuras de tiempo sin usar pueden ser usadas para llevar tráfico de datos para otros usuarios en la misma celda.

#### **11.7.3.7.3.- Disponibilidad “Siempre en línea”**

La naturaleza siempre en línea – siempre conectado de IP permite el tráfico de datos ser enviado al usuario mientras este no esté buscando activamente los datos, un ejemplo es un correo electrónico. Una vez conectado a un servidor de correo electrónico este puede descargar al computador a asistente personal digital GPRS cualquier correo electrónico entrante. Únicamente el usuario recibiría noticias de los mensajes recientemente llegados una vez que haya sido completamente descargados en el computador.

### **11.7.3.8.- Debilidades del GPRS**

Una de las debilidades del GPRS es el ancho de banda disponible, ya que para correo electrónico o telemediciones trabajan muy bien, pero servicios más avanzados como video/audio trabajan solo a cierto grado sobre GPRS.

La calidad de servicio en GPRS es que no hay calidad garantizada para una conexión dada, esto no sería problema para aplicaciones que no requieran garantizar la entrega de paquetes dentro de un retardo específico pero no para una aplicación tal como la voz sobre IP.

### **11.7.3.9.- Introducción al concepto de telemetría**

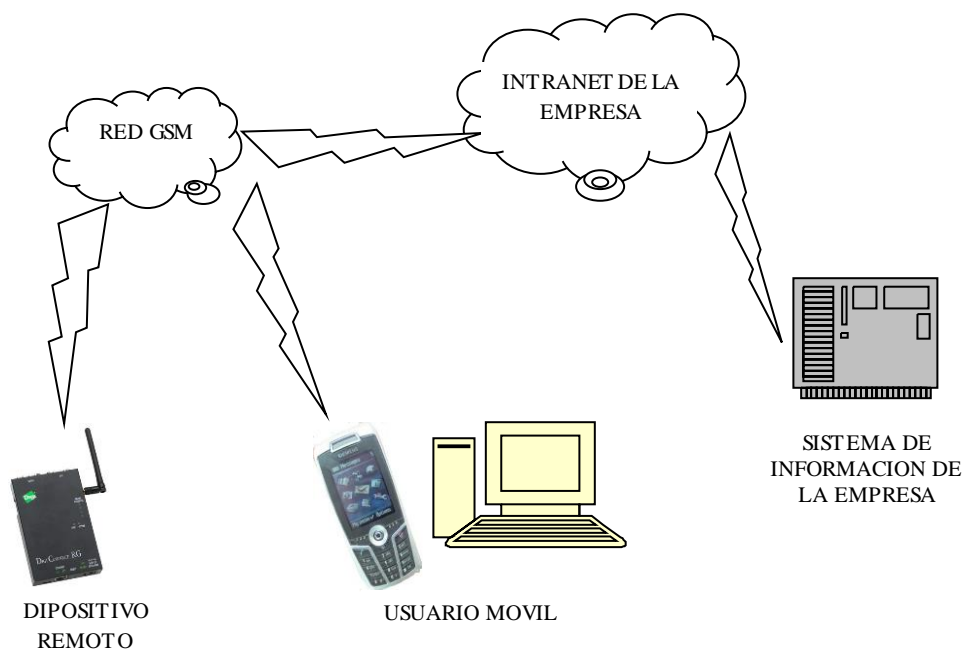
#### **11.7.3.9.1.- Conectando personas, dispositivos y sistemas**

Hay millones de máquinas esperando ser capaces de comunicarse: Una máquina dispensadora, un medidor de electricidad, un teléfono celular que active remotamente alarmas, encender un sistema de riego, etc.

El término telemetría se refiere a sistemas que permiten a las máquinas comunicarse con los sistemas de información de compañías, entre máquinas, con los teléfonos celulares y proporcionar datos en tiempo real.

Una conexión de datos inalámbrica es usada para monitorear y controlar, con transferencia de datos ocurriendo ya sea por requerimiento o a intervalos predeterminados.

Por último, las soluciones de telemetría son creadas para aumentar los beneficios y la competitividad, mediante procesos más eficientes, un mejor servicio al cliente o nuevas formas de hacer las cosas. La telemetría tiene que ver con conectar personas, dispositivos y sistemas. La telemetría se trata de dejar que las máquinas hablen, ver figura 29.



**Figura 29: Sistema de telemetría**

### **11.7.3.9.2.- Campos de la Telemetría**

Las nuevas aplicaciones de telemetría están surgiendo continuamente y a diario para cubrir todas las áreas del mercado, supervisando elevadores de los centros comerciales, descargando nuevos juegos en las máquinas, verificando temperatura de piscinas, localizando vehículos, etc.

Los sectores que se pueden beneficiar de las aplicaciones de telemetría inalámbrica son virtualmente ilimitados. Podemos tener desde simples lecturas numéricas de monitoreo de presión o temperatura hasta captura de imágenes para aplicaciones de seguridad y asistencia médica. Las fuentes de los datos pueden ser fijas, tales como máquinas de venta, o móviles, en el caso de un sistema de monitoreo inalámbrico de un electrocardiograma de una persona. Los datos pueden ser recolectados a intervalos regulares, tales como lecturas del medidor de consumo eléctrico cada hora, o en tiempo real para aplicaciones de seguridad o pago electrónico.

#### **11.7.3.9.3.- El camino a la integración**

El enfoque adicional, del presente trabajo está pensando en hacer que el proceso de enseñanza aprendizaje en la Universidad, sea más eficiente, mediante el uso de la tecnología inalámbrica para integrar las aplicaciones de telemetría en los sistemas de adquisición de dato o sistemas de información interna o externa.

#### **11.7.3.9.4.- GSM/GPRS – La tecnología para las soluciones de telemetría**

El sistema global para comunicaciones móviles GSM es el sistema mundialmente probado con considerables beneficios comparado con otras tecnologías. La historia de la apertura y estandarización de GSM permite la creación de soluciones internacionales de telemetría. Con la introducción del ancho de banda de 850 MHz así como el ancho de banda de 1900MHz, el espectro de las soluciones de telemetría son una realidad en Estados Unidos y Latinoamérica incluyendo Ecuador.



# 12.- METODOLOGIA

## 12.1.- METODOLOGIA APLICADA EN LA INVESTIGACION.

El desarrollo investigativo a cerca del diseño e implementación del sistema de transmisión, análisis y presentación de datos para la estación meteorológica; se han ejecutado todas y cada una de las actividades, descritas en las matrices de operatividad; las mismas que nos llevaron a cumplir uno a uno los objetivos propuestos.

### 12.1.1.- Metodología para alcanzar el primer objetivo: Ver anexo 3

- Revisión de bibliografía técnica, reportes y publicaciones; relacionadas con el tema. Visitas a páginas WEB del Internet, involucradas en temas afines al proyecto.
- Vía Internet, y correo, búsqueda de información y cotización a cerca de equipos, instrumentos y software para estaciones meteorológicas.
- Visitas a las estaciones meteorológicas de: La Universidad Técnica Particular de Loja, Universidad Nacional de Loja y Estaciones de monitoreo del Consejo Provincial de Loja; de las que se obtuvo experiencias e información a cerca de técnicas y métodos para transporte, análisis y presentación de la información.

### 12.1.2.- Metodología para alcanzar el segundo objetivo: Ver anexo 4

- Consulta en primera instancia, a cerca de que empresa brinda el servicio de portador entre las ciudades de Loja y Zapotillo.
- A través de los señores de PORTA se buscó proveedores de equipos de transmisión para redes GSM/GPRS, que permitan transmitir datos o hacer tele medición, con la red GSM/GPRS de conecel PORTA.
- Elaboración y aprobación del proyecto de tesis.
- Previo haber realizado las pruebas técnicas se hace la adquisición de los equipos MODEM Y ROUTER GPRS, cuya tecnología se acopló al implemento de adquisición de datos para estaciones meteorológicas DATALOGGER (rentado).
- Montaje del sistema de transmisión, en la Universidad y en Zapotillo.

- Renta de equipos meteorológicos como DATALOGER Y UN ANEMOMETRO Y EL SOFTWARE, de la empresa PROVIENTO lo que permitió, simular la estación meteorológica de Zapotillo que aun no está montada.

### **12.1.3.- Metodología para alcanzar el tercer objetivo: Ver anexo 5**

- Previa colaboración y oficios por parte de la dirección de Área, se logró para que el CERASIT nos colabore con la promoción y difusión del proyecto
- Se dio charlas a los estudiantes de diversos módulos de Ingeniería en Electromecánica, de la UNL.
- Se elaboró el documento técnico para inclusión en la revista Universitaria

## **12.2.- Métodos y Técnicas de investigación**

### **12.2.1.- Métodos**

El desarrollo de este trabajo investigativo, está enmarcado en la consecución de los objetivos propuestos, según los descritos en las matrices de consistencia.

- Es decir del proceso analítico y sistemático, llegamos a determinar un sistema para transmisión de datos, eficaz y de gran cobertura en nuestra provincia. Dentro de este proceso cabe mencionar que se utilizó herramientas propias del método inductivo como son la *observación y experimentación*.

- **Observación.-** Aplicada en las visitas realizadas a las distintas estaciones meteorológicas antes anotadas, donde se observó la estación, el centro de gestión y que software aplican para tratamiento y presentación de datos.
- **Experimentación.-** Pruebas realizadas con diferentes proveedores de equipos para transmisión de datos GPRS y a través de diferentes redes de transmisión de datos, como la redes LAN. Esto junto con la observación permitieron seleccionar equipos idóneos y acordes a nuestro requerimiento, sin desestimar la calidad tecnológica.

### **12.2.2.- Método Histórico Comparado**

Permitió hacer comparaciones entre diferentes sistemas montados y otros sistemas semejantes; permitiendo actualizar información y cometer el menor error posible, en el proceso de transmisión de datos de la estación meteorológica.

### **12.2.3.- Método descriptivo**

A través del cual se describe cada parte constitutiva de todo el sistema implementado, así como todo el proceso descrito en el proyecto; permitiendo así recolectar información o procedimientos técnicos, para una adecuada utilización de la partes y lograr su optimización según las necesidades presentadas en el laboratorio o la estación meteorológica.

## **12.3.- Técnicas**

### **12.3.1.- Técnica de la entrevista**

En las visitas realizadas a las estaciones meteorológicas, se entrevistó, con la ayuda de un formato ver anexo 6, aplicada al personal encargado de recolectar la información tomada de los centros de monitoreo, así como a quienes administren y gestionen la información para su presentación a quienes la necesiten para su provecho.

### **12.3.2.- Técnicas de medición**

Se realizó mediciones, de la velocidad y dirección del viento, con la ayuda de los equipos de la empresa .

### **12.3.3.- Técnica Experimental**

Herramienta aplicada, luego de haber montado el sistema integro, esto es: Sensores, sistema de adquisición de datos, medio de transmisión y software para análisis y medio de presentación de datos, entre la UNL y Zapotillo; con lo cual se comprobó el funcionamiento y la confiabilidad del sistema.

# 13.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos del presente trabajo de implementación de un sistema de transmisión de datos, para la estación meteorológica del laboratorio de energías alternativas de la Universidad Nacional de Loja, la hemos evaluado en función de una vez cumplida determinadas tareas, si se alcanzó o no los objetivos propuestos, en el diseño del proyecto investigativo.

## 13.1.- Objetivos alcanzados

### 13.1.1.- Primer objetivo



Recopilar y sistematizar información, a cerca de la radio-transmisión, análisis y presentación de datos para estaciones meteorológicas destinadas al monitoreo y aprovechamiento de las energías alternativas solar y eólica.

### 13.1.1.- Tareas cumplidas

#### 13.1.1.1.- Análisis y selección de literatura.

La bibliografía y documentación personal, obtenida durante el proceso de formación y campo ocupacional; de entre los cuales están: Conversión de luz solar en energía eléctrica, La energía eólica, Libro de comunicaciones móviles, Transmisión por radio, Sistemas de comunicaciones electrónicas, Guía de protocolos de telecomunicaciones, Apuntes de la ESPN; nos ha dado el conocimiento teórico que fundamenta cada una de las partes integrantes del medio de transmisión de datos dentro de la red GPRS.

#### 13.1.1.1.2.- Selección y cotización de equipos

Con la ayuda del Ingeniero Miguel Ángel Núñez, funcionario de la empresa Conecel PORTACELULAR, en la ciudad de Guayaquil, obtuvimos tres proveedores de equipos para transmisión de datos GSM/GPRS, los mismos que son: ISCONET, ALDEBERAN  y BASEQUIP ; estos tres de la ciudad de Guayaquil, quienes nos enviaron las cotizaciones respectivas.

### 13.1.1.1.3.- Visitas a estaciones meteorológicas y centros de gestión

Se visitó las estaciones meteorológicas y centros de gestión de la Universidad Técnica Particular de Loja, Universidad Nacional de Loja y ENERLOJA.

### 13.1.1.2.- ¿Se alcanzó el objetivo?

La información recolectada a cerca de los diferentes sistemas de transmisión, aplicados en las estaciones meteorológicas, la selección de equipos y las visitas a las diferentes estaciones de monitoreo de las energías alternativas solar y eólica; han permitido implementar un sistema idóneo para la formación práctica referentes a las energías alternativas.

### 13.1.2.- Segundo objetivo


Diseño e implementación de un sistema, para transmisión, análisis y presentación; de los datos, tomados por la estación meteorológica remota, para su aprovechamiento en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja.

#### 13.1.2.1.- Tareas cumplidas

##### 13.1.2.1.1.- Selección de hardware y software.

El hardware de los equipos de transmisión a adquirirse, como el MODEM Y EL ROTUER GPRS; luego de haber realizado las pruebas, acordes a la necesidad de las estaciones meteorológicas, se escogió a la EMPRESA

  
ALDEBERAN ...su socio tecnológico, de la ciudad de Guayaquil.

El hardware y software aplicado en las estaciones meteorológicas, fue rentado para efecto de pruebas, a la empresa PROVIENTO S.A.  ENERGIAS RENOVABLES ECUADOR, de la ciudad de Quito. Energías Renovables del Ecuador, en coordinación con el Ing. Olaf Schweteje, representante de la compañía Alemana Windwärts Energie GmbH.

##### 13.1.2.1.2.- Adquisición de los equipos GSM/GPRS y contrato del servicio

Luego de haber verificado las pruebas de manera satisfactoria, se adquirieron los equipos a la empresa  ...su socio tecnológico y se contrató el servicio GRPS a

la empresa CONECEL , en la ciudad de Guayaquil.

#### **13.1.2.1.3.- Montaje del sistema de transmisión en la Universidad y en Zapotillo.**

En la Universidad se montó el equipo en el edificio donde funciona la CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS y en Zapotillo se montó en las instalaciones de PACIFICTEL.

#### **13.1.2.2.- ¿Se alcanzó el objetivo?**

Con las tareas realizadas podemos afirmar que se trata de un sistema de transmisión remoto de datos, confiable y aplicable para la estación meteorológica, que se va a montar en Zapotillo o en cualquier parte donde exista cobertura de PORTACELULAR; convirtiéndose así en un equipo de mucha importancia para el laboratorio de energías alternativas y una excelente herramienta dentro del proceso de formación académica ya que permitirá acceder a los datos de la estación meteorológica, desde el laboratorio sin tener que trasladarse al sitio o en este caso a Zapotillo.

#### **13.1.3.- Tercer objetivo**

Promocionar y socializar la aplicación del sistema de transmisión, análisis y presentación de datos; y su aplicación en la estación meteorológica del laboratorio de energías alternativas.

#### **13.1.3.1.- Tareas cumplidas**

##### **13.1.3.1.1.- Difusión del sistema implementado**

Previa planificación y con la colaboración de los Ingenieros Marco Rojas y José Ochoa, se logró la difusión del proyecto, la misma que se hizo a través del CERACYT de la Universidad Nacional de Loja, UV televisión y Ecotel TV.

##### **13.1.3.1.2.- Promoción del sistema implementado**

La promoción del proyecto se hizo mediante un seminario, dictado en el museo de rocas del Área de Energía, con fecha 31 de enero; a este evento asistieron estudiantes y docentes de las carreras de Ingeniería en Electromecánica, de tecnología en electrónica e ingeniería en sistemas.

#### **13.1.3.2.- ¿Se alcanzó el objetivo?**

Con las tareas realizadas, y la ayuda de los medios de comunicación de la Universidad Nacional de Loja, se logró que el conglomerado docente y docente

de nuestra Alma Mater, conozcan el funcionamiento, la importancia y que aplicaciones dar al medio de transmisión implementado, para la estación meteorológica del laboratorio de energías alternativas. Las charlas e información proporcionada a los estudiantes fueron una herramienta de motivación para despertar en ellos la utilización de la telecomunicación como instrumento de mando y control remoto; que lo pueden aplicar en su quehacer profesional.

# 14.- PROPUESTA ALTERNATIVA

## 14.- DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA

El desarrollo de la propuesta presentada, está enmarcada en la ejecución de las actividades descritas según las matrices de operatividad, descritas en el proyecto; las mismas que permiten alcanzar el objetivo general (ver anexo 7) como los específicos.

### 14.1.- Primer objetivo específico

Recopilar y sistematizar información, a cerca de la radio-transmisión, análisis y presentación de datos para estaciones meteorológicas destinadas al monitoreo y aprovechamiento de las energías alternativas solar y eólica.

#### 14.1.1.- Tareas desarrolladas

##### 14.1.1.1.- Análisis y selección de literatura.




La visita a diferentes paginas web, como [www.utpl.com](http://www.utpl.com), [www.isconet.com](http://www.isconet.com), [www.unl.com](http://www.unl.com), [www.ericsson.com](http://www.ericsson.com), [www.nokia.com](http://www.nokia.com), [www.cerasa.es](http://www.cerasa.es), [www.conecel.com](http://www.conecel.com), [www.seac.es](http://www.seac.es), [www.ambimet.com](http://www.ambimet.com) y [www.highlights.com.ec](http://www.highlights.com.ec) ; cada una de ellas diseñadas para dar información teórica y técnica, nos ha permitido obtener el conocimiento técnico de las partes que constituyen el sistema DE TRANSMISION DE DATOS a implementarse en este proyecto.

La bibliografía y documentación personal, obtenida durante el proceso de formación y campo ocupacional; de entre los cuales están: Conversión de luz solar en energía eléctrica, La energía eólica, Libro de comunicaciones móviles, Transmisión por radio, Sistemas de comunicaciones electrónicas, Guía de protocolos de telecomunicaciones, Apuntes de la ESPN; nos ha dado el conocimiento teórico que fundamenta cada una de las partes integrantes del medio de transmisión de datos dentro de la red GPRS.

##### 14.1.1.2.- Selección y cotización de equipos

Una vez determinado el sistema GSM/GPRS de **PORTA** ; como medio para transmisión de datos, entre Zapotillo y Loja; a través del proceso de selección de oferentes y enmarcados en la necesidad de la estación



meteorológicas se escogió los equipos cotizados (ver anexo 8) por la empresa ALDEBERAN  ALDEBERAN ...su socio tecnológico, quienes nos enviaron la descripción técnica tanto de los MODEMS  (ver anexo 9), como del conversor RS-232/ethernet  (ver anexo 10), con sus diferentes prestaciones.

#### 14.1.1.3.- Visitas a estaciones meteorológicas y centros de gestión

Las visitas realizadas a las estaciones meteorológicas y centros de gestión de la diferentes Instituciones locales como al Universidad Técnica Particular de Loja, ENERLOJA, Estación Científica San Francisco, están enmarcadas en la búsqueda de o información respecto al medio de transmisión que utilizan para transportar la información desde la estación meteorológica hasta el centro de gestión. Estas visitas estuvieron enmarcadas según una guía de observación diseñada para el efecto, ver anexo 11.

##### 14.1.1.3.1.- Visita a la Universidad Técnica Particular de Loja

La visita a esta Institución se la realizó el día martes 27 de noviembre a las 16H00; de esta visita podemos mencionar lo siguiente:

La estación meteorológica, ver figura 30, se encuentra montada en las inmediaciones de la Universidad, se encuentra ubicada a 30 metros del edificio UPSI, entre el edificio de artes y el edificio del UPSI (Unidad de Procesos y Sistemas Informáticos).



Figura 30: Estación meteorológica de la UIPL

La estación está montada en un área determinada de nueve metros cuadrados aproximadamente; está a cargo del grupo de sistemas e información geográfica SIG cuyo responsable es el Ing. Héctor Fernando Gómez Alvarado.

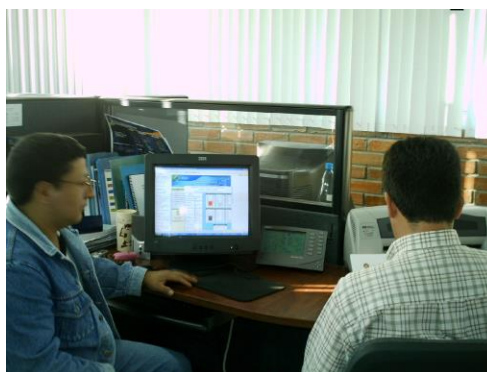
Dentro del SIG existe la unidad de Hidrología quien está a cargo del Ing. Fernando Rodrigo Oñate.

La estación meteorológica es de fabricación Americana DAVIS INSTRUMENTS, de la marca **DAVIS** Modelo Vantage PRO; está construida de forma compacta, ver figura 31 está equipada con diferentes sensores los mismos que permiten realizar las mediciones de las siguientes variables atmosféricas: Dirección y velocidad viento, Temperatura, Medida de temperatura aparente, Temperatura de sensación, Índice de calor, THSW (temperatura - humedad - sol - viento), Humedad, Punto de rocío, Lluvia caída, Presión barométrica, Radiación solar y Radiación UV (ultravioleta). En el anexo 13, se puede observar las especificaciones técnicas de los diferentes sensores equipados.



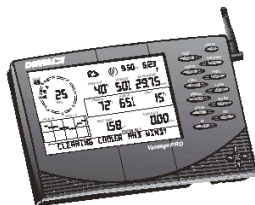
**Figura 31: Estación meteorológica DAVIS**

Los sensores montados en la estación, entregan la información a un datalogger incorporado en la estación, este a su vez transmite vía radio, la información hacia el centro de gestión SIG ver figura 32.



**Figura 32: Centro de gestión UIPL**

El centro de gestión está montado en el SIG, en un área aproximada de 4 metros cuadrados. En el centro de gestión se encuentra montada LA CONSOLA VANTAGE PRO™ ver figura 33



**Figura 33: Consola Vantage PRO™**

La consola, permite vía radio, leer los valores obtenidos por los sensores de la estación, esta consola, por su construcción, permite estar colocada máximo a 100 metros de la estación; esta viene equipada con una antena y está alimentada con tres pilas de 1.5 VDC; la consola tiene botones de acceso (ver anexo 12) para que el operador realice la lectura de los datos que el desea.

Adicionalmente en el centro de gestión, se tiene equipado un sistema de cómputo, CPU, monitor e impresora, ver en figura 34.



**Figura 34: Implementos centro de gestión**

En el CPU se tiene cargado la aplicación (software) propia de la estación meteorológica, denominado WATHERLINK 5.5 quien presenta la información meteorológica, ver figura 35, de dos maneras; una es semejante a una tabla de EXCEL,

Date	Time	Temp	Hi	Low	Hum	Dew	Wind	Wind	Hi	Hi	Wind	Heat	TMW	THSW	Rain	Solar	Solar	Solar	UvI	
		Out	Temp	Temp	Hum	Pt. Speed	Dir	Dir	Dir	Dir	Dir	Index	Index	Index	Rate	Rate	Rate	Energy	Rad.	
20/10/05	17:00	17.8	17.8	17.7	67	11.6	0.9	M	0.05	2.7	NE	17.4	17.4	17.4	0.00	0.0	0.0	0.00	0	
20/10/05	17:05	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	M	0.00	3.6	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:10	17.7	17.7	17.7	67	11.5	2.7	NE	0.16	3.1	NE	17.7	17.5	17.2	14.4	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:15	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	ESE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:20	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	ESE	0.05	1.8	ESE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:25	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.8	N	0.11	3.6	NE	17.7	17.5	17.4	14.7	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:30	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:35	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.8	N	0.11	3.6	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:40	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:45	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:50	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.8	N	0.11	3.1	NE	17.7	17.4	17.3	14.7	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	17:55	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:00	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:05	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:10	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:15	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:20	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:25	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:30	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:35	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:40	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:45	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:50	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	18:55	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:00	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:05	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:10	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:15	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:20	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:25	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:30	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:35	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:40	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:45	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:50	17.7	17.7	17.7	67	11.5	1.3	N	0.00	2.7	ESE	17.7	17.4	17.4	14.8	754.5	0.00	0.0	0.00	0
20/10/05	19:55	17.7	17.7	17.7	67	11.5	0.9	NE	0.05	2.7	NE	17.7	17.5	17.5	14.8	754.4	0.00	0.0	0.00	0

Figura 35: Datos meteorológicos watherlink 5.5

Y la segunda es de forma gráfica, ver figura 36.

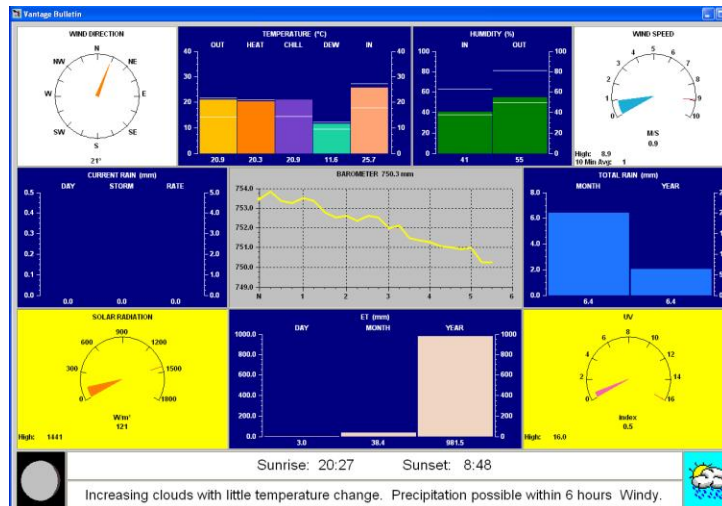


Figura 36: Graficas meteorológicas watherlink 5.5

La información meteorológica, proporcionada por el SIG, específicamente por la unidad de hidrología, es cargada de manera automática a un SERVIDOR DE RED de la UTPL, del cual todas las carreras de esta Universidad, pueden extraer dicha información. De entre las carreras que más se sirven de dicha información está la carrera de Ingeniería Civil.

#### 14.1.1.3.2.- Visita a las estaciones del HCPL (Enerloja s.a.)

Con fecha, se visitó la empresa ENERLOJA S.A. La misma que



**Figura 37: Edificio SISTEMAS.COM ENERLOJA**

Se encuentra ubicada en la calle Rocafuerte entre Olmedo y Juan José Peña, edificio SISTEMAS.COM 4<sup>to</sup> piso ver figura 37. La mencionada empresa es administrada por el Ing. Wilson Armijos, quién nos atendió y nos brindó información general del proyecto eólico que lleva adelante el Consejo Provincial de Loja.

De este proyecto se puede manifestar lo siguiente: El H Consejo Provincial de Loja, en sitio denominado Huayrapungos, mas conocido como Villonaco, se pondrá en marcha el proyecto eólico para generación de energía eléctrica. De acuerdo a los estudios realizados por ENERLOJA, conjuntamente con el Instituto Catalán de Energía de España y la consultora del Viento Normawind de Barcelona; en la provincia de Loja existen vientos adecuados y constantes con una velocidad media de 11.00 – 12.00 m/s. El parque eólico Villonaco tendrá una generación nominal de 15 megavatios. La zona de implantación es en la cumbre del cerro del mismo nombre, donde existen precipitaciones escasas y cuya temperatura oscilan de entre 10 y 15 grados centígrados y una altura de 2600 a 2700 msnm.

El parque eólico es el primero en instalarse en el País. Comprenderá 14 aerogeneradores, cada uno con una altura de 60 metros y tres aspas de 31 – 38

metros de largo, distribuidas en una fila ocupando una longitud aproximada de 2900 metros.

Adicionalmente se montará una subestación del tipo encapsulada, una línea de subtransmisión de 4500 metros de longitud. La energía eléctrica generada será despachada al Sistema Nacional Interconectado, a través de la subestación Loja (Transelectric). El Parque Eólico tendrá un costo aproximado de 21 millones de dólares, con fondos provenientes de inversionistas extranjeros.

En referencia a los sistemas de monitoreo, se nos indica que en cada punto tienen montados mástiles redondos con sensores, con una altura de 15 metros, como se observa en la figura 38.



Figura 38: Estación de monitoreo Villonaco HCPL

Dichas estaciones está equipada con sensores de radiación solar, velocidad y dirección del viento, nivel de precipitación y medición de temperatura, de tecnología Alemana. Esta información es registrada en un DATALOGGER de marca WILOG de procedencia Alemana, pero estos últimos comenzaron a fallar y ahora tiene equipos de procedencia Americana. Los datalogger está diseñados para almacenar información hasta por el lapso de un año; sin embargo ellos tiene un cronograma para ir a recolectar cada quince días.



La manera de tomar la información almacenada en el datalogger, es descargando hacia un computador vía puerto serial RS232 para posteriormente llevarla hasta el centro de gestión.

La forma de presentar los resultados obtenidos de la estación de monitoreo, es en base al software propio del datalogger, a manera de gráficas.

Toda esta información fue dada de manera verbal y se nos prestó sensores como el anemómetro y veleta, ver figura 39.



Figura 39: Sensores de propiedad de Enerloja

#### **14.1.1.3.3.- Visita a la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Loja**

La visita a esta Institución se la realizó el día viernes 9 de diciembre a las 10H00; de esta visita podemos mencionar lo siguiente:

La estación meteorológica se encuentra montada en las inmediaciones de la Universidad Nacional de Loja, está a cargo del área agropecuaria y recursos naturales renovables. La estación está ubicada a 100 metros del edificio del CEPOST del área agropecuaria, cerca al Instituto de Ciencias Básicas. ver figura 40



**Figura 40: Estación meteorológica de la UNL**

La estación fue montada en el año 1964 por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), es administrada por el departamento de meteorología cuyo responsable es el Ing. Segundo Morocho

La estación meteorológica tiene como objetivo dar información de elementos climáticos para la investigación agropecuaria; cuenta con tecnología rudimentaria, estando equipada con instrumentos de medición manuales, de fabricación Alemana. Ver figura 41.



**Nivel de precipitación**



**Radiación solar**



**Temperatura**

**Figura 41: Instrumentos de la estación meteorológica UNL**

Los instrumentos permiten realizar las mediciones de las siguientes variables atmosféricas: Dirección y velocidad viento, Temperatura, Medida de



temperatura aparente, Temperatura de sensación, Índice de calor, THSW (temperatura - humedad - sol - viento), Humedad, Punto de rocío, Lluvia caída, Presión barométrica, Radiación solar.

Las lecturas de los diferentes instrumentos, son tomadas en intervalos de tiempo de tres, la misma que inicia a las 7H00, horas la misma que es escrita en un formato diseñado para el efecto, ver anexo 14. La información es administrada en el centro meteorológico, ver figura 42, quién cuenta con un sistema de computo, equipado de un CPU, monitor, teclado e impresora.



**Figura 42: Centro de gestión UNL**

La información es guardada en un formato realizado en EXCEL, como se observa en la figura 43.

The image shows a screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet titled "Microsoft Excel - Arg.Sin.Nov C". The spreadsheet contains meteorological data for the month of November 2005 at the "ESTACION LA ARGELIA". The data is organized into columns for different variables: TEMPERATURAS EXTREMA (Maximum and Minimum), TERMOMETRO SECO (Dry Bulb), TERMOMETRO HUMEDO (Wet Bulb), TENSION DE VAPOR (Vapor Tension), HUMEDAD RELATIVA (Relative Humidity), and PUNTO DE ROCIO (Dew Point). The data is presented in a grid format with multiple rows for each day of the month, showing various temperature readings and other meteorological parameters. The spreadsheet also includes a summary row at the bottom with various statistical values.

Figura 43: Datos meteorológicos Centro de gestión UNL

El centro de gestión está montado en el CEPOST, en un área de 10 metros cuadrados

La información meteorológica, proporcionada por este centro, es aprovechada por los alumnos y docentes de las carreras de Agronomía, Agrícola, Forestal, Medio Ambiente; con fines de elaboración de tesis y como parte académica.


## 14.2.- Segundo objetivo específico

Diseño e implementación de un sistema, para transmisión, análisis y presentación; de los datos, tomados por la estación meteorológica remota, para su aprovechamiento en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja.

### 14.2.1.- Tareas desarrolladas

#### 14.2.1.1.- Selección de hardware y software.

Previo dialogo con el Ing. Thuesman Montaña, catedrático de la Universidad nacional de Loja, docente del módulo de energías alternativas; manifiesta que el proyecto de implementación de la estación meteorológica, para el laboratorio de energías alternativas; está bien retrasado por cuanto se torna imposible realizar pruebas del sistema de transmisión implementado.

Ante esto con fecha 20 de noviembre, se contacta con la empresa PROVIENTO S.A.  Energias Renovables del Ecuador, en la persona del Ing. Olaf Schweteje, representante en Ecuador, de la compañía Alemana Windwärts Energie GmbH, a quienes rentamos un equipo DATALOGGER M-Unit LOGGER, ver figura 44, y un ANEMOMETRO NRG # 40 H ver figura, cuyas especificaciones técnicas constan en el anexo 15.



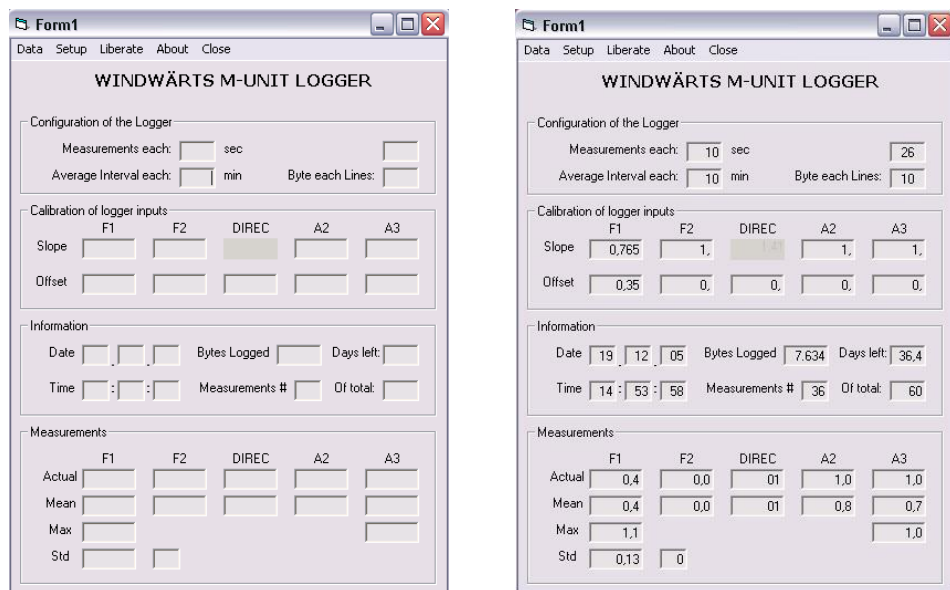
El datalogger tiene un puerto serial RS232 a través del cual podemos acceder a la información de la memoria, donde se guardan los datos del anemómetro.

El datalogger es gestionado a través de su software diseñado en visual Basic, bajo Windows.

Con fecha 17 de Diciembre, se recibe de la empresa PROVIENTO los equipos antes descritos, los cuales son rentados por el lapso de un mes; Los equipos han sido probados desde esta fecha hasta el 26 de diciembre, para posteriormente viajar a Guayaquil y realizar pruebas con el sistema de transmisión.

El programa de Windows sirve para configurar el logger y recopilar los datos grabados, el cual requiere una conexión serial de RS232. El programa intenta primero abrir el puerto COM1 para establecer una conexión con el logger en caso que esto falle se intenta abrir el puerto COM2.

Una vez abierto el programa, este presenta la pantalla inicial ver inicial ver figura 45 a



**A: Pantalla inicial sin conexión RS232**

**B: Pantalla con conexión RS232**

**Figura 45: Pantallas de presentación del datalogger**

Luego de haber hecho la conexión entre el datalogger y el computador, via peruto serial RS232, con el cable DB9 hembra – hembra, se presenta en la pantalla los datos tomados el momento de la conexión, ver figura 40 b

El significado de cada casillero mostrado en la pantalla es:

**Measurements each:** Intervalo de significado de toma de datos (leer los sensores) en segundos

**Sin denominación:** Código interno de los canales activados

**Average Interval each:** Intervalo de grabar los promedios a la memoria

**Byte each lines:** Bytes que ocupa cada grabación de datos (se requiere dos bytes adicional en el caso que hay un cambio de fecha o en la primera línea de grabación)

**Slope:** Slope de la calibración del canal F1, F2, Direc (fijado), A2 A3

**Offset:** Offset de la calibración del canal F1, F2, Direc (fijado), A2 A3

**Fecha:** Fecha actual

**Bytes logged:** Totalidad de los bytes grabados en la memoria

**Days left:** Días que faltan hasta que la memoria está llena (en el logger sale un aproximado no más)

**Time:** Hora, Minuto, Segundo

**Measurements #:** Toma de datos de los loggers actual

Of total toma de datos total (Intervalo 10 sec \* 60 toma de datos = 10 Minutos de grabación)

**Actual:** Valores actuales de los sensores F1, F2 Dirección, A2, A3

**Mean:** Promedio (se indica el promedio de todas las tomas en el intervalo de 10 minutos)

**Max:** Los valores máximos registrados dentro del intervalo de 10 minutos

**Std:** Desviación estándar (solo F1)

**Sin denominación:** Valor interno de la desviación estándar (no importa)

En la barra de herramientas, menú DATA, está la opción READ DATA, mediante la cual, los datos del datalogger se graba en un archivo creado para el efecto. Cuando se activa el menú READ DATA. No se graban automáticamente en un archivo sino se sigue grabando en la memoria. Esta acción hay que grabar frecuentemente según la necesidad del laboratorio y luego borrar la memoria para crear los archivos.

Los datos obtenidos de la memoria, luego de descargarlos y gravarlos en el archivo respectivo, se presentan en un archivo tipo texto ver figura 46,

FECHA	HORA	F1MEAN	F1MAX	F1STD	DIREC	A2MEAN	A3MEAN	A3MAX
23.12.05	05:50	00,35	00,35	00,00	00	00,00	00,00	01,00

**Figura 46:** Pantalla obtenida con datos descargados del logger

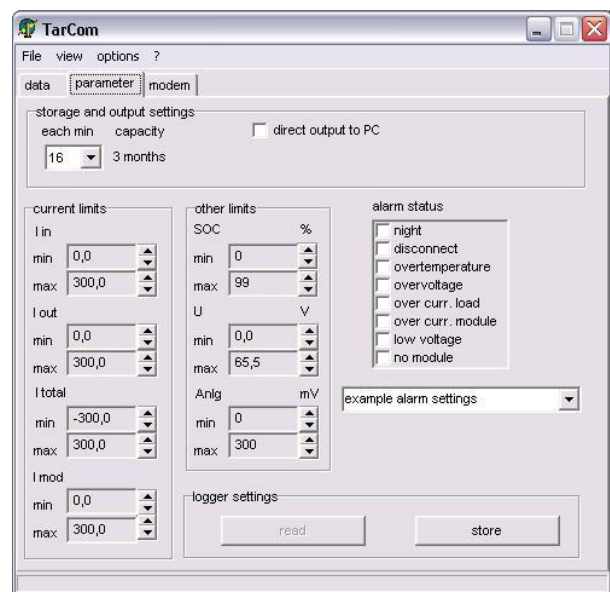
Desde este archivo se puede leer la información para su posterior gestión, esto es para su análisis, calculos, gráficas, o lo que se pueda diseñar en tal o cual software, que puede ser excel, labview, matlab, etc.

Adicional al datalogger de PROVIENTO, la empresa BP SOLAR de la ciudad de Quito, quienes nos ofrecen rentar, por el lapzo de un mes, un datalogger de marca TARCUM modelo 4055, ver figura 47, con su software respectivo; equipado con una batería, un panel solar y un controlador de carga, quien permitirá hacer el monitoreo de la radiacion solar y horas sol del sitio.

La renta de este equipo bordea los 1500 dolares americanos, donde constan pasajes, estadía, alimentación, por dos acciones, de un tecnico y los equipos antes descritos.



**Datalogger Tarcom**



**Software Tarcom**

**Figura 47:** Datalogger Tarcom

La empresa en mención hace la entrega de información referente al datalogger tarcon y envía el software de aplicación. Por el costo descrito en la oferta presentada, se hace imposible rentar este equipo.

Previo conocimiento a cerca de la función y aplicaciones de los datalogger, aplicados en las estaciones meteorológicas; se observa que estos tiene similitud en su funcionamiento de lo cual podemos resaltar lo siguiente:

- Los datalogger tiene puertos de entrada analógicos y digitales para entrada de señal de los sensores.
- El software de aplicación de estos, es semejante en cuanto tiene que ver a que el operador setea parámetros de tiempo de muestreo, intervalos de descarga de datos, etc.
- Cada datalogger viene con su propio software para aplicación y presentación de datos.

Con estas observaciones se determina realizar las pruebas con el DATALOGGER RPOVIENTO, que es el más accesible económicamente y se encuentra disponible para la renta.


#### **14.2.1.2.- Adquisición de los equipos GSM/GPRS y contrato del servicio**

Con fecha 7 de diciembre nos contactamos con la Ciudad de Guayaquil, con el Señor Miguel Ángel Núñez, Funcionario de la Empresa Portacelular,



a través de quien se hizo el contrato para la prestación del

servicio para transmisión de datos GPRS y en coordinación con la empresa

ALDEBERAN , para la compra de la tarjeta SIM CARD.

El trámite a realizarse para la adquisición de las tarjetas SIM CARD, es el siguiente:

- Llenar la solicitud de orden de servicio GPRS CORPORATIVO ver anexo 16, donde el proveedor de los equipos de transmisión de datos, llena la orden de servicio, en el centro de comercialización del servicio.
- Adquisición de las SIM CARD ver anexo, habilitadas para trafico de datos, en las que asignan los siguientes datos:
  - o APN remigio.porta.com.ec
  - o Localidad GYE

- Red 172.31.167.224
- Mascara 255.255.255.248 (/29)
- Rango de IP 172.31.167.225 to 172.31.167.230
- Total de IP 6
- Total de IP solicitadas 2

Esta información es hecha llegar vía email [carol2004@easynet.enet.ec](mailto:carol2004@easynet.enet.ec), ver anexo 17

- Firma del contrato del servicio GPRS por un año, según formato, ver anexo 18. donde se describe los siguientes datos:
  - Tipo de servicio
  - Tarifa
  - Tiempo de duración del contrato

La forma de cancelar el servicio es contrafactura, el mismo que se realiza en el CENTRO DE ATENCION AL CLIENTE de la ciudad de LOJA; hasta la fecha se ha cancelado la factura correspondiente al periodo 01 al 31 de enero del presente año.

La factura emitida por la empresa CONECEL es la que consta en la figura 48, en la que consta:

- Pensión básica del servicio GPRS
- Consumo por cada Mbyte
- Impuestos de ley
- Valor total a pagar

En esta factura, por el mes de enero se pagó \$14,81, catorce dólares con 81 centavos.

En el anexo 19 se puede observar la factura por el consumo del servicio.

La recepción de las SIM CARD tuvo lugar en la ciudad de Loja, por valija y la confirmación de su habilitación en la red, se dio a través de correo electrónico [carol2004@easynet.net.ec](mailto:carol2004@easynet.net.ec) .





Figura 48: Factura por consumo GPRS PORTA

**14.2.1.2.1.- Pruebas para la adquisición de los equipos de transmisión.**

Con fecha diciembre 27, se viaja a Guayaquil, llevando el DATALOGGER, ANEMÓMETRO Y LAS SIM CARD, con la finalidad de realizar las pruebas con los elementos constituyentes del sistema de transmisión a adquirirse; las cuales son satisfactorias, es decir:

- A través de la red GPRS se observa la lectura del anemómetro
- Vía hiperterminal se descarga los datos del logger, por filas.

Previo a realizar la compra de los equipos de transmisión se realizaron las pruebas de manera local con todo el sistema integro, es decir:

- Se integró el anemómetro, datalogger, router y modem; equipados estos últimos con sus sim card respectivas. Ver figura 49



**Figura 49: Montaje SIM CARD, modem, router y PC**

Una vez corregido algunos inconvenientes de software, se logra en el extremo remoto obtener la pantalla de aplicación del datalogger, donde se observa la lectura del anemómetro; ver figura 50.



**Figura 50: Obtención de los datos por la red GPRS**

A través del software (RED DATA), se procede a descargar los datos almacenados en la memoria del logger, la misma que es satisfactoria, obteniendo la pantalla de la figura 51.

FECHA	HORA	F1MEAN	F1MAX	F1STD	DIREC	A2MEAN	A3MEAN	A3MAX
23.12.05	05:50	00,35	00,35	00,00	00	00,00	00,00	01,00

Figura 51: Lectura de lo datos de la memoria del LOGGER

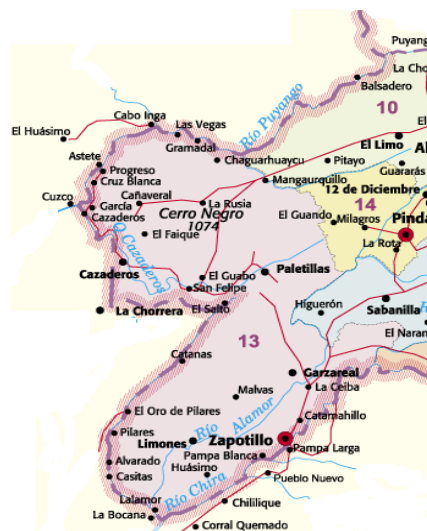
### 14.2.1.3.- Diseño e implementación del sistema propuesto.

#### 14.2.1.3.1.- Antecedentes:

La ciudad de Zapotillo, ver figura 52, se encuentra en la provincia de Loja, cuyas coordenadas son S  $5^{\circ} 0'$  / y W  $81^{\circ} 0'$  está a orillas del río Catamayo-Chira; frontera con el vecino País del Sur Perú, su topografía es irregular, sus altitudes oscilan entre 176 y 2122 metros; en la parte oeste presenta topografía regular. Se trata de una amplia zona cálida con una temperatura promedio de  $25^{\circ} \text{C}$ .



Foto de la ciudad de Zapotillo



Mapa del cantón Zapotillo

Figura 52: Ciudad y Cantón Zapotillo

La población está ubicada a 250 Km de la ciudad de Loja, para llegar a esta existen dos rutas. La primera, sigue la ruta es la marcada en la figura 53, que sigue desde Catacocha - el Empalme – Celica – Sabanilla – La Ceiba; Zapotillo cuenta con servicio de telefonía fija y móvil, el servicio fijo lo da la empresa Pacifictel mientras que el móvil está cubierto por la empresa Conecel PORTACELULAR.



Figura 53: Ruta para llegar a Zapotillo

El constante avance tecnológico dentro de las telecomunicaciones, la telemetría, transmisión de datos, software para análisis de datos, la creación del laboratorio de energías alternativas y la ejecución y puesta en funcionamiento de la estación meteorológica en Zapotillo, nos ha permitido diseñar e implementar un medio de transmisión, entre ZAPOTILLO Y EL LABORATORIO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS, DEL AREA DE ENERGIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; que permita de manera inmediata obtener los datos procesados por el DATALOGGER y este mediante su software presente en el centro de gestión toda la información recolectada y procesada.

Con la finalidad de realizar un levantamiento, del sitio donde va a estar montado el laboratorio de energías alternativas; para establecer el lugar de montaje del centro de gestión y básicamente donde se instalará el MODEM GSM/GPRS; con fecha 6 de Diciembre dialogamos con los Ingenieros Marco Rojas Moncayo y Thuesman Montaña, quienes manifiestan que el sitio destinado para el LABORATORIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS esta por construirse y que podemos tomar para las pruebas, el laboratorio de sistemas, sitio ubicado en el último piso del edificio donde funcionan la CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS. Ver figura 57.

Luego de esto se observó el sitio donde se va a montar el modem, determinando colocarlo junto al ROUTER de la red del centro de cómputo, ver figura 54



Vista frontal sala de computo

Vista posterior sala de computo

Figura 54: Centro de cómputo carrera de sistemas UNL

El laboratorio tiene una área de 15 m<sup>2</sup> ver figura 55, donde existe un escritorio que sirve de soporte al router de la red del centro de cómputo.

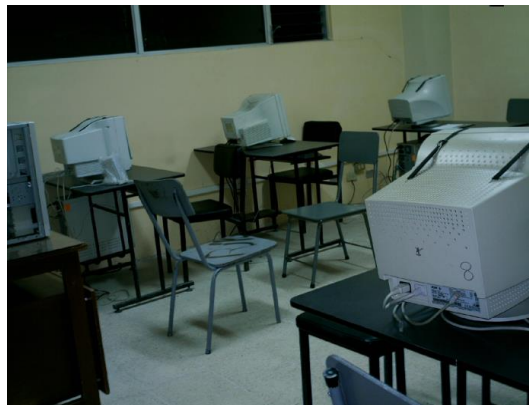




Figura 55: Lugar y sitio a montar el MODEM

Una vez determinado como red de transmisión, la red GPRS de PORTA entre Zapotillo – Loja y luego de haber realizado las pruebas respectivas, se opta por adquirir los equipos MODEM GPRS MULTITECH  ; el

CONVERSOR de interfaz SERIAL RS 232 a ETHERNET  y para

las pruebas se renta los equipos meteorológicos de 

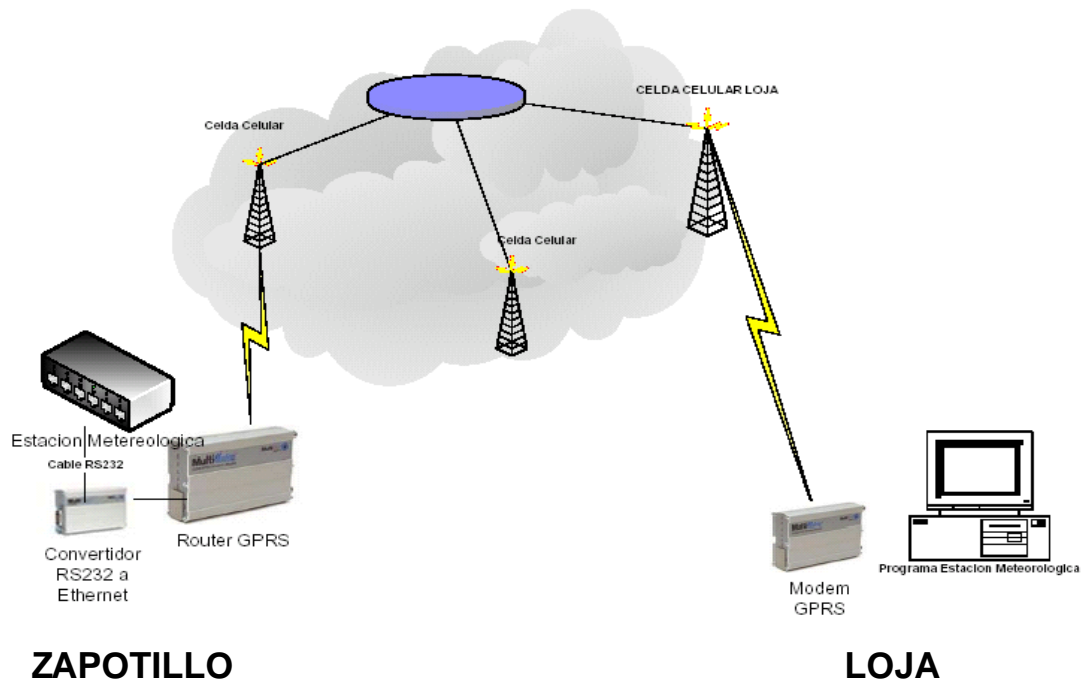
#### 14.2.1.3.2.- Diseño del sistema

El diseño del sistema ver anexo 22, está desarrollado, tomando en consideración las partes y equipos antes descritos (modems y conversor) cada uno de ellos interrelacionados según el esquema básico funcional de la



arquitectura que presenta la red GPRS de la empresa **PORTA**. La arquitectura (hardware) del sistema propuesto e implementado, comprende desde la estación meteorológica, el conversor de interfaz RS-232/ETHERNET, el ROUTER GPRS y el MODEM GPRS; estos dos últimos, que se comunican a través de la red GSM de porta.

La arquitectura diseñada se la observa en la figura 56, donde de manera gráfica se puede notar cada uno de los componentes del sistema de transmisión propuesto, no sin antes mencionar que las partes integrantes de la red GSM de PORTA, no se las puede denotar por cuanto la información que se tiene es muy escasa debido a restricciones de los propietarios del sistema.



**Figura 56: Arquitectura del sistema de transmisión implementado**

En el diseño del sistema, se presenta el sistema de alimentación, el cual puede ser tomado de dos fuentes alternativas de energía, sea de AC como DC y en este último caso con la consideración de que la batería debe ser de libre mantenimiento (batería seca), tanto para los equipos montados en Loja como en Zapotillo.

Adicional a este diseño, en el presente trabajo investigativo, se presenta el diseño de un sistema punto multipunto (ver anexo 23), el cual nos permitirá

desde un punto (Por ejemplo la Universidad) con un MODEM GPRS poder monitorear cuatro estaciones meteorológicas que pueden estar montadas en diferentes localidades, (donde este la cobertura de PORTA). Con este diseño, la configuración del PUERTO de comunicación de la aplicación (SOFTWARE del LOGGER), en el centro de gestión; se utilizará el REDIRECTOR, a quién se configurará para las diferentes direcciones IP que se de a los MODEM (contenidas en las SIM CARD), de las estaciones distantes.

#### **14.2.1.3.3.- Montaje de los equipos de transmisión**

##### **14.2.1.3.3.1.- Montaje del MODEM Y PC en la Universidad.**

El sistema de transmisión, montado en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja, en el Área de Energía, se encuentra en un espacio designado para efecto de pruebas; ver figura 58. El sistema comprende el MODEM GPRS, banda 850/1900 GSM/GPRS soporta EDGE, con interfaz RS232, con su antena SIMM socket y fuente de poder. Este equipo con el interfaz RS232 se conectó con el computador; quién tiene cargado el software de aplicación de datalogger; donde se pudo verificar que existe enlace entre los dos sitios.

Con la designación del sitio donde se va a realizar el montaje del MODEM, para efecto de pruebas se toma el edificio de la CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS. Ver figura 57.



**Figura 57: Edificio de la carrera de Ingeniería en sistemas  
Local designado para pruebas**

Luego de esto se observó el sitio donde se va a montar el modem, determinando colocarlo junto al ROUTER de la red del centro de cómputo, ver figura 58.

El laboratorio tiene una área de 15 m<sup>2</sup> ver figura, donde existe un escritorio que sirve de soporte al router de la red del centro de cómputo.

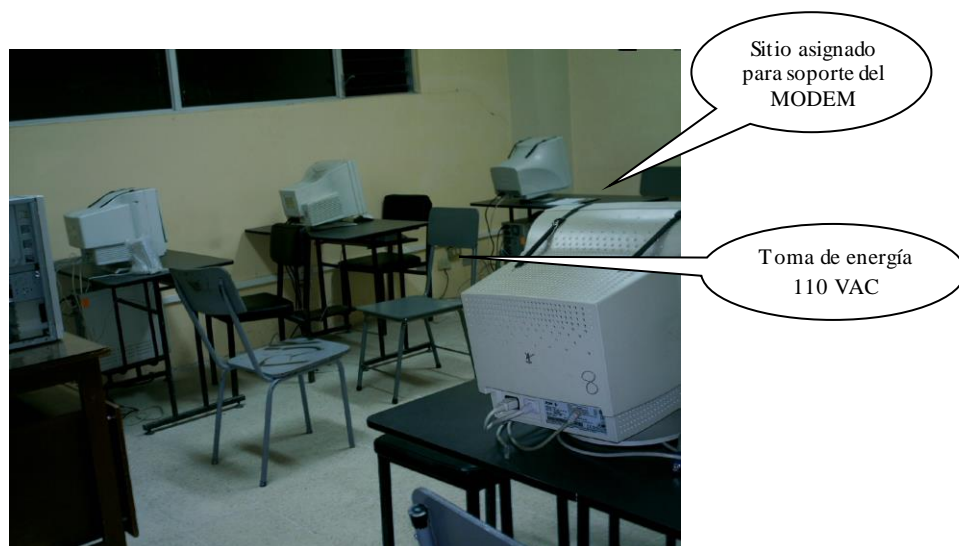




Figura 58: Lugar y sitio a montar el MODEM



Figura 59: Equipos montados en el laboratorio



#### 14.2.1.3.3.2.- Montaje del ANEMOMETRO, DATALOGGER Y ROUTER en Zapotillo

Con fecha 28 de enero, con el antecedente de no contar con la estación meteorológica en la ciudad de Zapotillo, y de contar con los equipos rentados por la empresa proviento ; viajamos a Zapotillo, donde se realizó el montaje del datalogger, anemómetro, ROUTER GPRS y el conversor RS-232, estos dos últimos equipos fueron prestados por la empresa  de la ciudad de Guayaquil.

El montaje de los equipos se la realizó en las inmediaciones de la empresa Pacifictel, previa autorización del Ingeniero Luís Córdova Arias, Gerente de la misma; aquí se nos dio las facilidades técnicas como toma de energía, mesa para soporte de los equipos y espacio en la torre.

El montaje del datalogger, fuente de energía y del router se lo realiza en la sala de radio, como se observa en la figura 60.



Figura 60: Montaje del sistema en la sala de equipos Pacifictel Zapotillo

El montaje del anemómetro se lo hace en la torre de comunicaciones de esta misma empresa, ver figura 61.



**Figura 61: Montaje del anemómetro en la torre, Zapotillo**

Luego del montaje se realizó pruebas de conexión mediante PING entre las direcciones IP 172.31.167.225 y IP 172.31.167.226

#### **14.2.1.3.4.- Pruebas del sistema de transmisión**

##### **14.2.1.3.4.1.- Pruebas de enlace del MODEM Y ROUTER con las radio bases**

Referente a las pruebas de enlace entre el modem y el router con las radio bases de Loja y Zapotillo respectivamente, no se puede hacer por cuanto esto implica tener equipos de medición conectado en las radio bases y más bien los señores de PORTA nos entregan una hoja de pruebas, ver anexo 20, que ellos han realizado con los equipos al momento de estos haber sido estos homologados para dar el servicio GPRS.

De este **REPORTE DE PRUEBAS**, que se nos entregó podemos resumir lo siguiente:

**RESULTADO:** **ACEPTADO**  
**EVALUACION DEL TERMINAL:** 08/12/04 al 08/12/04

**FECHA REALIZACION REPORTE:** 09/12/04  
**PROVEEDOR:** NOKIA  
**MODELO:** 12  
**SW:** IMP 1.0.  
**IMEI:** 010352000026875  
**POTENCIA:** 2 W

#### **COMENTARIOS:**

El terminal es **ACEPTADO** para trabajar en la red PORTA. Es un terminal de bandas GSM/GPRS/EDGE 850/1900 Mhz. El terminal viene incluido en un módulo llamado NET POINT DATA el cual utiliza el SW NET POINT INFO, el lenguaje utilizado para la comunicación es el .NET. Utilizando la red GPRS/EDGE el terminal funcionó correctamente como MODEM GPRS. Se ejecutó el comando CMD y después IPCONFIG desde la PC, con los que se pudo comprobar la dirección IP asignada al terminal. Se probó con el comando TRACERT, el cual realizó un seguimiento de conexión del terminal con la IP: 216.250.209.10, teniendo resultados positivos. Mediante el uso del comando PING se pudo comprobar la conexión del módem hacia las direcciones IP del servidor PORTA. Se realizaron pruebas de transmisión de datos a través de la red GPRS/EDGE, se ejecutaron la habilitación y deshabilitación de salidas digitales. Se probó una comunicación serial inalámbrica utilizando la red GPRS/EDGE de PORTA a través del hyperterminal, teniendo éxito en las pruebas antes mencionadas.

#### **DESEMPEÑO EN EL CAMPO**

- ↪ Se ejecutan pruebas con el MODEM GPRS/EDGE NOKIA 12 en la banda 850 MHz. en la red GSM existente en Guayaquil.
- ↪ Es un terminal de bandas GSM/GPRS/EDGE 850/1900 Mhz.
- ↪ El terminal no posee modo Field test.
- ↪ No se puede verificar si posee AMR o no, debido a que no posee Dialup.
- ↪ Los procesos de reelección, registración (tiempo= 10 seg.) se ejecutaron correctamente.

- ↳ El terminal viene incluido en un módulo llamado NET POINT DATA el cual utiliza el SW NET POINT INFO, el lenguaje utilizado para la comunicación es el .NET.
- ↳ Utilizando la red GPRS/EDGE el terminal funcionó correctamente como MODEM GPRS. Se realizó una conexión como MODEM GPRS/EDGE, mediante la cual se pudo navegar en Internet con una velocidad promedio de 70 Kbps.
- ↳ Se ejecutó el comando CMD y después IPCONFIG desde la PC, con los que se pudo comprobar la dirección IP asignada al terminal.
- ↳ Se probó con el comando TRACERT, el cual realizó un seguimiento de conexión del terminal con la IP: 216.250.209.10, teniendo resultados positivos.
- ↳ Mediante el uso del comando PING se pudo comprobar la conexión del módem hacia las direcciones IP del servidor PORTA.
- ↳ Ejecutando el comando PING se obtuvo un tiempo de respuesta promedio de 700 msec.
- ↳ Se realizaron pruebas de transmisión de datos a través de la red GPRS/EDGE, se ejecutaron la habilitación y deshabilitación de salidas digitales de un módulo externo de prueba.

#### 14.2.1.3.4.2.- Pruebas de conexión entre MODEM Loja y ROUTER Zapotillo.

Luego del montaje se realiza las pruebas de conexión mediante PING entre las direcciones IP 172.31.167.225 y IP 172.31.167.226; el ping fue echo desde Loja, ver figura 62.

```

Microsoft Windows XP [Versión 5.1.26001
(C) Copyright 1995-2001 Microsoft Corp.

D:\Documents and Settings\Remigio>ping 172.31.167.225

Haciendo ping a 172.31.167.225 con 32 bytes de datos:

Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 172.31.167.225: bytes=32 tiempo=2500ms TTL=64
Respuesta desde 172.31.167.225: bytes=32 tiempo=2281ms TTL=64
Respuesta desde 172.31.167.225: bytes=32 tiempo=1277ms TTL=64

Estadísticas de ping para 172.31.167.225:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
    (25% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1277ms, Máximo = 2500ms, Media = 2040ms

D:\Documents and Settings\Remigio>ping 172.31.167.226

Haciendo ping a 172.31.167.226 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.31.167.226: bytes=32 tiempo=3410ms TTL=64
Respuesta desde 172.31.167.226: bytes=32 tiempo=2561ms TTL=64
Respuesta desde 172.31.167.226: bytes=32 tiempo=2736ms TTL=64
Respuesta desde 172.31.167.226: bytes=32 tiempo=2482ms TTL=64

Estadísticas de ping para 172.31.167.226:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 2482ms, Máximo = 3410ms, Media = 2797ms

D:\Documents and Settings\Remigio>_

```

Figura 62: Pantalla tomada de las pruebas del enlace ente Loja y Zapotillo

La dirección del MODEM de Loja es 172.31.167.226 y el del ROUTER de Zapotillo es 172.31.167.225; de esta prueba se concluye: de cuatro paquetes enviados, cuatro se recibieron, cero paquetes perdidos, tiempo promedio 1797ms.

#### 14.2.1.3.4.3.- Pruebas de tráfico de datos entre Loja y Zapotillo.

Una vez realizada las pruebas de conexión ente los equipos, se hace correr la aplicación del logger (software), obteniendo la lectura de los datos del anemómetro (velocidad del viento) en tiempo real; y se hace una descarga de los datos de la memoria, como se observa en la figura 63.

FECHA	HORA	F1MEAN	F1MAX	F2MEAN	DIREC	A2MEAN
29.01.06	17:20	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:30	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:40	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:50	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:10	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:20	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:30	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:40	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:50	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:60	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	17:70	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:00	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:10	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:10	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:20	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:20	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:30	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:40	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:40	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:50	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:60	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:70	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	18:80	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:00	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:10	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:10	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:20	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:30	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:30	00,00	00,00	00,00	01	01,00
29.01.06	19:40	00,02	00,50	00,00	01	01,00
29.01.06	19:50	00,02	00,50	00,00	01	01,00
29.01.06	19:60	00,02	00,50	00,00	01	01,00
29.01.06	19:70	00,02	00,50	00,00	01	01,00
29.01.06	19:80	00,02	00,50	00,00	01	01,00

Figura 63: Pantalla tomada de la descarga de los datos

#### 14.2.1.3.5.- Seguridades que presenta la red LA RED GPRS DE PORTA

Como en toda red de transmisión de datos, se considera un papel muy importante la seguridad ante agentes externos, básicamente dentro del software, por lo que la empresa CONECEL nos indican las seguridades tomadas en la red, mediante la siguiente descripción:

Existen cuatro grandes segmentos de red por donde viajan los datos enviados desde y hacia GPRS, considerando como destino final, Internet o Ultima Milla del Cliente

1. Network GSM.- El Modulo de encriptación (encriptado) es GEA2, el algoritmo es A5/2 (Segmento A) (Este es el estándar GSM de seguridad) (En este punto estamos hablando de todo el trafico que viaja por la red celular (aire))
2. Network GPRS.- Todos los datos viajan vía GTP (tunneling + encription) (Este segmento de red es aislado y solo es accesible por los servidores (servers) de la red GPRS, a los que no se puede ingresar a ellos desde la Ultima Milla y/o Internet)
3. Network Gi.- Todos los datos viajan vía IP, El acceso a esta data es restringido por medio del Firewall (Segmento C)
4. Internet o Ultima Milla del cliente.- Toda la data viaja vía IP, La responsabilidad de la seguridad de la data es del cliente ya que este segmento ya no es parte del core GSM/GPRS. (Como una posible solución para minimizar este riesgo de seguridad de la info. es la instalación de un cliente VPN en sus PDA o Laptop) (Segmento D)

En la figura 64 se describe brevemente los segmentos antes mencionados. En el caso de la transmisión de datos entre Zapotillo y Loja, entre MODEMS GPRS, la comunicación se queda solo en los SEGMENTOS A y B

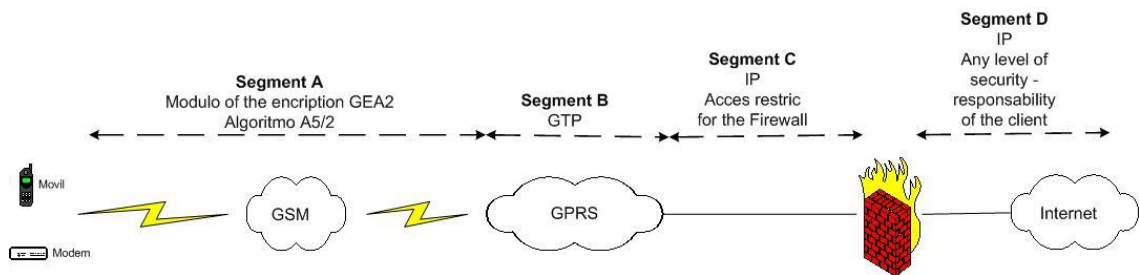


Figura N° 64: Niveles de seguridad de la RED GPRS DE PORTA

### 14.3.- Tercer objetivo específico

Promocionar y socializar la aplicación del sistema de transmisión, análisis y presentación de datos; y su aplicación en la estación meteorológica del laboratorio de energías alternativas.

#### 14.3.1.- Tareas desarrolladas

##### 14.3.1.1.- Difusión del proyecto

Una vez concluido con las pruebas del sistema, la elaboración del borrador de la tesis; con la autorización del Ingeniero Juan Ochoa Aldean, director del proyecto, se planificó dar un seminario para socialización y difusión del proyecto, para ello se coordinó con el Ingeniero Marco Rojas, quien nos ayudó en la planificación y conjuntamente con el Ing. José Ochoa, convocaron al CERACYT, diario la Hora, UV televisión y Ecotel TV; para que asistan el martes 31 de Enero, fecha en la cual se dio dicho seminario.

El seminario se planificó conforme al siguiente formato:

Identificación

Objetivos

General

Específicos

Datos del expositor

Expositores

Trabajos académicos

Formación académica

Experiencia profesional

Temática del seminario

- 1.- breve descripción del proyecto
- 2.- breve análisis de los fundamentos teóricos
- 3.- descripción del funcionamiento
- 4.- bondades del sistema y aplicaciones
- 3.- temas de tesis, relacionados con el proyecto.

El desarrollo del formato se lo puede ver en el anexo 21; A este evento de socialización, ver figura 65, asistieron alumnos de la carrera de tecnología en electrónica y electricidad e Ingeniería Electromecánica; así como los docentes de estas carreras.



Figura N° 65: Socialización del proyecto

#### **14.3.1.2.- Promoción del proyecto**

Paralelamente al seminario de socialización, se realizó la promoción del proyecto, a través de los diferentes medios de comunicación como son: CERACYT, diario la Hora, UV televisión y Ecotel.



Estos medios informativos, nos entrevistaron e hicieron filmaciones tanto de la exposición como de los equipos implementados, esto es MODEM, ROUTER, DATALOGGER, ANEMOMETRO Y VELETA.

Para efecto de demostraciones, a cerca de la movilidad que se puede alcanzar ya sea del centro de gestión como del laboratorio, se montaron los equipos de la estación meteorológica en el vehículo.

## 15.- CONCLUSIONES

La recopilación y sistematización de la información, inherente a sensores, transductores, sistemas de adquisición de datos y medios de transmisión; aplicados en las estaciones meteorológicas; permitió seleccionar el sistema de transmisión a implementarse, con el cual los datos obtenidos en la estación de monitoreo de Zapotillo, lleguen a Loja de manera rápida, confiable y con la aplicación de tecnología acorde a nuestro medio.

El sistema de transmisión de datos, vía red GPRS, implementado, permite en tiempo real, obtener en el laboratorio de energías alternativas, la información referente al comportamiento de las variables meteorológicas; así como la adquisición de datos almacenado en la memoria, en este caso el DATALOGGER; permitiendo mejorar el proceso de exploración en el campo de energías alternativas, para su posterior aplicación.

La promoción y socialización del proyecto, dada ya sea en la charla a los estudiantes del XI módulo de la carrera de electromecánica y al público en general a través de los diversos medios de comunicación, a permitido incentivar en los estudiantes, para que utilicen la telecomunicación como medio de acceso o telemando, dentro del funcionamiento de máquinas o en el control de procesos electromecánicos.

Se puede ver, a la red GPRS como una solución factible e inmediata para la adquisición automatizada de datos de manera remota; debido a su amplia cobertura en nuestra Provincia y el País, permitiendo así ampliar el espectro de conectividad entre personas y sistemas.

La red GPRS surge de la evolución de la telefonía móvil de segunda generación, con la finalidad de traficar datos a una velocidad teórica de 115 Kkbps y típicamente de 40 Kbps, mientras que las generaciones anteriores no permitían


traficar datos y la velocidad que permite la telefonía fija no va más de 30 a 50 Kbps sin considerar la escasa cobertura de esta última red, en nuestro medio.

El uso de módulos GPRS en nuestro País, como interfaz de comunicación inalámbrica tendrá una aplicación inmediata y evidente para la mayoría de las soluciones de telemetría, existente hoy en día, no solo en ambientes altamente industrializados sino también a mayor escala, por ejemplo para aplicaciones en el hogar y la oficina.

La actual limitante de esta tecnología es su tasa de transferencia. Lo que hace que solo se pueda destinar a aplicaciones de tipo transaccional y no ha aplicaciones interactivas por ejemplo donde se utilice videoconferencia como lo pueden lograr algunas implementaciones de tercera generación como CDMA.

## 16.- RECOMENDACIONES

Para la puesta en operación del medio de transmisión a través de la red GPRS, se debe tomar en cuenta que el equipo que adquiere los datos DATALOGER, de la estación meteorológica, tenga puerto ETHERNET, para que lo reconozca la dirección IP de la red GPRS, caso contrario se debe implementar un conversor de protocolos.

El contrato del servicio GPRS en la empresa CONECEL PORTA , está hecho por el lapso de un año; se debe cancelar contra factura, en el Centro de Servicio al cliente de LOJA, la tarifa básica de 5 dólares por SIM CARD, más los byte traficados; caso de incumplir con la cancelación, se suspenderá el servicio.

Las tarjetas SIM CARD adquiridas, están habilitadas única y exclusivamente para transmisión de datos en la red GPRS de modem a modem.

La estación meteorológica o el sistema a ser monitoreado remotamente; así como el centro de gestión o laboratorio deberán estar situados dentro de las áreas de cobertura de cada celad de la red GSM de portacelular.

En caso de montar la estación, en un sitio donde no existe cobertura de PORTACELULAR, se debería coger otra empresa que de el servicio de portador, ya sea por telefonía móvil o fija, o en su defecto llevar la señal a través de un enlace de radio de espectro ensanchado hasta el sitio donde ya se tenga cobertura de portador.

Los equipos, tanto de la estación meteorológica como el del laboratorio, pueden ser alimentados con DC en un rango de 5 a 32 V y 400 m A, pudiendo ser tomada dicha alimentación con un transformador o desde una batería.

Los equipos de comunicación, MODEM Y ROUTER, una vez reconocidos por la red GPRS y establecida la comunicación entre ellos, está listo para traficar datos; si por algún motivo se desconectáran bastará hacer un reset al MODEM y el router está en capacidad en reponer el servicio, para luego, en este caso correr la aplicación del DATALOGGER.

## 17.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Rad Com, Guía Completa de Protocolos de Telecomunicaciones, Editorial Mcgraw-Hill, Madrid, España 2002
- 2.- Nestor Quadri, Energía Solar, Cuarta Edición, Editorial Alsina, Buenos Aires, Argentina, 2005
- 3.- Ifetec, Apuntes Seminario Taller, Diseño de Sistemas Solares Fotovoltaicos, Madrid, 1998.
- 4.- José María Hernando Rábanos, Transmisión por Radio, Editorial cerasa, cuarta edición, Madrid, 2003
- 5.- José María Hernando Rábanos, Comunicaciones Móviles, Editorial cerasa, segunda edición, Madrid, junio 2004.
- 6.- Wayne Tomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Editorial Pearson Educación, cuarta edición, México, 2003
- 7.- Hector L. Gasquet, Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica, El Paso Texas, EEUU, 2000.

- 8.- Elementos de la Metodología de la Investigación Científica, apuntes, Universidad Nacional de Loja, Ecuador, 2004.
  
- 9.- Teoría de Comunicaciones, Recopilación y apuntes, Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2004