

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES  
UTILIZANDO WIMAX Y DRUPAL PARA MEJORA DE LA  
EDUCACIÓN EN LOCALIDADES RURALES DE LA  
PROVINCIA DE CHUPACA, DEPARTAMENTO DE JUNIN**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR:**

**HANS ROMERO MOROTE**

**PROMOCIÓN**

**2012 - I**

**LIMA – PERÚ**

**2014**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES  
UTILIZANDO WIMAX Y DRUPAL PARA MEJORA DE LA  
EDUCACIÓN EN LOCALIDADES RURALES DE LA  
PROVINCIA DE CHUPACA, DEPARTAMENTO DE JUNIN**

### **DEDICATORIA:**

Dedico este trabajo a la persona que siempre está a mi lado, en las buenas y en las malas, en la enfermedad y en la salud, de lejos y de cerca, por mucho tiempo o lo que su trabajo le permite, la que nunca me negó un plato de comida, la que nunca me pidió nada a cambio, la que me parte el alma cada vez que veo en sus ojos una lágrima y la que me llena de felicidad cada vez que en su labios veo una sonrisa. Esto va por ella

**MI MAMÁ**

## **AGRADECIMIENTOS**

En el presente informe, en primer lugar quiero agradecer a Dios por darme la vida.

A mis padres les agradezco el amor, la confianza, sus enseñanzas, el techo, mi vestir y la comida brindada sin ningún interés desde que nací. Gran parte de como soy y las decisiones que tomo es un reflejo de todo lo que aprendí de ustedes.

A mis hermanos la compañía, alegría y comprensión. Sé que para cualquier cosa puedo contar con ustedes.

A mis amigos que siempre me escuchan, me apoyan, me dan sus opiniones, me critican y me ayudan a mejorar.

A la Universidad Nacional de Ingeniería y a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por todos los conocimientos y exigencia académica que me ha preparado para salir al mundo y enfrentarme a todos los retos que encuentre.

A mi asesor el Ingeniero Paul Troncoso Castro por el apoyo para que este trabajo haya llevado adelante.

A todas aquellas personas que confían y creen en mí. Siempre estoy dispuesto a dar cada vez lo mejor de mí.

Para todos ellos: MUCHAS GRACIAS.

## **SUMARIO**

En el presente informe se propone un sistema de comunicaciones para mejorar la calidad de la educación en colegios de nivel primaria y/o secundaria de ocho localidades rurales de la provincia de Chupaca -Junín. Para esto, se presenta una solución integrada que diseña la infraestructura de telecomunicaciones y una aplicación.

La infraestructura de telecomunicaciones tiene una red con un nodo central en la capital de Chupaca conectado con las otras localidades a través de enlaces inalámbricos punto a punto que no superan los 10 km de distancia y usan frecuencias en banda no licenciadas. En cada localidad, se utiliza la tecnología WiMax para que los usuarios finales accedan a la red. Esta tecnología, recomendada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), se escogió porque la instalación es de bajo costo, permite enlaces sin línea de vista (NLOS) y es fácil de instalar.

La aplicación educativa propuesta se diseñó e implementó con un sistema de administración de contenidos de software libre llamado Drupal. La aplicación permite crear, almacenar y organizar las clases, pruebas, tareas, asistencias, notas y pago de pensiones de la institución educativa. El uso de esta aplicación es desde la interfaz web de un teléfono móvil, tableta y/o computador con cualquier Sistema Operativo (Windows, Linux, Android OS o IOS). Desde este navegador, los usuarios se comunican usando el protocolo HTTP con el data center ubicado en la capital de Chupaca, donde está instalada la aplicación.

Este informe hace uso de tecnologías existentes. La contribución de este trabajo es la integración de estas tecnologías con el uso de recomendaciones internacionales para la infraestructura de telecomunicaciones y la aplicación. Además, la propuesta se enfoca en mejorar el sector educativo en las localidades rurales de la provincia de Chupaca - Junín.

# ÍNDICE

<b>SUMARIO .....</b>	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción del Problema.....	3
1.2 Justificación del problema .....	4
1.3 Planteamiento de la solución .....	11
1.4 Objetivos del informe.....	14
1.5 Esquema del informe.....	15
<b>CAPITULO II</b>	
<b>NORMA DE INTEROPERABILIDAD MUNDIAL PARA EL ACCESO POR MICROONDAS .....</b>	<b>16</b>
2.1 Descripción general WiMAX o IEEE 802.16 .....	16
2.1.1 Capa Física .....	19
2.1.2 Capa de Acceso al Medio (MAC) .....	32
2.2 Software de código abierto Drupal.....	33
2.2.1 Beneficios de Drupal .....	35
2.2.2 Pila de tecnologías.....	36
2.2.3 Arquitectura de Drupal .....	38
2.2.4 Conceptos básicos.....	40
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>44</b>
3.1 Diseño del sistema de comunicaciones.....	44
3.1.1 Análisis de la localización .....	44
3.1.2 Diseño de red .....	51
3.1.3 Análisis del dimensionamiento .....	53
3.2 Diseño del aplicativo.....	62
3.2.1 Módulo de clases .....	64
3.2.2 Módulo de pruebas .....	68
3.2.3 Módulo de tareas .....	72

<b>CAPITULO IV</b>	
<b>ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.....</b>	<b>74</b>
4.1	Análisis descriptivo de la solución propuesta ..... 74
4.1.1	Ventajas..... 74
4.1.2	Desventajas..... 75
4.1.3	Consideraciones para la implementación..... 75
4.2	Presupuesto..... 76
4.3	Cronograma..... 77
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO A</b>	
<b>PERFILES DE PROPAGACION DE LOS ENLACES INALAMBRICOS PUNTO A PUNTO</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO B</b>	
<b>PRESUPUESTO DETALLADO DE LA INVERSION .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO C</b>	
<b>CRONOGRAMA DETALLADO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>

## Listado de figuras

<b>Figura 1.1:</b> Resultados de comprensión lectora de la evaluación censal de estudiantes 2013 en porcentajes.....	5
<b>Figura 1.2:</b> Resultados de comprensión lectora de la evaluación censal estudiantes 2013 en porcentajes.....	6
<b>Figura 1.3:</b> Globalización, Tecnologías de Información y Comunicación y los Cambios que se Sugieren en el Sistema Educativo.....	7
<b>Figura 1.4:</b> Hogares con acceso al servicio de internet según ámbito geográfico 2012 - 2013.....	8
<b>Figura 1.5:</b> Mapa Político de la provincia de Chupaca – Departamento de Junín .....	10
<b>Figura 1.6:</b> Estructura general de las redes de banda ancha .....	11
<b>Figura 2.1:</b> Modelo de referencia de los protocolos del estándar IEEE 802.16 .....	18
<b>Figura 2.2:</b> Representación en frecuencia de portadoras ortogonales .....	20
<b>Figura 2.3:</b> Estructura de un símbolo OFDMA en el tiempo .....	21
<b>Figura 2.4:</b> Estructura del símbolo OFDMA en el dominio de la frecuencia .....	22
<b>Figura 2.5:</b> Ejemplo de una región de datos en OFDMA .....	23
<b>Figura 2.6:</b> Diferencia entre OFDM y OFDMA.....	23
<b>Figura 2.7:</b> Esquema general de la trama TDD en WiMax .....	24
<b>Figura 2.8:</b> Estructura de trama OFDMA con duplexado TDD.....	25
<b>Figura 2.9:</b> Esquema de procesos utilizados para la codificación del canal.....	27
<b>Figura 2.10:</b> Diagrama de modulación dinámica de una estación base.....	28
<b>Figura 2.11:</b> Diversos esquemas de diversidad para mejora de la SNR.....	29
<b>Figura 2.12:</b> Diversidad espacio tiempo de Alamouti .....	30
<b>Figura 2.13</b> Representación de la codificación en bloque espacio tiempo.....	30
<b>Figura 2.14:</b> Representación gráfica del Beamforming.....	31
<b>Figura 2.15:</b> Representación de la multiplexación espacial .....	32
<b>Figura 2.16:</b> Stack de tecnologías necesarias en el desarrollo de Drupal.....	37
<b>Figura 2.17:</b> Capas de la arquitectura del sistema Drupal.....	38
<b>Figura 3.1:</b> Mapa georreferenciado de las localidades que se van a beneficiar .....	47
<b>Figura 3.2:</b> Análisis para escoger una coordenada en Google Earth .....	47

<b>Figura 3.3:</b> Topografía de la zona geográfica de las localidades beneficiarias .....	48
<b>Figura 3.4:</b> Georreferenciación de las coordenadas para las casetas de las torres .....	49
<b>Figura 3.5:</b> Esquema básico de los enlaces punto a punto .....	49
<b>Figura 3.6:</b> Enlaces punto a punto propuestos en el informe.....	50
<b>Figura 3.7:</b> Enlaces punto a multipunto propuestos .....	51
<b>Figura 3.8:</b> Esquema descriptivo del nodo central y la interconexión con el ISP .....	51
<b>Figura 3.9:</b> Topología de red de la propuesta .....	52
<b>Figura 3.10:</b> Sistema de energía para los nodos de distribución.....	55
<b>Figura 3.11:</b> Sistema de energía para los nodos de acceso.....	56
<b>Figura 3.12:</b> Módulos que forman parte de YACHACHIY .....	62
<b>Figura 3.13:</b> Presentación de cursos en YACHACHIY.....	62
<b>Figura 3.14:</b> Interfaz gráfica de un curso y sus contenidos asociados.....	63
<b>Figura 3.15:</b> Calendario de actividades por curso.....	63
<b>Figura 3.16:</b> Interfaz gráfica de administración de la asignación de docentes por curso y sección.....	64
<b>Figura 3.17:</b> Interfaz gráfica de una clase .....	65
<b>Figura 3.18:</b> Interfaz gráfica de una clase y detalle del índice .....	65
<b>Figura 3.19:</b> Interfaz gráfica del formulario de creación de clase .....	66
<b>Figura 3.20:</b> Interfaz gráfica para ingresar un video en la clase .....	66
<b>Figura 3.21:</b> Interfaz gráfica del editor de texto .....	67
<b>Figura 3.22:</b> Interfaz gráfica de administración de contenido propio .....	67
<b>Figura 3.23:</b> Interfaz gráfica de contenidos multimedia.....	68
<b>Figura 3.24:</b> Interfaz gráfica de la lista de pruebas .....	68
<b>Figura 3.25:</b> Interfaz gráfica de los resultados de las pruebas .....	69
<b>Figura 3.26:</b> Interfaz gráfica de las opciones de aleatoriedad .....	69
<b>Figura 3.27:</b> Interfaz gráfica de las opciones de orden .....	70
<b>Figura 3.28:</b> Interfaz gráfica del formulario de creación y configuración de preguntas....	70
<b>Figura 3.29:</b> Interfaz gráfica de la lista de pruebas .....	71
<b>Figura 3.30:</b> Interfaz gráfica de una prueba .....	71
<b>Figura 3.31:</b> Interfaz gráfica de una prueba en desarrollo .....	72
<b>Figura 3.32:</b> Interfaz gráfica de la lista de tareas .....	72
<b>Figura 3.33:</b> Interfaz gráfica de una tarea.....	73
<b>Figura 3.34:</b> Interfaz gráfica de calificación de tareas.....	73
<b>Figura 4.1:</b> Diagrama de Gant resumen de la instalación del sistema de comunicaciones propuesta.....	77

<b>Figura 4.2:</b> Diagrama de Gant de las actividades requeridas para la instalación de los nodos de distribución .....	78
<b>Figura 4.3:</b> Diagrama de Gant de las actividades requeridas para la instalación de los nodos de acceso, core y del aplicativo .....	79
<b>Figura A.1:</b> Perfil y detalles del enlace CHUPACA - SAN JUAN DE ISCOS .....	83
<b>Figura A.2:</b> Perfil y detalles del enlace CHUPACA - HUAMANCACA CHICO .....	84
<b>Figura A.3:</b> Perfil y detalles del enlace VISTA ALEGRE - ISCOS.....	85
<b>Figura A.4:</b> Perfil y detalles del enlace VISTA ALEGRE - PATARCOCHA.....	86
<b>Figura A.5:</b> Perfil y detalles del enlace PATARCOCHA - CHONGOS BAJO .....	87
<b>Figura A.6:</b> Perfil y detalles del enlace VISTA ALEGRE -AHUAC.....	88
<b>Figura A.7:</b> Perfil y detalles del enlace AHUAC - HUARISCA GRANDE .....	89
<b>Figura C.1:</b> Diagrama de Gant de las actividades requeridas para la instalación de la propuesta.....	94

## Listado de tablas

<b>Tabla 1.1:</b> Puntaje de las pruebas PISA 2012. Presenta a los 10 países mejores ubicados, los países de américa latina y el caribe y los 2 últimos del ranking .....	4
<b>Tabla 1.2:</b> Hogares que tienen acceso a Internet, según área de residencia. Trimestre Enero-Febrero-Marzo 2012-2013 .....	8
<b>Tabla 1.3:</b> Población de 6 años y más que usa Internet por tipo de actividad que realiza. Año: 2007-2012 y Trimestre: 2011 - 2013 .....	9
<b>Tabla 1.4:</b> Tecnologías utilizadas par a la banda ancha .....	12
<b>Tabla 1.5:</b> Número de conexiones de banda ancha por tecnología y medio de acceso ..	12
<b>Tabla 2.1:</b> Características básicas de los diferentes estándares WiMax .....	17
<b>Tabla 2.2:</b> Definición de símbolo y SLOT para OFDMA .....	22
<b>Tabla 2.3:</b> Esquemas de modulación y codificación soportados por WiMax .....	27
<b>Tabla 2.4:</b> Esquemas usuales en situación favorable y desfavorable.....	28
<b>Tabla 3.1:</b> Listado detallado de localidades a beneficiar en la propuesta.....	44
<b>Tabla 3.2:</b> Listado detallado de instituciones educativas a beneficiar en la propuesta ....	45
<b>Tabla 3.3:</b> Listado de cantidad de colegios por localidad .....	45
<b>Tabla 3.4:</b> Coordenadas de las localidades a beneficiar .....	46
<b>Tabla 3.5:</b> Listado de coordenadas para las casetas por localidad .....	48
<b>Tabla 3.6:</b> Propuesta de asignación de sub-redes por VLAN .....	53
<b>Tabla 3.7:</b> Detalle de nodos por categoría.....	53
<b>Tabla 3.8:</b> Cantidad de equipamiento y velocidad a brindar por institución beneficiaria ..	58
<b>Tabla 3.9:</b> Dimensionamiento de velocidad mínima soportar por los enlaces.....	59
<b>Tabla 3.10:</b> Dimensionamiento de velocidad de interconexión .....	59
<b>Tabla 3.11:</b> Parámetros considerados para el transmisor y receptor.....	60
<b>Tabla 3.12:</b> Distancias y niveles de recepción de los enlaces punto a punto.....	60
<b>Tabla 3.13:</b> Estaciones base y CPE utilizados por localidad.....	61
<b>Tabla 3.14:</b> Perdida de potencial de acuerdo al material que atraviesa .....	61
<b>Tabla 4.1:</b> Presupuesto resumen sin IGV y porcentajes con respecto al total .....	76
<b>Tabla B.1:</b> Presupuesto detallado de los nodos de distribución .....	91
<b>Tabla B.2:</b> Presupuesto detallado del nodo central.....	91

<b>Tabla B.3:</b> Presupuesto detallado de los nodos de acceso .....	92
--	----

## **INTRODUCCIÓN**

La educación es un factor importante en el desarrollo económico de un país debido a que incrementa la productividad del trabajo. Sin embargo, según cifras de la Organización para las Naciones Unidas (ONU), en el 2010 América Latina contabilizó 591 millones de habitantes, de los cuales el 18% corresponde a jóvenes entre los 15 y 24 años, de los cuales cerca de 20 millones no estudian ni trabajan. En el Perú el problema es mayor aún, de acuerdo a la Evaluación Censal de Estudiantes 2013 realizada por el Ministerio de Educación y aplicada a los alumnos del segundo grado de primaria, en el 2013 sólo 10 y 6 alumnos de cada 100 alumnos de una escuela rural alcanzaron los aprendizajes esperados para el grado en comprensión de textos y matemáticas, respectivamente, y se registraron diferencias significativas según tipos de escuela y zona geográfica.

Las tecnologías de información y comunicación (TICs) han demostrado ser el camino para mejorar la educación de una nación, debido a que permiten que alumnos y docentes interactúen con más fluidez sin importar el tiempo y la distancia. Adicionalmente, las tecnologías de información y comunicación (TICs) son la puerta al mundo globalizado en el que vivimos hoy en día y esto permite mayor dinamismo en el intercambio de información. Al tener mayor información, las personas pueden tomar mejores decisiones y al tener mejores decisiones obtienen mejores recompensas, lo que ayuda a su desarrollo personal y social.

Para que se pueda utilizar las TICs de manera óptima son necesarios varios factores de los cuales se pueden resaltar 3: la infraestructura de sistemas de telecomunicación, las aplicaciones y los programas de educación en el uso correcto de las TICs.

Con respecto a la infraestructura de telecomunicación en el Perú la penetración del servicio de internet en localidades rurales es del 5,2 por ciento de acuerdo al Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones 2013, un estudio realizado por

el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL. Por otra parte, la mejora de este índice es un reto complejo que es responsabilidad de varios sectores como los operadores, los proveedores, el FITEL, el OSIPTEL y la universidad, donde se deben plantear las soluciones más adecuadas para la mejora del sector.

Adicionalmente, si la infraestructura se desarrolla y no las aplicaciones sería como tener un caño sin agua. Esto quiere decir que debemos desarrollar soluciones integrales que involucran el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones y el desarrollo de aplicaciones específicas para tener un impacto real en los usuarios finales.

En sintonía con lo anterior, el presente informe propone una solución para el mejoramiento académico de las instituciones educativas pertenecientes a localidades rurales de la provincia de Chupaca, departamento de Junín, usando un sistema integrado tanto a nivel de infraestructura de telecomunicaciones como a nivel de aplicación.

Con respecto a la infraestructura de telecomunicaciones se utiliza una red de comunicaciones con enlaces de radio punto a punto entre las diversas localidades, un nodo central donde estará el datacenter y estaciones base WiMax para el acceso de las instituciones de educación. Por otro lado, con respecto a la aplicación, se ha desarrollado una herramienta web, basada en el sistema de administración de contenidos (CMS) y voy a ver para almacenar y gestionar con mejor prestación los contenidos académicos y administrativos de las instituciones educativas a beneficiar.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA**

En este capítulo se detalla la problemática relacionada al sector educativo que se discute en este informe y se plantea una propuesta de solución al mismo.

### **1.1 Descripción del problema**

La calidad educativa del Perú es muy baja comparada con la de otros países; y más aún en las zonas rurales. Este problema es muy amplio, complejo y depende de muchos aspectos como la gestión académica y la gestión administrativa. Adicional a esto, el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) han demostrado ser el camino adecuado para mejorar estos aspectos. Sin embargo, el uso de estas tecnologías en las zonas rurales de nuestro país en la práctica no se da.

Teniendo en cuenta lo anterior, el problema que se va a tratar en este informe es:

*“La falta de uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) para mejorar la gestión académica y administrativa en las instituciones educativas de nivel secundario de zonas rurales.”*

Este problema a su vez se divide en 2 partes. Primero, de acuerdo a la posibilidad de las instituciones educativas rurales en acceder a una red de banda ancha tenemos que:

*“No existe la infraestructura necesaria de sistemas de telecomunicación de banda ancha en las zonas rurales.”*

Segundo, de acuerdo a la necesidad en las instituciones educativas rurales de utilizar las tecnologías de información y comunicación (TICs) existe un:

*“Desconocimiento del uso y beneficios de las tecnologías de información y comunicación (TICs) para mejorar la gestión académica y administrativa.”*

Estos problemas traen como consecuencia que el poblador rural no esté dispuesto a invertir su tiempo ni dinero en tecnología que no le va a servir y aun llegue a entender su importancia simplemente no pueda acceder por la lejanía y el elevado costo.

## 1.2 Justificación del problema

Para justificar que el nivel educativo es muy bajo nos remitimos al Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) del 2012 elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la cual evalúan las áreas de comprensión de texto, matemáticas y ciencias, y se aplica a los estudiantes de 15 años de edad. En esta prueba el Perú ha obtenido 368 puntos en Matemáticas, 284 en lectura y 373 en Ciencias, ubicándose en el último puesto del ranking, de un total de 66 países que representan el 80% de la población mundial. Los detalles se muestran en el cuadro a continuación.

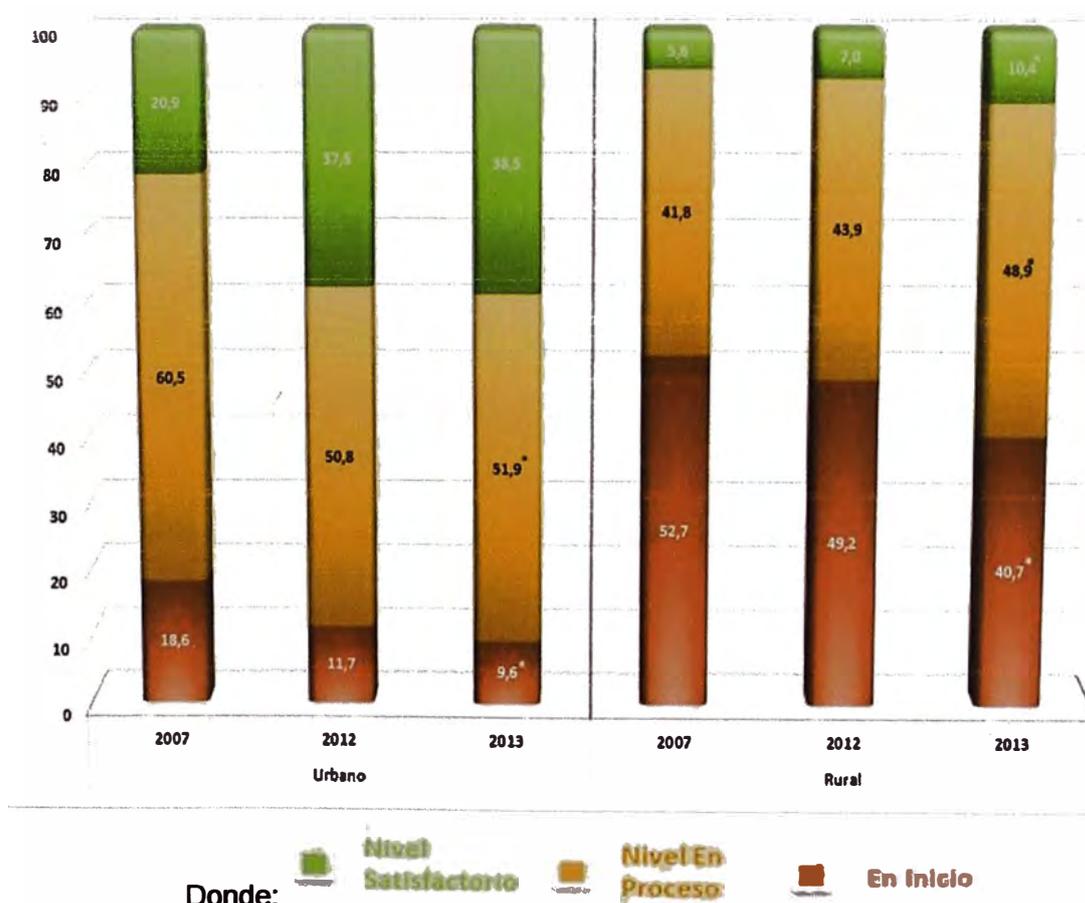
**Tabla 1.1:** Puntaje de las pruebas PISA 2012. Presenta a los 10 países mejores ubicados, los países de América Latina y el Caribe y los 2 últimos del ranking. Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

<b>Puesto</b>	<b>País</b>	<b>Matemáticas</b>	<b>Lectura</b>	<b>Ciencias</b>
1	Shanghái-China	613	570	580
2	Singapur	573	542	551
3	Hong Kong-China	561	545	555
4	Taipéi	560	523	523
5	Corea del Sur	554	536	538
6	Macao-China	538	509	521
7	Japón	536	538	547
8	Liechtenstein	535	516	525
9	Suiza	531	509	515
10	Holanda	523	511	522
26	OCDE	494	496	501
52	Chile	423	441	445
54	México	413	424	415
56	Uruguay	409	411	416
57	Costa Rica	407	441	429
59	Brasil	391	410	405
60	Argentina	388	396	406
63	Colombia	376	403	399
65	Indonesia	375	396	382
66	Perú	368	384	373

Dentro del marco nacional, el Ministerio de Educación realizó la Evaluación Censal de Estudiantes en el 2013 que se aplicó a alumnos de segundo grado de primaria con una cobertura del 99% de las instituciones a nivel nacional. En esta evaluación sólo

10 y 6 alumnos de localidades rurales de cada 100 alcanzaron los aprendizajes esperados en comprensión de texto y matemáticas, respectivamente.

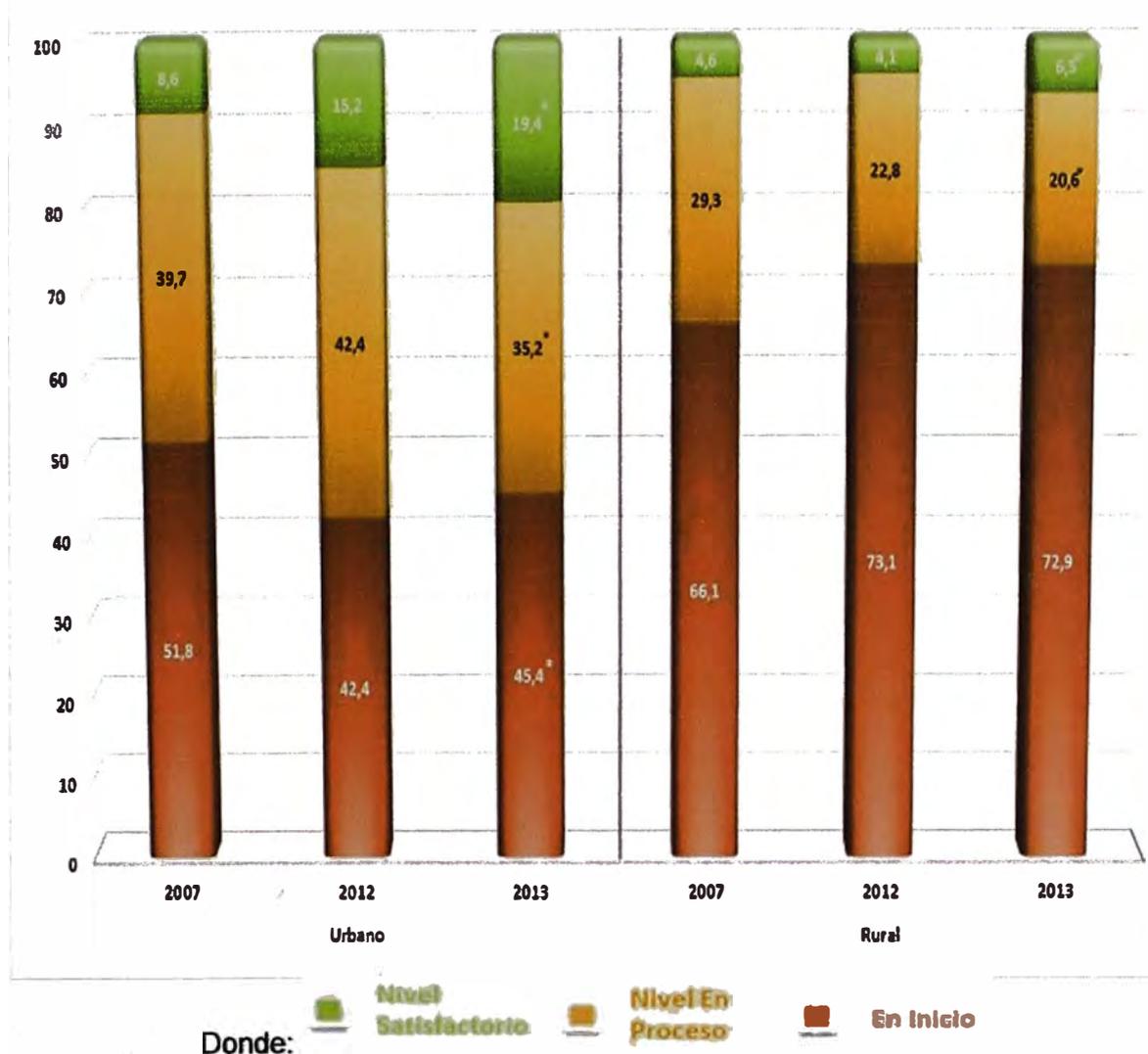
En la siguiente imagen se muestra los resultados de la evaluación de comprensión lectora clasificado por ubicación geográfica, es decir zonas urbanas y zonas rurales. Además, se detalla una comparación entre los resultados alcanzados los años 2007, 2012 y 2013 donde apreciamos que el porcentaje de alumnos con nivel satisfactorio ha subido con respecto a los años anteriores pero todavía es bajo ya que solo representa el 10.4% del total.



**Figura 1.1:** Resultados de comprensión lectora de la evaluación censal de estudiantes 2013 en porcentajes.

Fuente: Ministerio de Educación.

De la misma forma, en la siguiente figura se muestra los resultados de la prueba de matemática por zona geográfica y comparada con los resultados de años anteriores. En este rubro la cantidad de alumnos con nivel satisfactorio para el año 2013 representa el 6.5% del total, el cual es menor que el resultado en comprensión lectora.

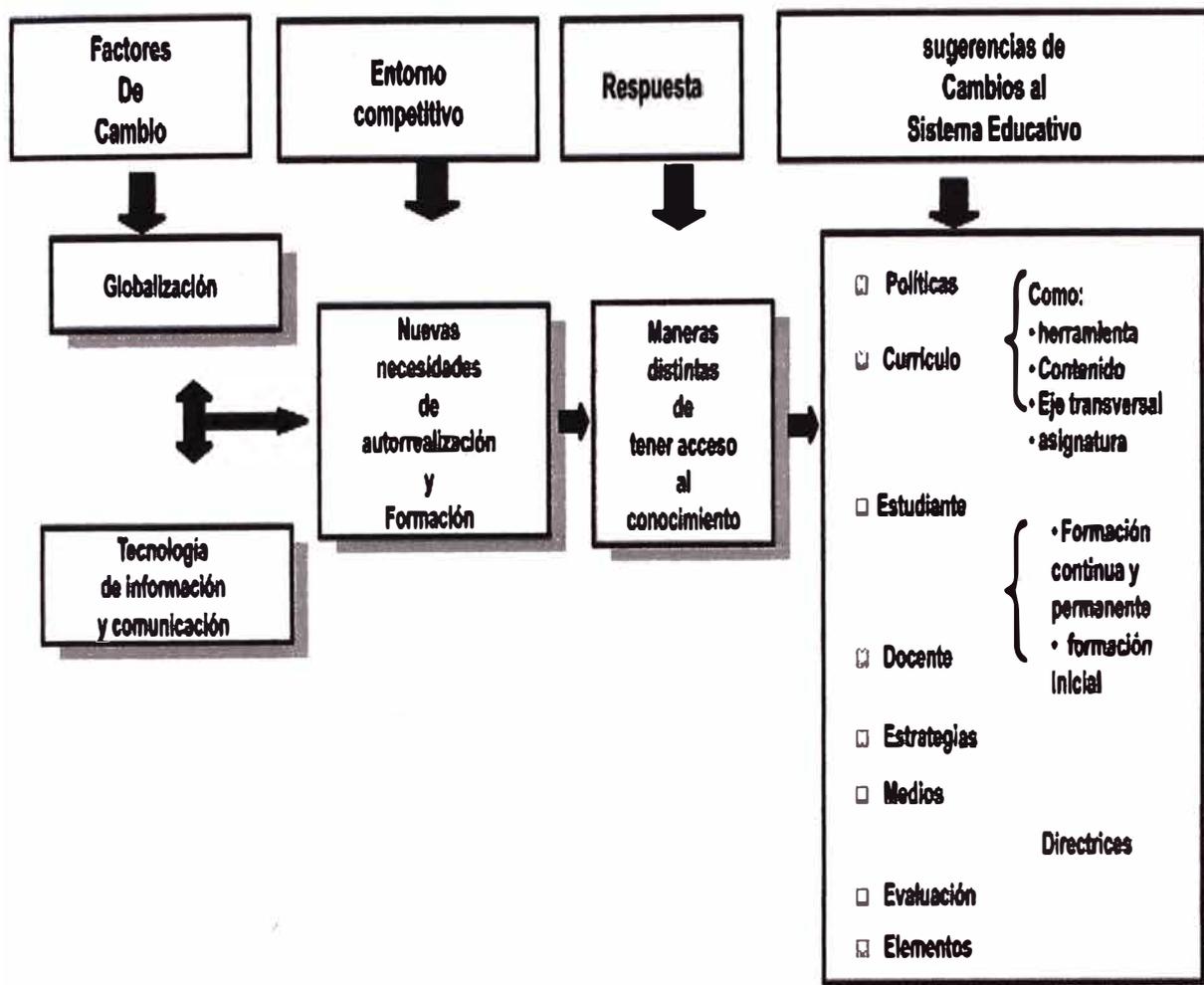


**Figura 1.2:** Resultados de matemáticas de la evaluación censal estudiantes 2013 en porcentajes.

Fuente: Ministerio de Educación.

El uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) de acuerdo a diversos estudios tiene un impacto significativo en la gestión académica y administrativa de la educación. Las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en Ingles) por su parte, ha mencionado que *“Los rápidos progresos de las tecnologías de la información y la comunicación modifican la forma de elaboración, adquisición y transmisión de conocimientos”*.

En la figura 1.3 se resumen algunos de los cambios provocados por la presencia de la globalización y las Tecnologías de información y Comunicación, algunas implicaciones y sugerencias en el entorno educativo como cambio en las políticas educativas, diversidad en los contenidos ofrecidos y mejor didáctica de los docentes.



**Figura 1.3:** Globalización, Tecnologías de Información y Comunicación y los Cambios que se Sugieren en el Sistema Educativo.

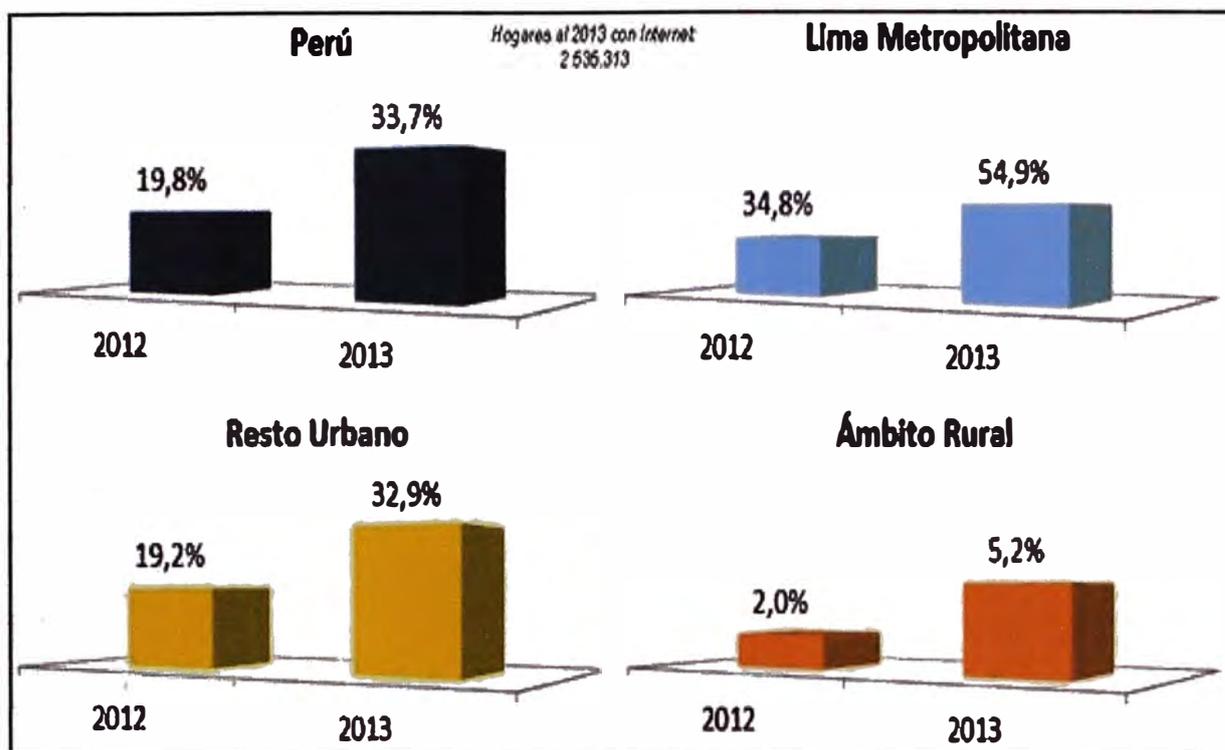
Fuente: "La Globalización y las Nuevas tecnologías de Información" de Roberto Reboloso Gallardo.

Por otra parte, en las zonas rurales como se ha manifestado, no existe el uso de las tecnologías de información y comunicación (TICs). Para justificar esta afirmación se presenta las siguientes razones:

1. No existe la infraestructura de sistemas de telecomunicación de banda ancha. Prueba de esto es el indicador de penetración del servicio de internet en localidades rurales. De acuerdo al Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones 2013, un estudio realizado por el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones OSIPTEL, la penetración del servicio de internet en localidades rurales es de 5,2 por ciento.

En la siguiente figura se muestra los detalles de los resultados de esta encuesta a

nivel departamental, solo en lima y de acuerdo al ámbito geográfico urbano o rural.



**Figura 1.4:** Hogares con acceso al servicio de internet según ámbito geográfico 2012 – 2013.

Fuente: Encuesta Residencial de los servicios de telecomunicaciones 2013 – OSIPTEL.

Adicional y corroborando lo anterior, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Hogares - ENAHO realizada por el INEI y correspondiente al primer trimestre del año 2013 los hogares que tienen acceso a internet representan el 0,6%. Los detalles se muestran en la siguiente figura:

**Tabla 1.2:** Hogares que tienen acceso a Internet, según área de residencia. Trimestre Enero-Febrero-Marzo 2012-2013.

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

Área de residencia	Ene-Feb-Mar. 2012 P/	Ene-Feb-Mar. 2013 P/	Variación absoluta (En puntos porcentuales)
<b>Total</b>	17,3	25,5	8,2
Lima Metropolitana	31,2	44,1	12,9
Resto urbano 1/	17,3	25,9	8,6
Área rural	0,9	0,6	-0,3

1/ No incluye Lima Metropolitana.

P/ Preliminar.

2. Existe un desconocimiento del uso y beneficios de las tecnologías de información y

comunicación para mejorar la gestión académica y administrativa en las instituciones educativas. Para justificar esto veamos las actividades que realiza la población usuaria de internet en la encuesta ENAHO del primer trimestre del 2013, donde observamos que sólo el 9,3% de los internautas recurren a internet para actividades relacionadas a educación formal y actividades de capacitación. En la siguiente figura se muestran los detalles:

**Tabla 1.3:** Población de 6 años y más que usa Internet por tipo de actividad que realiza. Año: 2007-2012 y Trimestre: 2011 – 2013.

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

Año / Trimestre	Comunicarse (e-mail, chat, etc)	Obtener información	Actividades de Entretenimiento (juego de video, obtener películas, música, etc).	Educación formal y actividades de capacitación	Operaciones en banca electrónica y otros servicios financieros	Transacciones (Interactuar) con organizaciones estatales, autoridades públicas.
<b>Indicadores anuales</b>						
2007	74,4	79,1	35,8	7,4	3,8	2,4
2008	74,8	84,6	45,4	9,0	4,5	3,5
2009	75,7	88,5	60,2	13,7	6,7	5,8
2010	75,4	91,3	63,9	10,5	5,7	6,5
2011	75,9	91,6	66,2	8,8	5,6	6,6
2012	78,4	92,7	67,1	8,3	5,9	6,4
<b>Indicadores trimestrales</b>						
<b>2011</b>						
Ene-Feb-Mar	77,3	85,3	68,4	8,7	5,1	7,4
Abr-May-Jun	75,7	93,0	66,8	8,7	5,8	6,3
Jul-Ago-Set	75,1	93,3	64,9	9,2	6,2	6,2
Oct-Nov-Dic	76,4	94,1	65,7	8,1	5,4	7,1
<b>2012 PI</b>						
Ene-Feb-Mar	78,5	87,7	68,4	7,9	6,6	7,8
Abr-May-Jun	77,4	94,4	67,3	6,3	5,8	5,1
Jul-Ago-Set	78,1	94,2	67,0	9,6	5,8	5,7
Oct-Nov-Dic	78,4	92,5	68,1	10,0	5,9	6,4
<b>2013 PI</b>						
Ene-Feb-Mar	81,2	88,2	67,9	9,3	7,0	6,2
<b>Variación Absoluta</b>						
Ene-Feb-Mar13 / Ene-Feb-Mar12	2,7	0,5	-0,5	1,4	0,4	-1,6

PI Preliminar.

En este informe el área de estudio considerada es la provincia de Chupaca del

Departamento de Junín se encuentra ubicado al sur oeste del Valle del Mantaro, a orillas del río Cunas a 8 kilómetros al oeste de Huancayo. Tiene una extensión de 1,153.05 km<sup>2</sup> y con una población que asciende aproximadamente 60 mil habitantes. Cuenta con 9 distritos, 17 juntas vecinales y 26 comités del programa de vaso de leche.



**Figura 1.5:** Mapa Político de la provincia de Chupaca – Departamento de Junín.  
Fuente: Pagina Web Municipalidad Provincial de Chupaca.

En síntesis, se ha justificado por los indicadores mostrados la necesidad de desarrollo de redes de banda ancha y concientización del beneficio y usos de las tecnologías de información y comunicación para mejorar la calidad en la gestión

académica y administrativa en las zonas rurales.

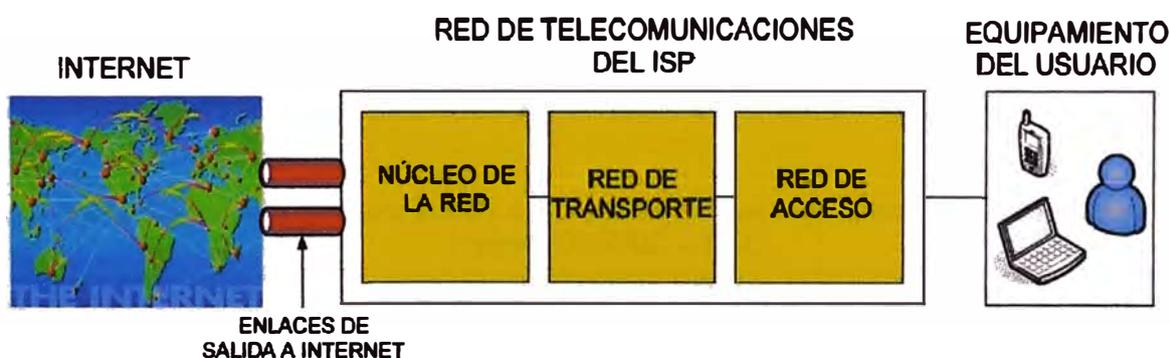
### 1.3 Planteamiento de la solución

En el numeral anterior hemos justificado que el problema principal a su vez depende de 2 sub-problemas importantes que podemos resumir como:

- Necesidad de infraestructura de un sistema de telecomunicaciones para el acceso de banda ancha para los pobladores rurales.
- Necesidad de aplicativos para la mejora gestión académica y administrativa en las instituciones educativas.

En consecuencia, el presente informe propone una solución integral a cada uno de los sub-problemas planteados. Por un lado se plantea el diseño de un sistema de telecomunicaciones para solucionar los problemas de infraestructura y por otro lado el desarrollo de un aplicativo para solucionar los problemas de gestión educativa en sí.

En el diseño del sistema de telecomunicaciones de banda ancha propuesto se tiene en cuenta el esquema general de las redes de banda ancha que se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1.6:** Estructura general de las redes de banda ancha.  
Fuente: Plan Nacional para el desarrollo de la Banda Ancha.

Para la red de transporte se ha evaluado el uso de fibra óptica, enlaces satelitales y enlaces microondas. De estas opciones, se ha elegido el uso de enlaces microondas con saltos punto a punto debido a que es una solución económica, permite asegurar el tráfico demandado en la propuesta y es de fácil despliegue, en particular si consideramos que las zonas rurales están dispersas y alejadas de las zonas urbanas.

En la red de acceso se ha evaluado diversas alternativas actualmente

desplegadas. En ese sentido, de acuerdo a la Dirección General de Regulación y Asuntos Socio-ambientales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones existen diversas tecnologías que hoy en día se utilizan en el Perú.

**Tabla 1.4:** Tecnologías utilizadas para la banda ancha.  
Fuente: DGRAIC – MTC.

Tipo de Medio	Medio de Acceso	Tecnología más usada en el Perú	Velocidades típicas en el Perú	Infraestructura necesaria
Alámbrico	Medios Ópticos: Fibra óptica	Líneas dedicadas	Hasta 1 Gbps	Ductos subterráneos, postes.
	Medios Eléctricos: par de cobre, cable coaxial, otros	ADSL, DOCSIS (Cable Módem), Líneas dedicadas	Hasta 5 Mbps	Ductos subterráneos, postes.
Inalámbrico	Redes terrestres	Líneas dedicadas, WiMax, UMTS, HSPA.	Hasta 2 Mbps	Torres de telecomunicaciones y antenas
	Redes satelitales	VSAT	Hasta 512 Kbps	No requiere

De acuerdo al plan de banda ancha realizado por el ministerio de comunicaciones vemos la distribución que tiene cada una de estas tecnologías.

**Tabla 1.5:** Número de conexiones de banda ancha por tecnología y medio de acceso.  
Fuente: DGRAIC – MTC.

Tecnología/Medio de Acceso	Conexiones de Banda Ancha	Porcentaje (%)
<b>Banda Ancha fija</b>	<b>990,950</b>	<b>75.99%</b>
ADSL	891,644	68.37%
Cable-módem	67,866	5.20%
WiMAX	16,853	1.29%
Línea dedicada (alámbrica + inalámbrica)	10,565	0.89%
VSAT	3,507	0.27%
Otros (Inalámbrico fijo)	515	0.04%
<b>Banda Ancha Móvil</b>	<b>313,115</b>	<b>24.01%</b>
<b>Total</b>	<b>1'304,065</b>	<b>100.00%</b>

Por otra parte, las zonas rurales tienen la característica de que las instituciones y

viviendas de los pobladores se encuentran dispersas. Consecuentemente, una solución de acceso por medios alámbricos no sería adecuada desde el punto de vista económico. Adicionalmente, y teniendo en cuenta las tendencias de tecnologías inalámbricas y a las capacidades brindadas tenemos como posibles alternativas utilizar la tecnología *Long Term Evolution (LTE)* o la tecnología *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX)*.

Refiriéndose nuevamente a la parte económica, LTE está diseñada para mejorar las capacidades de las actuales redes de telefonía inalámbrica por lo que si se parte del hecho que actualmente existe una red implementada, no hay duda que es la mejor opción. Ya que no sería nada eficiente reemplazar toda la infraestructura existente; sin embargo, esto último no es el escenario que estamos tratando. Además, el costo de una estación base LTE es muy cara en comparación de una estación base WIMAX. Finalmente, LTE ha sido optimizado para trabajar en bandas licenciadas lo que da un costo adicional para mantener la banda; por otro lado, WIMAX si permite despliegues en banda no licenciada lo que permite ahorrar costos.

Para terminar este análisis, desde su concepción WIMAX ha sido diseñado para atender los requerimientos de zonas rurales mientras que LTE está más orientado a satisfacer mayores expectativas en zonas urbanas con mayor cantidad de usuarios.

*Teniendo en cuenta estos factores se propone una red punto multipunto y de amplia cobertura utilizando el estándar IEEE 806.16d o WiMax Fijo por ser la solución de fácil instalación y bajo costo.*

Para solucionar la problemática de aplicativos, vemos que hoy en día se busca la mayor satisfacción del usuario final lo que ha hecho que aparezca el concepto de *software as a service*. Este concepto, tiene como consigna que el usuario escoja, utilice y cambie el aplicativo que desee sin perder la información que haya generado. Para entender mejor el concepto, es como cuando uno escoge con que operador de telefonía involucrarse teniendo en cuenta que podrá cambiarse cuando desee. Esto es algo revolucionario, ya que permite mayor dinamismo del mercado cibernético, ya que más personas están comenzando a crear y diseñar sus propios servicios y de esta manera mejores recompensas.

Otro aspecto importante es que las aplicaciones tienden a ser multiplataforma; es

decir, se ejecutan en cualquier dispositivo y sistema operativo. Teniendo en cuenta este aspecto, podemos reducir la orientación del aplicativo a generar un aplicativo en la web ya que podrá ejecutarse desde cualquier plataforma y dispositivo. En consecuencia, podemos comenzar desde cero o utilizar algún sistema de administración de contenidos (CMS - Content Management System en inglés). Un CMS es un conjunto de herramientas que permiten armar un proyecto web multipropósito. Actualmente son 3 los sistemas de administración de contenidos gratuitos de más uso: WordPress, Joomla y Drupal.

Cualquiera de estos 3 sistemas de administración de contenidos tiene temas (diseños web ya armados) e incluso funcionalidades básicas implementadas. Sin embargo, se ha escogido Drupal por tres fuertes razones. La primera es que Drupal tiene la mayor cantidad de módulos y distribuciones predefinidas para cualquier tipo de proyecto web. En segundo lugar, Drupal es el sistema más flexible, lo que permite modificar fácilmente cualquier aspecto funcional del sitio. Y finalmente porque Drupal es el CMS con mayor cantidad de usuarios en su desarrollo, usuarios que interactúan en una comunidad dentro de la cual se comparten los conocimientos y desarrollos que practican.

La interacción que genera un aplicativo web nativo permite encontrar contenido bajo demanda, es decir existe un servidor web donde se almacena la información y los usuarios que requieran acceder a esta realizan una petición mediante la interfaz web de sus navegadores. Esto de por sí manejado con el orden adecuado permite el desarrollo de un sistema de gestión a nivel académico y a nivel administrativo. Sin embargo, muchas veces para la mejor comprensión de los alumnos va ser necesario la guía de un tutor en tiempo real. Para satisfacer esta necesidad, es necesario añadir un sistema de comunicación en tiempo real orientado a la educación.

*En sintonía con lo expuesto, se ha optado por el desarrollo de un sistema local para la gestión académica y administrativa utilizando una herramienta de código abierto que no tiene costo alguno como es Drupal. Esta herramienta permitirá crear un sistema de interacción bajo demanda o en tiempo real para satisfacer las demandas requeridas.*

#### **1.4 Objetivos del informe**

Dentro del desarrollo de este informe se tiene en claro los objetivos a cubrir. Consecuente a los problemas analizados y soluciones planteadas, el objetivo principal de este informe es:

***“Mostrar una propuesta técnica para mejorar la calidad de enseñanza en siete localidades rurales de la provincia de Chupaca, departamento de Junín, utilizando un sistema de telecomunicaciones con tecnología de acceso WiMax y el desarrollo de un aplicativo basado en Drupal.”***

Para dar cumplimiento al objetivo principal planteado se plantean abarcar los siguientes objetivos secundarios:

- Dar una descripción de las características y beneficios de WiMax y Drupal.
- Plantear un diseño de red y una arquitectura de software que cumpla con las expectativas de rendimiento.
- Analizar el mejor esquema de funcionamiento de WiMax de acuerdo a las recomendaciones para zonas rurales.
- Realizar un balance de los resultados encontrados y recomendación de futuros trabajos.

### **1.5 Esquema del informe**

Este informe está organizado de la siguiente manera:

- En el capítulo 2 se dará los fundamentos teóricos de WiMax y Drupal.
- En el capítulo 3 se realiza el diseño de la solución tanto a nivel de arquitectura de red como a nivel de aplicación. Cabe resaltar que se realiza el análisis de localización, el diseño de red y el análisis de dimensionamiento para la infraestructura, energía, equipos de comunicaciones y demás consideraciones que conlleva la propuesta.
- En el capítulo 4 se realizan un análisis descriptivo de la solución propuesta, se presenta un presupuesto y un cronograma para implementar la solución propuesta.
- Luego, en el capítulo 5 se muestran las conclusiones obtenidas.
- Finalmente en los últimos capítulos se muestran las recomendaciones y los trabajos futuros que se pueden realizar a partir de este informe.

## **CAPITULO II**

### **NORMA DE INTEROPERABILIDAD MUNDIAL PARA EL ACCESO POR MICROONDAS**

#### **II.1 Descripción general WiMAX o IEEE 802.16**

WiMax o IEEE 802.16 es un estándar elaborado por el IEEE en respuesta a la demanda de un sistema wireless de banda ancha y de largo alcance. Es así que el sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R) ha aprobado y aceptado al desarrollo de WiMAX como parte de las recomendaciones de las Comunicaciones Móviles Internacionales y Comunicaciones Móviles Internacionales Avanzadas (IMT-2000 y IMT-Advance por sus siglas en Ingles).

WiMax ha sufrido mejoras importantes desde su primera publicación en 1998:

- Primero apareció el IEEE 802.16 diseñado para trabajar en el rango de frecuencias de 10 a 60 GHz, los enlaces necesitaba de línea de vista (LOS) y con topología punto-multipunto.
- Luego se mejoró a IEEE 802.16a porque el sistema anterior trabaja en frecuencias muy altas y una sola portadora lo que solo permitían receptores fijos. En esta mejora los enlaces estaban diseñados para trabajar entre 2 y 11 GHz, se utiliza varias portadoras con modulación OFDM y se agregó la posibilidad de una topología malla.
- El 2004 WiMax Fórum, una organización industrial sin ánimo de lucro creada para permitir la interoperabilidad de fabricantes, adoptó la mejorada especificación IEEE 802.16d o WiMax Fijo que utilizaba 256 portadoras en OFDM.
- Caso similar al anterior, el 2005 WiMax Fórum adopta la especificación IEEE 802.16e o WiMax Móvil el cual soporta hasta 2048 portadoras que se puede asignar a cada usuario mediante OFDMA.

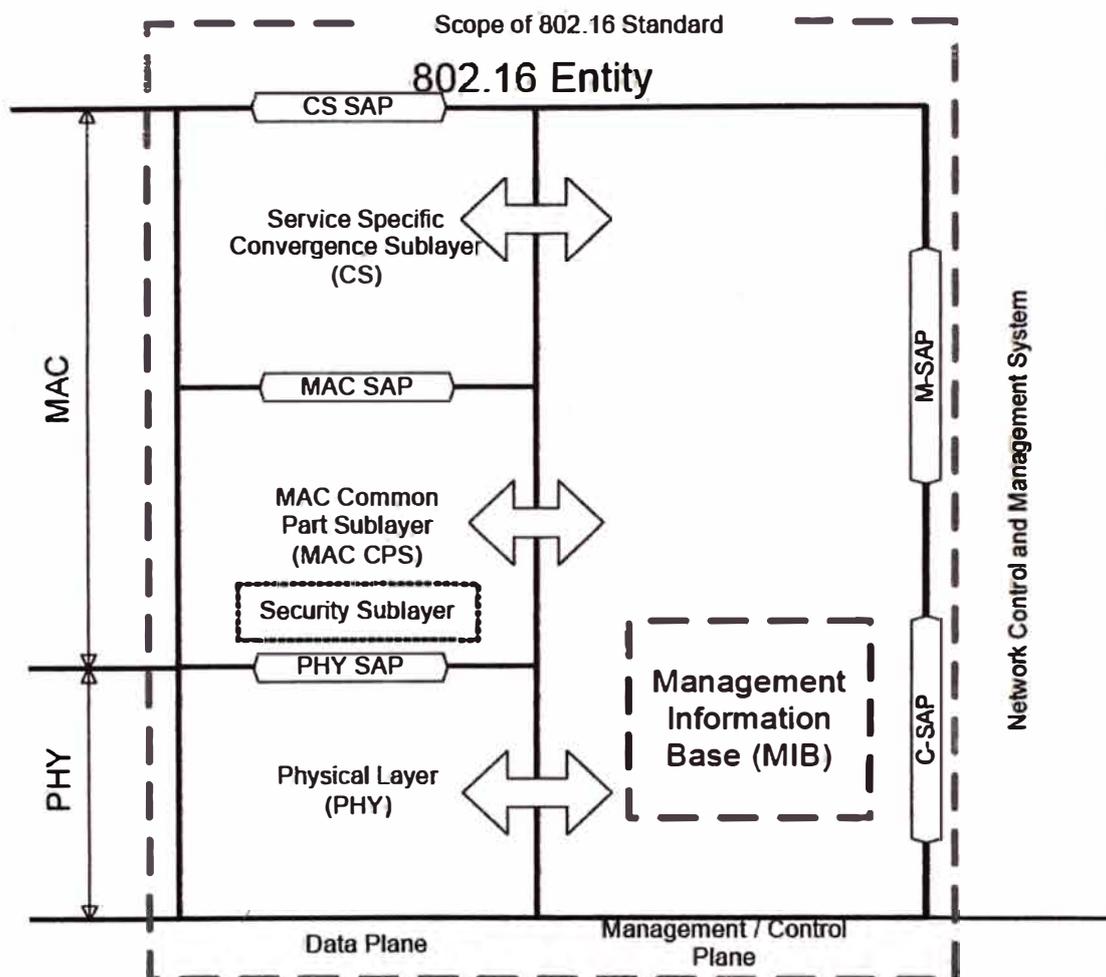
Para una mejor distinción de las características se presenta la siguiente figura, donde se muestra una tabla comparativa de las variantes que ha tenido IEEE.802.16 desde que apareció.

**Tabla 2.1: Características básicas de los diferentes estándares WiMax.**  
**Fuente: Fundamentals of WiMAX - Understanding Broadband Wireless Access.**

	802.16	802.16-2004	802.16e-2005
<b>Estado</b>	Completado Diciembre 2001	Completado Junio 2004	Completado Diciembre 2005
<b>Banda de Frecuencia</b>	10GHz-66GHz	2GHz-11Ghz	2GHz-11GHz para fijo; 2GHz-6GHz para móvil
<b>Aplicación</b>	LOS fija	NLOS fija	NLOS fija i móvil
<b>Arquitectura MAC</b>	PTM <sup>13</sup> , malla	PTM, malla	PTM, malla
<b>Esquema de Transmisión</b>	Solo 1 portadora	256 subportadoras OFDM	OFDM escalable (OFDMA) con 128, 256, 512, 1024 o 2048 subportadoras
<b>Modulación</b>	QPSK <sup>14</sup> , 16QAM <sup>15</sup> , 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM
<b>Velocidad de transmisión</b>	32 Mbps-134.4 Mbps	1Mbps-75 Mbps	1Mbps-75 Mbps
<b>Multiplexado</b>	Burst TDM/TDMA	Burst TDM/TDMA/OFDM/OFDMA	Burst TDM/TDMA/OFDM/OFDMA
<b>Duplexado</b>	TDD <sup>16</sup> i FDD <sup>17</sup>	TDD i FDD	TDD i FDD
<b>Anchos de banda de canal</b>	20MHz, 25 MHz, 28 MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 7MHz, 14MHz, 1.25MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 8.75MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 7MHz, 14MHz, 1.25MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 8.75MHz
<b>Designación interfaz aérea</b>	WirelessMAN-SC	WirelessMAN-OFDM	WirelessMAN-OFDMA
<b>Implementación WiMAX</b>	Ninguna	256-OFDM	OFDMA escalable

Este informe utiliza el estándar WiMax Fijo-Móvil. En consecuencia, esta parte muestra una descripción del funcionamiento específico de WiMax Fijo-Móvil como tecnología inalámbrica de acceso al medio (WirelessMAN - Wireless Media Access Network en inglés) en entornos rurales.

WiMax tiene especificaciones para utilizar el aire como interfaz, incluyendo para esto detalles del nivel de control de acceso al medio (MAC layer) y el nivel físico (PHY layer) referentes al modelo OSI, de sistemas para el acceso inalámbrico fijo o móvil de banda ancha. Tal como se muestra en la siguiente figura, la arquitectura de protocolos de WiMax también tiene detalles para la seguridad, servicios específicos, control y gestión de la red.



**Figura 2.1:** Modelo de referencia de los protocolos del estándar IEEE 802.16.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

Las especificaciones a nivel MAC están diseñadas para soportar las diversas especificaciones del nivel físico (PHY). Las diferentes variantes del nivel físico y de WiMax en general dependen principalmente de las bandas de frecuencia de radio a utilizar. Estas variantes son:

- Bandas licenciadas 10-66 GHz.
- Frecuencias debajo de 11 GHz.
- Frecuencias no licenciadas debajo de 11 GHz, principalmente 5-6 GHz.

En este informe se trabaja con la última variante debido a que la recomendación WiMax reafirma que esta variante está diseñada para ser utilizada en entornos rurales. El funcionamiento es similar al de las frecuencias licenciadas, adicional a esto se tienen consideraciones con respecto a la potencia irradiada que exigen las regulaciones, las interferencias y la coexistencia. Dentro de estas consideraciones encontramos

mecanismos como la selección dinámica de frecuencias (DFS - Dynamic Frequency Selection en inglés) para cumplimiento de las normas.

### **II.1.1 Capa Física**

WiMax utiliza el acceso al medio mediante división de frecuencias ortogonales como mecanismo para utilizar el aire como medio de acceso (WirelessMAN - OFDMA PHY). Este mecanismo es el recomendado para trabajar con frecuencias no licenciadas debajo de 11 GHz.

#### **a.- Beneficios y características de OFDMA**

El acceso al medio mediante división de frecuencias ortogonales (OFDMA) es una técnica de los sistemas de telecomunicaciones que permite que varias estaciones suscriptoras o estaciones móviles utilicen las subportadoras que el sistema les asigne.

Los principales beneficios de usar OFDMA son:

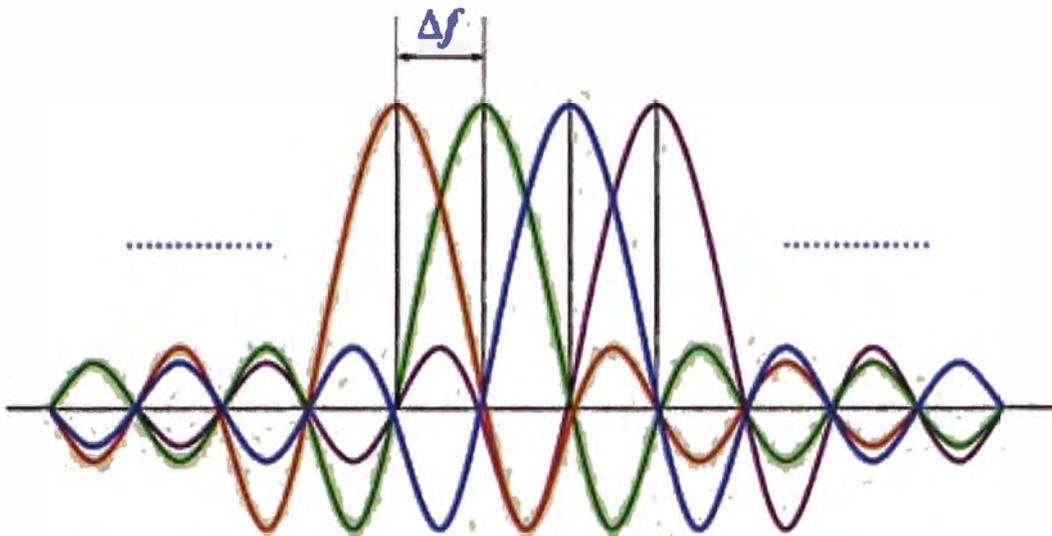
- Permite un ahorro de costos debido a la eficiencia en el uso del espectro. Múltiples usuarios de forma simultánea si estos operan a baja velocidad
- Permite comunicaciones en escenarios sin visión directa (NLOS). OFDM es robusto ante las interferencias entre símbolos (ISI - intersymbol interference en inglés) producidas por el efecto multicamino
- Se simplifica el acceso múltiple al canal, reduciendo la probabilidad de colisión.
- La implementación de transmisores y receptores es fácil por necesitar FFT e IFFT simples.

Desde un punto de vista técnico acceso al medio mediante división de frecuencias ortogonales (OFDMA) tiene las siguientes características:

#### **Ortogonalidad y uso de la transformada rápida de Fourier (FFT)**

El principio fundamental de OFDMA es que utiliza portadoras que son ortogonales unas a otras. Debido a que las portadoras son ortogonales no existe bandas entre portadoras, ni interferencia intercanal. Además es más fácil para el diseño de transmisores y receptores ya que no es necesario un filtro por cada subcanal.

Para conseguir la ortogonalidad se parte de la duración de cada símbolo que se desea transmitir. Sea  $T_s$  segundos duración de un símbolo cada portadora debe estar con un espaciado mínimo de  $k \cdot T_s$  donde  $k$  es un entero positivo.



**Figura 2.2:** Representación en frecuencia de portadoras ortogonales.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

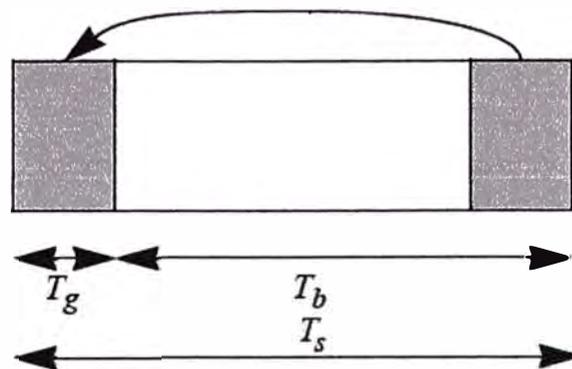
Si se considera que se utilizan  $N$  portadoras, entonces el ancho de banda a utilizar será  $N \Delta f$  Hz. Como vemos de esta forma se consigue un eficiente uso del espectro doble del valor teórico requerido de Nyquist.

Se sabe desde 1960 muchos de los principios y ventajas de trabajar con frecuencias ortogonales. No es hasta nuestros días que ha cobrado un desarrollo importante para las comunicaciones de banda ancha debido principalmente a la mejora sustancial de la velocidad de proceso y bajo costo de los microprocesadores digitales. En ese sentido, la tecnología desarrollada el día de hoy permite una fácil implementación del algoritmo de transformada rápida de Fourier (FFT) en los receptores y transmisores.

### **Símbolo OFDMA en el dominio del tiempo**

La transformada inversa de Fourier IFFT genera una señal de onda con duración conocida como tiempo de símbolo útil. Una copia de este tiempo de longitud conocida como prefijo cíclico es usada para recoger el multitrayecto mientras se mantiene la ortogonalidad. De esta manera las muestras para realizar la FFT en el receptor pueden ser tomadas de cualquier lugar fuera de la longitud del símbolo extendido. De esta manera se provee la inmunidad al fenómeno de multicamino.

En la siguiente figura se muestra la estructura de un símbolo OFDMA y se resalta el tiempo de guarda  $T_g$ , que se repite en la parte inicial.



**Figura 2.3:** Estructura de un símbolo OFDMA en el tiempo.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

Al tener inmunidad ante el multitrayecto se elimina la interferencia intersimbólica (ISI). OFDMA envía un grupo de símbolos de baja velocidad de forma paralela. Este esquema es mucho mejor que utilizar grupos de símbolos de alta velocidad en forma serial, debido a que este último esquema es propenso a sufrir interferencia intersimbólica (ISI).

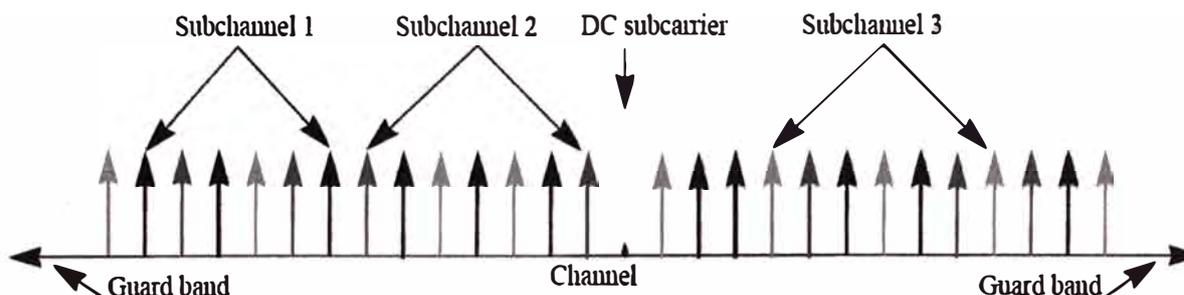
#### **Símbolo OFDMA en el dominio de la frecuencia**

El símbolo OFDMA en el dominio de la frecuencia está conformado por subportadoras que son determinadas por el tamaño de la FFT. Estas portadoras pueden ser de 3 tipos:

- Subportadoras de información
- Subportadoras piloto para propósitos de estimación
- Portadoras nulas o que no se transmiten, usadas para las bandas de guarda y la portadora DC.

Adicional a esto cuando existe acceso al medio de diversos usuarios se forman subconjuntos de subportadoras, cada una de las cuales representa a un canal que será asignado a diferentes o al mismo usuario. Cabe resaltar que estos subconjuntos no necesariamente son adyacentes.

En la siguiente figura se muestra la estructura del símbolo OFDMA en el dominio de la frecuencia. Se puede observar una portadora central, 2 bandas de guarda a los costados y un conjunto de frecuencias ortogonales no continuas para cada canal debido que permiten que la información sea más robusta a la propagación.



**Figura 2.4:** Estructura del símbolo OFDMA en el dominio de la frecuencia.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

Esta técnica permite soportar escalabilidad, múltiple acceso y procesamiento avanzado de arreglo de antenas.

OFDMA usa frecuencias intercanal (interleaving en inglés) para separar los canales de información. Como resultado se mejora la resistencia a condiciones donde el canal de frecuencia es selectivo, condiciones producidas principalmente por el fenómeno multitrayecto que genera el fading. Para entender mejor su funcionamiento, veamos un ejemplo: Si parte del ancho de banda de un canal no es encontrado en el receptor, la frecuencias intercanal permite que los bits que se encuentren en el ancho de banda perdido sean dispersos y de esta manera el decodificador puede corregir los errores con mayor facilidad.

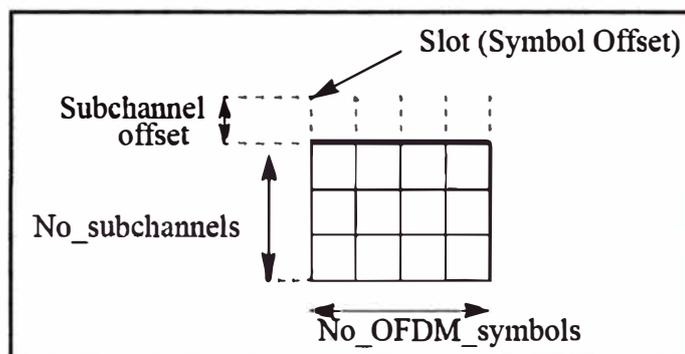
### Slot y región de datos

Un slot en OFDMA es la mínima unidad de datos que requiere tanto una dimensión de tiempo y como de subcanal para ser considerada como tal. Adicional a esto la definición de slot depende de la estructura del símbolo, el cual varía en el enlace de subida (UP-Link) o en el enlace de bajada (DOWN-Link) y cuando se usa todos los subcanales (FUSC), se usa parte de ellos (PUSC), o cuando se usa permutaciones distribuidas y adyacentes de subportadoras.

**Tabla 2.2:** Definición de símbolo y SLOT para OFDMA.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

Estructura del símbolo	Definición de SLOT
DL FUSC y DL optional FUSC	un subcanal y un símbolo OFDMA
DL PUSC	un subcanal y dos símbolos OFDMA
UL PUSC	un subcanal y tres símbolos OFDMA
Permutación adyacente de subportadoras	un subcanal y 2,3 o 6 símbolos OFDMA

En OFDMA una región de datos es la asignación bidimensional de un grupo de subcanales continuos en un grupo continuo de símbolos OFDMA. Una asignación bidimensional puede ser visualizada como un rectángulo en la siguiente figura.

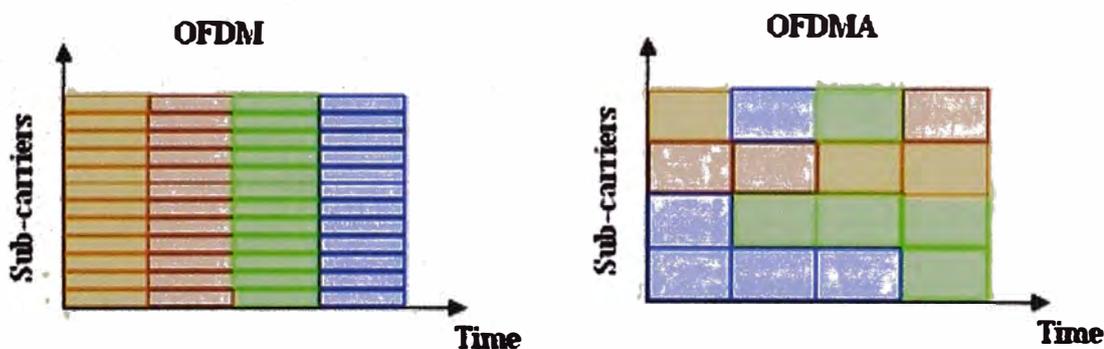


**Figura 2.5:** Ejemplo de una región de datos en OFDMA.

Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

### Diferencia con OFDM

En muchas ocasiones se suele confundir con OFDM, la diferencia principal es la asignación que se da a los usuarios. Mientras en OFDM todas las portadoras se asignan a un usuario en específico, en OFDMA el sistema determina los usuarios y la cantidad de portadoras que se asignará a cada uno. Para mayor detalle ver el gráfico adjunto.

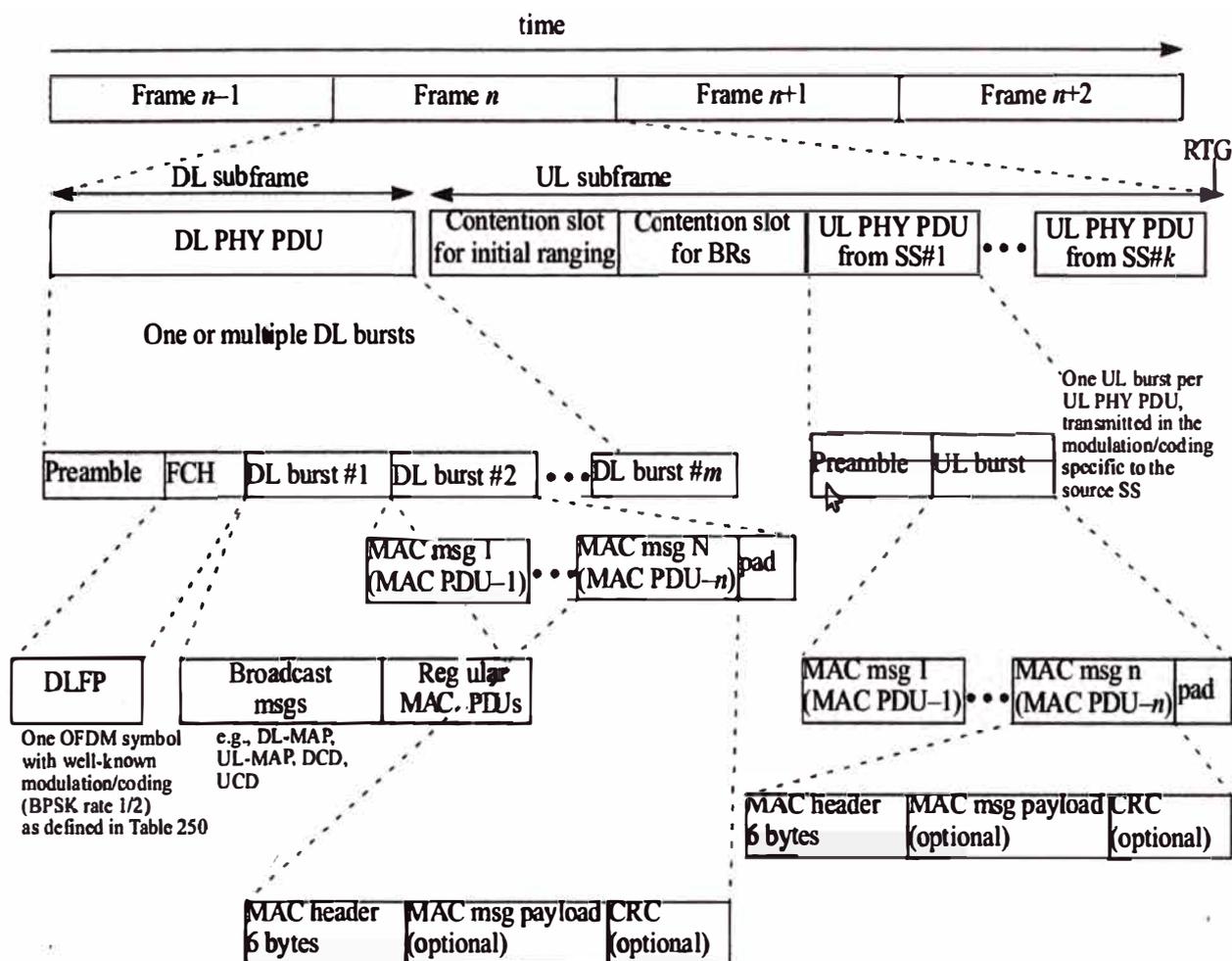


**Figura 2.6:** Diferencia entre OFDM y OFDMA

Fuente: <http://www.atdi.us.com/generalWimax.php>

### b.- Estructura de la trama

Un slot es la unidad mínima en tiempo y frecuencia que puede contener un número entero de símbolos OFDM. Una serie de slots forma la región de datos del usuario que puede variar de acuerdo a la calidad de servicio (QoS) que se asigne a los usuarios. Además de los datos de usuario es necesario utilizar slots para la administración y control del enlace. En consecuencia, todas estas partes forman lo que se conoce como trama.



**Figura 2.7:** Esquema general de la trama TDD en WiMax.

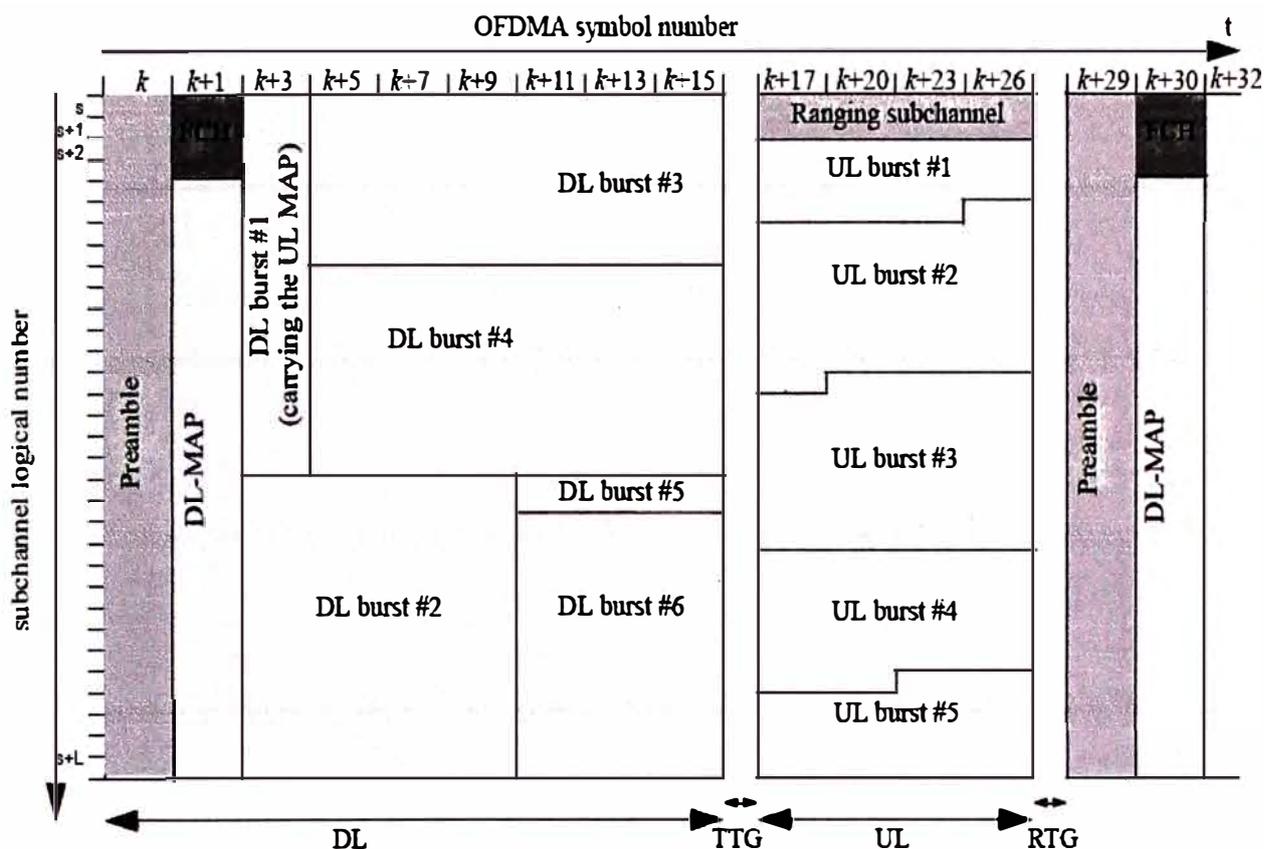
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

En WiMax la trama está formada por 1 trama downlink y otra trama uplink. Adicionalmente utiliza el duplexado por división de tiempo (TDD), es decir cuando la estación base se comunique con cada estación suscriptor se utiliza slots de tiempo para separar las señales de ida y retorno.

Las ventajas de utilizar duplexado TDD son:

- Mayor flexibilidad para escoger las velocidades de downlink y uplink debido a que se pueden tener enlaces asimétricos.
- Menor complejidad en los equipos ya que opera en una sola banda frecuencia.

Teniendo en cuenta estos beneficios vamos a ver en detalle cómo es la trama que utiliza duplexado TDD.



**Figura 2.8:** Estructura de trama OFDMA con duplexado TDD.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

La trama de downlink contiene solo un DownLink Paket Data Unit y se organiza de la siguiente manera.

- **Preámbulo:** Sirve para operaciones de la capa física como la sincronización de la frecuencia y estimación inicial del canal.
- **Cabecera de control de trama (Frame Header Control - FHC en inglés):** Provee información de configuración para la longitud de los mensajes MAP, el esquema de modulación/codificación y las subportadoras a utilizar. Además contiene el prefijo de trama para el enlace de bajada (DownLink Frame Prefix - DLFP en inglés) para especificar los perfiles de ráfaga (burst profiles en inglés) de uno o varios burts profiles que siguen al FCH.
- **Burts:** Son los PDUs que transportan la información a las estaciones suscriptoras. Pueden ser uno a más con diferentes esquemas de modulación y codificación que se asigna a cada usuario o estación de suscripción de acuerdo a la negociación al establecer la conexión. Cada burst tiene una cadena donde el primero que entra es atendido (first come first served - FCFS en inglés) la cual determina envía los paquetes

hasta que se quede sin recursos para ese burst. Teóricamente los burst pueden tener un tamaño dinámico pero para permitir la interoperabilidad los proveedores de equipo manejan hasta un margen de 5ms por burst.

El primer burst puede o contener mensajes de broadcast es decir para todas las estaciones suscriptoras que pueden ser:

- El mapeo de bajada (DownLink Map - DL-MAP en inglés): Indican la duración, localización y perfil de ráfaga dentro de la trama downlink lo cual permite a las estaciones suscriptoras o usuarios saber a qué trama deberían decodificar. Este mensaje es necesarios para todos los usuarios por lo tanto se transmiten con baja velocidad obtenida con la modulación BPSK y una tasa de codificación  $\frac{1}{2}$ , en caso de WiMax móvil con aplicaciones de Volp el sistema puede optar por sub mensajes MAP pequeños de alta velocidad.
- El mapeo de subida (UpLink Map - UL-MAP en inglés): Indica el subcanal, localización de slots, ancho de banda de acuerdo a las peticiones dinámicas y otra información para la trama del enlace de subida a ser tomada en cuenta en el futuro por las estaciones suscriptoras que envíen información de retorno.
- Descripción del canal de bajada (DownLink Channel Description - DCD en inglés) es transmitida por la estación base (BS) en intervalos periódicos.
- Descripción del canal de subida (UpLink Channel Description - UCD en inglés) es transmitida por la estación base (BS) en intervalos periódicos.

Por otra parte la trama de subida contiene 2 porciones reservadas para la gestión y uno o varios Up-Link Packet Data Units (PDUs):

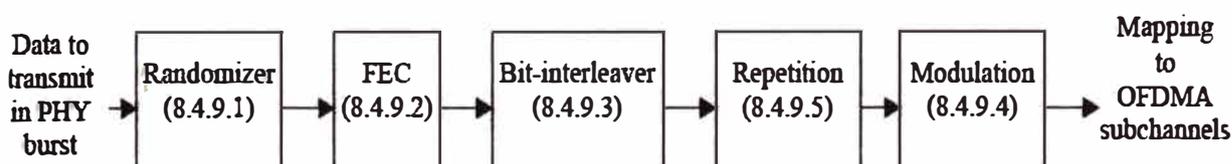
Región de contención para la sincronización (CR - Contention Region): Es útil para ajustar la potencia, el tiempo, la frecuencia de lazo cerrado y justificar la petición de uso de canal dedicado ya que la cantidad de datos a utilizar es pequeña.

Contención para petición de ancho de banda (CBR - Contention for Bandwidth Request).

Un adicional a lo expuesto es que WiMax permite incorporar preámbulos más pequeños para ser utilizados en escenarios donde el terminal móvil tiene grandes velocidades.

### c.- Codificación del canal

Para la codificación de canal OFDMA realiza diversos procesos que incluye: Randomización, codificación FEC, intercalación de bits, repetición y modulación.



**Figura 2.9:** Esquema de procesos utilizados para la codificación del canal.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

- **Randomización:** Este bloque permite generar código extra para rellenar las partes que no estén asignadas de información.
- **Codificación FEC:** Este bloque de codificación permite controlar los errores en la transmisión de datos. OFDMA utiliza los algoritmos de convolución de código y opcionalmente los turbo códigos para conseguir este objetivo.
- **Intercalación de bits:** Este bloque permite dar mayor robustez a la codificación FEC debido a que evita que si existen errores no sean de datos contiguos.
- **Repetición:** En caso sea necesario el envío de señales ya sea por atenuación de la señal o pérdida de la misma, este bloque se encarga de repetir la generación del código utilizado.
- **Modulación:** Este bloque utiliza diversas constelaciones para adaptar el código binario a las señales OFDMA y de esta manera puedan viajar por el aire. En la siguiente tabla se muestra las modulaciones y codificaciones soportadas.

**Tabla 2.3:** Esquemas de modulación y codificación soportados por WiMax.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

	Downlink	Uplink
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM, BPSK	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Codificación	Obligatorio: Códigos Convolucionales de $\frac{1}{2}$ , $\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$ o $\frac{5}{6}$ Opcional: Turbo Códigos convolucionales de $\frac{1}{2}$ , $\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$ , $\frac{5}{6}$ ; códigos de repetición de $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{3}$ , $\frac{1}{6}$ , LDPC y Reed Solomon	Obligatorio: Códigos Convolucionales de $\frac{1}{2}$ , $\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$ o $\frac{5}{6}$ Opcional: Turbo Códigos convolucionales de $\frac{1}{2}$ , $\frac{2}{3}$ , $\frac{3}{4}$ , $\frac{5}{6}$ ; códigos de repetición de $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{3}$ , $\frac{1}{6}$ , LDPC

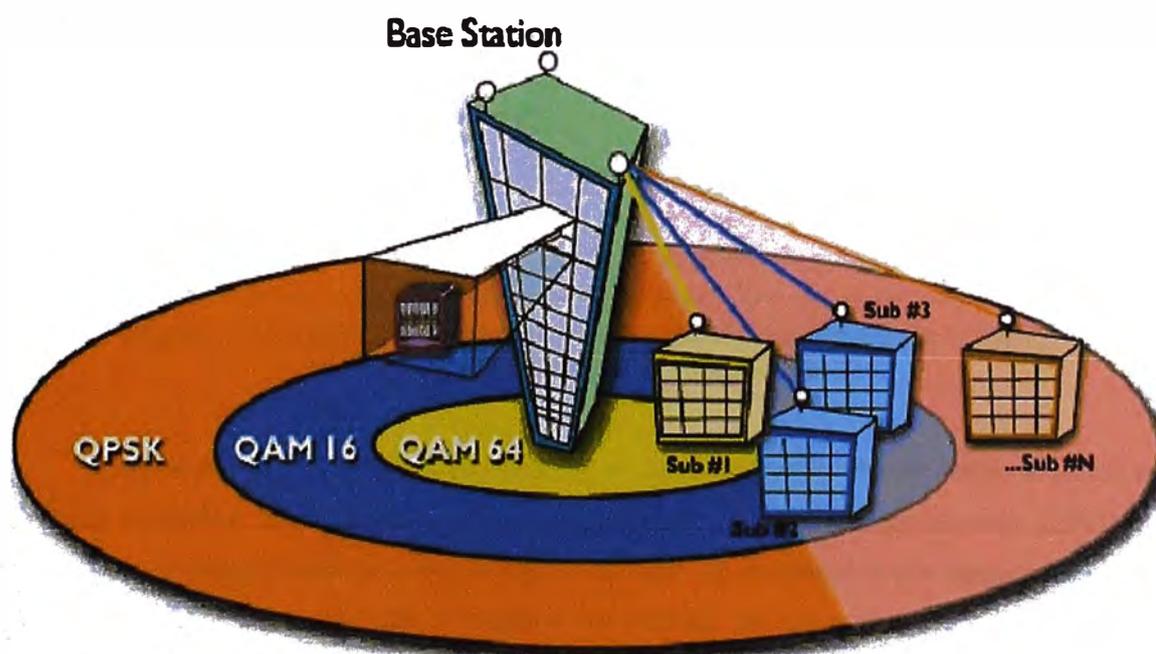
Es necesario resaltar que WiMax utiliza una técnica de modulación y codificación FEC adaptativa para mejorar aún más la resistencia a diversas condiciones del medio de transmisión. Para esto el receptor recoge la información del enlace downlink y la envía al transmisor medio por un canal de retorno conocido como (CQICH). La información del enlace se representa con la relación Señal-Ruido (SNR). En consecuencia, de acuerdo al parámetro SNR el transmisor puede optar por utilizar la mejor combinación:

Para tener una idea de cómo se toma esta elección, es usual que se elija la modulación que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2.4:** Esquemas usuales en situación favorable y desfavorable.  
Fuente: IEEE Standard Air Interface for Broadband Wireless Access Systems.

SNR	Codificación FEC	Modulación
SNR mayor al umbral Condiciones favorables	Códigos convolucionales $\frac{3}{4}$	64QAM
SNR menor al umbral Condiciones desfavorables	Códigos convolucionales $\frac{1}{2}$ Turbo Códigos	BPSK

En la práctica se puede observar que el comportamiento de la SNR varía de acuerdo a la distancia de la estación base. En ese sentido una idea gráfica de la modulación adaptativa se muestra en el siguiente diagrama:

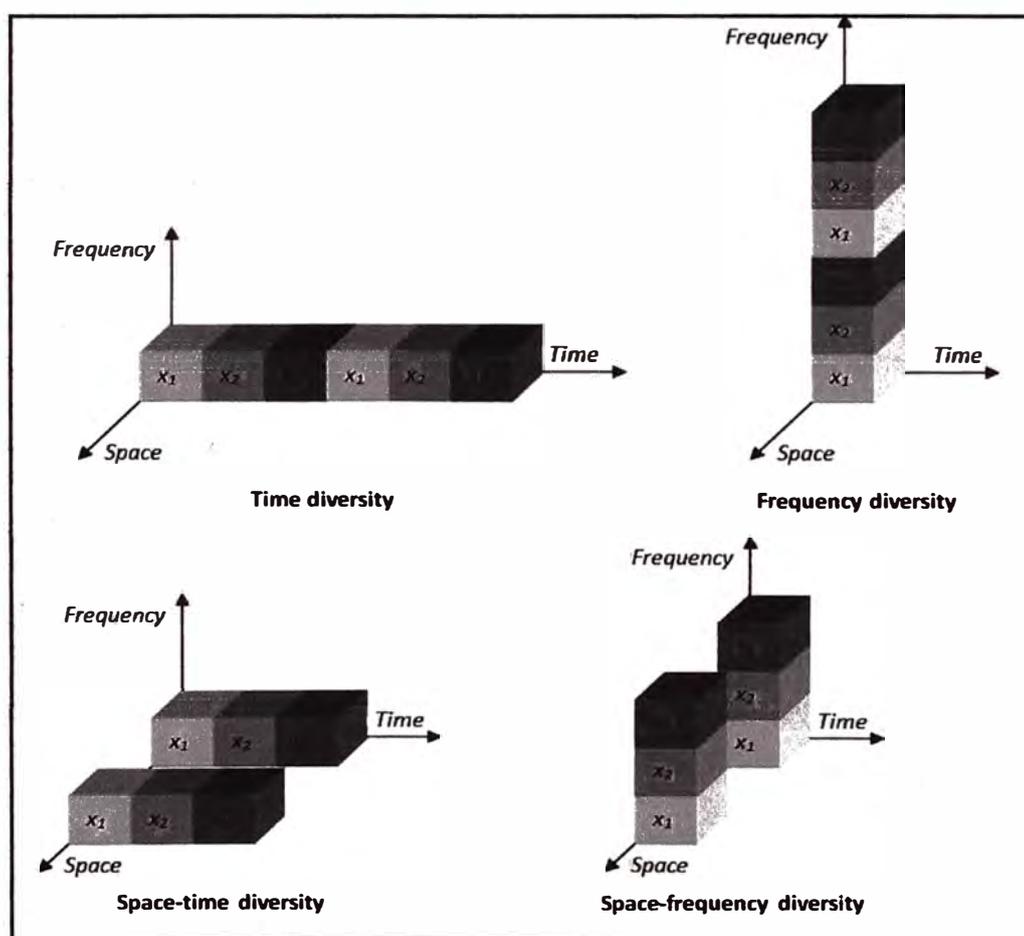


**Figura 2.10:** Diagrama de modulación dinámica de una estación base.

Fuente: <http://redeswimax.jimdo.com/wimax/procesado-de-senial/modulacion-adaptativa/>.

#### d.- Antenas múltiples

Hoy en día se usa una técnica denominada esquema de diversidad lo que permite entre otras cosas mejorar el rendimiento de un enlace y gracias a esto mejorar la cobertura de un equipo de radio inalámbrico. Los esquemas de diversidad utilizan la frecuencia, el espacio o el tiempo para acomodar los canales de información que se envían por el medio inalámbrico. En la siguiente figura se da una representación gráfica de este concepto.



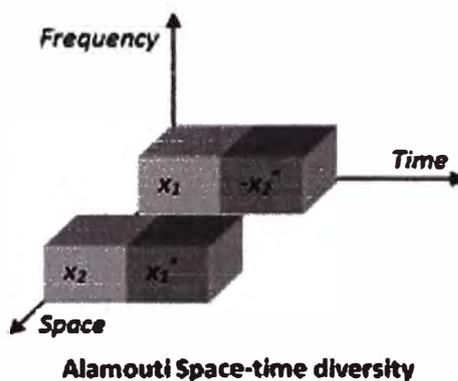
**Figura 2.11:** Diversos esquemas de diversidad para mejora de la SNR.

Fuente: <http://nutaq.com/fr/node/223>.

WiMax soporta diversidad de espacio, es decir se puede utilizar varias antenas en diversos variantes de trabajo lo que permite mejorar la relación señal-ruido (SRN) en ambientes de propagación adversa como es el caso de escenarios por desvanecimiento por multitrayecto. Este tipo de diversidad en WiMax es conocido como sistemas de antenas avanzadas (Advanced Antennas System - AAS en inglés). Las más resaltantes

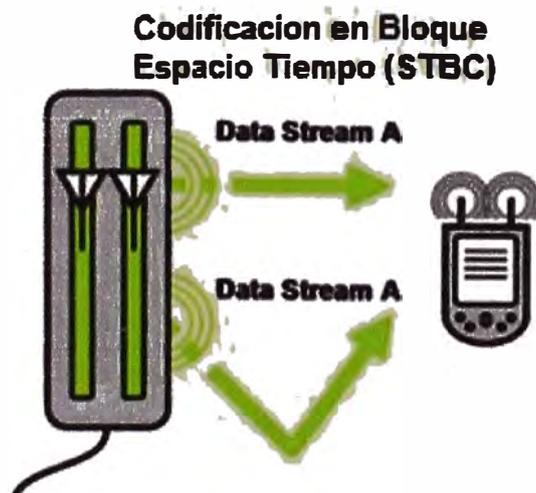
formas de trabajo son:

- Diversidad en transmisión: Esta técnica utiliza un esquema Multiple input - single output (MISO), es decir 2 o varias antenas de transmisión y sólo una antena en la recepción y permite utilizar esquemas de codificación de bloque espacio-tiempo o STBC. Cuando este esquema utiliza 2 antenas utiliza los códigos de Alamuti y permite mantener un coste en el terminal móvil bajo debido a que la complejidad recae en la estación base.



**Figura 2.12:** Diversidad espacio tiempo de Alamuti.  
Fuente: <http://nutaq.com/fr/node/223>.

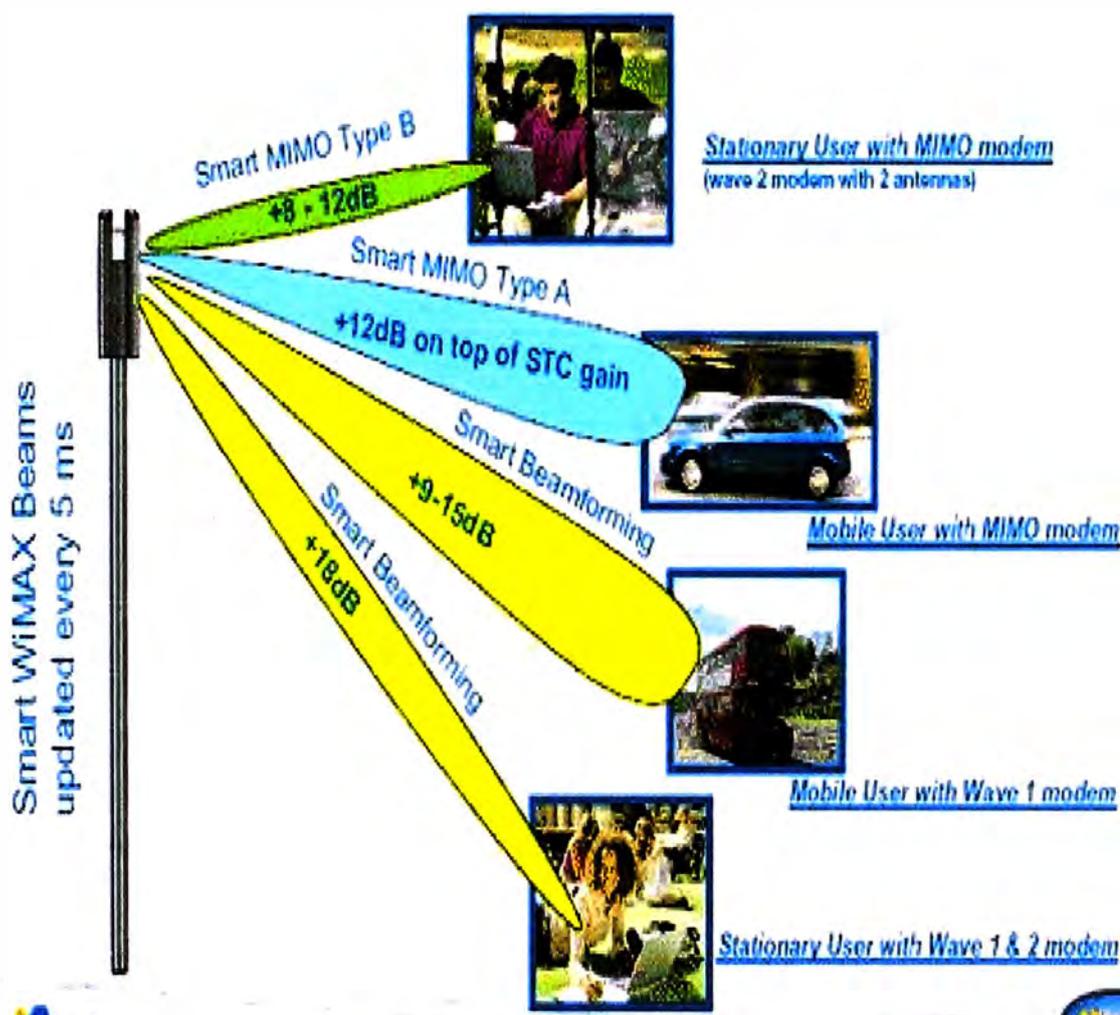
El esquema STBC es más útil cuando el terminal móvil se desplaza a velocidades lentas debido a que usa canales selectivos en frecuencia y casi estáticos en el tiempo, es decir, canales invariantes en la duración de la trama. Por otro lado, para terminales con mayores velocidades se utiliza el esquema de codificación de bloque espacio frecuencia (SFBC Space-Time Block Coding) que son selectivos en el tiempo y dispersos en la frecuencia, conocidos como canales fast fading.



**Figura 2.13** Representación de la codificación en bloque espacio tiempo.

Fuente: [www.apertonet.com](http://www.apertonet.com).

- **Beamforming:** Esta técnica adapta la energía o máxima potencia en direcciones deseadas para de esta manera reducir la SNR en el receptor. En consecuencia, la cobertura se amplía lo que permite que un enlace sea más fiable. Es necesario resaltar que para el uso de esta técnica el transmisor tenga claro como es el canal. Esta estimación es fácil en TDD pero necesita un canal de feedback en FDD.

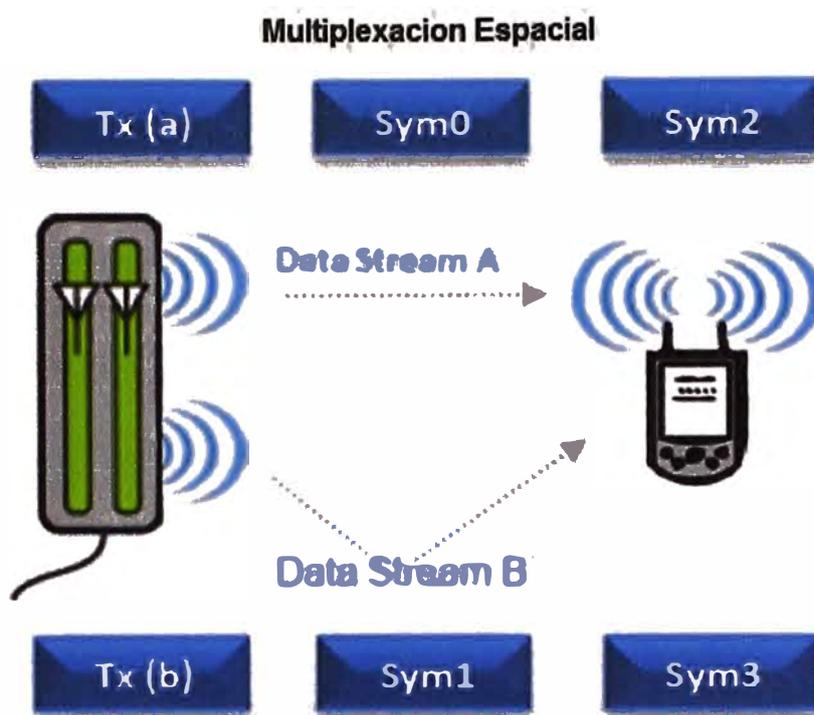


**Figura 2.14:** Representación gráfica del Beamforming.

Fuente: [www.apertonet.com](http://www.apertonet.com).

- **Multiplexación espacial:** Esta técnica permite enviar diversas señales en paralelo y de esta manera aprovechar más la diversidad de antenas que posee el transmisor y receptor. Un beneficio inmediato de esta técnica es la mejora en la velocidad de transmisión en proporción a la cantidad de antenas de transmisión. Es importante aclarar que para alcanzar los resultados planteados el escenario tiene que ser óptimo con una SNR que asegure que los símbolos perdidos sean pocos y que las antenas de recepción

sean tantas como flujo de datos se utilicen.



**Figura 2.15:** Representación de la multiplexación espacial.  
Fuente: [www.apertonet.com](http://www.apertonet.com).

### II.1.2 Capa de Acceso al Medio (MAC)

Debido a que WiMax utiliza un esquema punto multipunto para proveer acceso a las estaciones suscriptoras, las estaciones base utilizan una antena sectorial que permite que todas las estaciones suscriptoras reciban la misma transmisión en los enlaces downlink de los cuales solo retendrá aquellos unidades de paquetes de información (PDU) que tengan el CID que les pertenece a ellos. Por el lado de del uplink las estaciones suscriptoras comparten los recursos asignados por la estación base en un esquema de demanda. Esto quiere decir que las estaciones suscriptoras con mayor calidad de servicio tendrán prioridad para transmitir.

Adicionalmente, los usuarios se adhieren a un protocolo de transmisión que les permite adaptarse al delay y ancho de banda por cada aplicación. Para esto, el protocolo define 4 mecanismos de asignación de recursos para los enlaces de subida que permiten entre otras cosas evitar transmisiones individuales a estaciones suscriptoras que han estado inactivas por un periodo largo de tiempo.

El control de acceso al medio (MAC) es orientado a conexión lo que permite

mapear los servicios de las estaciones suscriptoras y asociar diferentes niveles de QoS. Para logra esto utiliza flujos de servicio (service flow) que permite la gestión de la QoS identificando el servicio y asignando permisos en respuesta por cada solicitud de conexión. Cabe resaltar que así como se asigna los recursos se tiene que dar “mantenimiento” durante la conexión, lo cual dependerá del servicio que esté siendo usado. Por ejemplos, servicios a partir de canales E1/T1 no serán de mucho mantenimiento debido a que ya los cambios son lentos en la asignación de ancho de banda. Caso contrario pasa en servicios IP debido a su naturaleza de ráfagas y fragmentación de paquetes.

Finalmente, las conexiones debe ser terminadas, esto ocurre principalmente cuando el servicio demanda otras características.

### **Direcciones y conexiones**

Cada interfaz de aire en una estación base debe tener una dirección MAC de 48 bits. Esta dirección es usada durante el proceso inicial de negociación para establecer una conexión adecuada y la autenticación con la estación base.

Las conexiones establecidas son identificadas con un código CID de 16 bits. Al iniciarse la conexión 2 pares de conexiones obligatorias y 1 opcional son iniciadas:

- Conexión básica tanto para uplink como downlink para cambiar pequeños y urgentes mensajes de gestión MAC.
- Primera conexión de gestión para uplink y downlink para intercambiar largas y más tolerantes al delay mensajes de gestión MAC.
- Segunda conexión de gestión para uplink y downlink para transferir mensajes tolerantes al delay y basados en un estándar como DHCP, TFTP, SNMP, etc.

De lo mencionado se puede concluir que existen 3 niveles diferentes de calidad de servicio. Por otro lado, los mensajes de gestión de OFDM y OFDMA PHY deben tener CRC.

## **II.2 Software de código abierto Drupal**

Drupal es un paquete de software gratuito que permite organizar fácilmente, administrar y publicar contenido, con una infinita variedad de personalización. Las principales características de Drupal son:

**Drupal es Open Source:** Drupal es un software de código abierto mantenido y desarrollado por una comunidad de usuarios y desarrolladores de más de 630,000 personas. Se distribuye bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU (o "GPL"), lo que significa que cualquiera es libre de descargarlo y compartirlo con los demás. Este modelo de desarrollo abierto significa que las personas están constantemente trabajando para asegurarse de que Drupal sea una plataforma de última generación que soporte las últimas tecnologías que la web tiene para ofrecer. Los principios del proyecto Drupal que animan a su continua mejora son la modularidad, las normas, la colaboración, la facilidad de uso, y más.

**Existe amplio apoyo de la comunidad:** El voluntario de la apasionada comunidad de Drupal está siempre dispuesta a dar apoyo a través de diversos canales de IRC, en los foros, y cara a cara en eventos de Drupal. La comunidad también ha creado la documentación para Drupal, que abarca los principales temas relacionados con el trabajo con Drupal. La comunidad mundial impulsa la innovación que hace Drupal, lo cual es la opción preferida de los desarrolladores web y los propietarios del sitio. En ese sentido, todo el mundo puede participar y hacer una diferencia en Drupal.

**Brinda servicios comerciales:** Además de la comunidad, hay muchas empresas dedicadas en el mercado para ayudar con su proyecto Drupal. Proporcionar conocimientos y una comprensión más profunda, que pueden ayudar con el diseño, desarrollo, hosting, bloqueo de spam, tematización, la formación, y más.

**Tiene más de 10 años de desarrollo:** Dries Buytaert comenzó el software Drupal como un tablero de mensajes en 1999, menos de un año más o menos, más gente se interesó por el uso y contribuyendo a Drupal, por lo que el proyecto se hizo de código abierto. Drupal.org entró en funcionamiento en 2001, y la comunidad Drupal cobró impulso en 2005 con varios sprints de código y conferencias.

**¿Quiénes usan Drupal?** Desde las empresas pequeñas a las corporaciones globales, diversas organizaciones utilizan Drupal. Por ejemplo:

- Editoriales y Noticias: NowPublic, Popular Science, Economista.
- Intranet / Sitios Web Corporativos: AOL Corporate, Dahon Bicicletas.
- Educación: Universidad Estatal de San José, Harvard, MIT.
- Arte, Música, Multimedia: MTV UK, Sony Music, Warner Brothers Records.

- Comunidad sitios de portal: Fast Company, Equipo de Azúcar, Ubuntu Brainstorm.
- Sitios de Redes Sociales: DrupalSN.

### **II.2.1 Beneficios de Drupal**

Drupal es una plataforma de publicación llena de potencial con miles de diseños gratuitos y plug-ins para montaje de una obra rápida. En ese sentido, de acuerdo al tipo de usuarios los beneficios son distintos. Por ejemplo:

- Los desarrolladores aman las interfaces de aplicación programada (APIs por sus siglas en ingles), las cuales están bien documentadas.
- Los diseñadores aman la flexibilidad del sistema.
- Los administradores del sitio aman la escalabilidad ilimitada.

Las características de administración de contenido de Drupal permiten que sea fácil de crear y administrar un sitio web. Para esto, con Drupal se puede:

**Organizar y encontrar:** Drupal viene con muchas herramientas para ayudar a organizar, estructurar, encontrar y reutilizar el contenido. Categorizar con taxonomía, crear automáticamente urls amigables de trayectoria, crear listas personalizadas, contenido asociado con otro contenido en su sitio, y crear plantillas predeterminadas para los creadores de contenido.

**Obtener un contenido creativo:** Drupal permite gestionar contenidos con una interfaz web fácil de usar. La flexibilidad de Drupal maneja innumerables tipos de contenido, como vídeo, texto, blogs, podcasts, y encuestas; con una gestión sólida de usuarios, gestión de menús, estadísticas en tiempo real y control de revisiones opcional.

**Administrar:** Drupal viene con grandes opciones para nuevas cuentas de usuario y permisos de usuario. Los usuarios pueden ser asignados de una o varias funciones y cada función se puede configurar con permisos más a detalle que permite a los usuarios ver y crear sólo lo que los permisos de administrador. La interfaz de administración de Drupal 7 hace que la administración de un sitio más fácil que nunca.

**Colaborar:** Drupal tiene un enfoque en la publicación social; esto puede permite crear sitios y aplicaciones para ayudar que los usuarios expresen sus opiniones y

participen con otros. Se puede tener un estricto control sobre quién puede crear, ver, administrar, publicar e interactuar con el contenido en del sitio.

**Construir:** Drupal permite construir sitios web internos y orientados al exterior en cuestión de horas, sin necesidad de programación personalizada. No hay necesidad de empezar de cero cada vez que se construye un nuevo sitio. Se puede utilizar una configuración multi-sitio o elegir una distribución de Drupal. Esto proporciona una configuración predefinida de las características del sitio y funciones para un propósito o tipo de sitio específico, disponibles con una sola descarga.

**Diseñar la interfaz visual:** La capa de presentación de Drupal permite a los diseñadores crear experiencias altamente utilizables e interactivas que involucran a los usuarios y aumentar el tráfico. Utilizar un tema de Drupal existente para su sitio, dándole una identidad al instante. Si usted no puede encontrar uno que te guste, trate de diseñar su propia, que otros pueden utilizar, también.

**Extender:** Con más de 16.000 módulos disponibles, la gran mayoría de las necesidades de su sitio puede ser abordado con Drupal core y disponibles módulos adicionales. Concentre sus esfuerzos en la construcción de grandes sitios web, no se vuelve a crear características disponibles en otros lugares. Usted puede incluso contribuir módulos para que otros utilicen.

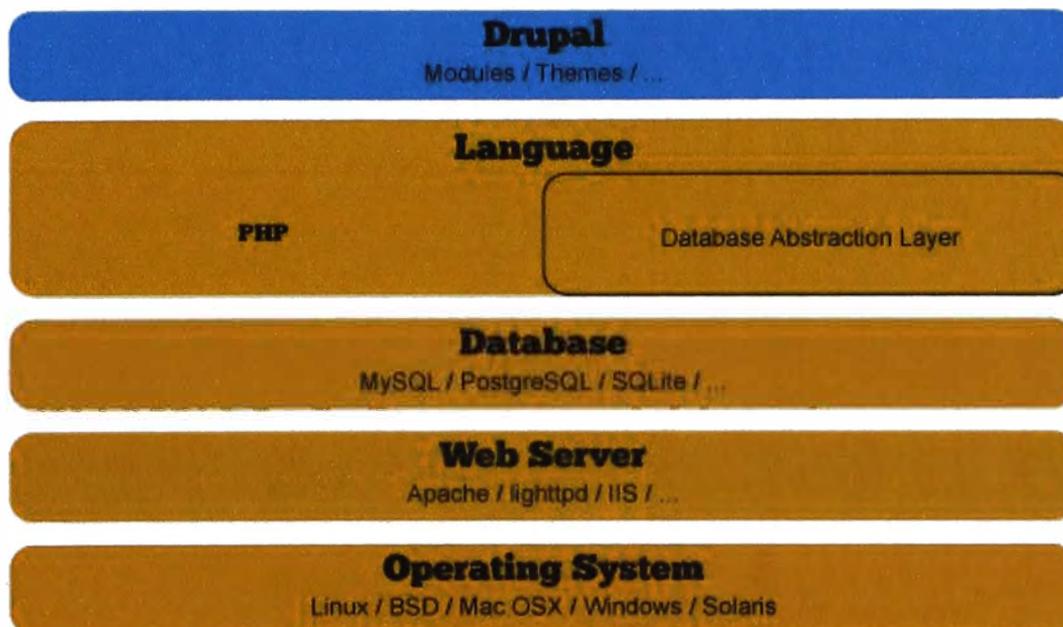
**Conectar:** Drupal hace que sea fácil de conectar a su sitio web a otros sitios y servicios en la web, mediante la agregación, se alimenta, y capacidades de conexión de motores de búsqueda. Integración de redes sociales también tiene un amplio apoyo para ayudar a que comprometerse con un público más amplio. Drupal también ofrece su sitio maneras fáciles de interactuar con los medios de comunicación externos y los servicios de archivo.

### **II.2.2 Pila de tecnologías**

Drupal es parte de un conjunto de tecnologías que contiene una serie de importantes piezas. En la siguiente figura se muestra las más importantes:

**Servidor:** Un servidor es un ordenador que proporciona información o servicios a otras computadoras en una red. La gráfica anterior el servidor engloba a todos los componentes mostrados.

**Sistema Operativo:** El sistema operativo es el software que se ejecuta el servidor. Unix, Linux, BSD, OS X y Windows son algunos ejemplos.



**Figura 2.16:** Stack de tecnologías necesarias en el desarrollo de Drupal.  
Fuente: [www.agibe.com.br](http://www.agibe.com.br).

**Base de datos:** Una base de datos es una colección estructurada de registros. Drupal utiliza una base de datos para almacenar la mayoría de configuración y el contenido de su sitio, algunos contenidos como archivos multimedia se almacenan generalmente en el sistema de archivos del servidor. Ejemplos son MySQL y PostgreSQL.

**Servidor Web:** El servidor web es el componente de software responsable de servir las páginas web. Ejemplos son Apache y Microsoft IIS.

**PHP:** PHP es un lenguaje de programación que permite a los desarrolladores web a crear contenido dinámico que interactúa con las bases de datos. Para comunicarse con las bases de datos se requiere que ciertos controladores de la base de datos (por ejemplo, pdo\_mysql) deben estar habilitados. Para procesar imágenes determinadas bibliotecas (por ejemplo, GD) debe estar activada también.

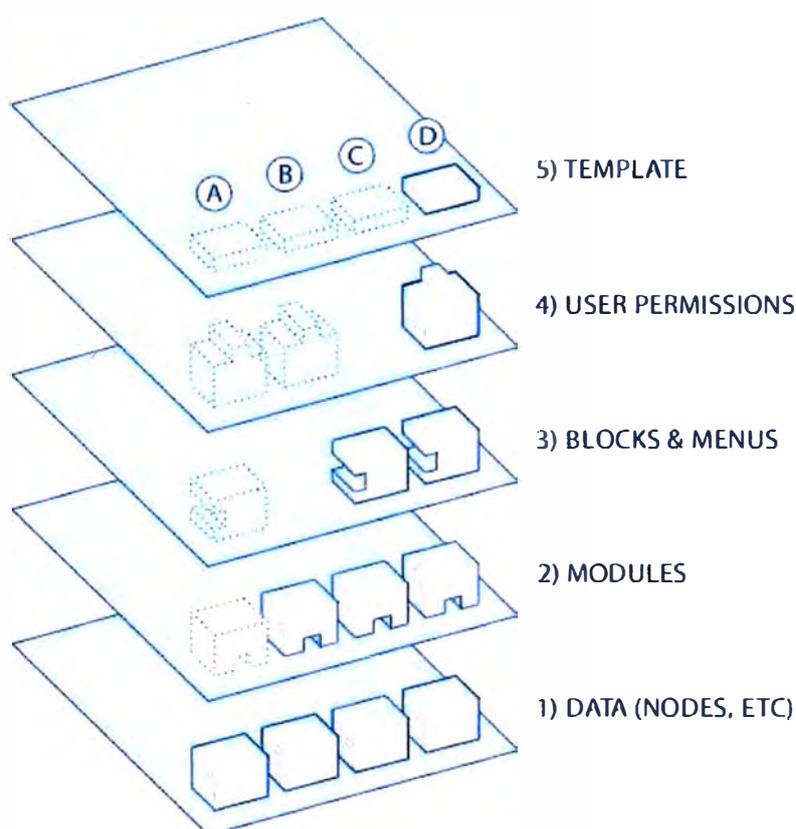
**Drupal:** Es un framework para la creación de sitios web dinámicos que ofrecen una amplia gama de funciones y servicios, incluyendo la administración de usuarios, flujo de trabajo editorial, capacidades de discusión, las funcionalidades de metadata que utilizan

los vocabularios controlados y publicación en XML para propósitos de compartir contenido. Una instalación de Drupal está compuesta generalmente de una mezcla de núcleo y módulos aportados.

### II.2.3 Arquitectura de Drupal

En esta parte, se describe Drupal desde una perspectiva del funcionamiento y organización interna. En ese sentido, para comprender Drupal mas a detalle, primero se debe entender cómo fluye la información entre las capas del sistema.

En Drupal existen cinco capas principales a considerar, las cuales se presentan en la siguiente figura:



**Figura 2.17:** Capas de la arquitectura del sistema Drupal  
Fuente: Drupal.org

1. En la base del sistema tenemos una colección de datos conocida como nodos. Cabe resaltar que antes de que cualquier cosa se pueda visualizar en el sitio, se debe tener todos los datos del nodo a mostrar.

2. La siguiente capa es donde viven los módulos. Los módulos son plugins funcionales que son o parte del núcleo de Drupal (que se entregan con Drupal) o elementos que han

sido creados por los miembros de la comunidad de Drupal. Los módulos se basan en la funcionalidad del núcleo de Drupal, que le permite personalizar los elementos de datos (campos) en sus tipos de nodos; configurar el comercio electrónico; programación clasificación y visualización de contenido (salida personalizado controlado por filtros que defina); y más. Hay miles de diferentes opciones dentro del rápido crecimiento repositorio de módulos de Drupal contribuido. Ellos representan la innovación y la colaboración de todos, desde personas a grandes corporaciones.

3. En la siguiente capa, encontramos bloques y menús. Bloques proporcionan a menudo la salida de un módulo o se pueden crear para mostrar lo que quieras, y luego se pueden colocar en diferentes lugares en su plantilla (tema) de diseño. Los bloques pueden ser configurados a la salida de diversas maneras, así como mostrando solamente en ciertas páginas definidas, o sólo para determinados usuarios definidos. Los menús son navegantes en Drupal, que define el contenido que viene en cada ruta de menú definido (url relativa). Los menús son elemento central de Drupal que ofrezca todas las páginas creadas en Drupal.

4. A continuación se muestran los permisos de usuario. Aquí es donde se configuran para determinar lo que los diferentes tipos de usuarios pueden hacer y ver. Los permisos se definen para varios papeles, ya su vez, los usuarios son asignados a estas funciones con el fin de otorgarles los permisos definidos.

5. En la capa superior es el tema del sitio (la "piel"). Este se compone predominantemente de XHTML y CSS, con algunas variables de PHP entremezclados, de modo contenido generado por Drupal puede ir en los lugares apropiados. También se incluye con cada tema un conjunto de funciones que se pueden utilizar para anular las funciones estándar en los módulos con el fin de proporcionar un control completo sobre cómo los módulos generan su margen de beneficio en el tiempo de salida. Las plantillas también se pueden asignar en la marcha sobre la base de los permisos de usuario.

Este flujo direccional de abajo hacia arriba controla cómo funciona Drupal. Veamos un caso práctico para entender cómo funciona: Tenemos la siguiente problemática "Hay una nueva funcionalidad que no aparece", tal vez se ha subido el módulo en el sistema, pero no se ha activado todavía, y esto está haciendo todo lo de las (capa "A") no funcione.

Tal vez el módulo ya está instalado y activado, pero todavía no se ve lo que se quiere en el sitio. ¿Ha olvidado colocar el bloque, (capa "B")? ¿O es la configuración de permisos de usuario que ha hecho conflicto con lo que se quiere y sus usuarios no pueden ver la salida (capa "C")?.

Además, como se mencionó anteriormente en Drupal se consigue el tipo de control granular que se quiere sobre los detalles de las salidas del módulo XHTML. ¿Está utilizando un módulo que hace exactamente lo que quiere, desea que el diseño sea sólo un poco diferente? Tal vez le gustaría a utilizar diferentes etiquetas, o desea asignar una clase CSS a algo. Esto se logra mediante la copia de la función de salida del módulo y se pega en el documento de funciones en su tema. Modifique el código allí, y cuando el sistema entra en modo de salida, verá su función personalizada y utilizar en su lugar.

## **II.2.4 Conceptos básicos**

En esta parte se detallan los conceptos básicos asociados al desarrollo de aplicaciones en Drupal.

**Node (Contenido):** Un nodo es el término genérico para un fragmento de contenido en su sitio web. Dependiendo del tipo de nodo, diferentes campos se adjuntan, y esto se conoce como un tipo de contenido. Por ejemplo, un tipo de contenido es una Página básica que ha unido campos como el título y cuerpo. Otros ejemplos de tipo de contenido son: Páginas de libros, temas de discusión en foros, páginas de blog y artículos de noticias.

**Los tipos de entidad:** Un tipo de entidad es una abstracción útil para campos de grupo juntos. Los tipos de entidad se utilizan para almacenar y mostrar datos, que pueden ser nodos (contenido), los comentarios, los términos de la taxonomía, perfiles de usuario, o algún desarrollo a medida.

**Comentario:** Comentarios son otro tipo de contenido que puede tener en un sitio (si se ha habilitado el módulo Comentario del núcleo). Cada comentario es típicamente una pequeña pieza de contenido que un usuario envía, unido a un nodo en particular. Por ejemplo, cada pieza de discusión unido a un nodo de tema foro en particular es un comentario.

**Taxonomía:** Drupal tiene un sistema de clasificación de contenidos conocido como taxonomía. Esto es proporcionado por el módulo de Taxonomía núcleo. Puede definir sus propios vocabularios, o grupos, de términos de la taxonomía, y agregar términos a cada vocabulario. Cada vocabulario puede ser conectado a uno o más tipos de contenido, y de esta manera, los nodos en su sitio se pueden agrupar en categorías, etiquetado, clasificado o de cualquier manera que usted elija.

**Usuario:** Un usuario es un tipo de entidad que representa a un usuario del sitio web del mundo real. De forma predeterminada, un usuario tiene un conjunto de propiedades, incluyendo su nombre de usuario, contraseña, papel, y dirección de correo electrónico. Sin embargo, también pueden tener otras propiedades proporcionadas por otros módulos, y se puede ampliar con nuevos campos. Por ejemplo, podría agregar un nuevo campo Enlace dirección de Twitter de un usuario.

**Módulo:** Un módulo es un software (código) que amplía la funcionalidad de Drupal. Módulos caen en una de tres categorías:

- Los *módulos del núcleo* son los incluidos en la descarga principal de Drupal. Estos pueden ser activados o desactivados sin necesidad de descargar componentes adicionales. Los ejemplos incluyen Blog, Libro, Poll, o taxonomía.
- Los *módulos contribuidos* se descargan desde la sección de descarga de módulos de drupal.org, e instalados dentro de su instalación de Drupal. Los ejemplos incluyen Panels, Views o Metatag.
- También se puede crear *módulos propios* personalizados. Esto requiere un profundo conocimiento de Drupal, programación PHP y API de Drupal.

**Regiones y Bloques:** Las páginas en un sitio de Drupal se organizan en Regiones. Estos pueden incluir el encabezado, pie de página, barras laterales, y las regiones principales de contenido. Cabe resaltar, que un tema puede definir las regiones adicionales.

Los bloques son trozos discretos de información que se muestran en las regiones de las páginas de su sitio. Los bloques pueden tomar la forma de trozos estáticas de HTML o texto, los menús (que son de navegación del sitio), la salida de los módulos (por ejemplo, temas de actualidad del foro), o anuncios dinámicos que haya creado usted mismo (por ejemplo, una lista de los próximos eventos).

**Menús:** Hay cuatro menús estándar en Drupal 7:

- El *menú principal* está construido por los administradores del sitio y se muestra automáticamente en el encabezado de la página de muchos temas (y si no, puede activar sus bloques para mostrarlos).
- El *menú de administración* se presenta en la barra de herramientas de administración.
- El *menú de navegación* es un menú diverso que por lo general contiene enlaces suministrados por los módulos en su sitio.
- El *menú de usuario* contiene enlaces a la cuenta de usuario y el enlace de desconexión.

También puede crear menús personalizados, y mostrarlos a través de los bloques.

Se puede personalizar los menús de varias maneras, mediante el establecimiento de su "peso" o simplemente arrastrando de su lugar, cambiando el nombre de los elementos y cambiando el título del link. También se puede mover un elemento de menú a uno diferente editando la propiedad Parent del elemento de menú.

En todos los casos un elemento de menú sólo se muestra a un visitante si tienen los derechos para ver la página que enlaza a. Por ejemplo, el elemento de menú de administrador no se muestra a los visitantes que no han iniciado sesión.

**Tema:** La capa tema es separada de la capa de datos, la capa de extensión de funcionalidad (módulo) y Core. Tema controla la apariencia (look and feel) de su sitio, o cómo se muestra su sitio web, incluyendo las gráficas de consulta, diseño y colores. Un tema se compone de uno o más archivos de plantilla PHP que definen la salida HTML de las páginas de su sitio, junto con uno o más archivos CSS que definen el diseño, las fuentes, los colores, y otros estilos.

**Vistas:** Aunque no todos los sitios tienen vistas, la mayoría de los sitios de incluir el módulo de Vistas debido a las excelentes herramientas que proporciona. Vistas permite a las personas para elegir una lista de nodos u otras entidades y los presentan como páginas, bloques, fuentes RSS, u otros formatos. El caso de uso principal para las vistas es crear dinámicamente actualizar las listas de contenido (por ejemplo, una lista de

las últimas noticias), basado en las propiedades de ese contenido (en el caso de la lista de noticias, que el tipo de contenido es "News" y se clasifica por fecha de publicación).

**Base de datos:** Drupal almacena la información en una base de datos. Dentro de esta base de datos, cada tipo de información tiene su propia tabla de base de datos. Por ejemplo, la información básica acerca de los nodos de su sitio se almacena en la tabla de nodos, y cada campo almacena sus datos en una tabla separada (que Drupal crea automáticamente). Comentarios y usuarios también tienen sus propias tablas de base de datos, al igual que los roles, permisos y otros ajustes.

La base de datos más común para Drupal es MySQL. Sin embargo, también puede ejecutar Drupal en otros sistemas de bases de datos, como PostgreSQL, también.

**Path:** Cuando usted visita una URL dentro de su sitio de Drupal, la parte de la URL después de que su dirección de sitio de base se conoce como la ruta de acceso.

Cuando usted visita un camino en su sitio Drupal, Drupal se da cuenta de qué información debe ser enviada a su navegador mediante la comprobación de su lista de elementos de menú y las rutas. Generalmente, Drupal permite que cada módulo para definir caminos que el módulo será responsable de, y cuando usted decide visitar un camino particular Drupal pide el módulo lo que se debe mostrar en la página.

Por ejemplo, si usted accede a la página que está viendo <http://drupal.org/node/19828> el path es "node / 19828". El módulo que se encarga de este camino es el módulo Node núcleo, así que cuando usted visita esta página, Drupal permite que el módulo Node determinar lo que se vea.

**Bootstrap:** El arranque es la CPU (unidad central de procesamiento) de Drupal. En otros entornos de software interactivo esto a veces se llama el ciclo de eventos. Núcleo de Drupal es un poco así. Se sienta a esperar a una petición de ruta, y luego comienza su tramitación.

## CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se realiza el diseño de la solución que se divide en 2 partes: el diseño del sistema de comunicaciones y el diseño del aplicativo educativo.

### III.1 Diseño del sistema de comunicaciones

En esta parte se realiza el diseño del sistema de comunicaciones que considera tres (03) aspectos importantes: el análisis de la localización, que permite identificar el lugar del despliegue de la red; el diseño de red, que permite entender cómo es que la red va a funcionar; y el análisis del dimensionamiento, que permite identificar las características cuantitativas del equipamiento y demás consideraciones del diseño.

#### III.1.1 Análisis de la localización

La propuesta centra su análisis en 8 localidades de la provincia de Chupaca del departamento de Junín. Estas localidades de acuerdo al censo de hogares realizado por el INEI en el 2007 en su conjunto tienen un total de 25365 pobladores y un total de 6637 viviendas. Los detalles de cada una de las localidades se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1:** Listado detallado de localidades a beneficiar en la propuesta.  
Fuente: INEI 2007; ELABORACIÓN: Propia.

IDCCPP10	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	CAPITAL	POBLACION	VIVIENDA
1209010001	JUNIN	CHUPACA	CHUPACA	CHUPACA	1	13519	3102
1209020001	JUNIN	CHUPACA	AHUAC	AHUAC	1	3238	969
1209020006	JUNIN	CHUPACA	AHUAC	HUARISCA GRANDE	0	473	174
1209030001	JUNIN	CHUPACA	CHONGOS BAJO	CHONGOS BAJO	1	3156	1125
1209050001	JUNIN	CHUPACA	HUAMANCACA CHICO	HUAMANCACA CHICO	1	4019	919
1209060001	JUNIN	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	ISCOS	1	695	215
1209060004	JUNIN	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	PATARCOCHA	0	265	133
1209010007	JUNIN	CHUPACA	CHUPACA	VISTA ALEGRE	0	1052	335

A su vez dentro de estas localidades de acuerdo a la información del Ministerio de Educación existen 11 instituciones educativas que serán aquellas que esta propuesta considera como beneficiarios de acceso a internet y a los servidores donde se instalaran el aplicativo propuesto.

Estas instituciones educativas se han escogido debido a que cumplen con los siguientes criterios:

- Tienen energía eléctrica continua durante todo el año.
- Brinda los servicios educativos en los niveles de primaria o secundaria.
- Cuenta con más de 100 alumnos en la institución.
- La administración de la institución es pública.

En la siguiente tabla se muestra la lista de instituciones educativas a beneficiar:

**Tabla 3.2:** Listado detallado de instituciones educativas a beneficiar en la propuesta.  
Fuente: ESCALE - MINEDU; Elaboración: Propia.

Código	Centro Educativo	Módulo	Alumnos	Docentes	Secciones
248421	30068 VIRGEN DE FATIMA	PRIMARIA	435	20	16
248478	30073	PRIMARIA	498	19	19
248746	30063	PRIMARIA	216	14	12
248751	30064	PRIMARIA	156	12	10
248850	AMAUTA	SECUNDARIA	359	30	18
248869	SAN PEDRO	SECUNDARIA	124	9	5
248893	30161	PRIMARIA	179	13	12
248925	31915	PRIMARIA	166	11	10
249072	30080 JESUS MARIA Y JOSE	PRIMARIA	183	14	6
249109	HEROES DE LA BREÑA	SECUNDARIA	269	15	10
249190	SAN JUAN	SECUNDARIA	138	12	7
TOTAL			2621	169	125

En sintonía con lo anterior, la distribución de locales escolares en cada uno de las localidades esta resumida en la siguiente tabla:

**Tabla 3.3:** Listado de cantidad de colegios por localidad.  
Fuente: ESCALE - MINEDU; Elaboración: Propia.

IDCCPP10	Provincia	Distrito	Localidad	Colegios	Alumnos	Doc	Seccion
1209010001	CHUPACA	CHUPACA	CHUPACA	2	933	39	35
1209020001	CHUPACA	AHUAC	AHUAC	3	731	56	40
1209020006	CHUPACA	AHUAC	HUARISCA GRANDE	1	124	9	5
1209030001	CHUPACA	CHONGOS BAJO	CHONGOS BAJO	2	345	24	22

1209050001	CHUPACA	HUAMANCACA CHICO	HUAMANCACA CHICO	2	452	29	16
1209060001	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	ISCOS	0	0	0	0
1209060004	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	PATARCOCHA	1	136	12	7
1209010007	CHUPACA	CHUPACA	VISTA ALEGRE	1	111	9	5

### a.- Topología física

Para determinar la mejor opción de diseño se ha considerado las siguientes coordenadas de ubicación. En caso de las localidades basadas en la información del INEI 2010 y en caso de las instituciones educativas basadas en la información del MINEDU. Estas coordenadas están en la tabla a continuación:

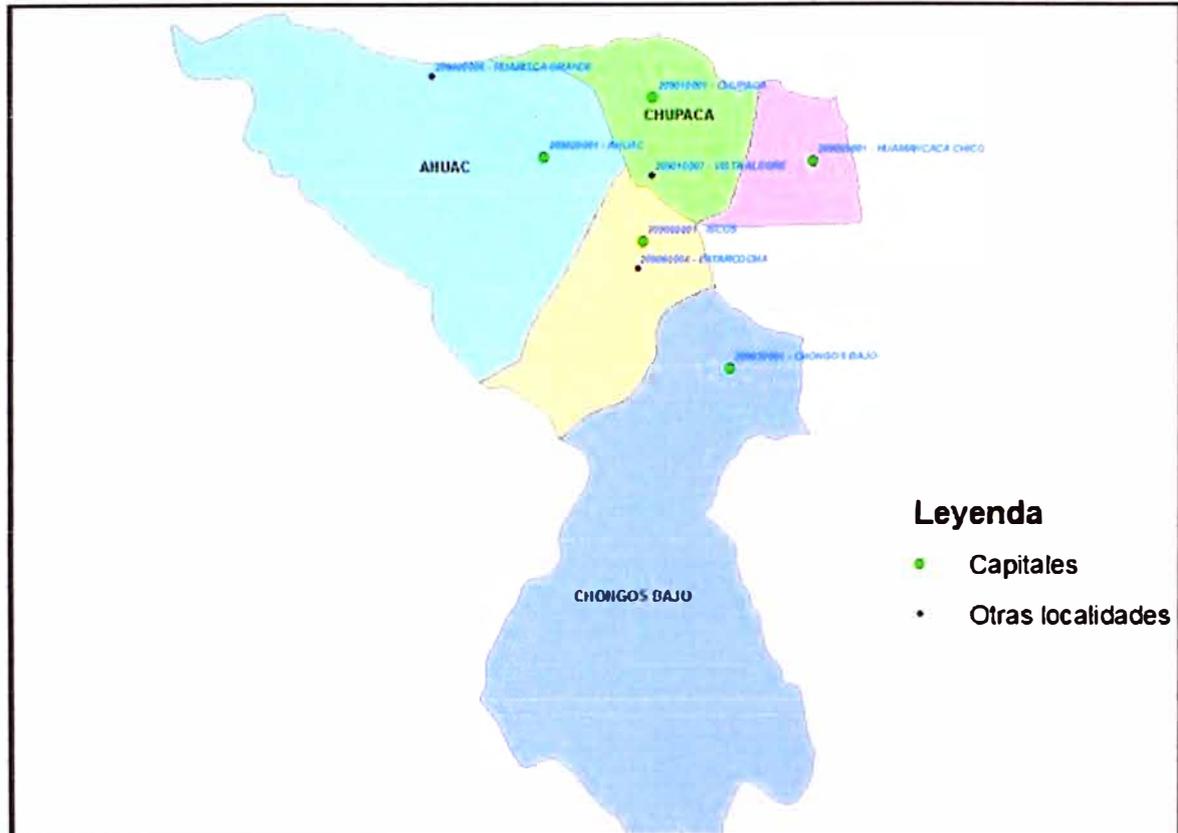
**Tabla 3.4:** Coordenadas de las localidades a beneficiar.  
Fuente: INEI 2010; Elaboración: Propia.

IDCCPP10	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	X_COORD	Y_COORD	Z_COORD
1209010001	CHUPACA	CHUPACA	CHUPACA	-75.28976	-12.06276	3281
1209020001	CHUPACA	AHUAC	AHUAC	-75.31974	-12.07894	3295
1209020006	CHUPACA	AHUAC	HUARISCA GRANDE	-75.35087	-12.05694	3360
1209030001	CHUPACA	CHONGOS BAJO	CHONGOS BAJO	-75.26823	-12.13628	3272
1209050001	CHUPACA	HUAMANCACA CHICO	HUAMANCACA CHICO	-75.24523	-12.07993	3193
1209060001	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	ISCOS	-75.29243	-12.10154	3256
1209060004	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	PATARCOCHA	-75.29381	-12.10898	3380
1209060007	CHUPACA	CHUPACA	VISTA ALEGRE	-75.28982	-12.08384	3265

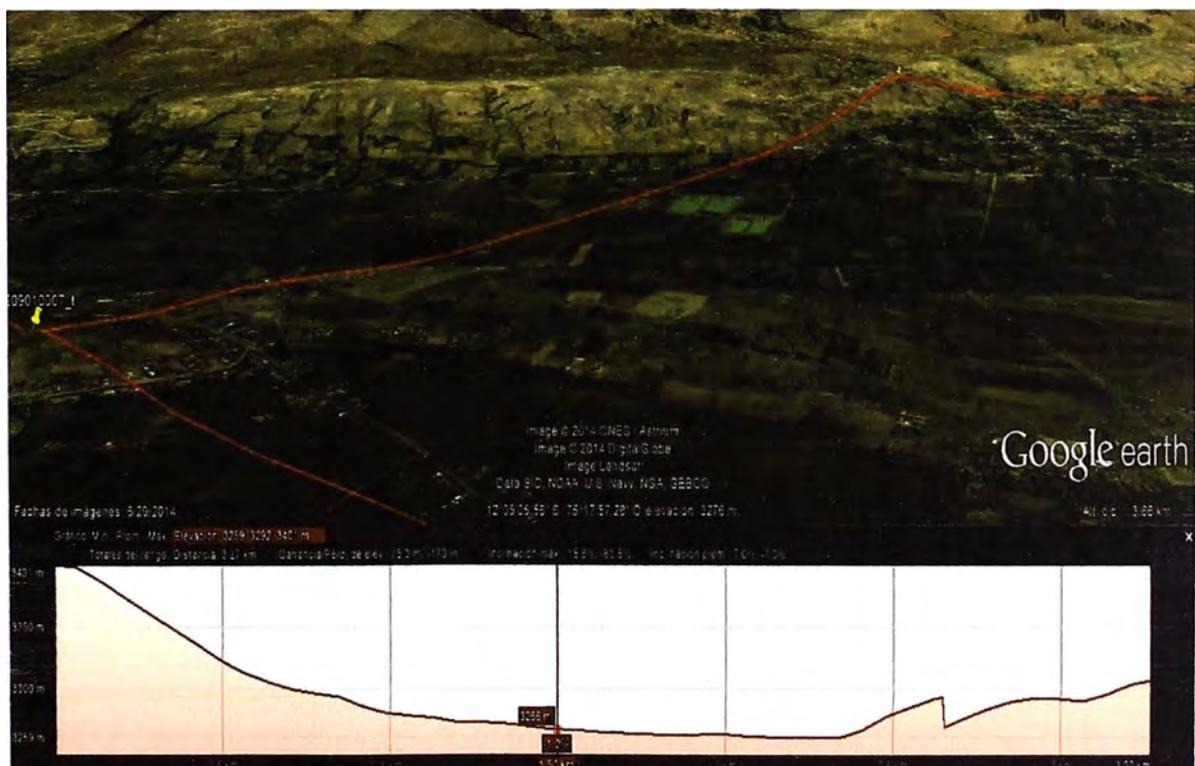
De la misma manera, en la figura 3.1 se muestra el detalle georreferenciado de las localidades. Notar la diferencia entre localidades capitales y las que no son:

Es necesario mencionar que la coordenada del INEI te da la ubicación de la localidad pero no necesariamente la mejor ubicación para la torre. En ese sentido se ha realizado un análisis de la morfología por cada localidad y se ha realizado una visita de campo que permita escoger la mejor ubicación para la torre a utilizar.

Con respecto al análisis de la morfología, se ha utilizado las herramienta google earth y radio mobile. En la figura 3.2 se muestra un ejemplo de cómo se utiliza el google earth para escoger un punto apropiado para pre-seleccionarlo como caseta.

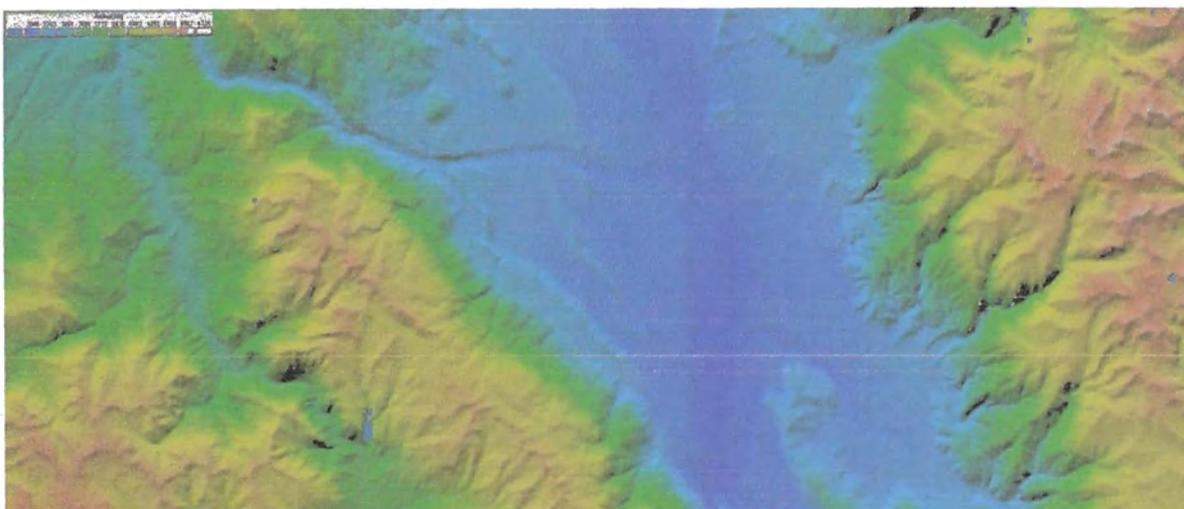


**Figura 3.1:** Mapa georreferenciado de las localidades que se van a beneficiar.  
Elaboración: Propia.



**Figura 3.2:** Análisis para escoger una coordenada en Google Earth.  
Fuente: Google Earth; Elaboración: Propia.

Con respecto al radio mobile, este aplicativo se utiliza la información del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) que fue un misión aéreo-espacial que tuvo por objetivo obtener un base de datos digital de alta resolución con respecto a la topografía mundial. En la siguiente figura se muestra parte de esta base de datos que sirvió para la elaboración de este informe:



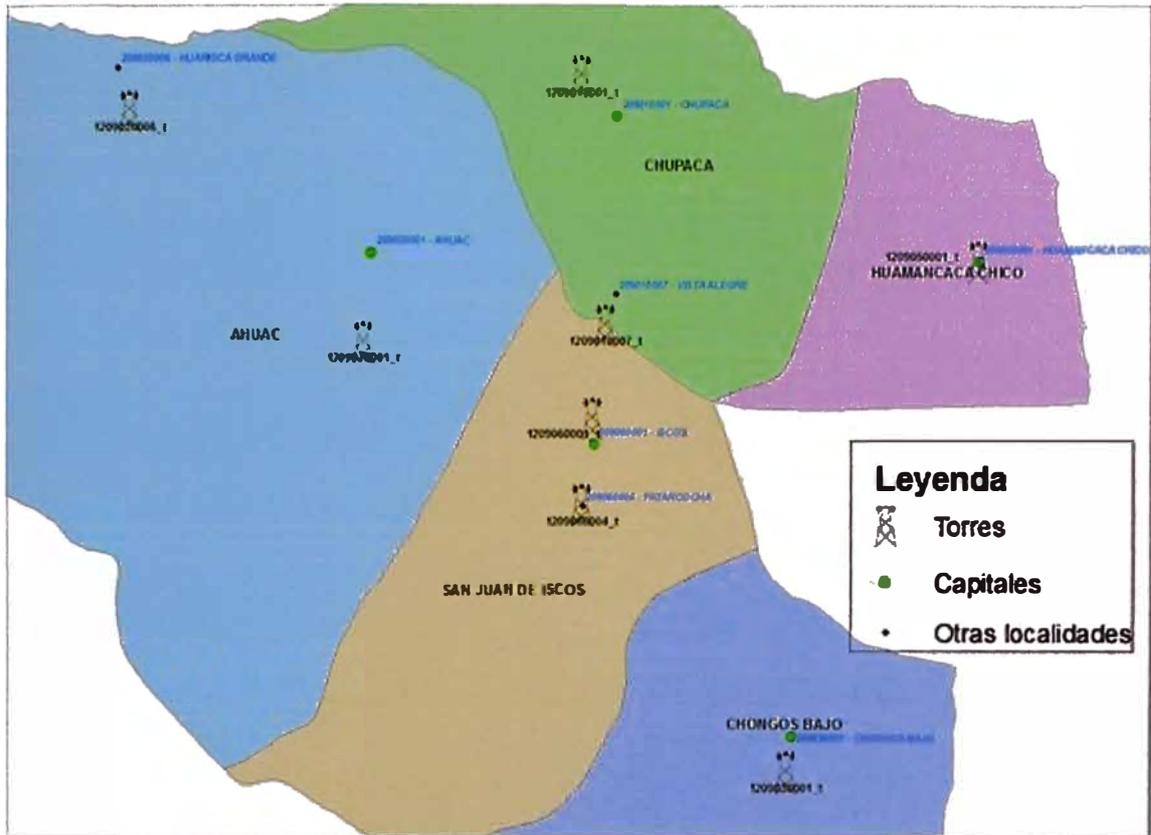
**Figura 3.3:** Topografía de la zona geográfica de las localidades beneficiarias.  
Fuente: SRTM - Radio Mobile; Elaboración: Propia.

Es así que luego de los procedimientos descritos se obtuvieron las coordenadas para las casetas donde están las torres de comunicación. Las coordenadas escogidas se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 3.5:** Listado de coordenadas para las casetas por localidad.  
Elaboración: Propia.

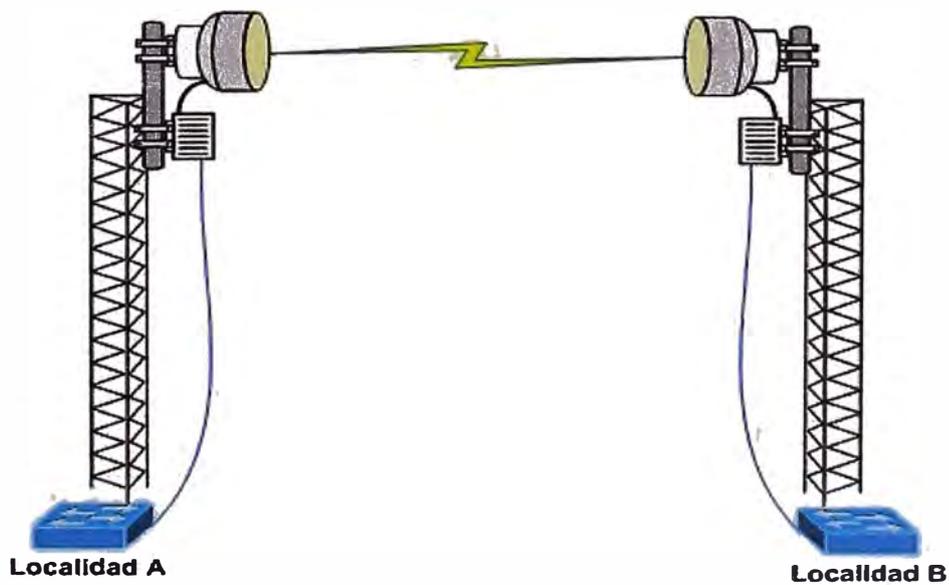
IDCCPP10	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	LATTUD	LONGITUD
1209010001	CHUPACA	CHUPACA	CHUPACA	-12.059622	-75.2945901
1209010007	CHUPACA	CHUPACA	VISTA ALEGRE	-12.087550	-75.2910900
1209020001	CHUPACA	AHUAC	AHUAC	-12.079006	-75.3141909
1209020006	CHUPACA	AHUAC	HUARISCA GRANDE	-12.0588896	-75.3476732
1209030001	CHUPACA	CHONGOS BAJO	CHONGOS BAJO	-12.1396241	-75.2631969
1209050001	CHUPACA	HUAMANCACA CHICO	HUAMANCACA CHICO	-12.0860541	-75.2517705
1209060001	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	ISCOS	-12.0910333	-75.2916597
1209060004	CHUPACA	SAN JUAN DE ISCOS	PATARCOCHA	-12.1086223	-75.2937196

Teniendo en cuenta estas coordenadas, en la siguiente figura se muestra la georreferenciación de las torres. Observar las diferencias con las coordenadas de la localidad.



**Figura 3.4:** Georreferenciación de las coordenadas para las casetas de las torres.  
Elaboración: Propia.

En ese sentido se ha diseñado enlaces de radio con una arquitectura físico punto a punto para poder llegar hasta las localidades beneficiarias. En la siguiente figura se muestra un esquema básico de los enlaces punto a punto a utilizar:

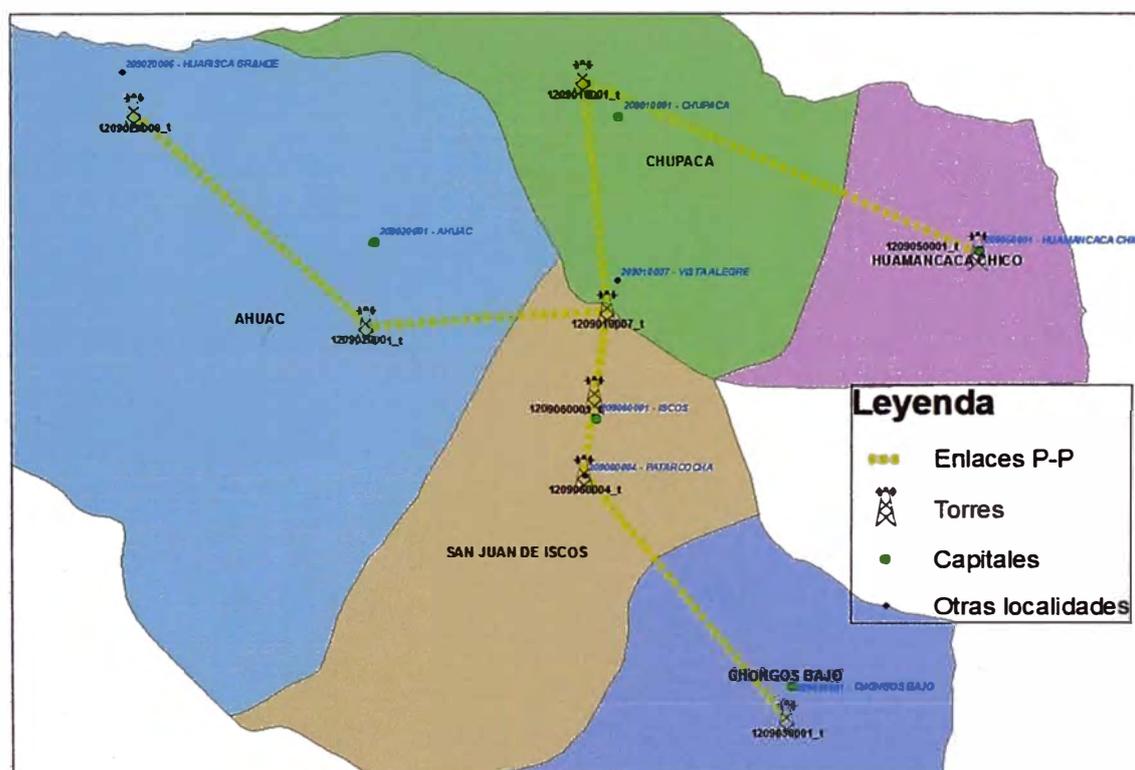


**Figura 3.5:** Esquema básico de los enlaces punto a punto.  
Elaboración: Propia.

Cabe resaltar que el diseño propuesto tiene en cuenta los siguientes criterios:

- La longitud del enlace de radio no debe exceder de los 20 kilómetros para no degradar la calidad del enlace.
- Se debe evitar en lo posible el uso de repetidores para evitar costos adicionales.
- No debe haber más de 3 saltos consecutivos para no sobrecargar el enlace, y ofrecer mayor disponibilidad.

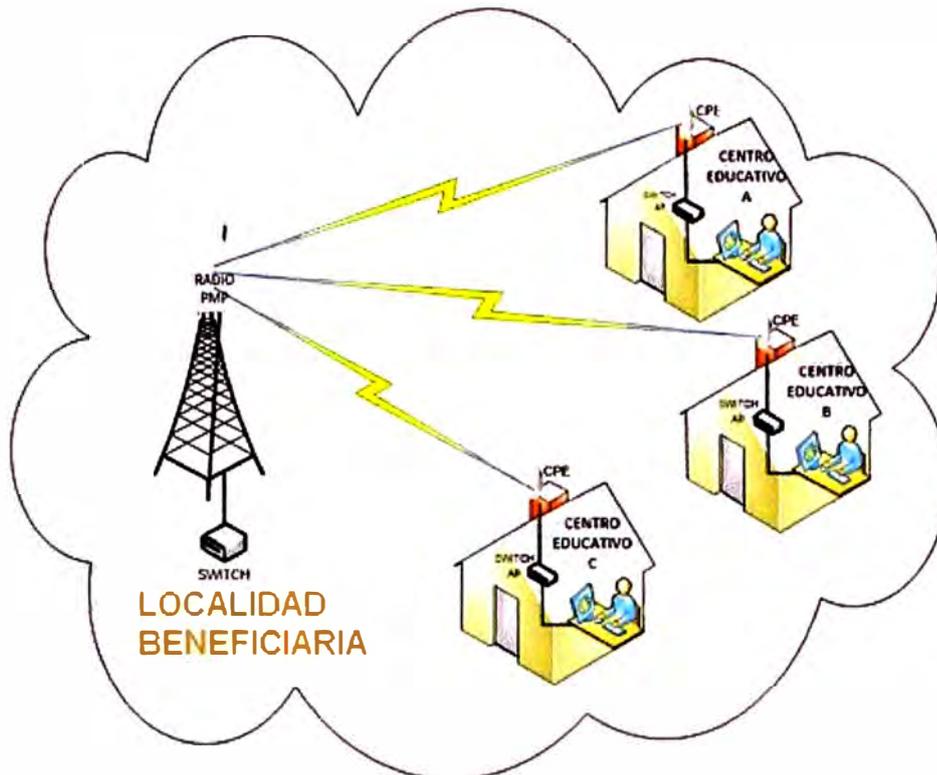
En la siguiente figura se muestra los enlaces punto a punto diseñado en esta propuesta. En el numeral 3.5 de este capítulo se detalla el dimensionamiento de la estimación del enlace (link-budget).



**Figura 3.6:** Enlaces punto a punto propuestos en el informe.  
Elaboración: Propia.

Por otro lado se utilizará una arquitectura física punto a multipunto para cubrir el acceso de las instituciones educativas a beneficiarse. En la figura 3.7 se muestra los enlaces punto a multipunto propuestos.

Cabe resaltar que el local principal y central se ubicará en la capital de provincia, es decir en la localidad de Chupaca.

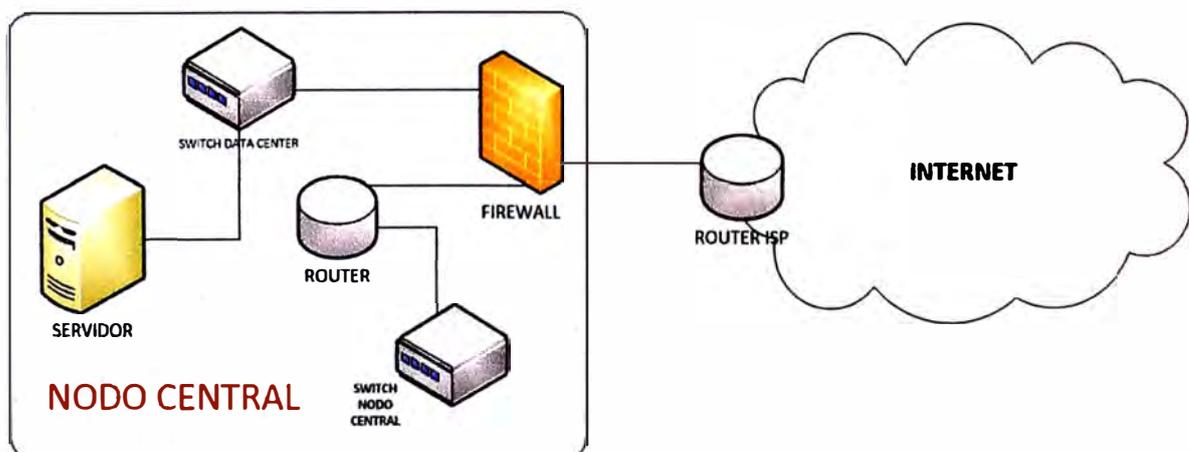


**Figura 3.7:** Enlaces punto a multipunto propuestos.  
Elaboración: Propia.

### III.1.2 Diseño de red

Para el diseño de la red se ha considerado 3 tipos de nodos y sus diversas conexiones.

1. **Nodo Central:** Es el nodo que se encuentra en localidad de Chupaca, aquí está el data-center y la interconexión con el operador de servicios. En este nodo se concentra la mayor parte del equipamiento y está dado por: Routers, servidores, firewall, switches, etc.



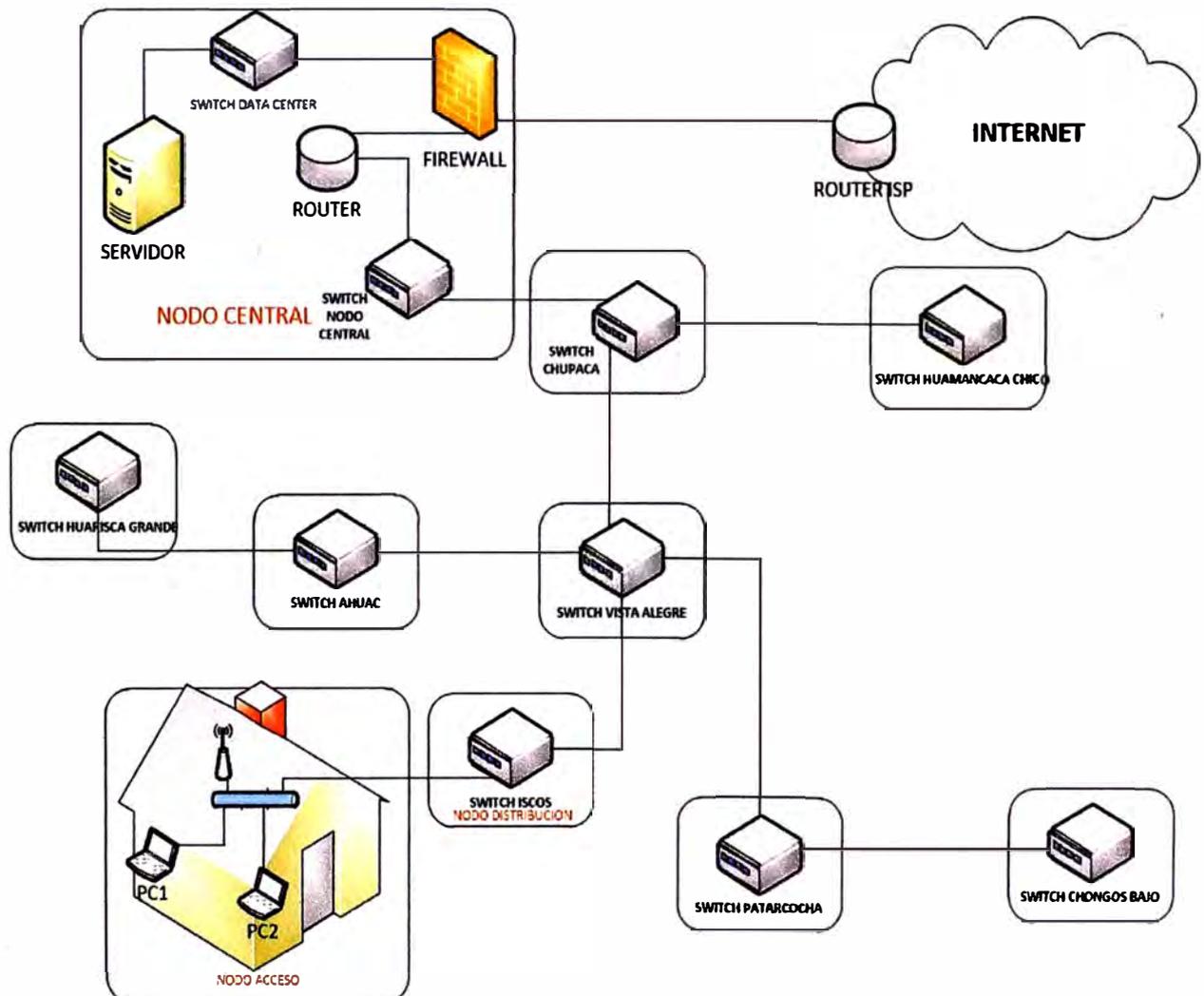
**Figura 3.8:** Esquema descriptivo del nodo central y la interconexión con el ISP.  
Elaboración: Propia.

2. **Nodos de Distribución:** Son los nodos que están en cada localidad beneficiaria y de donde se concentran las conexiones de las diversas instituciones que se brinda el servicio.

3. **Nodos de Acceso:** Son los nodos que están en cada institución educativa beneficiaria.

### b.- Topología de red

La topología propuesta a nivel de Acceso al Medio (MAC) del modelo OSI está compuesta por VLAN distintas para cada nodo de acceso y enlaces trunk entre cada nodo de distribución. Por otro lado a nivel de capa de red se tiene un router que interconecta las diversas subredes incluyendo la del datacenter y sirve de punto de interconexión a una red comercial que brinda servicios de internet.



**Figura 3.9:** Topología de red de la propuesta.  
Elaboración: Propia.

De acuerdo al esquema presentado cada institución de educación tiene una VLAN. En ese sentido el dimensionamiento a nivel de subredes por cada institución educativa será:

**Tabla 3.6: Propuesta de asignación de sub-redes por VLAN**  
Elaboración: Propia.

Código	Centro Educativo	Subred	Default Gateway	VLAN
248421	30068 VIRGEN DE FATIMA	192.168.10.0/24	192.168.10.1	10
248478	30073	192.168.20.0/24	192.168.10.1	20
248746	30063	192.168.30.0/24	192.168.10.1	30
248751	30064	192.168.40.0/24	192.168.10.1	40
248850	AMAUTA	192.168.50.0/24	192.168.10.1	50
248869	SAN PEDRO	192.168.60.0/24	192.168.10.1	60
248893	30161	192.168.70.0/24	192.168.10.1	70
248925	31915	192.168.80.0/24	192.168.10.1	80
249072	30080 JESUS MARIA Y JOSE	192.168.90.0/24	192.168.10.1	90
249109	HEROES DE LA BREA	192.168.100.0/24	192.168.10.1	100
249190	SAN JUAN	192.168.110.0/24	192.168.10.1	110

### III.1.3 Análisis del dimensionamiento

En esta parte del informe realizaremos una descripción cuantitativa de todos los aspectos y la infraestructura de telecomunicaciones de la propuesta.

#### a.- Equipos de comunicaciones

En concordancia con la topología de red observamos que en esta propuesta son un total de siete (07) nodos de distribución, once (11) nodos de acceso y un (01) nodo central, la ubicación de los nodos se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 3.7: Detalle de nodos por categoría.**  
Elaboración: Propia.

TIPO DE NODO	UBICACIÓN	TOTAL
Nodos de Central	Chupaca	1
Nodos de Distribución	Vista Alegre, Ahuac, Huarisca Grande, Huamancaca Chico, Iscos, Patarcocha y Chongos Bajo	7

Nodos de Acceso	Todas las instituciones educativas	11
-----------------	------------------------------------	----

En cada nodo de distribución encontramos de uno (01) a más equipos de radio punto a punto con antena incorporada dependiendo si es el último salto o agrega tráfico a otros sitios, un (01) switch con tecnología *Power over Ethernet (PoE)* y una (01) estación base punto multipunto.

De la misma forma, cada nodo de acceso se prevee que estará equipado con un (01) Equipo receptor para el cliente o (*CPE - Customer Provided Client*), un (01) modem switch de 6 puertos, un (01) access point y cinco (05) computadoras personales.

Con respecto al nodo central o de interconexión, este contara con un (01) router de interconexión, (01) un switch, (01) firewall para la protección de la red, (02) servidores que alojaran los aplicativos, tres (03) equipos de radio con antena incorporada y una (01) estación base punto multipunto.

#### **b.- Energía**

El dimensionamiento de energía está dado principalmente por el consumo de los equipos que se va a usar y las previsiones para la escalabilidad del sistema. Consecuentemente, la energía requerida del nodo central es la suma de la energía del router, el firewall, los switches y los servidores. En el caso de los nodos de distribución encontramos que es la suma de la energía de los equipos de radio y el switch PoE. Cabe resaltar que los radios son alimentadas por la energía del switch por lo que todo el consumo de energía se centraliza y distribuye a través de este.

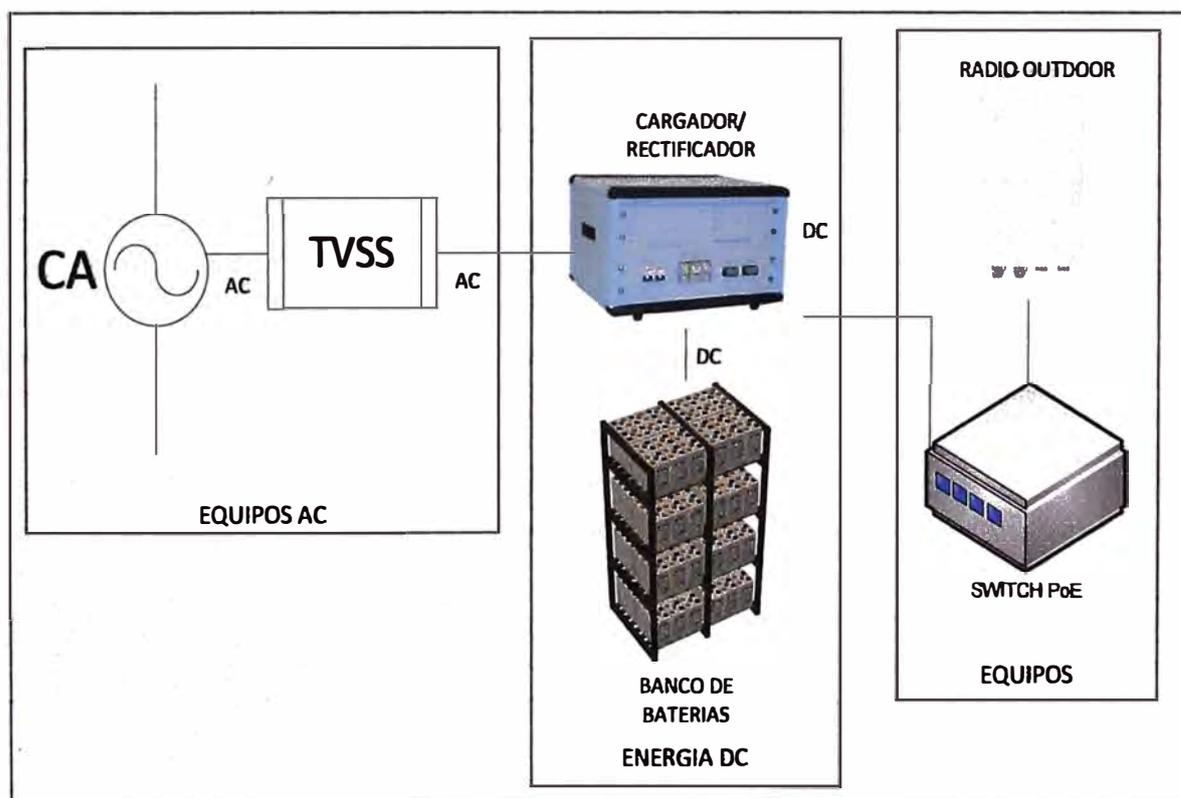
Debido a lo anterior en esta propuesta se utiliza un sistema redundante de energía tanto para el nodo central como para los nodos de distribución. Este sistema tiene conexión a la energía comercial y a un banco de baterías. En ese sentido se utiliza el siguiente equipamiento en el nodo central y los de distribución:

**Protector De Voltajes Transitorios (TVSS):** El TVSS brinda protección contra los sobrevoltajes transitorios, que no es otra cosa que el aumento de voltaje durante un periodo de tiempo del orden de los microsegundos. Estas variaciones del voltaje pueden ser causadas por fenómenos atmosféricos (tormentas eléctricas) o maniobras en la red

como por ejemplo conmutación de potencia en la red eléctrica, encendido de motores, etc. El TVSS propuesto soporta corrientes de descarga de 40KA.

**Rectificador/Cargador con Banco De Baterías:** El Rectificador/Cargador (R/C), es el equipo encargado de alimentar con voltaje de régimen continuo a los equipos de radio. Este equipo es alimentado con un voltaje AC de 220Vac y lo convierte a un voltaje DC de -48Vdc.

La principal fuente de energía AC del rectificador/cargador proviene de la red de energía comercial, en caso de fallar este suministro, asumirá la carga de los equipos el banco de baterías asociado al R/C. El banco de baterías tiene la autonomía necesaria para que el equipamiento trabaje correctamente hasta por 48 horas en caso de que no exista la energía comercial.

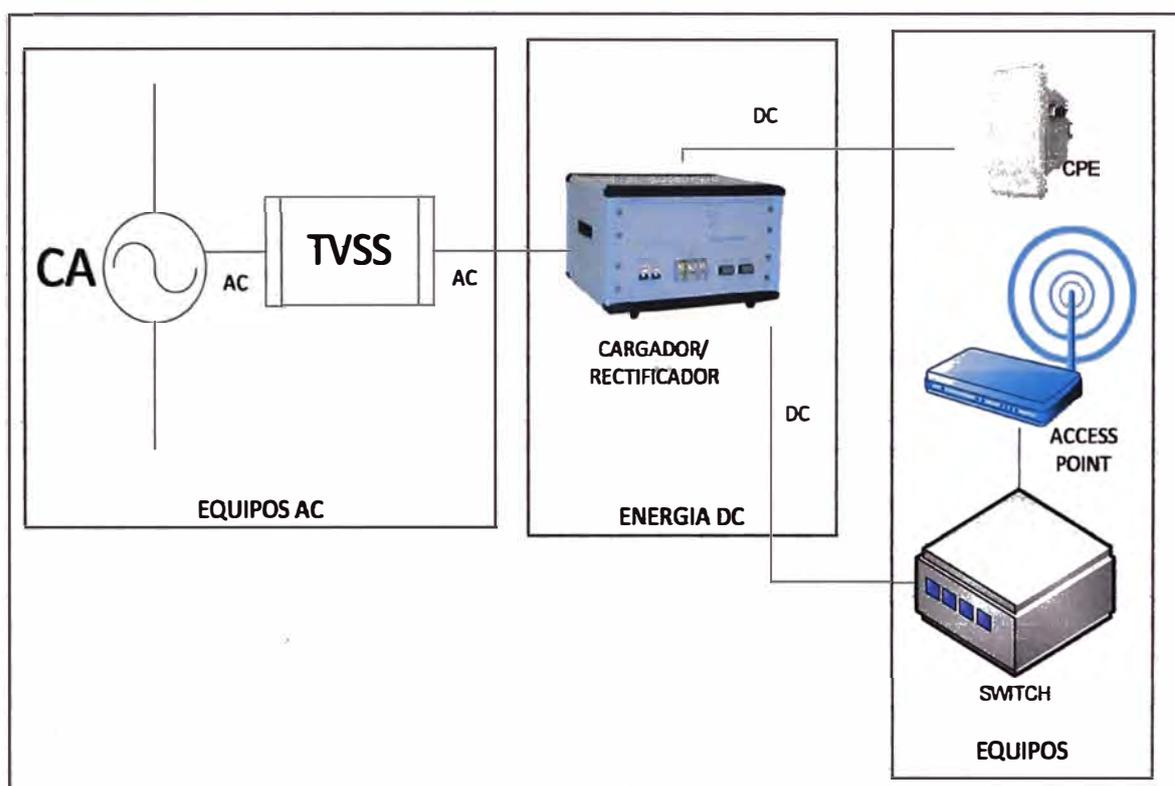


**Figura 3.10:** Sistema de energía para los nodos de distribución.

Elaboración: Propia.

En los nodos de acceso, la energía demandada por equipos de comunicaciones es el total del consumo de las PCs, el CPE, el modem-switch y el access point. Además en estos nodos están los colegios, los cuales tienen ya previsto los recursos energéticos

a usar. En consecuencia, en estos nodos no requieren de mucho dimensionamiento energético y solo se utilizará un sistema de energía que tiene un TVSS y un UPS que permitan mantener los sistemas activos por 30 minutos. Esto permite que los usuarios no tengan pérdida de información ya que tendría el tiempo suficiente para guardar toda la información que estén procesando.



**Figura 3.11:** Sistema de energía para los nodos de acceso.

Elaboración: Propia.

### c.- Obras civiles

En esta propuesta se parte de que el nodo central y los nodos de acceso, están dentro de una infraestructura existente, es decir los equipos estarán dentro de los colegios. Por lo tanto, en esta parte del informe se detalla las consideraciones de construcción para los nodos de distribución que utiliza la red propuesta.

Los trabajos previos para la instalación de los equipos de comunicaciones son: la adquisición del terreno, la cimentación de las bases, la instalación del pozo a tierra, el izamiento de la torre y la instalación del cerco perimétrico y Shelter.

**Adquisición del terreno:** Se propone el uso de terrenos de 6m x 6m de área debido a que es el espacio suficiente para instalación de torres y demás equipos. Para la

adquisición de estos, se debe realizar de preferencia compra de los predios, de no ser posible se tiene que negociar el alquiler de los mismos.

**Cimentación de las bases:** Es el procedimiento que permitirá la estabilidad de las torres a instalar. Para esto se debe realizar el estudio de suelos y estructuras.

**Pozo a tierra:** Este procedimiento permitirá proteger al sistema ante cualquier descarga inesperada, guiando la corriente hacia la tierra. En consecuencia, se debe realizar un estudio de suelos que permita conocer la conductividad del suelo, con esta información se prepara los complementos necesarios para la estabilidad del mismo.

**Izamiento de la torre:** Este procedimiento consiste en armar la torre en cada uno de los sitios. En esta propuesta se utilizan torres de 36 metros de altura, las cuales para instalarse tienen 3 partes que son armadas con una grúa.

**Instalación del cerco perimétrico y Shelter:** Se utiliza un cerco perimetral con el fin de preservar la seguridad de las instalaciones dentro del predio. Cuenta con un portón de acceso de dos hojas de 1.85 m de ancho cada una, los postes serán de hormigón de 3.50 m de alto con codo, se utiliza alambre galvanizado de malla romboidal calibre 12 x 2 y para las hileras de púas se usará alambre de púa galvanizado de alta resistencia tipo malla de 4". Finalmente, el cerco perimétrico se conecta a la malla de puesta a tierra, debiendo asegurar su continuidad galvánica incluso para el portón de acceso. Adicional se debe instalar un shelter o gabinete metálico tipo OUTDOOR (Norma IP55 o mejor) con medidas externas de 960 x 960 x 2100 mm y soporte de carga de 200 kg/m<sup>2</sup>.

#### **d.- Velocidad de transferencia**

En esta parte identificaremos los requerimientos de velocidad de transferencia de cada uno de las instituciones beneficiarias, el throughput para el dimensionamiento de los radioenlaces considerando las proyecciones futuras y la velocidad de transferencia a contratar para la interconexión en el nodo central.

**Requerimiento de velocidad de transferencia en las instituciones beneficiarias:** Para dimensionar la velocidad de transferencia de los colegios hay que tener en cuenta las aplicaciones que van a ser usados por los usuarios de los mismos. En consecuencia, vemos que el uso de videos bajo demanda y la navegación web serán los principales requerimientos desde el punto de vista académico. Por su parte, para el área

administrativa los usos más frecuentes serán de compartición de carpetas, videollamadas, entre otros.

Por otra parte, hay que tener en cuenta el número de terminales que se conectan desde cada institución. En ese sentido en el proyecto se está brindando un total de 10 computadoras por institución beneficiaria, si consideramos que cada colegio tiene por lo menos 5 terminales adicionales tendremos un universo de 15. En una jornada de trabajo es muy probable que todas las máquinas están conectadas al mismo tiempo. Si consideramos que solo la mitad están viendo video bajo de demanda para lo cual la velocidad que se recomienda es 500 kbps. Además consideremos una simultaneidad del 60% por lo cual la velocidad total a consumir por una institución educativa es de 4 Mbps aproximadamente. Los detalles del cálculo se muestran en la tabla a continuación:

**Tabla 3.8:** Cantidad de equipamiento y velocidad a brindar por institución beneficiaria.  
Elaboración: Propia.

<b>CONSIDERACION</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidades</b>
Computadoras brindadas por este proyecto	10	PCs
Computadoras que pudiese tener la institución	5	PCs
Total de dispositivos	15	PCs
Velocidad para una calidad óptima al acceder a un video bajo demanda	500	Kbps
Velocidad para una navegación óptima	50	kbps
Simultaneidad	50%	
Velocidad requerida por una institución beneficiaria	4.03	Mbps

**Throughput para el dimensionamiento de los enlaces:** Con respecto al dimensionamiento del throughput mínimo que deben soportar los enlaces, hay que tener en cuenta si el enlace agrega a otros o si es un enlace de última milla. En el primer caso el throughput a considerar es la suma del throughput de los enlaces agregados para la velocidad de transferencia que se han dimensionado para la localidad a beneficiar. Por su parte, en los enlaces de última milla solo se considera la velocidad de transferencia de la localidad a la cual beneficia. Adicional a lo mencionado se ha considerado un dimensionamiento adicional del 20% adicional.

De acuerdo a los criterios planteados en la propuesta planteada tenemos el siguiente dimensionamiento para los enlaces considerados:

**Tabla 3.9:** Dimensionamiento de velocidad mínima soportar por los enlaces.  
Elaboración: Propia.

LOCALIDAD ORIGEN	LOCALIDAD DESTINO	ENLACES ULTIMA MILLA	COLEGIOS en las LOCALIDADES DESTINO	TRÁFICO LOCALIDAD DESTINO (Mbps)	TRÁFICO ENLACE (Mbps)	TRÁFICO ENLACE final (+20% Mbps)
CHUPACA	VISTA ALEGRE	0	1	4.03	32.24	38.688
VISTA ALEGRE	PATARCOCHA	0	1	4.03	12.09	14.508
CHUPACA	HUAMANCACA CHICO	1	2	8.06	8.06	9.672
PATARCOCHA	CHONGOS BAJO	1	2	8.06	8.06	9.672
VISTA ALEGRE	AHUAC	0	3	12.09	16.12	19.344
VISTA ALEGRE	ISCOS	1	0	0	0	0
AHUAC	HUARISCA GRANDE	1	1	4.03	4.03	4.836

**Velocidad de transferencia de la interconexión:** La velocidad de transferencia que será necesaria contratar a un proveedor de servicio en el nodo central de la red propuesta, será igual a la velocidad de transferencia requerida por una institución educativa beneficiaria, multiplicado por la cantidad de instituciones beneficiarias. Los detalles se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.10:** Dimensionamiento de velocidad de interconexión.

Velocidad de interconexión	Cantidad	Unidad
Velocidad de transferencia de una institución beneficiaria	4.03	Mbps
Número de instituciones beneficiarias	11	
Velocidad de transferencia de la interconexión	44.33	Mbps

#### **e.- Análisis de los enlaces de radio (link budget)**

En este apartado se detalla la simulación de los enlaces punto a punto de la topología propuesta. En esta simulación se aprecia las características de propagación, las distancias, las antenas, los parámetros de transmisión y recepción.

En total son 7 los enlaces punto a punto que se han utilizado en la propuesta, los parámetros de transmisión y recepción usados son los mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 3.11:** Parámetros considerados para el transmisor y receptor.  
Elaboración: Propia.

<b>Parámetros del Transmisor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Potencia Transmisor	4	W
Pérdida de línea	2	dB
Ganancia de la antena	8	dBi
PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Efectiva)	15.96	W
Frecuencia de transmisión	5.8	GHz
<b>Parámetros del Receptor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Ganancia de la antena	27.2	dBi
Pérdida de línea	2	dB
Sensibilidad del Rx	-75	dBm

Para identificar cada escenario se presenta en la siguiente tabla un resumen de las distancias y niveles de recepción en cada uno de los enlaces considerados. Cabe resaltar que de acuerdo al nivel de potencia obtenida en el receptor se puede concluir que todos los enlaces se pueden realizar con éxito, si se siguen las consideraciones planteadas:

Adicional a lo anterior, luego de la tabla se muestra un total de 7 figuras con todos los detalle de los enlaces

**Tabla 3.12:** Distancias y niveles de recepción de los enlaces punto a punto.  
Elaboración: Propia.

<b>Enlace</b>	<b>Distancia del enlace</b>	<b>Nivel de potencia obtenida en el receptor</b>
CHUPACA - SAN JUAN DE ISCOS	3.30km	-54.8dBm
CHUPACA - HUAMANCACA CHICO	5.83km	-70.2dBm
VISTA ALEGRE – ISCOS	3.24km	-66.9dBm
VISTA ALEGRE - PATARCOCHA	2.39km	-53.0dBm
VISTA ALEGRE - AHUAC	3.24km	-70.1dBm
AHUAC - HUARISCA GRANDE	4.35km	-71.7dBm

El perfil de todos los enlaces se encuentra detallado en el ANEXO A.

#### **f.- Red de acceso**

La red de acceso de la propuesta está basada en WiMax, en este apartado se detalla las características de propagación, las distancias, las características de las antenas usadas, los parámetros de transmisión, los parámetros de recepción y la cantidad de equipos a usar.

Con respecto a las cantidades de equipamiento a usar se requerirá tantas estaciones base como localidades a intervenir, y con respecto a la cantidad de CPEs, el número estará dado de acuerdo a la cantidad de instituciones a intervenir. De lo mencionado, la propuesta considera la necesidad de 8 estaciones base y 12 CPEs. Los detalles por localidad se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.13: Estaciones base y CPE utilizados por localidad.**

Elaboración: Propia.

IDCCPP10	DISTRITO	LOCALIDAD	Estaciones Base	CPE
1209010001	CHUPACA	CHUPACA	1	2
1209020001	AHUAC	AHUAC	1	3
1209020006	AHUAC	HUARISCA GRANDE	1	1
1209030001	CHONGOS BAJO	CHONGOS BAJO	1	2
1209050001	HUAMANCACA CHICO	HUAMANCACA CHICO	1	2
1209060001	SAN JUAN DE ISCOS	ISCOS	1	0
1209060004	SAN JUAN DE ISCOS	PATARCOCHA	1	1
1209010007	CHUPACA	VISTA ALEGRE	1	1
Total			8	12

Cabe resaltar que se ha tenido todas las previsiones para evitar pérdida de potencia de la señal que no permita una correcta comunicación. En la siguiente tabla se tiene un consolidado de las pérdidas que genera cada material.

**Tabla 3.14: Pérdida de potencial de acuerdo al material que atraviesa.**

Fuente: Panda 2005.

MATERIAL	PÉRDIDA ADICIONAL (DB)	RANGO EFECTIVO
Espacio en abierto	0	100%
Ventana (no metal)	3	70%
Ventana (metal)	5-8	50%
Pared 5 cm espesor	5-8	50%
Pared 10 cm espesor	10	30%
Pared +10 cm espesor	15-20	15%
Hormigón	20-25	10%
Techo/suelo	15-20	15%

Techo/suelo (amplio)	20-25	10%
----------------------	-------	-----

### III.2 Diseño del aplicativo

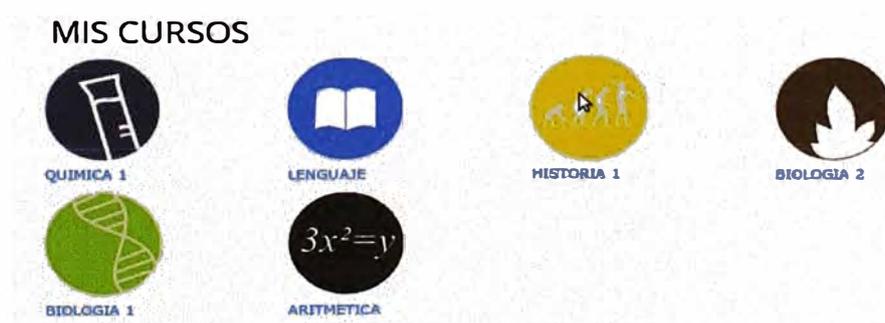
En esta parte del informe se detalla el diseño desde el punto de vista del usuario final del aplicativo propuesto. Este aplicativo tiene el nombre de YACHACHIY y se ha diseñado con una arquitectura modular en la cual destacan módulos del tipo académicos y módulos administrativos como se muestra en la figura que sigue:



**Figura 3.12:** Módulos que forman parte de YACHACHIY.  
Elaboración: Propia.

Los módulos académicos mejoran la gestión de contenido. De esta manera los alumnos, profesores y administradores tienen un registro de contenidos académicos por cada curso.

YACHACHIY facilita la navegación para cada usuario, es decir que a cada alumno o profesor, dependiendo de sus asignaciones, solo le aparecerán los cursos que le corresponde como se muestra en la siguiente imagen:



**Figura 3.13:** Presentación de cursos en YACHACHIY.

Elaboración: Propia.

Cabe resaltar que los cursos son las unidades básicas utilizadas en este diseño y que a partir de estos se han determinado 3 tipos de contenido que son las clases, pruebas y tareas. En consecuencia, cada uno de estos tipos de contenido mantienen una relación con un curso; es decir, por cada curso existirá diferentes clases, pruebas y tareas. En la siguiente imagen se detalla la interfaz gráfica de un curso y cada uno de los tipos de contenido asociados:

Ver [Editar](#) [Clases](#) [Pruebas](#) [Tareas](#) [Notas](#)

## QUIMICA 1






Agregar Clase    Agregar Prueba    Agregar Tarea

**Grado de Estudios:** 1° Grado de Secundaria  
**Horario:**  
 Se repite cada semana cada Lunes y cada Miercoles 8 veces .  
 Lun 10:15 am to 12:15 pm  
 Mié 10:15 am to 12:15 pm

**Figura 3.14:** Interfaz gráfica de un curso y sus contenidos asociados.

Elaboración: Propia.

Notar que los cursos tienen un horario que se refleja en el calendario de actividades, el cual, es hecho por el administrador. En la siguiente imagen se muestra el calendario de actividades por cada curso tal como se detalla en la siguiente figura:

Mes [Semana](#) [Dia](#) [Año](#)

**Abril 2013**      « Prev Next »

Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
1 <b>HISTORIA 1</b> 01/04/2013 - 8:30am to 10:30pm <b>QUIMICA 1</b> 01/04/2013 - 10:15am to 12:15pm	2 <b>LENGUAJE</b> 02/04/2013 - 8:30am to 10:30am	3 <b>QUIMICA 1</b> 03/04/2013 - 10:15am to 12:15pm	4 <b>LENGUAJE</b> 04/04/2013 - 8:30am to 10:30am	5 <b>HISTORIA 1</b> 05/04/2013 - 8:30am to 10:30pm	6	7
8 <b>HISTORIA 1</b> 08/04/2013 - 8:30am to 10:30pm <b>QUIMICA 1</b> 08/04/2013 - 10:15am to 12:15pm	9 <b>LENGUAJE</b> 09/04/2013 - 8:30am to 10:30am	10 <b>QUIMICA 1</b> 10/04/2013 - 10:15am to 12:15pm	11 <b>LENGUAJE</b> 11/04/2013 - 8:30am to 10:30am	12 <b>HISTORIA 1</b> 12/04/2013 - 8:30am to 10:30pm	13	14

**Figura 3.15:** Calendario de actividades por curso.

Elaboración: Propia.

Otro detalle es que la administración puede determinar que sección de un curso es dictado por un determinado docente. Para este fin, los administradores tienen una interfaz gráfica en la cual pueden encontrar a los docentes, asignarles cursos o asignarles a una sección como se muestra en la siguiente imagen:

The screenshot shows a web interface for managing teachers and course sections. At the top, there is a navigation bar with various menu items. Below the navigation bar, there is a search form for users with fields for 'Usuario', 'Nombre', 'Apellidos', and 'Curso'. The 'Curso' field is set to 'ARITMETICA'. Below the search form, there is a table of teachers with their assigned courses and sections. The table has columns for 'NOMBRE Y APELLIDOS', 'CURSO', and 'SECCIÓN'. The first row shows a teacher named Daniel Llanos assigned to the course 'ARITMETICA' and section 'A'. The second row shows a teacher named Marlene Gamboa Verdi assigned to the course 'ARITMETICA' and section 'A'. Each row has a 'Guardar' button next to it.

NOMBRE Y APELLIDOS	CURSO	SECCIÓN
Daniel Llanos danielg@unp.edu.com	ARITMETICA $3x^2=y$	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
Marlene Gamboa Verdi mparisgam@boltonmail.com	ARITMETICA $3x^2=y$	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C

**Figura 3.16:** Interfaz gráfica de administración de la asignación de docentes por curso y sección.

Elaboración: Propia

Una vez detallado los cursos como unidad funcional, a continuación veremos cada uno de los módulos de la gestión académica.

### III.2.1 Módulo de clases

Las clases son un tipo de contenido que forma parte de los recursos académicos, YACHACHIY soporta y recomienda el uso de elementos multimedia como videos para que la clase sea más didáctica. Con el tiempo la institución educativa puede crear sus propios videos. En el siguiente gráfico se muestra una clase y 2 detalles importantes: el índice del curso y los links de navegación que permiten a los alumnos orientarse de acuerdo a sus avances:

## NAVEGACIÓN

Anterior: Clase - CUATRO OPERACIONES

Siguiente: Prueba - EXAMEN DE CONJUNTOS

divisibilidad (1) solución de ejercicios (PARTE 1)

**PROBLEMA 4**

Un comerciante tiene entre 275 y 300 naranjas. Si los embolsa de 6 en 6 le sobran 3, si los embolsa de 9 en 9 le sobran 6  
¿Cuántas naranjas tiene el comerciante?

Número de naranjas:  $N < 300$

$$N = 6 + 3$$

$$N = 9 + 6$$


Profesor: **rataly**

**DIVISIBILIDAD**

Curso: **ARITMETICA**

Mié, 08/08/2012 - 6:19pm



Imprimir

## Divisores de un número entero

Un divisor de un número entero es simplemente algún otro número por cual se puede dividir el mismo.

Por ejemplo, yo puedo dividir 20 por 5. Entonces 5 es un divisor de 20. También decimos que 5 divide a 20.

**Figura 3.17:** Interfaz gráfica de una clase.  
Elaboración: Propia.

## ÍNDICE DE ARITMETICA

Clase: **CONJUNTOS**

Clase: **CUATRO OPERACIONES**

Clase: **DIVISIBILIDAD**

Prueba: **EXAMEN DE CONJUNTOS**

Prueba: **EXAMEN DE DIVISIBILIDAD**

Prueba: **EXAMEN DE NUMERACION**

Prueba: **EXAMEN DE OPERACIONES  
COMBINADAS**

Clase: **NUMERACION**

Tarea: **Operaciones combinadas**

Tarea: **Problemas de conjuntos**

1 2 siguiente > última \*

**Figura 3.18:** Interfaz gráfica de una clase y detalle del índice.  
Elaboración: Propia.

La creación de una clase es un proceso sencillo e intuitivo. Este proceso, consiste en llenar un formulario con los datos básicos de la clase como el tema, el curso al que pertenece, un video y/o el contenido del tema a través de un editor de texto. A continuación en la imagen que sigue se presenta el formulario de creación de una clase:

The screenshot shows a web form titled "Crear Clase". It has the following sections:

- Tema \***: A text input field containing "LA CELULA".
- Curso \***: A dropdown menu showing "BIOLOGIA 1".
- VIDEO**: A section with a "+ Seleccionar" button and a link "Ver peso de las filas". Below it is a button "Añadir otro elemento".
- Body (Editar resumen)**: A rich text editor with a toolbar. The text inside reads "LA CELULA ES LA UNIDAD ANATOMICA, FUNCIONAL Y GENETICA DE LOS SERES VIVOS". Below the text is a diagram of a cell with various organelles labeled in Spanish.

**Figura 3.19:** Interfaz gráfica del formulario de creación de clase.  
Elaboración: Propia.

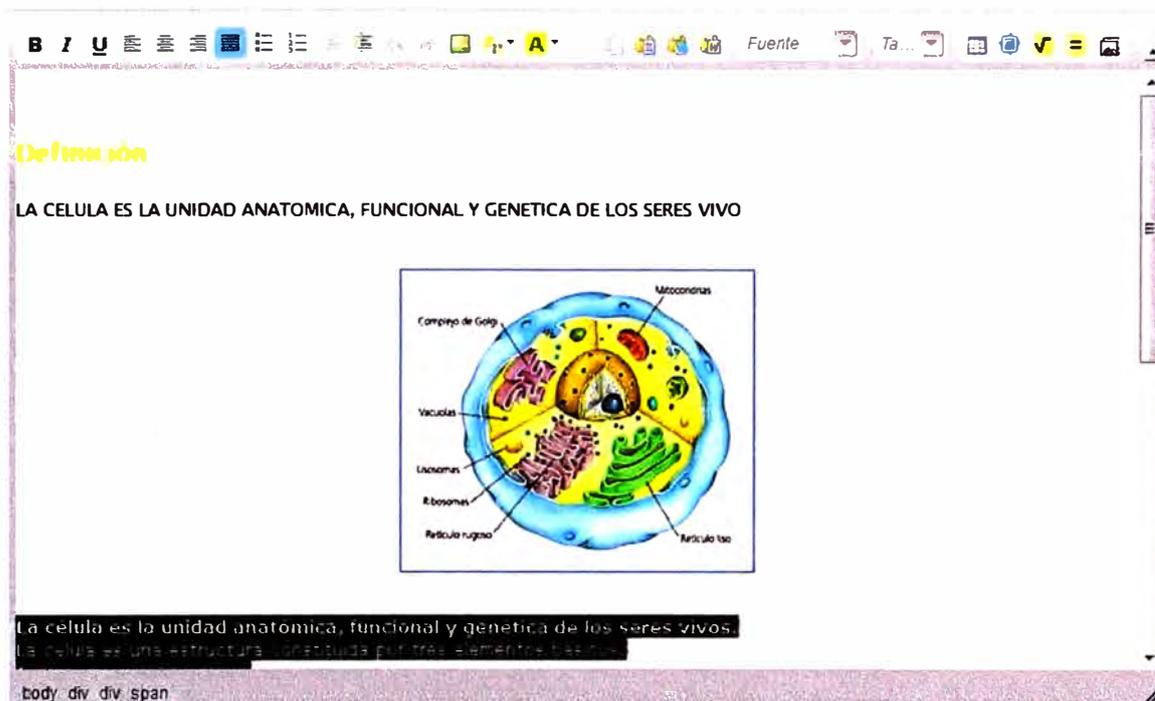
Cuando se crea una clase hay 2 detalles importantes: el primero es que los recursos multimedia, por ejemplo los videos, pueden ser propios o extraído de internet, y el segundo que el editor de texto es similar a un editor de Word. Adicionalmente si la institución educativa desea se puede agregar un campo para que los docentes suban cualquier archivo para ser descargado.

The screenshot shows a video selection interface with the following elements:

- Buttons: "Subir al servidor", "Web" (selected), "YouTube", "Librería".
- URL o Código embebido \***: A text input field containing "http://www.youtube.com/watch?v=IKcK29LwY8g".
- Text: "Ingresa la URL del video o el código embebido de cualquiera de los proveedores de servicios listados."
- Proveedores Soportados**: A list containing "• YouTube".
- Buttons: "Enviar", "Cancelar".

**Figura 3.20:** Interfaz gráfica para ingresar un video en la clase.  
Elaboración: Propia.

El editor que tiene YACHACHIY permite dar un formato al gusto de los docentes y que permite el ingreso de fórmulas para los cursos de matemáticas. A continuación mostramos el editor:



**Figura 3.21:** Interfaz gráfica del editor de texto.  
Elaboración: Propia.

Una vez que el contenido ha sido creado los profesores pueden fácilmente administrar todos aquellos que hayan ingresado a la herramienta. Para este fin en el panel de administración se muestra un listado de las clases, pruebas o tareas que el docente ha creado, tal como se muestra en la siguiente imagen:

✓ Clase LA CELULA ha sido actualizado.

Tu estas aquí: [MI contenido](#)

## MI contenido

	Curso	Borrar	Editar
<a href="#">LA CELULA</a>	BIOLOGIA 1	<a href="#">eliminar</a>	<a href="#">editar</a>
<a href="#">Las plantas</a>	BIOLOGIA 1	<a href="#">eliminar</a>	<a href="#">editar</a>
<a href="#">Las plantas</a>	BIOLOGIA 1	<a href="#">eliminar</a>	<a href="#">editar</a>
<a href="#">problemas de numeracion</a>	ALGEBRA 1	<a href="#">eliminar</a>	<a href="#">editar</a>

**Figura 3.22:** Interfaz gráfica de administración de contenido propio.  
Elaboración: Propia.

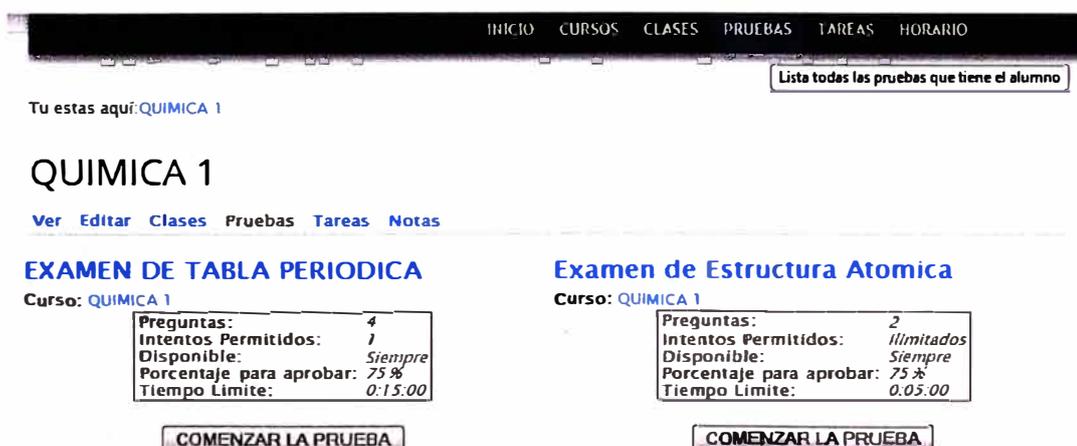
YACHACHIY almacena todos los contenidos multimedia los cuales están disponibles para poder volver a usarlos nuevamente y así no hacer doble trabajo. Estos se ubican en un registro de medios al cual se puede acceder desde el panel de administración tal como se muestra a continuación:



**Figura 3.23:** Interfaz gráfica de contenidos multimedia.  
Elaboración: Propia.

### III.2.2 Módulo de pruebas

Las pruebas son otro módulo importante de la gestión académica, permiten medir lo aprendido de acuerdo al avance que tengan los alumnos. Las pruebas que se pueden generar con YACHACHIY pueden ser presenciales o en línea. Para acceder a las pruebas de un determinado curso, se tiene que entrar en el menú pruebas, tal como se muestra a continuación:



**Figura 3.24:** Interfaz gráfica de la lista de pruebas.  
Elaboración: Propia.

La creación de las pruebas al igual que en las clases es bien intuitiva. Las pruebas de YACHACHIY permiten ingresar de 1 a más preguntas, en consecuencia la calificación de las pruebas es de manera porcentual. A continuación se muestra una lista de pruebas que ya han sido tomadas y sus respectivas calificaciones:

Tu estas aquí: [alumno](#)

**alumno**

[Ver](#) [Editar](#) [Mis resultados](#) [Mis tareas](#) [Mis pagos](#) [Mis asistencias](#) [Mis registros](#)

Título de Prueba	Empezado	Terminado	Puntuación	Evaluado	Operación
<a href="#">EXAMEN DE TABLA PERIODICA</a>	22/08/2012 - 9:57pm	22/08/2012 - 9:59pm Duración: 0:01:53	No evaluada	No	<a href="#">Ver respuestas</a>
<a href="#">EXAMEN DE OPERACIONES COMBINADAS</a>	06/09/2012 - 10:56pm	06/09/2012 - 10:58pm Duración: 0:01:45	50 % <i>falló</i>	Sí	<a href="#">Ver respuestas</a>
<a href="#">Examen de Estructura Atomica</a>	03/10/2012 - 10:19am	03/10/2012 - 10:19am Duración: 0:00:12	-100 % <i>falló</i>	Sí	<a href="#">Ver respuestas</a>
<a href="#">Examen de Estructura Atomica</a>	03/10/2012 - 10:25am	03/10/2012 - 10:25am Duración: 0:00:15	0 % <i>falló</i>	Sí	<a href="#">Ver respuestas</a>

**Figura 3.25:** Interfaz gráfica de los resultados de las pruebas.  
Elaboración: Propia.

Las pruebas tienen opciones de configuración muy útiles, a continuación en la siguiente figura veremos las opciones de disponibilidad, esta permite indicarle al sistema en que intervalo de tiempo estará disponible la prueba. Luego de este horario ningún usuario podrá acceder a la prueba:

**Opciones de calificación**

**Opciones de disponibilidad**

**Opciones de la prueba**

**Opciones de comentarios**  
Abrir

Siempre disponible  
Marque esta opción para ignorar las fechas de inicio y final.

**Fecha de apertura**  
2  Abr  2013   
La fecha en el que este Prueba estará disponible.

**Fecha de cierre**  
2  Mayo  2013   
La fecha en que Prueba dejará de estar disponible.

**Figura 3.26:** Interfaz gráfica de las opciones de aleatoriedad.  
Elaboración: Propia.

Por otro lado, las opciones de aleatoriedad permiten indicarle al sistema la forma como se presentan las preguntas, y cuantas veces el alumno podrá resolver la prueba. Las preguntas pueden tener un orden definido, un orden aleatorio, pueden ser preguntas escogidas aleatoriamente de un banco de preguntas e incluso ser escogidas aleatoria

dentro de una categoría en particular. En la siguiente figura se muestra la interfaz para configurar las opciones de aleatoriedad:

**Poner preguntas al azar**

Sin aleatoriedad  
 Orden aleatorio  
 Preguntas aleatorias  
 Preguntas aleatorias por categorías

Orden aleatorio: Siempre son las mismas preguntas pero en orden distinto

Preguntas aleatorias: Las preguntas son escogidas de un conjunto de preguntas predefinido y distinto para cada usuario que resuelva el examen

Preguntas aleatorias por categoría: Puedes escoger diversas preguntas y agruparlas por categorías. Al momento de dar la prueba el usuario recibe una cantidad aleatoria de cada pregunta

---

**¿CUANTAS VECES SE DA LA PRUEBA?**

**Número de intentos permitidos**

1

El numero de veces que un usuario esta permitido de dar la prueba.

---

**OPCIONES ADICIONALES**

**Límite temporal**

0

Indique el tiempo máximo permitido en SEGUNDOS para rellenar esta Prueba. Use 0 para no establecer limite

**Figura 3.27:** Interfaz gráfica de las opciones de orden.  
Elaboración: Propia.

Una vez que se ha creado la prueba el sistema permite crear nuevas preguntas. Las preguntas pueden ser de múltiple opción o de respuesta corta, es decir el alumno tendrá que escribir la respuesta. En la siguiente figura se muestra el formulario de creación y configuración de preguntas de la prueba:

Inicio » EXAMEN DE TABLA PERIODICA

EXAMEN DE TABLA PERIODICA

VER EDITAR DAR GESTIONAR PREGUNTAS RESULTADOS

**CREAR NUEVA PREGUNTA**

Pregunta de múltiple opción  
 Pregunta de respuesta corta

**PREGUNTAS EN ESTE CUESTIONARIO (4)**

PREGUNTA	TIPO	ACCIONES	ACTUALIZAR	PUNTAJÓN MÁXIMA
+ 1 Dadas las siguientes configuraciones electró...	Pregunta de respuesta corta	Editar   Eliminar	Actualizado	5 <input type="text"/>
+ 2 Dada la especie $^{56}_{26}\text{X}$ indique si ¿Cuántos ...	Pregunta de respuesta corta	Editar   Eliminar	Actualizado	5 <input type="text"/>
+ 3 Una muestra de un metal contiene $2,516 \times 10^2$ ...	Pregunta de respuesta corta	Editar   Eliminar	Actualizado	5 <input type="text"/>
+ 4 a) ¿Cuál es la masa de un átomo de Al en g ...	Pregunta de respuesta corta	Editar   Eliminar	Actualizado	5 <input type="text"/>

[Ver peso de las filas](#)

**Figura 3.28:** Interfaz gráfica del formulario de creación y configuración de preguntas.  
Elaboración: Propia.

En las pruebas, también se puede incluir preguntas que hayan sido creados con anterioridad y están en el banco de preguntas. En la imagen que sigue se muestra el banco de preguntas desde donde se extrae preguntas que ya han sido creadas:

**BUSCAR PREGUNTAS PARA AÑADIR A LA PRUEBA**

Marca todas las preguntas que quieras añadir. Tu puedes filtrar las preguntas usando los campos de texto y las casillas de selección.

	TÍTULO	TIPO	CAMBIADO	NOMBRE DE USUARIO
<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	SIN FILTRO <input type="button" value="v"/>	SIN FILTRO <input type="button" value="v"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	5. dingolondango	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 8:56pm	profesor
<input type="checkbox"/>	4. vehemente	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 8:54pm	profesor
<input type="checkbox"/>	3. ósculo	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 8:53pm	profesor
<input type="checkbox"/>	2. afable	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 8:52pm	profesor
<input type="checkbox"/>	1. Enjuto	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 8:52pm	profesor
<input type="checkbox"/>	3.&nbsp;nbsp;	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 7:54pm	profesor
<input type="checkbox"/>	2.&nbsp;nbsp;	Pregunta de respuesta corta	01/04/2013 - 7:48pm	profesor

**Figura 3.29:** Interfaz gráfica de la lista de pruebas.  
Elaboración: Propia.

Por último, de acuerdo a como se haya configurado, la calificación puede ser manual o automatizada. En el caso de ser manual, la evaluación aparecer como no calificada hasta que el docente termine de calificar como corresponda. En el caso de la calificación automática las pruebas se corregirán automáticamente apenas se acabe la prueba.

En la siguiente imagen se muestra los detalles de la prueba antes de que el alumno inicie con la misma:

Ver [Editar](#) [Dar](#) [Gestionar preguntas](#) [Resultados](#)



Profesor: [profesor](#)  
Curso: [LENGUAJE](#)  
01/04/2013 - 8:50pm

completa las palabras

## Sinónimos

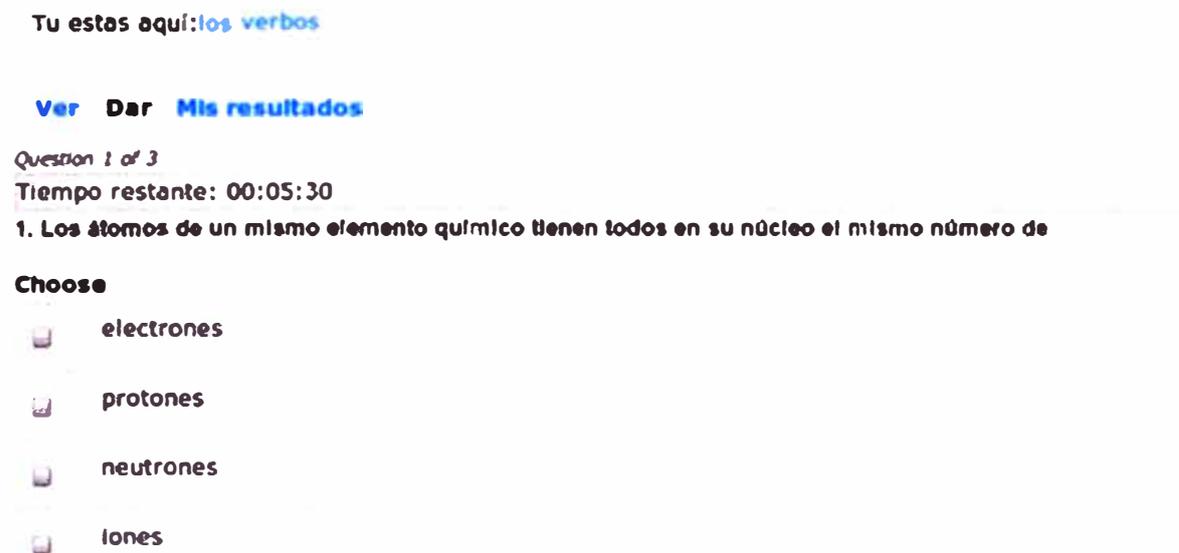
**Detalles de la Prueba:**

Preguntas: 5  
Intentos Permitidos: 1  
Disponibile: Siempre  
Porcentaje para aprobar: 75 %

[COMENZAR LA PRUEBA](#)

**Figura 3.30:** Interfaz gráfica de una prueba.  
Elaboración: Propia.

Luego de empezada la prueba, si se ha considerado un tiempo límite apenas se inicie la prueba un contador comenzará a disminuir. Las preguntas aparecen de acuerdo a las opciones de aleatoriedad configuradas. En la siguiente imagen se muestra la interfaz gráfica cuando una prueba se está desarrollando:



**Figura 3.31:** Interfaz gráfica de una prueba en desarrollo.  
Elaboración: Propia.

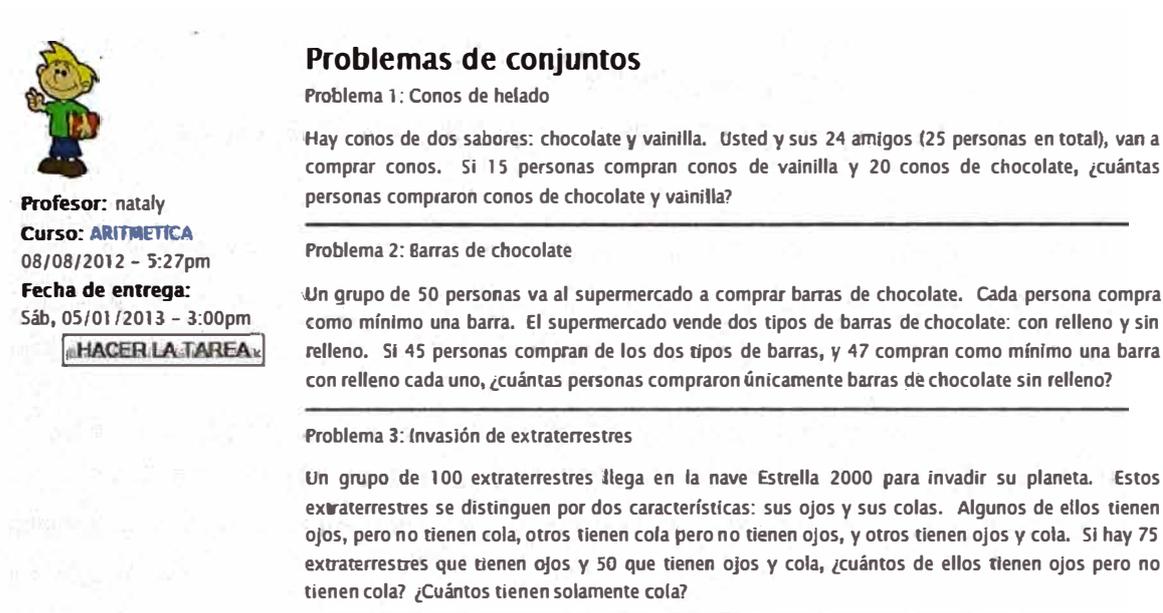
### III.2.3 Módulo de tareas

Las tareas están creadas para incentivar la investigación de los alumnos, los alumnos tienen una fecha límite de entrega. En la siguiente imagen se muestra una lista de tareas planteadas por el docente:



**Figura 3.32:** Interfaz gráfica de la lista de tareas.  
Elaboración: Propia.

Los alumnos tienen un botón de hacer la tarea, en caso haya pasado el tiempo de entrega el sistema no le permitirá ingresar ningún dato. En la siguiente imagen se muestra una tarea para la cual el plazo de entrega todavía está vigente:



**Profesor:** nataly  
**Curso:** ARITMETICA  
 08/08/2012 - 5:27pm  
**Fecha de entrega:**  
 Sáb, 05/01/2013 - 3:00pm

**HACER LA TAREA**

### Problemas de conjuntos

**Problema 1: Conos de helado**

Hay conos de dos sabores: chocolate y vainilla. Usted y sus 24 amigos (25 personas en total), van a comprar conos. Si 15 personas compran conos de vainilla y 20 conos de chocolate, ¿cuántas personas compraron conos de chocolate y vainilla?

---

**Problema 2: Barras de chocolate**

Un grupo de 50 personas va al supermercado a comprar barras de chocolate. Cada persona compra como mínimo una barra. El supermercado vende dos tipos de barras de chocolate: con relleno y sin relleno. Si 45 personas compran de los dos tipos de barras, y 47 compran como mínimo una barra con relleno cada uno, ¿cuántas personas compraron únicamente barras de chocolate sin relleno?

---

**Problema 3: Invasión de extraterrestres**

Un grupo de 100 extraterrestres llega en la nave Estrella 2000 para invadir su planeta. Estos extraterrestres se distinguen por dos características: sus ojos y sus colas. Algunos de ellos tienen ojos, pero no tienen cola, otros tienen cola pero no tienen ojos, y otros tienen ojos y cola. Si hay 75 extraterrestres que tienen ojos y 50 que tienen ojos y cola, ¿cuántos de ellos tienen ojos pero no tienen cola? ¿Cuántos tienen solamente cola?

**Figura 3.33: Interfaz gráfica de una tarea.**  
 Elaboración: Propia.

Una vez ha sido entregada la tarea los docentes pueden calificar. Para esto cuentan dentro de la interfaz de administración un menú donde al acceder ven las tareas que están en su bandeja. En la siguiente imagen se muestra la bandeja de tareas realizadas:

Alumno	Que tarea	Curso	Día de entrega	Calificar
Marcote Bertha	Problemas de conjuntos	ARITMETICA	09/08/2012 - 7:38pm	Calificar

**Figura 3.34: Interfaz gráfica de calificación de tareas.**  
 Elaboración: Propia.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS**

En esta parte del informe se detalla el análisis de la solución propuesta, se presenta los resultados de la simulación de la red y se presenta un presupuesto y un cronograma requeridos para la implementación de la propuesta.

#### **IV.1 Análisis descriptivo de la solución propuesta**

Para este análisis se examina las ventajas y desventajas asociadas a la solución propuesta. Luego de esto se examina las consideraciones a tener para la implementación de la propuesta.

##### **IV.1.1 Ventajas**

Las principales ventajas de la solución propuesta son:

- Fácil y rápido despliegue de la red debido a que la red de transporte y de la red de acceso utiliza medios inalámbricos en los enlaces.
- El monitoreo, control y administración de la red son procedimientos sencillos gracias a la topología centralizada de red.
- Mejora en la velocidad de descarga y optimización del tráfico cursado hacia internet debido a que el servidor almacena el contenido recurrente como videos, archivos y otros recursos.
- Escalabilidad de la red debido a que se ha considerado la infraestructura con capacidad por encima de lo requerido.
- Docentes y alumnos tienen acceso a la información académica y administrativa de forma ordenada e intuitiva gracias a la estructura modular y diseño grafico del aplicativo propuesto.
- Contenido y permisos personalizados de acuerdo al perfil del usuario gracias a las múltiples opciones de configuración en el sistema.
- Escalabilidad funcional del aplicativo gracias a la arquitectura modular de desarrollo y los múltiples módulos disponibles.

#### **IV.1.2 Desventajas**

Las desventajas sujetas al sistema propuesto son:

- La inversión para la implementación de este sistema no es rentable económicamente debido a la naturaleza rural del lugar donde se desarrolla. Para cubrir este problema se debe buscar fuentes de financiamiento del sector público, ya que el beneficio social es significativo.
- En la actualidad no hay muchos proveedores que comercialicen estaciones base WiMax debido a que el mercado está orientando el despliegue de LTE en ambientes urbanos.
- El sistema educativo tradicional es muy rígido al uso de las TICs. En ese sentido, la sensibilización y capacitación son indispensables para el correcto despliegue del sistema.

#### **IV.1.3 Consideraciones para la implementación**

Para la correcta implementación del sistema propuesto hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Adquisición de los sites: Las alternativas para este fin son 2 el alquiler o adquisición de terrenos. La elección de cómo se procederá dependerá de los intereses de los involucrados y la valoración económica de cada una de las alternativas.
- Realizar el estudio de Impacto Ambiental: Las autoridades competentes con los temas ambientales están preocupadas de la afectación a las áreas nacionales protegidas (ANP). Para esto se han definido un mapa de las ANP y sus respectivas zonas de amortiguamiento. Todo proyecto de infraestructura debe evitar en lo posible incidir en los espacios delimitados por el mapa; en caso no sea de esta forma, se debe tratar de utilizar infraestructura existente. En cualquiera de los casos y con mayor atención si se va a requerir construcción se debe realizar un estudio de la biodiversidad afectada, la mitigación de impactos y la metodología de instalación o construcción.
- Permisos municipales para la construcción: Se debe realizar todos los trámites de acuerdo a los procedimientos publicados en la municipalidad que corresponda. En ese sentido, los procedimientos, tiempos y herramientas a utilizar se deben detallar.
- Traslado los materiales y equipamiento: Se debe prever todos los pormenores de importación, certificación y traslado de equipos. Así mismo, se debe prever los almacenes, seguridad y abastecimiento del material y personal requerido para la instalación.
- Protocolos de pruebas de funcionamiento: La aceptación de los usuarios es fundamental para el correcto despliegue del sistema propuesto. Consecuentemente, se

tiene que realizar pruebas de red y pruebas del aplicativo. En las primeras se debe validar la conectividad, la velocidad y demás parámetros de calidad. En las pruebas del aplicativo, se debe probar cada una de las funcionalidades descritas de tal manera que los módulos de clases, pruebas y tareas cumplan las expectativas propuestas.

- Sensibilización y capacitación a directores, docentes y alumnos.

## IV.2 Presupuesto

En este numeral se muestra los detalles relacionados con el presupuesto de la inversión necesaria para la implementación de la solución propuesta en este informe.

Para elaborar este presupuesto se ha utilizado las cantidades halladas en Análisis De Dimensionamiento del Capítulo III. Por otra parte se ha realizado un estudio de mercado para saber los costos asociados a cada uno de los equipos, materiales y servicios necesarios para el despliegue del sistema de comunicaciones propuesto.

Con las consideraciones anteriores, el monto total de inversión para la realización de la solución propuesta es de \$725 045 sin IGV. Este monto se distribuye de acuerdo a lo mostrado en la siguiente tabla:

**Tabla 4.1:** Presupuesto resumen sin IGV y porcentajes con respecto al total.  
Elaboración: Propia.

N	DESCRIPCIÓN	TOTAL USD	PORCENTAJE
<b>1</b>	<b>NODOS DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>\$504,929</b>	<b>70%</b>
1.1	Estudios	\$108,000	15%
1.2	Sistema de comunicaciones inalámbrico	\$51,580	7%
1.3	Obras Civiles	\$185,600	26%
1.4	Sistema de Energía y Protección	\$96,000	13%
1.5	Servicios de Diseño, Instalación y configuración de la red	\$63,749	9%
<b>2</b>	<b>NODO CENTRAL</b>	<b>\$102,821</b>	<b>14%</b>
2.1	Data Center e Interconexión	\$63,750	9%
2.2	Sistema de Energía y Protección	\$14,071	2%
2.3	Servicios de Diseño, Instalación y configuración de la red	\$25,000	3%
<b>3</b>	<b>NODOS DE ACCESO</b>	<b>\$56,210</b>	<b>8%</b>
3.1	Sistema de Energía	\$2,200	0%
3.2	Equipamiento para Colegios	\$54,010	7%
<b>4</b>	<b>OTROS</b>	<b>\$26,558</b>	<b>4%</b>
4.1	Seguros	\$26,558	4%
	<b>SUB - TOTAL RED</b>	<b>\$690,519</b>	
-	Contingencia general de la Red	\$34,526	5%

	<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$725,045</b>	
--	-------------------	------------------	--

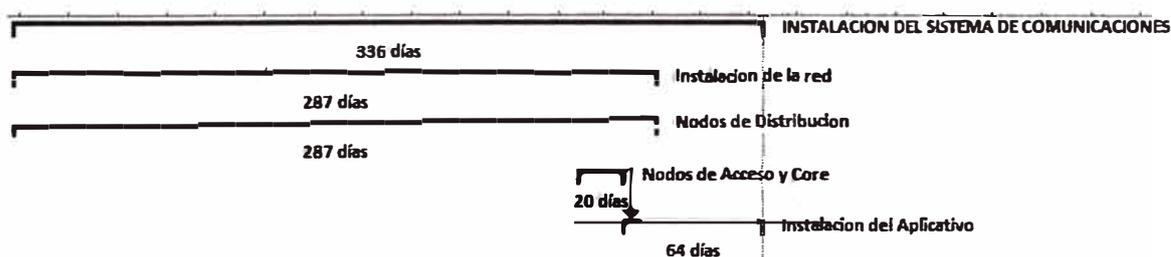
Del presupuesto presentado, se observa que las obras civiles de los nodos de distribución son la parte más representativa del costo final (26% del total), seguido de los estudios de ingeniería para la instalación de los nodos de distribución (15% del total).

Para más detalle del presupuesto realizado se presenta el desgregado del mismo en el ANEXO B de este informe.

### IV.3 Cronograma

Para implementar el sistema de comunicaciones propuesto, es requerido prever las gestiones, la disposición de materiales, el personal requerido y el tiempo de importación de algunos equipos.

De acuerdo a esto, el tiempo requerido para la instalación de este proyecto es cercano al año con un total de 336 días calendario. En el siguiente diagrama se muestra las partes principales en el despliegue de la red:

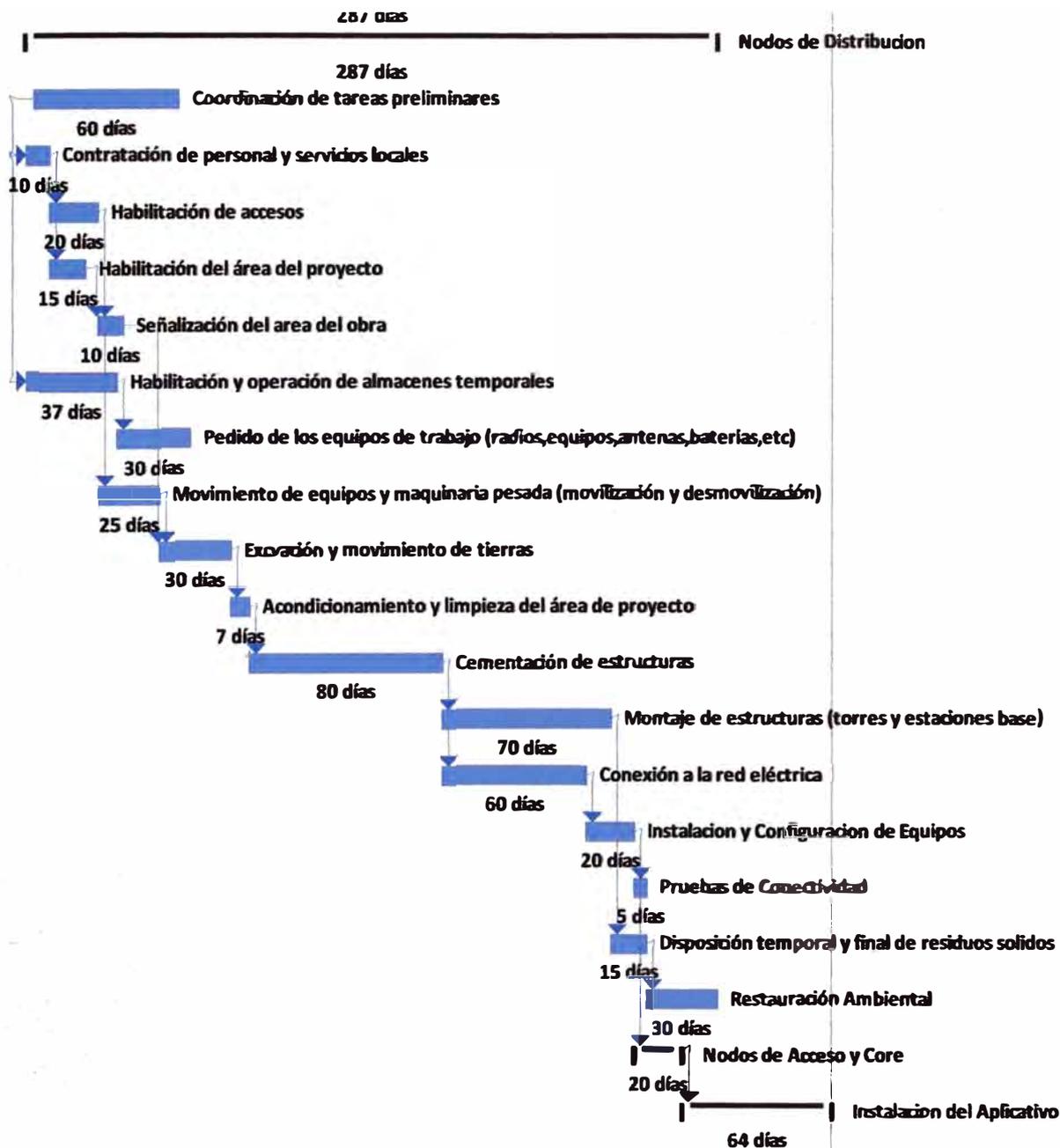


**Figura 4.1:** Diagrama de Gantt resumen de la instalación del sistema de comunicaciones propuesta  
Elaboración: Propia

Como se aprecia la instalación de la red es la parte que más demora (287 días), en particular por la instalación de los nodos de distribución. La razón de esto, es debido al trabajo de campo necesario para la instalación de las torres; ya que para este fin, se requiere habilitar los accesos, señalar el área de trabajo, realizar movimiento de tierras, para lo cual en muchos casos es necesario el uso de maquinaria pesada, cimentar los soportes y montar las parte de las torres.

A lo anterior hay que agregar que en esta propuesta se considera la instalación de 7 nodos de distribución. Claro que los tiempos se podrían acortar si se usa más de una cuadrilla de instalación. Sin embargo por un tema de costos, en esta propuesta solo se ha considerado una cuadrilla de instalación.

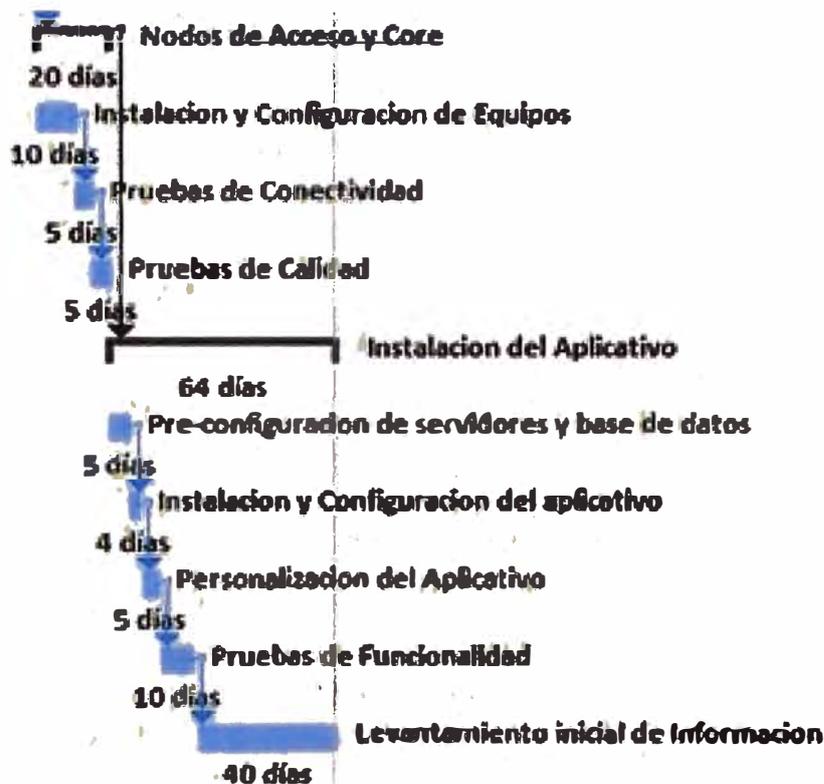
Para mayor detalle del flujo de actividades necesarias para la instalación de los nodos de distribución se presenta la siguiente figura con el diagrama gant correspondiente:



**Figura 4.2:** Diagrama de Gant de las actividades requeridas para la instalación de los nodos de distribución.  
Elaboración: Propia.

Para finalizar, el tiempo de instalación de nodos de acceso, el nodo core y el aplicativo principalmente dependen de que se tenga la infraestructura desplegada, la disponibilidad de los equipos y personal para su configuración respectiva.

En el siguiente diagrama se observa los detalles del cronograma para instalación de los nodos de acceso que se da en cada institución, del nodo core y el aplicativo propuesto:



**Figura 4.3:** Diagrama de Gantt de las actividades requeridas para la instalación de los nodos de acceso, core y del aplicativo.  
Elaboración: Propia.

Cabe resaltar que en el último diagrama se considera el tiempo requerido para desarrollar las pruebas de conectividad, de calidad y el levantamiento de la información básica inicial para el aplicativo.

En el ANEXO C se muestra el cronograma detallado completo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Luego de haber realizado este informe se concluye:

- 1. La calidad de la educación en el Perú es de muy bajo nivel, así lo demuestra los resultados de la prueba PISA 2012 y la Evaluación Censal de Estudiantes 2013; en consecuencia, es necesario identificar soluciones tecnológicas que permitan mejorar estos indicadores para el desarrollo del país.**
- 2. En la actualidad en zonas rurales no se usa las Tecnologías de Información y Comunicación. De acuerdo a la Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones 2013 el índice de penetración del servicio de acceso a internet es de 5.2% del total y de acuerdo a la Encuesta Nacional de Hogares 2013 el uso del internet para actividades educativas es 9.3% del total. En consecuencia, la carencia de infraestructura de redes de telecomunicaciones, el déficit de aplicaciones educativas y la falta de conocimiento de los beneficios, son motivos por los que no se usan las Tecnologías de Información y Comunicación.**
- 3. Las 7 localidades de la provincia de Chupaca no cuentan con un sistema de comunicaciones integrado. Con esta propuesta se beneficia a un total de 11 instituciones educativas de nivel primaria o secundaria, 2621 alumnos, 169 docentes y 125 padres de familia. Además, la infraestructura diseñada permitirá conectar a instituciones de salud, gobiernos locales y departamentos policiales.**
- 4. Las localidades rurales son hostiles y dispersas; los costos de instalación en estas condiciones no incentivan al sector privado. Por lo tanto, la tecnología inalámbrica WiMax es una solución adecuada, debido a que es de bajo costo, es fácil de instalar, permite enlaces sin línea de vista (NLOS), con frecuencias no licenciadas y que superan los 20km de distancia.**
- 5. Debido a que la gestión administrativa para las notas, asistencias y pagos, así como la gestión académica para las clases, pruebas y tareas, son los aspectos más importantes**

en un colegio; ha sido necesario diseñar un aplicativo modular, escalable, multiusuarios y con gestión de permisos.

6. De acuerdo a los cálculos de dimensionamiento y el presupuesto para la implementación del sistema de comunicaciones se requiere una red con 1 nodo central, 7 nodos de distribución, 11 nodos de acceso y un costo de inversión de 725,045 dólares americanos sin incluir IGV.

7. Luego del análisis en el tiempo, se concluye que para la correcta implementación de la red es necesario 336 días calendario, de los cuales 287 días están previstos para la instalación de los nodos de distribución.

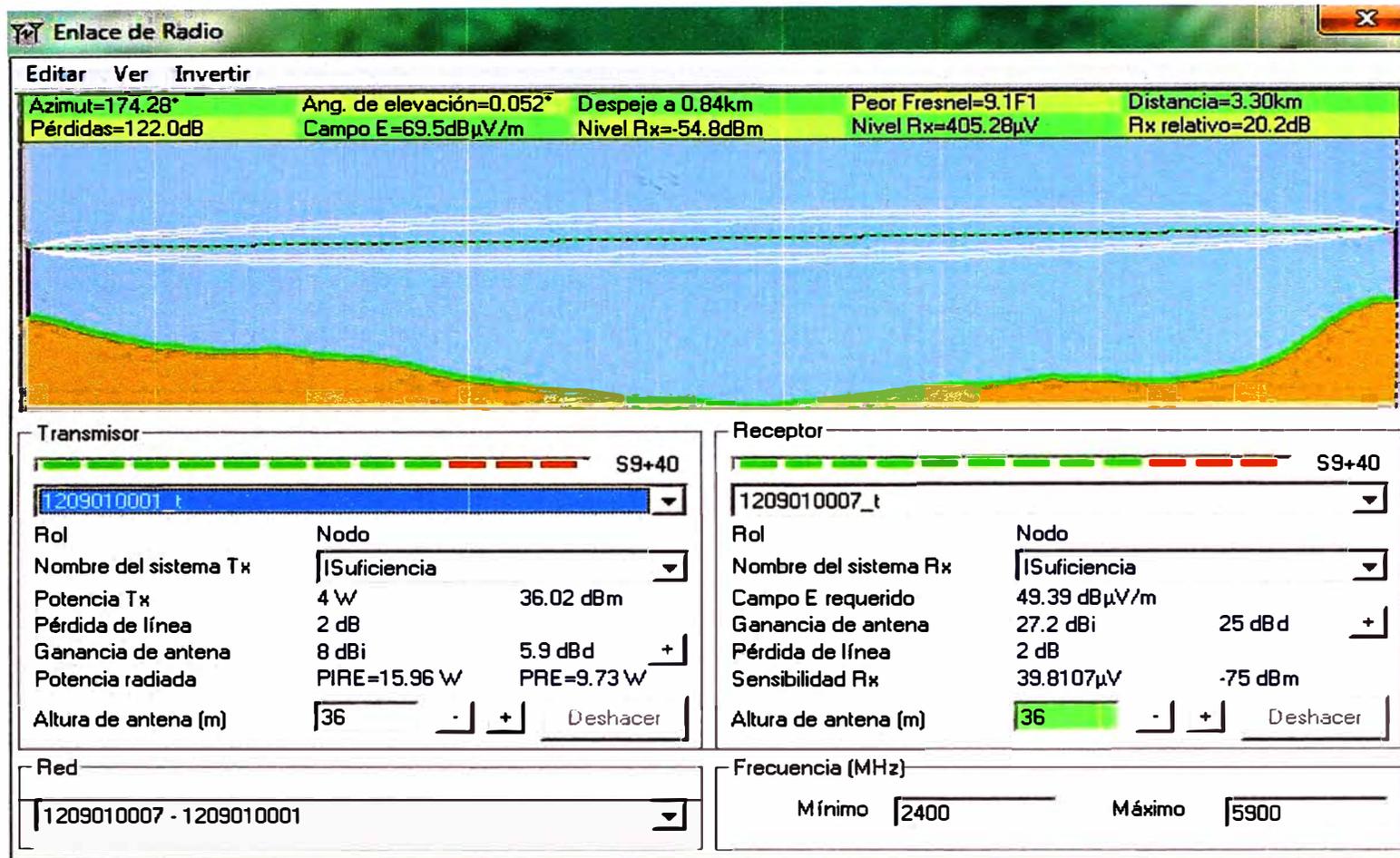
Después de realizar este informe se recomienda:

1. Para el diseño de cualquier red se debe dimensionar el equipamiento y la capacidad de estos para soportar el 20% del tráfico que se demanda. De esta manera se logra integrar la red a los diferentes servicios complementarios.

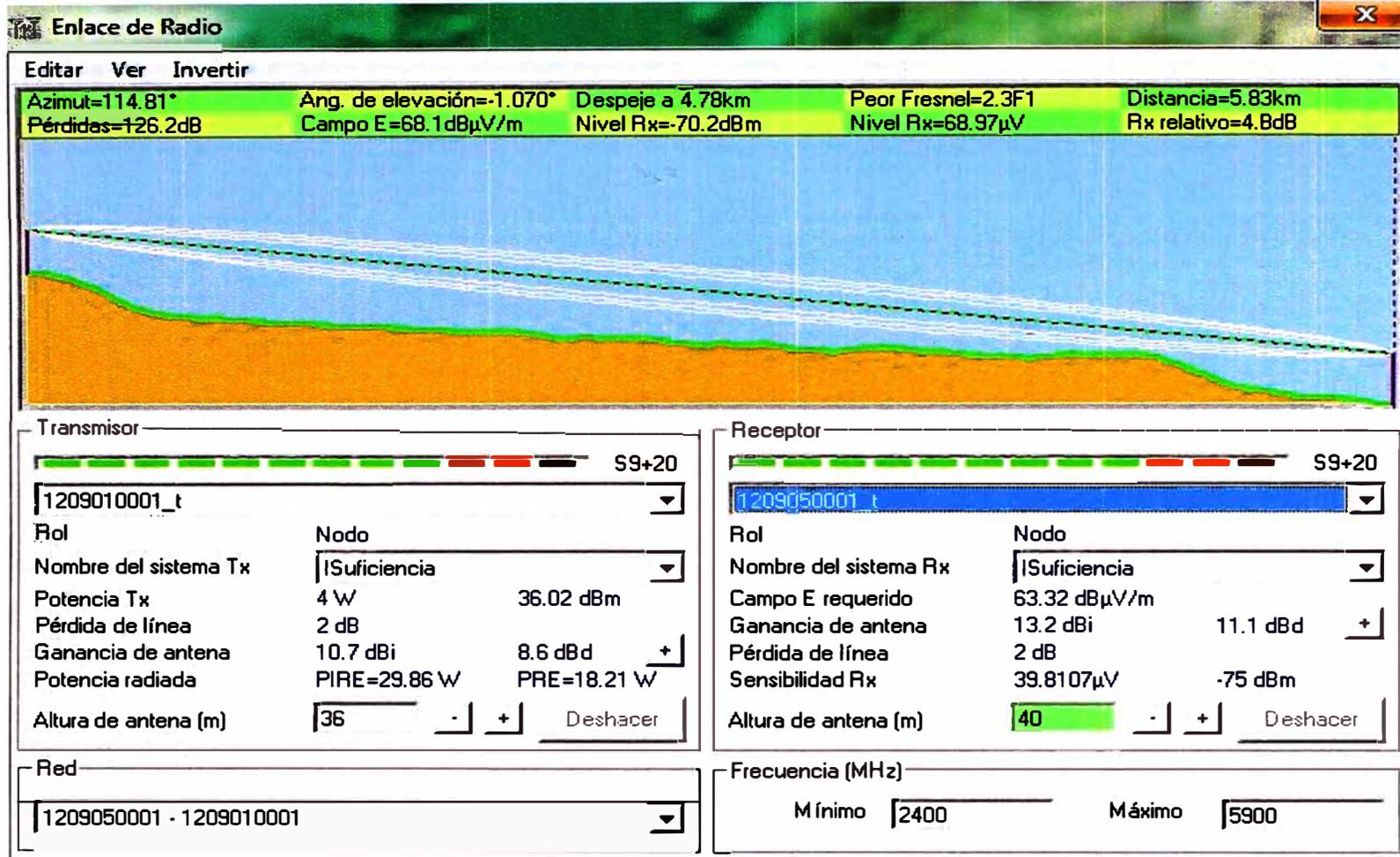
2. Se debe complementar la solución propuesta con campañas de concientización, capacitaciones y otras actividades que permitan el correcto uso de la infraestructura. Esto es clave para garantizar que se utilice todo el potencial de la solución.

3. El financiamiento para la implementación de estos proyectos es importante. Por tal razón se recomienda recurrir a las entidades del estado competentes del sector como los gobiernos locales, los gobiernos regionales o el FIDEL.

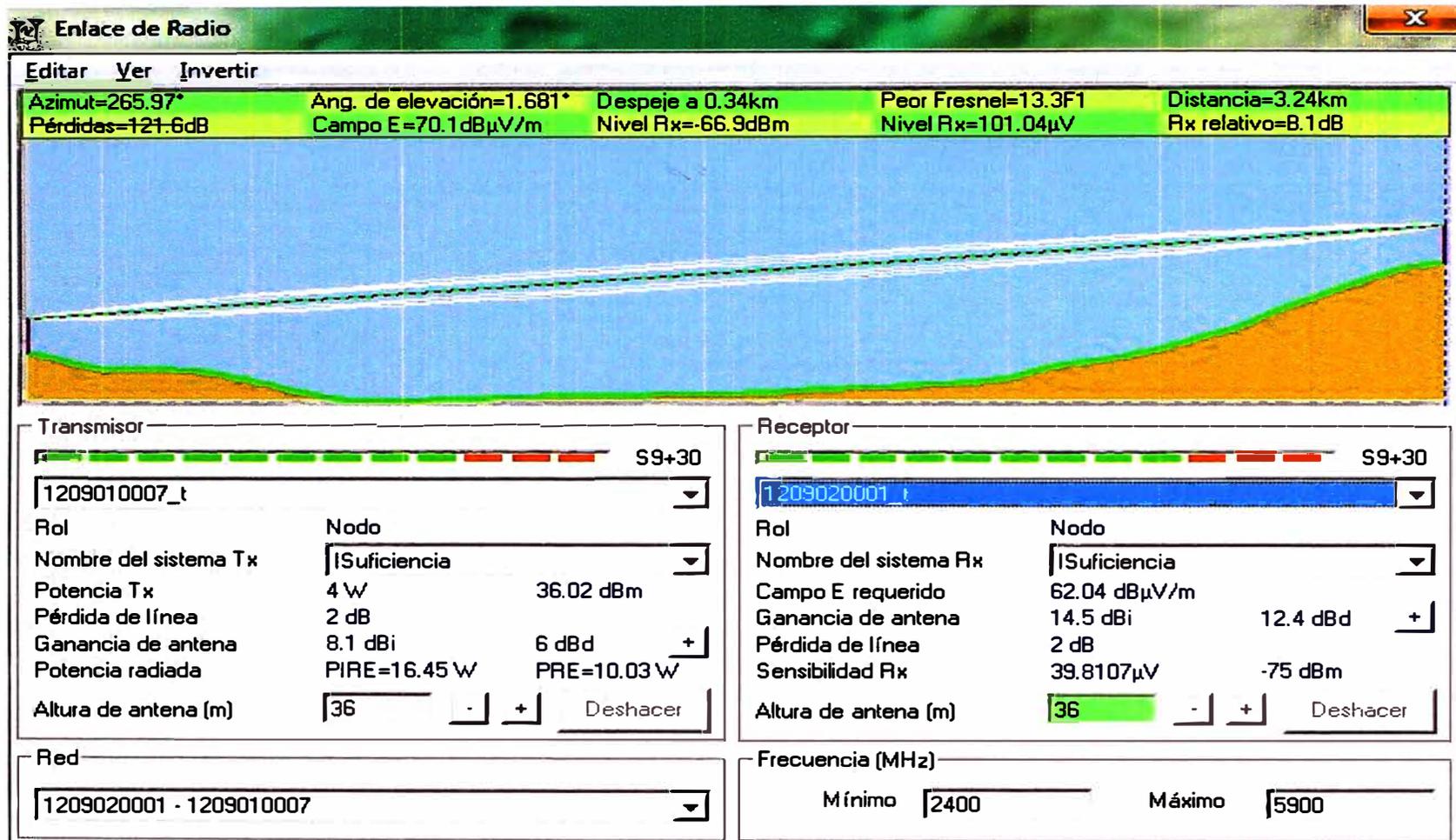
**ANEXO A**  
**PERFILES DE PROPAGACION DE LOS ENLACES**  
**INALAMBRICOS PUNTO A PUNTO**



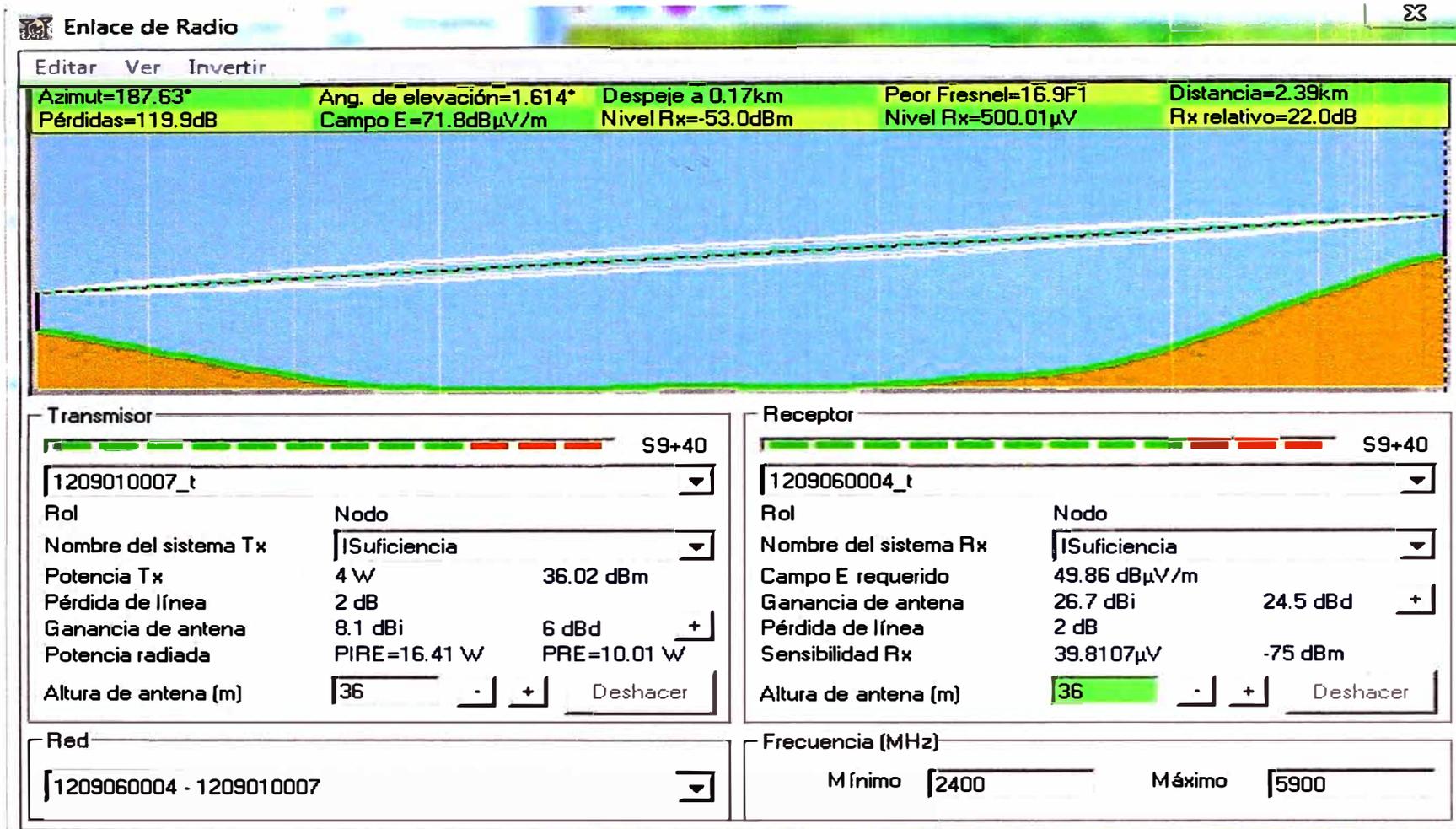
**Figura A.1:** Perfil y detalles del enlace CHUPACA - SAN JUAN DE ISCOS  
Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



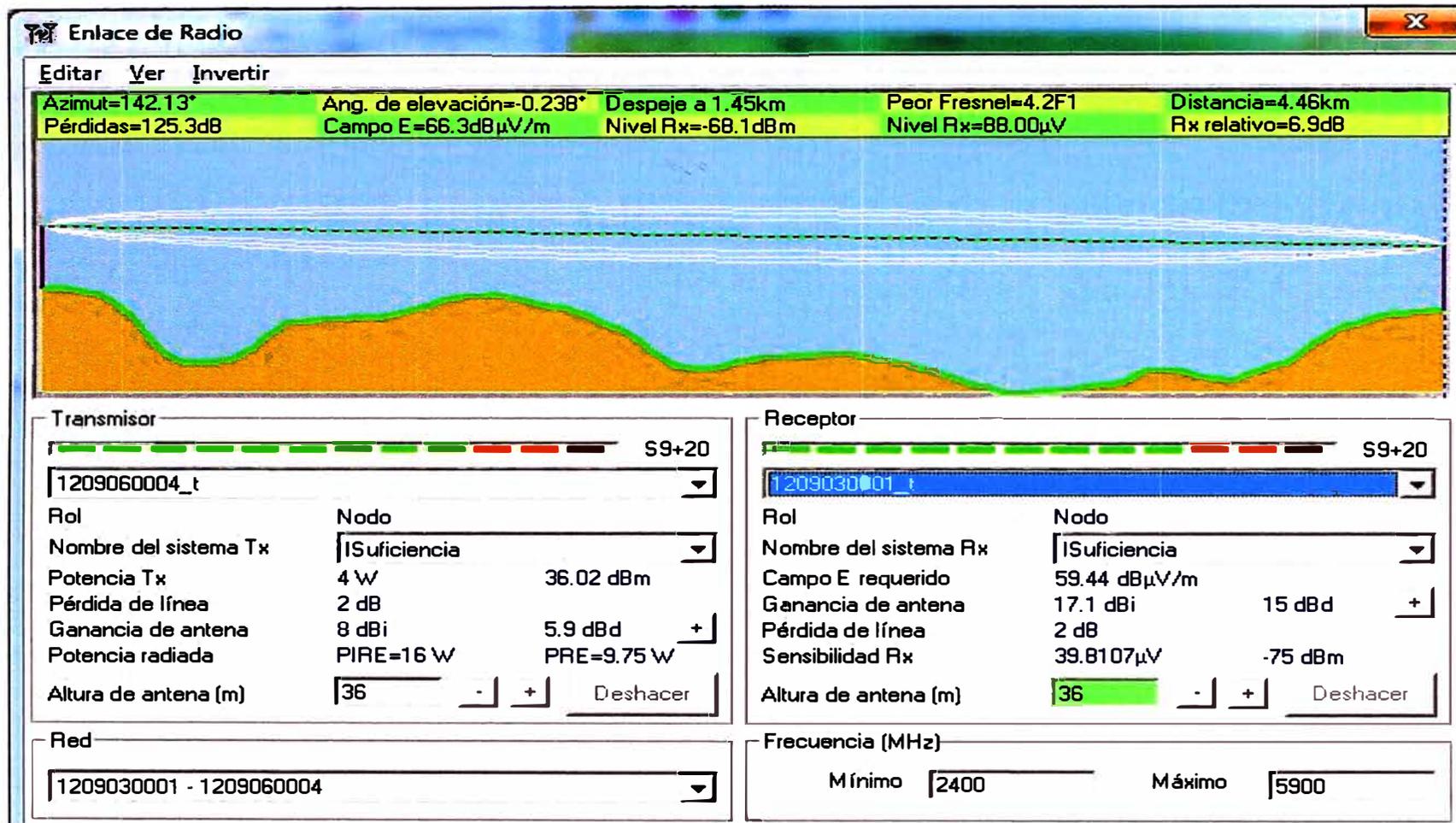
**Figura A.2:** Perfil y detalles del enlace CHUPACA - HUAMANCACA CHICO  
 Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



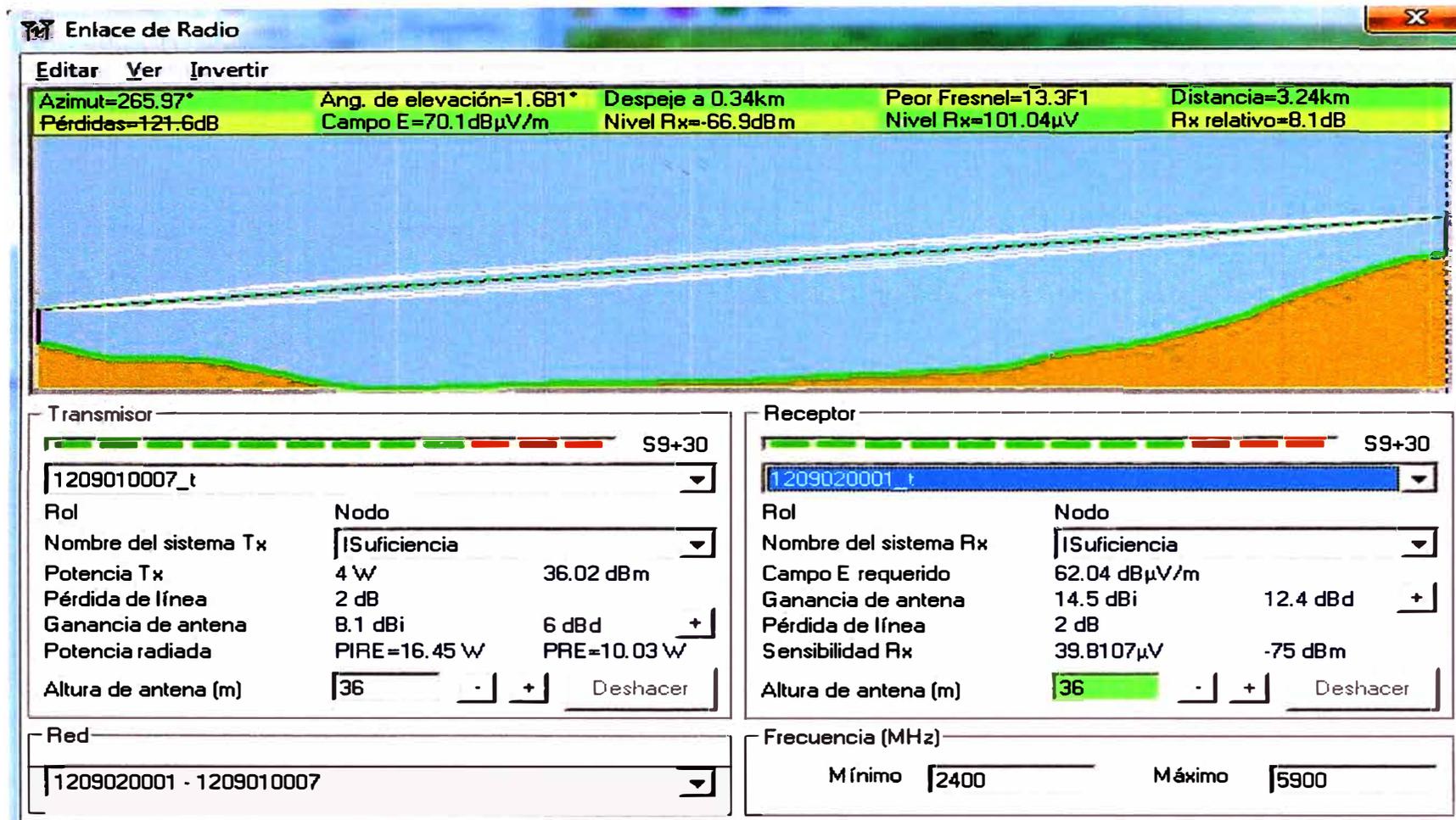
**Figura A.3:** Perfil y detalles del enlace VISTA ALEGRE - ISCOS  
Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



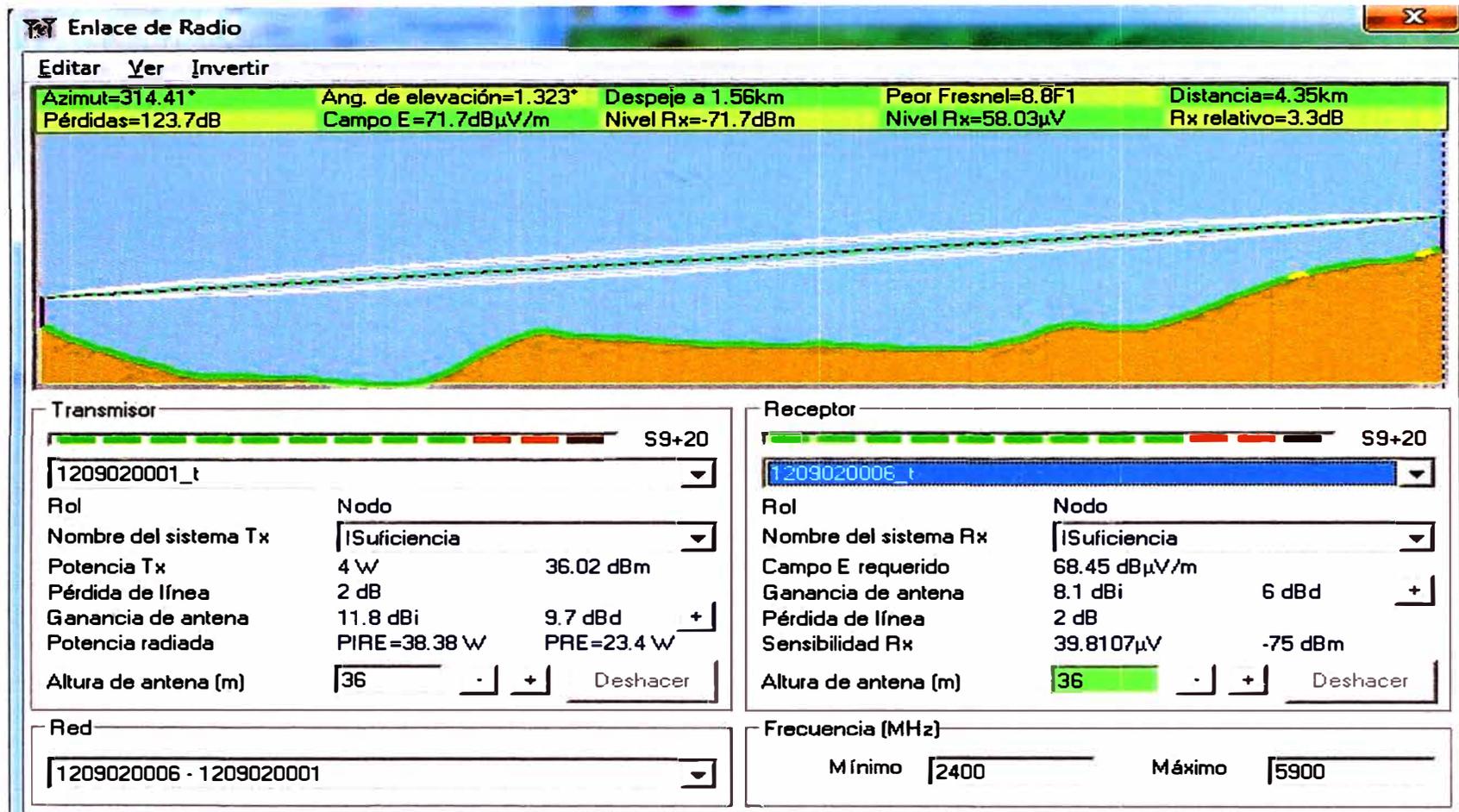
**Figura A.4:** Perfil y detalles del enlace VISTA ALEGRE - PATARCOCHA  
Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



**Figura A.5:** Perfil y detalles del enlace PATARCOCHA - CHONGOS BAJO  
Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



**Figura A.6:** Perfil y detalles del enlace VISTA ALEGRE -AHUAC  
Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



**Figura A.7:** Perfil y detalles del enlace AHUAC - HUARISCA GRANDE  
Fuente: Radio Mobile; Elaboración: Propia



**ANEXO B**  
**PRESUPUESTO DETALLADO DE LA INVERSION**

**Tabla B.1: Presupuesto detallado de los nodos de distribución**  
Elaboración: Propia

N	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL USD	Depreciación en años	Reinversión TOTAL
<b>GRAN TOTAL</b>					<b>\$725,045</b>		<b>\$240,460</b>
<b>1</b>	<b>NODOS DE TRANSPORTE</b>				<b>\$504,929</b>		<b>\$137,780</b>
<b>1.1</b>	<b>Estudios</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$108,000</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$0</b>
1.1.1	Estudios de Impacto ambiental	Unidad	1	\$100,000	\$100,000	0	\$0
1.1.2	Estudios de Ingeniería de detalle	Unidad	8	\$1,000	\$8,000	0	\$0
<b>1.2</b>	<b>Sistema de comunicaciones inalámbrico</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$51,580</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$41,780</b>
1.2.1	Sistema Punto a Punto con radios y antenas para enlace <30km y 50Mbps de velocidad garantizada	Enlace	7	\$3,580	\$25,060	5	\$25,060
1.2.2	Estaciones base para enlaces Punto Multipunto con antena sectorial	Unidad	8	\$2,090	\$16,720	5	\$16,720
1.2.3	Switch IDU de 6 Puertos 10/100/1000 Mbps	Unidad	8	\$750	\$6,000	0	\$0
1.2.4	Cable Superflex 1/4" N-Macho/N-Macho Preconectorizado 1,5 m y Protector N-Male to N-Female Bulkhead	Unidad	16	\$100	\$1,600	0	\$0
1.2.5	Cable UTP Cat5.e Exteriores preconectorizado de 50m (ODU-IDU/PoE)	Unidad	22	\$100	\$2,200	0	\$0
<b>1.3</b>	<b>Obras Cíviles</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$185,680</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$0</b>
1.3.1	Costo de Terreno: 30 m2 (5m x 6m)	Unidad	8	\$2,100	\$16,800	0	\$0
1.3.2	Gastos notariales y registrales	Unidad	8	\$400	\$3,200	0	\$0
1.3.4	Instalaciones eléctricas (iluminación + Tablero)	Unidad	8	\$400	\$3,200	0	\$0
1.3.5	Instalaciones sanitarias	Unidad	8	\$500	\$4,000	0	\$0
1.3.6	Cimentación y Torre de 36m	Unidad	8	\$19,800	\$158,400	0	\$0
<b>1.4</b>	<b>Sistema de Energía y Protección</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$96,000</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$96,000</b>
1.4.1	Sistema de Protección - Franklin	Unidad	8	\$750	\$6,000	10	\$6,000
1.4.2	Sistema de Puesta a Tierra	Unidad	8	\$450	\$3,600	10	\$3,600
1.4.3	Tablero de Transferencia y Control Automático (TTA)	Unidad	8	\$3,000	\$24,000	5	\$24,000
1.4.4	Cargador/Rectificador con banco de baterías	Unidad	8	\$7,500	\$60,000	10	\$60,000
1.4.5	Protector de Voltajes Transitorios (TVSS)	Unidad	8	\$300	\$2,400	5	\$2,400
<b>1.5</b>	<b>Servicios de Diseño, Instalación y configuración de la red</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$63,749</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$0</b>
1.5.1	Diseño de Ingeniería	Unidad	1	\$10,000	\$10,000	0	\$0
1.5.2	Servicio de Instalación de Sistema Comunicaciones + energía convencional	Unidad	8	\$417	\$3,336	0	\$0
1.5.3	Servicio de configuración de equipos de comunicaciones	Unidad	8	\$2,200	\$17,600	0	\$0
1.5.4	Servicio de instalación del sistema de Puesta a Tierra	Unidad	8	\$3,702	\$29,613	0	\$0
1.5.5	Servicio de Instalación de Sistema de Protección	Unidad	8	\$400	\$3,200	0	\$0

**Tabla B.2: Presupuesto detallado del nodo central**  
Elaboración: Propia

<b>2</b>	<b>NODO CENTRAL</b>				<b>\$102,821</b>		<b>\$55,000</b>
<b>2.1</b>	<b>Data Center e Interconexión</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$63,750</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$55,000</b>
2.1.1	Router de Interconexión	Unidad	1	\$30,000	\$30,000	10	\$30,000
2.1.2	Switch Core	Unidad	1	\$20,000	\$20,000	10	\$20,000
2.1.3	Servidor de datos	Unidad	1	\$5,000	\$5,000	10	\$5,000
2.1.4	Sistema de Firewall con concentrador VPN	Unidad	1	\$8,000	\$8,000	0	\$0
2.1.5	Switch IDU de 6 Puertos 10/100/1000 Mbps	Unidad	1	\$750	\$750	0	\$0
<b>2.2</b>	<b>Sistema de Energía y Protección</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$14,071</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$10,500</b>
2.2.1	Tablero de Transferencia y Control Automático (TTA)	Unidad	1	\$3,000	\$3,000	5	\$3,000
2.2.2	Cargador/Rectificador con banco de baterías	Unidad	1	\$7,500	\$7,500	5	\$7,500
2.2.3	Sistema Completo de aire Acondicionado	Global	1	\$3,571	\$3,571	0	\$0
<b>2.3</b>	<b>Servicios de Diseño, Instalación y configuración de la red</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CU</b>	<b>\$25,000</b>	<b>AÑOS</b>	<b>\$0</b>
2.3.1	Diseño de Ingeniería	Unidad	1	\$10,000	\$10,000	0	\$0
2.3.2	Data - Networking y puesta en marcha	Unidad	1	\$15,000	\$15,000	0	\$0

**Tabla B.3: Presupuesto detallado de los nodos de acceso**  
Elaboración: Propia

3 NODOS DE ACCESO				\$58,210		\$37,180
3.1 Sistema de Energía	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,200	AÑOS	\$2,200
3.1.1 Sistema UPS de 500VA más baterías y 15 m de autonomía		11	\$200	\$2,200	5	\$2,200
3.2 Equipamiento para Colegios	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$34,010	AÑOS	\$34,980
3.2.1 CPE para estaciones suscriptoras	Unidad	11	\$600	\$6,600	0	\$0
3.2.2 Switch de comunicaciones	Unidad	11	\$400	\$4,400	0	\$0
3.2.3 Access Point indoor	Unidad	11	\$300	\$3,300	0	\$0
3.2.4 Computadora personal	Unidad	55	\$600	\$33,000	5	\$33,000
3.2.5 Impresora multifuncional	Unidad	11	\$180	\$1,980	5	\$1,980
3.2.6 Acondicionamiento e instalación de cab. Eléctrico	Unidad	11	\$150	\$1,650	0	\$0
3.2.7 Servicio de instalación de equipos de comunicaciones (switch + access point)	Unidad	11	\$80	\$880	0	\$0
3.2.8 Mástil de 3m, para fijación a muro o estructura, diámetro de 3" - instalado	Unidad	11	\$200	\$2,200	0	\$0
4 OTROS				\$26,558		\$0
4.1 Seguros:	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$26,558	AÑOS	\$0
4.1.1 Póliza de Responsabilidad Civil 3% (Cobertura del 50% del Costo Total de la red de acceso)	Global	1	\$19,918.82	\$19,919	0	\$0
4.1.2 Supervisión del Proyecto 1%	Global	1	\$6,639.61	\$6,640	0	\$0
<b>SUB - TOTAL RED</b>				<b>\$690,519</b>		<b>\$240,460</b>
Contingencia general de la Red	Global	1	\$34,526	\$34,526	0	\$0
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>\$725,045</b>		<b>\$240,460</b>

**ANEXO C**  
**CRONOGRAMA DETALLADO DE LA PROPUESTA**



**Figura C.1: Diagrama de Gant de las actividades requeridas para la instalación de la propuesta**  
 Elaboración: Propia

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), “PISA 2012 Results in Focus”,  
<http://www.oecd.org/pisa>, 2013
- [2] Ministerio de Educación, “Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes 2013 (ECE 2013)”,  
<http://umc.minedu.gob.pe/?p=1766>, 2013
- [3] Roberto Reboloso Gallardo, “La Globalización y las Nuevas Tecnologías de Información”  
Trillas - Mé xico, 2000
- [4] Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL, “Encuesta Residencial de los servicios de Telecomunicaciones 2013”,  
<http://www.osiptel.gob.pe>, 2013
- [5] Instituto Nacional de Estadística e Informática, “Las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares”,  
<http://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/tecnologias-de-la-informaciontic>, 2013
- [6] Comisión Multisectorial Temporal Encargada, “Plan Nacional Para El Desarrollo De La Banda Ancha En El Perú”,  
[https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha](https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha), 2010
- [7] IEEE Computer Society and the IEEE Microwave Theory and Techniques Society, “Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems”,  
The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc – USA, 2009
- [8] Lee Hunter, “Technology Stack”,  
<https://www.drupal.org/node/176052>, 2007
- [9] Unidad de Estadística Educativa del Ministerio de Educación, “Padrón de Instituciones Educativas”,  
<http://escale.minedu.gob.pe/web/inicio/padron-de-ieee>, 2010

- [10] National Aeronautics and Space Administration (NASA), "The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)", <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>, 2006
- [11] Romero Ingenieros SLR, "Módulos de Yachachiy", <http://yachachiy.com/modulos>, 2013