



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Análisis de las diferentes formas de enlazar teleconsultorios de centros de salud rurales con hospitales urbanos y elaboración de criterios para seleccionar el método apropiado según el caso”

Proyecto de Materia de Graduación

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Luis Alfredo Bucheli Arias

Mónica Patricia Echeverría Bucheli

Juan Carlos Maruri Sigüenza

Guayaquil – Ecuador

2010

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestras familias, a todas aquellas personas que nos han colaborado desinteresadamente y, un especial agradecimiento al Ing. Miguel Yapur por su apoyo para la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

Porque este fue un largo camino, que nunca recorrí solo; para aquellas personas que permitieron cristalizar un sueño, que aportaron con su fe, tiempo, cariño y dinero; alrededor de cuyo centro gira mi vida: Mis padres, esposa e hijo.

Alfredo

Por su inmenso amor e incondicional apoyo, este trabajo va dedicado a nuestros padres: Don Vicente, Doña Lucía, Don Jorge y Doña Gloria.

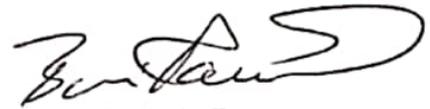
Juan Carlos y Mónica

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in black ink, consisting of several vertical strokes and a large, sweeping curve on the right side.

Msc. Miguel Yapur

Profesor de Materia de Graduación

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized, cursive script with a prominent loop at the end.

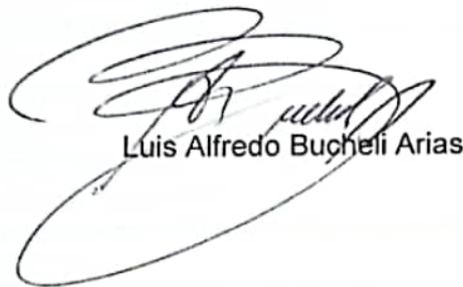
Phd. Boris Ramos

Profesor Delegado del Decano

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Art. 12 del Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Luis Alfredo Bucheli Arias



Mónica Patricia Echeverría Bucheli



Juan Carlos Maruri Sigüenza

RESUMEN

El propósito del presente trabajo es el de servir como guía de consulta, para cualquier persona interesada en enlazar teleconsultorios de salud rurales con hospitales urbanos sin la complejidad matemática y teórica que este trabajo implica; al finalizar el documento, el lector tendrá una clara idea de las alternativas disponibles actualmente en el país y los criterios para elegir la que mejor convenga para establecer el enlace entre los centros de salud. Cabe indicar que para este proyecto se ha desarrollado un software que ilustra los métodos de enlace apropiados para la provincia de Loja, sin embargo, el análisis presentado puede ser aplicado para la totalidad de provincias que conforman el Ecuador a través del ingreso de información en la base de datos tales como: otras empresas proveedoras de servicios portadores, datos geográficos de ubicación y topografía del resto de provincias, nuevas tecnologías disponibles. En el diseño del software se ha limitado la posibilidad de establecer enlaces propios para distancias inferiores a los 20 kilómetros y como solución a considerar para distancias superiores, siempre que no exista la disponibilidad de un proveedor de servicios portadores. Esta condición parte del punto de vista que dentro de esta extensión la posibilidad de encontrar elevaciones intermedias entre los puntos a enlazar es baja, situación que se cumple mayormente en la región costa mas no así en los enlaces que involucran localidades de la sierra o amazonia donde el aplicativo consultará dentro de su base de datos y mostrará el método de enlace recomendado con un mensaje que alertará al consultante sobre la presencia de elevaciones intermedias, de esta manera se toma en cuenta el factor crítico de la topografía.

Este estudio, si bien está destinado a personas inexpertas en temas de comunicaciones, no puede dejar a un lado los conceptos teóricos inherentes a las telecomunicaciones, así como los referentes a la Telemedicina, por lo que, en el documento se han reservado los Capítulos 1, 2, 3 y 4 para tratar estos conceptos, destinando el Capítulo 5 para la definición de método de enlace y el análisis de los criterios de selección del método apropiado del enlace y el Capítulo 6 para la representación gráfica del método de enlace recomendado para la provincia de Loja, que incluye un estudio práctico aplicable al enlace Loja - Tutupali estableciendo su comparación con la estructura de comunicaciones instalada.

Como parte final se presentan las conclusiones y recomendaciones.

ABREVIATURAS

ACR	Colegio de radiólogos americanos
ADSL	Asymmetric digital subscriber line
CAD	Conversor analógico digital
CCD	Charge coupled device
CDMA	Acceso múltiple por división de código
CMOS	Complementary metal oxide semiconductor
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
DICOM	Digital imaging and communication medicine
EHTO	Observatorio europeo de la telemática para la salud
EKG	Electrocardiograma
ETSI	European Telecommunications Standard Institute
EVDO	Evolution data only
GPRS	General radio packet Service
GSM	Sistema global de comunicaciones
HIS	Sistemas de información hospitalaria
HL7	Health level seven
HSDPA	High speed downlink packet Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Protocolo de Internet

IPTV	Televisión sobre protocolo de internet
LED	Diodo emisor de luz
LOS	Line of sight
MR	Resonancia magnética
MSN	Microsoft Network
NHLBI	Instituto nacional del corazón, el pulmón y la sangre
NIH	Institutos nacionales de la salud
NM	Medicina nuclear
NTSC	National Television System Committe
ODBC	Open database connectivity
OMS	Organización mundial de la salud
PACS	Pictures archiving communications systems
PAL	Phase alternating line
QOS	Calidad de servicio
RDBMS	Relational data base management system
RDSI	Red digital de servicios integrados
RGB	Red green blue
RTB	Red de telefonía básica
RTPC	Red telefónica pública conmutada
RX	Rayos X
SCPC	Single cannel per carrier

SENATEL	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
SLA	Acuerdo de nivel de servicio
SQL	Structured query language
TAC	Tomografía axial computarizada
TIA	Telecommunications Industry Association
TIC	Tecnologías de información y comunicaciones
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	Universal mobile telecommunications system
US	Ultrasonido
VDSL	Very high bit rate digital subscriber line
VOIP	Voz sobre protocolo de internet
VSAT	Very small apertura terminals
VSAT IPOS	Internet protocolo ver satellite
WIMAX	Worldwide interoperability for microwave Access

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ABREVIATURAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	2
1.1. TELECONSULTORIOS	2
1.1.1. <i>Clases de centros de salud, por distribución geográfica</i>	2
1.1.1.1. Urbanos.....	2
1.1.1.2. Rurales	3
1.2. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE TELEMEDICINA.....	4
1.2.1. <i>Elementos de un sistema de Telemedicina en un escenario simple</i>	4
1.2.2. <i>Elementos de un sistema de Telemedicina en un escenario integral</i>	5
1.3. TELEMEDICINA	5
1.3.1. <i>Imágenes digitales</i>	5
1.3.2. <i>Señales digitales</i>	6
1.3.3. <i>Formato DICOM</i>	6
1.3.4. <i>HL7</i>	7
1.3.5. <i>PACS</i>	7
CAPÍTULO 2.....	8
2. TELEMEDICINA	8
2.1. INTRODUCCIÓN	8
2.2. DEFINICIÓN	10
2.3. CLASIFICACIÓN	10
2.3.1. <i>Clasificación en el tiempo</i>	11
2.3.1.1. Tiempo diferido.....	11
2.3.1.2. Tiempo real.....	12
2.3.2. <i>Clasificación por especialidad médica</i>	12
2.3.2.1. Teleradiología	13
2.3.2.2. Telepatología	15
2.3.2.5. Teledermatología.....	16
2.3.2.6. Teleoftalmología	17
2.3.2.7. Telecirugía.....	17
2.3.3. <i>Clasificación por ubicación</i>	18
2.3.3.1. Telemedicina urbana	18
2.3.3.2. Telemedicina rural	19
2.4. ESCENARIOS DE TELEMEDICINA.....	19
2.4.1. <i>Escenarios simples</i>	20

2.4.2.	<i>Escenarios Integrales</i>	21
2.4.2.1.	Sistema de Información Hospitalaria (HIS)	22
2.4.2.2.	Sistema de Adquisición y Digitalización de Imágenes	23
2.4.2.3.	Servidores de Gestión y Almacenamiento	23
2.4.2.4.	Sistemas de Lectura	23
2.5.	TOPOLOGÍAS DE REDES DE TELEMEDICINA.....	24
2.5.1.	<i>Topología Centralizada</i>	25
2.5.2.	<i>Topología Jerarquizada sin Actualización</i>	26
2.5.3.	<i>Topología de Referencia Jerarquizada y Transmisión Centralizada con Actualización</i>	27
2.5.4.	<i>Topología de Referencia Jerarquizada y Transmisión Jerarquizada con Actualización</i> ..	28
CAPÍTULO 3.....		31
3. EQUIPOS DE DIGITALIZACIÓN DE INFORMACIÓN MÉDICA.....		31
3.1.	INTRODUCCIÓN	31
3.2.	ELECTROCARDIOGRAFO DIGITAL.....	32
3.3.	ELECTROENCEFALÓGRAFO DIGITAL	33
3.4.	ESTETOSCOPIO DIGITAL.....	35
3.5.	ESPIRÓMETRO DIGITAL.....	36
3.6.	MEDIDOR DE SIGNOS VITALES (PRESIÓN, TEMPERATURA).....	36
3.7.	CÁMARAS FOTOGRÁFICAS DIGITALES.....	39
3.8.	CÁMARAS DE VIDEO	39
3.9.	TELEOBJETIVOS DE DIAGNÓSTICO	40
3.9.1.	<i>Dermatoscopio</i>	41
3.9.2.	<i>Oftalmoscopio</i>	41
3.9.3.	<i>Laringoscopio</i>	42
3.9.4.	<i>Laparoscopio</i>	43
3.9.5.	<i>Digitalizadores de placas</i>	44
CAPÍTULO 4.....		47
4. TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIONES.....		47
4.1.	INTRODUCCIÓN	47
4.2.	TIPOS DE INFORMACIÓN Y TRANSMISIÓN	47
4.2.1.	<i>Tipos de información y Telemedicina</i>	47
4.2.1.1.	Texto y datos.....	49
4.2.1.2.	Audio.....	50
4.2.1.3.	Imágenes.....	51
4.2.1.4.	Video	53
4.2.1.5.	Estándares de videoconferencia	54
4.3.	OPCIONES DE TELECOMUNICACIONES	55
4.3.1.	<i>Consideraciones de los servicios del teleconsultorio</i>	55
4.3.1.1.	Sistema de videoconferencia	55
4.3.1.3.	Dispositivos de telemonitoreo	57
4.3.2.	<i>Servicios cableados</i>	57
4.3.2.1.	RTPC.....	59

4.3.2.2.	RDSI (ISDN).....	60
4.3.2.3.	xDSL	60
4.3.3.	<i>Servicios inalámbricos</i>	63
4.3.3.1.	Comunicaciones Satelitales.....	63
4.3.3.2.	Comunicaciones terrestres por radio.....	64
4.3.3.3.	Comunicaciones por telefonía celular.....	66
CAPÍTULO 5		71
5. DEFINICIÓN DE MÉTODO DE ENLACE Y CRITERIOS A CONSIDERAR PARA DETERMINAR EL MÉTODO DE ENLACE APROPIADO ENTRE DOS PUNTOS EN EL ECUADOR		71
5.1.	FACTORES	72
5.1.1.	<i>Ancho de banda</i>	72
5.1.2.	<i>Accesibilidad</i>	73
5.1.3.	<i>Costos</i>	74
5.1.4.	<i>Tiempo de implementación</i>	75
5.1.5.	<i>Topografía</i>	77
5.1.6.	<i>Ubicación geográfica</i>	78
5.2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA COMO FACTOR DETERMINANTE	79
5.2.1.	<i>Implementación del enlace punto a punto con solución propia</i>	79
5.2.2.	<i>Enlace a través de proveedor de servicios portadores</i>	81
5.2.2.1.	Medios disponibles por las empresas que brindan servicios portadores para establecer enlaces	83
5.2.3.	<i>Enlace a través de una combinación de soluciones que involucren servicios contratados de terceros e infraestructura propia</i>	87
5.2.4.	<i>Enlace satelital</i>	87
CAPÍTULO 6		88
6. SOFTWARE DE SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ENLACE DE CENTROS DE SALUD RURALES CON HOSPITALES URBANOS APLICADO PARA LAS PROVINCIAS DE LOJA		88
6.1.	INTRODUCCIÓN	88
6.2.	ESPECIFICACIÓN DE LA PLATAFORMA DE IMPLEMENTACIÓN	88
6.2.1.	<i>Lenguaje de programación</i>	88
6.2.2.	<i>Motor de la base de datos</i>	89
6.2.3.	<i>Sistemas Operativos</i>	89
6.3.	DISEÑO DEL SISTEMA.....	90
6.3.1.	<i>Diseño de la interfaz gráfica</i>	90
6.3.2.	<i>Arquitectura del sistema</i>	98
6.3.3.	<i>Descripción de los módulos del sistema</i>	99
6.4.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE DE SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ENLACE, APLICADO A PUNTOS GEOGRÁFICOS ALEATORIOS DE LAS PROVINCIAS DE LOJA	101
6.5.	CASO DE ESTUDIO REAL.....	110
6.5.1.	<i>Implementación de Teleconsultorio en la región amazónica, entre Loja-Yacuambi-Tutupali, método de enlace aplicado</i>	110

6.5.2. *Ejecución del software de selección del método de enlace, entre Loja-Yacuambi-Tutupali.*112

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

APÉNDICE

APÉNDICE A

MANUAL DE INSTALACION DEL MOTOR DE LA BASE DE DATOS

APÉNDICE B

MANUAL DE CONFIGURACIÓN DEL SERVICIO DE LA BASE DE DATOS

APÉNDICE C

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE SELECCION

APÉNDICE D

MANUAL DE USUARIO DEL SOFTWARE DE SELECCION

APÉNDICE E

REPORTE DE VISITA TÉCNICA AL TELECONSULTORIO DE TUTUPALI, UTPL, ENLACE LA ESPERANZA – YACUAMBI – TUTUPALI

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1.1 Elementos de Telemedicina en un escenario simple	4
Figura 1.2 Elementos de un sistema de Telemedicina integral.....	5

Capítulo 2

Figura 2. 1 Escenario de Telemedicina simple [6]	20
Figura 2. 2 Video conferencia punto a punto [6]	21
Figura 2. 3 Escenario integral de Telemedicina [7].....	22
Figura 2. 4 Topología centralizada de Telemedicina	25
Figura 2. 5 Topología jerarquizada sin actualización de Telemedicina	26
Figura 2. 6 Topología referencia jerarquizada - transmisión centralizada con actualización de Telemedicina	28
Figura 2. 7 Topología referencia jerarquizada y transmisión jerarquizada con actualización de Telemedicina	30

Capítulo 3

Figura 3. 1 Posición electrodos para toma de electroencefalograma, siguiendo el sistema 10-20.....	34
--	----

Capítulo 6

Figura 6. 1 Pantalla principal del software de selección del método de enlace	92
Figura 6. 2 Pantalla de mantenimiento de puntos geográficos.....	93
Figura 6. 3 Pantalla de mantenimiento de tecnologías de conexión	94
Figura 6. 4 Pantalla de mantenimiento de empresas de servicios portadores	95
Figura 6. 5 Pantalla de mantenimiento de distancias	96

Figura 6. 6 Pantalla de enlace de punto geográfico con empresas proveedoras de servicios portadores	96
Figura 6. 7 Pantalla de parámetros de conexión	97
Figura 6. 8 Diagrama de conexión del software de selección del método de enlace	98
Figura 6. 9 Diagrama de los módulos del software de selección del método de enlace	99
Figura 6.10 Pantalla de consulta para el enlace El Tambo - Catamayo	105
Figura 6.11 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión El Tambo - Catamayo	105
Figura 6. 12 Pantalla de consulta para el enlace Ponzul – Célica	106
Figura 6. 13 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión Ponzul - Célica	106
Figura 6. 14 Pantalla para el enlace El Rosario - Chaguarpamba	107
Figura 6. 15 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión El Rosario - Chaguarpamba	107
Figura 6.16 pantalla de consulta para el enlace Larama - Macará	108
Figura 6.17 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión Larama - Macará	108
Figura 6.18 Pantalla de consulta para el enlace El Tablón – Saraguro	109
Figura 6.19 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión El Tablón - Saraguro	109
Figura 6. 20 Solución de enlace de red implementado en el teleconsultorio de Tutupali.....	111
Figura 6.21 Enlace Yacuambi – Tutupali	113
Figura 6.22 Método de enlace recomendado para la conexión Yacuambi – Tutupali	114

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 3

Tabla 3.1 Derivaciones cardiacas [8] 32

Tabla 3. 2 Tipos de ondas y frecuencias a medir a través del electroencefalograma..... 35

Capítulo 4

Tabla 4. 1 Tamaños típicos de información en Telemedicina [11] 49

Tabla 4.2 Comparativa de Tipo de datos y tamaño de archivos [12] 53

Tabla 4. 3 Estándares de videoconferencia recomendados por la UIT [12]..... 54

Tabla 4. 4 Variantes del estándar ADSL [14] 62

Tabla 4. 5 Variantes del estándar VDSL [14]..... 62

Capítulo 5

Tabla 5. 1 Empresas autorizadas para brindar servicios portadores [17] 82

Capítulo 6

Tabla 6. 1 Comparación de métodos de enlace para la conexión Loja – Yacuambi - Tutupali 114

INTRODUCCIÓN

Cuando por algún motivo es necesario recorrer por tierra las carreteras de tercer orden, el paisaje que refleja nuestro país es contrastante con el de su riqueza natural y muy diferente al que las personas que vivimos en los centros urbanos estamos acostumbrados a ver a diario.

Transitar por los diferentes caminos de nuestra geografía permite constatar que existen zonas, comunas y demás poblaciones que se encuentran sumidas en la pobreza, carentes de los servicios básicos, y sin proyección a corto o mediano plazo de cambiar su situación.

La mayoría de programas y planes están orientados a atender a las zonas urbanas y aledañas, consumiendo gran parte del presupuesto gubernamental y de inversionistas privados.

Estos recursos pueden ser mejor aprovechados, por lo que es imprescindible encontrar la forma de compartir la infraestructura médica con que cuentan estas zonas urbanas, a nivel humano y tecnológico, para mejorar el nivel de vida de los habitantes de las zonas rurales.

Esta es la intención del siguiente estudio.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. Teleconsultorios

Teleconsultorio es un espacio disponible para brindar servicios de diagnóstico a distancia y asistencia médica a personas en lugares remotos mediante la transmisión y recepción de datos clínicos e imágenes hacia un centro de salud o médico.

1.1.1. Clases de centros de salud, por distribución geográfica

1.1.1.1. Urbanos

Son los centros de salud que obtienen mayor atención por parte del gobierno por estar ubicados en zonas de mayor concentración poblacional. Se constituyen con el fin de brindar una mayor cobertura en salud con calidad para los habitantes de las grandes ciudades y refuerzan la atención con dispensarios. Es común que sus profesionales sean de primer nivel y que sus consultorios estén dotados con equipos de

tecnología de punta. Los costos de atención son relativamente bajos en comparación a los ingresos de las personas que asisten.

En los análisis del presente trabajo se considera que los centros de salud urbanos están localizados dentro de las cabeceras cantonales.

1.1.1.2. Rurales

Son los centros de salud de menor tamaño ubicados en los cantones rurales y sus alrededores. Tienen un número reducido de personal médico por lo que se rige a horarios limitados de atención. Están desprovistos de los equipos médicos de diagnóstico y terapia, así como de medicamentos. Manejan un presupuesto limitado por lo que obligatoriamente tienen un costo para los usuarios, el mismo que puede considerarse elevado puesto que en las zonas rurales el ingreso per cápita es mucho menor que en las ciudades.

En los análisis del presente trabajo se considera que los centros de salud rurales están localizados dentro de las parroquias rurales.

1.2. Elementos de un sistema de Telemedicina

1.2.1. Elementos de un sistema de Telemedicina en un escenario simple

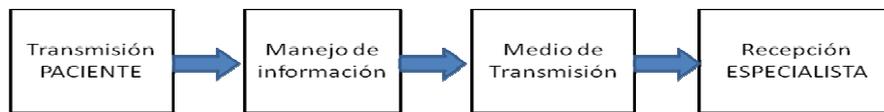


Diagrama de bloques de un escenario de Telemedicina Simple

Figura 1.1 Elementos de Telemedicina en un escenario simple

1.2.2. Elementos de un sistema de Telemedicina en un escenario integral

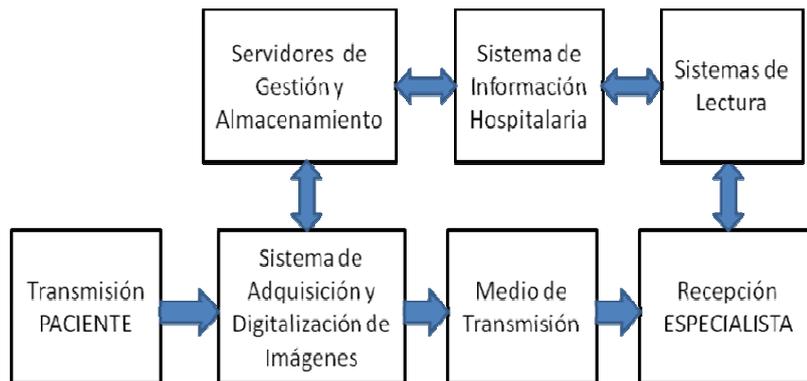


Diagrama de bloques de un escenario de Telemedicina Integral

Figura 1.2 Elementos de un sistema de Telemedicina integral

1.3. Telemedicina

1.3.1. Imágenes digitales

Una imagen es formada por un conjunto de puntos con un color e intensidad luminosa sobre la retina del ojo y que son detectados por los conos y bastones, los cuales transmiten esta información por el nervio óptico al cerebro, el cual se encarga de interpretar dicha información y crear la imagen. Una imagen digital es una representación bidimensional de una imagen utilizando bits (unos y ceros). Se

obtienen por medio de dispositivos de conversión analógica-digital como los escáneres y las cámaras digitales.

1.3.2. Señales digitales

Las señales digitales son la representación de la variación de la magnitud de un fenómeno físico en el tiempo (sonoro o eléctrico por ejemplo) en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. La calidad de la señal estará dada por la cantidad de medidas tomadas en un intervalo de tiempo dado - frecuencia de muestreo - y por la capacidad del sistema de medida a discriminar distintos niveles de la magnitud de la señal – cuantificación – que determina la resolución o precisión. Como en el caso de las imágenes hablamos de codificación de la información cuantizada.

1.3.3. Formato DICOM

El estándar o formato Digital Imaging and Communication Medicine o DICOM, por sus iniciales en inglés, es un conjunto de reglas detalladas que permite intercambiar imágenes médicas entre instrumentos, computadoras, y hospitales. Establece un lenguaje común que garantiza producir una imagen médica en un equipo de un fabricante y visualizarla en una estación de trabajo de otro fabricante [2].

1.3.4. HL7

Son las siglas en inglés para Health Level Seven y se refiere al conjunto de estándares para el intercambio electrónico de información médica. HL7 desarrolla especificaciones que comprenden información clínica y administrativa para optimizar el flujo de trabajo, reducir la ambigüedad y mejorar la transferencia de conocimientos entre todos los elementos involucrados [3].

1.3.5. PACS

PACS son las siglas anglosajonas de Pictures Archiving Communications Systems, y consiste en un sistema para archivo y comunicación de imágenes que permiten la observación y diagnóstico de imágenes, reporte, consulta y trabajo con estaciones remotas, archivos en medios magnéticos u ópticos usando pequeños o grandes dispositivos de almacenaje, establecer comunicaciones usando redes locales, extensas o públicas y un sistema integrado al usuario para sistemas que incluyen distintas interfaces y gateways a servicios de salud y sistemas de información departamental.

Capítulo 2

2. Telemedicina

2.1. Introducción

La Telemedicina, que literalmente significa “Medicina a distancia”, no es un elemento tecnológico, sino una nueva manera de hacer y organizar la provisión de servicios sanitarios, tiene su apoyo en la tecnología, la cual se constituye en una herramienta, sobre todo en la tecnología de las telecomunicaciones.

Las tecnologías de telecomunicación han tenido utilidad sanitaria desde su creación; el telégrafo, el teléfono, la radiofonía, la televisión, el satélite y en el presente la Internet, se han utilizado, a medida que iban apareciendo y masificando su uso, para llevar asistencia sanitaria a barcos en alta mar, plataformas petrolíferas y otros escenarios aislados geográficamente.

Se piensa que el origen de la Telemedicina está en los años de 1920, con el uso del Telégrafo y la radio, cuando se empezó a dar asesoramiento médico, desde los hospitales a la flota de barcos mercantes, utilizando código Morse.

En la década de 1950, la Telemedicina se difundió a través de circuitos cerrados de televisión en los congresos de medicina.

En la década de 1960, la carrera por la conquista del espacio permitió a la NASA desarrollar un sistema de asistencia médica, el cual incluía el diagnóstico y tratamiento de urgencias médicas durante las misiones espaciales.

En 1965 se realizó una demostración de operación a corazón abierto con la ayuda de un sistema de Telemedicina entre el hospital Methodist en Estados Unidos y el hospital Cantonal de Ginebra en Suiza, para la transmisión se hizo uso del primer satélite para interconexión continental denominado Early Bird.

A fines de la década del 60, mediante el uso de redes de microondas y satelitales, se establecieron servicios de consulta y diagnóstico, que incluyeron electrocardiografía, radiología entre hospitales urbanos y zonas aisladas geográficamente como Alaska y Papago, en Arizona.

Sin embargo, la mayor revolución en este campo, la brindó el advenimiento de la computación, en la década del 80, que permitió el almacenamiento masivo de datos médicos y su transferencia a otros sitios para ser consultados. En los últimos 10 años, cuando se potencializa y se masifica la tecnología y disminuyen los costos de los recursos de computación, mejorando sobre todo el procesamiento gráfico, es cuando se modifican todas las prácticas médicas por la posibilidad de incorporar imágenes a las herramientas con que había contado la Telemedicina hasta ese momento. Y finalmente el advenimiento de las grandes redes de computadores, entre ellas Internet, transformó a la telemedicina en un recurso al alcance de grandes sectores de la población y la comunidad médica.

2.2. Definición

Se define como Telemedicina a la asesoría y provisión de servicios de salud a distancia, en los componentes de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación, por profesionales de la salud, quienes utilizan para tal objetivo las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), acordes y adaptadas a las realidades de tecnología, conectividad y su conocimiento científico, permitiéndoles intercambiar datos e imágenes de diagnóstico, con el propósito de facilitar el acceso de la población que por sus condiciones personales (distancia, inseguridad, desplazamiento, pobreza, vulnerabilidad en seguridad social, dependencia de terceros, etc.), padezcan de enfermedades agudas, críticas, crónicas y discapacitantes, independientemente de su área geográfica [4], [5].

Una definición de Telemedicina proporcionada por un Organismo Internacional, la Organización Mundial de Salud (OMS), manifiesta:

“La Telemedicina es la práctica de la asistencia médica mediante la utilización de comunicaciones interactivas audiovisuales y de datos. Abarca la atención médica, el diagnóstico, la consulta y el tratamiento, así como la educación y la transferencia de datos médicos”

2.3. Clasificación

Dada la variedad de especialidades existentes en la Medicina y las diversas maneras de adaptar o utilizar las tecnologías para hacer telemedicina, se presentan múltiples formas de clasificarla. Para el tema del presente trabajo, se

expondrá una clasificación basada en el tiempo, en las especialidades y en el tipo de servicio.

2.3.1. Clasificación en el tiempo

La clasificación en el tiempo hace referencia al momento en que se realiza la intervención médica a distancia, cuando se establece la comunicación entre el proveedor del servicio y el cliente; en base a lo expuesto, ésta puede ejecutarse en tiempo diferido o real.

2.3.1.1. Tiempo diferido

Se presenta cuando el cliente de un servicio de Telemedicina no se encuentra en comunicación directa con el proveedor del servicio; entonces se dice que el cliente y el proveedor no están en línea (off line). A esta modalidad también se la conoce como store and forward o de almacenamiento y envío. El proveedor acumula las soluciones de envío; en un momento dado las atiende y, al terminar su trabajo devuelve al cliente los resultados de su servicio.

La gran mayoría de aplicaciones de diagnóstico en Telemedicina funcionan en tiempo diferido, a menos que se presenten casos de urgencia que ameriten una transmisión en tiempo real.

2.3.1.2. Tiempo real

Se presenta cuando el cliente y el proveedor se encuentran en comunicación directa a través de un medio de comunicación. Casos típicos son la teleconsulta, la teleasistencia y la educación interactiva. Su inconveniente es que demanda de anchos de banda superiores, por lo tanto es más costosa que la transmisión en tiempo diferido. Un requerimiento adicional es la disponibilidad en tiempo real del cliente y del proveedor del servicio de salud.

Existen dos herramientas básicas para la Telemedicina en tiempo real: la videoconferencia y las aplicaciones interactivas.

- La videoconferencia es la transmisión de audio y video mediante el uso de cámaras de video analógicas o digitales.
- Las aplicaciones interactivas son programas que, utilizando un protocolo determinado, permiten sincronizar dos aplicaciones remotas para que los actores de Telemedicina puedan compartir la información.

2.3.2. Clasificación por especialidad médica

Por su especialidad médica, la Telemedicina se puede clasificar en:

- Teleradiología

- Telepatología
- Telecardiología
- Teleotorrinolaringología
- Teledermatología
- Teleoftalmología
- Telecirugía.

2.3.2.1. Teleradiología

La Teleradiología puede ser definida como la transmisión de imágenes radiológicas y ultrasónicas de una ubicación geográfica a otra, a través de redes de comunicaciones, para los propósitos de interpretación y consulta.

Un sistema de Teleradiología consiste de una sección de adquisición de imágenes y una sección de despliegue de imágenes e interpretación, conectada a través de un sistema de comunicaciones.

Según el Colegio de Radiólogos Americanos (ACR) y el Observatorio Europeo de la Telemática para la Salud (EHTO), los objetivos de la Teleradiología son:

- Proveer servicios radiológicos de consulta e interpretación, en áreas donde existe una probada necesidad.

- Disponer de los servicios de un radiólogo en aquellos centros médicos donde este especialista no esté presente.
- Disponer de los informes de las imágenes radiológicas en tiempos prudenciales para casos de emergencia.
- Facilitar interpretaciones radiológicas en situaciones de guardia.
- Proporcionar el soporte radiológico necesario al sub-especialista cuando este lo requiera.
- Promocionar las oportunidades de formación para los radiólogos en activo.
- Promover la eficiencia y la mejora de la calidad.
- Enviar los estudios interpretados a los proveedores de las imágenes.
- Soportar Telemedicina.
- Realizar supervisión directa en los sitios donde se realizan los estudios.

La Teleradiología es una tecnología en desarrollo y por lo tanto aparecerán nuevos objetivos.

Las especialidades radiológicas más usadas son:

- Radiología convencional - RX
- Tomografía axial computada – TAC
- Resonancia magnética – MR
- Medicina nuclear – NM
- Ultrasonido (Ecografía) – US

2.3.2.2. Telepatología

La Telepatología es el proceso de examinar las muestras tomadas a los pacientes, pero en forma remota, mediante el intercambio de información e imágenes electrónicas.

La Telepatología trabaja a partir de imágenes digitales o de video obtenidas directamente del ocular del microscopio. Las imágenes pueden venir de estudios de tipo:

- Anatómico: biopsias y autopsias.
- Pueden acompañarse de otro tipo de exámenes anexos a la historia del paciente y de origen clínico, como banco de sangre, citogenética, hematología y microbiología.

La Telepatología se clasifica generalmente en estática y dinámica.

- Estática: conocida como Telepatología de almacenamiento y envío, en la que el patólogo que está realizando la consulta, captura un pequeño conjunto de imágenes que luego transmite al experto consultado para su análisis.
- Dinámica: conocida como Telepatología interactiva, robotizada o la videoconferencia, en la que el patólogo consultado, puede

controlar la platina del microscopio o seleccionar activamente las imágenes que desea visualizar.

2.3.2.3. Telecardiología

La Telecardiología es la aplicación de la Telemedicina en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. Permite interactuar al personal sanitario de primer nivel, en tiempo real o diferido y de forma ambulatoria con médicos especialistas cardiólogos, para evitar traslados y resolver urgencias médicas.

Generalmente los datos a transmitir, corresponden a exámenes de Electrocardiogramas (EKG), Ecocardiogramas, Angiogramas o sonidos cardíacos.

2.3.2.4. Teleendoscopía

En otorrinolaringología se pueden realizar exámenes a través de sistemas de endoscopia de fibra óptica, conectada a un sistema de videoconferencia o de digitalización de imágenes de video que puede servir con fines de diagnóstico o educativos.

2.3.2.5. Teledermatología

La Teledermatología consiste en consultas, más que procedimientos, a distancia. En ella el dermatólogo utiliza

mecanismos de videoconferencia para ver al paciente en tiempo real o, puede recibir fotografías digitales en tiempo diferido.

2.3.2.6. Teleoftalmología

La práctica de la oftalmología se puede realizar a través de sistemas de oftalmoscopios, los cuales están conectados a un sistema de videoconferencia o de digitalización de imágenes de video para diagnósticos de fondo de ojo. Esta práctica es útil en la prevención y seguimiento de enfermedades metabólicas.

2.3.2.7. Telecirugía

La Telecirugía es aquella cirugía que se realiza a kilómetros de distancia, generalmente de un país a otro o de un continente a otro, usando las vías de telecomunicación actuales (satélites, Internet, entre otros).

Para esta cirugía se utilizan cámaras de televisión en telecomunicación permanente y, se puede asociar con la robótica.

Actualmente existen dos tipos: la Telecirugía asistida y la Telerobótica. La Telecirugía asistida permite, mediante una comunicación permanente por televisión entre el experto y el cirujano que está realizando la operación, aconsejar y dirigir los

gestos que se han de realizar en cada momento para el buen éxito de la operación.

La Telerobótica permite a un cirujano, situado a miles de kilómetros, dar las órdenes precisas a un robot para que realice la operación que se requiere. El robot reproduce en cada momento los movimientos que el cirujano le está indicando.

2.3.3. Clasificación por ubicación

Centrándose en el tema del presente proyecto que es la Telemedicina, las zonas urbanas ofrecen a la población bajo su cobertura hospitales con tecnología de punta y personal profesional calificado y actualizado, situación contraria a lo que ocurre en las zonas rurales, donde la infraestructura hospitalaria es deficiente o inexistente y el recurso humano que presta sus servicios profesionales es insuficiente y por lo general con conocimientos no actualizados.

2.3.3.1. Telemedicina urbana

La Telemedicina Urbana se entenderá como aquella que se aplica en áreas con elevado número de habitantes y por lo tanto con una mayor densidad poblacional por metro cuadrado, cuentan con sistemas de salud hospitalarios, así como canales de comunicaciones con grandes anchos de banda y sistemas de información complejos.

Su principal objetivo es el de brindar servicios de salud a las zonas marginales o de pobreza que existan dentro de su área de cobertura, con la ventaja de contar con múltiples canales de comunicación y vías de acceso en buenas condiciones.

2.3.3.2. Telemedicina rural

La Telemedicina rural es aquella que se aplica en áreas con un menor índice poblacional, por lo general sus habitantes están distribuidos de manera dispersa, no cuentan con servicios hospitalarios o éstos no están presentes en cantidades suficientes, la infraestructura de acceso es deficiente al igual que los sistemas de telecomunicaciones, que por lo general son de baja velocidad.

Las zonas rurales son principalmente el centro de aplicación de los proyectos de Telemedicina.

2.4. Escenarios de Telemedicina

El propósito de la definición de escenarios de Telemedicina es el de presentar, de manera gráfica, las posibles configuraciones de tipos de teleconsultorios, como paso previo a su implementación, partiendo desde lo elemental hasta soluciones integrales, se definirán dos tipos de escenarios: simples e integrales.

2.4.1. Escenarios simples

Principalmente utilizados en Telemedicina rural, en donde los recursos son escasos, en comparación con los disponibles en Telemedicina hospitalaria urbana.

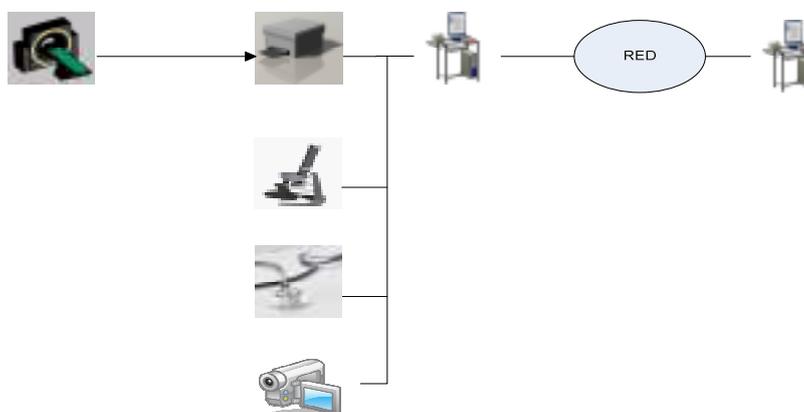
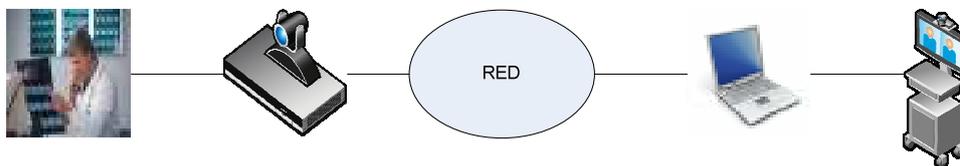


Figura 2. 1 Escenario de Telemedicina simple [6]

Se componen de un punto de remisión, donde se encuentra el paciente; un punto de referencia, donde se encuentra el especialista que realiza el diagnóstico; un sistema de manejo de información, a través del uso de equipos de computación; y finalmente el medio de transmisión.

Dentro de la categoría de Escenarios Simples, se incluye la videoconferencia punto a punto o multipunto.



Videoconferencia punto a punto

Figura 2. 2 Video conferencia punto a punto [6]

2.4.2. Escenarios Integrales

Este tipo de configuración es utilizada principalmente para la conexión de centros de salud urbano-marginales con centros hospitalarios principales, permite la conexión y atención de múltiples usuarios remotos simultáneamente en tiempo real o en diferido.

Los escenarios de Telemedicina Integrales, se diferencian de los simples, en el módulo de manejo de la información; su complejidad es mayor, considerando que incluyen: Sistemas de Información Hospitalaria (HIS), Software para el manejo de sistemas de adquisición y digitalización de imágenes, servidores de gestión y almacenamiento y sistemas de lectura.

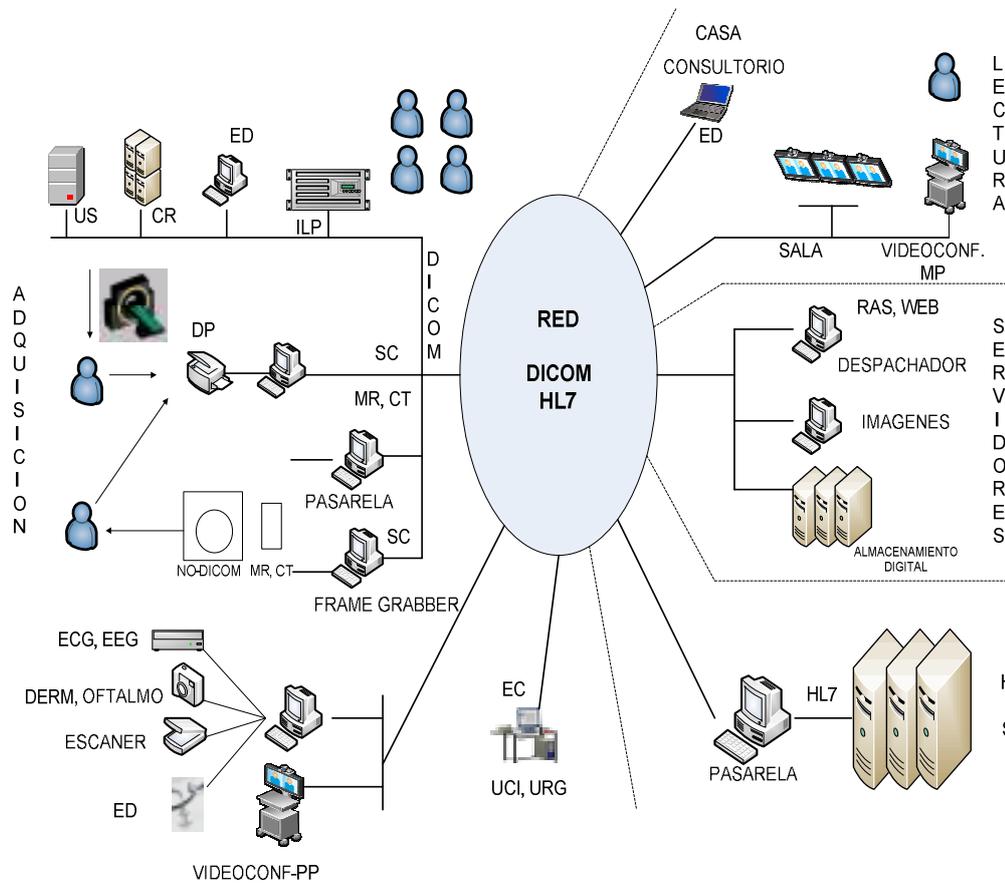


Figura 2. 3 Escenario integral de Telemedicina [7]

2.4.2.1. Sistema de Información Hospitalaria (HIS)

Administra la información relativa a la hospitalización, citas médicas para consulta o procedimientos, así como el resultado de los mismos, registrando en los servidores de bases de datos el historial clínico del paciente. El sistema de información Hospitalaria mediante el cumplimiento de normas estándares como el Health Level 7 (HL7), garantizará el intercambio de

información con los sistemas que realizan la toma de los estudios, mediante la conversión de protocolos.

2.4.2.2. Sistema de Adquisición y Digitalización de Imágenes

Sistema a través del cual se adquieren del paciente las imágenes objeto del estudio; durante este proceso las imágenes pueden obtenerse directamente de manera digital o a través de pasos adicionales, como el escaneo.

2.4.2.3. Servidores de Gestión y Almacenamiento

Su función principal es la de almacenar toda la información de la red y gestionar el tráfico de la información entre los distintos componentes del centro de atención integral.

Adicionalmente, el servidor debe sincronizar la información existente en las bases de datos de los distintos equipos de adquisición y lectura, para realizar la gestión de almacenamiento de la información a corto, mediano y largo plazo.

2.4.2.4. Sistemas de Lectura

Permite la visualización en línea o sin conexión permanente a los servidores de almacenamiento de los archivos de estudio de los pacientes, tarea realizada por parte de los especialistas para fines médicos o didácticos. Esta visualización puede realizarse

en locaciones dentro de los centros hospitalarios o en los hogares del personal médico; para el segundo caso se debe contar con las autorizaciones (claves de acceso) y los medios de conexión respectivos.

2.5. Topologías de redes de Telemedicina

Los servicios de Telemedicina, dependiendo del alcance en cuanto a superficie de cobertura y al número de habitantes a atender, presentarán un mayor grado de complejidad administrativa; se puede tener un escenario básico que por lo general se realiza entre dos puntos remotos, donde uno de ellos es el remitente de casos médicos y el otro el centro de referencia que concentra a los proveedores del servicio de Telemedicina, quienes interactuarán para dar solución a las necesidades de los pacientes. Cuando se tiene un área de cobertura mayor, se tienen varios puntos remitentes y uno o varios puntos de referencia, cada uno de los cuales tendrá asignada una jerarquía.

En los sistemas de salud, la jerarquía de los puntos de referencia es en función a los servicios médicos prestados y a su infraestructura, de allí que se clasifican en Puestos de Salud, Centros de Salud, Centro Hospitalario, Hospitales.

La forma como se establezca la conexión entre los centros remitentes y los centros de referencia, así como la manera de transmitir y almacenar la información, da origen a lo que se denomina topología de redes de Telemedicina.

2.5.1. Topología Centralizada

En este tipo de conexión, todos los remitentes refieren sus casos al sistema central de referencia, estableciendo una comunicación directa con ella. Sus principales ventajas son:

- Permite conservar, en forma unificada y consolidada, la información de la red.
- Equidad en el acceso a la información para todos los puntos.
- Permite compartir de manera más eficiente el recurso humano calificado, así como a los equipos médicos.

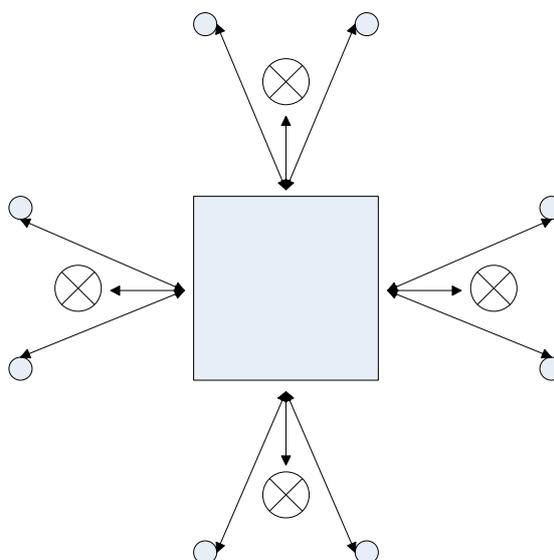


Figura 2. 4 Topología centralizada de Telemedicina

2.5.2. Topología Jerarquizada sin Actualización

En este tipo de configuración, todos los remitentes refieren sus casos únicamente al punto de la red de nivel inmediatamente superior. La comunicación con el centro de referencia se establece directamente, el mayor inconveniente de este tipo de configuración radica en que la información de la red está dispersa. Sus principales ventajas son:

- Se utilizan los recursos de salud existentes en la jerarquía establecida, sin tener que consultar a los expertos por casos que probablemente no lo requieran.
- Los costos de comunicaciones son bajos, considerando que en la mayoría de los casos las consultas serán de orden local o de distancia regional.

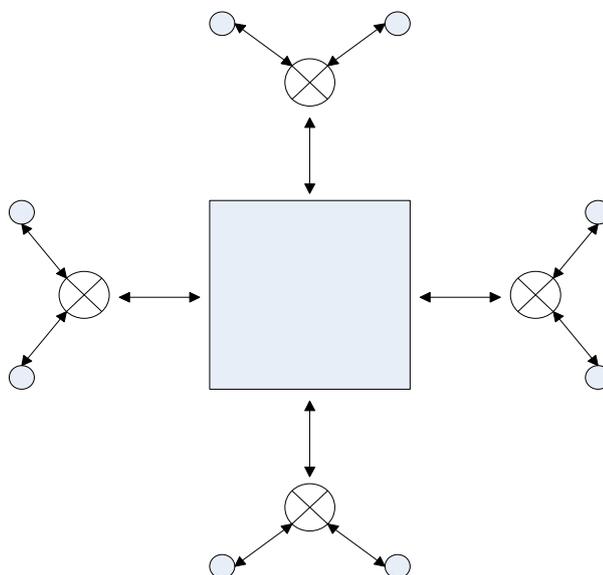


Figura 2. 5 Topología jerarquizada sin actualización de Telemedicina

2.5.3. Topología de Referencia Jerarquizada y Transmisión Centralizada con Actualización

Su configuración es similar a la topología jerarquizada sin actualización, pero corrigiendo el inconveniente de la no actualización en los puntos de remisión; para tal efecto se recurre al sistema central que se encarga de recibir y distribuir la información entre los puntos involucrados en cada caso médico. Sus principales ventajas son:

- Utiliza los recursos de salud existentes en jerarquía establecida, sin tener que consultar a los expertos por casos que no lo requieran.
- La información permanece actualizada y consolidada.

Su principal inconveniente es que requiere de enlaces de comunicaciones adicionales, lo que incrementa su costo de implementación y sostenimiento.

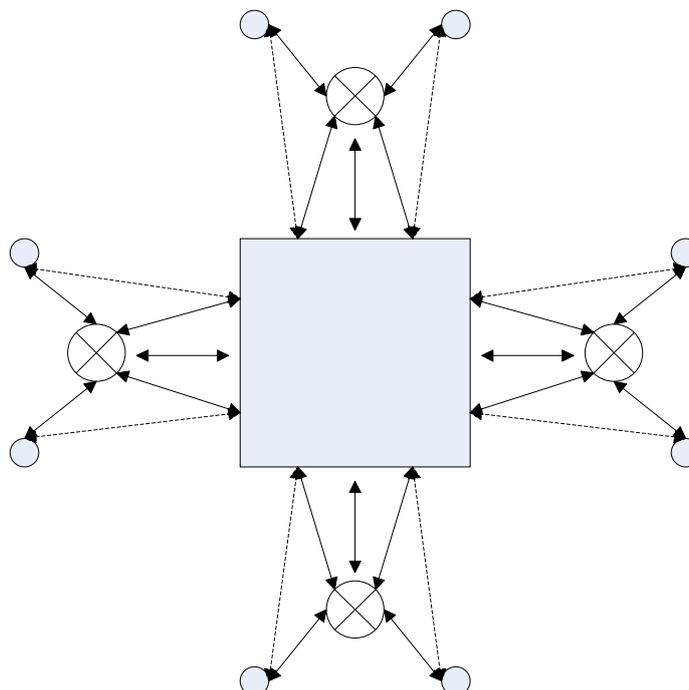


Figura 2. 6 Topología referencia jerarquizada - transmisión centralizada con actualización de Telemedicina

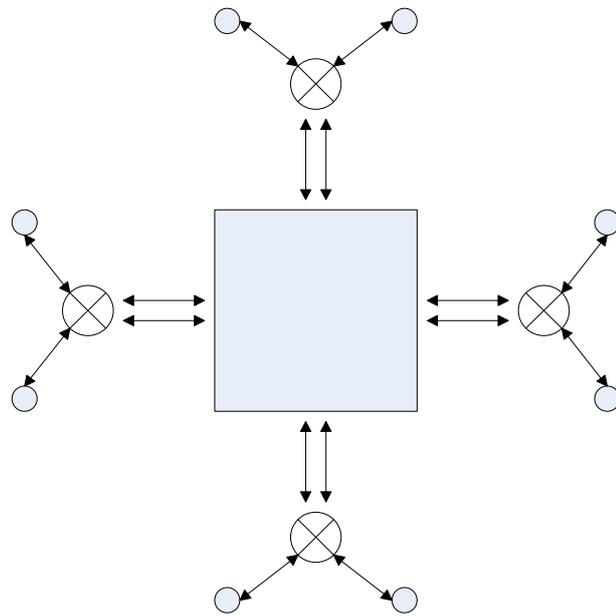
2.5.4. Topología de Referencia Jerarquizada y Transmisión Jerarquizada con Actualización

Su configuración es similar a la topología jerarquizada sin actualización, con la diferencia de que el centro de referencia al recibir un caso de atención, consulta a su nivel superior si existe información sobre un paciente que deba actualizar, acción que deberá ejecutarse de manera similar en el nivel superior antes de enviarlos al punto remitente, manteniendo el sistema actualizado. Sus principales ventajas son:

- Utiliza los recursos de salud existentes en jerarquía establecida, sin tener que consultar a los expertos, por casos que no lo requieran.
- La información permanece actualizada y consolidada.
- Los costos de comunicaciones son bajos, considerando que en la mayoría de los casos las consultas serán de orden local o de distancia regional

Sus principales desventajas son:

- El punto de referencia requiere la consulta obligatoria del nivel superior para confirmar si existe información actualizada antes de tratar el caso.
- Requiere mecanismos complejos de actualización cuando existen varios niveles de referencia, lo que incrementa los costos de comunicación de estos puntos.



Topología referencia jerarquizada y transmisión jerarquizada con actualización

Figura 2. 7 Topología referencia jerarquizada y transmisión jerarquizada con actualización de Telemedicina

Capítulo 3

3. Equipos de digitalización de información médica

3.1. Introducción

Con el avance tecnológico que caracterizó el siglo XX y que es una constante en nuestro tiempo, los instrumentos de medicina pasaron de ser equipos voluminosos, poco precisos y de alto costo, a verdaderos laboratorios portátiles, que permiten la obtención de signos vitales y la visualización de imágenes internas del cuerpo humano, con mayor precisión, sensibilidad y fiabilidad, complementando este escenario con la posibilidad de transmitir de manera directa o a través de equipos auxiliares, estas señales o imágenes a grandes distancias.

El propósito de este capítulo es el de realizar una breve descripción de los equipos médicos comúnmente utilizados en la Telemedicina, ya que enumerarlos a todos requeriría un estudio exclusivo del tema, considerando lo amplio del espectro, partiendo desde un estetoscopio digital hasta equipos robotizados que realizan intervenciones quirúrgicas.

3.2. Electrocardiógrafo digital

El electrocardiógrafo detecta las señales eléctricas asociadas con la actividad cardiaca y genera un registro grafico del voltaje en función del tiempo, el cual se denomina electrocardiograma (EKG). El electrocardiógrafo es utilizado frecuentemente para diagnosticar algunas enfermedades cardiacas y arritmias.

Los electrocardiógrafos, a través de electrodos de registro colocados en la superficie del cuerpo, detectan potenciales eléctricos de aproximadamente un milivoltio (1 mv); las diferencias de voltaje entre los electrodos son medidas y corresponden con la actividad eléctrica del corazón [7].

La disposición específica que guardan los electrodos al momento de su colocación sobre la superficie corporal recibe el nombre de derivación. Se han empleado más de 40 derivaciones distintas en los registros electrocardiográficos; sin embargo, habitualmente se registran doce (tabla 3.1), a las que se denomina derivaciones estándares y son:

- 6 en el plano frontal, divididas en 3 Bipolares y 3 Unipolares
- 6 en el plano transversal o Precordiales

Tabla 3.1 Derivaciones cardiacas [8]

Tipo de derivación	Derivaciones
BIPOLARES	DI, DII, DIII
UNIPOLARES	aVR, aVL, aVF
PRECORDIALES	V1, V2, V3, V4, V5, V6

3.3. Electroencefalógrafo digital

Un electroencefalógrafo es un aparato que permite registrar las ondas bioeléctricas que se forman por la suma de la actividad de las neuronas del cerebro. Permite el registro de potenciales eléctricos generados por las neuronas en el cerebro, por medio de amplificadores de señal. Para poder realizar dichos registros, se utilizan electrodos colocados en diferentes partes en el cuero cabelludo. La función de un electrodo consiste en recoger pasivamente potenciales eléctricos provenientes de grupos o bancos de neuronas que se ubican principalmente en la corteza cerebral. El nivel de estas señales es del orden del microvoltios. Tras la captura del potencial eléctrico, éste es amplificado por un factor del orden de veinte mil y luego, puede ser digitalizado por el CAD (Conversor Analógico Digital) para ingresar la información a un computador. La configuración de los electrodos generalmente sigue el Sistema Internacional 10-20, que se ha establecido como estándar (figura 3.1) [10].

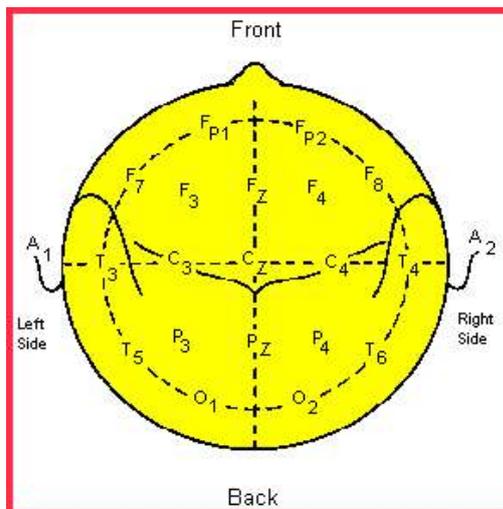


Figura 3. 1 Posición electrodos para toma de electroencefalograma, siguiendo el sistema 10-20.

Las posiciones de los electrodos, como lo señala la figura precedente, se denominan O, P, F, T y C, lo que corresponde con los nombres: Occipital, Parietal, Frontal, Temporal y Central respectivamente; mientras que los números pares corresponden al hemisferio derecho y los impares al izquierdo.

La Electroencefalografía es el registro y evaluación de los potenciales eléctricos generados por el cerebro y obtenidos por medio de electrodos situados sobre la superficie del cuero cabelludo. El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad eléctrica de las neuronas del encéfalo. Dicho registro posee formas muy complejas que varían mucho con la localización de los electrodos y entre individuos. Esto es debido al gran número de interconexiones que presentan las neuronas y por la estructura no uniforme del encéfalo. En particular, existen cuatro grupos de ondas importantes (tabla 3.2):

Tabla 3. 2 Tipos de ondas y frecuencias a medir a través del electroencefalograma

TIPO DE ONDA	FRECUENCIA	ACTIVIDAD
BETA	entre 12 y 30 hz	pensamiento activo estado de alerta
ALFA	entre 8 y 12 hz	relajación
TETA	entre 4 y 8 hz	meditación profunda estrés, frustración
DELTA	0.5 y 4 hz	sueño profundo

3.4. Estetoscopio digital

Instrumento electrónico que permite amplificar sonidos presentes al interior del cuerpo humano; útil como herramienta de diagnóstico rápido, sus usos son múltiples entre los que se citan los siguientes:

A nivel cardíaco: soplos; toma de presión arterial

A nivel abdominal: ruidos peristálticos, para lo cual muchas veces hay que dejar el estetoscopio en una sola posición durante minutos de silencio, hasta la aparición de sonidos.

También se pueden encontrar soplos a nivel de las arterias como la aorta abdominal o fístulas arteria-venosas.

A nivel pulmonar: la aparición de roncus, sibilancias, crepitancias, estertores finos.

Por ser un equipo digital, permite la grabación, almacenamiento y capacidad de reproducción, de los parámetros medidos, así como la capacidad de transferir

sonidos grabados a través de una transmisión por infrarrojos o a través de un puerto con conexión de salida de datos.

3.5. Espirómetro digital

El espirómetro es un producto sanitario usado en Medicina para medir los volúmenes y capacidades pulmonares. Consta de un sistema de recogida de aire (puede ser de fuelle o campana) y de un sistema de inscripción montado sobre un soporte que se desplaza a la velocidad deseada. Los espirómetros digitales ofrecen una mayor rapidez en la lectura, capacidad de memoria, exhibición digital y lecturas ayudadas por computadora; son instrumentos que complementados con software permiten ejecutar análisis estadísticos.

Los espirómetros electrónicos utilizan anemómetros, termistores, termoacopladores, pneumotacógrafos con turbinas para detectar electrónicamente el flujo y los volúmenes. Estos aparatos incluyen las funciones de medir, calcular, exhibir e imprimir los resultados; algunos incluyen el porcentaje de los valores normales predecibles en una cierta fracción de tiempo. La capacidad para dar funciones de memoria y el cálculo de porcentaje de los valores normales incrementa la complejidad y el costo del equipo, pero amplía el espectro de las pruebas y reduce el manejo manual de los datos.

3.6. Medidor de signos vitales (presión, temperatura)

Los signos vitales son mediciones de las funciones más básicas del cuerpo. Los cuatro signos vitales principales que los médicos y los profesionales de la salud monitorizan de forma rutinaria son los siguientes:

- Temperatura
- Pulso
- Frecuencia respiratoria
- Presión sanguínea

Temperatura: La temperatura normal del cuerpo de una persona varía dependiendo de su género, su actividad reciente, el consumo de alimentos y líquidos, la hora del día y, en las mujeres, de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren. La temperatura corporal normal, de acuerdo a la Asociación Médica Americana (American Medical Association), puede oscilar entre 97,8° F (o Fahrenheit, equivalentes a 36,5°C, o Celsius) y 99°F (37,2°C).

Pulso: El ritmo del pulso es la medida de la frecuencia cardiaca, es decir, del número de veces que el corazón late por minuto. Cuando el corazón impulsa la sangre a través de las arterias, éstas se expanden y se contraen con el flujo de la sangre. Al tomar el pulso no sólo se mide la frecuencia cardiaca, sino que también puede indicar:

- El ritmo del corazón.
- La fuerza de los latidos.

El pulso normal de los adultos sanos oscila entre 60 y 100 latidos por minuto. El pulso podría fluctuar y aumentar con el ejercicio, las enfermedades, las lesiones y las emociones.

Frecuencia respiratoria: La frecuencia respiratoria es el número de veces que una persona respira por minuto. Se suele medir cuando la persona está en reposo y consiste simplemente en contar el número de respiraciones durante un minuto, contando las veces que se eleva su pecho. La frecuencia respiratoria puede aumentar con la fiebre, las enfermedades y otras condiciones médicas. La frecuencia respiratoria normal de un adulto que esté en reposo oscila entre 15 y 20 respiraciones por minuto.

Presión de la sangre: La presión de la sangre es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias y venas. Cada vez que late el corazón, bombea sangre hacia las arterias, por lo que la presión de la sangre es más alta cuando el corazón se contrae. Al medir la presión de la sangre se registran dos cifras. La cifra más alta, o presión sistólica, se refiere a la presión en el interior de la arteria cuando el corazón se contrae y bombea la sangre al cuerpo. La cifra más baja, o presión diastólica, se refiere a la presión en el interior de la arteria cuando el corazón está en reposo y se está llenando de sangre. Tanto la presión sistólica como la diastólica se miden en "mmHg" (milímetros de mercurio). Según lo recomendado por el Instituto Nacional del Corazón, el Pulmón y la Sangre (NHLBI) de los Institutos Nacionales de Salud (NIH), la presión arterial normal en los adultos se define de la forma siguiente:

- Presión sistólica de 120 mm Hg
- Presión diastólica de 80 mm Hg

La presión sanguínea en las venas es mucho menor que en las arterias.

3.7. Cámaras fotográficas digitales

Una cámara digital es un dispositivo electrónico usado para capturar y almacenar fotografías electrónicamente. La resolución de una cámara fotográfica digital está limitada por el sensor de la cámara (generalmente un CCD o un Sensor CMOS) que responde a las señales de luz; el sensor se compone de millones de “cubos” que se cargan en respuesta a la luz. Generalmente, estos cubos responden solamente a una gama limitada de longitudes de onda ligeras, debido a un filtro del color sobre cada uno. Cada uno de estos cubos se llama un píxel y se utiliza un algoritmo para unir la imagen de cada gama de longitud de onda por píxel en una imagen del RGB, donde están las tres imágenes por píxel para representar un color completo.

La mayor parte de las cámaras digitales se pueden conectar directamente a la computadora para transferir su información; el puerto USB es el método más utilizado, aunque algunas cámaras utilizan un puerto FireWire o Bluetooth. Algunos modelos modernos pueden conectarse a la computadora vía red inalámbrica mediante la utilización del protocolo 802.11 (Wi-Fi).

3.8. Cámaras de video

La cámara de vídeo o videocámara es un dispositivo que captura imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas; en la mayoría de los casos a señal de vídeo, también conocida como señal de televisión. En conclusión, una cámara de vídeo es un transductor óptico. Las cámaras de video pueden ser analógicas o

digitales. Las cámaras analógicas utilizan un arreglo CCD (Charge-Coupled Device). Un CCD es una matriz de filas y columnas, con pequeños dispositivos sensibles a la luz que producen una señal eléctrica proporcional a la intensidad luminosa recibida. A partir de las líneas escaneadas, se produce una señal de video de salida de tipo NTSC o PAL. Estas cámaras suelen tener una sensibilidad de alrededor 2000 lux. Las cámaras digitales producen imágenes digitales a razón de 15 a 30 cuadros por segundo a través de una interfaz digital. En el campo práctico se suelen utilizar cámaras de video convencionales de alta resolución, aunque existen cámaras especiales para Telemedicina.

3.9. Teleobjetivos de diagnóstico

Un teleobjetivo es una lente cuya distancia focal es significativamente mayor a la de un objetivo normal y por ello de menor ángulo de visión. La primera cualidad de un teleobjetivo es la de acercar los objetos fotografiados. Esto permite la posibilidad de fotografiar objetos a distancia cerrando el encuadre, concentrándose en partes muy concretas de un motivo general, lo cual puede utilizarse como recurso estilístico para dirigir la atención del espectador hacia aspectos o texturas concretas de un objeto a las que normalmente el ser humano no presta atención (fotografía del detalle). Los teleobjetivos ofrecen una imagen libre de distorsiones.

En Medicina, los distintos tipos de teleobjetivos de diagnóstico utilizan un sistema de iluminación, al cual se le pueden adaptar distintos objetivos para realizar exámenes de vías digestivas, oftalmología y dermatología.

Características del sistema de iluminación:

- Adaptables a varios tipos de objetivos diagnósticos (otoscopio, dermatoscopio, oftalmoscopio, laringoscopio y laparoscopio)
- Transporte de imagen y señal por fibra óptica
- Ajuste automático de balance y apertura
- Ajuste automático o manual de la intensidad luminosa
- Formato de señal de salida: NTSC y PAL

3.9.1. Dermatoscopio

El dermatoscopio es una lupa esférica de aumento que, en combinación con un aceite de inmersión o suero fisiológico, elimina la refringencia de la capa córnea y permite la visualización de las estructuras anatómicas de la piel (epidermis, unión dermo-epidérmica y dermis papilar superficial). La aplicación correcta de la epiluminiscencia permite aumentar notablemente la precisión diagnóstica.

Este sistema es especialmente útil para la diferenciación de las lesiones pigmentadas con lesiones vasculares, el diagnóstico de nevus atípicos y el diagnóstico precoz del melanoma in situ.

3.9.2. Oftalmoscopio

En óptica y en oftalmología, el oftalmoscopio es un instrumento con luz que se utiliza para ver ampliado el fondo del ojo, la retina, disco óptico, coroides y vasos sanguíneos de un paciente. Este aparato tiene

variantes en cuanto a sus dispositivos, pero su funcionamiento básico se basa en la reflexión por espejos de un rayo de luz que va al paciente; dispone de varias lentes que el explorador va cambiando dependiendo del aumento y la precisión con que se quiera observar el fondo del ojo.

En la cara posterior del oftalmoscopio se encuentra un disco o rueda que permite cambiar la forma e intensidad de la luz empleada:

- Un círculo pequeño o media luna de luz blanca para pupilas mióticas.
- Círculo luminoso de mayor tamaño para pupilas dilatadas.
- Luz verde o anaeritra que es de longitud de onda corta y por tanto se refleja en las capas superficiales de la retina; permite observar la mácula y los vasos sanguíneos con mayor definición
- Sistema de círculos concéntricos con una estrella o círculo central para objetivar la fijación excéntrica, cuando se le pide al paciente que mire a la luz, para así descartar la falsa mácula del estrábico.

3.9.3. Laringoscopio

Instrumento delgado en forma de tubo usado para examinar la laringe y glotis. Se compone de dos partes:

- Una hoja que sirve para apartar la lengua y la epiglotis. Al final de la hoja se encuentra usualmente una fuente luminosa (una pequeña bombilla o un punto de luz de fibra óptica de origen en el mango). La

hoja puede ser reutilizable, en cuyo caso debe esterilizarse después de cada uso; o desechable.

- Un mango para manipular el instrumento. Contiene las pilas que alimentan la bombilla o la fuente luminosa, en el caso de los laringoscopios de fibra óptica.

3.9.4. Laparoscopia

El laparoscopia es un instrumento óptico que se utiliza para ver el contenido de la cavidad abdominal durante cirugías mínimamente invasivas. El equipo completo consta de una fuente de luz (la cual se transmite hasta el laparoscopia por medio de fibra óptica), un equipo de vídeo con monitores que tiene la posibilidad de registrar el procedimiento en medios magnéticos (videocintas) o DVD y la pieza manual que es la que se introduce en la cavidad abdominal. El laparoscopia se introduce en la cavidad abdominal a través de una pequeña incisión que se hace en la pared abdominal; el sitio de la incisión dependerá del tipo de cirugía que se realizará y de otros factores como la presencia de cicatrices previas.

El laparoscopia es un instrumento reutilizable que debe ser esterilizado tras cada cirugía.

Existen instrumentos afines como el toracoscopia (para cirugía torácica) y el artroscopia (para cirugía de las articulaciones) que siguen exactamente los mismos principios y varían tan sólo, en algunos casos, respecto al tamaño.

3.9.5. Digitalizadores de placas

Los digitalizadores de placas producen imágenes digitales a partir de una película o placa de rayos X, escenografía, ultrasonido, resonancia magnética o medicina nuclear, entre otras. El mecanismo consiste en hacer pasar un haz de luz a través de la placa en una serie de puntos y medir la intensidad de la luz antes y después de pasar por la placa, la diferencia entre estas dos medidas determina la absorción en el punto medido. El valor de absorción medido en cada punto se relaciona a un valor de píxel. El haz de luz recorre la placa en líneas horizontales y en cada línea toma varias medidas. El número de líneas y medidas por la línea determina el tamaño del píxel de la imagen. El tamaño del haz de luz determina la resolución espacial máxima posible. Entre más pequeño el haz, mayor es la resolución. La capacidad del sistema que mide la intensidad del otro lado de la placa determinará el número de niveles de intensidad que se puede medir, a lo que se denomina densidad óptica; esto determina la profundidad de cada píxel.

Existen tres tipos de luz utilizadas: láser, luz fluorescente y led rojo. Igualmente, existen dos sistemas de detección: tubos fotomultiplicadores para el láser y CCD (Charge-Coupled Device) para los de luz fluorescente y led.

Los sistemas láser tienen en general una densidad óptica superior a los de CCD, mientras que estos últimos son más económicos y confiables.

- Digitalizador láser: Este equipo utiliza un rayo láser que es dirigido a la placa por medio de unos lentes y espejos. La recepción de la señal se hace por medio de tubos fotomultiplicadores. Sólo los digitalizadores láser pueden alcanzar un alto grado de precisión y más del 90% de luz colectada y medida. Estos equipos se pueden auto calibrar y no son afectados por la luz ambiental. Presentan el inconveniente de que el mantenimiento de los equipos es muy costoso.

- Digitalizador Fluorescente/CCD: Los sistemas actuales basados en CCD utilizan una fuente de luz fluorescente que no es monocromática, como la del tipo láser; esto significa que en el haz de luz hay varias longitudes de onda presentes; sin embargo, los sistemas más recientes logran alcanzar las especificaciones de los digitalizadores láser. Estudios clínicos han demostrado que sus características son comparables y el menor costo justifica la elección de este tipo de tecnología para proyectos de Telemedicina.

- Digitalizador LED RED /CCD: Es una tecnología de led (Diodo emisor de luz) rojo de alta energía; este sistema utiliza un detector de intensidad de tipo CCD, dado que el haz de luz es más homogéneo que el de luz fluorescente y su resultado se acerca al desempeño de los digitalizadores láser

monocromáticos. Este sistema permite ajustar cada led de manera independiente para proporcionar una iluminación homogénea, algo que es casi imposible de lograr con una fuente fluorescente.

Capítulo 4

4. Tecnologías de Comunicaciones

4.1. Introducción

En la actualidad existen diversas soluciones de conectividad que permiten establecer comunicaciones entre diferentes lugares; el propósito del presente capítulo es realizar un análisis de las tecnologías disponibles en nuestro medio, que permitan cumplir los requerimientos de Telemedicina.

Antes de analizar las diferentes opciones tecnológicas por las que se puede optar para enlazar un teleconsultorio, es necesario mencionar los diferentes tipos de información que se podrían enviar.

4.2. Tipos de información y transmisión

4.2.1. Tipos de información y Telemedicina

Cuando un médico realiza una evaluación de un paciente de manera presencial, utiliza sus cinco sentidos para poder obtener un diagnóstico

y emitir un criterio de la condición del paciente. Los datos fisiológicos del paciente son enviados directamente al médico.

En Telemedicina, los datos fisiológicos del paciente deben ser primeramente convertidos en pulsos eléctricos, que luego serán transmitidos al médico a distancia. Dado que generalmente un médico utiliza sólo tres de sus cinco sentidos: vista, oído y tacto; una teleconsulta depende primordialmente de la correcta transmisión de los parámetros relacionados con estos tres sentidos. Para los dos primeros sentidos (vista y oído), éstos pueden ser suplidos mediante la utilización de video y audio en una videoconferencia; para el caso del tacto, éste puede ser transmitido en su equivalente eléctrico por medio de equipos que sean capaces de captar las señales del paciente que el médico desee analizar y, transmitir las al médico para su análisis en tiempo real o diferido.

La información derivada de los sentidos descritos puede ser dividida en los siguientes 4 tipos:

- Texto y Datos
- Audio
- Imágenes
- Video

La tabla 4.1 muestra un ejemplo de los tipos de información y su tamaño en Kilobytes (KB) o Megabytes (MB) luego de la digitalización.

Tabla 4. 1 Tamaños típicos de información en Telemedicina [11]

Fuente	Tipo	Tamaño típico de archivo
Notas del Paciente	Texto	< 10 KB
Estetoscopio electrónico	Audio	100 KB
Rayos X de Tórax	Imagen Fija	1 MB
Ultrasonido Fetal (30 s)	Video	10 MB

A continuación se revisarán las características relevantes de los tipos de información en más detalle.

4.2.1.1. Texto y datos

Dentro de este tipo de información se puede resaltar los documentos electrónicos tales como reportes, correos e historia clínica de los pacientes, los mismos que contienen caracteres de texto y numéricos; esta información puede ser transmitida directamente en formato digital.

Este tipo de información puede ser enviada directamente al médico, o a su vez estar disponible en una base de datos donde se alojen las historias clínicas de los pacientes. Si se tiene documentos disponibles solamente en papel, los

mismos pueden ser digitalizados por medio de un escáner y enviados al médico.

Normalmente la información de texto es necesaria antes o después de que se lleve a cabo la teleconsulta, por lo que se recomienda hacer el envío de la misma como documento adjunto en un correo electrónico.

4.2.1.2. Audio

La Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) podría ser utilizada para transmitir sonidos y establecer un diagnóstico remoto; vale recalcar que no solamente se consideran los sonidos necesarios para mantener una conversación sino, también sonidos resultantes de exámenes tales como ecos, palpitations del corazón, entre otros, pero rara vez la RTPC es utilizada en aplicaciones de Telemedicina dado que la calidad y ancho de banda son parámetros limitantes. En contraste a la RTPC, se puede transmitir señales digitales sobre redes de larga distancia sin degradación. Estas señales digitales pueden también ser manipuladas por medio de métodos de compresión, de manera que se optimice el rendimiento del sistema de transmisión.

Un sonido analógico es digitalizado muestreando su amplitud en intervalos de tiempo discretos para recrear la forma de

onda. La naturaleza del proceso de digitalización introduce errores de cuantización o errores de redondeo de amplitud, como el valor del muestreo digital aproximado a la señal analógica en un instante dado. El oído humano puede detectar estos errores como un silbido; para reducir el efecto de este tipo de ruido se debe tener una resolución de al menos 16 bits de cuantización.

Actualmente se puede contar con la ayuda de las tarjetas de sonido de las computadoras, de manera que sea posible realizar la recepción y digitalización del sonido por medio de la grabadora de sonido de Windows, en un archivo de formato WAV utilizando un micrófono adecuado. Además, existen dispositivos como el escáner de ultrasonidos que pueden ser conectados directamente a la tarjeta de sonido de la computadora para obtener directamente un archivo WAV, logrando de esta manera un archivo de mayor fidelidad.

4.2.1.3. Imágenes

El procesamiento y digitalización de las imágenes es fundamental en la Telemedicina, puesto que muchos de los métodos de diagnóstico utilizados por los doctores derivan en imágenes que finalmente deberán ser analizadas antes de emitir un criterio.

Basándose en obtener el mejor análisis posible de las imágenes transmitidas, se consideraría el envío de las imágenes en la más alta calidad desde el teleconsultorio a la oficina principal del médico; pero esto se ve limitado por el ancho de banda disponible en la red utilizada para el transporte de datos, por esta razón es necesario mantener el equilibrio entre la calidad enviada en comparación con la cantidad de ancho de banda a utilizar.

Todos los equipos utilizados en Medicina, para la obtención de imágenes de diagnóstico, deberían proveer una calidad de imagen basada en los estándares DICOM o PACS. Por ejemplo, una imagen obtenida en baja resolución (ultrasonido, resonancia magnética, medicina nuclear) puede ser de alrededor de 250 KB, mientras que una imagen obtenida en alta resolución (radiografía computarizada) puede ser de alrededor de 4 MB; si el radiólogo necesita mayor resolución, esta imagen podría llegar a ocupar alrededor de 12 MB.

Dado que es importante considerar la utilización del ancho de banda del canal de telecomunicaciones contratado, es menester pensar en algoritmos de compresión de imágenes, sean éstos por medio de hardware o software; luego de la utilización de un algoritmo de compresión se pueden observar los resultados resumidos en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Comparativa de Tipo de datos y tamaño de archivos [12]

Tipos de Datos	Tamaño de la Imagen	Tamaño de archivo no comprimido (MB)	Tamaño de archivo comprimido (KB)	Porcentaje de compresión
Radiografía	2000 x 2000 X 12	5.7	285	20:1
Imagen microscópica de Patología	800 x 600 x 24	1.44	96	15:1
Imagen de Dermatología	1280 x 1024 x 24	3.9	980	4:1
Tomografía Computarizada set de 20 imágenes	256 x 256 x 8	1.3	650	2:1

4.2.1.4. Video

Dado que en este trabajo se hace una referencia a teleconsultorios locales, las consideraciones en la transmisión de video se dan en términos digitales. Por tal motivo, la transmisión de video entre un teleconsultorio y el médico se ha considerado por medio de videoconferencia IP (con cámaras IP) utilizando la tecnología de comunicación existente en el sitio.

Existen dos maneras de transmitir el video. La primera en tiempo real, en donde se considerará el uso de la videoconferencia, la misma que funcionaría de manera efectiva con un enlace de 256 Kbps dedicados. La segunda manera implica el envío de archivos de video, los mismos

que hayan sido obtenidos para diagnóstico de un paciente, como por ejemplo la ecosonografía.

4.2.1.5. Estándares de videoconferencia

Es importante analizar la compatibilidad de estándares entre los equipos de telecomunicaciones que se utilizarán para transmitir la comunicación entre el teleconsultorio rural y el centro de salud urbano.

Dado que la Telemedicina se fundamenta en la videoconferencia, es menester considerar el soporte de los protocolos en base a las recomendaciones de los estándares para videoconferencia de la UIT.

A continuación se muestran los estándares de videoconferencia recomendados por la UIT:

Tabla 4. 3 Estándares de videoconferencia recomendados por la UIT [12]

Estándar	Propósito	Características
H.320	Videoconferencia narrow-band por redes de conmutación de circuitos (N-ISDN, SW56, redes dedicadas)	Calidad Estándar
H.321	Videoconferencia narrow-band por ATM y B-ISDN	Calidad para negocios
H.323	Videoconferencia narrow-band sobre redes que no garantizan calidad de servicio.	Calidad mediana Best Effort
H.324	Videoconferencia por medios muy limitados en ancho de banda (dial-up, redes telefónicas)	Calidad pobre
H.350	Videoconferencia banda ancha con integración de VoIP y directorios	Calidad alta

4.3. Opciones de telecomunicaciones

4.3.1. Consideraciones de los servicios del teleconsultorio

Pueden existir muchas maneras de distinguir con un diagrama de bloques a un teleconsultorio; en este caso de estudio y por simplicidad se lo ha definido de la siguiente manera:

- Sistema de videoconferencia
- Medio de transmisión
- Dispositivos de telemonitoreo

4.3.1.1. Sistema de videoconferencia

Esta parte del sistema normalmente es la que organiza la transmisión, recepción y almacenamiento de la información; en el mercado es posible encontrar sistemas de videoconferencia capaces de realizar todas las tareas anteriormente descritas aunque claro está, se pueden obtener sistemas más sencillos que permitan desarrollar la operación básica de videoconferencia y, complementar las demás soluciones por medio de otras tecnologías y equipos.

En el teleconsultorio, el equipo de videoconferencia deberá poseer la capacidad para transmitir imágenes con un buen nivel de resolución (lo que incluye la capacidad del ancho de banda);

esto es importante puesto que la consulta por medio de la videoconferencia reemplaza a la consulta presencial, normalmente desarrollada por el médico.

En sitios en los que no se tiene la posibilidad de incluir equipos de videoconferencia, se puede utilizar la Internet con herramientas de software como Skype, MSN, entre otros, para poder llevar a cabo videoconferencias para consultas o preguntas para una segunda opinión médica.

4.3.1.2. Medio de transmisión

La calidad de la videoconferencia y la rapidez en la transmisión de datos en un teleconsultorio dependen del ancho de banda disponible y, normalmente, esto va de la mano con el medio de transmisión escogido.

Existen diferentes tecnologías a utilizarse dependiendo de la zona de cobertura y la capacidad de transmisión necesaria; normalmente la tecnología y la disponibilidad del ancho de banda definen el costo del servicio a escoger, por lo que se debe optimizar el uso del mismo durante la utilización del canal.

4.3.1.3. Dispositivos de telemonitoreo

En un consultorio típico, el médico tiene la facilidad de poder interactuar con el paciente, además de examinarlo con las herramientas necesarias y emitir un diagnóstico apropiado.

La principal tarea en un teleconsultorio es que el médico le realice un chequeo visual al paciente; para esto, el médico se vale de algunos periféricos que actúan como dispositivos de telemonitoreo.

Existen en el mercado versiones especiales de algunos dispositivos convencionales, tales como el estetoscopio, el medidor de presión sanguínea y los microscopios, entre otros, que han sido diseñados para que la salida de la información sea obtenida en formato de audio, señales eléctricas o señales de video que pueden ser recopiladas y enviadas paralelamente al sistema de videoconferencia, para el posterior análisis del médico en el sitio remoto.

4.3.2. Servicios cableados

En nuestro país existen muchas tecnologías para transmisión de datos en el sector corporativo y el sector domiciliario.

Normalmente las pequeñas empresas seleccionan servicios domiciliarios para reducir los costos de operación, pero este servicio va de la mano con una condición de reuso (al tratarse de accesos al Internet) que normalmente deriva en ancho de banda insuficiente para las actividades principales de la empresa. Las grandes corporaciones por otro lado, invierten en servicios con anchos de banda dedicados con lo que obtienen un mejor rendimiento en sus operaciones.

El escenario óptimo de operación de un teleconsultorio se da cuando se tienen enlaces de datos dedicados entre el punto del teleconsultorio rural y el hospital urbano, puesto que con esta solución tendremos un canal de datos exclusivo y con la suficiente capacidad para manejar las aplicaciones necesarias, la capacidad variará en función de la tecnología de datos escogida, es decir, no estaríamos trabajando sobre un medio compartido como la Internet.

Se puede considerar aceptable una solución de enlaces de datos con una empresa de telecomunicaciones que maneje, mediante su propia infraestructura, la interconexión entre el punto del teleconsultorio rural y el hospital urbano. En el presente trabajo no se recomienda como primera opción el arrendamiento de enlaces de datos con varias empresas, esto es, que compartan una interconexión, puesto que en el caso de inconvenientes se tienen demasiados puntos de fallas y

tiempos altos de resolución de problemas, que agravarían la operación del Teleconsultorio.

A continuación se presentan las tecnologías de cableado existentes en nuestro país:

4.3.2.1. RTPC

La Red Telefónica Pública Conmutada ha sido convencionalmente el medio más utilizado para la transmisión de datos; este medio utiliza la infraestructura usada por los operadores de telefonía fija. Se utilizan módems (modulador/demodulador) los mismos que permiten convertir los datos de señales digitales en señales analógicas, los cuales serán transmitidas por el módem hacia el equipo central.

El máximo ancho de banda soportado por este tipo de enlaces es de 56 Kbps, considerando el mejor escenario de transmisión. Para las aplicaciones que usualmente se utilizan en los teleconsultorios, este tipo de tecnología no ofrece la capacidad suficiente en ancho de banda para obtener un buen rendimiento del sistema.

4.3.2.2. RDSI (ISDN)

La RDSI (Red Digital de Servicios Integrados ISDN, por sus siglas en inglés) es una tecnología capaz de prestar conexiones extremo a extremo a nivel digital; se define como servicios integrados, puesto que utiliza la misma infraestructura para brindar varios servicios, que tradicionalmente requerirían interfaces distintas (télex, voz, conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, entre otras); es digital porque se basa en la transmisión digital, integrando las señales analógicas mediante la transformación Analógico-Digital, ofreciendo una capacidad básica de comunicación de 64 Kbps.

En su momento, esta tecnología significó ventajas en cuanto a velocidad, integración de dispositivos y servicios; en la actualidad no es tan común el uso de la misma para transmisión de datos, dado que el requerimiento de ancho de banda de las aplicaciones actualmente existentes es mayor en comparación con la capacidad de ancho de banda del canal que esta tecnología ofrece [13].

4.3.2.3. xDSL

DSL son las siglas de Digital Subscriber Line (Línea de Abonado Digital); es un término global para referirse al grupo de tecnologías que proveen una conexión digital sobre la línea de abonado de la red telefónica ya existente.

El término xDSL engloba a todas las tecnologías existentes, sin embargo, es de interés mencionar en el presente trabajo las variantes ADSL, ADSL 2+ y VDSL como alternativas que actualmente están disponibles como servicios de transmisión de datos en el país [14].

La ventaja de este tipo de tecnología es que no necesita un despliegue de infraestructura nueva, sino, que se aprovecha la ya existente en las operadoras de telefonía; lo que reduce considerablemente la inversión. Es importante recalcar que también existen proveedores de servicios en el país que han montado infraestructura nueva para dar este tipo de soluciones. A continuación se muestra una tabla con el detalle del estándar ADSL. De las variantes mostradas, en el país sólo se cuenta con la implementación de ADSL (ITU G.992.1 Annex A), ADSL2 (ITU G.992.3) y ADSL2+(ITU G.992.5):

Tabla 4. 4 Variantes del estándar ADSL [14]

Versión	Nombre del Estándar	Nombre Común	Enlace de Bajada	Enlace de Subida	Aprobado
ADSL	ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s	1998
	ITU G.992.1	ADSL (G.DMT)	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s	1999-07
	ITU G.992.1 Annex A	ADSL over POTS	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s	2001
	ITU G.992.1 Annex B	ADSL over ISDN	12 Mbit/s	1.8 Mbit/s	2005
	ITU G.992.2	ADSL Lite (G.Lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	1999-07
ADSL2	ITU G.992.3	ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.3 Annex J	ADSL2	12 Mbit/s	3.5 Mbit/s	
	ITU G.992.3 Annex L	RE-ADSL2	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s	
	ITU G.992.4	splitterless ADSL2	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	2002-07
ADSL2+	ITU G.992.5	ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s	2003-05
	ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+M	24 Mbit/s	3.5 Mbit/s	2008

Tabla 4. 5 Variantes del estándar VDSL [14]

Versión	Nombre del Estándar	Nombre Común	Enlace de Bajada	Enlace de Subida	Aprobado
VDSL	G.993.1	VDSL/VDSL1	52 Mbits	16 Mbits	2001
VDSL2	G.993.2	VDSL2	100 Mbits	100 Mbits	2006

La gran limitante de las tecnologías anteriormente descritas es que, su despliegue ha sido limitado a áreas urbanas por parte de los operadores de servicios de telecomunicaciones.

4.3.3. Servicios inalámbricos

El término de servicios inalámbricos se refiere al conjunto de sistemas de comunicaciones y tecnologías asociadas que utilizan el espectro radioeléctrico como vehículo de comunicación.

Las redes inalámbricas juegan un rol importante en cuanto a la accesibilidad y al despliegue de cobertura que permiten; en el Ecuador es la tecnología con mayor penetración para cubrir zonas y poblados alejados.

A continuación se presenta el detalle de las mismas, en tres secciones separadas en función de las prestaciones de los operadores de servicios en este país.

4.3.3.1. Comunicaciones Satelitales

La tecnología satelital permite comunicaciones a grandes distancias y en lugares inhóspitos. En nuestro país la tecnología satelital representó un gran avance en las industrias, pues su incursión anteriormente no estaba condicionada solamente a zonas de difícil acceso, sino que se consideraban enlaces de fácil instalación y de rápida puesta en marcha.

Con el paso del tiempo y el auge de otras tecnologías, ha ido menguando el uso de esta tecnología en zonas urbanas y

rurales, quedando actualmente utilizada en la mayoría de los casos en zonas de difícil acceso y cobertura.

En el Ecuador, actualmente existen empresas de servicios portadores que brindan servicios de comunicaciones satelitales en las tecnologías SCPC (Single Channel Per Carrier), VSAT (Very Small Aperture Terminals) y VSAT IPoS (Internet Protocol over Satellite).

4.3.3.2. Comunicaciones terrestres por radio

4.3.3.2.1. Wimax

Dada la necesidad de los operadores de servicios para cubrir zonas lejanas, en donde la inversión con redes cableadas tradicionales sería muy costosa, la tecnología Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) se muestra como una excelente solución. Wimax puede satisfacer la demanda de ancho de banda para aplicaciones como VoIP (voz sobre IP), IPTV (Televisión sobre Protocolo de Internet), videoconferencia, juegos interactivos y multimedia.

Wimax está basado en las variantes del estándar de interfaz aire de la IEEE 802.16, el cual provee de tecnología inalámbrica para usuarios móviles y para usuarios estacionarios.

A continuación se muestran las características más importantes de esta tecnología:

- Wimax es un sistema de largo alcance, que puede usar espectro licenciado como no licenciado
- Distancias hasta 50 Km sin línea de vista (LOS)
- Posee un mecanismo de soporte nativo para QoS (Calidad de Servicio) basado en conexiones entre la estación base y el dispositivo del usuario
- Velocidades hasta 70 Mbps (aproximadamente 10Km)

4.3.3.2.2. Enlaces de microondas punto a punto

Básicamente un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales: el transmisor, el receptor y el canal aéreo. El factor limitante de la propagación de la señal en los enlaces de microondas es la distancia que se debe cubrir entre

el transmisor y el receptor; además esta distancia debe ser libre de obstáculos.

En nuestro país ha sido de gran utilidad la comunicación por enlaces de microondas punto a punto, pues normalmente se ha utilizado como medio de acceso para extender la cobertura de los operadores de servicio, así como también la utilidad para enlazar de manera directa y privada dos puntos de entidades privadas.

En el presente trabajo, se recomienda el uso de enlaces de este tipo cuando la distancia entre los dos puntos a enlazar (hospital urbano con hospital rural) no sobrepase los 20Km de distancia; cabe recalcar que previo a la implementación del enlace es necesario un estudio de propagación apropiado, que no es más que la evaluación de las pérdidas y ganancias que va sufriendo la señal en su trayectoria.

4.3.3.3. Comunicaciones por telefonía celular

4.3.3.3.1. GSM

El Sistema Global de Comunicaciones Móviles GSM (Global System for Mobile Communications) es un

sistema de telefonía basado en tecnología digital. GSM fue adoptado como un estándar Europeo por la ETSI (European Telecommunications Standard Institute) y ha sido estandarizado para operar en tres principales frecuencias: 900 Mhz, 1800 Mhz y 1900 Mhz.

GSM es considerado un estándar de segunda generación (2G), El estándar GSM permite un rendimiento de 9,6 Kbps hasta 14 Kbps en transmisiones de datos, por lo que difícilmente se lo podría considerar para un escenario de videoconferencia en un teleconsultorio, restringiéndose así su uso, para transmisiones de datos en tiempo diferido.

4.3.3.3.2. CDMA

El término CDMA acceso múltiple por división de código o CDMA (Code Division Multiple Access) , se refiere a una interfaz de aire inalámbrica de telefonía móvil, desarrollada por la empresa Qualcomm y aceptada posteriormente como estándar por la TIA (Telecommunications Industry Association) bajo el nombre IS-95 (Interim Standard 95).

La multiplexación por división de código emplea una tecnología de espectro expandido y un esquema especial de codificación, por el que a cada transmisor se le asigna un código único; el receptor capta las señales emitidas por todos los transmisores al mismo tiempo, pero gracias al esquema de codificación puede seleccionar la señal de interés si conoce el código empleado.

Actualmente en nuestro país se utiliza esta tecnología en la banda de los 450 Mhz para brindar servicios de telefonía inalámbrica fija (CDMA 450), con esto se pretende aumentar la cobertura de servicios de telefonía en las zonas rurales; en donde la inversión de servicios por cable no representa una inversión atractiva. Dado que las zonas rurales podrían contar con un servicio de este tipo, es posible implementar el servicio de datos por medio de CDMA EVDO (Evolution Data Only) y obtener tasas de transmisión de hasta 3.1 Mbps dependiendo de la revisión del estándar que se esté utilizando.

4.3.3.3.3. GPRS

La tecnología GRPS (General Radio Packet Service) viene a ser una extensión de GSM pero orientada a la transferencia de datos por conmutación de paquetes. Por medio de este tipo de tecnología se podría llegar a alcanzar una velocidad de entre 56 Kbps a 114 Kbps.

En nuestro país aún existen zonas en donde se mantiene esta tecnología considerada de 2.5 G, dado que la velocidad máxima que se podría alcanzar debe ser compartida en el medio; la misma puede resultar insuficiente para manejar aplicaciones en tiempo real, aunque no se la descarta para transmisiones en tiempo diferido.

4.3.3.3.4. UMTS

El (Universal Mobile Telecommunications System) es un sistema llamado de tercera generación 3G y considerado el sucesor de GSM.

El estándar UMTS soporta una tasa de transferencia de datos teórica de 21 Mbps, sin embargo al momento los usuarios de las redes podrían esperar una tasa de transferencia de hasta 7.2 Mbps en bajada para terminales móviles o módems que

manejan HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access); esta tasa de transferencia dependerá de la cantidad de usuarios que estén compartiendo el canal.

El uso de UMTS como tecnología de paso de datos para un teleconsultorio, se ve condicionado a políticas de calidad de servicio (QoS) de parte del operador de servicios, las mismas que deberán garantizar la transmisión de datos con cierto nivel de prioridad, de manera que la ocupación del canal no represente problemas de congestión en la red del teleconsultorio.

CAPÍTULO 5

5. Definición de método de enlace y criterios a considerar para determinar el método de enlace apropiado entre dos puntos en El Ecuador

Definición de Método de enlace

Se definirá como método de enlace a la forma o camino que se elige para establecer la conexión entre dos puntos distantes; cada método de enlace involucrará la implementación de infraestructura de telecomunicaciones adecuada para establecer y mantener la comunicación entre los extremos.

En el presente trabajo se analizarán tres métodos que permiten establecer el enlace de datos entre dos puntos geográficos del Ecuador, estos métodos son:

- Método de enlace punto a punto con solución propia.
- Método de enlace a través de proveedores de servicios portadores.
- Método de enlace a través de una combinación de soluciones que involucren servicios contratados de terceros e infraestructura propia.

La determinación del método de enlace apropiado entre los puntos geográficos dependerá del análisis que se realice de los siguientes factores considerados críticos:

- Ancho de banda.
- Accesibilidad.
- Costos.
- Tiempo de implementación
- Topografía
- Ubicación geográfica.

5.1. Factores

La cantidad de elementos involucrados para lograr conectar una localidad con otra hace que exista una variedad de alternativas. Dado que el objetivo del presente trabajo es simplificar estos criterios, se ha consolidado en cuatro factores preponderantes, que se describen a continuación.

5.1.1. Ancho de banda

El ancho de banda es un factor determinante según la demanda de los equipos de Telemedicina presentes en los extremos del enlace, siendo aquellos que se utilizan para toma de muestras radiológicas, ecosonogramas y videoconferencias, los que demandan un mayor ancho de banda.

Para la Telemedicina en el Ecuador el eje central es la videoconferencia, servicio que requiere un ancho de banda a partir de 256 Kbps para tener una calidad aceptable, con una transferencia de 30 cuadros por segundo, dependiendo del software y los códecs de video utilizados.

Se debe tomar en cuenta que, aquellas localidades donde solo existan servicios a través de redes analógicas (RTB), tienen una limitación en su velocidad de transmisión de hasta 56 Kbps teórico (48 Kbps o inferior en la práctica), por lo que podrían tener dificultad en mantener una videoconferencia, con cortes en la transmisión del video o la voz.

5.1.2. Accesibilidad

La accesibilidad se refiere a la facilidad de ingreso del personal técnico a la infraestructura o puntos de repetición donde se encuentran instalados los equipos que permiten el enlace de datos.

Cuando se contrata un enlace a través de un proveedor de servicios portadores, este factor no es determinante, porque es el proveedor el encargado de mantener su infraestructura operativa, considerando que previo al suministro del enlace se debe haber firmado con el mismo un acuerdo de nivel de servicio (SLA).

No obstante, se convierte en un factor importante cuando la solución escogida es privada, es decir, un enlace punto a punto con

infraestructura propia. Para el caso de Ecuador que posee zonas rurales que no cuentan con vías de acceso directas y en buen estado, especialmente en la región amazónica, la accesibilidad para soluciones privadas es un factor considerable; se cita como ejemplo el teleconsultorio de Tutupali, donde para dar mantenimiento a un nodo que forma parte de la infraestructura del enlace se requiere efectuar un recorrido de 9 horas en carro campero a través de caminos lastrados.

5.1.3. Costos

Este criterio está directamente relacionado con el tipo de implementación del enlace.

Si la infraestructura es propia, como en el caso de un enlace punto a punto, los costos se remiten a la implementación inicial y luego a un mantenimiento programado, por lo tanto no existe un pago mensual a terceros.

En el caso de que se elija un enlace con proveedor de servicios portadores, los costos van ligados con los otros criterios de selección, por ejemplo, el ancho de banda contratado, ubicación geográfica y accesibilidad. Para fines de Telemedicina en el Ecuador y por las experiencias en los centros comunitarios visitados se determinó que el enlace a contratar debe tener una velocidad base de 256 Kbps.

La suscripción a proveedores que permiten ese tipo de velocidad depende del medio que se utilice, pudiendo tomar como referencia una conexión por redes de cable coaxial con un valor aproximado de USD 40 dólares mensuales; mientras que contratar soluciones satelitales para el mismo enlace, el valor bordea los USD 800 mensuales, lo que conlleva al siguiente criterio de selección que es la ubicación geográfica.

5.1.4. Tiempo de implementación

El presente factor permite cuantificar en unidades de tiempo la duración del proceso de diseño, ejecución, prueba y puesta en marcha del enlace entre dos puntos geográficos.

Se constituye en un factor preponderante cuando el enlace debe establecerse dentro de un plazo fijo de tiempo, por razones de emergencia o contractuales.

Según se solicite un tiempo de implementación límite, será esta una condición determinante en cuanto a la elección del método de enlace a establecer.

Para soluciones propias el tiempo de implementación incluirá en su análisis los siguientes parámetros:

- Adquisición de equipos, la duración de esta etapa dependerá del tipo de componente a utilizar (elemento de producción en

línea de fábrica o a medida), y de su disponibilidad en el mercado local.

- Obra civil de infraestructura de telecomunicaciones, incluye el tiempo empleado en la construcción de las torres de telecomunicaciones, estudios de cargas, los sistemas de suministro eléctrico, sistemas de protección y de aseguramiento del flujo eléctrico continuo.
- Permisos de funcionamiento, incluye los tiempos necesarios para gestionar las autorizaciones gubernamentales y municipales que permitan la operación del enlace; parte de estos son: permisos de construcción, permiso de impacto medio ambiental, medición de radiaciones no ionizantes, permiso de altura permitida.
- Cálculos de factibilidad del enlace, corresponde al tiempo empleado para realizar los estudios de propagación para el caso de enlaces de radio y análisis de tendido de medio físico para conexiones de cobre o fibra óptica.
- Instalación de equipos, configuración y pruebas de operación, constituye el proceso final de la implementación del enlace, en esta etapa se consideran los tiempos de armado de los equipos, conexión, alineamiento, configuración, transmisión de datos a través del medio y verificación de la recepción.

Cuando el método de enlace se establece a través de un proveedor de servicios portadores, el tiempo de implementación dependerá de la disponibilidad de medios y del tipo de medio físico utilizado.

Considerando que el presente trabajo incluye las coberturas de servicio de dos proveedores de enlaces de telecomunicaciones CNT y Global Crossing, con fines ilustrativos se detalla a continuación los tiempos de implementación por tipo de medio ofertados:

- Global Crossing, medio de enlace satelital, 5 días hábiles
- CNT, medio de enlace cobre, 5 días laborables.
- CNT, medio de enlace fibra óptica, 10 días laborables.
- CNT, medio de enlace inalámbrico CDMA, 5 días laborables.

5.1.5. Topografía

El análisis del entorno geográfico, considerando los obstáculos naturales debe ser objeto de estudio, especialmente en la implementación de soluciones propias, con un mayor detalle en las regiones montañosas o con presencia de accidentes geográficos.

En el presente trabajo se ha limitado la posibilidad de establecer enlaces propios para distancias inferiores a los 20 kilómetros y como solución a considerar para distancias superiores, siempre que no exista la disponibilidad de un proveedor de servicios portadores. Esta

condición parte del punto de vista que dentro de esta extensión la posibilidad de encontrar elevaciones intermedias entre los puntos a enlazar es baja, situación que se cumple mayormente en la región costa mas no así en los enlaces que involucran localidades de la sierra o amazonia.

A través del análisis topográfico se conocerá la factibilidad técnica de establecer un enlace, la cual deberá cotejarse con el estudio económico respectivo lo que permitirá determinar la viabilidad del enlace de datos a través de una solución propia.

Para el caso de implementaciones que involucren la contratación de servicios de empresas proveedoras, el análisis topográfico pierde su relevancia debido a que son estas últimas las encargadas de realizar el estudio de propagación y establecimiento del enlace.

5.1.6. Ubicación geográfica

En el presente trabajo, este criterio de selección va a ser el de mayor ponderación sobre los demás, para el caso específico de Ecuador, por su situación actual en cuanto a la penetración de las telecomunicaciones y al nivel de desarrollo en Telemedicina.

Dependiendo de la ubicación geográfica de los puntos a enlazar y de la distancia de los mismos se presentan tres posibles soluciones:

- Para distancias cortas es posible implementar una solución que involucre infraestructura propia.
- Para grandes distancias se puede contratar un proveedor de servicios con cobertura en ambos extremos (terceros).
- Existe la alternativa de utilizar una combinación de soluciones que involucren servicios de terceros junto con infraestructura propia.

En Ecuador predominan lugares de acceso remoto en donde se tiene un único proveedor de servicio de telecomunicaciones, generalmente de propiedad del estado, lo que elimina la posibilidad de comparar calidad de servicios y planes tarifarios.

5.2. Ubicación geográfica como factor determinante

5.2.1. Implementación del enlace punto a punto con solución propia

Considerando que se requiere enlazar un punto urbano con uno rural, la solución a implementarse debe ser a través de equipos de radio, recordando que si bien existe la posibilidad de establecer un enlace a través de medio cableado, su alto costo hace que no sea una alternativa viable.

La solución de infraestructura propia de radio se recomienda para enlazar puntos cuyas distancias no excedan los 20 Km debido a que,

dentro de este rango, hay menor probabilidad de presencia de elementos de obstrucción de la señal.

Como referencia se cita a continuación algunas marcas y modelos de equipos para radioenlaces.

- Mikrotik RouterBoard [15]
- Motorola Serie Canopi Modelo BackHaul 30, BackHaul 60, BackHaul 150 [16]

Los elementos típicos de un enlace de radio son:

- Estudio radioeléctrico previo (zona de Fresnel, línea de vista, atenuaciones, interferencias, entre otros).
- Puntos donde las alturas de las antenas de transmisión y recepción estén por encima del mínimo requerido. Generalmente deben estar ubicados de manera que no exista obstrucción de línea de vista, por ejemplo, puede ser en un mástil en la terraza de un edificio alto. En caso de utilizar una torre de viento o una tipo auto-soportada, la misma deberá cumplir los parámetros de seguridad de funcionamiento emitido por las autoridades locales (FAE, Municipio).
- Determinar el tipo de banda de frecuencia a utilizar: libre o licenciada.

Las bandas de uso libre según las normas de la Senatel comprenden:

- Banda (900 MHz – 928 MHz)
- Banda (2400MHz – 2483,5 MHz)
- Banda (5150 MHz – 5250 MHz)
- Banda (5250 MHz – 5350 MHz)

- Banda (5470 MHz – 5725 MHz)
- Banda (5725 MHz – 5850 MHz)
- Unidad de radiofrecuencia externa (ODU) y la antena
- Unidad módem interna (IDU). La presencia de un ruteador y de un conmutador en cada extremo está supeditado al tipo de módem utilizado y a la cantidad de equipos a conectar.
- Disponibilidad continua de suministro de energía eléctrica para los equipos de comunicación en cada punto de repetición. Esto se logra con equipos de respaldo (baterías o generadores) para garantizar el servicio en caso de cortes.
- Equipo terminal, computadora con periféricos de entrada y salida de datos o equipo de Telemedicina.

5.2.2. Enlace a través de proveedor de servicios portadores

Este tipo de solución se recomienda para enlazar localidades cuyas distancias sean superiores a los 20 Km, parámetro tomado como límite superior de los enlaces punto a punto con infraestructura propia de radio.

En Ecuador existen varias empresas proveedoras de telecomunicaciones, 22 de ellas brindan servicios portadores para enlaces de transmisión de datos; se adjunta un cuadro proporcionado por la CONATEL a través de su página web (tabla 5.1).

Tabla 5. 1 Empresas autorizadas para brindar servicios portadores [17]

SERVICIOS PORTADORES			
Nº	EMPRESA	ÁREA DE COBERTURA	Fecha de suscripción del contrato
1	Global Crossing Comunicaciones Ecuador S.A.	Nacional	25-jun-94
2	Suramericana de Telecomunicaciones Suratel	Nacional	8-dic-94
3	Conesal S.A.	Nacional	8-dic-94
4	Globalnet S.A.	Nacional	14-jun-95
5	Megadatos	Nacional	3-jul-95
6	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.	Nacional	29-dic-97
7	Telconet S.A.	Nacional	22-abr-02
8	Ofonet S.A.	Nacional	23-abr-02
9	Grupo Bravo Cia. Ltda.	Nacional	21-may-02
10	Negocios y Telefonía Nedetel S.A.	Nacional	11-jun-02
11	Servicios de Telecomunicaciones Setel S.A.	Nacional	26-ago-02
12	Ecuador Telecom S.A.	Nacional	15-oct-02
13	Globon S.A.	Nacional	14-feb-03
14	Transnexa S.A.	Nacional	23-may-03
15	Transalectric S.A.	Nacional	23-may-03
16	Etapatelcom S.A.	Nacional	3-nov-03
17	Teleholding S.A.	Nacional	28-abr-04
18	Puntonet S.A.	Nacional	5-may-05
19	Teleosa S.A.	Nacional	5-may-06
20	Importadora El Rosario Cia. Ltda.	Nacional	2-oct-07
21	Genix S.A. Servicios de Telecomunicaciones Satelital	Nacional	25-sep-08
22	Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.	Azuay, Cañar, Morona Santiago (incluida la ciudad de Cuenca)	7-ago-06

Elaborado: SENATEL - DGOST, datos al 30 de Abril de 2009

Por la criticidad que implica la transmisión de una videoconferencia en tiempo real para Telemedicina es importante elegir un proveedor que sea propietario directo de la infraestructura completa del enlace, es decir, sin

intervención de otra empresa proveedora de telecomunicaciones, de manera que se pueda garantizar confiabilidad y calidad del servicio de la solución.

En función de la ubicación geográfica, del presupuesto disponible y siempre que la aplicación pueda efectuarse en tiempo diferido, el enlace a través de un proveedor de telefonía móvil se podría considerar como una solución viable; se cita como ejemplo el teleconsultorio ubicado en la comunidad de Manglaralto, donde el servicio que se brinda consiste en la toma de electrocardiogramas, para cuya transmisión se utiliza la plataforma de una empresa de servicios de telefonía móvil.

Para videoconferencias, que son las aplicaciones tomadas como base para el presente trabajo, las soluciones a través de vía móvil celular no son recomendables debido a que el número de terminales y aplicaciones ejecutadas que hacen uso del medio es variable en el tiempo, lo que no permitiría garantizar la disponibilidad del ancho de banda mínimo recomendado de 256 Kbps.

5.2.2.1. Medios disponibles por las empresas que brindan servicios portadores para establecer enlaces

En caso de optar la contratación del servicio de enlace a terceros, se dispone de una cartera de productos, basada

principalmente en los medios de transmisión en sus redes de acceso [18].

Enlaces de fibra óptica

Este medio se está imponiendo a las demás soluciones existentes en el mercado, debido a que presenta las siguientes ventajas:

- Constituye el medio de transmisión que permite contar con un ancho de banda en teoría ilimitado.
- Permite cubrir grandes distancias.
- Presenta inmunidad a la interferencia electromagnética.
- Brinda mayor seguridad (en referencia a la posibilidad de interceptar la información).

Sin embargo se debe tomar en cuenta que la fibra óptica presenta algunas desventajas en comparación con los demás medios utilizados, entre las cuales se puede citar:

- Elevado costo de instalación.
- Fragilidad de las fibras.
- Tiempo elevado de reparación.
- Los equipos terminales y de mantenimiento correctivo presentan un costo elevado.

Enlaces de microondas

Las empresas de servicios portadores utilizan los enlaces de microondas como medio de transmisión cuando el acceso a través de medios cableados es limitado o por restricción de permisos de operación en un sector específico.

Adicionalmente los enlaces de microondas tienen bajo costo de instalación, mantenimiento sencillo y menor tiempo de reparación.

Las desventajas más importantes de este medio son su susceptibilidad a la interferencia electromagnética, las atenuaciones provocadas por condiciones atmosféricas variables y su explotación está restringida para tramos sin obstáculos que impiden la línea de vista.

Enlaces de cobre

Existen empresas portadoras que aún conservan su infraestructura que incluye medios de transmisión de cobre, el cual presenta las siguientes ventajas:

- Menor costo de instalación y de equipos terminales.
- Infraestructura existente.
- Menor costo de mantenimiento.

- Menor tiempo de reparación.

Entre sus desventajas están:

- Baja velocidad de transmisión.
- Distancias cortas en comparación con otros medios.
- La tasa de error aumenta proporcionalmente a la tasa de velocidad.
- Baja inmunidad al ruido y la interferencia electromagnética.

Para el presente trabajo se debe considerar que la información de las empresas proveedoras de servicios portadores mostrada como solución por el software de método de enlace corresponde al medio y la forma utilizado para la conexión de última milla, esto es, la tecnología utilizada en la red de acceso, independientemente de las tecnologías utilizadas en las redes de backbone o transporte.

Para las empresas proveedoras de servicios portadores nombradas en el actual trabajo, CNT y Global Crossing, sus tecnologías de última milla disponibles para la provincia de Loja son:

CNT E.P:

- Inalámbrico fijo CDMA 450 (para mayor información de la tecnología, consultar capítulo 4.3.3.3.2, pagina 66)

Global Crossing:

- Satelital (Para mayor información de la tecnología, consultar capítulo 4.3.3.1, página 62).

5.2.3. Enlace a través de una combinación de soluciones que involucren servicios contratados de terceros e infraestructura propia

Este tipo de solución se debe implementar para aquellas localidades donde por su situación geográfica no sea factible el instalar equipos propios de transmisión y recepción de datos que cubran la totalidad de la distancia entre los puntos a enlazar y que además esté fuera de la cobertura de una empresa de servicio portadores.

5.2.4. Enlace satelital

La principal ventaja que representa el utilizar un enlace satelital es la cobertura global del sistema, independiente de la ubicación geográfica donde se encuentren los puntos a enlazar.

Sin embargo, el uso de este medio de enlace está restringido a dos limitantes. La primera restricción es que no se puede usar infraestructura propia, por lo que se debe alquilar el servicio a un proveedor, y la segunda limitante es el elevado costo de operación, porque involucra el alquiler de una sección de transponder de un satélite ubicado en la órbita espacial.

Capítulo 6

6. Software de selección del método de enlace de centros de salud rurales con hospitales urbanos aplicado para la provincia de Loja

6.1. Introducción

El propósito de este capítulo es el de presentar un aplicativo que de manera gráfica permita visualizar las soluciones existentes en nuestro país para enlazar zonas rurales con centros poblados urbanos, describiendo el tipo de medio y el proveedor de servicios portadores.

6.2. Especificación de la plataforma de implementación

6.2.1. Lenguaje de programación

Todos los módulos de la aplicación se encuentran desarrollados en Visual Basic, lenguaje de desarrollo, que forma parte de Visual Studio.NET, versión 2008 Express Edition, software desarrollado por Microsoft con licenciamiento gratuito [19].

6.2.2. Motor de la base de datos

El motor de la base de datos es SQL Server con compatibilidad a las versiones 2000 hasta 2008 [20].

SQL Server es un sistema de administración de base de datos (o RDBMS Relational Data Base Management System por las siglas en inglés), fabricado por Microsoft Corporation, básicamente una herramienta cliente/servidor para la gestión de Base de Datos.

Existen varias versiones de SQL Server en el mercado, no obstante para la realización del presente trabajo se ha usado SQL Server 2000.

SQL Server es un sistema gestor de base de datos robusto, tiene múltiples características que garantizan la seguridad e integridad de los datos; que las transacciones se ejecuten de forma correcta, sin causar inconsistencias; ayuda a administrar y almacenar grandes volúmenes de datos; estabilidad, escalabilidad y es multiplataforma. Para mayor detalle del proceso de instalación de la base de datos consultar el apéndice A.

6.2.3. Sistemas Operativos

Considerando que el sistema fue desarrollado en Visual Studio Express Edition, con conectividad a SQL Server 2000, los sistemas operativos soportados para ejecución de la plataforma cliente son Windows XP con Framework actualizado a la versión 3.5 y posteriores. A nivel de aplicación servidor, se recomienda Windows 2003 Server

con Service Pack 2 que incluya Framework actualizado a la versión 3.5 o posterior.

6.3. Diseño del sistema

6.3.1. Diseño de la interfaz gráfica

La interfaz gráfica se constituye en un módulo del programa desarrollado; el mismo que posee un elemento FLASH, el cual está embebido en el código fuente del sistema.

La interfaz gráfica se compone de una pantalla principal y seis pantallas secundarias.

La pantalla principal, figura 6.1, muestra el mapa político del Ecuador, el cual presenta la característica de ser interactivo con el usuario, a través del uso del mouse del computador; la funcionalidad de esta pantalla es la de mostrar las parroquias urbanas y rurales de los cantones que corresponden a la provincia seleccionada por el usuario, con los proveedores de servicios de enlace de datos existentes en esta ruta. El software permite al usuario escoger una provincia y un cantón a la vez, luego de esta selección inicial se listarán automáticamente las parroquias correspondientes al cantón seleccionado, proceso que se puede repetir en función de la necesidad del usuario.

De las seis pantallas secundarias, cinco corresponden a los módulos de mantenimiento y su función será la de permitir el ingreso, modificación y eliminación lógica de la información almacenada en la Base de Datos; la sexta pantalla secundaria permitirá ingresar los parámetros de conexión del sistema con la Base de Datos.

Según la función de cada pantalla secundaria, se clasificarán las mismas en:

- Pantalla de mantenimiento de puntos geográficos.
- Pantalla de mantenimiento de tecnologías de conexión.
- Pantalla de mantenimiento de empresas de servicios portadores.
- Pantalla de mantenimiento de distancias.
- Pantalla de enlace de punto geográfico con empresa proveedora de servicios portadores
- Pantalla de parámetros de conexión.

Calculo de Distancias Configuración: Escija Opcion

Cones
Mantenimiento
Manten Cones
tecnologias
Manten Punto
Punto Came Tec

Ubique el cursor sobre la provincia y presione para consultar

Cantones: CALVAS Total de Cantones: 16

Codigo	Parroquia	Distancia a canton	Cones Disponibles
par-776	CARIAMANGA	0.00	Ver
par-777	CHILE	0.00	Ver
par-778	SAN VICENTE	0.00	Ver
par-779	COLASACA	15.00	Ver
par-780	EL LUCERO	13.00	Ver
par-781	UTUANA	16.75	Ver
par-782	SANGULLUN	21.25	Ver

Puntos Geográficos
Cantón con Conexión

Cantón	Tecnologías de Conexión Disponibles
OUT	RAUMIRCO I
GUONA CROSSING	SATELITE I

Figura 6. 1 Pantalla principal del software de selección del método de enlace

Pantalla de mantenimiento de puntos geográficos, su función es la de permitir el ingreso, modificación y eliminación lógica de la información correspondiente a los puntos geográficos, categorizándolos como parroquia, cantón o provincia, según corresponda, figura 6.2.

Puntos Geográficos   ✖

Datos del Lugar

Nombre Tipo

Información General

Ubicación

Extension **Km 2**

Observacion

[Editar](#)

Concidencias

	Descripcion	Tipo	Perteneciente a:	Codigo
▶	GUAYAQUIL	canton	GUAYAS	can-33
	GUAYAQUIL DE ALPACHACA	paroquia	IBARRA	par-711

◀ ||| ▶

Figura 6. 2 Pantalla de mantenimiento de puntos geográficos

Pantalla de mantenimiento de tecnologías de conexión, permite el ingreso, modificación y eliminación lógica de la información correspondiente a las tecnologías de acceso disponibles en el mercado Ecuatoriano, figura 6.3.

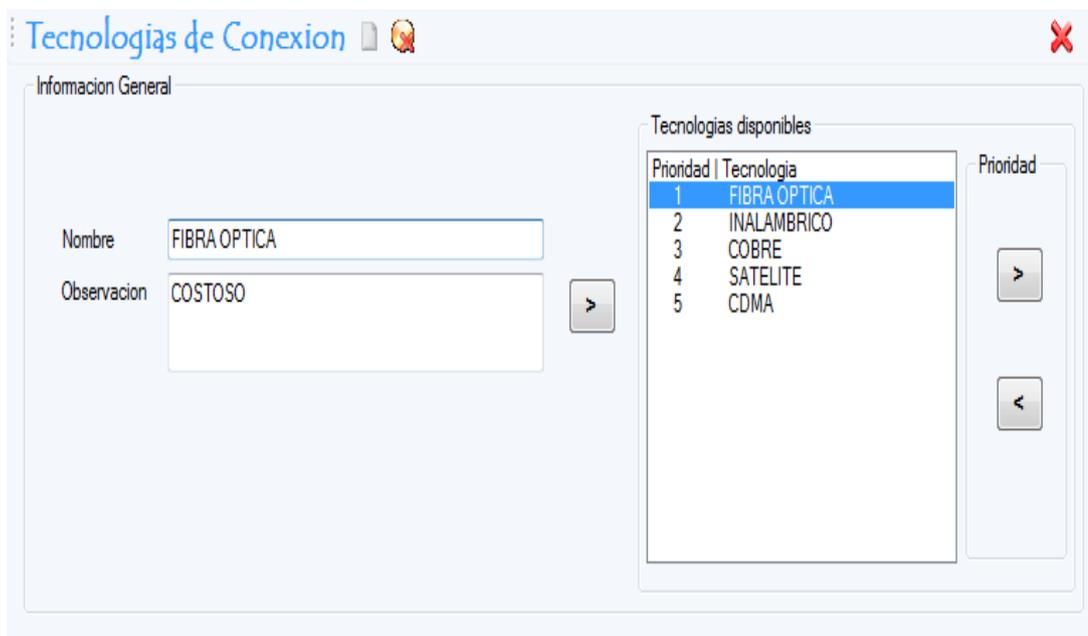


Figura 6. 3 Pantalla de mantenimiento de tecnologías de conexión

Pantalla de mantenimiento de empresa de servicios portadores, permite el ingreso, modificación y eliminación lógica de la información correspondiente a las empresas que ofertan servicios portadores y las tecnologías disponibles, figura 6.4.

Datos del Carie

Nombre:

Observacion:

Tecnologias existentes en el mercado

- FIBRA OPTICA
- INALAMBRICO
- COBRE
- SATELITE
- CDMA

Tecnologias ofrecidas por el Carie

- FIBRA OPTICA
- Micro Ondas
- CDMA

Carries Disponibles

	Codigo	Descripcion
▶	1	CNT
	2	GLOBAL CROSSING
	3	TELCONET

Figura 6. 4 Pantalla de mantenimiento de empresas de servicios portadores

Pantalla de mantenimiento de distancias, permite el ingreso, modificación y eliminación lógica de la información correspondiente a la distancia, medida en línea recta, entre dos puntos geográficos, sin considerar la categorización asignada a cada localidad, figura 6.5.

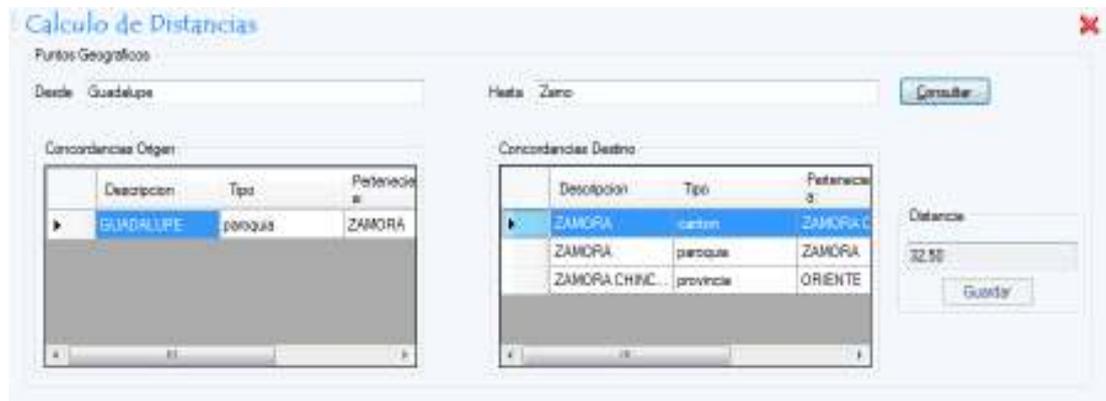


Figura 6. 5 Pantalla de mantenimiento de distancias

Pantalla de enlace de punto geográfico con empresas proveedoras de servicios portadores, su función es la de asociar el o los puntos a enlazar con el proveedor de servicios portadores e indicar visualmente las tecnologías disponibles para cada punto consultado, figura 6.6.

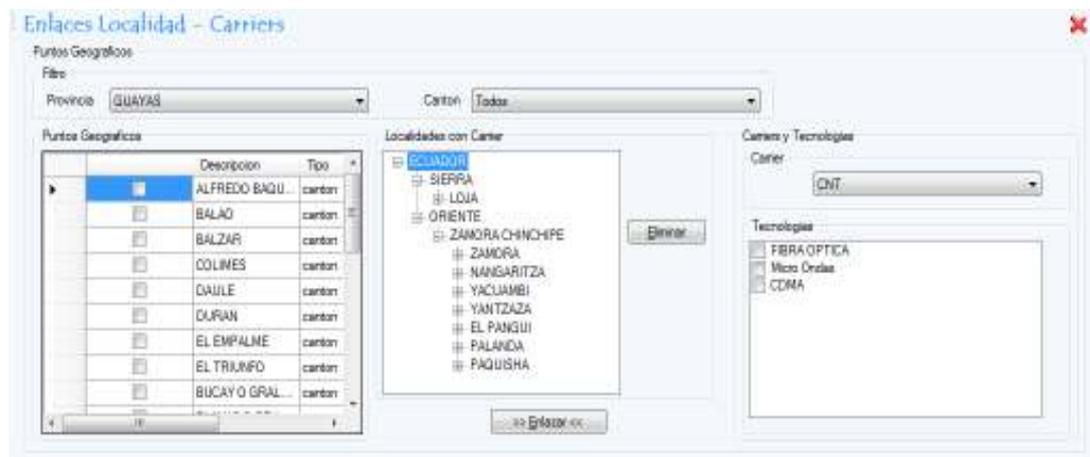
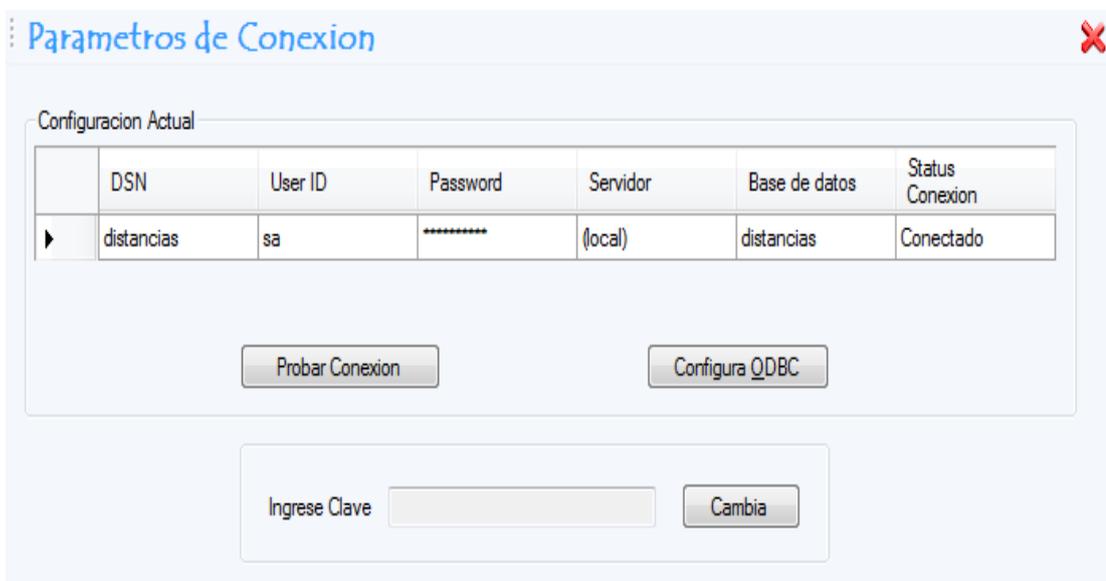


Figura 6. 6 Pantalla de enlace de punto geográfico con empresas proveedoras de servicios portadores

Pantalla de parámetros de conexión, permite crear la conexión con la Base de Datos (local o remota) a través de un objeto de

conexión (ODBC), estándar de acceso a base de datos desarrollado por Microsoft Corporation; Esta pantalla permite brindar seguridades de acceso o conexión con la Base de Datos, debido a que se requiere la creación de un usuario con su respectiva clave, figura 6.7. Para mayor detalle del manual del usuario del software de selección consultar apéndice D.



The screenshot shows a window titled "Parametros de Conexion" with a red close button in the top right corner. Below the title bar is a section labeled "Configuracion Actual" containing a table with the following data:

	DSN	User ID	Password	Servidor	Base de datos	Status Conexion
▶	distancias	sa	*****	(local)	distancias	Conectado

Below the table are two buttons: "Probar Conexion" and "Configura QDBC". At the bottom, there is a section with the label "Ingrese Clave", a text input field, and a "Cambia" button.

Figura 6. 7 Pantalla de parámetros de conexión

6.3.2. Arquitectura del sistema

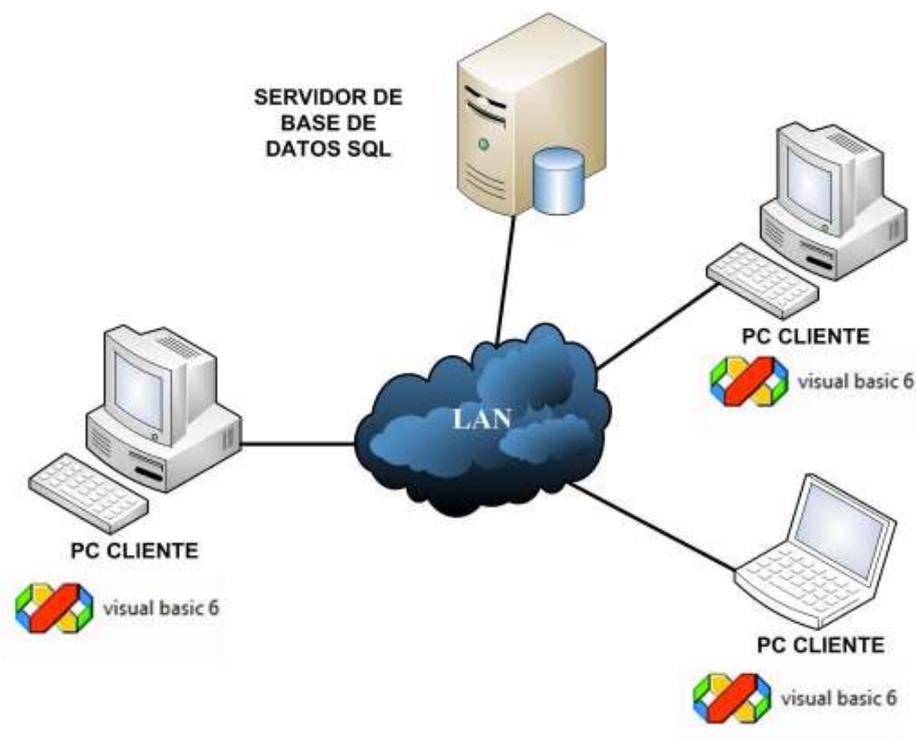


Figura 6. 8 Diagrama de conexión del software de selección del método de enlace

A continuación se detalla el funcionamiento del sistema:

Alimentación de la Base de Datos: El usuario del sistema tendrá la responsabilidad de ingresar la información referente a las localidades geográficas, distancias entre ellas, empresas proveedoras de servicios portadores, tecnologías disponibles y, establecer las asociaciones respectivas.

Consulta de información: Esta función permite listar la distancia en kilómetros existente entre los puntos geográficos consultados y, recomendar el método apropiado para establecer el enlace de datos.

6.3.3. Descripción de los módulos del sistema

El sistema se compone de los siguientes módulos principales:

- Módulo de conectividad
- Módulo de localidad geográfica
- Módulo de tecnología
- Módulo de carriers

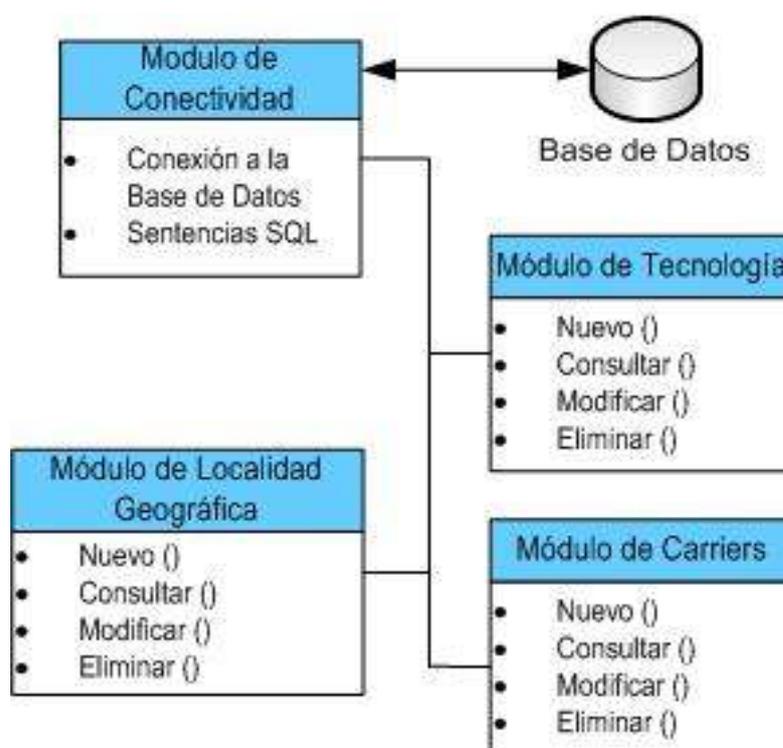


Figura 6. 9 Diagrama de los módulos del software de selección del método de enlace

Módulo de conectividad: Permite la conectividad entre el sistema y el motor de la Base de Datos y, la ejecución de las sentencias transact SQL. A través de este módulo se envían las sentencias de consulta, modificación y eliminación de la información de interés almacenada dentro de la Base de Datos.

Módulo de localidad geográfica: Permite la creación, modificación y eliminación de puntos geográficos, especificando la categoría correspondiente (país, región, provincia, cantón y parroquia). Adicionalmente el módulo de localidad geográfica incluye las funciones de distancia, integración punto – carrier - tecnología, consulta de carrier por punto geográfico.

La función de distancia, permite el ingreso y modificación de las distancias expresadas en kilómetros, entre los puntos geográficos a enlazar.

La función de integración punto – carrier - tecnología, permite la asociación entre el o los puntos geográficos con la empresa proveedora de servicios portadores, esta función incluye el detalle de las tecnologías disponibles por el proveedor de servicios.

La función consulta de carrier por punto geográfico, permite enlistar los carriers disponibles en el punto geográfico de interés a enlazar; esta función está directamente relacionada con la función de integración punto – carrier – tecnología.

Módulo de tecnología: permite la creación, modificación y eliminación de las tecnologías de conectividad disponibles en las empresas de servicios portadores que brindan cobertura dentro del Ecuador.

Módulo de carriers: permite la creación, modificación y eliminación de los nombres que representan a las empresas proveedoras de servicios portadores; a través de este módulo se establece la relación entre el carrier y las tecnologías ofertadas por el mismo.

6.4. Pruebas de funcionamiento del software de selección del método de enlace, aplicado a puntos geográficos aleatorios de las provincias de Loja

Condiciones iniciales a la ejecución del software del método de enlace

Con la finalidad de demostrar la operación y ejecución del software de selección del método de enlace, se ha creado una base de datos inicial, la cual fue alimentada de información pública de las siguientes empresas del Estado Ecuatoriano:

- Instituto Geográfico Militar, distancias entre localidades geográficas a enlazar [21].
- Instituto Geográfico Militar, coordenadas de posicionamiento geográfico de las parroquias rurales y cantones de la provincia de Loja [21].
- Instituto Geográfico Militar, mapa de posicionamiento geográfico de elevaciones de la provincia de Loja [21].

- Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, diagrama de interconexión telefónica y de datos [22].
- Prefectura de Loja, mapa de división política de la provincia de Loja [23].

Para las pruebas de ejecución del software de selección del método de enlace, se debe considerar que el método apropiado obedece a la relación: cantón – parroquia rural perteneciente al cantón que la contiene.

Para el cálculo de la distancia medida entre las parroquias rurales y su cabecera cantonal, se tomó como referencia la línea recta (línea de vista entre emisor y receptor), considerando que la transmisión de datos para enlaces por medio aéreo concentra su mayor energía en el lóbulo principal (primera zona de Fresnel).

Por lo accidentado de la geografía ecuatoriana, principalmente en las regiones de la sierra y amazonia, la posibilidad de contar con la existencia de una línea de vista entre los puntos a enlazar, inclusive dentro del rango recomendado para implementación de soluciones propias (20 KM) es alta, por lo que el software elaborado consultará dentro de su base de datos y mostrará el método de enlace recomendado con un mensaje que alertará al consultante sobre la presencia de elevaciones intermedias, de esta manera se toma en cuenta el factor crítico de la topografía.

Considerando el enfoque social que representa la Telemedicina, en nuestro país, fueron seleccionadas como empresas proveedoras de servicios de medios portadores dos compañías; la primera la conforma la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. empresa estatal, de cobertura Nacional, con infraestructura montada en centros poblacionales urbano marginales; la segunda empresa es Global Crossing, que oferta servicios de enlace satelital, con cobertura Nacional, independientemente de la ubicación geográfica.

Para las personas interesadas en hacer uso del presente trabajo como herramienta de consulta, es necesario que consideren que la información de las empresas proveedoras de servicios portadores mostrada como solución por el software de método de enlace corresponde al medio y la forma utilizado para la conexión de última milla, esto es, la tecnología utilizada en la red de acceso, independientemente de las tecnologías utilizadas en las redes de backbone o transporte.

Para las empresas proveedoras de servicios portadores nombradas en el actual trabajo, CNT y Global Crossing, sus tecnologías de última milla disponibles para la provincia de Loja son:

CNT E.P:

- Inalámbrico fijo CDMA 450 (para mayor información de la tecnología, consultar capítulo 4.3.3.3.2, pagina 66)

Global Crossing:

- Satelital (Para mayor información de la tecnología, consultar capítulo 4.3.3.1, página 62)

Provincia de Loja: Loja es una provincia ubicada en el extremo sur de la Cordillera ecuatoriana; forma parte de la Región Sur que limita con las provincias de El Oro al oeste, provincia de Zamora Chinchipe al este, provincia del Azuay al norte; y al sur con el Perú. Tiene una superficie de 10.793 km²; se encuentra conformada por 16 cantones, 76 parroquias rurales y 24 parroquias urbanas.

Como parte de la ejecución de las pruebas del software de selección del método de enlace, se eligieron las parroquias rurales:

- El Tambo, perteneciente al cantón Catamayo
- Ponzul, perteneciente al cantón Celica
- El Rosario, perteneciente al cantón Chaguarpamba
- Larama, perteneciente al cantón Macará
- El Tablón, perteneciente al cantón Saraguro

Parroquia rural El Tambo:

Selección de Metodo de Enlace

Menú Opciones

Loja

Cantones: CATAMAYO Total de Cantones: 18

Código	Parroquia	Distancia a canton	Cares Disponibles
par-793	CATAMAYO	0,00	Ver...
par-794	SAN JOSE	0,00	Ver...
par-795	EL TAMBO	9,50	Ver...
par-796	GLAYQLIDILMA	22,75	Ver...
par-797	SAN PEDRO DE LA BENEITA	11,25	Ver...
par-798	ZAMB	22,75	Ver...

Figura 6.10 Pantalla de consulta para el enlace El Tambo - Catamayo

Puntos Geograficos

Origen: CATAMAYO Pos: 3°59'16.67"S 79°25'24.26"W Destino: EL TAMBO Pos: 4° 4'23.38"S 79°16'39.42"W

Cables con Cobertura

Cable	Tecnologías de Conexión disponibles:
GLOBAL CROSSING	SATELITE II
No Cable	Se recomienda Solución Propia para este punto
Obstáculo	Possible Obstrucción de Señal

Ver Obstáculo

Puntos Geograficos

Obstáculo

Elevacion	Ubicacion Geografica
1529	4°03'21.42" S 79°19'00.18" W
1591	4°02'40.16" S 79°19'29.64" W
1470	4°00'38.31" S 79°20'38.32" W

Figura 6.11 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión El Tambo - Catamayo

Parroquia rural Ponzul:



Figura 6. 12 Pantalla de consulta para el enlace Ponzul – Céllica

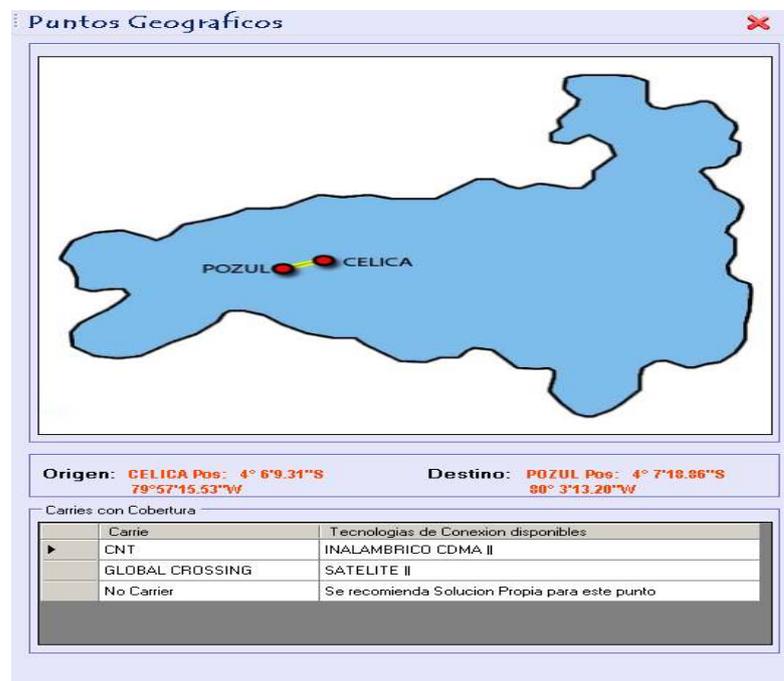


Figura 6. 13 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión Ponzul - Céllica

Parroquia rural El Rosario:

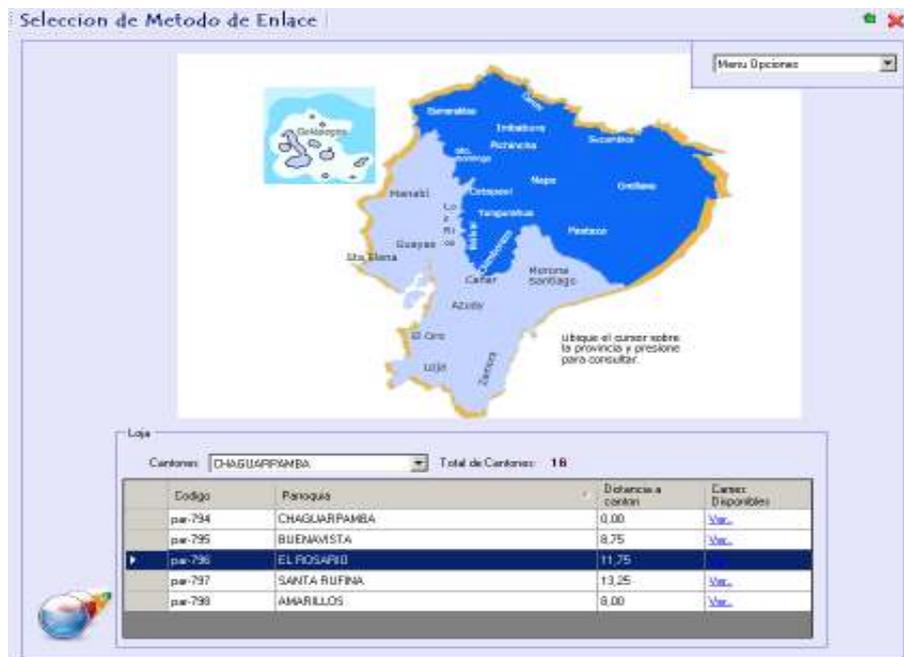


Figura 6. 14 Pantalla para el enlace El Rosario - Chaguarpamba

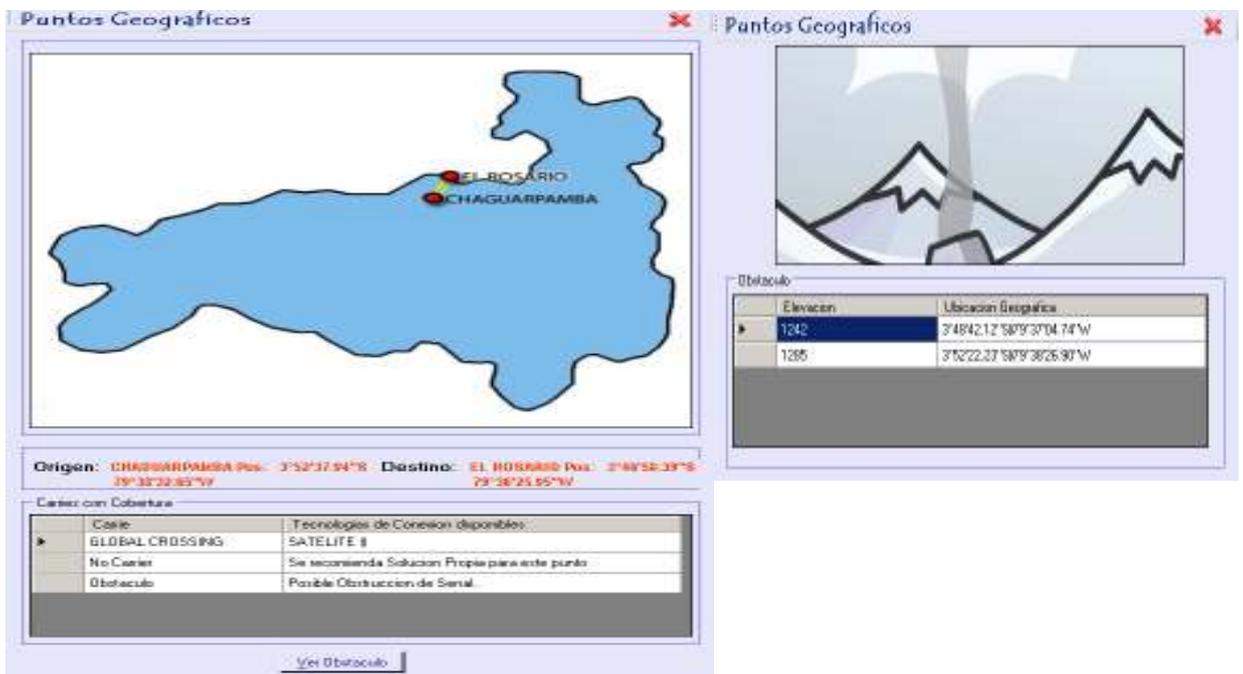


Figura 6. 15 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión El Rosario - Chaguarpamba

Parroquia rural Larama:



Figura 6.16 pantalla de consulta para el enlace Larama - Macará

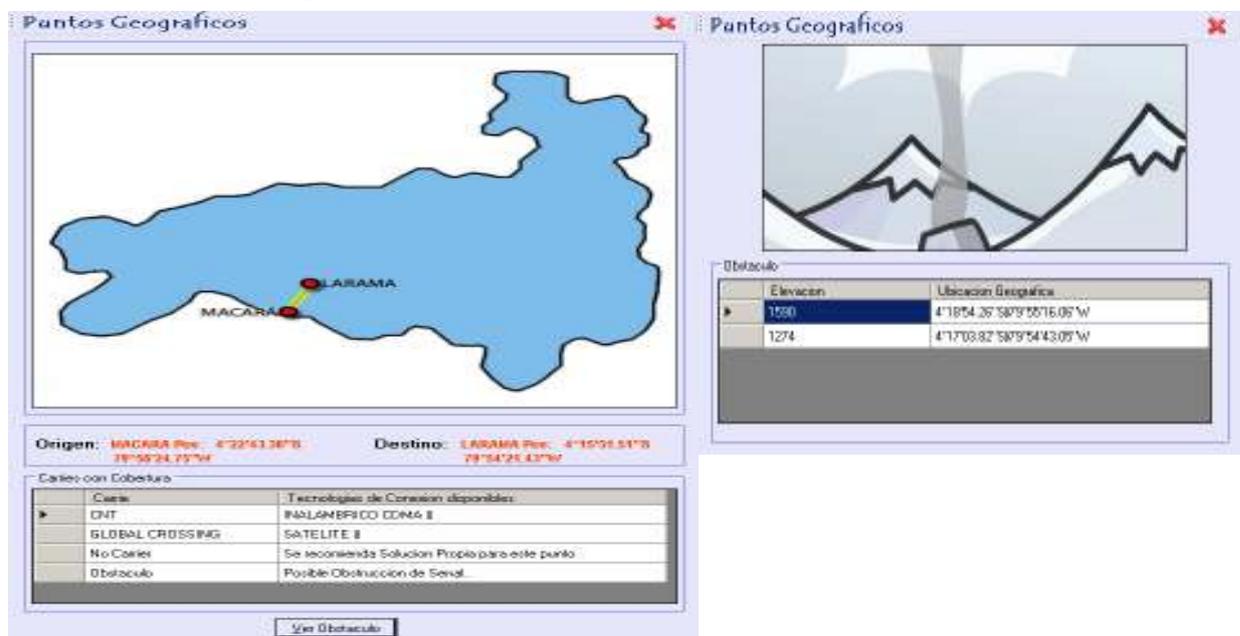


Figura 6.17 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión Larama - Macará

Parroquia rural El Tablón:

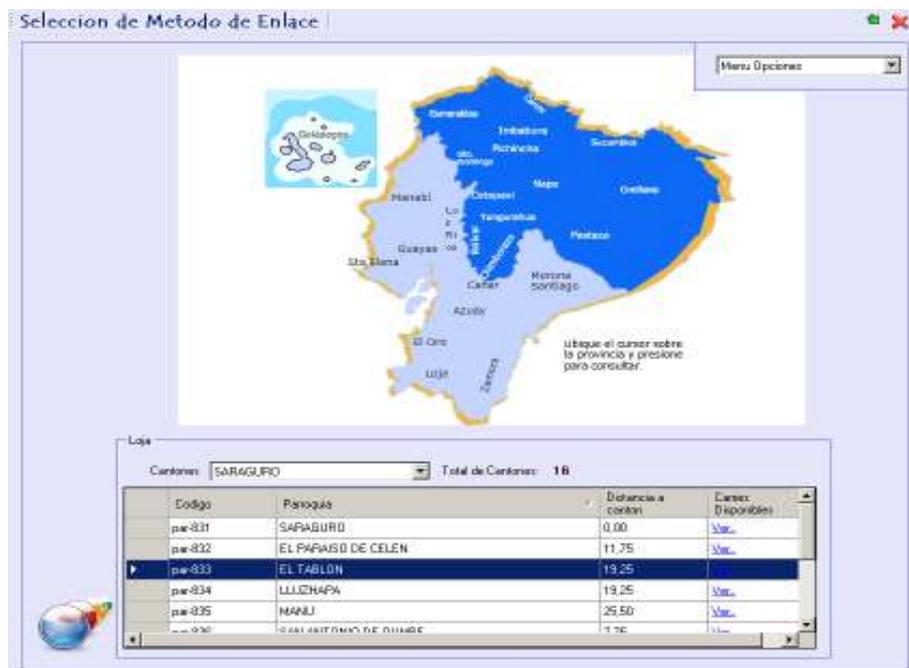


Figura 6.18 Pantalla de consulta para el enlace El Tablón – Saraguro

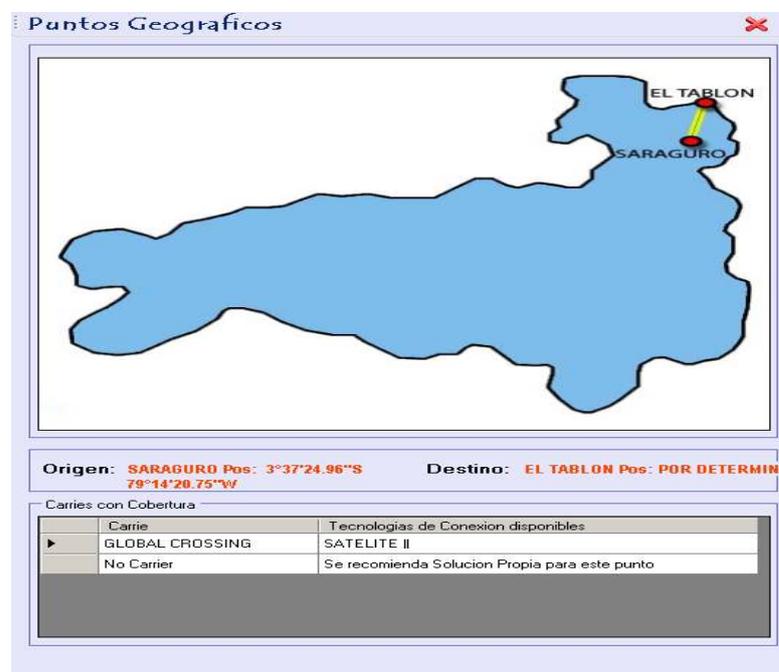


Figura 6.19 Pantalla de enlaces disponibles y solución recomendada para la conexión El Tablón - Saraguro

6.5. Caso de estudio real

Con el propósito de efectuar la comparación del resultado que se obtendría luego de la ejecución del Software de Selección con la solución de conectividad implementada en un proyecto de telemedicina y, valorar la efectividad y eficiencia de cada uno los métodos empleados, se ha escogido a la parroquia Tutupali, que pertenece al cantón Yacuambi y la ciudad de Loja, estableciendo el enlace Loja – Yacuambi – Tutupali, teniendo a esta última como beneficiada de la infraestructura médica de la ciudad de Loja, a través de la creación de un teleconsultorio [24].

6.5.1. Implementación de Teleconsultorio en la región amazónica, entre Loja-Yacuambi-Tutupali, método de enlace aplicado

La Universidad Técnica Particular de Loja, instituto que llevó a cabo la implementación del proyecto de Telemedicina Loja – Yacuambi – Tutupali, para establecer el enlace entre los puntos geográficos de interés (Loja, Yacuambi, Tutupali, la Esperanza) utilizó un esquema de solución mixta, que incluyó el montaje de equipos privados de comunicaciones y el alquiler de medios a empresas proveedoras de servicios portadores.

Detalle de la solución de enlace a través de infraestructura privada:

Los métodos de acceso utilizados para enlazar los distintos nodos descritos en la figura 6.30, son del tipo inalámbrico por microondas.

Todos los enlaces declarados como microondas en la figura 6.30, son manejados por medio de equipos de marca Mikrotik funcionando en frecuencias de alrededor de 2.4 GHz en bandas de uso libre (no licenciadas),

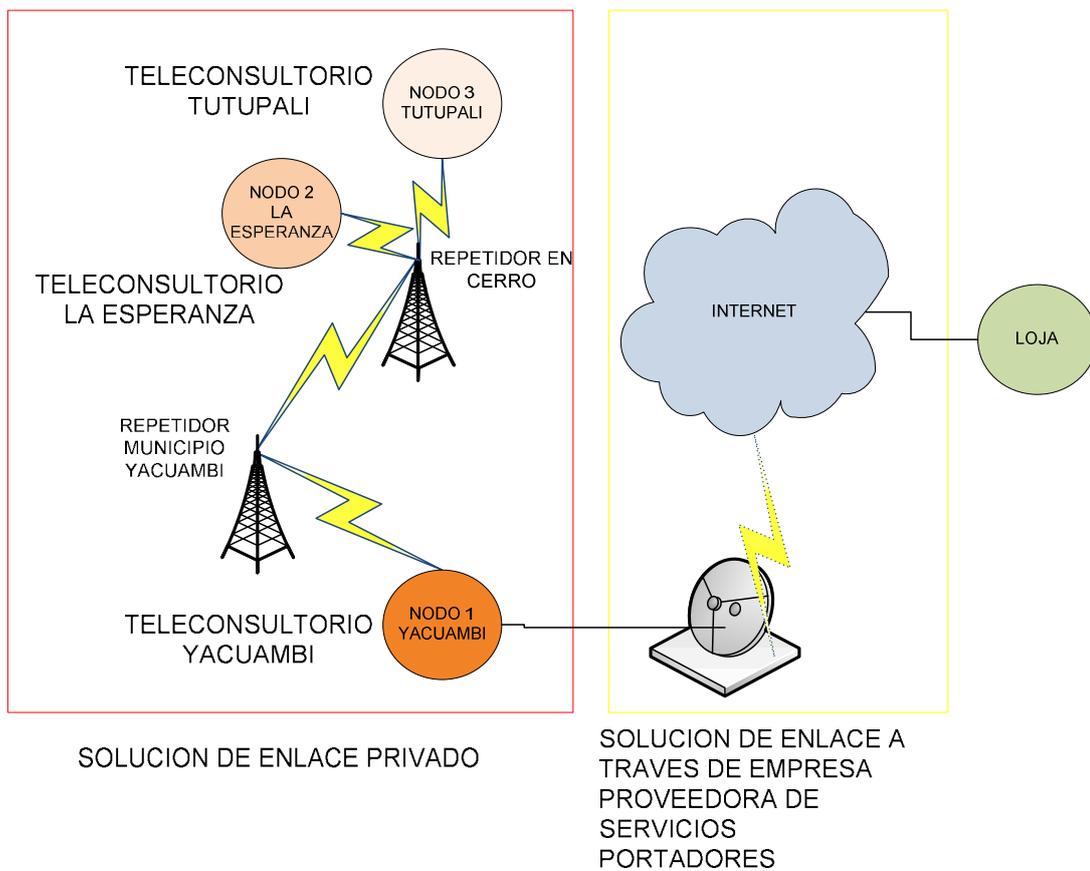


Figura 6. 20 Solución de enlace de red implementado en el teleconsultorio de Tutupali

El protocolo de comunicaciones utilizado en la solución privada es TCP/IP; La distribución del direccionamiento IP se ha realizado con el uso de redes privadas y a cada teleconsultorio se le ha asignado una red diferente con máscara de 24 bits.

Detalle de la solución de enlace a través del alquiler de medios a empresas proveedoras de servicios portadores:

El enlace de datos entre los nodos remotos (Yacuambi, La Esperanza y Tutupali) y el punto central (Loja) se establece a través de una conexión a la Internet, para tal efecto se contrató el alquiler de servicio satelital a la compañía Global Crossing, empresa que mediante el uso de tecnología VSAT Direct IP permite efectuar la transmisión y recepción de información. Para mayor detalle referente al teleconsultorio de Tutupali consultar apéndice E.

6.5.2. Ejecución del software de selección del método de enlace, entre Loja-Yacuambi-Tutupali.

Para encontrar la solución del método de enlace a través de la ejecución del Software de Selección, se debe considerar el siguiente análisis previo:

- Los puntos a enlazar involucran localidades de dos provincias; la provincia de Loja, con su cantón principal Loja y la provincia de Zamora Chinchipe con la parroquia rural Tutupali, perteneciente al cantón Yacuambi.
- La infraestructura de comunicaciones a nivel nacional está disponible para enlazar centros poblados que pertenecen a cantones y parroquias urbanas.

- La mayor dificultad se presenta cuando el enlace de datos requerido involucra una parroquia rural y su cabecera cantonal.

En base al análisis previo, para establecer en enlace de datos entre las localidades de Loja – Yacuambi y Tutupali, se debe partir del antecedente de la existencia de un red pública (proporcionada por la CNT) que cubre la ruta Loja – Zamora –Yacuambi, por lo que restaría conocer el medio de enlace entre Yacuambi y Tutupali (cantón y parroquia rural respectivamente); tarea que se llevará a cabo mediante el uso del Software de Selección.

Selección de Metodo de Enlace

Menú Opciones

Ubique el cursor sobre la provincia y presione para consultar.

Zarosa Dirección

Cantones: YACUAMBI Total de Cantones: 9

Código	Parroquia	Distancia a canton	Carreter. Disponibles
pa-1215	28 DE MAYO	0.00	Ver
pa-1216	LA FOKZ	8.00	Ver
pa-1217	TUTUPALI	11.75	

Figura 6.21 Enlace Yacuambi – Tutupali

The screenshot shows a window titled "Puntos Geograficos" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar is a tab labeled "Carries con Cobertura". The main content is a table with two columns: "Carrie" and "Tecnologias de Conexion disponibles".

Carrie	Tecnologias de Conexion disponibles
CNT	INALAMBRICO II
GLOBAL CROSSING	SATELITE II
No Carrier	Se recomienda Solucion Privada para este punto

Figura 6.22 Método de enlace recomendado para la conexión Yacuambi – Tutupali

6.5.3. Análisis comparativo entre los métodos de enlace.

La comparación entre los dos métodos de enlace, tanto el existente e implementado por la Universidad Técnica Particular de Loja como el obtenido a través de la ejecución del Software de Selección, en sus principales puntos, se resume en la tabla 6.1.

Tabla 6. 1 Comparación de métodos de enlace para la conexión Loja – Yacuambi - Tutupali

	Método de enlace implementado	Método de enlace a través del Software de Selección
Tiempo de análisis	ALTO Puede tomar horas o días	BAJO Se realiza en minutos
Complejidad de análisis	ALTA Requiere conocimientos previos de Telecomunicaciones	BAJO No requiere conocimientos previos de Telecomunicaciones
Soluciones recomendadas	NINGUNA No ofrece alternativas de implementación	VARIAS Ofrece más de una solución de implementación

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Si bien el presente estudio tiene su origen en la necesidad de incorporar como profesionales a los tres integrantes del equipo de trabajo; en el transcurso del proceso investigativo, al visitar las zonas rurales del oriente, conocer lo agreste de su geografía, palpar las necesidades de su gente, se tomó conciencia de la urgencia que existe de dotar de servicios básicos y de salud a su población.

En un mundo donde, estar conectado es una frase de uso común gracias al avance de las telecomunicaciones, a la reducción de sus precios y la competencia de las empresas proveedoras de servicios, la Telemedicina surge como la solución a ser implementada para atender, en primera instancia, la salud de los hombres y mujeres que habitan en las zonas marginales.

El presente estudio, aporta a la difusión e implementación de la Telemedicina en el Ecuador, a través de la simplificación del complejo mundo de las telecomunicaciones, hasta convertirlo en un programa, que de manera visual e intuitiva, recomienda el método apropiado para establecer el enlace entre dos puntos geográficos dentro del territorio nacional.

El objetivo del proyecto se cumplió, queda a disposición de las personas interesadas, optimizarlo, pero sobre todo utilizarlo como herramienta de apoyo

en el proceso de multiplicación de la asistencia médica a través de la Telemedicina.

2. En el Ecuador la Telemedicina se basa en la transmisión y recepción de imágenes, a través de procesos de videoconferencia o de imágenes fijas, con la finalidad de brindar al paciente una segunda opinión médica.

Basado en la experiencia práctica y en estándares de transmisión de imágenes, para garantizar la calidad de los datos se requiere un ancho de banda mínimo de 256 Kbps.

Una vez que se determinó la velocidad mínima para transmisión de datos y video, fueron analizados otros factores que podrían afectar el establecimiento del enlace entre dos puntos, tales como la accesibilidad, costos y ubicación geográfica, siendo este último el criterio de mayor relevancia y que determinará el método de enlace a implementar.

3. Durante del desarrollo del presente proyecto, se determinaron tres opciones para implementar la interconexión entre dos o más puntos geográficos: a través de soluciones privadas; el alquiler a una empresa proveedora de servicios portadores o mediante una solución que implique la combinación de las anteriores. La cobertura a través de proveedores de servicios portadores privados, implementada con tecnologías de costo moderado, tales como el cableado y radio, se limita a los sectores urbanos, dejando la tecnología satelital, de mayor costo, para los sectores marginales.

Los proveedores de servicios portadores públicos, poseen la infraestructura que permite la cobertura de sectores urbanos y marginales, convirtiéndose en la primera opción a considerar, debido a sus bajos costos y alto nivel de penetración.

4. Cuando en la ejecución del software de selección del método de enlace, se muestre el mensaje de alerta por posible obstrucción de señal y por lo tanto se requiera un análisis detallado de propagación, se sugiere la utilización de herramientas de software especializadas como Radio Mobile, la cual es de libre distribución.

RECOMENDACIONES

1. Existen instituciones que de manera individual están incursionando en labor social a través de la implementación de teleconsultorios, este es el caso de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), centro de estudios superiores que al momento dispone del proyecto Tutupali en la Amazonia Ecuatoriana, cuyos avances en el tema de la Telemedicina han permitido enlazar digitalmente parroquias rurales del oriente y conectarlas a través del internet con grandes ciudades dentro y fuera del Ecuador. Si bien esto es un adelanto significativo para los habitantes de estas zonas rurales, los implementos médicos que se utilizan en la actualidad son totalmente analógicos y convencionales, careciendo de equipos médicos apropiados para Telemedicina.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) posee trabajos de tesis que incluyen el diseño y la implementación de equipos médicos para toma de

muestras y envío digital, equipos que han sido probados su funcionamiento y efectividad; con este antecedente se recomienda el establecimiento de diálogos entre ambas instituciones para aunar esfuerzos y conocimientos, teniendo como meta el beneficio de la colectividad y el desarrollo intelectual y humano de los estudiantes.

2. Continuar con la mejora del software, ya que la versión que se desarrolló para el presente trabajo constituye una base de lo que podría llegar a ser un aplicativo de consulta para toda persona natural o jurídica dispuesta a invertir en el campo de la salud a distancia en el Ecuador. Debido al corto tiempo con que se cuenta para los trabajos de graduación, la herramienta de software presenta ciertas limitaciones, siendo algunas de ellas: su ejecución se aplica para la provincia de Loja, solo se ha considerado la participación como proveedor de servicios portadores a las empresas CNT E.P y Global Crossing Ecuador S. A. y se considera la distancia de 20 Km como la idónea para enlaces de infraestructura propia. A pesar de esta última condición limitante el software alerta de la presencia de elevaciones intermedias que impiden la propagación de la señal en línea de vista.

Queda pendiente realizar un estudio que implique mayor detalle topográfico y la ampliación de la base de datos, lo que seguro se convertirá en un desafío a vencer para una nueva generación de futuros profesionales involucrados con los intereses de nuestra Patria.

APÉNDICE

APÉNDICE A

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL MOTOR DE LA BASE DE DATOS

APÉNDICE B

MANUAL DE CONFIGURACIÓN DEL SERVICIO DE LA BASE DE DATOS

APÉNDICE C

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

APÉNDICE D

MANUAL DE USUARIO

APÉNDICE E

REPORTE DE VISITA TÉCNICA AL TELECONSULTORIO DE TUTUPALI, UTPL,
ENLACE LA ESPERANZA – YACUAMBI – TUTUPALI.

APÉNDICE A

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL MOTOR DE LA BASE DE DATOS

El presente manual describe los pasos a seguir para la instalación del motor de la Base de Datos, SQL Server 2005 Express Edition:

1. Ejecutar archivo SQLEXPRESSN, aplicativo gratuito, facilitado por Microsoft a través de la pagina Web www.microsoft.com . Aceptar la instalación de requisitos previos a la instalación de SQL Server 2005 y presionar el botón “Siguiente”.

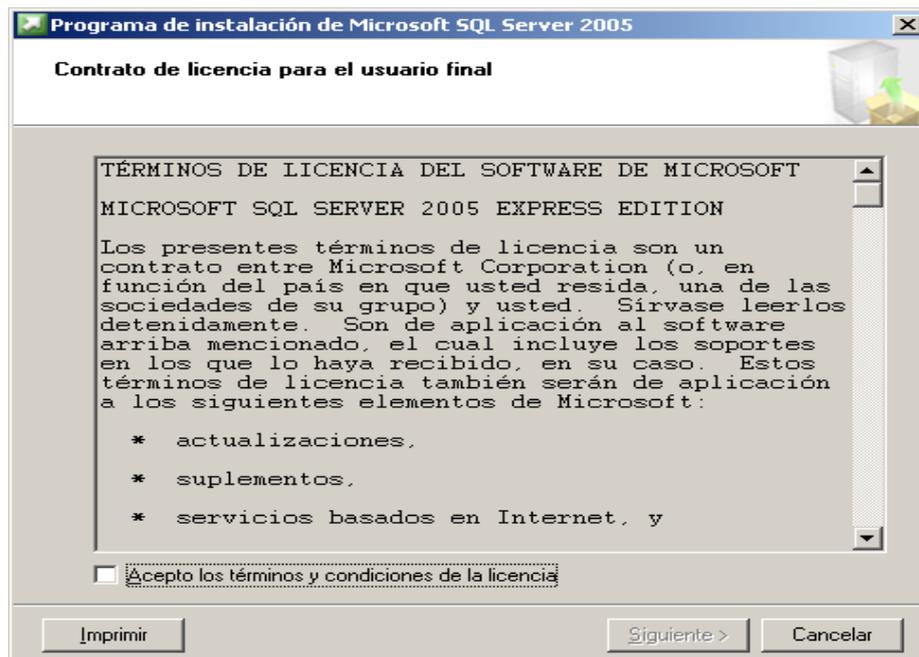


Figura A.1 Aceptación de términos y condiciones de licencia de SQL Server 2005

2. Presionar botón “Instalar” para la instalación del asistente donde se comprobará la configuración del sistema.

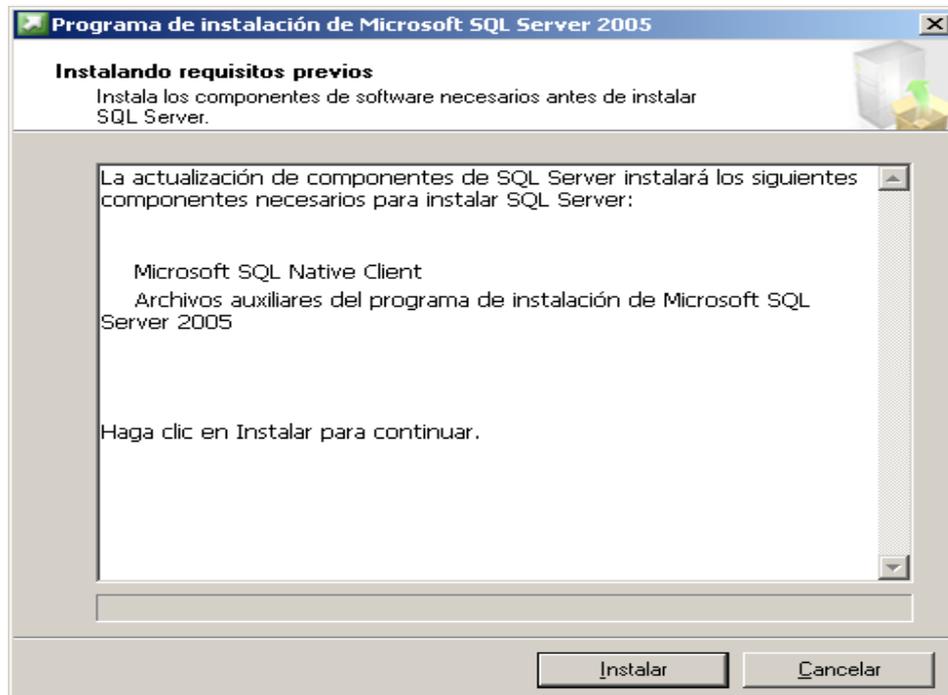


Figura A.2 Adición de componentes previos a la instalación de SQL Server 2005

3. Para dar inicio a la comprobación presionar el botón “Siguiete”.



Figura A.3 Asistente para la instalación de SQL Server 2005

- Una vez que el asistente comprueba los posibles problemas de instalación, presionar el botón “Siguiente”.

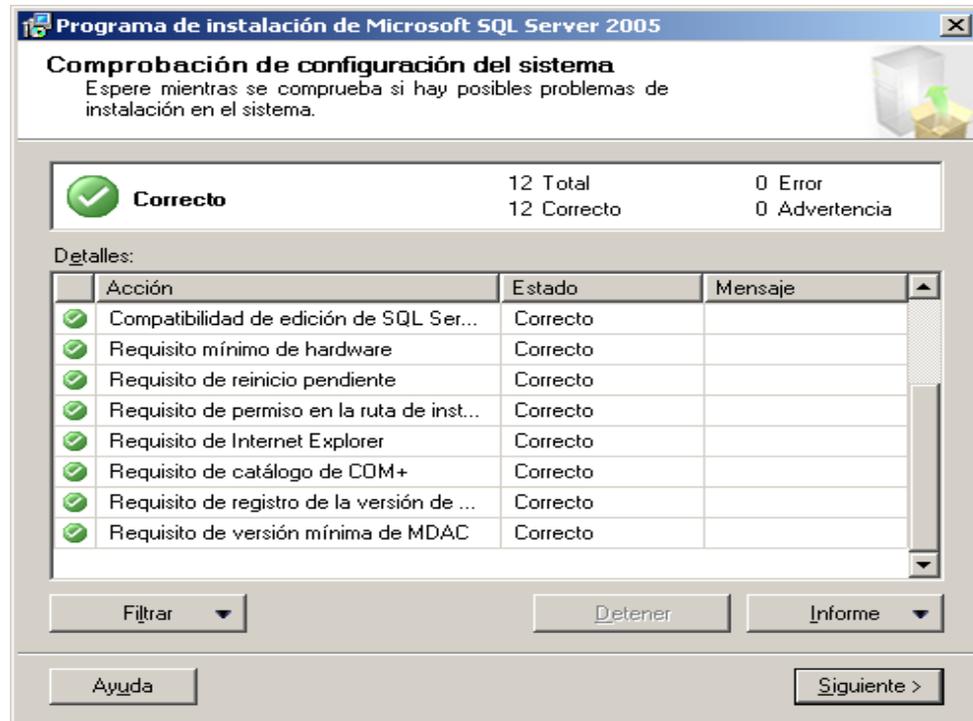


Figura A.4 Comprobación de configuración de sistema

- A continuación registrar el nombre para identificar el servidor donde se va a instalar la base de datos del software de selección.

Para el ejemplo se eligió como nombre de usuario “Software_de_Seleccion” y como nombre de compañía “ESPOL”. Note que los parámetros para llenar estos campos quedan a potestad del usuario.

Presionar “Siguiente”

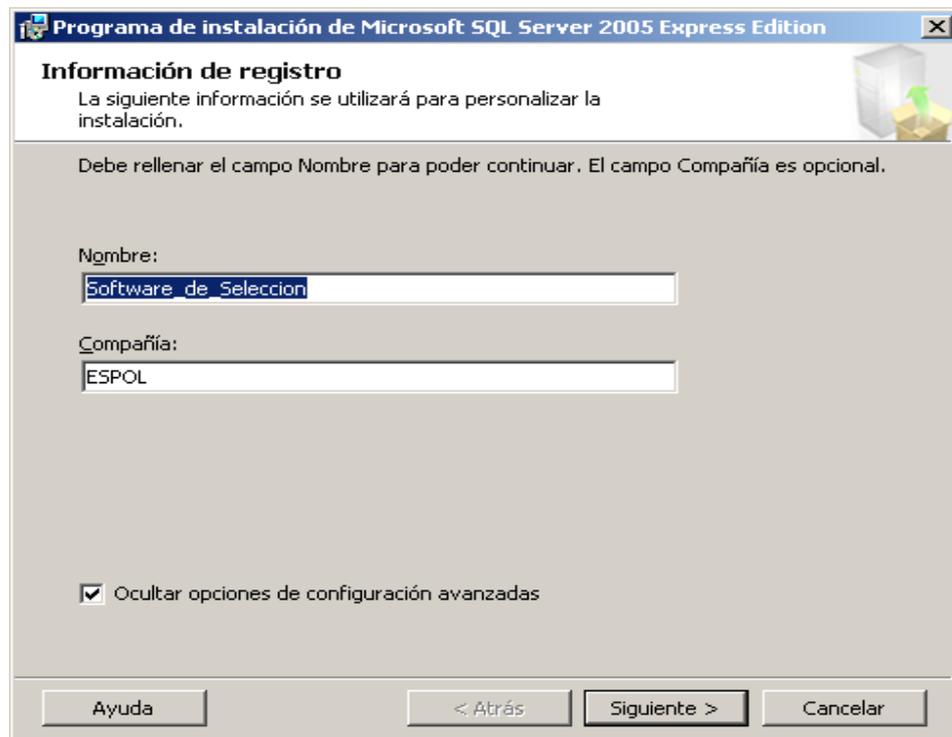


Figura A.5 Información de registro

6. Abrir los menús emergentes y seleccionar la ubicación de destino para los Componentes de cliente y Componentes de conectividad para el motor de la base de datos; que para el presente proyecto se almacenará en la unidad de disco duro local. Presionar "Siguiete" para continuar.

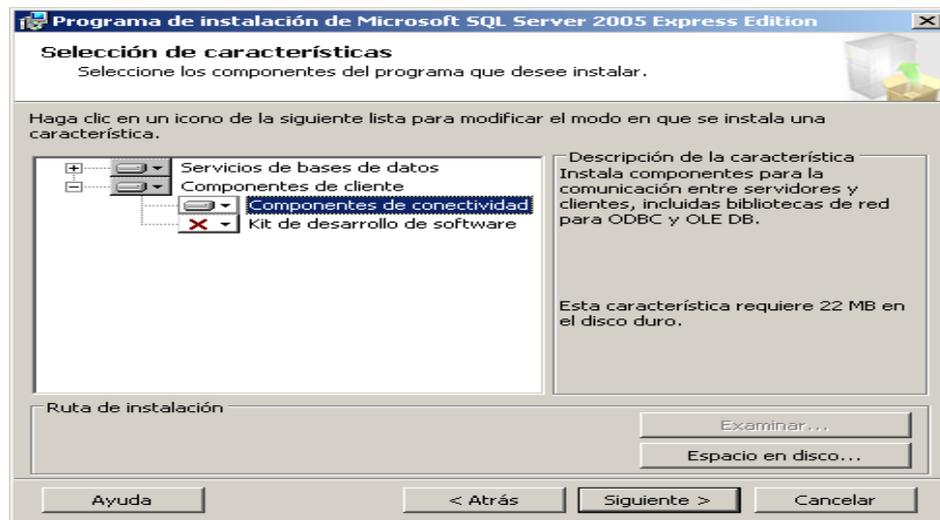


Figura A.6 Selección de componentes de SQL Server 2005 a instalar

7. Seleccionar Modo mixto y escribir una contraseña para el administrador de la base de datos. Para este ejemplo se elige la palabra "1234". Presionar "Siguiete". Es en este paso que automáticamente se define el usuario administrador de SQL: SA, que se utilizará cuando se ingrese al software.

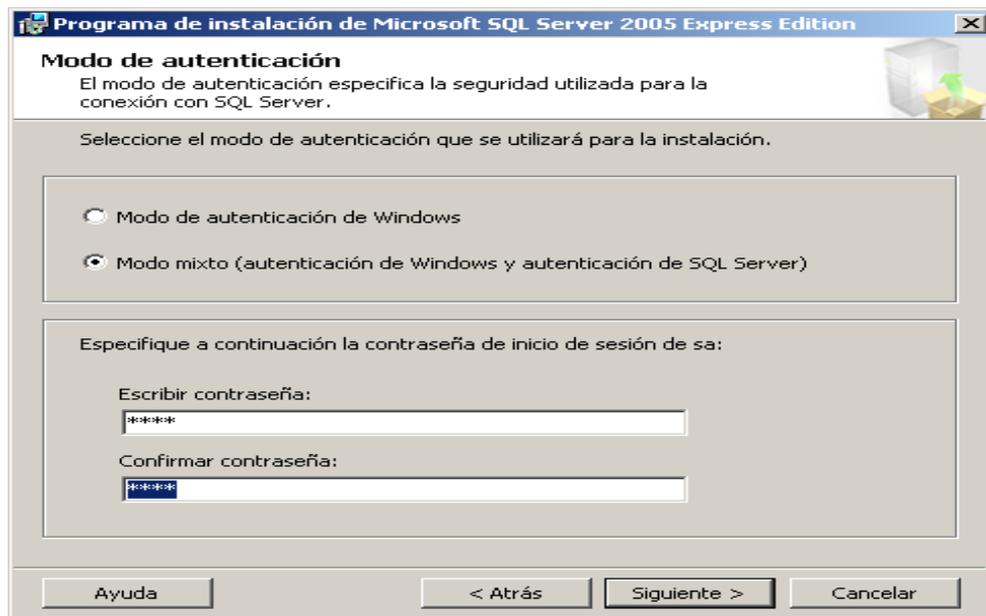


Figura A.7 Modo de autenticación y asignación de contraseña

8. La selección de las alternativas de la siguiente pantalla son opcionales, su objetivo es el de permitir el envío de los mensajes de error de SQL a Microsoft. Se sugiere no escoger ninguna opción y presionar "Siguiete".

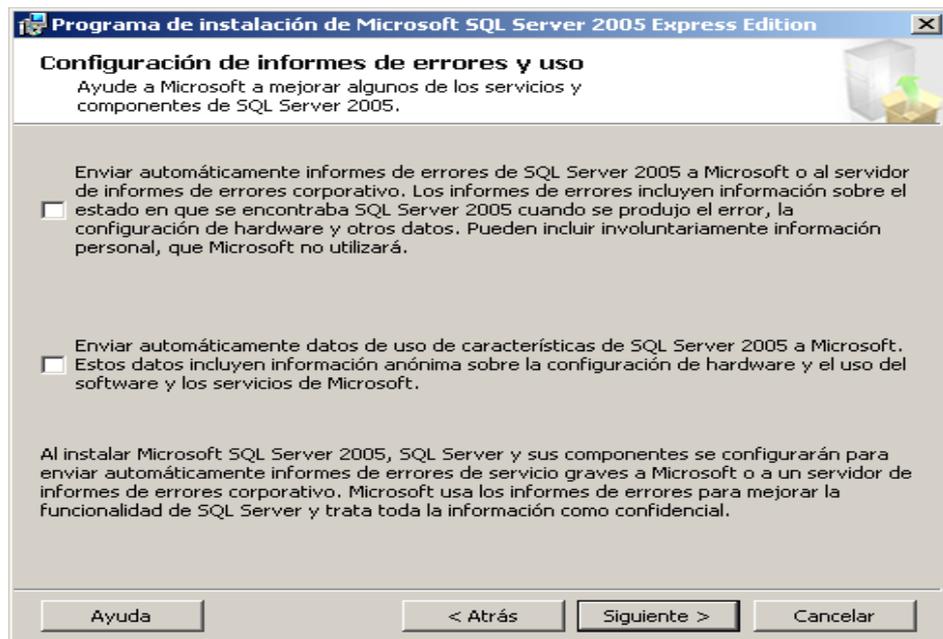


Figura A.8 Configuración de informe de errores

9. Elegir la opción de "Instalar"; esto permite la instalación de:
 - a. Servicios de Base de Datos de SQL
 - b. Componentes de Cliente

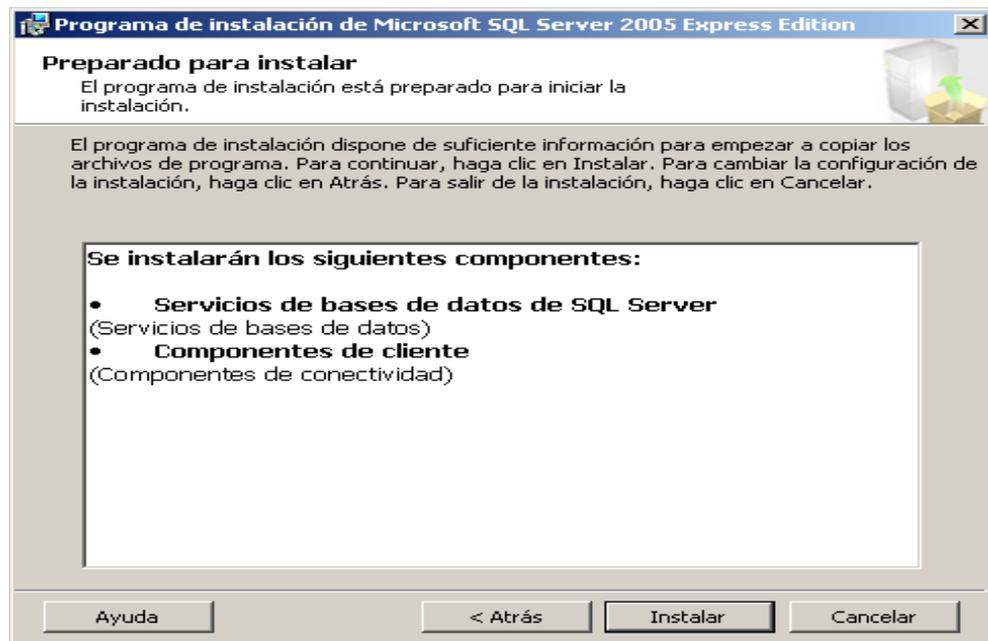


Figura A.9 Confirmación de inicio de instalación de SQL Server 2005

10. Presionar botón “Siguiente”. La pantalla de progreso de la instalación lista el estado de los productos seleccionados

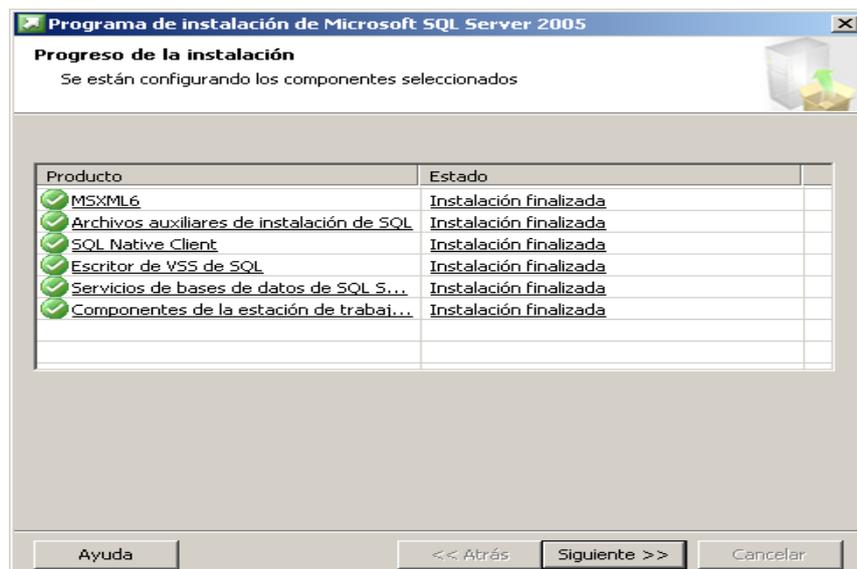


Figura A.10 Proceso de instalación de SQL Server 2005

11. La pantalla a continuación tiene una función informativa de confirmar la culminación del proceso de instalación del motor de la Base de Datos SQL. La opción a elegir es “Finalizar”.

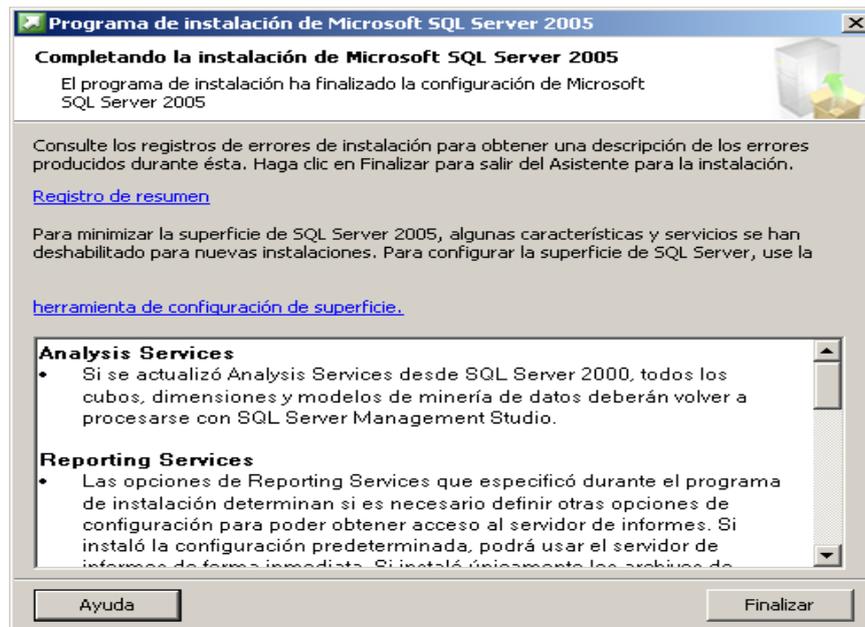


Figura A.11 Resumen de los componentes instalados de SQL Server 2005

12. Instalación del SQL Manager: este software permite instalar el administrador de la Base de Datos, el proceso consta de los siguientes pasos:

Paso 1: ejecutar el archivo SQLServer2005_SSMSEE, el cual es distribuido de manera gratuita por Microsoft, a través de la Pagina Web www.microsoft.com. Dar click en “Next”.



Figura A. 12 bienvenida al proceso de instalación de SQL Server Management

Paso 2: Aceptar las condiciones de licenciamiento e instalación y presionar “Next” para continuar.

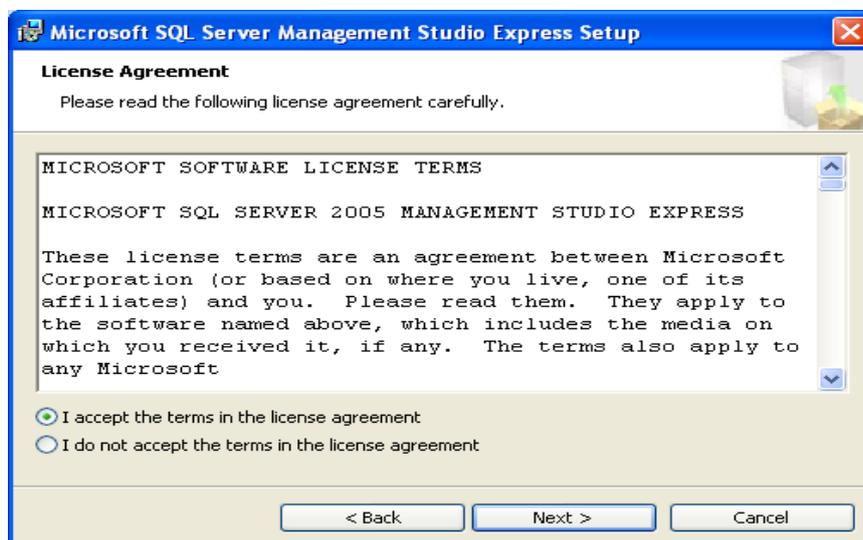


Figura A. 13 Licencia de instalación de SQL Server Management

Paso 3: Ingreso de credenciales de la persona natural o jurídica que hará uso de la herramienta de software. Para este ejemplo se ha utilizado las siguientes credenciales: “Software_de_Seleccion” y “ESPOL” cabe indicar que los datos ingresados son decisión del usuario.

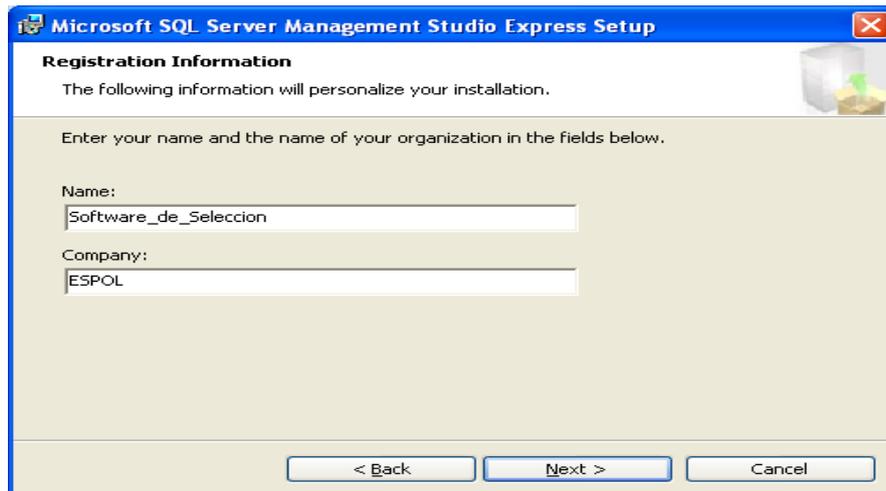


Figura A.14 información de registro para instalación de SQL Server Management

Paso 4: Seleccione las características del programa a instalar, definiendo que la ubicación del aplicativo se realice en el disco duro local y presionar “Next”.

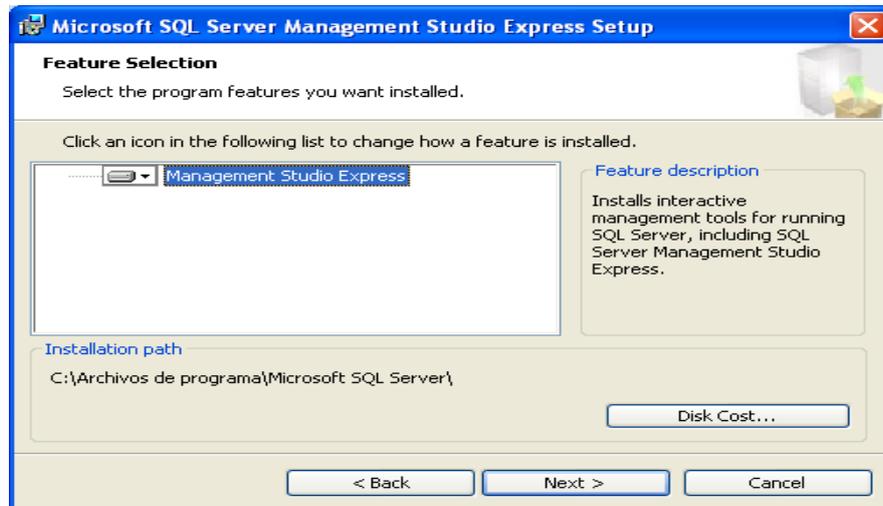


Figura A.15 Selección de las características a instalar del SQL Server Management

Paso 5: Confirmar el inicio del proceso de instalación con el botón "Install".

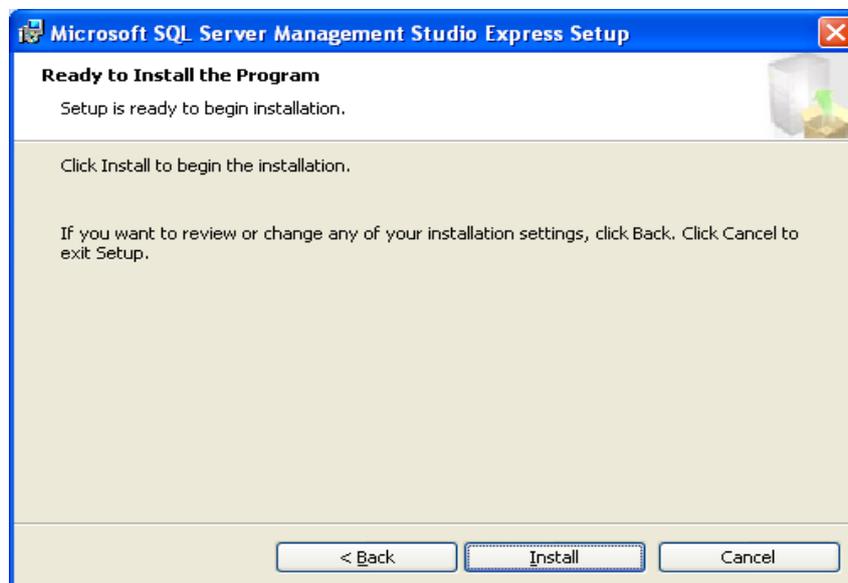


Figura A.16 Confirmación de instalación de SQL Server Management

Paso 6: Cierre de proceso de instalación del SQL Server Management, se aplica la opción “Finish”.

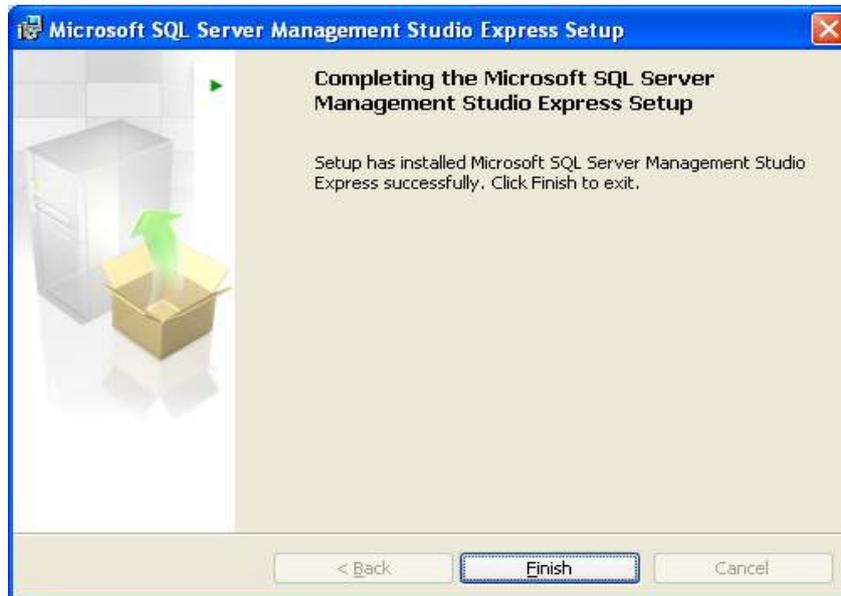


Figura A.17 Confirmación de finalización de la instalación de SQL Server Management

13. Levantamiento de la base de datos

A continuación se muestra el procedimiento para realizar el levantamiento de la Base de Datos.

Paso 1: Como paso inicial se debe ingresar al SQL SERVER MANAGEMENT STUDIO EXPRESS, software que fue previamente instalado según la explicación de los pasos 1 al 12 del apéndice A. La opción de apertura del software usualmente se encuentra en el menú de inicio.



Figura A.18 Icono de ejecución de SQL Server Management

Existen dos posibilidades de autenticación. La primera es a través de Autenticación de Windows. Con esta opción no se ingresa ningún dato en los campos y se elige la opción "Connect" para continuar.



Figura A.19 Selección de modo de autenticación

La segunda posibilidad es a través de la autenticación de SQL Server, donde los campos login y password son llenados con los parametros SA y la contraseña que se colocó previamente (en este ejemplo ESPOL). Tomar en cuenta que el nombre del servidor se genera automáticamente durante la

apertura del SQL Server Management Studio Express y toma parte el nombre de la estación, por lo que se recomiendan cambiarlo. Se elige la opción “Connect” para continuar.



Figura A.20 Ingreso de contraseña de autenticación

Se elige la opción “Connect” para continuar.

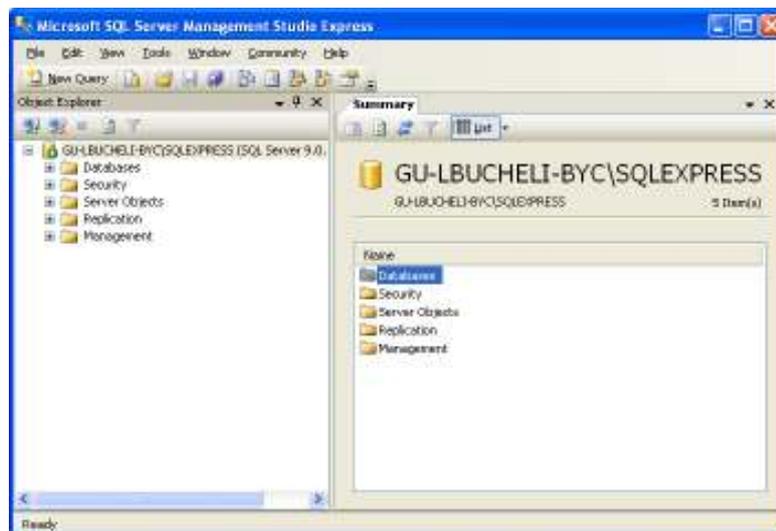


Figura A.21 consola de configuración de SQL Server Management

Paso 2: Presionar botón derecho del mouse sobre “bases de datos” (Databases), escoger la opción New Database

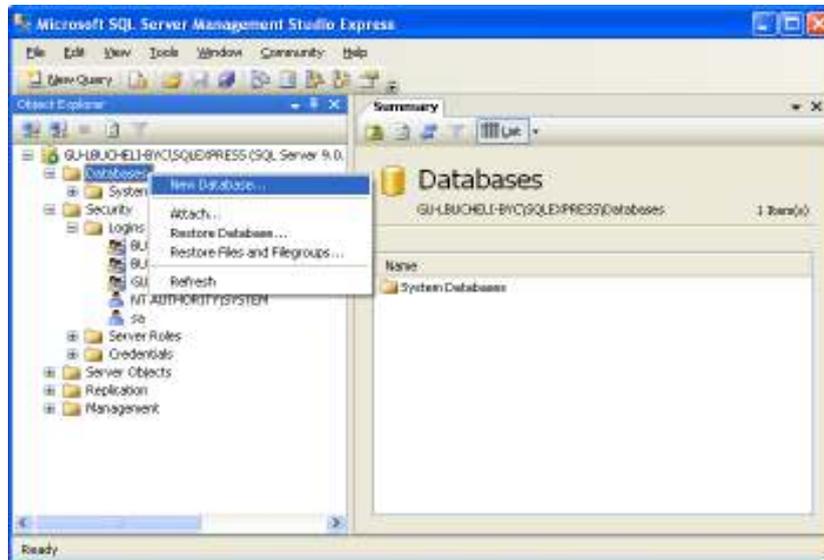


Figura A.22 Creación de nueva base de datos

Paso 3: Se debe indicar el nombre de la Base de Datos, para nuestro caso se ha identificado la base de datos con el nombre Distancias. Presionar “OK” para continuar.

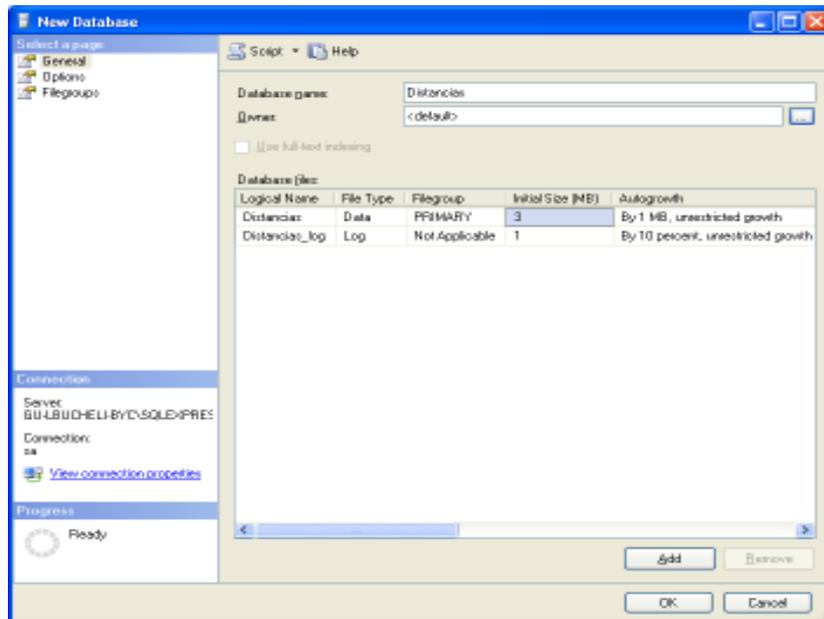


Figura A.23 Asignación de nombre de nueva base de datos

Paso 4: Presionar botón derecho del mouse sobre la base de datos creada que aparecerá en la columna de la izquierda o en la ventana principal. Escoger la opción “Tareas” (Tasks), opción “Restaurar” (Restore), opción “Base de datos” (Database)

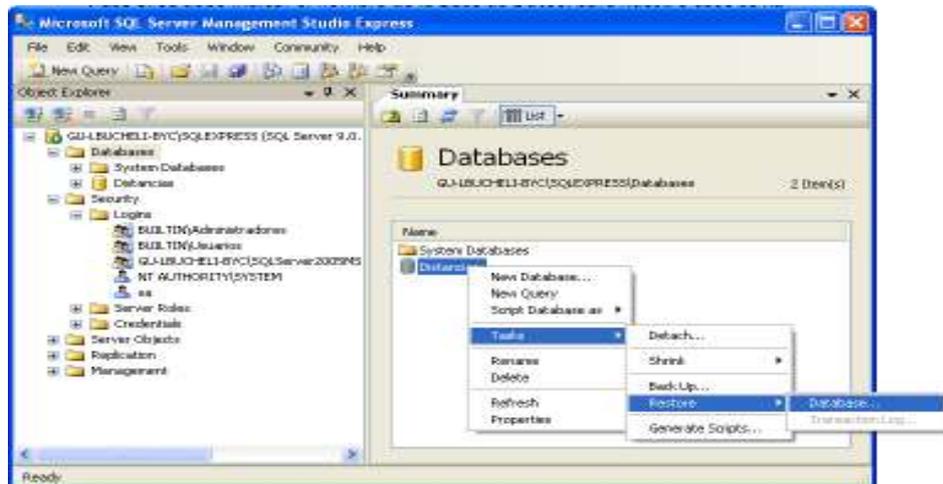


Figura A.24 Configuración de restauración de la base de datos

Paso 5: Se indica el origen de la base de datos a levantar, para nuestro caso se escogerá la opción “Desde dispositivo” (From device), para continuar con

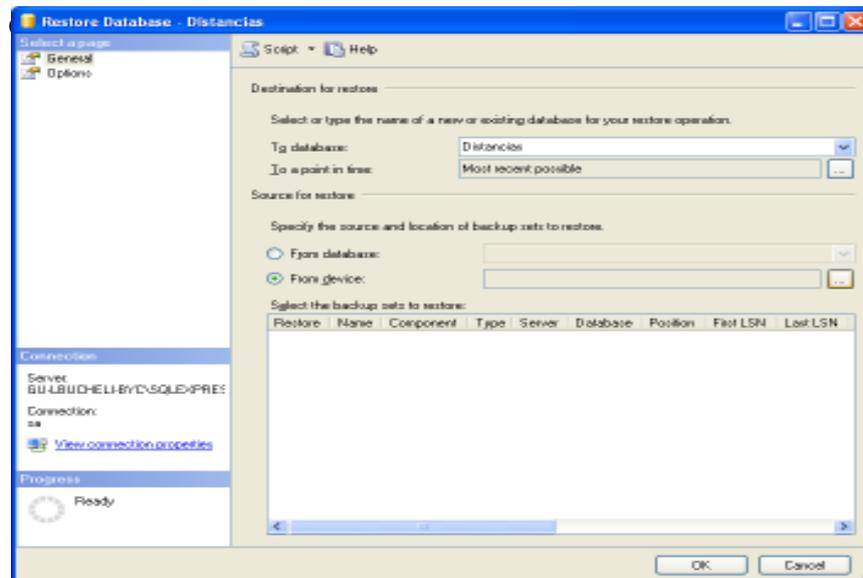


Figura A.25 Ubicación de la base de datos a restaurar

Paso 6: Aparecerá la ventana donde se especificará la ubicación del archivo de base de datos a levantar

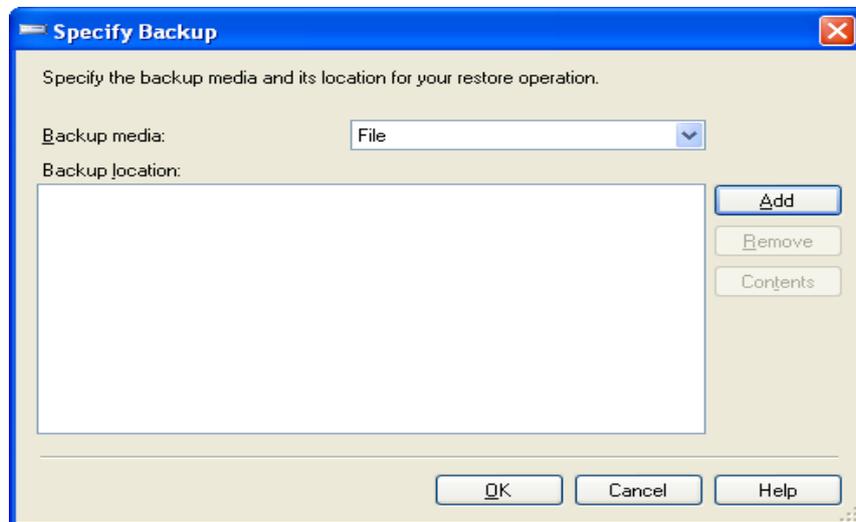


Figura A.26 Selección de la base de datos a restaurar

Para continuar con el proceso del levantamiento de la base favor realizar los pasos del 1 al 5 del apéndice C del **“MANUAL DE INSTALACION DEL SOFTWARE”**

Al presionar el botón “Agregar” (Add) aparecerá la pantalla de búsqueda de archivo de la base de datos, el mismo que se encuentra en la carpeta de instalación del software en la ruta C:\Archivos de programa\Dcs.Net\MetodosEnlace\Data Base, asegurarse que en el campo File of type esté en All Files. Una vez seleccionado el archivo a restaurar con nombre “Distancias”, se confirmará la orden a través del mouse, presionando el botón “Aceptar” (Ok).

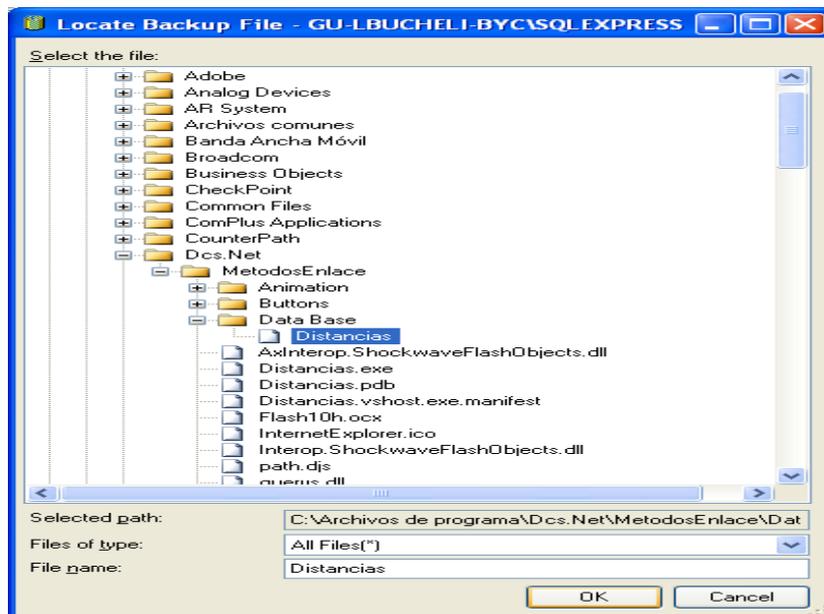


Figura A.27 detalle de la posición donde se encuentra almacenada la base de datos

Paso 7: en la pantalla mostrada presione "Ok" para continuar.

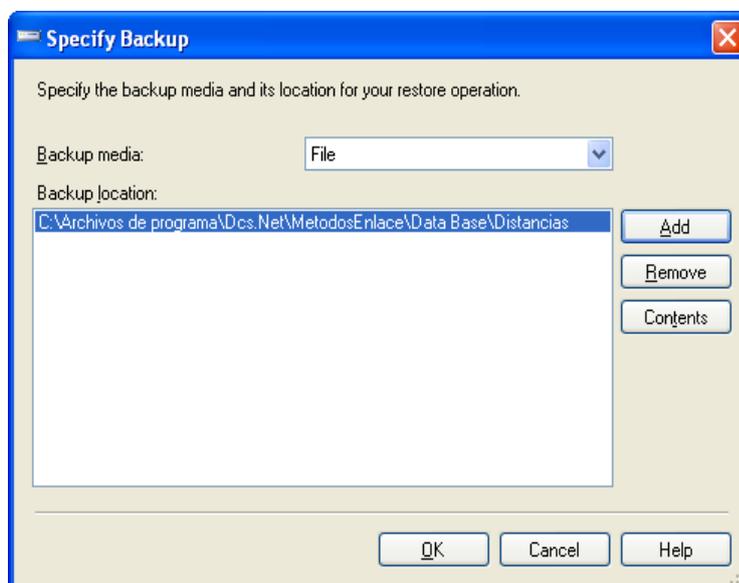


Figura A.28 confirmacion de informacion de la base de datos a restaurar

Paso 8: Se mostrará una ventana con la base de datos a restaurar, para cumplir con esta operación se deberá seleccionar (llenando la casilla de verificación) el archivo especificado en el paso anterior en el cuadro de

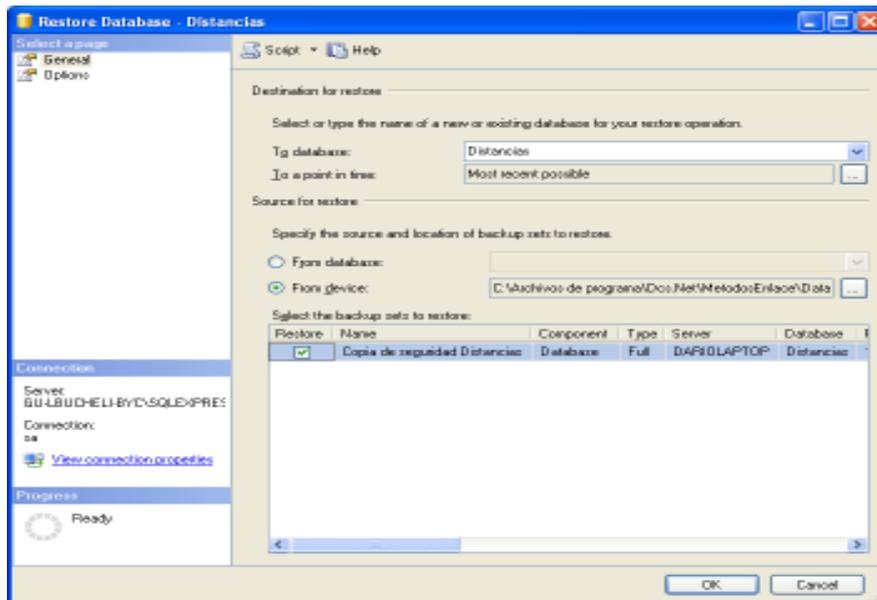


Figura A.29 Selección de ubicación de la copia de seguridad de la base de datos

Paso 9: Se debe ingresar a las opciones de restauración por medio de la selección del campo "Opciones" (Options)

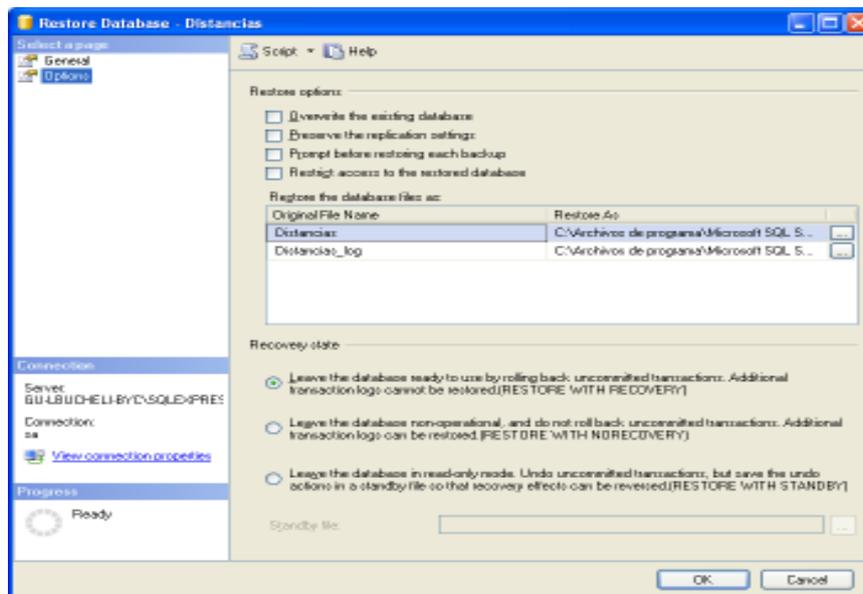


Figura A.30 Selección de opciones de restauración

Paso 10: Dentro de las opciones de restauración se deberá seleccionar el cuadro que indica “Sobrescribir la base de datos existente” (Overwrite the existing database) y luego confirmar la orden presionando el botón “Aceptar” (OK).

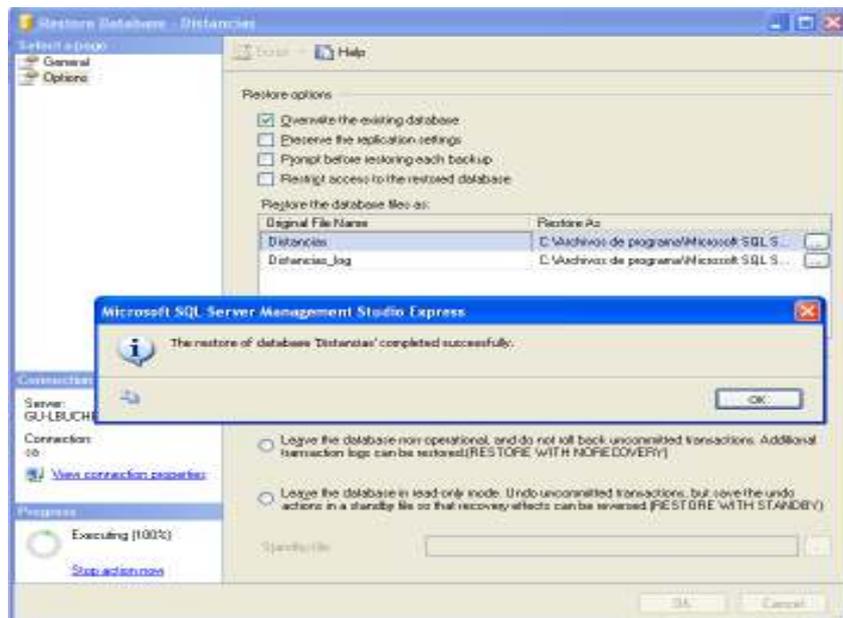


Figura A.31 Configuración de opciones de restauración

Para finalizar dele click en el botón “OK” y ya está creada la base de datos.

14. Creación del Usuario de la Base de Datos: Como paso inicial se debe ingresar al SQL SERVER MANAGEMENT STUDIO EXPRESS



Figura A.32 Icono de ejecución de SQL Server Management

De preferencia con la cuenta Administrador o Autenticación de Windows. Las credenciales a utilizar fueron definidas durante el proceso de instalación del motor de la Base de Datos.



Figura A.33 Ingreso de contraseña de autenticación

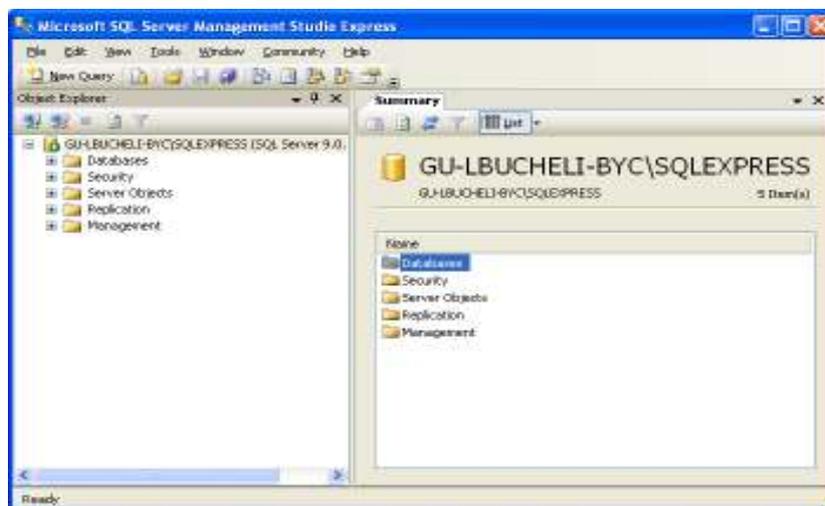


Figura A.34 Selección de objeto seguridad

En la parte izquierda de la pantalla desplegada, se tiene el campo “Explorador de Objetos”, se debe seleccionar la carpeta “Seguridad”(Security), y dentro de esta carpeta, abrir el contenedor “Inicios de Sesión” (Logins)

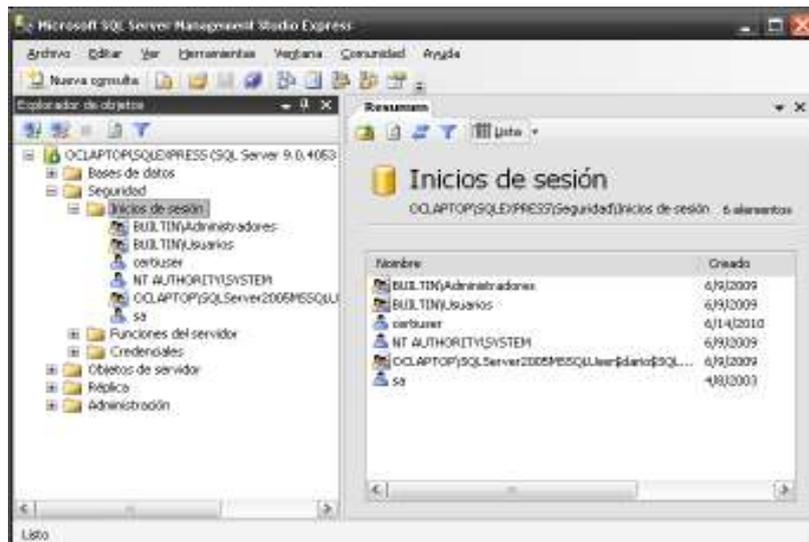


Figura A.35 Configuración inicio de sesión

Se presiona el clic derecho del mouse encima de la carpeta “Inicios de Sesión” y aparecerá un submenú donde se escoge “Nuevo inicio de sesión” (New Login), donde se mostrará la ventana para la creación de usuarios y se

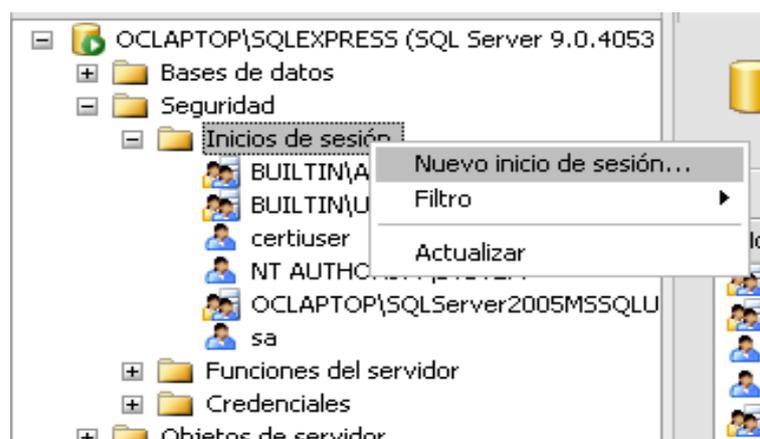


Figura A.36 Selección de nuevo inicio de sesión

procede con el llenado de los datos necesarios, como nombre de inicio de sesión, contraseña, entre otros.

Para el proyecto de Selección de Método de Enlace, la información a ingresar es:

Nombre de inicio de sesión: dist_user (a criterio del usuario)

Autenticación de SQL Server, llenar la casilla.

Contraseña: distancias2010 (a criterio del usuario)

Confirmar Contraseña: distancias2010

Base de Datos Predeterminada: distancias (se escoge del menu)

Como recomendación se deshabilita la opción de “exigir directivas de contraseña” (Enforce password policy), porque esto simplifica el proceso de creación de contraseñas.

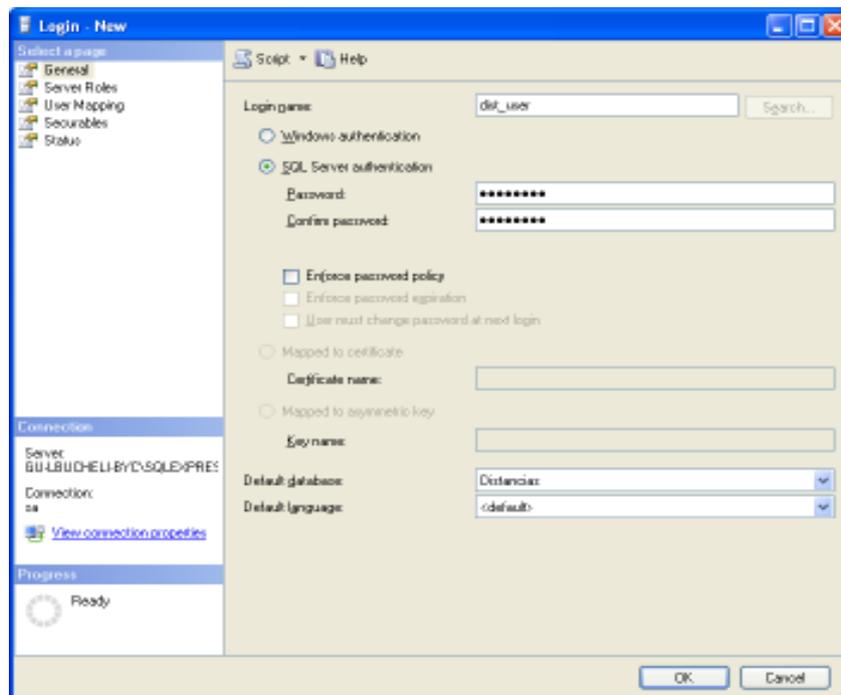


Figura A.37 Ingreso de información para inicio de sesión

A continuación se pasa a la sección “Asignación de Usuarios” (User Mapping); en la parte superior se escoge la Base de Datos que para efectos de este ejemplo se llama Distancias a la que se va a conectar el usuario, la cual se activa con un visto y en la parte inferior se debe marcar la opción “db_owner”. Se mantiene la selección automática de Public.

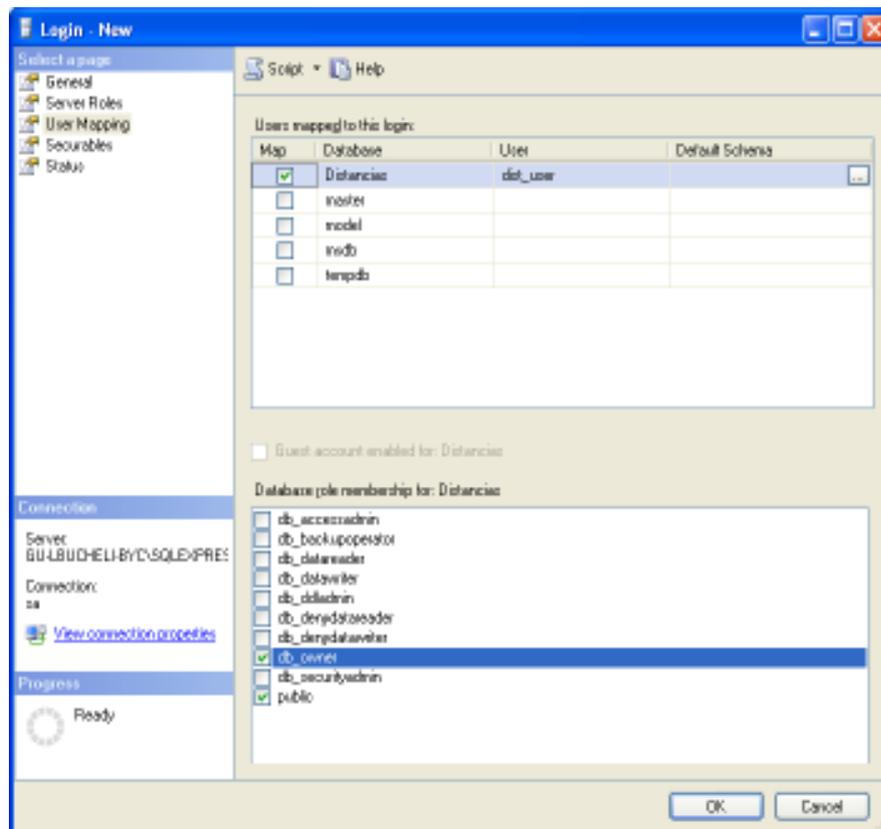


Figura A.38 Asignación de permisos a usuarios

Finalmente se presiona el botón “Aceptar” (OK), acto seguido aparecerá una pantalla de confirmación.

Para validar que el proceso ha culminado de manera exitosa, en el lado izquierdo de la pantalla, dentro de la opción “Seguridades” -> “Inicios de Sesión” debe aparecer el usuario creado “dist_user”

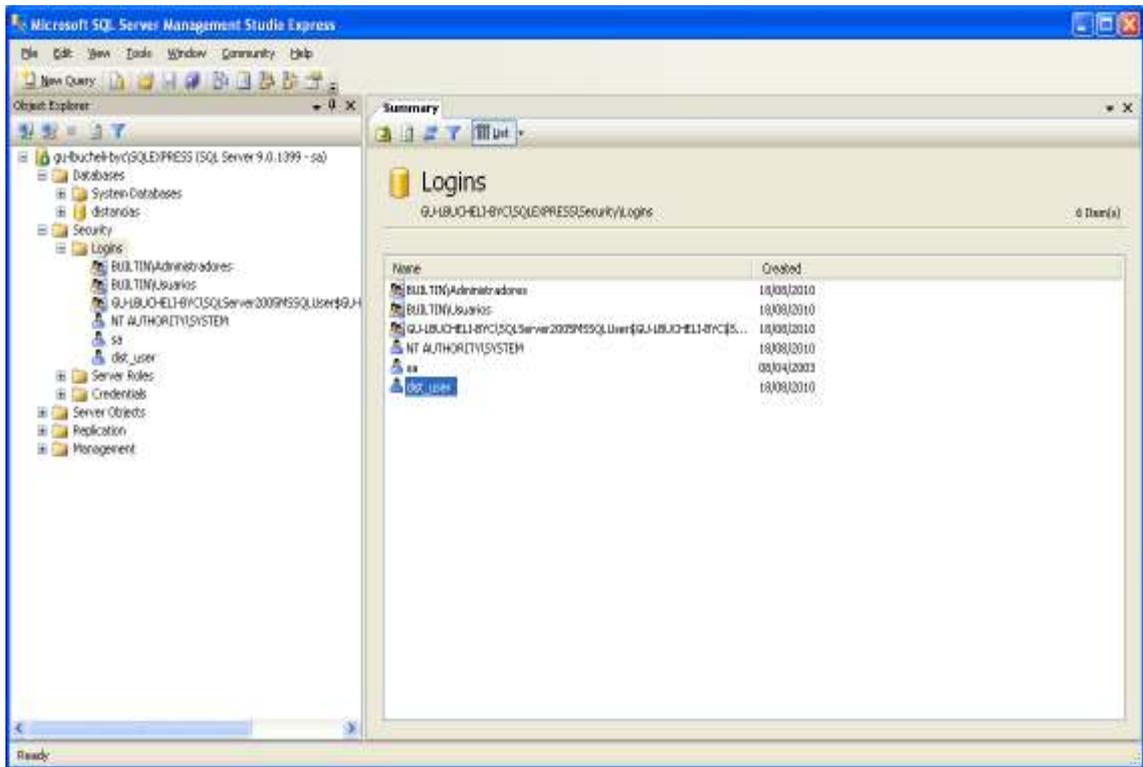


Figura A.39 Confirmación de creación de usuario

Finalmente se procede a cerrar esta pantalla.

APÉNDICE B

MANUAL DE CONFIGURACIÓN DEL SERVICIO DE LA BASE DE DATOS

1. Como paso principal se debe ingresar a la “Configuración de Superficie de SQL Server 2005” que está disponible en Herramienta de Configuración dentro de Microsoft SQL Server 2005 del Menu de inicio.



Figura B.1 Ingreso a configuración de superficie de SQL Server 2005

2. Una vez presentada la ventana en pantalla, se selecciona la opción “Configuración de superficie para servicios de conexiones”

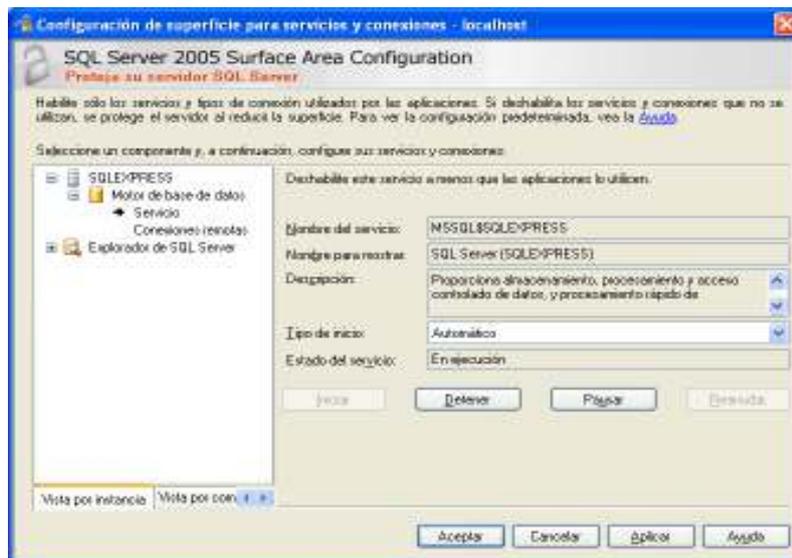


Figura B.2 Configuración de superficie para servicios de conexiones

3. En la sección “Motor de base de datos”, se debe confirmar que el “Tipo de inicio” seleccionado sea “Automático”.

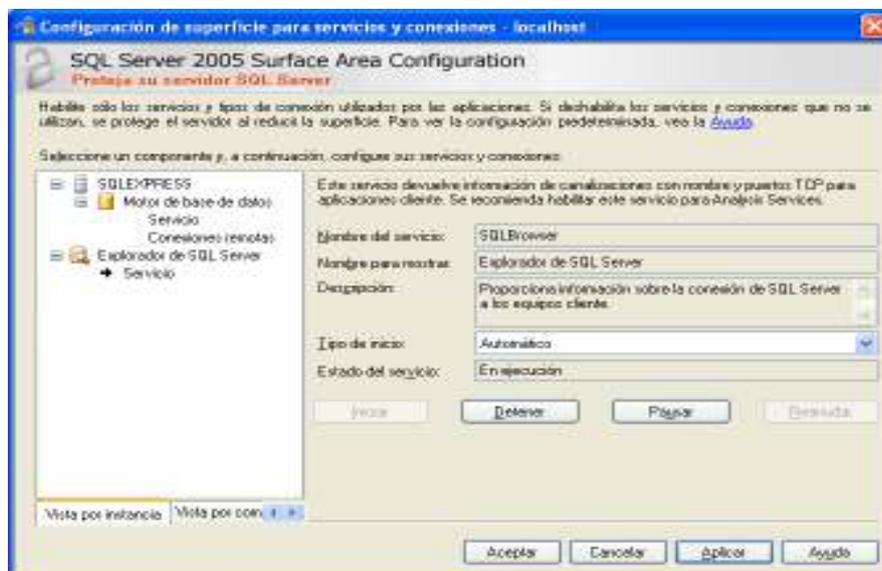


Figura B.3 Configuración del motor de la base de datos

4. En la sección “Conexiones remotas”, se debe confirmar que las conexiones soportadas sean “Conexiones locales y remotas” además que las tecnologías usadas sean “TCP/IP y canalizaciones con nombre”

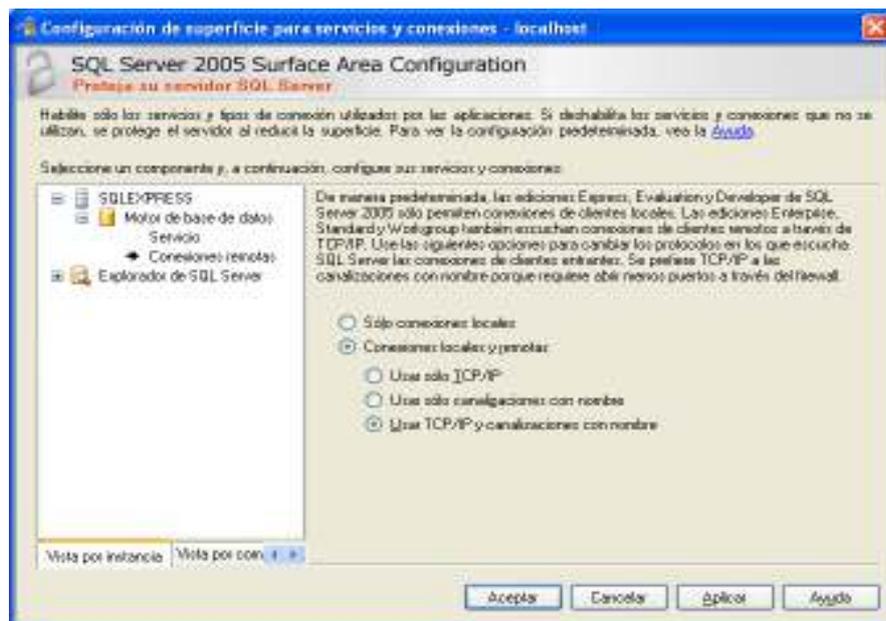


Figura B.4 Configuración de conexiones remotas

5. Para la configuración del “Explorador de SQL Server”, se debe confirmar que el tipo de inicio seleccionado sea “Automático” y que el estado de servicio se encuentre actualmente “En ejecución”, de no ser el caso, se debe modificar el tipo de inicio . el estado de servicio aparecerá como “Detenido”. Elegir la opción aplicar para actualizar el estado. En caso de haber realizado cambios, se debe reiniciar el “Motor de base de datos”; para lo que se utilizan las opciones “Detener” e “Iniciar”. Finalmente para culminar el proceso de configuración se presiona el botón “Aceptar”.

A continuación se puede cerrar la pantalla.

APÉNDICE C

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE SELECCION

1. Presionar el Icono SETUP del instalador del Software de Selección. Como primera operación se verificará la versión del Netframework, se requiere la versión 3.5; en caso de no contar con la misma, procederá con la actualización de manera automática. Elegir la opción "Acepto". Si está instalada la versión correcta continuar con el siguiente paso.

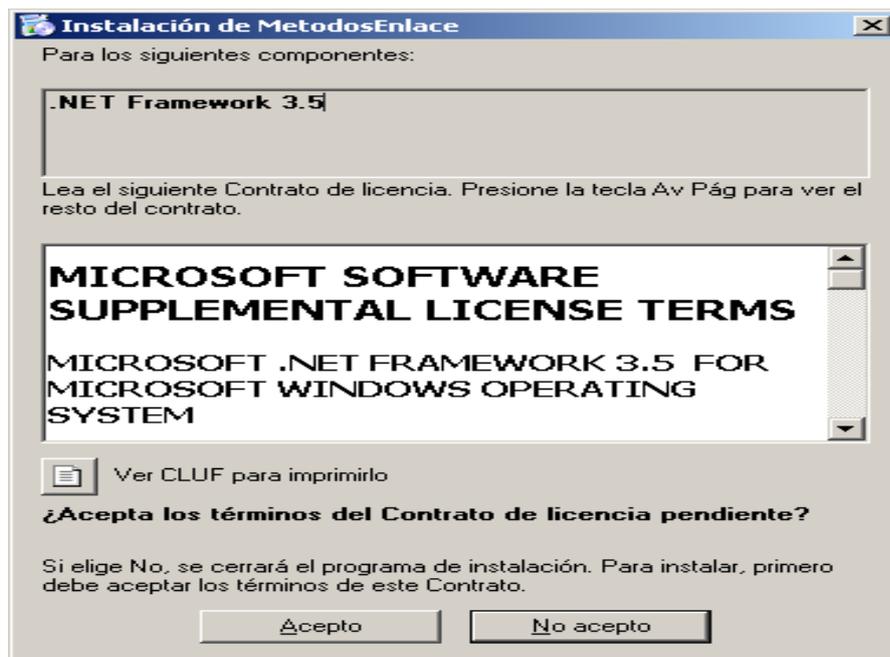


Figura C.1 Inicio de instalación del Software de Selección

Inicia el proceso de actualización del Framework 3.5

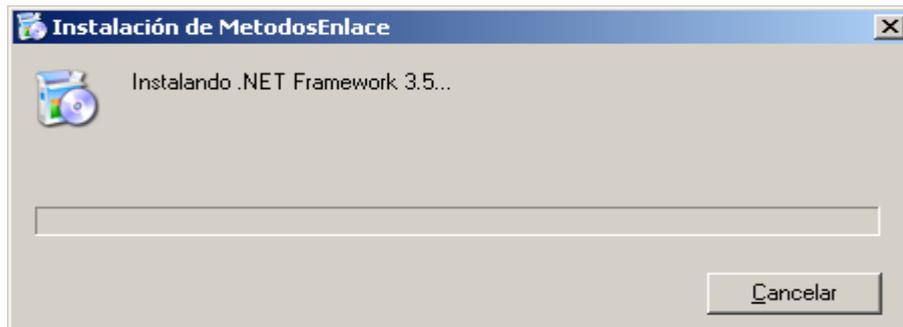


Figura C.2 Instalación del Framework 3.5

2. Para instalar el Asistente del software de Métodos de Enlace, seleccione el botón “Siguiete”.

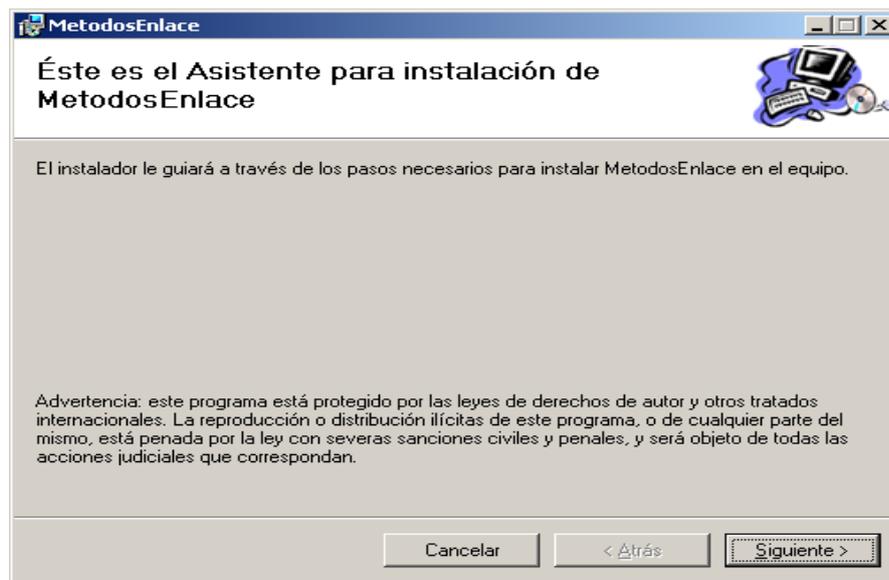


Figura C.3 Asistente para la instalación de Software de Selección

3. Pantalla de selección de la carpeta de destino del software de Métodos de Enlace. En este punto se define las cuentas de usuario del sistema operativo que tendrán acceso al aplicativo. Para continuar con el proceso de instalación se presiona el botón “Siguiete”.

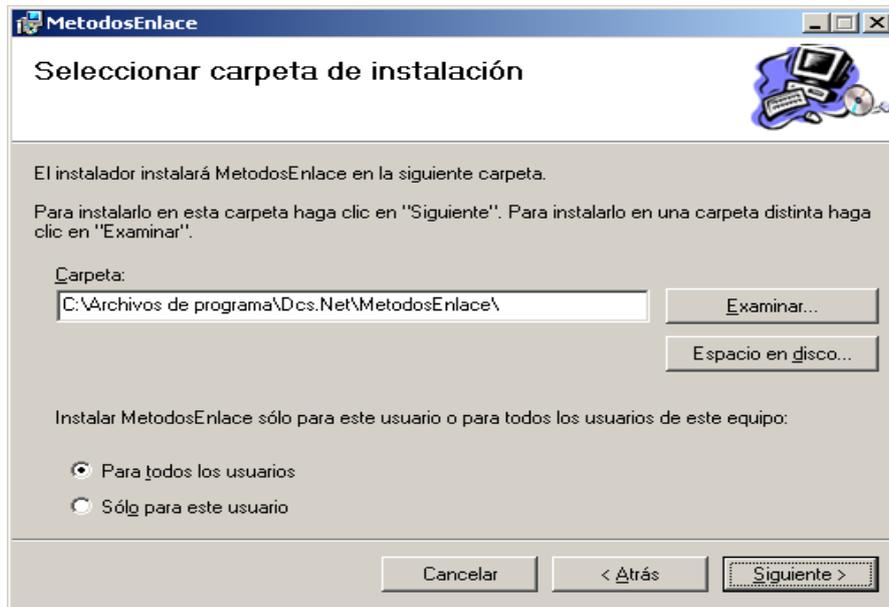


Figura C.4 Selección de carpeta de instalación

4. Pantalla de confirmación de instalación, para continuar se debe seleccionar el botón "Siguiente".



Figura C.5 Confirmación de instalación de Software de Selección

5. Pantalla de confirmación de la culminación exitosa del software de Métodos de Enlace. Para continuar se elige la opción "Cerrar".

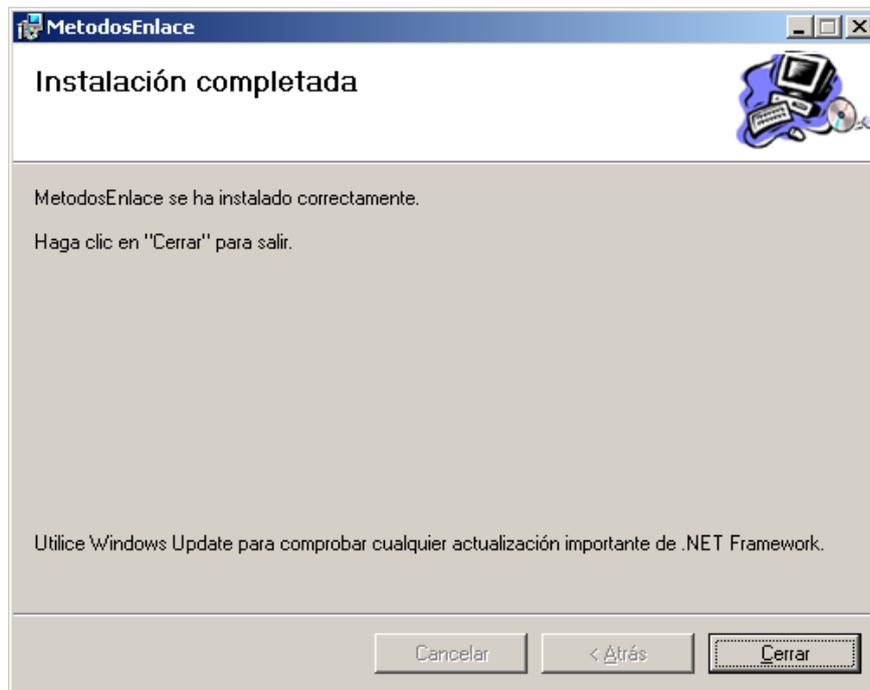


Figura C.6 Confirmación de finalización de proceso de instalación

En el escritorio del computador de manera automática, se genera un icono para ejecución del software.



Figura C.7 Icono de ejecución del Software de Selección

Pasos para configurar la conexión con la Base de Datos.

1. Seleccionar el icono de Métodos de Enlace, proceder con su ejecución.



Figura C.8 Pantalla principal del Software de Selección

2. En el menú principal de software de Selección de Método de Enlace, sobre el lado izquierdo de la pantalla, seleccionar el Menú Opciones, elegir la alternativa Configuración de Conexión. Por ser la primera vez que se corre el software aparecerá una ventana con el mensaje “La conexión con el Servidor se ha perdido..Desea ver el mensaje de error..??” elija la opción No.

Paso 1: Presione el botón Configura ODBC. Aparecerá el administrador de orígenes de datos ODBC, seleccione la opción DSN de sistema.

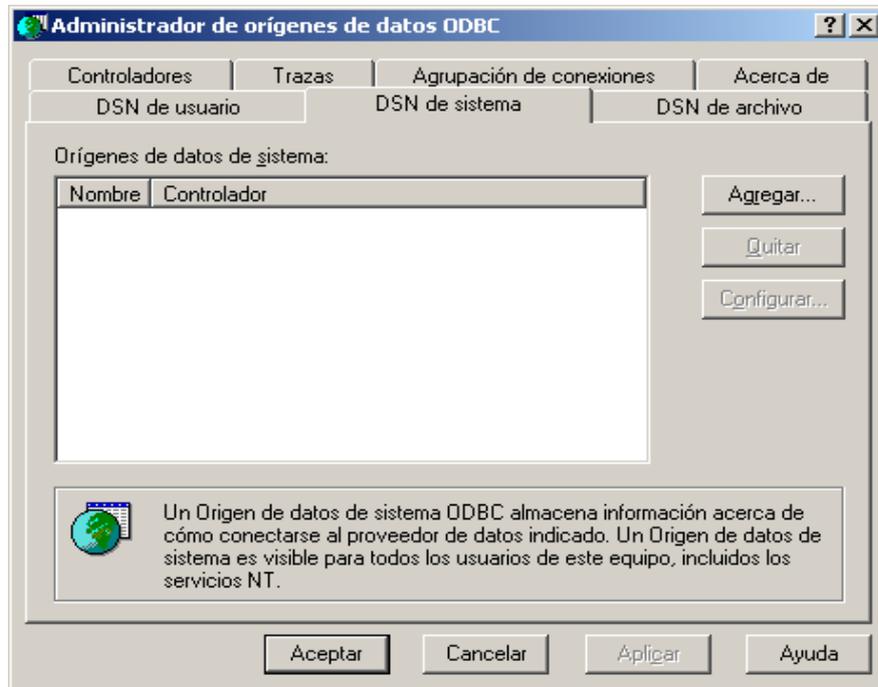


Figura C.11 Administrador de orígenes de datos ODBC

Paso 2: Se elige la opción agregar, en la pantalla desplegada, se debe seleccionar el controlador para SQL Server. Posteriormente se presiona el botón "Finalizar".



Figura C.12 Selección del controlador para SQL Server

Paso 3: En este paso se ingresa el nombre de la conexión y el nombre del servidor; adicionalmente se agrega información al campo descripción, el cual permite efectuar un comentario sobre el software a ejecutar.

En el campo Servidor, se debe ingresar el nombre del servidor donde se encuentra almacenada la Base de Datos. Del menú de alternativas escoger el nombre que apareció automáticamente en el apéndice A paso 1. Concluido el ingreso de la información, se debe presionar el botón “Siguiente”.

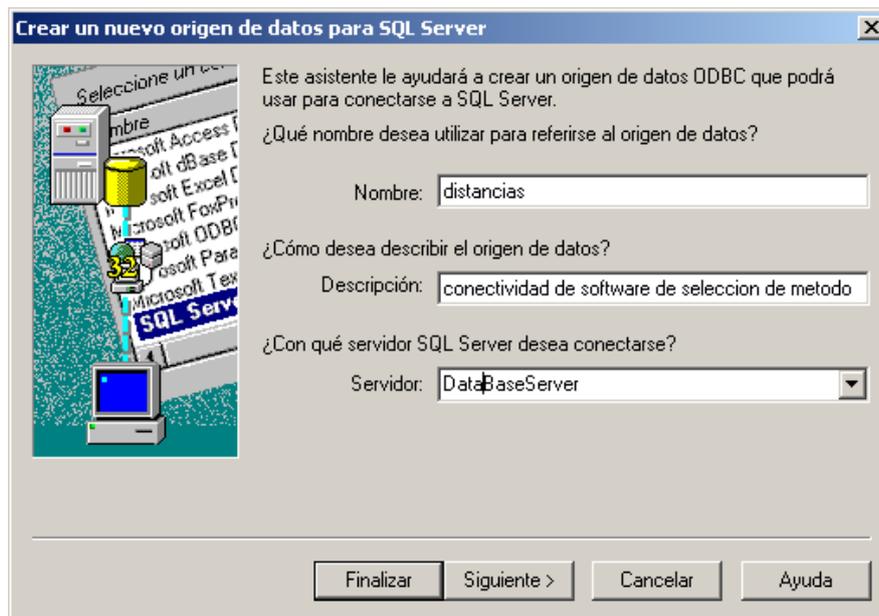


Figura C.13 Creación de nuevo origen de datos para SQL Server

Paso 4: Durante este paso se configurará los parámetros de autenticación del usuario que se conectará a la Base de Datos, esta información está relacionada con la información que se ingresó durante el levantamiento de la Base de Datos.

Elegir la autenticación de SQL Server, y en los campos de Id de inicio de sesipin y contraseña colocar la información que se ha venido usando en el ejemplo práctico: dist_user distancias2010 respectivamente. Presione “Siguiente” para continuar.

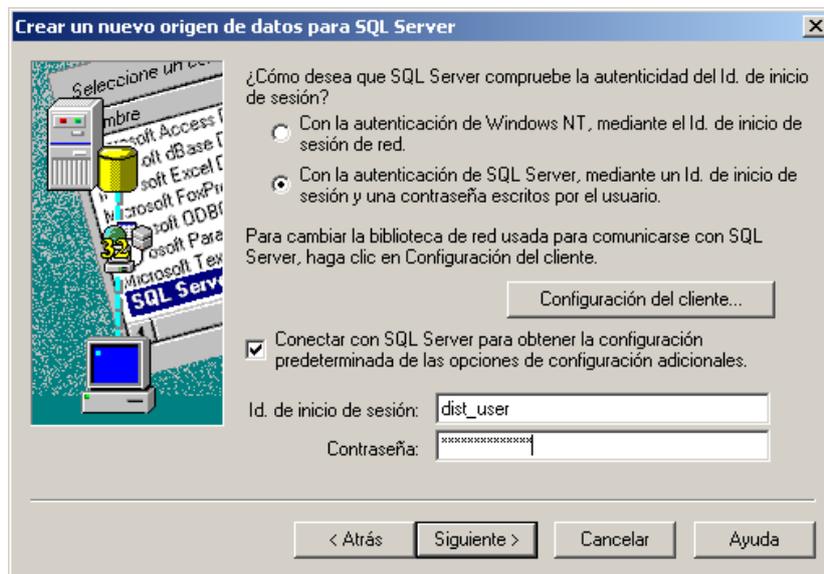


Figura C.14 Configuración de parámetros de autenticación

Paso 5: El propósito de esta fase es el de seleccionar la base de Datos a la cual se va a conectar el software de Selección del Método.

Activar la casilla de “Establecer la siguiente base de datos como determinada” y verificar que el nombre mostrado sea el que se usó para definir lavase de datos (en este ejemplo distancias). Presione “siguiete” para continuar.

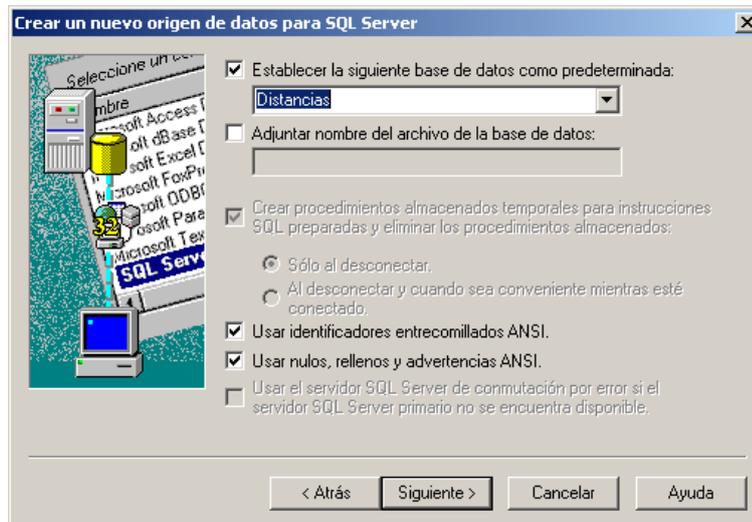


Figura C.15 Selección de base de datos predeterminada

Paso 6: La pantalla de esta fase, permite la configuración de parámetros adicionales, como idioma, tipo de cifrado de la información en la Base de Datos. Para continuar con el proceso de los parámetros de conexión, se debe seleccionar el botón "Finalizar".



Figura C.16 Configuración de parámetros adicionales de la base de datos

Paso 7: Se presenta una pantalla informativa, pero que a su vez evalúa la conectividad con la Base de Datos, para este efecto se selecciona la opción “Probar origen de datos”.

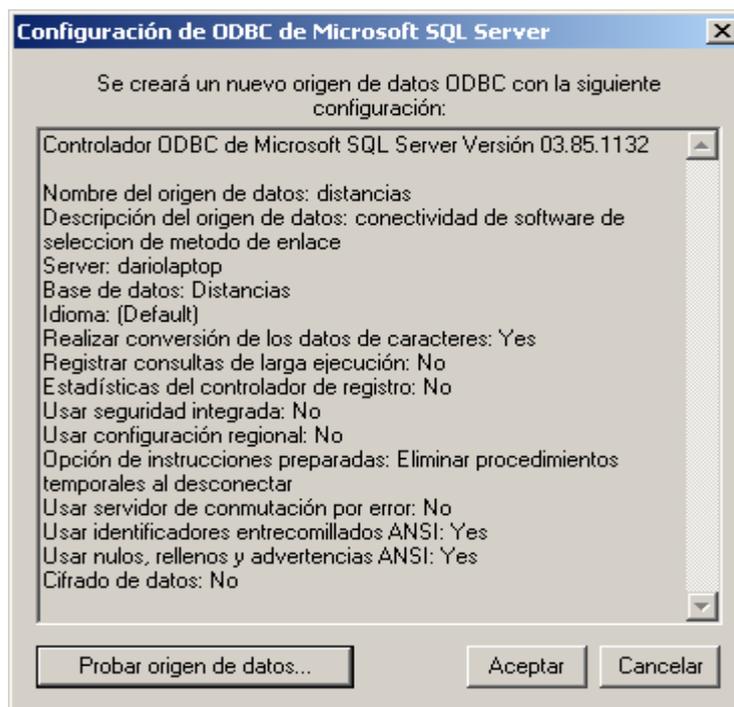


Figura C.17 Confirmación de creación de nuevo origen de datos ODBC, pruebas de conexión

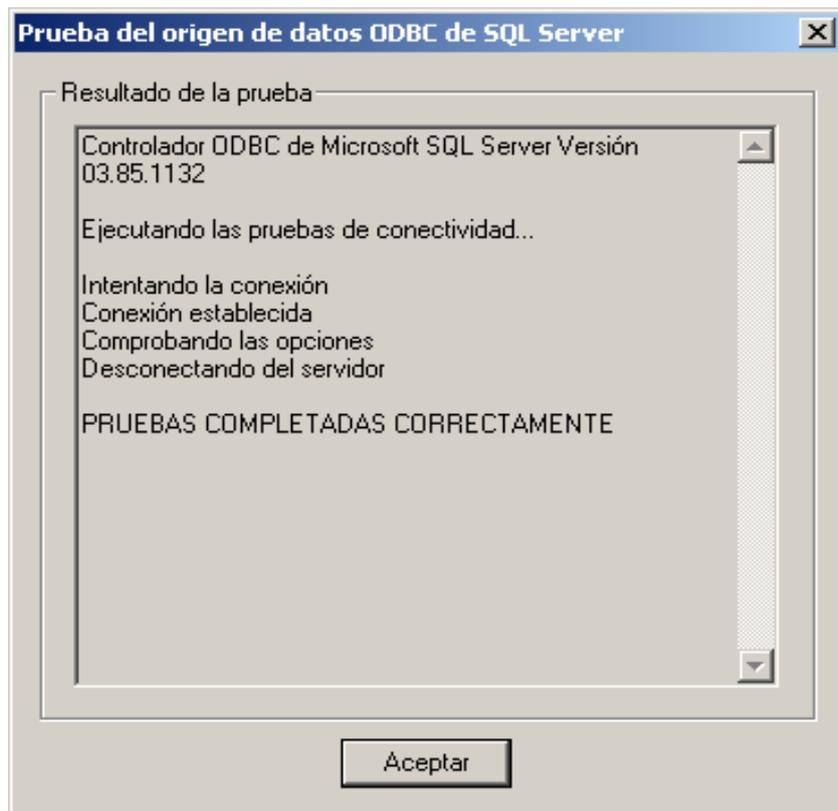


Figura C.18 Resultado de pruebas de conexión

Cuando la prueba de conexión es exitosa, se presenta en la pantalla el mensaje: "PRUEBAS COMPLETADAS CORRECTAMENTE", posteriormente se escoge la opción "Aceptar".

Paso 8: La pantalla permite la visualización de la existencia de la conexión entre el cliente y la base de datos. Elegir "Aceptar" de la ficha DSNde sistema para finalizar.

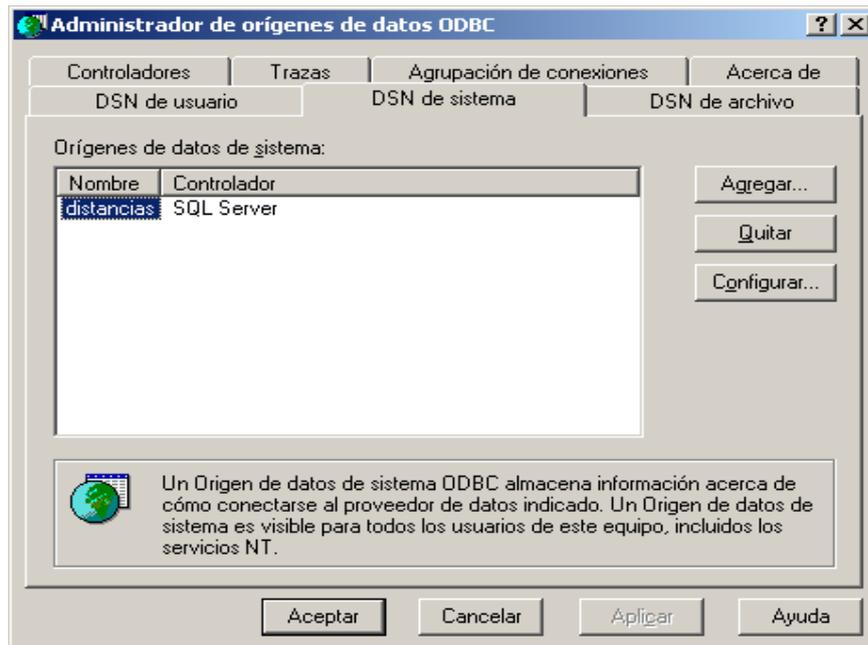


Figura C.19 Visualización de la conexión entre el cliente y la base de datos

Para continuar con el proceso de configuración de los parámetros que permitirán la conexión entre el software y la Base de Datos, se debe retornar a la pantalla previamente abierta (Pantalla inicial).

En la pantalla de Parámetros de Conexión, se ingresan los datos correspondientes al nombre de la conexión con la Base de datos (DSN), ingreso de clave, nombre de servidor, nombre de la Base de Datos. Culminado este proceso se selecciona la opción de Probar Conexión, si la información ingresada es correcta, en la casilla Status de Conexión, aparecerá el mensaje Conectado.

Para fines didácticos la información a ingresar es la siguiente:

DSN: distancias

User ID: dist_user

Servidor: el asignado automáticamente.

Base de datos: distancias (es sensible a mayúsculas)

Ingrese Clave: distancias2010.

Elija la opción “Cambiar” y luego “Probar Conexión”.

DSN	User ID	Password	Servidor	Base de datos	Status Conexion
distancias	dist_user	*****	DataBaseServer	distancias	Conectado

Probar Conexion Configura DDBC

Ingrese Clave: ***** Cambia

Figura C.20 Pantalla de ingreso de los parámetros de conexión

Cuando no se genera la conexión con la base de datos, una vez realizados los pasos del apéndice C se debe cerrar el programa y volver a ejecutarlo.

Finalmente se cierra la pantalla de parámetros de conexión.

APÉNDICE D

MANUAL DE USUARIO DEL SOFTWARE DE SELECCION

1. Ejecución del icono de inicio del software de Métodos de Enlace; como primera pantalla muestra el mapa político del Ecuador, donde se representan las 24 provincias.



Figura D.1 Pantalla principal del Software de Selección

2. El software presenta dos procesos macro, el de visualización de la información (consulta) y el de alimentación de la Base de Datos.

El proceso de alimentación de la Base de Datos, permite a través del ingreso de información por medio del teclado del computador, la creación y actualización de información referente a:

- Localidad
- Tecnología
- Empresa de servicios portadores “carriers”
- Relaciones localidad – tecnología – carrier
- Distancia entre localidades

El proceso de visualización de la información, permite consultar información referente a la conexión entre puntos geográficos de interés y observar en pantalla los resultados.

3. Ejecución de la alimentación de la Base de Datos, para crear o modificar la información almacenada en la Base de Datos, el usuario deberá elegir en el “Menu Opciones” el parámetro de interés, seleccionándolo del listado desplegado.

Ejemplo de creación de localidad geográfica:

Para el ejemplo se está creando la provincia de Santa Clarita (no existente)

Puntos Geograficos

Datos del Lugar
 Nombre: Tipo: pais

Informacion General
 Ubicacion: ECUADOR
 Extension: Km 2
 Observacion:

Guardar Editar

Coincidencias

--	--	--	--

Figura D.2 Pantalla de creación de puntos geográficos

Puntos Geograficos

Datos del Lugar
 Nombre: santa clarita Tipo: provincia

Informacion General
 Ubicacion: COSTA
 Extension: 1000 Km 2
 Observacion: provincia creada como prueba de ejecucion del soft

Guardar Editar

Coincidencias

Descripcion	Tipo	Pertenece a:	Codigo

Figura D.3 Ejemplo de creación de nueva provincia

Ejemplo de creación de tecnologías disponibles:

Para el ejemplo se está creando la tecnología WIMAX

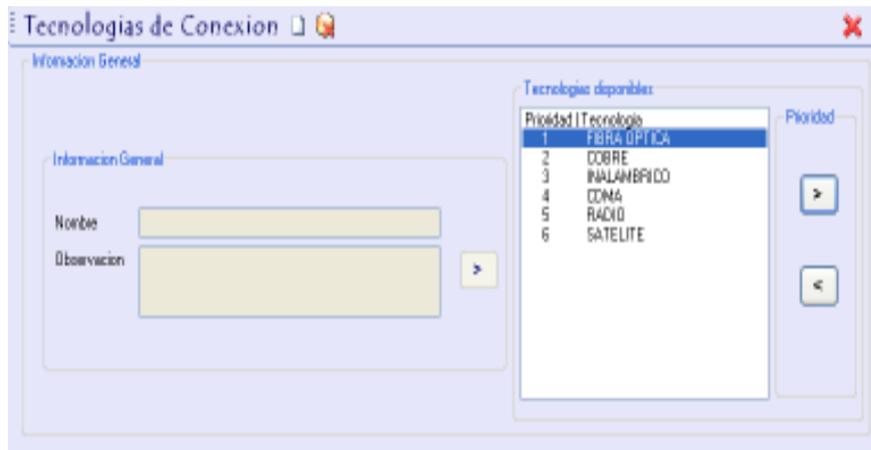


Figura D.4 Pantalla de creación de tecnologías de conexión



Figura D.5 Ejemplo de creación de nueva tecnología de conexión

Ejemplo de creación de empresas proveedores de servicios portadores (carriers); en este punto adicionalmente a la creación del nombre de la empresa, se le asocian las tecnologías con que cuenta su infraestructura:

Para el ejemplo se está creando la empresa TELMEX y se asume que posee las tecnologías de satélite, WIMAX, CDMA.

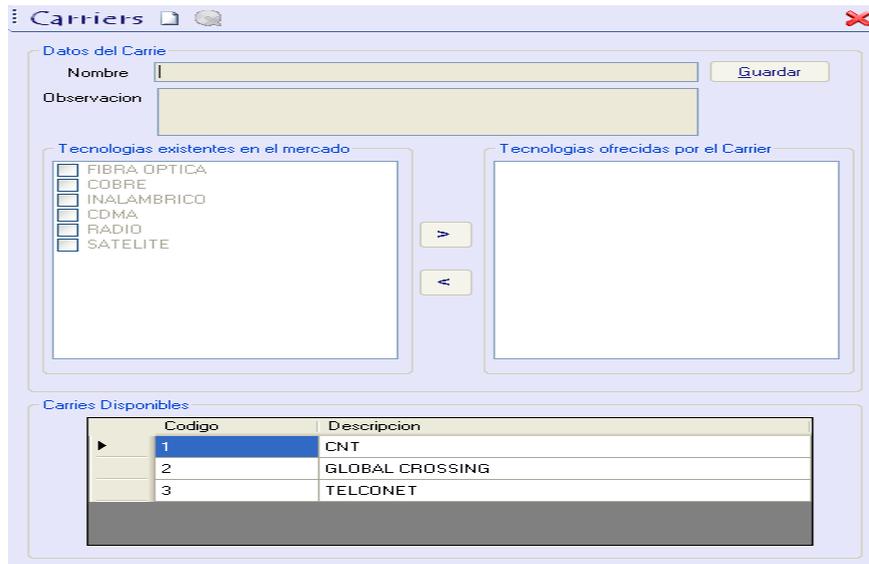


Figura D.6 Pantalla de creación de empresa proveedora de servicios portadores

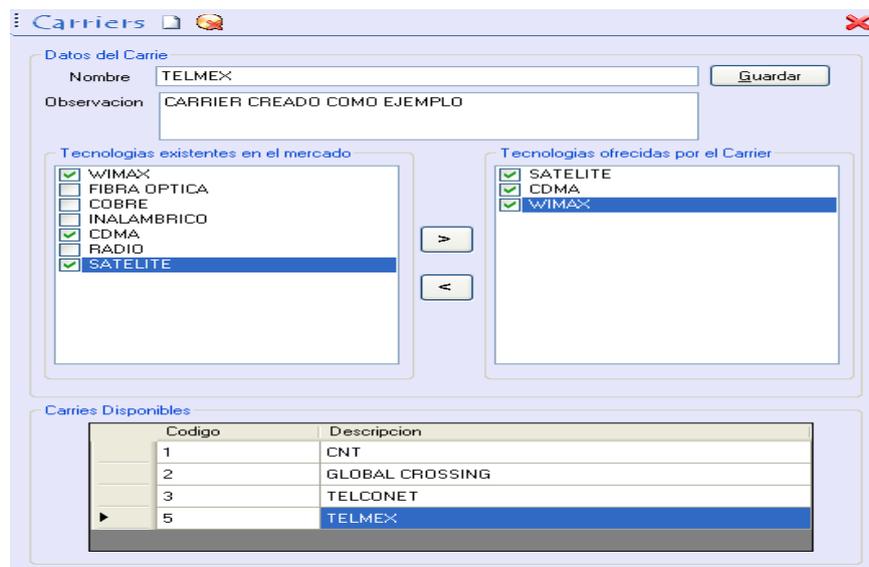


Figura D.7 Ejemplo de creación de nueva empresa proveedora de servicios portadores

Ejemplo de creación de relación localidad – tecnología - carrier; en este punto se establece la asociación entre los cantones y las tecnologías ofertadas por el proveedor de servicios portadores, esta asociación es jerárquica lo que implica que las parroquias rurales que conforman el cantón heredan el nombre del carrier y la tecnología.

Para el ejemplo se ha creado la empresa TELMEX y se asume que posee las tecnologías de satélite, WIMAX, CDMA, se procede con la asociación entre el proveedor y los cantones de la provincia (ficticia) Santa Clarita.

Estado inicial: no existe relación entre los puntos geográficos, el carrier y las tecnologías a través de las cuales oferta sus servicios.

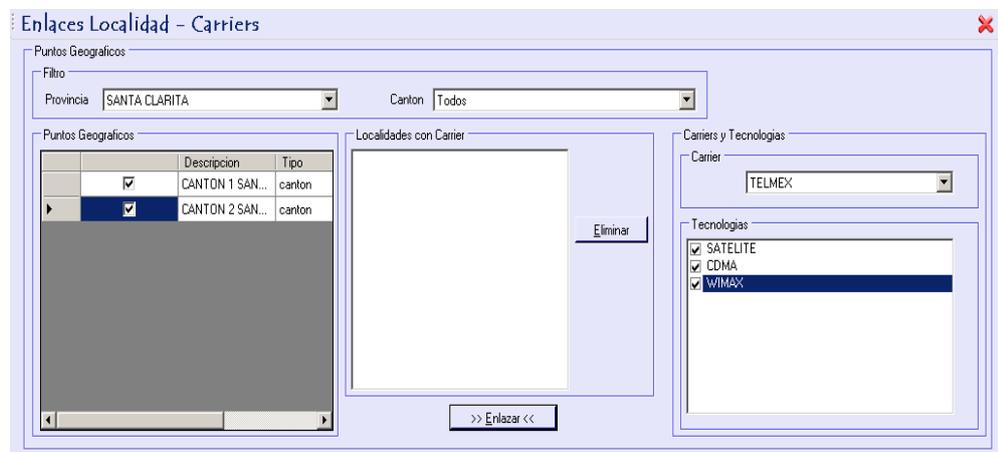


Figura D.8 Pantalla de establecimiento de relación localidad – carrier

Estado final: se crea la relación entre las parroquias rurales, al canton al que se pertenecen con el carrier proveedor de servicios portadores y las tecnologías disponibles para la ruta.

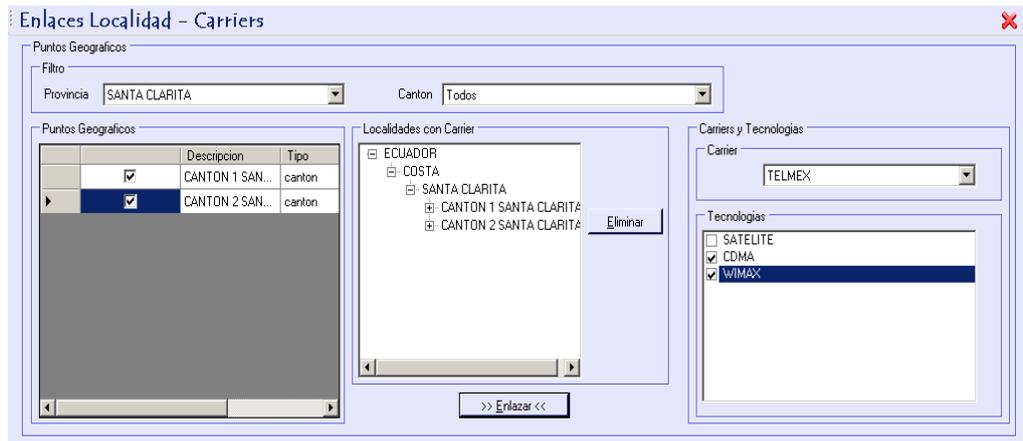


Figura D.9 Ejemplo de creacion de nueva relacion localidad - carrier

La asociacion en detalle se visualiza en la parte central de la pantalla.

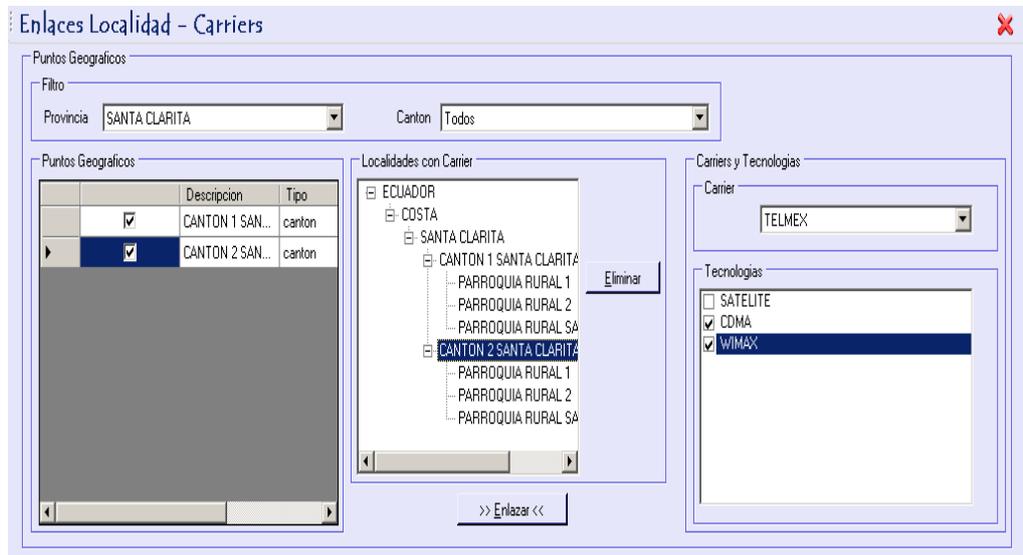


Figura D.10 Pantalla de visualizacion en detalle de la relacion localidad – tecnologia - carrier

Ejemplo de asignación de distancia entre localidades: a través de esta opción, es posible asignar o modificar los valores de distancia existentes entre las localidades geográficas (puntos de interés a enlazar).

A manera didáctica, se toma los poblados de Yacuambi y Tutupali, en el estado inicial se determinó, en línea recta, que la distancia entre ellos es de 11.75 Km, valor que se modificará a 25 Km.

Estado inicial: distancia medida 11.75 KM, entre Yacuambi y Tutupali



Figura D.11 Pantalla de consulta de enlaces

Estado final: se modifica la distancia entre Yacuambi y Tutupali a 25 KM

The screenshot shows a software window titled "Mantenimiento de Distancias" with a red close button in the top right corner. The window is divided into several sections:

- Puntos Geograficos:** Contains two text input fields. The first is labeled "Desde" and contains the text "yacuam". The second is labeled "Hasta" and contains the text "tutupa". To the right of these fields is a button labeled "Consultar".
- Concordancias Origen:** A table with columns "Descripcion", "Tipo", and "Pertenece a:". The first row is highlighted in blue and contains the text "YACUAMBI", "canton", and "ZAMORA C".
- Concordancias Destino:** A table with columns "Descripcion", "Tipo", and "Pertenece a:". The first row is highlighted in blue and contains the text "TUTUPALI", "parroquia", and "YACUAMBI".
- Distancia:** A text input field containing the number "25". Below it is a button labeled "Guardar".

Figura D.12 Modificación del parámetro de distancia entre dos localidades

Al realizar la consulta en la pantalla principal del Software de Selección, se puede observar el cambio en la distancia existente entre las localidades de Yacuambi y Tutupali

Selección de Metodo de Enlace

Menú Opciones

Zonas Direccionales

Cantones: YAJUAMBI Total de Cantones: 9

Código	Paroquia	Distancia a cantón	Enlace Disponible
pa-1215	28 DE MAYO	0.00	Ver
pa-1216	LA PAZ	8.00	Ver
pa-1217	TUTUPAJI	25.00	

Figura D.13 Pantalla de consulta de enlaces

APÉNDICE E

REPORTE DE VISITA TÉCNICA AL TELECONSULTORIO DE TUTUPALI, UTPL, ENLACE LA ESPERANZA – YACUAMBI – TUTUPALI

Introducción

La necesidad de atender la demanda de servicios de Salud, sobre todo en centros poblados rurales, ha dado origen a que se planteen soluciones alternativas, con iniciativa de organismos humanitarios internacionales o por gestión de instituciones educativas, el presente reporte tiene su origen en el Proyecto TUTUPALI llevado a cabo por la Universidad Técnica Particular de Loja, institución que mediante el uso de las telecomunicaciones brinda desde el año 2006 atención médica a las poblaciones de Yacuambi, La Esperanza y Tutupali.

La Universidad Técnica Particular de Loja, ofrece carreras profesionales en la Facultades de Medicina y de Informática, como parte del proceso de aprendizaje de la primera de estas, se requiere que el alumno realice prácticas en centros rurales, situación que les permitió conocer la realidad y necesidades de las poblaciones periféricas de la Provincia de Zamora, la decisión de este centro de estudios de juntar los conocimientos y esfuerzos del área médica con los conceptos impartidos por la facultad de Informática (especializada en Telecomunicaciones), da origen a finales del año 2006 al Proyecto de Telesalud rural Yacuambi.

Los objetivos con los que se inicia el proyecto incluían:

- Aumentar cobertura de atención de salud.
- Permitir acceso a consulta de segunda opinión.
- Permitir acceso a consulta de especialidad: en directo y diferido.
- Eliminar áreas de silencio epidemiológico.
- Llevar un programa de formación continua con el equipo de salud

Han transcurrido 4 años desde que se dio inicio al Proyecto de Telemedicina, las poblaciones sienten los beneficios del servicio, los objetivos de partida se están cumpliendo, existe la infraestructura de telecomunicaciones, no obstante de esto la alianza estratégica de la UTPL con instituciones como la ESPOL que cuentan con equipos para toma de muestras y transmisión de datos consolidarían la telemedicina como solución a las necesidades de atención médica en estas poblaciones rurales.

Personal Involucrado

Luego de establecer contacto con algunos organismos a nivel nacional, recibimos la apertura de parte de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) quienes han desarrollado y mantienen varios proyectos de Telemedicina en el Ecuador, el personal Técnico a cargo del proyecto de manera espontánea y desinteresada nos brindaron todo el apoyo necesario para la recopilación de datos técnicos, los cuales forman parte del presente reporte.

A continuación citamos a todo el personal involucrado en la visita técnica:

Ing. Marco Morocho (UTPL)

Ing. Byron Maza (UTPL)

Alfredo Bucheli (ESPOL)

Juan Carlos Maruri (ESPOL)

Mónica Echeverría (ESPOL)

Objetivo General

Conocer el estado actual de la Telemedicina en el Ecuador observando presencialmente su utilidad, funcionamiento y estructura a través de la visita a un centro poblado rural atendido mediante el sistema de medicina a distancia.

Objetivos Específicos

- Conocer la situación geográfica y demográfica del área rural a ser atendida.
- Conocer los problemas médicos más comunes de la población.
- Conocer y analizar el diagrama de conexión de enlace y red implementado.
- Conocer los equipos de toma de muestras y el proceso de digitalización implementado para la transmisión de la información.

Desarrollo de los Objetivos Específicos:

Situación geográfica y demográfica del área cubierta a través del proyecto de telemedicina TUTUPALI.

El Proyecto Tutupali, abarca las parroquias rurales Tutupali, 28 de Mayo (Yacuambi) y La Paz, centros poblacionales que pertenecen al cantón Yacuambi, que su vez forma parte de la Provincia de Zamora Chinchipe.

El cantón Yacuambi se encuentra ubicado al suroeste de la región amazónica y al noroccidente de la provincia de Zamora Chinchipe entre los 78°05' y 78°43' de longitud y entre 03°31' y 03°50' de latitud, ésta ubicada entre las cotas 885 y 3.805 msnm a 70 Km de la ciudad de Zamora cabecera provincial. Limita, al norte con la Provincia del Azuay y Morona Santiago, al sur con el cantón Zamora, al este con el Cantón Yanzatza y provincia de Morona Santiago, al Oeste con la provincia de Loja y la provincia del Azuay, posee un clima tipo sierra.

El cantón Yacuambi está conformado por 56 Comunidades rurales, distribuidas en tres parroquias: Tutupali, La Paz y 28 de Mayo (Yacuambi), sus habitantes

pertenecen a la nacionalidad Kíchwa (Saraguros) (50 comunidades), nacionalidad Shuar (5 comunidades) y Mestizos (1 comunidad), a nivel porcentual la distribución étnica está compuesta en un 65% por la etnia Saraguro, 27% Mestizos, 8% etnia Shuar

El acceso a las parroquias rurales del cantón Yacuambi se realiza a través de carreteras lastradas, siendo la época de invierno la estación del año que presenta mayor dificultad para ingresar a los centros poblados.

Se adjunta fotografías de las vías de acceso (figura E2, E3 y E4)



Figura E.1 Mapa político de la provincia de Zamora Chinchipe

Vías de acceso a los centros poblados del cantón Yacuambi



Figura E.2 Vía de acceso al cantón Yacuambi



Figura E.3 Segunda perspectiva de la vía de acceso al cantón Yacuambi



Figura E.4 Vía de acceso a la parroquia Tutupali

Problemas médicos más comunes de la población.

Por tratarse poblaciones rurales que no cuentan con vías de acceso en buen estado, que carecen adicionalmente de infraestructura medica apropiada, donde los servicios básicos no cubren a la totalidad de la población, donde los problemas de salud son tratados en primera instancia a través del uso de medicina alternativa suministrada por personal que carece de instrucción formal, es muy común que las enfermedades respiratorias y gastrointestinales sean las que en su mayoría afecten a la población.

Se resume a continuación los principales problemas de salud detectados en la población del cantón Yacuambi:

- Mortalidad infantil
- Alta tasa de mortalidad por enfermedades inmunoprevenibles.
- Enfermedades infecciosas intestinales
- Infecciones respiratorias agudas bajas y altas
- Afecciones dermatológicas
- Enfermedades ocasionadas por el alto índice de alcoholismo.



Figura E.5 Ingreso al teleconsultorio de Yacuambi

Diagrama de conexión de enlace y red implementado

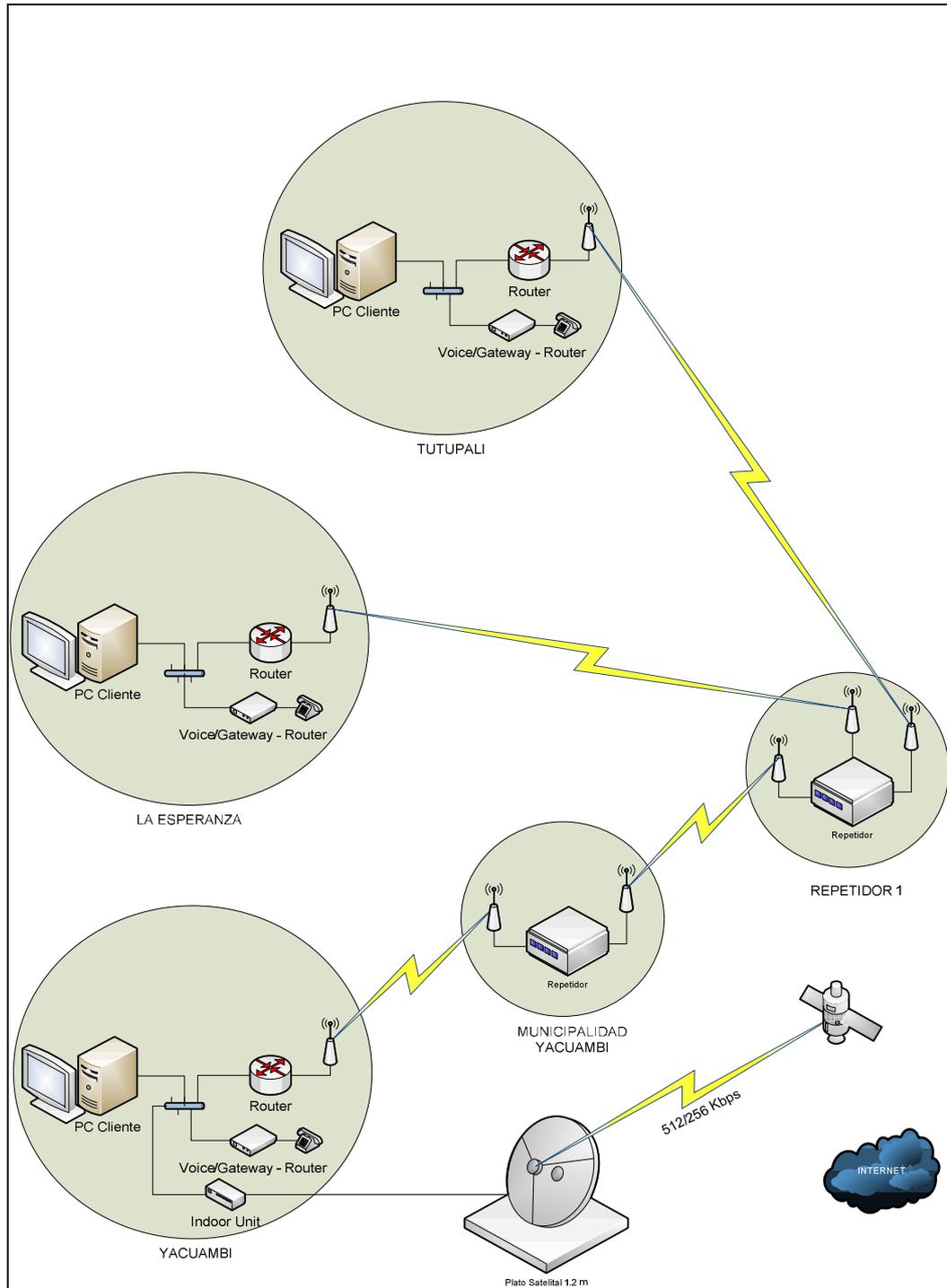


Figura E.6 Diagrama de red del enlace Yacuambi - Tutupali

Los métodos de acceso utilizados para enlazar los distintos puntos descritos en el diagrama son de tipo inalámbrico, que incluye un enlace Satelital y de microondas.

Los enlaces y puntos de interconexión se detallan en la siguiente tabla:

Tabla E.1 Tipos de enlace entre los puntos que conforman la red Yacuambi - Tutupali

Punto 1	Punto 2	Tipo de enlace
Internet	Teleconsultorio Yacuambi (Zamora)	Enlace Satelital
Teleconsultorio Yacuambi	Municipalidad Yacuambi	Enlace Microondas
Municipalidad Yacuambi	Repetidor 1	Enlace Microondas
Repetidor 1	La Esperanza	Enlace Microondas
Repetidor 1	Tutupali	Enlace Microondas

El enlace Satelital es provisto por la compañía Global Crossing utilizando tecnología VSAT Direct IP, el mismo consta de un plato satelital de 1.2 m con una Unidad Externa, ODU, (Unidad RF, Feed y LNB) y una unidad Interna, IDU, (Módem Satelital que opera con tecnología IP). Dado que en este sitio sólo se utiliza el acceso a

Internet asimétrico (512 bajada/256 subida) el diagrama muestra el curso de la señal hacia el Satélite y el mismo hacia el Telepuerto de GlobalCrossing en Colombia desde donde se realiza la interconexión de la red satelital hacia la Internet.

Todos los enlaces declarados como microondas en el diagrama son manejados por medio de equipos de marca Mikrotik funcionando en frecuencias de alrededor de 2.4 GHz en bandas de uso libre (no licenciadas). La ventaja de estos equipos es que son modulares y pueden crecer en base a la necesidad, tal es el caso que para el Repetidor 1 del diagrama solamente es necesario aumentar un módulo de interconexión RF y a través de un solo equipo se manejan las conexiones hacia la Esperanza y Tutupali.

El teleconsultorio de Yacuambi cuenta con una computadora de escritorio en donde se tiene instalado el software adecuado para videoconferencia (Skype, MSN, etc). Existe un Voice/Gateway Router ATA Linksys SPA2102 capaz de ofrecer un puerto de conexión FXS en donde se puede conectar un teléfono convencional y por medio del protocolo IP alcanzar a otro teléfono conectado a un equipo de similares características en la red. Además de lo anterior el encaminamiento de paquetes IP y la transmisión de los mismos por microondas se lo hacen a través de los módems de radio/router de la marca Mikrotik.

Los teleconsultorios de La Esperanza y Tutupali manejan la misma topología de red que el teleconsultorio de Yacuambi, es decir una PC de escritorio, un Voice/Gateway Router y un Módem de Radio/Router de marca Mikrotik.

La distribución del direccionamiento IP se ha realizado con el uso de redes privadas y a cada teleconsultorio se le ha asignado una red diferente con máscara de 24 bits, de manera que la administración de las direcciones IPs a futuro sea realizada sin la necesidad de reconfigurar la red, dado que el número de direcciones Ips podrá satisfacer las necesidades de crecimiento de la red.



Figura E.7 Antena Satelital de 1.2 m ubicada en teleconsultorio de Yacuambi



Figura E.8 Vista de la antena Yagi apuntando hacia el Municipio de Yacuambi

Equipos de toma de muestras y el proceso de digitalización implementado para la transmisión de la información.

La atención médica a distancia que se brinda en el teleconsultorio de Tutupali tiene como instrumento central la videoconferencia, apoyado en las herramientas gratuitas de conexión que provee la Internet, entre las más utilizadas tenemos:

- Messenger
- Skype

- Hotmail

Su principal uso consiste en la obtención de una segunda opinión médica, mediante la visualización en tiempo real del paciente.

Adicionalmente cuentan con teléfonos IP que comunican las poblaciones de Tutupali, Yacuambi y La Esperanza, herramienta que permite intercambiar conocimientos y experiencias entre el personal médico.

No se cuenta con equipos de toma de muestras o imágenes, se carece de un sistema de gestión hospitalaria por lo que al momento no se guarda de manera digital un registro o historial médico por cada paciente.



Figura E.9 Equipo médico utilizado en el teleconsultorio de Yacuambi

Conclusiones

- La iniciativa de la UTPL ha permitido conectar poblaciones rurales marginales con centros de estudios locales e internacionales mediante el uso del Internet.
- El formar parte de la red de datos mundial, brinda beneficios al personal médico y técnico, a través de la capacitación permanente, lograda por la investigación individual que realice cada persona o a través de la inclusión en cursos o seminarios dictados ONLINE.
- La combinación del conocimiento médico y de las tecnologías de telecomunicaciones fusionadas a través del servicio de Telemedicina cumplen un papel social al permitir mejorar el nivel de vida de los habitantes de las zonas rurales, mitigando los agentes causantes de enfermedades a través de la difusión de medidas preventivas o mediante el tratamiento oportuno de las enfermedades, tarea realizada por personal médico capacitado y especializado dejando de lado costumbres ancestrales.
- A pesar de que los consultorios visitados que conforman el proyecto Tutupali, no cuentan con instrumentos de diagnóstico y toma de muestras con salida digital de datos, útiles en la telemedicina, se puede apreciar el cambio positivo que genera en la población el contar con medios alternativos de atención médica.

Recomendaciones

- Considerando que el Teleconsultorio del proyecto Tutupali, mantiene un esquema de conexión de red con servicio de enlace a la Internet, se debe aprovechar al máximo esta facilidad, para lo cual se debe establecer contacto entre los centros de estudios que posean trabajos de diseño e implementación de instrumentos de diagnóstico o toma de muestras con salida digital con el propósito de instalarlos y ponerlos a beneficio de la población.
- Iniciar diálogos con organismos del estado (CNT) considerando que en el sector se están desarrollando proyectos de implementación de servicio telefónico haciendo uso de la tecnología fija inalámbrica CDMA, la cual permitiría a través de la adquisición de tarjetas que manejen EVDO (Evolution Data Only) la transmisión de datos, esta mejora sin alterar la infraestructura actual conseguiría disminuir los costos de operación al eliminar el alquiler de los servicios de comunicación satelital e inclusive mejorar los tiempos de respuesta.
- Implementar un sistema integral de bases de datos con el propósito de manejar la información de los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) YAPUR Miguel, Materia de Electrónica Médica, ESPOL ,Guayaquil 2009.
- 2) REVET Bas, DICOM Cook Book for Implementations in Modalities, Philips Medical Systems, Nederland 1997, p. 5
- 3) ZÜRICH Burg, Telemedicine and Teledermatology, Karger, Switzerland 2003, p. 254
- 4) DARKINS Adam y CARY Margaret, Telemedicine and Telehealth Principles, Policies, Performance and Pitfalls, Springer Publishing Company, New York 2000, p. 2-3.
- 5) KOPEC Alberto y SALAZAR Antonio, Aplicaciones de telecomunicaciones en salud en la Subregion Andina Telemedicina, Organización Panamericana de la Salud OPS, Perú 2000, p. 5.
- 6) KOPEC Alberto y SALAZAR Antonio, Aplicaciones de telecomunicaciones en salud en la Subregion Andina Telemedicina, Organización Panamericana de la Salud OPS, Perú 2000, p. 21.
- 7) KOPEC Alberto y SALAZAR Antonio, Aplicaciones de telecomunicaciones en salud en la Subregion Andina Telemedicina, Organización Panamericana de la Salud OPS, Perú 2000, p. 23.
- 8) BERBARI Edward, The Biomedical Engineering Handbook Principles of Electrocardiography: Second Edition, Joshep D. Bronzino, Boca Raton 2000, Capítulo 13.
- 9) YAPUR Miguel y WOLF Maltzahn, Medical Electronics (Electrónica Médica), ESPOL, Guayaquil 1987, p. 1-7.
- 10) BROMFIELD Edward, CAVAZOS José and SIRVEN Joseph, An Introduction to Epilepsy, American Epilepsy Society, West Hartford 2006, Capítulo 1.

- 11) NORRIS A. C., Essentials of Telemedicine and Telecare, Jhon Wiley & Sons Ltd., New Zealand 2002, p. 40.
- 12) NORRIS A. C., Essentials of Telemedicine and Telecare, Jhon Wiley & Sons Ltd., New Zealand 2002, p. 45.
- 13) FOROUZAN Behrouz A., Transmisión de datos y redes de comunicaciones: Segunda Edición, Mc Graw Hill, Madrid 2002, Capítulo 16, p. 453-479.
- 14) WAYNE Vermillion, End to End DSL Architectures, Cisco Press, Indianapolis 2003 Capítulo 1, p12-15
- 15) «What is Router Board». Disponible en: www.mikrotik.com , Septiembre 2010
- 16) «Build broadband connectivity with Motorola's Point-to-Multipoint Wireless Broadband Networks». Disponible en: www.motorola.com/Business/US-EN/Business+Product+and+Services/Wireless+Broadband+Networks/Point-to-Multipoint+Networks/ , Septiembre 2010
- 17) «Actualización de datos de concesionarios de radio, televisión y servicios de audio y video». Disponible en: www.conatel.gov.ec/site_conatel , Septiembre 2010
- 18) FOROUZAN Behrouz A., Transmisión de datos y redes de comunicaciones: Segunda Edición, Mc Graw Hill, Madrid 2002, Capítulo 7, p211-214
- 19) «Visual Studio.NET, versión 2008 Express Edition». Disponible en: www.microsoft.com/express/Downloads/ , Septiembre 2010
- 20) «SQL SERVER 2000. ». Disponible en: www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?familyid=8e2dfc8d-c20e-4446-99a9-b7f0213f8bc5&displaylang=en , Septiembre 2010.
- 21) Mapas de cartografía del Ecuador. Disponibles en: Instituto Geográfico Militar
- 22) Enlaces telefónico y de datos de Ecuador. Disponibles en: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.

23) División política de la provincia de Loja. Disponible en www.gobiernodeloja.gov.ec/ , Septiembre 2010

24) Proyecto Tutupali. Disponible en: www.utpl.edu.ec , Septiembre 2010

25) COUDE Roger, Software para estudios de propagación. Radio Mobile, versión 10.7.9.