

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y
COMPUTACIÓN



TESIS

**“GRADO DE INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES
METEOROLÓGICAS Y GEOGRÁFICAS EN LA TRANSMISIÓN
DE DATOS CON FIBRA ÓPTICA EN EL DISTRITO DE
ASCENSIÓN - HUANCAMELICA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**PRESENTADO POR:
Bach. OSORIO TRUCIOS, Juan Carlos**

Pasco – PERÚ
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA Y
COMPUTACIÓN



**“GRADO DE INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES
METEOROLÓGICAS Y GEOGRÁFICAS EN LA TRANSMISIÓN
DE DATOS CON FIBRA ÓPTICA EN EL DISTRITO DE
ASCENSIÓN - HUANCAMELICA”**

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. OSORIO TRUCIOS, Juan Carlos

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LOS JURADOS CALIFICADORES:

Mg. Herbert Carlos Castillo Paredes
Presidente

Mg. Teodoro Alvarado Rivera
Miembro

Ing. Marco Antonio De la Cruz Roca
Miembro

Ing. Melquiades Arturo Trinidad Malpartida
Asesor

DEDICATORIA

A mi madre y hermanos quienes me apoyaron incondicionalmente en mi formación personal y profesional, por cada uno de sus consejos que me brindaron y supieron enseñarme el auténtico amor.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada: “GRADO DE INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y GEOGRÁFICAS EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS CON FIBRA ÓPTICA EN EL DISTRITO DE ASCENSIÓN - HUANCVELICA”, teniendo como objetivo general: determinar la incidencia de las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica. Para cumplir con el objetivo planteado se utilizó el tipo de investigación aplicada, nivel de investigación descriptivo, método de investigación deductivo, diseño de investigación no experimental – transversal. Asimismo se utilizó como población, los canales de transferencia de datos de la red de telecomunicaciones Fitel ubicados en el distrito de Ascensión – Huancavelica y como muestra 5 canales de transferencia de datos de fibra óptica que fueron instaladas con terminación en diferentes puntos ubicados en el distrito de Ascensión, la técnica que se utilizó fue la observación no experimental y como instrumento se utilizó la ficha de registro de datos; de este modo obteniendo los siguientes resultados: Se pueden observar que los fenómenos que ocasionan la perturbación en la transmisión de datos con fibra óptica, en la actualidad son menores en comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica

e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011); y de este modo llegando a las siguientes conclusiones: las perturbaciones que se generan en la transferencia de datos con fibra óptica son pequeñas o en algunos casos insignificante, por lo que la transmisión de datos con FO en la actualidad se ha convertido en la tecnología más óptima para la transmisión de grandes cantidades de datos y tiene los siguientes beneficios: nitidez, versatilidad, velocidad de transmisión en comparación a otras tecnologías existentes e inmune a las interferencias de radio frecuencia, a pesar que las pruebas se realizaron en distancias considerables, en condiciones geográficas, meteorológicas extremas, no se registró perturbaciones considerables. Por lo que podemos afirmar que la transmisión de grandes cantidades de datos mediante FO a distancias lejanas en condiciones geográficas y meteorológicas extremas no tienen repercusión, es decir que la tecnología actual de transmisión de datos con FO es eficaz y eficiente.

Palabras claves: transferencia con fibra óptica, fibra óptica, perturbación en transmisión de datos.

ABSTRAC

The present research work entitled: "DEGREE OF INCIDENCE OF THE METEOROLOGICAL AND GEOGRAPHIC CONDITIONS IN THE TRANSMISSION OF DATA WITH OPTICAL FIBER IN THE DISTRICT OF ASCENSION - HUANCVELICA", having as general objective: to determine the incidence of the meteorological and geographic conditions in the data transfer with fiber optics in the district of Ascensión - Huancavelica. In order to comply with the stated objective, the type of applied research, level of descriptive research, deductive research method, non-experimental research design - transversal was used. Likewise, the data transfer channels of the Fitel telecommunications network located in the district of Ascensión - Huancavelica were used as a population and, as a sample, 5 fiber optic data transfer channels that were installed with termination at different points located in the district. of Ascension, the technique used was non-experimental observation and as an instrument the data record card was used; in this way obtaining the following results: It can be observed that the phenomena that cause the disturbance in the transmission of data with optical fiber are currently lower compared to the Ministerial Resolution N ° 368 - 2011 - MTC / 03, Technical specifications for the laying of optical fiber in the electric power and hydrocarbon networks, prepared by the Ministry of transport and communications, 2011; and

thus arriving at the following conclusions: the disturbances that are generated in the transfer of data with optical fiber are small or in some cases insignificant, for which the transmission of data with FO at present has become the most important technology. optimal for the transmission of large amounts of data and has the following benefits: sharpness, versatility, speed of transmission compared to other existing technologies and immune to radio frequency interference, despite the fact that the tests were conducted over considerable distances, under conditions geographic, extreme weather, no significant disturbances were recorded. Therefore, we can affirm that the transmission of large amounts of data by means of FO at long distances in extreme geographical and meteorological conditions does not have an impact, that is to say that the current technology of data transmission with FO is efficient and effective.

Keywords: transfer with optical fiber, optical fiber, disturbance in data transmission.

INDICE

CARATULA	i
CONTRA CARATULA	iii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRAC	vi
INDICE.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
TABLAS DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2.1. Problema general	8
1.2.2. Problemas específicos.....	9
1.3. OBJETIVOS	9
1.3.1. Objetivo general.....	9
1.3.2. Objetivos específicos	9
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
1.6. LIMITACIONES	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. ANTECEDENTES	12
2.1.1. Antecedente internacional	12
2.1.2. Antecedente nacional.....	22
2.1.3. Antecedente local	25
2.2. BASES TEÓRICO - CIENTÍFICOS.....	25
2.2.1. Teoría de fibra óptica	25
2.2.2. Condiciones meteorológicas y geográficas.....	38
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	48

2.3.1.	Fibra óptica.....	48
2.3.2.	Índice de refracción (N)	49
2.3.3.	Transmisor óptico.....	50
2.3.4.	Canal óptico	50
2.3.5.	Receptor óptico.....	50
2.3.6.	Atenuación.....	50
2.3.7.	Refracción.....	51
2.3.8.	Dispersión.....	51
2.3.9.	Diafonía	51
2.3.10.	Ruido	51
2.4.	HIPÓTESIS: GENERICOS Y ESPECIFICOS	52
2.4.1.	Hipótesis genérica.....	52
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	52
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	52
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES	
	53	
CAPÍTULO III.	METODOLOGÍA.....	54
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	54
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	55
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
3.3.1.	Población.	56
3.3.2.	Muestra.....	57
3.4.	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
	58	
3.5.1.	Técnica de recolección de datos.	58
3.5.2.	Técnica de recolección de datos.	59
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	59
3.6.1.	Técnica de procesamiento de datos.	59
3.6.2.	Técnica de análisis de datos.	59
CAPÍTULO IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.1.	TRATAMIENTO ESTADISTICO E INTERPRETACIÓN DE	
	CUADROS.....	61

4.1.1.	Nombre del proyecto de investigación.....	61
4.1.2.	Características generales.	62
4.2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y FIGURAS.	83
4.2.1.	Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el jardín de niños N° 269 (aldea infantil – NODO N° 1). 84	
4.2.2.	Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (NODO N°2).....	93
4.2.3.	Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Hospital 2 – EsSalud (NODO N° 3).	100
4.2.4.	Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Instituto Educativo América (NODO N°4). ...	107
4.2.5.	Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Instituto Superior Tecnológico Publico - Huancavelica (NODO N° 5).	114
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	121
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	124
	CONCLUSIONES	127
	RECOMENDACIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA	130
	ANEXOS	132

INDICE DE TABLAS

Tablas

Tabla 1: Índice de refracción de distintos medios	49
Tabla 2: Operacionalización de variables.....	53
Tabla 3: Principales Instituciones que cuentan con instalaciones de fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica	56
Tabla 4: Determinación de Muestra a representar.....	57
Tabla 5: Población estimada del distrito de Ascensión y tasa de crecimiento	73
Tabla 6: Distribución de las viviendas según tipo de vivienda y área.....	76
Tabla 7: Superficie agrícola y no agrícola del distrito de Ascensión.....	79
Tabla 8: Producción agrícola del distrito de Ascensión.....	79
Tabla 9: Producción pecuaria del distrito de Ascensión.....	80
Tabla 10: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida (NODO 1 - aldea infantil).....	86
Tabla 11: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (NODO N° 2)	94
Tabla 12: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Hospital 2 - EsSalud, Ascensión.....	101
Tabla 13: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Instituto Educativo América, Ascensión.....	108
Tabla 14: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Instituto Superior Tecnológico Publico – Huancavelica.....	115
Tabla 15: Resumen de las mediciones de los parámetros Geográficos y Meteorológicos de los 5 canales de salida ubicados en el distrito de Ascensión.	122
Tabla 16: Resumen de las pérdidas y perturbaciones provocadas por los fenómenos de distorsión óptica.....	123

TABLAS DE FIGURAS

Figuras

Figura 1: Evolución de la Penetración (conexiones a internet / total de hogares) Fija y Total (Fija + Móvil) – Diciembre de 2011	3
Figura 2: Situación actual de las Redes de Fibra Óptica del Perú.....	4
Figura 3: Distribución de líneas fijas y móviles por Regiones (Diciembre 2011) ..	5
Figura 4: Esquema de transmisión de datos con fibra óptica	6
Figura 5: Mapa de ubicación del distrito de Ascensión.....	8
Figura 6: Partes de Fibra Óptica.....	25
Figura 7: Principio de transmisión de tipo de fibra Monomodo.....	26
Figura 8: Principio de transmisión de tipo de fibra Multimodo	27
Figura 9: Reflexión y Refracción, Ley de Snell.	27
Figura 10: Factores que limitan la transmisión.....	28
Figura 11: Fenómeno de la reflexión de luz.....	29
Figura 12: Fenómeno de la refracción de luz	30
Figura 13: Efectos de la refracción de luz	31
Figura 14: Graficas más comunes de refracción en fibra óptica	32
Figura 15: Atenuación en la transmisión de datos en un canal óptico	34
Figura 16: Refracción en la transmisión de datos en un canal óptico	34
Figura 17: Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica.....	35
Figura 18: Fenómeno de Crosstalk en la fibra óptica.	35
Figura 19: Perfil vertical de la presión atmosférica.....	41
Figura 20: Equilibrio de fuerza sobre una gotita en el interior de una nube.	44
Figura 21: Proceso de crecimiento de una gotita en el interior de una nube.	44
Figura 22: Latitud de un punto	45
Figura 23: Longitud de un punto.....	46
Figura 24: Altitud de un punto	47
Figura 25: Pendiente	48
Figura 26: Ubicación y Localización del distrito de Ascensión.	64
Figura 27: Mapa vial del distrito de Ascensión.....	66
Figura 28: <i>Mapa geológico del distrito de Ascensión</i>	68
Figura 29: Mapa geomorfológico del distrito de Ascensión.....	69
Figura 30: Mapa hidrológico del distrito de Ascensión.....	71
Figura 31: Distribución de la población del distrito de Ascensión por sexo	73
Figura 32: Pirámide poblacional del distrito de Ascensión según sexo y grupos de edad.....	74
Figura 33: Distribución de la población del distrito de Ascensión según grupo etario	75
Figura 34: Servicios con los que cuenta la vivienda.....	77
Figura 35: Posición de la antena receptora	83

Figura 36: Nodo de salida ubicada en el jardín de niños N° 269 (aldea infantil – NODO N° 1).	84
Figura 37: Jardín de Niños N° 269, Aldea Infantil, Huancavelica.	85
Figura 38: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km.	87
Figura 39: Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km.	88
Figura 40: Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km.	89
Figura 41: Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km.	91
Figura 42: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km.	92
Figura 43: Nodo de salida ubicada en el Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (NODO N° 2).	93
Figura 44: Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho, Ascensión.	93
Figura 45: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km.	95
Figura 46: Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km.	96
Figura 47: Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km.	97
Figura 48: Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km.	98
Figura 49: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km.	99
Figura 50: Nodo de salida ubicada en el Hospital 2 - EsSalud (NODO N° 3).	100
Figura 51: Hospital 2 - EsSalud, Ascensión.	100
Figura 52: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km.	102
Figura 53: Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km.	103
Figura 54: Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km.	104
Figura 55: Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km.	105
Figura 56: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km.	106
Figura 57: Nodo de salida ubicada en el Instituto Educativo América (NODO N° 4).	107
Figura 58: Instituto Educativo América, Ascensión.	107
Figura 59: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km.	109
Figura 60: Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km.	110

Figura 61: Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km.....	111
Figura 62: Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km.....	112
Figura 63: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km	113
Figura 64: Nodo de salida ubicada en el Instituto Superior Tecnológico Público - Huancavelica (NODO N° 5).....	114
Figura 65: Instituto Superior Tecnológico Público – Huancavelica.	114
Figura 66: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km.....	116
Figura 67: Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km.....	117
Figura 68: Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km.....	118
Figura 69: Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km.....	119
Figura 70: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km	120

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación nace a consecuencia a que uno puede pasarse esperando a que cargue una página web segundos, minutos u horas, esto debido a que la velocidad con la que se transfiere los datos es lenta, ocasionado por los medios de transmisión tales como son los medios inalámbricos, estos medios de transmisión son bajas, por lo que en la actualidad se plantea medios de transmisión guiados (fibra óptica), llegando a alcanzar un ancho de banda hasta de (370THz), lo cual implica que la transmisión de datos no presente distorsiones, la velocidad de transmisión sea alta, fiable, económico debido a que solo necesita operación y mantenimiento por temporadas; respecto a este problema se planteó como objetivo general: determinar la incidencia de las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica, para lo cual se planteó la siguiente hipótesis: las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica. Para cumplir con el objetivo planteado, el presente trabajo tiene la siguiente estructura.

El presente trabajo de investigación se divide en cuatro capítulos. En el **capítulo I** se presenta el planteamiento del problema respecto a la incidencia de las condiciones meteorológicas y geográficas en la

transferencia de datos con fibra óptica. En el **capítulo II** se presentan los antecedentes internacionales que se desarrollaron referentes al trabajo de investigación que se desarrolló, asimismo las bases teóricas, definición de términos, hipótesis general como específica, identificación de variables y la Operacionalización de las variables. En el **capítulo III** se presenta la metodología que se empleó como es tipo de investigación, nivel de investigación, método de investigación, diseño de investigación, población y muestra, instrumento, técnica de recolección de datos y técnica de procesamiento y análisis de datos. En el **capítulo IV** se presentan los resultados obtenidos con la investigación, asimismo la discusión, conclusiones, recomendaciones, bibliografía empleada y los anexos.

Autor

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Las telecomunicaciones son muy importantes ya que permite a los pobladores a estar pendiente de todos los sucesos que ocurren en todo el contexto, de acuerdo con un estudio reciente del Banco Interamericano de Desarrollo, un aumento del 10% en la penetración de servicios de Banda Ancha en la región lleva asociado un incremento promedio del 3,2% del Producto Interno Bruto (PIB), un aumento de la productividad de 2,6 %, la generación de más puestos de trabajo y prosperidad económica de todos los pueblos (Banco Inter - Americano de Desarrollo, 2012).

En la actualidad la tecnología de la transmisión de datos va evolucionando vertiginosamente a pasos agigantados con el fin de

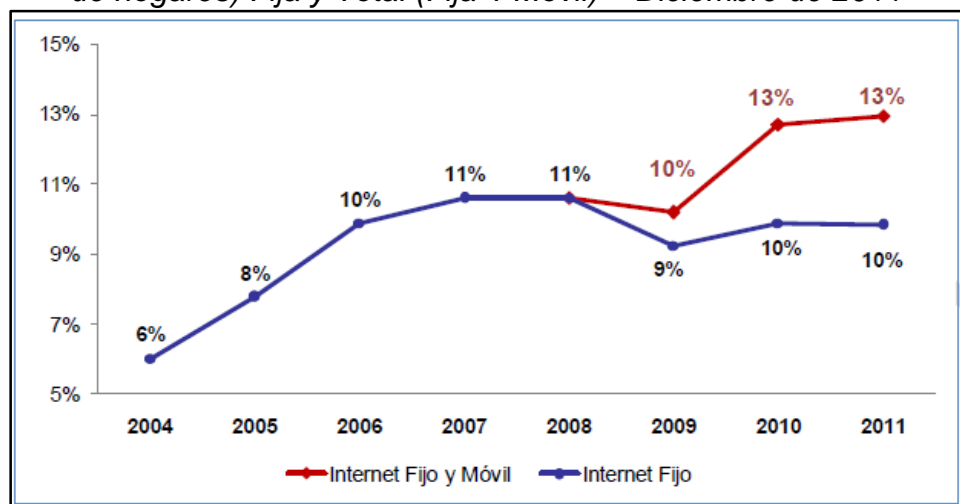
transmitir informaciones a grandes distancias en tiempos mucho más corto de manera confiable, eficiente y de alta calidad (Gomez Lopez, 2015).

Debido a esta evolución acelerada se plantea una nueva propuesta para la transmisión de datos confiables, eficientes y de alta calidad lo cual es mediante fibra óptica debido a que se van implementando no solo para la transferencia de datos sino también para redes de control por conmutación de paquetes, video de vigilancia, redes corporativas, etc. Al implementar una tecnología de este nivel permite que la operación y mantenimiento sea reducido de esta manera maximizando ganancias para las empresas que prestan estos servicios (Galarza, s.f.)

La transferencia de grandes cantidades de datos y a velocidades mayores ha conllevado a implementar tecnologías mucho más eficientes y fiables tales como son fibra óptica, en la actualidad este tipo de tecnología se va implementando en todo el mundo y principalmente en los países de América Latina y el Caribe, por lo que esta tecnología se implanta en territorios de condiciones meteorológicas y geográficas muy diversas, por tal motivo reduciendo o mejorando su eficiencia respecto en donde se encuentren instaladas.

En mayo del 2011, la comisión multisectorial temporal conformada para la elaboración del Plan Pública y el Plan Nacional para el desarrollo de la banda ancha en el Perú en la cual se detalla el acceso actual a la banda ancha en el Perú, también podemos observar las conexiones totales que se ha incrementado en el país.

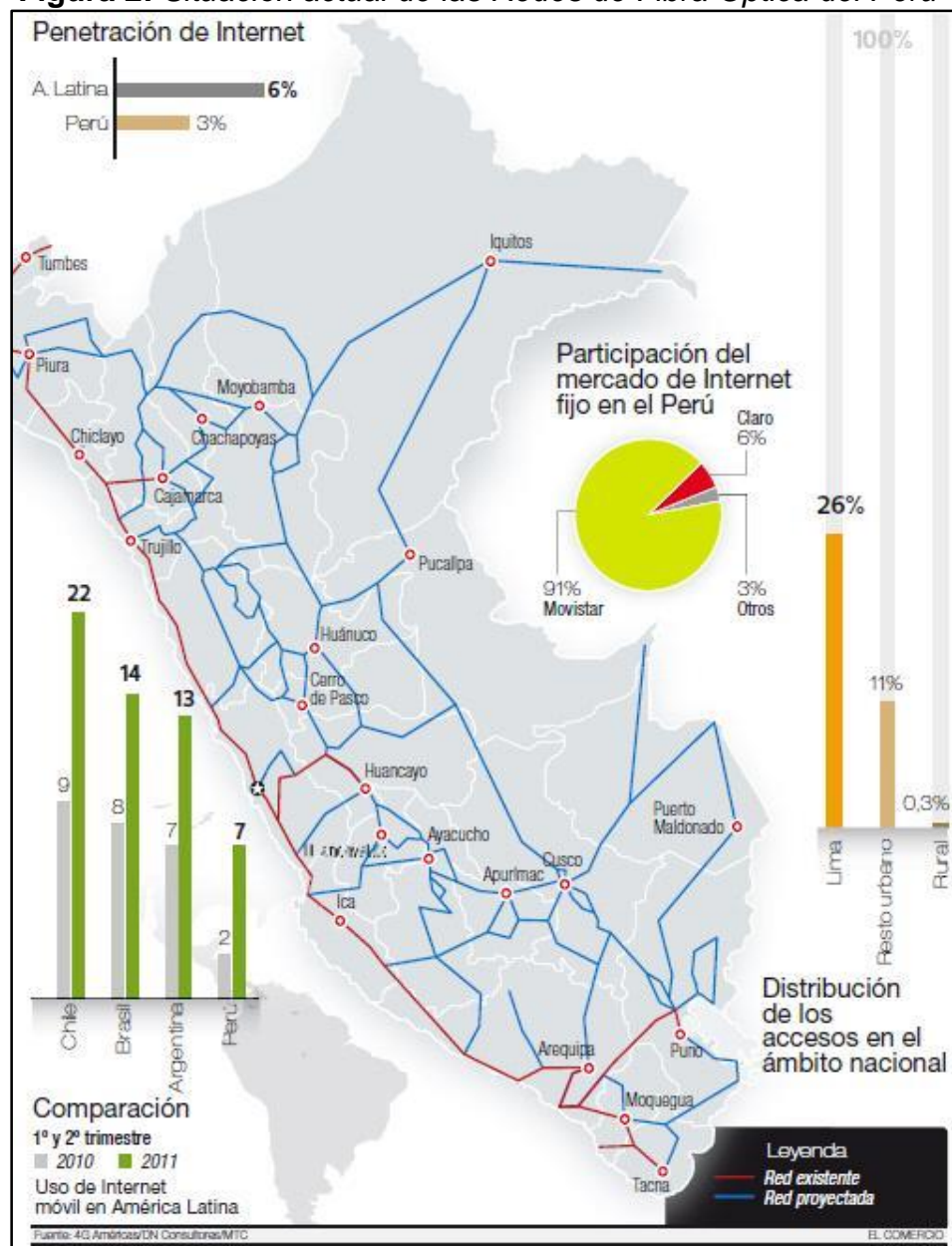
Figura 1: Evolución de la Penetración (conexiones a internet / total de hogares) Fija y Total (Fija + Móvil) – Diciembre de 2011



Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2011)

En la actualidad los que se benefician de este tipo de tecnología son los pobladores que viven en la costa o en las zonas urbanas, mientras que los pobladores de la zona alta andina y amazónica no son atendidos con este tipo de tecnología debido al difícil acceso y a la lejanía de los pueblos, el alto costo de la prestación de dichos servicios, y los ingresos relativamente bajos por usuario esperado.

Figura 2: Situación actual de las Redes de Fibra Óptica del Perú

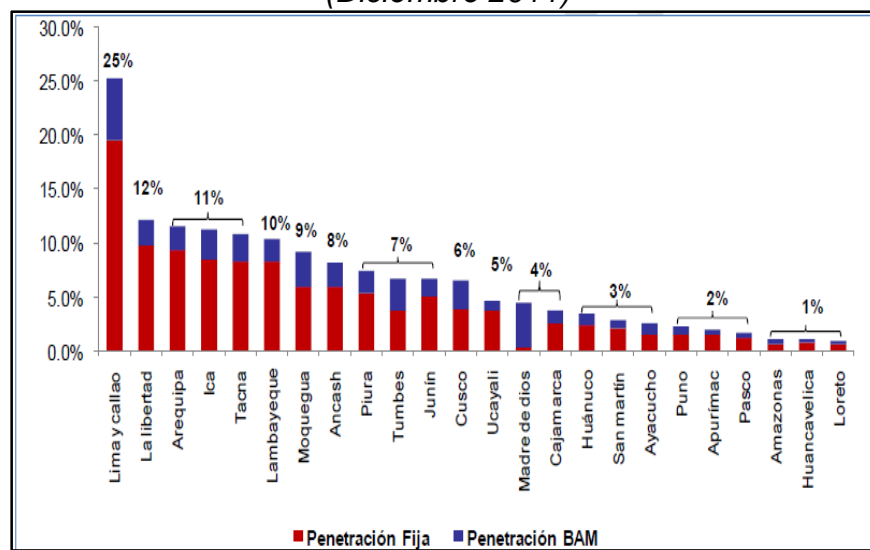


Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2011)

De igual modo podemos ver la distribución de redes de fibra óptica en cada uno de los departamentos, en la cual la mayor parte beneficiada es la región costa. El departamento de Huancavelica con tan solo 1% en la implementación con líneas fijas y móviles. La falta de acceso de tecnología de banda ancha en estas comunidades

tiene un impacto negativo sobre su desarrollo económico, por lo que, ante el limitado interés de las empresas operadoras privadas, los Estados, deben desempeñar un papel fundamental para extender los servicios a las zonas desatendidas.

Figura 3: *Distribución de líneas fijas y móviles por Regiones (Diciembre 2011)*



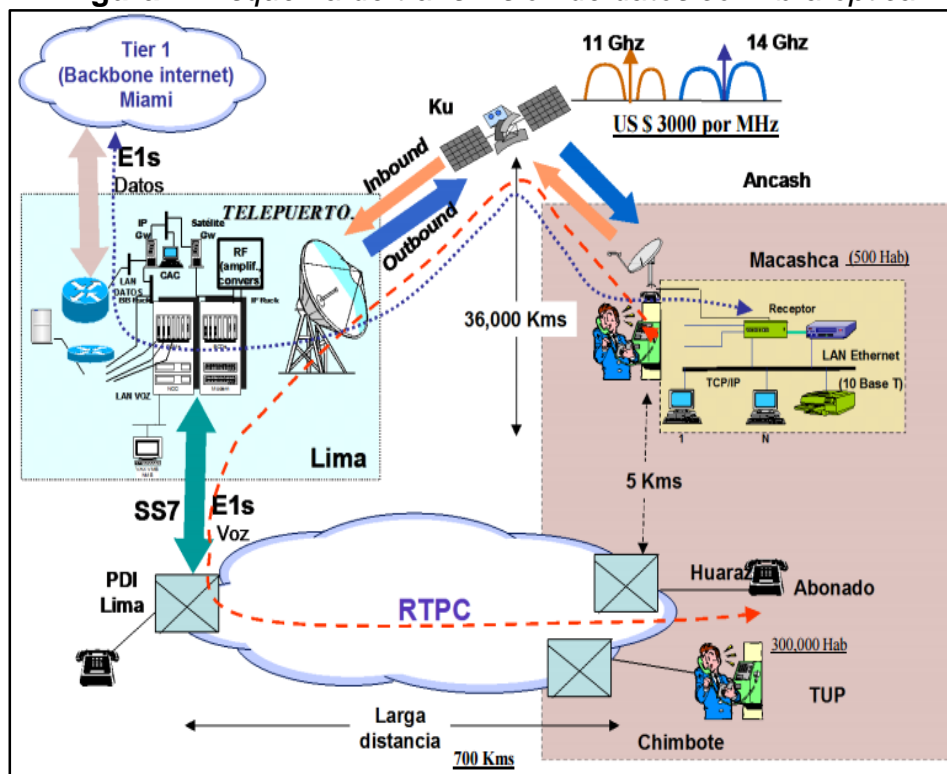
Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2011).

El objetivo de la implementación de fibra óptica es la transferencia de grandes cantidades de datos a alta velocidad y fiables, por lo que se ha implementado en su mayor parte en instituciones del estado debido a que la información que manejan son confidenciales y no existe ningún tipo de interferencias en la transferencia de datos y con menores niveles de atenuación lo cual conlleva a que la información que se maneja y se transfiere sea confiables.

Uno puede pasarse esperando a que cargue una página web segundos, minutos o horas, esto debido a que la velocidad con la

que se transfiere los datos es lenta, ocasionado por los medios de transmisión tales como son los medios inalámbricos, estos medios de transmisión son bajas, por lo que en la actualidad se plantea medios de transmisión guiados (fibra óptica), llegando a alcanzar un ancho de banda hasta de (370THz), lo cual implica que la transmisión de datos no presente distorsiones, la velocidad de transmisión sea alta, fiable, económico debido a que solo necesita operación y mantenimiento por temporadas.

Figura 4: Esquema de transmisión de datos con fibra óptica



Fuente: El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (2012)

Los modernos sistemas que utilizan la transmisión de datos en fibra óptica muestran los beneficios como la nitidez, versatilidad, gran cantidad de transmisión de datos, velocidad de transmisión en

comparación a las tecnologías existentes basados en tecnologías en cobre ya sea también cable coaxial u otros, el ancho de banda es inversamente proporcional a la distancia; en cambio, la fibra óptica ofrece pérdidas bajas, no es afectada mucho por la distancia y tiene gran transmisión de datos. Estas redes son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio frecuencia en comparación con algunas tecnologías instaladas en el Perú. (López, 2016).

En la época en la que vivimos, la interferencia en la transmisión de datos es un problema que aqueja a todos los habitantes que hacen uso de redes de transmisión, debido a que las condiciones meteorológicas y geográficas afectan en la transferencia de datos, este planteamiento se basa a que cada equipo o maquinaria es fabricado para condiciones meteorológicas y geográficas distintas las cuales se adaptara a cada contexto en donde se implante el equipo o maquinaria.

En estos tiempos podemos ver que las condiciones meteorológicas han cambiado severamente a comparación a los años anteriores, presentándose temperaturas por debajo de 0°C, precipitaciones constantes, descarga de relámpagos, emisiones de radioactivos a la atmosfera, etc. por otro lado las condiciones geográficas en la que se instala la tecnología de fibra óptica se debe de considerar para

poder determinar la eficiencia del equipo con la que funciona en la transferencia de datos.

Figura 5: Mapa de ubicación del distrito de Ascensión



Fuente: Municipalidad distrital de Ascension - Huancavelica (s.f.)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿De qué manera inciden las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera inciden las condiciones meteorológicas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica?
- ¿De qué manera inciden las condiciones geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar la incidencia de las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Definir de qué manera inciden las condiciones meteorológicas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.
- Diagnosticar de qué manera inciden las condiciones geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación se justifica porque permitirá a determinar de qué manera incide las condiciones meteorológicas y geográficas (agentes externos) en la transferencia de datos con fibra óptica.

También nos permitirá a determinar las distorsiones generadas por la condiciones meteorológicas y geográficas (agentes externos) en la transferencia de datos.

El presente trabajo de investigación tendrá como beneficiarios a las empresas que se encargan de fabricar los cables de fibra óptica, tomando en consideración la investigación podrán fabricar cables más resistentes a las temperaturas bajas, alta humedad, precipitaciones, etc.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene importancia porque nos permitirá determinar la incidencia de las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica. Lo cual será de suma ayuda para la calibración y la instalación de esta tecnología en diferentes condiciones extremas y externas.

La investigación trata de describir los fenómenos que ocasionan las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica.

1.6. LIMITACIONES

En el presente trabajo de investigación no se contó con ninguna limitación ya que se estuvo presente en todo el proceso de desarrollo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan los antecedentes que se utilizó para el trabajo de investigación como guía para el desarrollo.

2.1.1. Antecedente internacional

Manica (2013), realizó el trabajo de investigación titulado: **“ESTUDIO DE LA FIBRA ÓPTICA Y SUS APLICACIONES”**, con el objetivo de describir y resaltar los puntos más importantes en cuanto a la fibra óptica se refiere. Utilizando una metodología descriptiva ya que, a través de un análisis de información recopilada de libros, folletos, revistas informativas, entre otros se realizaron un estudio de la fibra

óptica dando a conocer su concepto, métodos de fabricación, clasificación, características, campos de aplicación y otros puntos importantes sobre el tema utilizando a los siguientes autores Jean Pierro Nerou Trillas con su obra Introducción a la ingeniería de la fibra óptica, Baltazar Rubio Martínez Addison con su libro Introducción a las telecomunicaciones por fibra óptica y Carlos Jiménez Cortes con su obra Fibras Ópticas. Es así como se tiene como definición que la fibra óptica es varilla extremadamente fina, construida de materiales cristalinos con alto índice de refracción, que se utiliza para transmitir un haz de luz. Cuando el haz de luz penetra por un extremo de la fibra, se transmitirá hacia el otro extremo sin que se generen grandes pérdidas aun cuando la fibra sea curva, esta definición es de Jean Pierro Nerou Trillas, siendo la más acertada desde el punto de vista del autor de la presente tesis. Después de analizar toda la información se tiene la siguiente conclusión que: la fibra óptica es y será por muchos años más el medio más eficaz y rápido que exista en las telecomunicaciones, sin desechar la idea de que algún día se puedan desarrollar nuevas tecnologías que sobrepasen las expectativas con que cumplen las fibras ópticas. Asimismo, que hoy en día la fibra óptica está al alcance de mucha gente; pero si actualmente esta se encuentra en algunas

edificaciones o casas, en un futuro no muy lejano absolutamente todos los edificios y casas contarán con cable óptico a tal grado de que con solo enchufarlo a una computadora o una televisión se podrá disfrutar de todos sus beneficios.

Asimismo, Vilces (2010), realizó la tesis titulado: **“ELABORAR UN ‘PROTOTIPO DE INTERFAZ QUE GENERE UN REPORTE AUTOMATIZADO DE LOS NIVELES DE ATENUACION DE POTENCIA DE LA FIBRA OPTICA DE UNA RED SDH - DWDM”**, el objetivo de esta investigación es la elaborar una herramienta o prototipo que genere un reporte automatizado de los parámetros de medición de la Potencia de recepción (Rx) para determinar la atenuación de potencia de la fibra en una red DWDM utilizando como fuente de información las mediciones manuales que se obtienen del sistema de gestión local y además que sirva para identificación, consulta, diagnóstico de las alarmas y posibles eventos que se pudieran dar en la fibra que sirva para realizar de manera oportuna los mantenimientos preventivos y correctivos para mantener nuestra calidad de servicio que beneficie a los clientes de la organización. La metodología que se utilizó fue descriptiva, asimismo el conjunto de procedimientos, técnicas,

herramientas y un soporte documental que ayuda al desarrollador a realizar nuevo software. La muestra que se utilizó fue de la red SDH-DWDM. Por otra parte, el instrumento que se utilizó fue la encuesta aplicada a la población de SDH-DWDM y la observación, obteniendo como resultado que la tecnología DWDM, es capaz de llevar a cabo muchas operaciones en la capa física, el hecho de asignar una longitud de onda y transmitirla simultáneamente con otras sin que se interrumpan, certifica a DWDM como una tecnología de gran rendimiento para el futuro de las redes ópticas. Llegando a sí a la conclusión de que la integración de una red SDH con DWDM resulta ser beneficiosa, puesto que la tecnología DWDM da una solución de gran capacidad a los requisitos de ancho de banda y la tecnología SDH proporciona la sincronización adecuada de los datos, garantizando calidad y la confianza de la llegada de los datos a su destino. Asimismo, que los sistemas de automatización y control actuales muestran una tendencia clara a integrar sus equipos y aplicaciones a través de redes soportadas en TCP/IP, como lo son Ethernet e Internet.

Asimismo, Gonzales (2001), realizó la tesis titulada: **“LA TECNOLOGIA DE LOS SENSORES DE FIBRA OPTICA”**, con el objetivo de entender particularmente la composición y

el funcionamiento de los sensores de fibra óptica, así como para obtener un sólido conocimiento del desarrollo en el campo de los sistemas de comunicaciones que emplean la fibra óptica como medio de propagación, utilizando una metodología descriptiva ya que la recopilación de su información será de diferentes libros como son algunos de ellos: Fider Optic Handbook de Federick c. allayd y el libro de Julio Cesar Gutierrez Vega, entre otros, asimismo se utilizaron revistas técnicas, apuntes, material de cursos, conferencias, internet, entre otros y se analizó esta información para poder utilizar las partes más esenciales que serán un aporte relevante en la investigación, y esto permitirá que se pueda realizar una propuesta sobre el uso correcto de los sensores de fibra óptica y explicar el futuro y las tendencias de esta tecnología. Una vez culminada este análisis se tiene como resultado lo siguiente: que las variaciones de la intensidad pueden ser tan frecuentes que el medidor no tiene la suficiente velocidad de respuesta. Por tanto, sus lecturas no son confiables. Asimismo, las pruebas de cambios de temperatura, presión, vibración son muy difíciles de realizar debido a la inestabilidad del sensor. Una vez obtenido el resultado se tiene la siguiente conclusión: que para la elaboración de una metodología de diseño de un

sistema de transmisión digital aplicable a sensores y a comunicaciones. El método parte de los requerimientos de velocidad de transmisión, distancia del enlace y fidelidad de la señal para sugerir una combinación de emisor, receptor y fibra óptica que cumpla las condiciones.

Del mismo modo, Hernández (1992), realizó una tesis titulada: **“ESTUDIO DE LAS APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE FIBRA ÓPTICA UNIMODO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL”**, teniendo como objetivo realizar un estudio de la factibilidad de aplicación de la tecnología de fibra óptica unimodo entre subestaciones eléctricas para llevar a cabo la transmisión de señales de: voz, datos y teleprotección necesarias para la operación del Sistema Eléctrico Nacional. Para lo cual se utilizó la metodología explorativa ya que el estudio se apoyó con un análisis a la red de transmisión actual, tomando en cuenta las necesidades de comunicación a futuro. Asimismo, se realizó una descripción de la información más básica de las diferentes alternativas de comunicación utilizadas en el sector eléctrico como es: el OPLAT, OPSA, MICROONDAS, SATÉLITE, RADIO, VHF, UHF, Y FIBRA ÓPTICA, y también se analizó el diseño de un enlace, es decir de su aplicación tomando en cuenta condiciones de transmisión, mecánicas y de costos. Se

analiza la incorporación de cada uno de los tipos de cables a una línea existente, técnicas de instalación, empalmado, conectores y equipo terminal; se proporcionan además métodos de comprobación del funcionamiento de enlace: parámetros a medir, métodos de medición y equipo utilizado. Una vez realizado el análisis respectivo tanto de las pruebas realizadas, y de la información relevante que se tenía de los puntos anteriormente mencionados, se tiene como conclusión que los sistemas por fibra óptica son uno de los desarrollos más recientes en el área de comunicaciones, y su utilización es prácticamente la más conveniente en aplicaciones de larga distancia y gran capacidad, como lo demuestra la aceptación que han tenido por las compañías telefónicas. Asimismo, que el comportamiento mecánico del cable óptico una vez instalado sobre las líneas de alta tensión se determinó a partir del cálculo de flechas y tensiones bajo condiciones extremas de temperatura y carga de viento.

Asimismo, Villareal (1997), realizó una tesis titulada: "SISTEMAS DE COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE FIBRA ÓPTICA", teniendo como objetivo aportar el concepto propio de estos contemporáneos y renovadores dispositivos nacidos de la necesidad del área de las comunicaciones, para alcanzar este objetivo se utilizó una metodología descriptiva,

en la cual se analizó bibliografía, revista, entre otros documentos en donde se encuentre información amplia sobre la fibra óptica, ya que para poder utilizar la fibra en forma práctica, ésta debe estar protegida contra esfuerzos mecánicos, humedad y otros factores que afectan el desempeño de la misma. Por ello es necesario proporcionar una estructura protectora a la fibra formándose así el cable óptico. La estructura variará dependiendo si el cable será instalado, ya sea en ductos subterráneos, enterrado directamente, suspendido en postes, sumergido en agua, entre otros. Una vez culminada de realizar el análisis respectivo de cada una de las fuentes, se tiene como resultado, que a medida que el desarrollo de esta tecnología, va incrementando drásticamente, conlleva a la reducción de costos, esto también ha hecho que existan simplificaciones en el área de operación y mantenimiento, así como el crecimiento de las redes digitales. Es así que nos da como conclusión que el potencial del procesamiento de la señal óptica desde el punto de vista paralelo con la conectividad y la velocidad del procesamiento, tomando en cuenta los límites de los circuitos eléctricos esta tecnología debe ser eficiente dentro de una región de Tbps. Aplicado a varios tipos de sistemas tales como conexiones en cruz sw, redes centrales y en progresos

de imagen. Para poder aplicar la tecnología del procesamiento de señales ópticas se debe de priorizar estos tres factores: el dominio del tiempo, dominio de frecuencia y el dominio en el espacio.

También, Jaramillo (1998), realizó la tesis titulado: **“TRANSPORTE DE ENERGÍA SOLAR CONCENTRADA A TRAVÉS DE FIBRAS ÓPTICAS: ACOPLAMIENTO FIBRA – CONCENTRADO Y ESTUDIO TÉRMICO”**, el objetivo de esta investigación es estudiar de manera teórica la factibilidad de usar fibras ópticas para transportar energía solar concentrada, dirigiendo el estudio hacia la obtención de la máxima radiación que una fibra óptica de sílice fundida puede transmitir, sin que sus propiedades ópticas y físicas se vean afectadas. Para la obtención de este objetivo se utilizó la metodología descriptiva y para poder realizar esta investigación, se genera el sistema de ecuaciones que sirven para describir el óptimo acoplamiento entre la fibra y el concentrador. Asimismo, para el análisis del fenómeno de calentamiento producido por el paso del espectro solar concentrado por un espejo parabólico a través de la fibra óptica, se estudia teóricamente el comportamiento térmico de la fibra óptica y con ello se determina el tiempo crítico antes de que la fibra eleve su temperatura más allá del umbral

permitido. De ésta manera, se determina la máxima radiación que una fibra óptica de SiO₂ con bajo contenido de iones metálicos y radicales OH puede transmitir, sin que sus propiedades ópticas y físicas se vean afectadas por su incremento de temperatura. Una vez analizada la información se tiene como conclusión lo siguiente que el comportamiento térmico resulta de gran importancia en los parámetros físicos y ópticos para asegurar un apropiado desempeño en la transmisión de energía solar concentrada. La solución a los modelos planteados permite estimar el tiempo de operación apropiado para evitar dañar permanentemente los componentes de la fibra óptica. Por otra parte, en el modelo unidimensional en la transferencia de calor se obtiene la dependencia del comportamiento térmico a la longitud de la fibra óptica. Esta resulta poco significativa ya que, al evaluar la solución numérica, se demostró que el comportamiento térmico es independiente de la longitud. Se observa que en los primeros 50 centímetros es donde ocurre un mayor aumento en la temperatura, situación que se explica al paso de la radiación a través del núcleo de la fibra óptica ya que este resulta atenuado principalmente en los primeros metros de transmisión, mientras que, en un modelo bidimensional de transferencia de calor, se establece la dependencia de la

temperatura con respecto a la distribución radial de energía transmitida. Se obtiene que la dependencia a la distribución radial de energía durante el proceso de transmisión sea significativa para nuestro análisis. Se observa que en el tiempo característico de operación el centro del núcleo de la fibra óptica puede alcanzar una temperatura superior a 400°C, esta temperatura máxima de operación de la fibra.

2.1.2. Antecedente nacional

Gutiérrez (2014), realizó la tesis titulada: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA ENTRE DESAGUADERO Y MOQUEGUA”**, en la que brindó una alternativa rentable de interconexión de datos al mercado boliviano para diversificar la oferta de servicios de transporte internacional de datos permitiendo reducir el costo de acceso a internet para la población boliviana; en la que llegó a los siguientes resultados: 1) el costo por 1 Mbps de internet se redujo al promedio de la región ver tabla 5.16 equivalente a 13 \$us; 2) el ingreso de competencia al séptimo año del periodo pero se mantuvo el precio de internet del primero escenario los resultados aún son favorables pero se puede apreciar una disminución importante en la tasa interna de retorno respecto

a los otros primeros escenarios y 3) finalmente en este escenario las modificaciones fueron tanto al precio de internet que fue disminuido al promedio de la región y la incorporación de competencia en el 7 periodo del ejercicio; llegando a las siguientes conclusiones: 1) el proyecto ha sido viable obteniéndose beneficios económicos y llegando a alcanzar un valor actual neto positivo una tasa interna de retorno mayor a la tasa de descuento propuesto de 19.51% ; 2) el cálculo del beneficio sobre la base de que los clientes beneficiados crecieron en un 40% dado que existe una disminución del costo de servicio respecto al salario mínimo nacional boliviano y 3) el VAN y TIR no contempló los efectos indirectos positivos que podrán obtener las poblaciones aledañas al poder obtener menores precios por las mejoras en la conductividad internacional.

López (2016) desarrolló la tesis titulada:” **DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL SERVICIO DE BANDA ANCHA EN COISHCO (ANCASH)**”, donde tuvo como objetivo general determinar el tipo más adecuado de red para el Distrito de Coishco, para ello realizó el diseño de fibra óptica para hogar, siendo una solución para uno de los problemas del Perú; en la que tuvo como población los 14. 832 habitantes según INEI siendo

7513 mujeres y 7319 hombres del Distrito de Ancash, Coishco; siendo su tipo de investigación aplicada tecnológica; con instrumento de investigación: revistas de redes, artículos científicos, libros y hoja de toma de datos del experimento; con los cuales ha llegado a los siguientes resultados: 1) resultó que el dinero se recuperará de acuerdo a los años que van pasando y 2) en 10 se recuperará la inversión con 130 usuarios equivalentes al 58.55% de los usuarios, en dicho año se recuperó la inversión de 629772 soles, como se puede ver el proyecto tiene un costo de inversión de 589896,449 soles, se ve claramente que en esta cantidad de años se podrá implementar la red de fibra óptica; con los cuales llegó a las siguientes conclusiones: 1) que el uso de nuevas tecnologías tuvo un ancho de banda standard necesario de 2,5 Gbps, entonces los habitantes de Coishco requieren aproximadamente este valor; 2) se halló la perdida de potencia de 24,55 dB, la cual indicó que los usuarios más alejados van a contar con servicios de banda ancha y 3) hallaron el costo de instalación y equipamiento de la red en 232896,449 soles aproximadamente, con tiempo de implementación de 94 días hábiles.

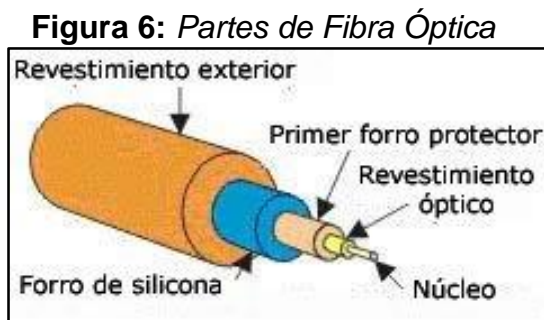
2.1.3. Antecedente local

A nivel local no se encontraron trabajos de investigación relacionados al tema de estudio.

2.2. BASES TEÓRICO - CIENTÍFICOS

2.2.1. Teoría de fibra óptica

Es un instrumento o pieza especial en la transmisión de información, es un filamento, lana, pelo o fibra delgada no más que un cabello que está compuesto por vidrio o silicio, mientras que el cable está formado por el manto, recubrimiento, el núcleo y la chaqueta. Son los pulsos de luz lo que se transmite en bits y así como la intensidad de luz que indica la diferencia de bits. En la dicha inclinación debe tener un ángulo de incidencia apropiada para que logre rebotar la luz y se propague a mayores distancias y sino rebota cambia su dirección y su velocidad, y así como también se pierde la luz (Martin, 2005).



Fuente: Gonzales (2001)

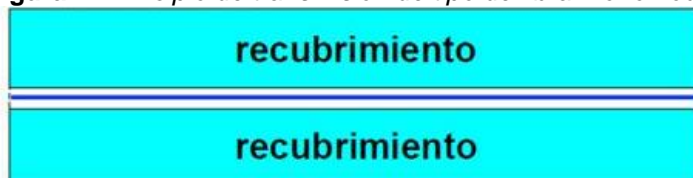
En la que la porción central es de plástico o de vidrio denominada núcleo, y el recubrimiento es también de vidrio o plástico. Seguidamente la otra capa cubre a este llamado encapsulado. La luz viaja por el núcleo en la que tiene mayor índice de refracción que el revestimiento (Barroso, 2013).

a) Tipos de fibras

Los dos tipos más usuales son los denominados monomodo y multimodo, en la industria Telmex (Barroso, 2013).

Fibra Monomodo:- La relación entre el núcleo y el recubrimiento es de $8 - 9/125$ μm , tiene un solo trayecto de luz, es costosa, utilizada mayormente en red de área amplia, normalmente es fabricada en un encapsulado de color amarillo y gris (Barroso, 2013).

Figura 7: Principio de transmisión de tipo de fibra Monomodo

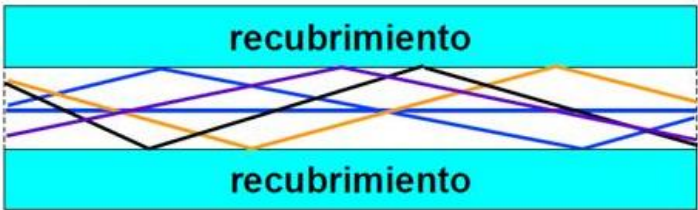


Fuente: Barroso (2013).

Fibra Multimodo:- La relación entre el núcleo y recubrimiento es $62.5 - 50/125$ μm , tiene varios trayectos de luz, es económica,

es utilizada mayormente por la red de Área Local y esta encapsulada en color naranja (Barroso, 2013).

Figura 8: Principio de transmisión de tipo de fibra Multimodo

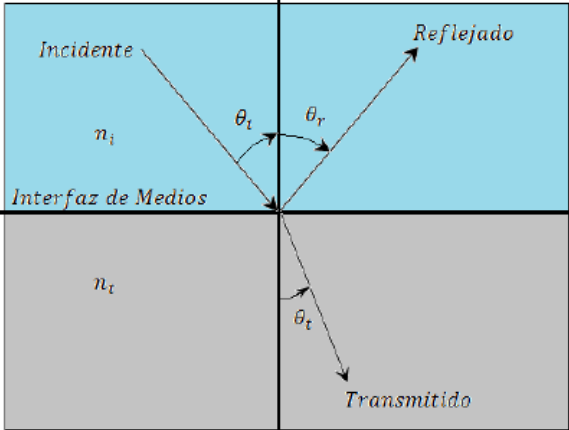


Fuente: Barroso (2013).

b) Reflexión y refracción

Es cuando el haz de luz ubica en su camino una superficie dieléctrica, se desdobra en dos haces uno reflejado y otro transmitido, donde los ángulos están en base al ángulo de incidencia, promedio de la ley de Snell (Barroso, 2013).

Figura 9: Reflexión y Refracción, Ley de Snell.



Fuente: Barroso (2013).

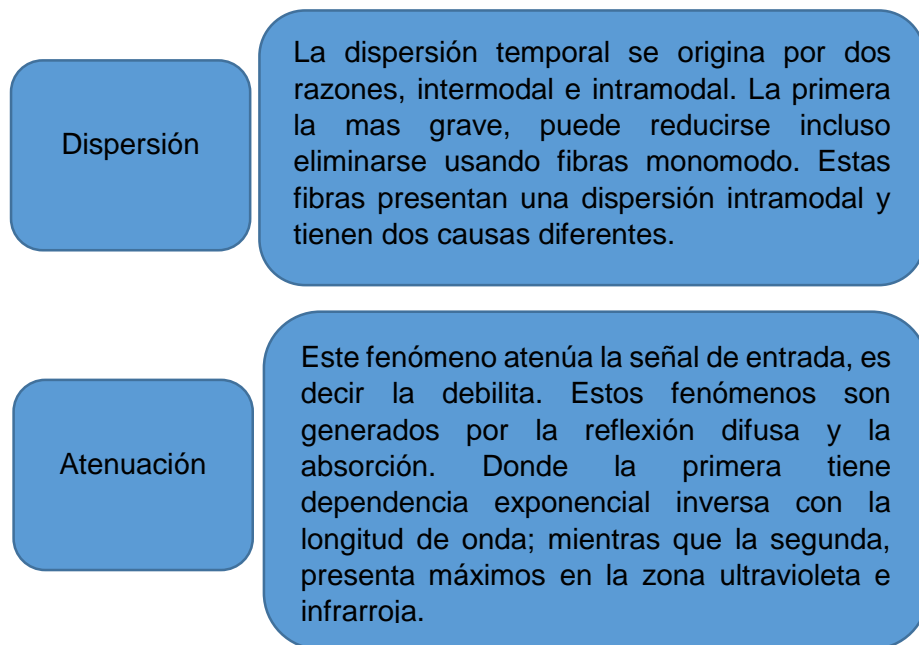
Ley de Snell, es expresada por la ecuación 1.

$$n_i \text{ sen}\theta_i = n_t \text{ sen}\theta_t \dots \dots \dots (1)$$

c) Factores que limitan la transmisión

Para el diseño debemos tomar en cuenta el enlace óptico de transmisión como por ejemplo la atenuación y la dispersión.

Figura 10: Factores que limitan la transmisión.



d) Naturaleza ondulatoria de la luz.

Diversas investigaciones realizadas con la finalidad de ver el comportamiento de la luz, se ha demostrado que se trata de un movimiento ondulatorio transversal de dos campos vectoriales, uno eléctrico y otro magnético, variando con el tiempo, por tal motivo se considera que la luz es una onda que se propaga en el vacío con una velocidad dada por:

$$c = 3 * 10^8 \text{ m/s}^2$$

La velocidad de propagación de la luz depende del medio en donde se propaga, por lo que al ser cambiado a otro medio, la velocidad de propagación se altera.

e) Propagación de la luz

Podemos describir dos fenómenos muy importantes en la propagación de luz en medios transparentes.

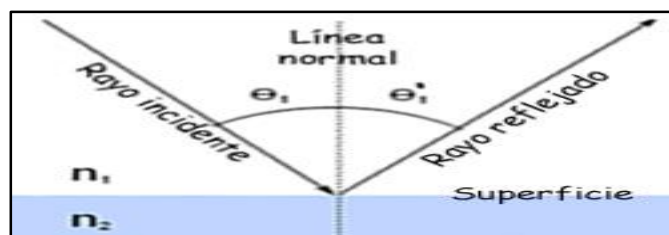
- **Ley de la reflexión.**

Fenómeno que consiste en el cambio de trayectoria que experimenta un rayo de luz al incidir en una superficie trayectoria. (Gonzales Rojas, 2001)

El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal se encuentran en un solo plano.

El ángulo de incidencia y el ángulo reflejado son iguales.

Figura 11: Fenómeno de la reflexión de luz



Fuente: Gonzales (2001)

- **Ley de la refracción.**

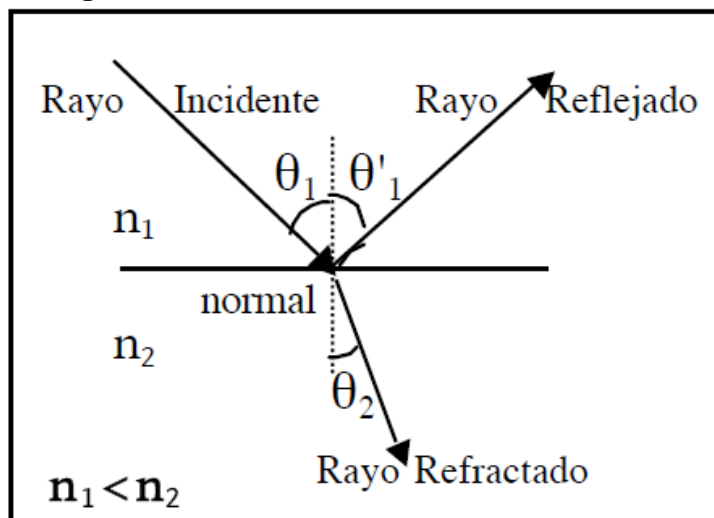
Fenómeno que consiste en el cambio de dirección que experimenta un haz al cambiar de un medio de propagación a otro. (Gonzales, 2001).

El rayo incidente, rayo reflejado, el rayo refractado y la normal se encuentran en un mismo plano.

El ángulo incidente θ_1 y el ángulo refractado θ_2 están relacionados por:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \text{ Conocida como la ley de Snell}$$

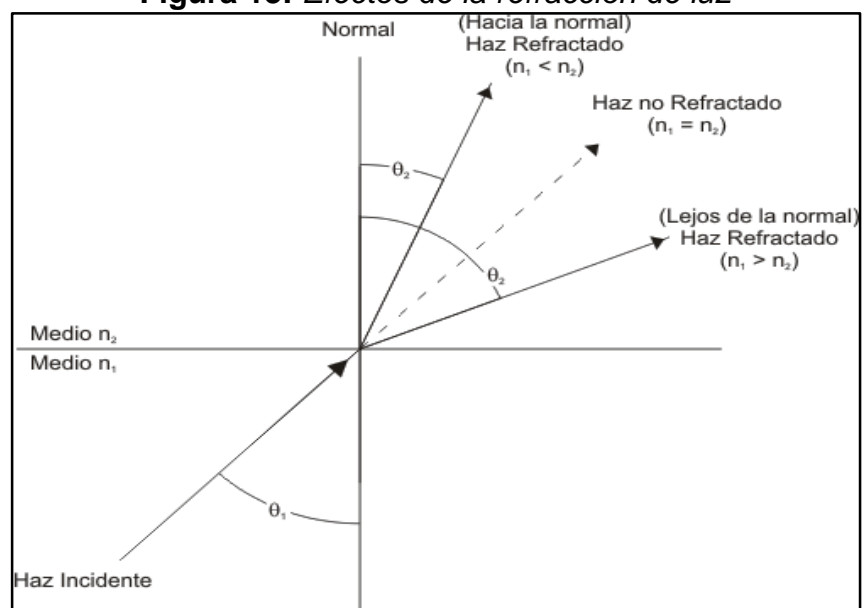
Figura 12: Fenómeno de la refracción de luz



Fuente: Gonzales (2001)

Cuando un haz de luz se propaga en medio denso a otro menos denso, entonces el rayo refractado se aleja de la normal ($n_1 > n_2$); cuando un haz de luz se propaga en un medio menos denso a otro más denso, entonces el rayo refractado se acerca a la normal ($n_1 < n_2$).

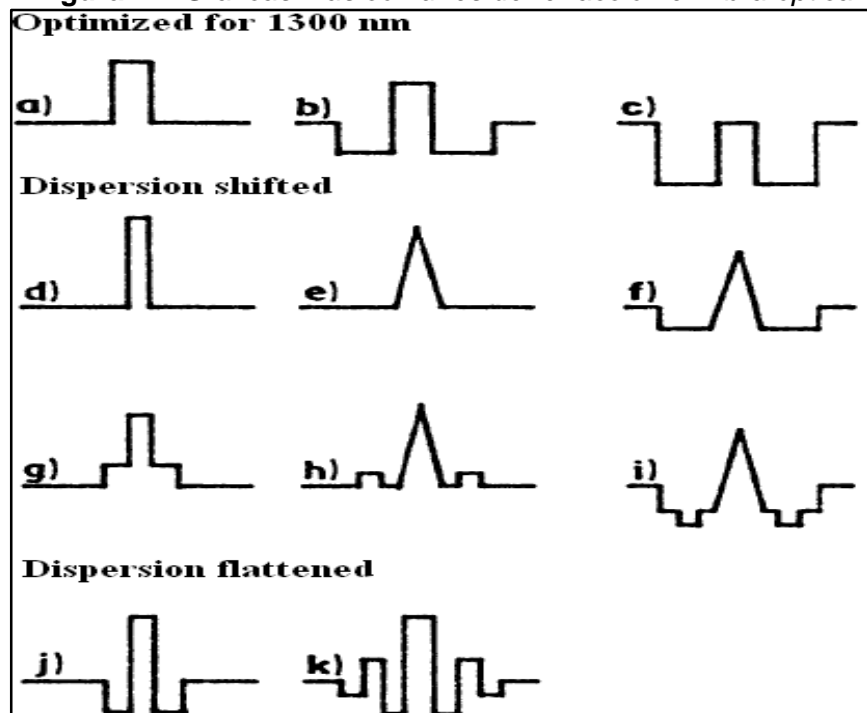
Figura 13: Efectos de la refracción de luz



Fuente: Gonzales (2001)

A continuación, les presentaremos las gráficas más comunes de refracción.

Figura 14: Graficas más comunes de refracción en fibra óptica



Fuente: Ondrej (2010)

f) Transmisión de datos con fibra óptica.

La transmisión constituye el canal que permite la transmisión de información entre dos terminales en un sistema de transmisión. La transmisión se realiza habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. A veces el canal es un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío. (Fotónica, 2009).

Gracias a la tecnología de los componentes ópticos evolucionó y dio a nuevas capacidades que permiten el

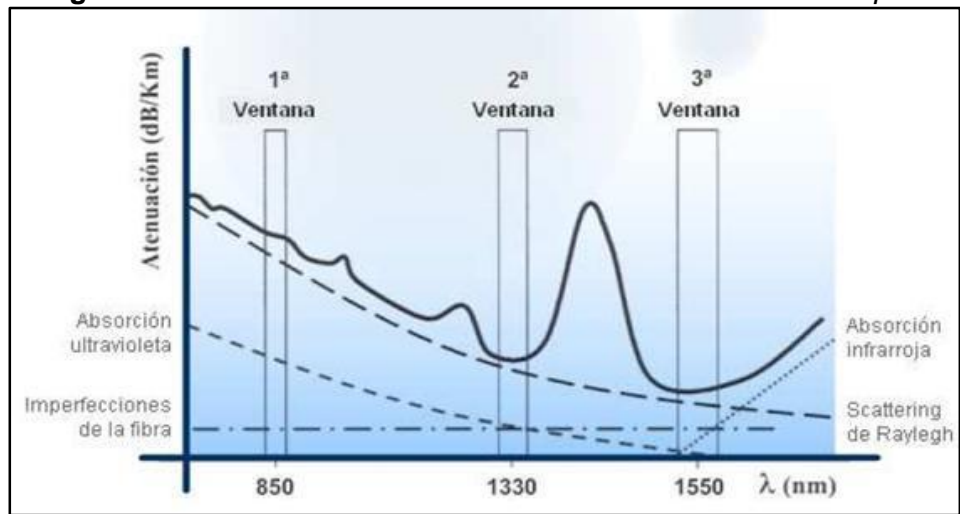
transporte de longitudes de ondas múltiples (colores) en una misma fibra óptica. Donde esto ha sido el motivo que lo llevó al UIT-T a iniciar la elaboración de recomendaciones para esas capacidades. La tecnología se ha diseñado de modo que fuera transparente respecto al tipo de servicio, preservando todas las funcionalidades y la calidad de servicio nativo. La jerarquía digital de la OTN se ha concebido para velocidades de transmisión de datos elevadas. Dichas velocidades de la línea en la OTH (jerarquía de transporte óptico) han sido normalizadas con la finalidad de transportar datos de cliente Ethernet de 100 Gbit/s en una misma longitud de onda de una fibra (Gutierrez, 2014).

- **Ley de la refracción.**

- ✓ **Atenuación.**

Es la disminución paulatina de la potencia de la señal conforme ésta se propaga a lo largo de la fibra óptica y puede estar dada por la absorción que presenta el sílice a ciertas longitudes de onda, por radiación de la energía, por esparcimiento o por imperfecciones de la fibra. (Fabian, 2015).

Figura 15: Atenuación en la transmisión de datos en un canal óptico

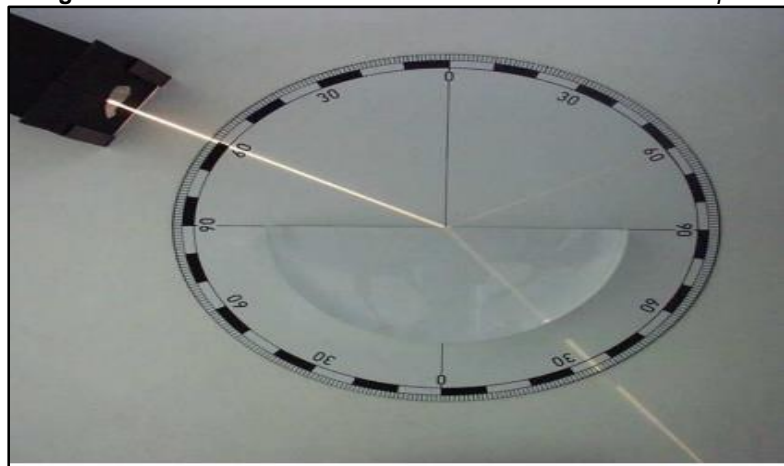


Fuente: Bizkaia (2014)

✓ Refracción

Fenómeno que consiste en el cambio de dirección que experimenta un haz al cambiar de un medio de propagación a otro. (Gonzales, 2001).

Figura 16: Refracción en la transmisión de datos en un canal óptico

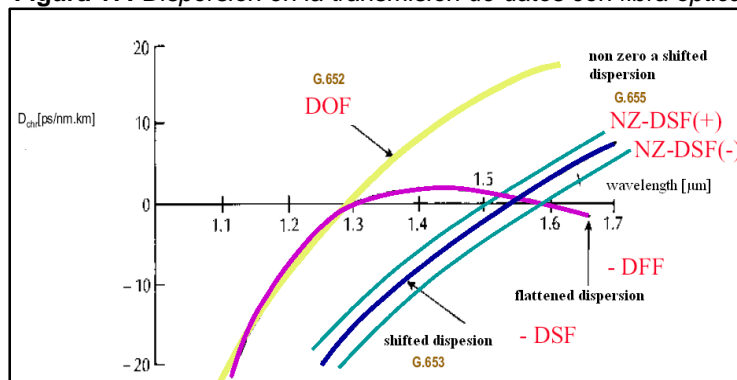


Fuente: Bizkaia (2014)

✓ **Dispersión.**

Este fenómeno se refiere a que los rayos propagados se transmiten en diferentes direcciones de este modo alterando sus velocidades y llegando a los receptores disporejamente. (Tucuman).

Figura 17: *Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica*



Fuente: Bizkaia (2010)

✓ **Diafonía.**

La diafonía o crosstalk, fenómeno que se refiere a los disturbios en la transmisión, causada por la interferencia de señales entre dos canales diferentes. (Fabian, 2015).

Figura 18: *Fenómeno de Crosstalk en la fibra óptica.*



Fuente: Luna (2015)

✓ **Ruido.**

El ruido en fibra óptica es toda perturbación o interferencia no deseada que se introduce en el canal de comunicaciones y se suma a la señal útil.

Que tienden a ocultar el contenido informativo.

(R.Estepa, 2004)

g) Tipos de instalación

- **Instalación aérea**

La distribución y la acometida son más sencillas y baratas sobre todo si existe postes disponibles en los que se puedan fijar los cables. El cable está expuesto totalmente a condiciones climáticas, donde debe estar principalmente reforzado en base a la meteorología del lugar (*Gutierrez, 2014*).

- **Instalación subterránea en zanjas**

El cable puede ir directamente enterrado en el interior de conductos. Si se realiza la renovación de servicios o el tendido de nuevos como: alcantarillas, tuberías, carreteras; el coste de instalación del cable no influirá notablemente en el total. Los costes de instalación se incrementan, por lo que se hace necesaria la

compartición de infraestructuras por parte de los operadores. Además del coste económico, es necesario solicitar permisos, realizar cortes de calles y de tráfico que afectan a los usuarios. Existe posibilidad de dañar servicios ya operativos (luz, agua, gas) (Gutierrez, 2014).

- **Instalación subterránea en galerías de servicio y alcantarillas**

Es fundamental la colaboración de los operadores de las autoridades locales, por lo que disponen de bienes de dominio público que pueden ceder para permitir extender nuevas estructuras, así evitando la construcción de otras obras, siendo la instalación muy acondicionada por el estado de los ductos a utilizar. Aunque en algunos casos no es disponible el acceso a través de estos, o no se encuentran acondicionados (Gutierrez, 2014).

- **Instalación en micro-zanjas**

Es una alternativa que permite disminuir el impacto de la obra civil en la instalación de nuevos cables. El coste puede ser 1/3 de una canalización normal. Consiste en

la realización de una zanja de tamaño muy reducido que varía entre 1 y 10 cm de ancho y 10 - 20 cm de profundidad dependiendo del diámetro del cable a instalar; una vez colocado el cable en su interior se colocan elementos protectores o conductos en los que se instale el cable después; que finalmente se sella con material bituminoso (Gutierrez, 2014).

2.2.2. Condiciones meteorológicas y geográficas

a) Condiciones meteorológicas.

- **¿Qué es la meteorología?**

Es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, denominados meteoros. Donde el estudio de la atmósfera se basa en el saber de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica, la humedad que varían en función del tiempo y espacio (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

b) Condiciones atmosféricas

Es la descripción atmosférica en función al tiempo o momento dado y un espacio o lugar específico, es decir que estamos

hablando sobre el tiempo atmosférico. El mismo que es uno de los principales condicionantes de las actividades que realizamos, especialmente a aquellas que se desarrollan al aire libre, como la agricultura. Desde hace tiempos los hombres han admirado los fenómenos atmosféricos y han tratado de explicar sus causas sirviéndose de la magia y la religión ya que no hubo instrumentos ni conocimientos científicos. Por lo que hoy en día la meteorología, una ciencia tremendamente avanzada, está basada en la física y en el uso de las más modernas tecnologías. En la que los meteorólogos tienen la capacidad de predecir el tiempo hasta una semana de antelación sin apenas fallar (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

c) *Variables meteorológicas*

- **La temperatura**

Se refiere a los estudio de la atmósfera que se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

Magnitud para describir el estado de la atmósfera, en la que la información meteorológica se realiza en base a la

temperatura, la cual varía entre el día y la noche entre una estación y otra, así como la ubicación geográfica. Donde en invierno puede llegar a estar bajo los 0°C y en verano superar los 40°C. Por lo que la temperatura está relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. A mayor agitación tengan éstas partículas, mayor será la temperatura (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

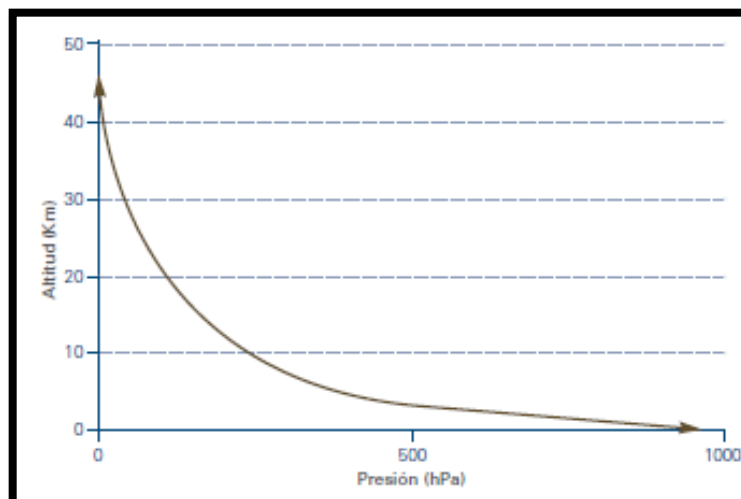
La medición de la temperatura está basada en las propiedades de la materia que se ven alteradas cuando ésta cambia su resistencia eléctrica de algunos materiales, su volumen, el color del objeto, etc. El instrumento para medir es el termómetro, inventado por Galileo en el año de 1593 (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

- **Presión atmosférica**

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada presión atmosférica, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal (1 Pascal = 1N/m²) (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontremos, la cantidad de aire por encima nuestro será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí. El siguiente gráfico muestra los valores promedio de la presión atmosférica en función de la altitud. En él puede apreciarse cómo la presión atmosférica desciende con la altura, mostrando un decrecimiento aproximadamente exponencial. Además de la altitud, depende de muchas otras variables. La situación geográfica, la temperatura, la humedad y las condiciones meteorológicas son sus principales condicionantes (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

Figura 19: *Perfil vertical de la presión atmosférica.*



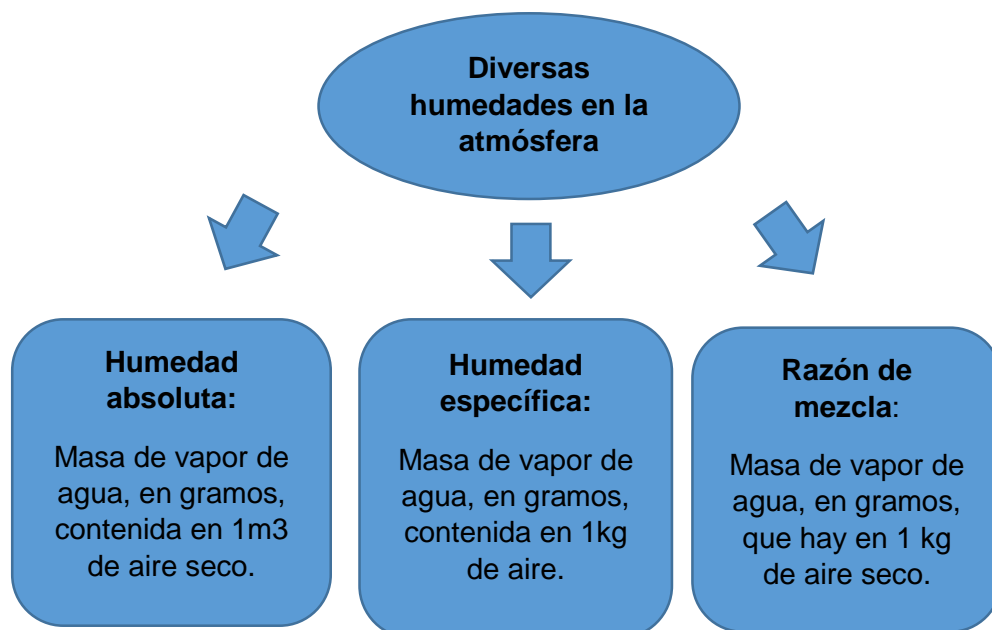
Fuente: Benito, Portela y Rodriguez (2004).

- **Humedad**

La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, esto si estamos cerca al mar, si hay plantas, etc (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

El agua es uno de los principales componentes de la atmósfera, en la que puede existir como gas, como líquido, y como sólido. La presencia del agua en los tres estados de agregación (escarcha, niebla, granizo, vapor de agua, nube, lluvia y nieve) se debe a que las condiciones físicas (temperatura y presión) necesarias para que se produzcan dichos cambios de estado se dan normalmente en la atmósfera (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

Diversas formas de contenido de agua en la atmosfera:



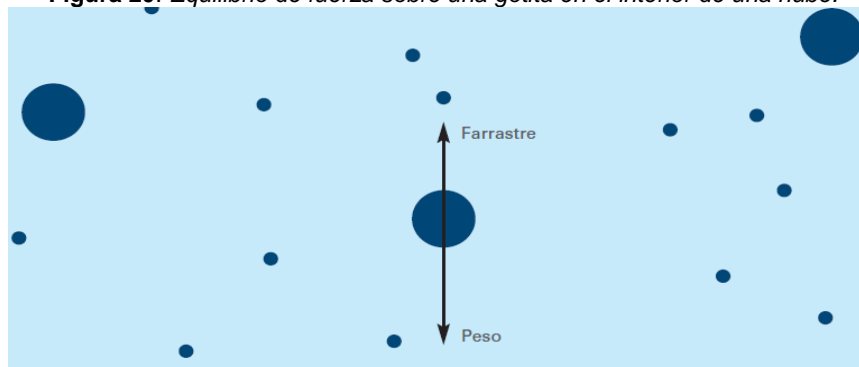
Fuente: Elaboración propia

- **Precipitación**

La nube está conformada por una gran cantidad de gotitas minúsculas y cristaltos de hielo, procedentes del cambio de estado de vapor de agua de una masa de aire que, al ascender en la atmósfera, se enfría hasta llegar a la saturación. Para que el vapor existente en una masa de aire que alcanza la saturación pueda condensarse en forma de gotitas es preciso que se cumplan dos condiciones: la primera es que la masa de aire se haya enfriado lo suficiente, y la segunda es que existan en el aire núcleos de condensación (denominados núcleos higroscópicos) sobre los que puedan formarse gotitas de agua. Una vez que se hayan formado las

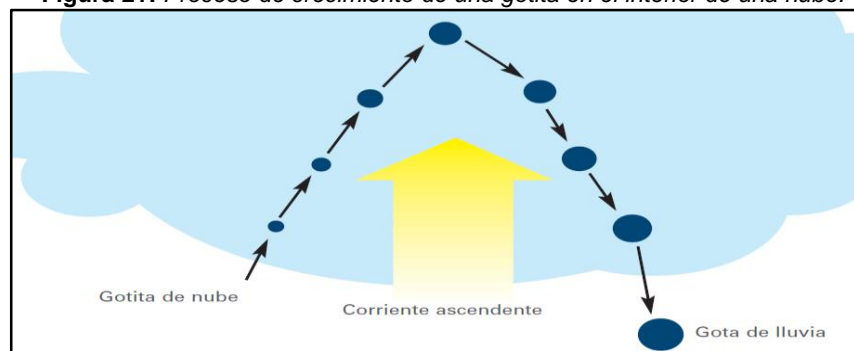
nubes; la lluvia el granizo o la nieve se generan gracias a la existencia de las corrientes ascendentes, donde las minúsculas gotitas que forman la nube se encuentran en suspensión dentro de ella empezarán a crecer a expensas de otras gotitas que se encuentran en su caída. Donde sobre cada gotita actúa dos fuerzas: la corriente de aire ascendente que ejerce arrastre y su propio peso de la gotita por gravedad (Benito, Portela, & Rodriguez, 2004).

Figura 20: Equilibrio de fuerza sobre una gotita en el interior de una nube.



Fuente: Benito, Portela y Rodriguez (2004).

Figura 21: Proceso de crecimiento de una gotita en el interior de una nube.



Fuente: Benito, Portela y Rodriguez (2004).

d) Condiciones meteorológicas.

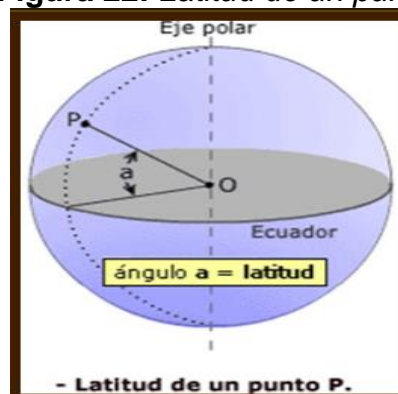
Es la descripción de la tierra que se basa en una serie de magnitudes como son la latitud, altitud, relieve, pendiente. Es la correlación entre los tipos de suelos y las características del medio, en especial todas las climáticas, tanto en su zonación latitudinal como altitudinal (Fierros, 2011).

- **Latitud**

Es una coordenada exacta en cualquier punto de la tierra. Donde este está definido desde el ecuador, tomando en cuenta la línea imaginaria, con la cual se puede ubicar la latitud Norte y la latitud Sur (Ruiz, 2003).

Es la distancia angular que existe desde cualquier punto de la Tierra con respecto al Ecuador. Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen la misma latitud.

Figura 22: Latitud de un punto



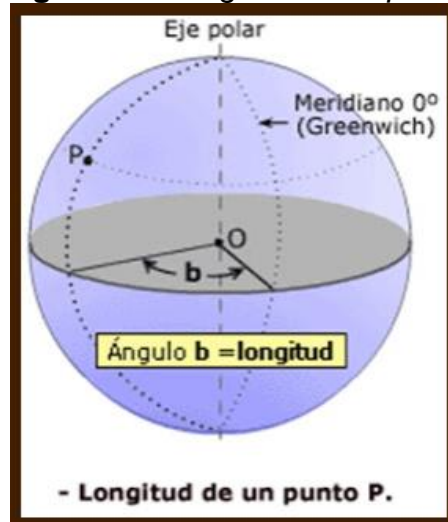
Fuente: Ruiz (2003).

- **Longitud**

En cambio esta coordenada está definida desde el meridiano de Greenwich, y de la cual se puede ubicar la longitud Oeste y la longitud Este (Ruiz, 2003).

Es la distancia angular que existe desde cualquier punto de la Tierra con respecto a Greenwich. Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud. Los polos Norte y Sur no tienen longitud (Mayma, 2011).

Figura 23: Longitud de un punto



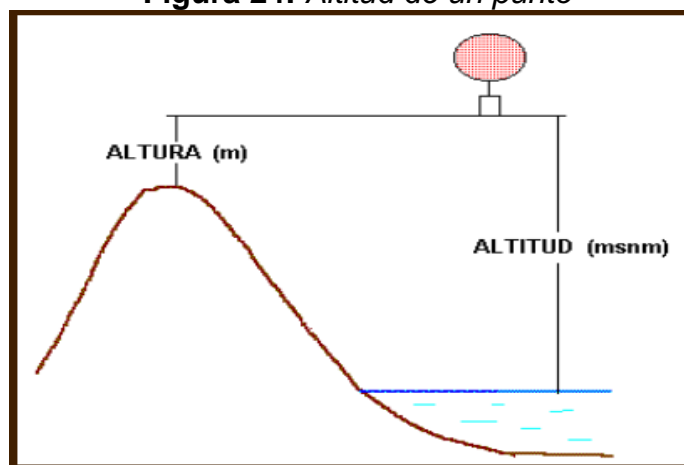
Fuente: Ruiz (2003).

- **Altitud**

Es la distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar llamada Elevación sobre el nivel medio del mar, en contraste con la altura que se refiere a la distancia vertical

desde un punto de referencia de la superficie terrestre; y el nivel de vuelo que es la altitud según la presión estándar medida mediante un altímetro que se encuentra arriba de los 20,000 pies sobre el nivel medio del mar (Mayma, 2011).

Figura 24: *Altitud de un punto*



Fuente: Mayma (2011).

- **Relieve**

Son las irregularidades que presentan la superficie terrestre, las cuales son continental y submarino, formado por montañas, mesetas, llanuras, depresiones, llanuras aluviales, fosa tectónica (Barrera & Palma, 2012).

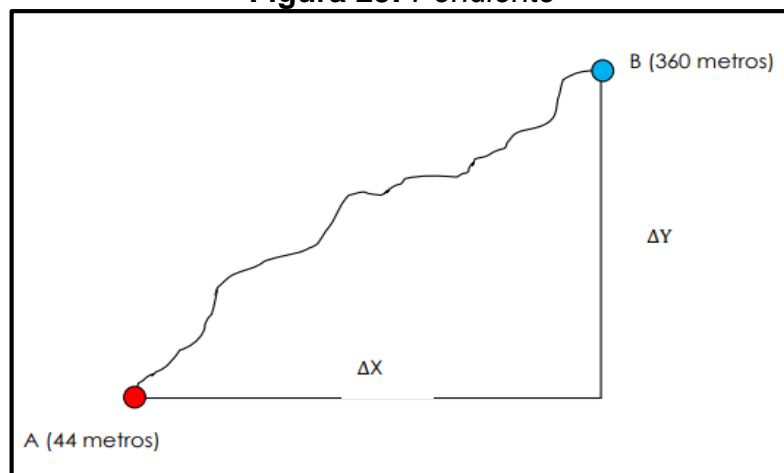
Se forma parte y se modifica por procesos internos o endógenos como son el vulcanismo y el diastrofismo, en la que también intervienen los procesos externos o exógenos como el intemperismo (la descomposición o desintegración de rocas) o la erosión (desgaste de la superficie terrestre por

la lluvia o viento u otros agentes externos como el hombre)
(Barrera & Palma, 2012).

- **Pendiente**

Es la relación que existe entre el desnivel y la distancia en horizontal que debemos recorrer. Se expresa normalmente en % o en grados (Ibañes, 1996).

Figura 25: Pendiente



Fuente: Ibañes (1996).

$$Pendiente (\%) = \frac{\Delta y}{\Delta x} \times 100$$

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1. Fibra óptica

Es el canal que realiza la transmisión guiada de luz, se construyen en materiales dieléctricos, en la actualidad por su mayor eficiencia se fabrican con sílice, una fibra típica tiene

125 μm de grosor, aproximadamente el doble que el cabello humano. La luz se guía por un núcleo central cuyo diámetro oscila entre 4 y 1000 μm dependiendo del tipo de fibra (típicamente entre 4 y 62,5 μm). El resto de la fibra óptica es una cubierta del mismo material, que recubre el núcleo, y que está modificado de forma que tenga un índice de refracción ligeramente inferior al del núcleo. Es precisamente este cambio de índice lo que hace que la luz se guíe por el interior de la fibra (Fotónica, 2009).

2.3.2. Índice de refracción (N)

Es la velocidad con la que viaja un haz de luz en un medio material (Gonzales, 2001), queda expresada por la siguiente relación matemática:

$$N = \frac{\text{velocidad de luz en el vacío}}{\text{velocidad de la luz en otro medio}} = \frac{C}{V}$$

Tabla 1: Índice de refracción de distintos medios

Material	N
Aire	1.000294
Helio	1.000036
Hidrógeno	1.000132
Agua	1.333
Alcohol	1.361
Diamante	2.419
Ámbar	1.55
Sílice Fundida	1.458

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Transmisor óptico.

Se refiere a la función de convertir una señal eléctrica en una señal óptica y enviar este último hacia la fibra óptica. (Fabian, 2015).

2.3.4. Canal óptico

Se refiere a la función de transportar la señal (óptica) desde un transmisor hasta un receptor sin distorsionarla. (Fabian, 2015)

2.3.5. Receptor óptico.

Transforma señales de frecuencias ópticas a frecuencias inferiores, con la mínima adición de ruido indeseable y con un ancho de banda suficiente para no distorsionar la información contenida en la señal. (Coimbra, 2010)

2.3.6. Atenuación

Es la disminución paulatina de la potencia de la señal conforme ésta se propaga a lo largo de la fibra óptica y puede estar dada por la absorción que presenta el sílice a ciertas longitudes de onda, por radiación de la energía, por esparcimiento o por imperfecciones de la fibra. (Fabian, 2015).

2.3.7. Refracción

Fenómeno que consiste en el cambio de dirección que experimenta un haz al cambiar de un medio de propagación a otro. (Gonzales, 2001).

2.3.8. Dispersión

Este fenómeno se refiere a que los rayos propagados se transmiten en diferentes direcciones de este modo alterando sus velocidades y llegando a los receptores disperejamente. (Tucuman).

2.3.9. Diafonía

La diafonía o crosstalk, fenómeno que se refiere a los disturbios en la transmisión, causada por la interferencia de señales entre dos canales diferentes. (Fabian, 2015).

2.3.10. Ruido

El ruido en fibra óptica es toda perturbación o interferencia no deseada que se introduce en el canal de comunicaciones y se suma a la señal útil. Que tienden a ocultar el contenido informativo. (R.Estepa, 2004)

2.4. HIPÓTESIS: GENERICOS Y ESPECIFICOS

2.4.1. Hipótesis genérica

Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las condiciones meteorológicas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.
- Las condiciones geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

- **Variable independiente:** Condiciones meteorológicas y geográficas
- **Variable dependiente:** Transmisión de datos con fibra óptica

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES

Tabla 2: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE (DEFINICIÓN CONCEPTUAL)	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Condiciones meteorológicas	Se refiere a los estudio de la atmósfera que se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo	meteorológica	Temperatura	Intervalo
			Presión atmosférica	Proporción
			Humedad	Proporción
			precipitación	Proporción
Condiciones geográficas	Es la descripción de la tierra que se basa en una serie de magnitudes como son la latitud, altitud, relieve, pendiente.	geográfica	Latitud	Proporción
			Altitud	Proporción
			Relieve	Proporción
			Pendiente	Proporción
Transmisión de datos con fibra óptica	La transmisión constituye el canal que permite la transmisión de información entre dos terminales en un sistema de transmisión. La transmisión se realiza habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. A veces el canal es un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.	Fenómenos que ocasionan la perturbación en la transmisión de datos.	Atenuación	Proporción
			Refracción	Proporción
			Dispersión	Proporción
			Diafonía	Proporción
			Ruido	Proporción

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo pertenece al tipo de investigación APLICADA, porque para el desarrollo, se toma como referencia los descubrimientos realizados en la investigación básica como es la teoría óptica, los parámetros geográficos y meteorológicos, con la finalidad de determinar la relación que existe entre las variables: transferencia de datos con fibra óptica y las condiciones meteorológicas y geográficas (Quezada Lucio, 2015, pág. 25).

Asimismo, el presente trabajo pertenece al nivel de investigación DESCRIPTIVO (Hernandez Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010).

NIVEL DESCRIPTIVO, porque trata de describir fenómenos, situaciones, contextos o eventos; con la finalidad de detallar el como son y cómo se manifiestan estos fenómenos en el contexto. En nuestro caso describiremos de qué manera influyen las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo tiene un diseño de investigación NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL (Hernandez Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010).

NO EXPERIMENTAL, porque no se manipulan intencionalmente la variable independiente (condiciones meteorológicas y geográficas) sobre la variable dependiente (transferencia de datos con fibra óptica), es más, se toman los datos sin ninguna alteración antrópica; se describe y se explica las causas o efectos que se generen entre las dos variables sin distorsión.

TRANSVERSAL, porque los datos obtenidos se realizaron en un momento y tiempo determinado por única vez.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población.

Son los canales de transferencia de datos de la red de telecomunicaciones Fitel ubicados en el distrito de Ascensión – Huancavelica. Principales instituciones del Estado ubicados en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

Tabla 3: Principales Instituciones que cuentan con instalaciones de fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica

NRO.	DESCRIPCION
1	Jardín de niños N° 269 (aldea infantil)
2	Instituto Nacional Penitenciario (San Fermín)
3	Centro de Salud de Ascensión
4	Red de Salud de Ascensión
5	Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho
6	Municipalidad Distrital de Ascensión
7	Tercera Fiscalía Provincial Penal Corporativa de Huancavelica
8	Hospital 2 - EsSalud
9	Instituto Educativo América
10	Centro de Salud Mental Comunitario
11	Dirección Regional de Educación Huancavelica
12	Escuela 36005 Juan Vergara Villafuerte
13	Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Programa Juntos)
14	Programa Nacional País
15	Programa Nacional de Alimentación Escolar (Qali Warma)
16	Autoridad Local del Agua (ALA)
17	Inicial 036 Gotitas de Rocio 0715920 - Ascensión
18	Escuela 36004 - Ascensión
19	Instituto Superior Tecnológico Público - Huancavelica

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Muestra.

La muestra que se eligió es de tipo no probabilístico debido a que la elección de los elementos no dependieron de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación (Hernandez Sampiere, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010)

Por lo que la muestra fue compuesta por 5 (NODOS), cada uno son canales de transferencia de datos de fibra óptica que fueron instaladas con terminación en diferentes puntos ubicados en el distrito de Ascensión.

Tabla 4: *Determinación de Muestra a representar.*

NODO	UBICACIÓN
1	Jardín de niños N° 269 (aldea infantil)
2	Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho
3	Hospital 2 - EsSalud
4	Instituto Educativo América
5	Instituto Superior Tecnológico Público - Huancavelica

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el presente trabajo de investigación pertenece al tipo de muestreo **NO PROBABILÍSTICA - INTENCIONAL**, porque, la selección se realizó tomando un criterio, sin ninguna regla matemática o probabilística (Carrasco, 2005).

3.4. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

El método que se utilizó para el presente trabajo de investigación es el método CIENTÍFICO – DEDUCTIVO.

MÉTODO CIENTÍFICO, debido a que se siguieron pasos y procedimientos sistemáticos, ordenados, metódicos, racionales y críticos para poder cumplir los objetivos que se propuso con la investigación. (Quezada Lucio, 2015).

MÉTODO DEDUCTIVO, debido a que las conclusiones a las que se llegaron fueron obtenidos a partir de las leyes universales. (Sierra Guzman, 2012)

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnica de recolección de datos.

La técnica que se utilizó fue la OBSERVACIÓN NO EXPERIMENTAL, porque no se manipulan intencionalmente la variable independiente (condiciones meteorológicas y geográficas) sobre la variable dependiente (transferencia de datos con fibra óptica), es más, se toman los datos sin ninguna alteración antrópica; se describe y se explica las causas o efectos que se generen entre las dos variables sin distorsión.

3.5.2. Técnica de recolección de datos.

El instrumento de recolección de datos que se utilizó fue la FICHA DE REGISTRO DE DATOS, los cuales fueron utilizados para poder registrar todas las mediciones hechas con el OTDR (Reflectómetro de dominio de tiempo óptico), asimismo fue utilizado para registrar los parámetros geográficos y meteorológicos, que posteriormente fueron validados con los registros de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona proporcionados por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología).

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. Técnica de procesamiento de datos.

Todos los datos registrados en la ficha de registro de datos, fueron vaciados en la hoja de cálculo de Excel, con la finalidad de presentarlos en tablas organizadas en el presente informe.

3.6.2. Técnica de análisis de datos.

El análisis de los datos recolectados se realizó mediante la comparación entre los datos obtenidos y los datos presentados en las especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos publicado

por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el año 2011. Es decir se realizó un analisis comparativo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS

4.1.1. Nombre del proyecto de investigación.

“GRADO DE INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y GEOGRÁFICAS EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS CON FIBRA ÓPTICA EN EL DISTRITO DE ASCENSIÓN - HUANCVELICA”

4.1.2. Características generales.

a) Ubicación y localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Huancavelica, provincia de Huancavelica, distrito de Ascensión.

El distrito de Ascensión está ubicado políticamente en la región central del Perú, en la parte Centro Occidental de la provincia de Huancavelica, región Huancavelica. De los 19 distritos, éste es el de más reciente creación, según Ley N° 27284, promulgada el 08 de junio del 2000. Sus anexos son: Pucarumi, Callqui Grande, Alto Andino, Pastales Huando, Cachimayo, Ranracancha, Millpo Ccachuana, Yauricocha y Totoral Chico y cuenta con una extensión superficial de 426 km²

REGIÓN : Huancavelica.

PROVINCIA : Huancavelica.

DISTRITO : Ascensión.

El distrito de Ascensión Limita:

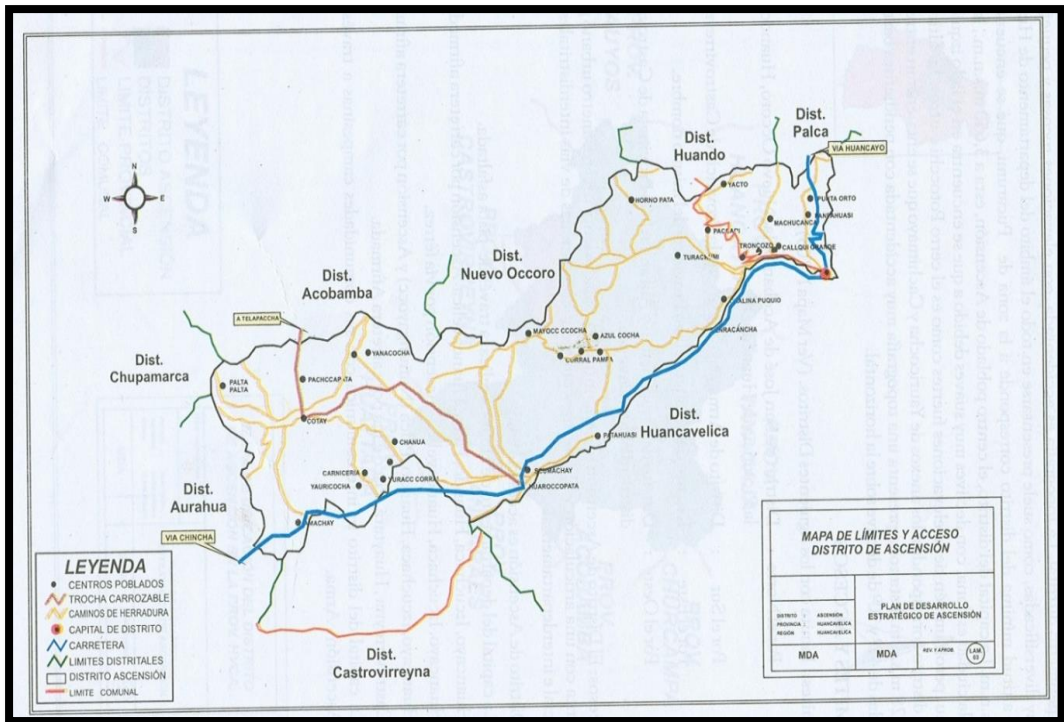
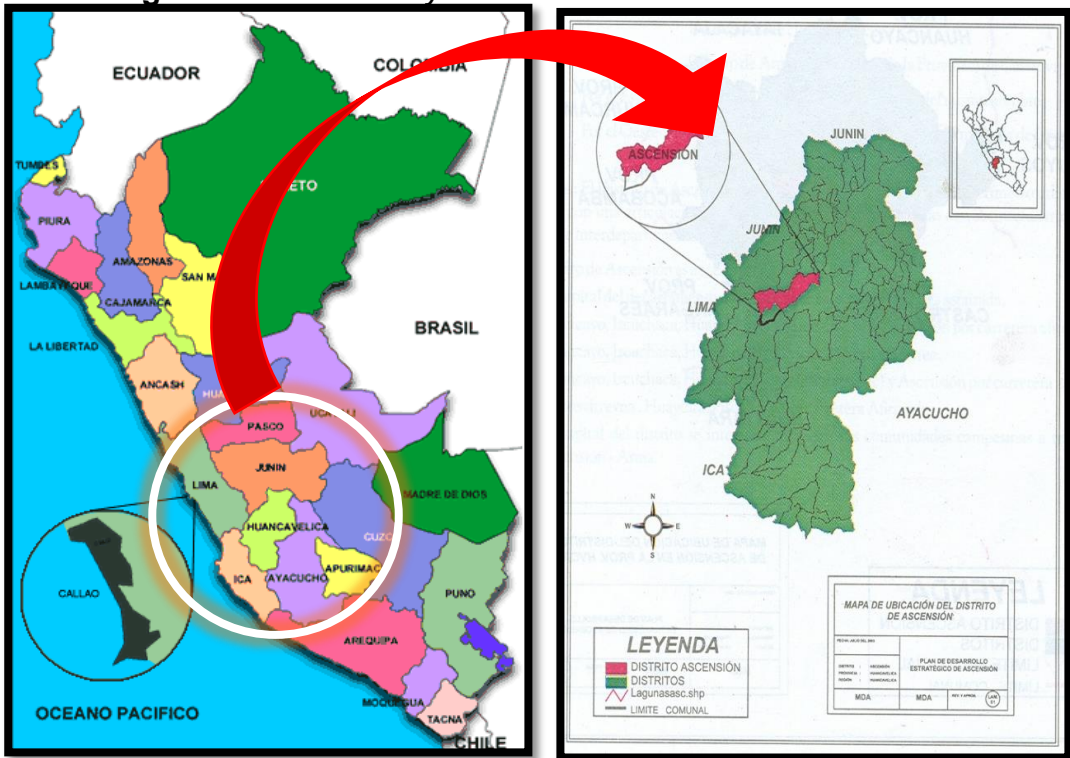
- Por el Norte: Distrito de San José de Acobambilla, Nuevo Occoro, Huando y Palea de la Provincia de Huancavelica.
- Por el Sur: Distrito de Arma y Santa Ana, de la provincia de Castrovirreyna.
- Por el Este: Distrito de Huancavelica, provincia del mismo nombre.
- Por el Oeste: Distrito de Chupamarca y Aurahua de la Provincia de Castrovirreyna y el distrito de Huancavelica.

Ubicación geográfica:

Se localiza en las siguientes coordenadas:

- Longitud Oeste : 74° 56' 47"
- Latitud Sur : 12° 36' 10"
- Altitud mínima : 3680 m.s.n.m. (Capital distrital)
- Altitud máxima : 5328 m.s.n.m. (Nevado de Citaq - Yauricocha)

Figura 26: Ubicación y Localización del distrito de Ascensión.



Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015)

b) Accesos al distrito de Ascensión.

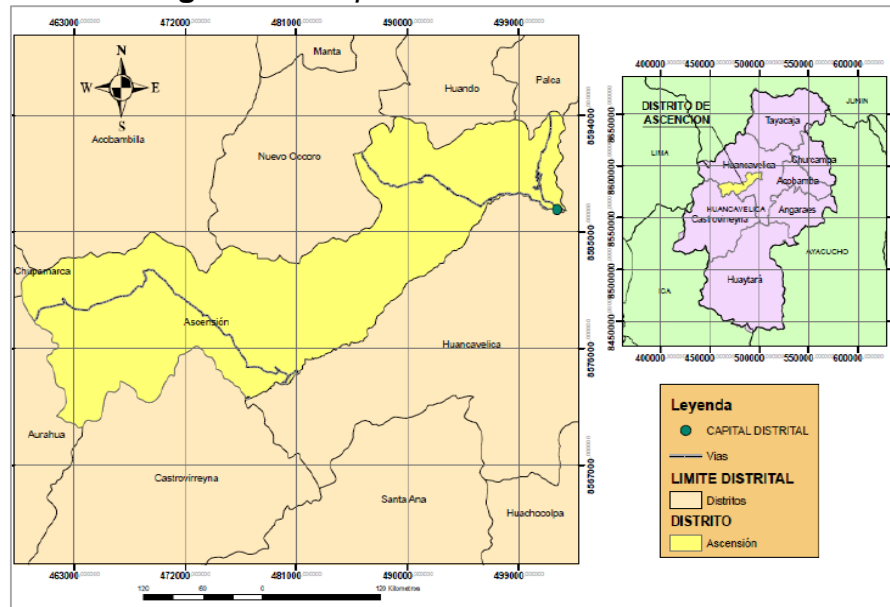
El Distrito de Ascensión por encontrarse ubicado dentro del perímetro urbano provincial, cuenta con una articulación vial interna y también con sistemas de vías interdistritales, interprovincial e interdepartamental.

El Distrito de Ascensión es accesible por las siguientes rutas:

- La capital del Departamento de Huancavelica, a través de la pista asfaltada.
- Huancayo, Izcuchaca, Huando, Palca, Ascensión; por carretera afirmada.
- Huancayo, Izcuchaca Huancavelica; por vía férrea.
- Huancayo, Izcuchaca, Huando, Palca (Ñuñungayocc) y Ascensión por vía afirmada.

La capital del Distrito se intercomunica con sus comunidades campesinas a través de la vía Ascensión – Arma.

Figura 27: Mapa vial del distrito de Ascensión.



Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015)

c) Aspectos ambientales.

El clima del distrito es característico de las zonas altas de la vertiente occidental. Presenta variaciones según la localización geográfica, altitud y topografía del lugar. A continuación, los principales parámetros climáticos:

▪ **Precipitación**

Ascensión presenta un clima frígido, con un promedio de precipitación total anual variable entre 700 y 1 000 mm. Las lluvias con mayor intensidad se producen en los meses de diciembre a marzo, sin embargo, no es rara la existencia de precipitaciones en los meses de junio, julio y agosto.

- **Temperatura**

La temperatura media anual máxima es 16,2 °C y la mínima 2,3 °C. Su temperatura promedio anual es de 10 °C, aproximadamente. En las temporadas frías (mayo – agosto) las temperaturas pueden descender hasta por debajo de los 0°C, lo que ocasiona heladas y vientos fríos.

- **Humedad Relativa**

La humedad relativa en promedio es de 78%, sin embargo, el régimen mensual presenta dos etapas diferentes: 72% durante los meses de junio a septiembre, épocas donde la presencia de lluvias es mínima; mientras que, durante los meses lluviosos comprendidos entre diciembre a marzo, los valores promedios llegan hasta 84%.

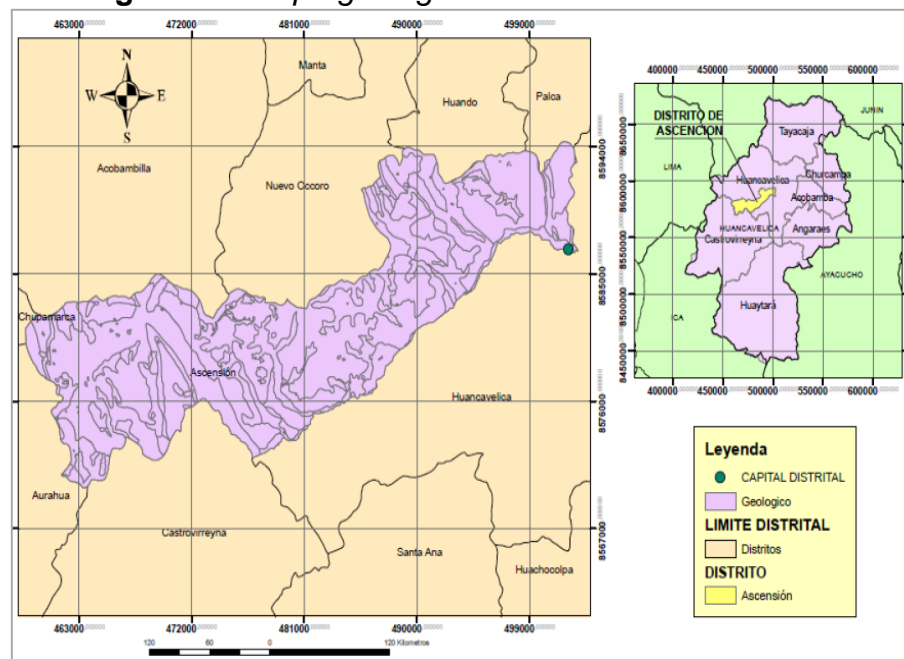
d) Recursos naturales.

El distrito de Ascensión cuenta con una serie de recursos naturales que lo caracterizan, esto de acuerdo al relieve geográfico que mantiene.

▪ Geología

De acuerdo al mapa geológico del distrito de Ascensión está en el cuadrángulo (26-n) y se encuentra dentro de la secuencia sedimentaria del Mesozoico y cenozoico, esta secuencia se encuentra intensamente deformada por la tectónica andina y de acuerdo a la carta geológica nacional, la provincia Huancavelica se encuentra dentro del Neógeno mioceno-volcánico sedimentario (Nm-vs).

Figura 28: Mapa geológico del distrito de Ascensión.

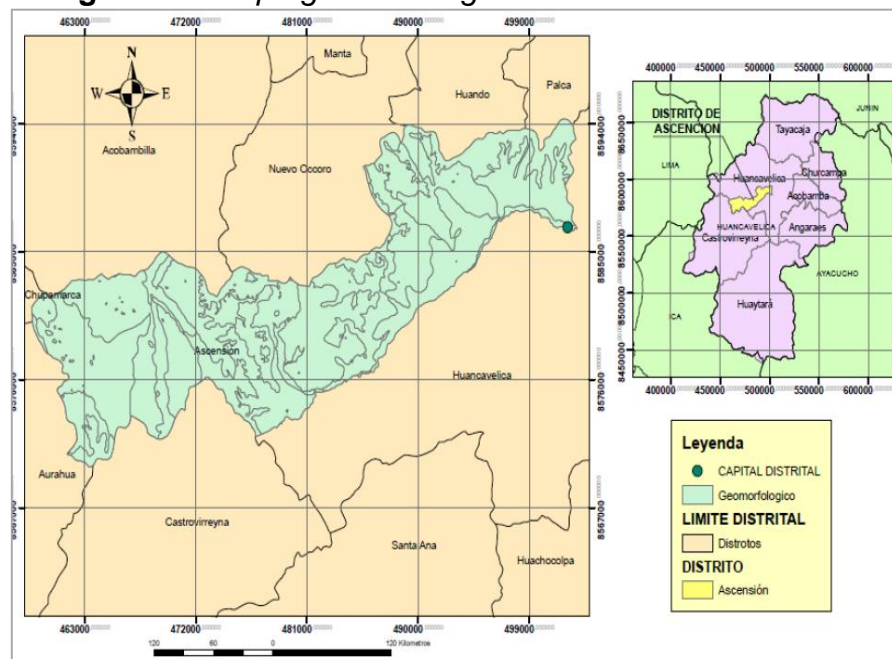


Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015)

▪ Geomorfología

En el distrito de Ascensión, los Andes están formados por dos conjuntos estructurales: la Cordillera Occidental, que es esencialmente meso - cenozoica, cubriendo la mayor parte del departamento y situándose en sus zonas central y occidental, y la Cordillera Oriental, que es principalmente paleozoica, ubicada en la región nororiental del departamento. Ambos conjuntos se hallan divididos por profundas depresiones interandinas por las que discurren el río Mantaro y sus tributarios.

Figura 29: Mapa geomorfológico del distrito de Ascensión



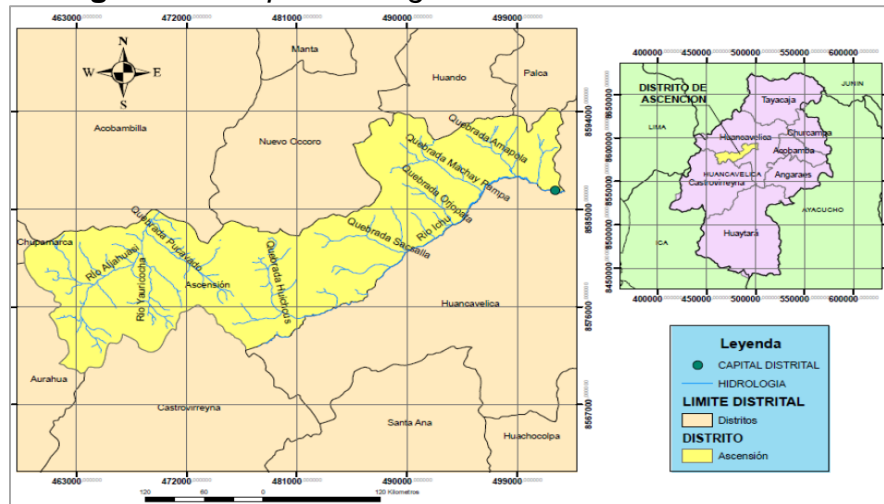
Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015)

▪ **Hidrología**

El distrito de Ascensión está enmarcado en el ámbito hidrográfico de la vertiente del Océano Atlántico, representada por la Sub Cuenca del río Ichu y cuenca del río Mantaro.

Sub cuenca del Río Ichu: Tiene como principal al río Ichu, Tiene sus inicios en los ríos Astobamba y Cachimayo. En su recorrido por el distrito de Ascensión, Huancavelica, Ascensión, Yauli, Acoria, terminando su paso en el distrito de Mariscal Cáceres, donde se articula al Río Mantaro. Entre los principales ríos del distrito de Ascensión están el río Aljahuasi y el río Yauricocha. Asimismo, se cuenta con microcuencas que nacen de las quebradas Pucavado, Sascalla, Machay Pampa, Huichcus, Orjopata y Amapola.

Figura 30: Mapa hidrológico del distrito de Ascensión



Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015)

▪ **Recursos naturales.**

A lo largo del distrito de Ascensión se distribuyen una gran cantidad de bofedales que se forman en zonas denominadas mesetas andinas ubicadas sobre los 3800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas. Los bofedales son aprovechados por la población para la ganadería, toda vez que los pequeños afluentes permiten que los pastos afloren y sirvan de alimentación para el ganado.

Además, el distrito de Ascensión cuenta con pequeñas reservas hídricas dado que sus lagunas

no tienen grandes extensiones y las cuales, generalmente, se almacenan durante el periodo de avenida.

▪ **Vegetación.**

El distrito de Ascensión presenta una escasa vegetación. La vegetación escasa se debe a que las zonas del distrito son abiertas o dispersas sobre grandes afloramientos rocosos compuesto por pajonal reducido y con plantas pulviniformes (almohadillado), sin arbusto, a medida que se asciende a una mayor altura la vegetación se enrarece y hasta desaparece.

e) Población.

Según la proyección de la población al 2016 del INEI, el distrito de Ascensión cuenta con 12 440 habitantes, mientras que la provincia de Huancavelica cuenta con 160 028 habitantes y la región de Huancavelica cuenta con una población de 498 556 habitantes. Además, de acuerdo al INEI, la población del distrito de Ascensión viene creciendo a una tasa anual del 2,8%.

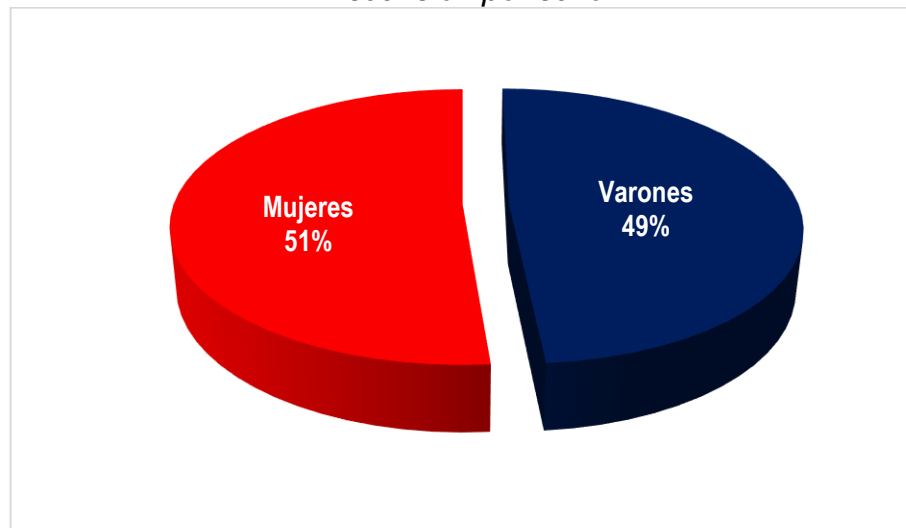
Tabla 5: Población estimada del distrito de Ascensión y tasa de crecimiento

		Censo		Estimación	Tasa de crecimiento anual
		1993	2007	2016	
Región	Huancavelica	385 162	477 102	498 556	1,5%
Provincia	Huancavelica	107 055	142 723	160 028	2,1%
Distrito	ASCENSIÓN	-	9 735	12 440	2,8%

Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015)- INEI

Asimismo, el distrito de Ascensión tiene una participación del 8% del total de la población de la provincia de Huancavelica, ocupando el cuarto lugar entre los distritos más poblados frente al resto.

Figura 31: Distribución de la población del distrito de Ascensión por sexo

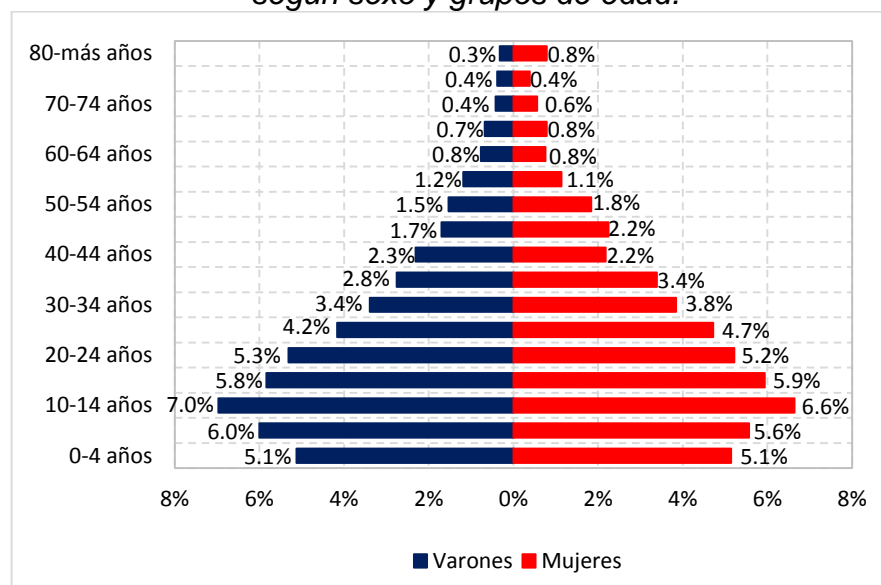


Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015) - INEI

Por otro lado, en el distrito de Ascensión 5 de cada 10 habitantes son mujeres mientras que la diferencia son varones, manteniéndose una relación de 1 a 1. Asimismo, se verifica que la relación respecto a la distribución de mujeres y varones en el

distrito de Ascensión se mantiene en los diferentes grupos de edad quinquenales.

Figura 32: Pirámide poblacional del distrito de Ascensión según sexo y grupos de edad.

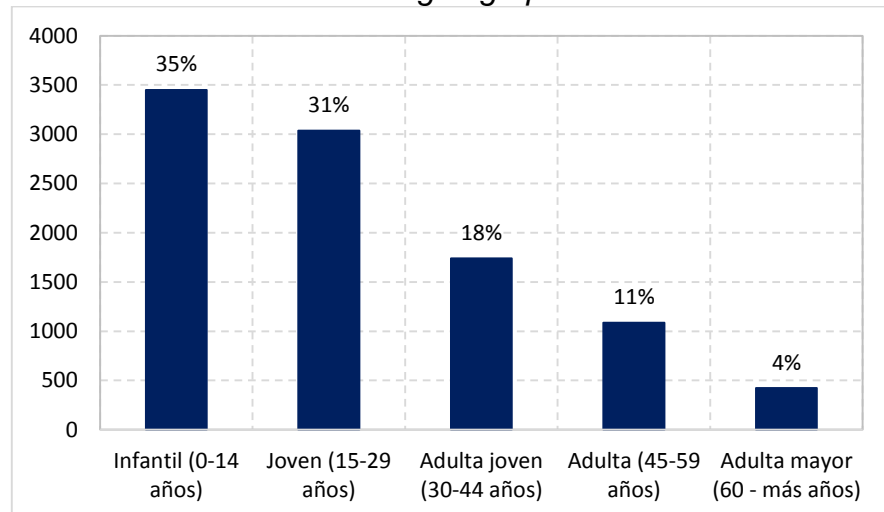


Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015) - INEI

A partir de la pirámide poblacional se obtiene la distribución de la población por grandes grupos o grupos etarios se ha encontrado que la mayor población del distrito de Ascensión se encuentra entre los 0 -14 años (infantes) representando el 35% del total de la población seguida por el grupo de jóvenes (de 15 -29 años) que representan el 31%. Esto indica que la mayoría de la población es relativamente joven dado que 7 de cada 10 habitantes, aproximadamente, se encuentran en el rango de edad de 0 a 29 años. Con porcentaje menor se ubican la población adulta joven (de 30 – 44 años) que representa el 18% y la población adulta (de 45 – 49 años), el 11%. Finalmente, la

población adulta mayor (de 60 años a más) queda rezagada con 4% del total de la población del distrito de Ascensión.

Figura 33: *Distribución de la población del distrito de Ascensión según grupo etario*



Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015) - INEI

f) Vivienda y acceso a servicios.

En el distrito de Ascensión se han encontrado 2 841 viviendas, de los cuales el 89% se ubica en el área urbana mientras que el 11% se localizan en el área rural. Además, el 74% de las viviendas corresponden a casa independientes, el 16% a viviendas en casa de vecindad, el 9% corresponde a chozas o cabaña (ubicados principalmente en la zona rural), el 1% pertenece a viviendas en quinta y la diferencia se distribuye entre departamentos en edificio, viviendas improvisadas y otro tipo de viviendas.

Asimismo, del total de casas independientes el 97% se encuentran en la zona urbana mientras que las diferencias se ubican en la zona rural. Asimismo, se ha evidenciado que en la zona rural solo es posible encontrar casas independientes, chozas o cabañas y viviendas de otro tipo.

Tabla 6: Distribución de las viviendas según tipo de vivienda y área.

TIPO DE VIVIENDA	ÁREA			
	URBANO	RURAL	TOTAL	%
Casa independiente	2033	68	2101	74%
Departamento en edificio	5	-	5	0%
Vivienda en quinta	29	-	29	1%
Vivienda en casa de vecindad	444	-	444	16%
Choza o cabaña	-	253	253	9%
Vivienda improvisada	5	-	5	0%
Local no destinado para hab. Humana	2	-	2	0%
Otro tipo	1	1	2	0%
TOTAL	2 519	322	2 841	100%

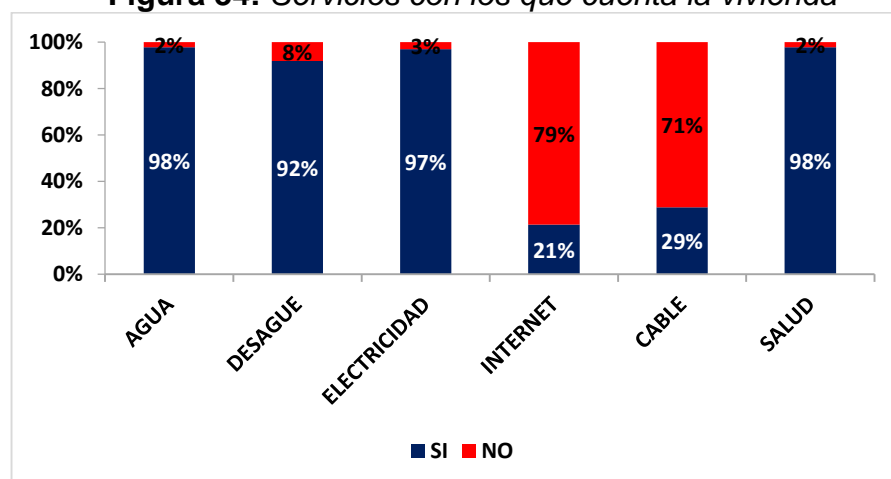
Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015) - INEI

Por otra parte, respecto al régimen de tenencia de las viviendas particulares se ha encontrado que el 51% son propias totalmente pagadas, mientras que el 23% indica que son alquiladas, un 16% son viviendas cedidas por trabajo u otra institución, el 4% señala que la vivienda es propia, pero se está pagando a plazos y la diferencia se distribuye entre propias por invasión y otra forma de régimen.

Además del total de viviendas particulares el 91% se ubican en el área urbana mientras que el 9% se encuentran en el área rural. Asimismo, en el área rural predominan las viviendas particulares que son cedidas por trabajo o alguna otra institución seguidos por las viviendas propias totalmente pagadas.

Respecto al acceso a los servicios se ha encuestado a la población para determinar los servicios con los que cuenta, el tipo de conexión y la calidad de servicio (medido por la continuidad del servicio). Para este estudio se calculó una muestra de 147 personas que fueron encuestadas a lo largo del distrito de Ascensión durante los meses de agosto y setiembre de 2016.

Figura 34: *Servicios con los que cuenta la vivienda*



Fuente: Municipalidad Distrital de Ascensión (2015) - INEI

Según el resultado de las personas encuestadas se tuvo que los servicios con los que cuenta las viviendas del distrito por encima del 90% cuentan con agua, desagüe, electricidad y salud, mostrando que 9 de cada 10 viviendas cuentan con estos servicios, indicando una alta tasa de cobertura. No obstante, respecto al servicio de internet y cable, más del 70% de las viviendas no cuentan con estos servicios, sin embargo, estos servicios corresponden a la preferencia del hogar y disponibilidad a pagar dado que son servicios de paga (servicios privados que no son brindados por el Estado). Por el lado de salud, el 98% indicó que tienen algún tipo de seguro de salud.

g) Actividades económicas.

- **Actividad agrícola**

La actividad agrícola del distrito de Ascensión se desarrolla en la superficie agrícola disponible para siembra. Se ha encontrado que la superficie agrícola del distrito de Ascensión es de 65 hectáreas mientras que la superficie no agrícola es de 53 259 hectáreas, esto debido a que el terreno presenta grandes afloramientos rocosos que dificultan la siembra.

Tabla 7: Superficie agrícola y no agrícola del distrito de Ascensión

DISTRITO	Nº UNIDADES AGROPECUARIAS	SUPERFICIES AGRICOLAS (HA)	SUPERFICIE NO AGRICOLA (HA)	SUPERFICIE TOTAL (HA)
ASCENSIÓN	155	64,31	53 259,17	53 323,48

Fuente: DRA - Huancavelica Oficina de Estadística e Informática

Entre los principales cultivos que se producen en el distrito de Ascensión están la cebada, el olluco, la papa, el haba, la mashua y la oca. De los cultivos que se producen, la papa se encuentra en el primer lugar alcanzando las 377 toneladas durante el 2014.

Tabla 8: Producción agrícola del distrito de Ascensión

AÑO	CULTIVO	SUPERFICIES COSECHADA (HA)	VOLUMEN PRODUCCION (TN)	RENDIMIENTO (KG/HA)
2014	CEBADA	44,00	65,70	1493
	OLLUCO	3,00	16,00	5333
	PAPA	47,00	377,00	8021
	HABA GRANO SECO	4,00	5,69	1423
2013	CEBADA	46,00	68,50	1489
	OLLUCO	6,00	35,00	5833
	PAPA	54,00	490,00	9074
2012	CEBADA	57,00	57,00	1000
	OLLUCO	13,00	65,00	5000
	MASHUA	9,00	35,00	3889
	OCA	12,00	50,00	4167
	PAPA	43,00	345,00	8023

Fuente: DRA – Huancavelica Oficina de Estadística e Informática

- **Actividad pecuaria**

El distrito de Ascensión es uno de los distritos representativos de la provincia de Huancavelica respecto a la producción de alpacas, impulsando por la producción de las comunidades de Cachimayo, Pastales Huando y Yauricocha. Asimismo, también se producen y crían otras especies como son los ovinos y las llamas. Otro camélido que se está pretendiendo recuperar es la vicuña.

Entre los animales menores que se producen están el cuy y las aves como gallinas, patos y pollos.

Tabla 9: Producción pecuaria del distrito de Ascensión

ESPECIE	2011	2012	2013	2014
AVES	1062	1030	1080	1135
VACUNO	1625	1570	1545	1520
OVINO	36615	32805	31115	29555
PORCINO	390	364	355	348
CAPRINO	17	18	19	20
ALPACA	36220	38035	36890	35780
LLAMA	11995	12595	12220	11855
CUY	4770	5250	5515	5790
EQUINO	262	285	276	270
VICUÑA	532	555	538	522

Fuente: DRA – Huancavelica Oficina de Estadística e Informática

- **Actividad piscícola**

En la actualidad se encuentra en operación la producción de truchas mediante jaulas flotantes en las lagunas de Minoccocha (Maylocchocha) y Tansereccochoa en la comunidad campesina de Pastales Huando.

- **Actividad minera**

En el distrito de Ascensión se cuenta con varios recursos mineros metálicos y no metálicos, como: plata, oro, cobre, plomo, mercurio, zinc, antimonio, carbón de piedra, guedra, cal, ripio, materiales de construcción y otros. Los lugares de Aceroccocha, Tintipata y Ccelloccasa, pertenecientes a la comunidad de Totoral Chico, existen yacimientos de plata, oro y cobre.

No obstante, hasta la fecha no se ha registrado explotación alguna de los yacimientos mencionados, sin embargo, en 1997 la compañía minera Milpo ejecutó las actividades de exploración inicial en Pukaqaqa norte, pero durante los 13 años siguientes no logró encontrar la dimensión del yacimiento. En el 2008 se otorgó la adquisición de Pukaqaqa sur a la compañía de Minas

Buenaventura SA, pero detuvieron sus actividades debido a la crisis de los minerales. En el 2011 se reanudaron las actividades de exploración, pero se detuvieron nuevamente a inicios del 2013 sin fecha de reanudación de actividades.

- **Actividad turística**

El distrito de Ascensión cuenta con diversidad turística que puede ser aprovechado potencialmente toda vez que posee restos arqueológicos, además de construcciones coloniales y paisaje naturales como lagunas, ríos, cataratas, baños de aguas termales, nevados, flora y fauna nativas en abundancia. Esta actividad debería vincularse con el distrito de Huancavelica dado que comparten las mismas costumbres, fiestas y tradiciones. Asimismo, en el distrito se cuenta con una diversidad de platos típicos como son el puchero, pachamanca, mondongo, patachi, picante de cuy, cordero y alpaca al palo.

- **Actividad artesanal**

En el distrito se practica la artesanía textil a partir de la fibra de alpaca, ovina, vicuña y llama realizando

confecciones de frazadas, mantas, chompas, medias, pantalones, fustanes, chalinas, gorras, guantes, y otros evidenciando el potencial humano para desarrollar esta actividad.

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS Y FIGURAS.

Figura 35: Posición de la antena receptora



DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA

PROVINCIA : HUANCAVELICA

DISTRITO : ASCENSIÓN

LATITUD : 12°46"49.34" S

LONGITUD : 74°59"7.82" O

ALTURA : 3733 m.s.n.m.

4.2.1. Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el jardín de niños N° 269 (aldea infantil – NODO N° 1).

Figura 36: *Nodo de salida ubicada en el jardín de niños N° 269 (aldea infantil – NODO N° 1).*

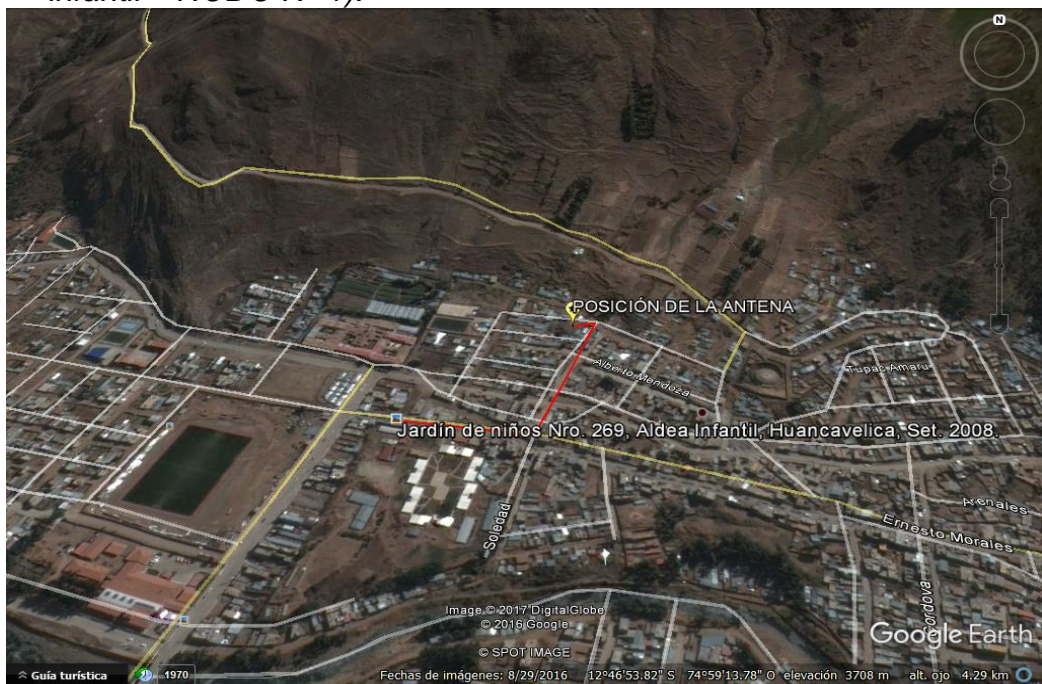
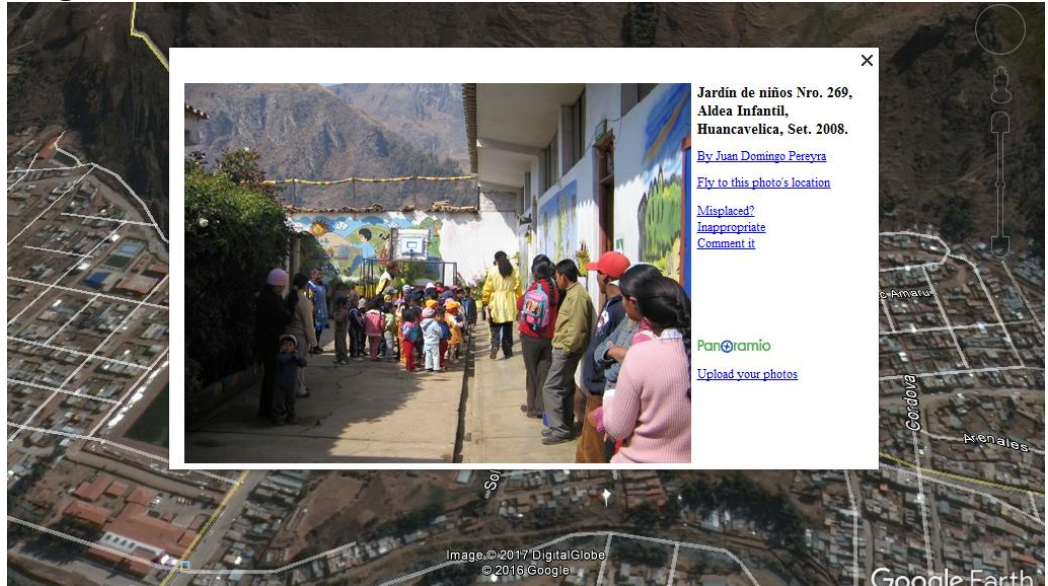


Figura 37: Jardín de Niños N° 269, Aldea Infantil, Huancavelica.



Fuente: Toma y ubicación satelital (Google EARTH)

Tabla 10: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida (NODO 1 - aldea infantil).

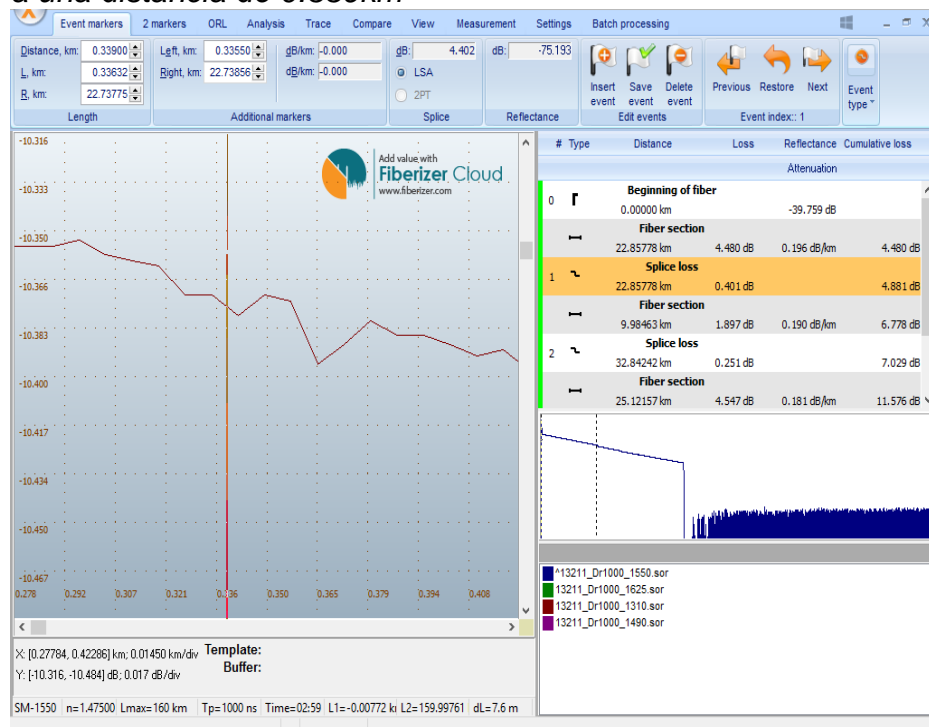
HORA	FECHA	DISTANCIA NODO - SALIDA (m)	MEDICIÓN DE FACTORES GEOGRÁFICOS					MEDICION DE FACTORES METEOROLOGICOS				
			ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD		LONGITUD	RELIEVE	PENDIENTE (m/m)	TEMPERATUR A (°C)	PRESION (hPa)	HUMEDAD (%)	PRECIPITACION (mm)
				SUR	NORTE							
07:00 a.m.	15/05/2017	339.68	3708	12°46"53.77"	74°59"13.85"	llano	0.07	6	1024	92	6	
09:00 a.m.	16/05/2017	339.68	3708	12°46"53.77"	74°59"13.85"	llano	0.07	12	1025	90	4	
11:00 a.m.	17/05/2017	339.68	3708	12°46"53.77"	74°59"13.85"	llano	0.07	14	1024	94	0	
01:00 p.m.	18/05/2017	339.68	3708	12°46"53.77"	74°59"13.85"	llano	0.07	17	1024	92	4	
03:00 p.m.	19/05/2017	339.68	3708	12°46"53.77"	74°59"13.85"	llano	0.07	13	1025	90	0	

Fuente: Ficha de registro de datos geográficos y meteorológicos.

a) **Pruebas ópticas con OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico) – datos tomados el día 15 al 19 de mayo del 2017.**

✓ **Refracción.**

Figura 38: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km



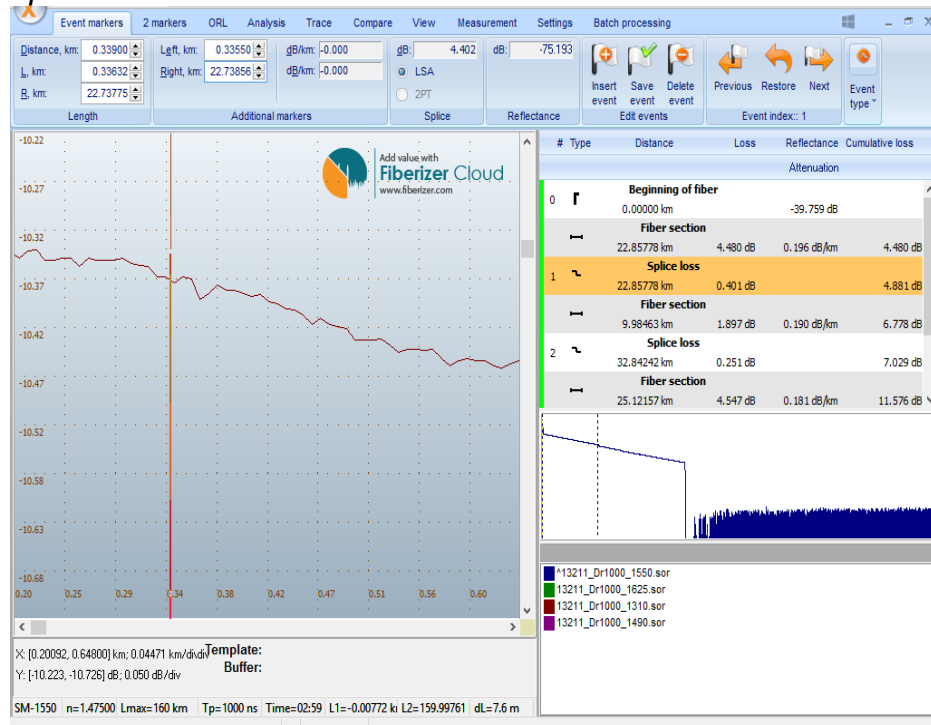
Fuente: OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico)

De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por refracción es 0.00 db/km, para una distancia de 0.339. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por refracción máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación el resultado

obtenido, podemos afirmar que la pérdida por refracción en 0.339 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica

✓ **Atenuación.**

Figura 39: Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km



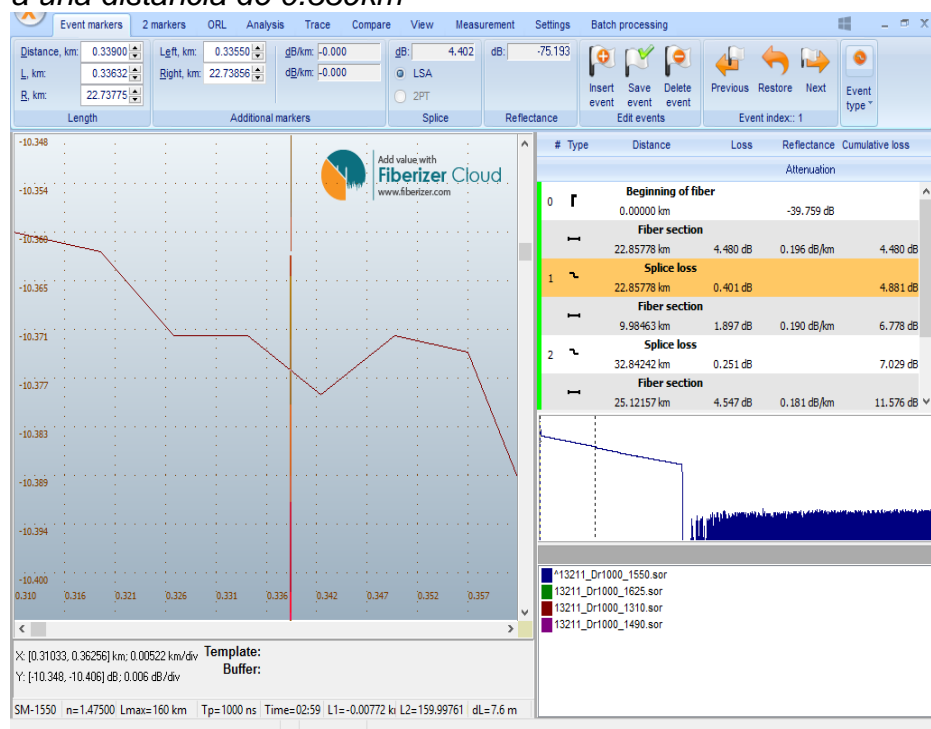
Fuente: OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico)

De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por atenuación es 0.00 db/km, para una distancia de 0.339. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e

hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por atenuación máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por atenuación en 0.339 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Dispersión.**

Figura 40: *Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km*



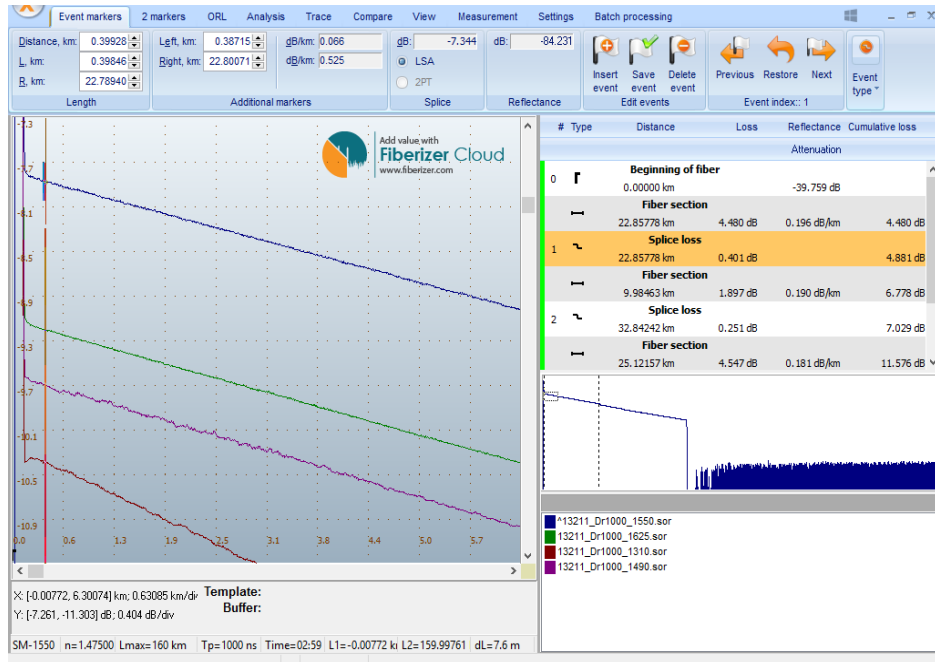
Fuente: OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico)

De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por dispersión es 65 nm, para una distancia de 0.339. Respecto a este

resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por dispersión máxima a 1460 nm es de 90 nm, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por dispersión en 0.339 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Diafonía.**

Figura 41: *Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km*



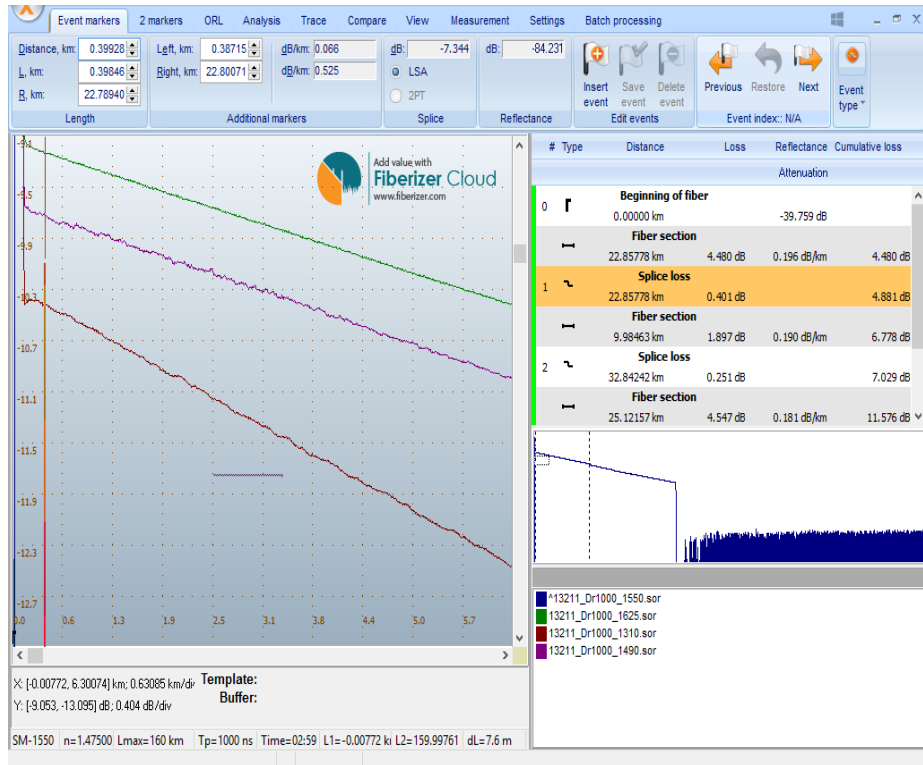
Fuente: OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico)

El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 0.339 km se puede observar que la pérdida por diafonía es insignificante, debido a que no existe perturbación con otras señales de radio, por lo que no existe pérdida por diafonía.

Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Ruido**

Figura 42: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.339km



Fuente: OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico)

El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 0.339 km se puede observar que la pérdida por ruido es insignificante, por lo que no existe pérdida por ruido. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

4.2.2. Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (NODO N°2).

Figura 43: *Nodo de salida ubicada en el Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (NODO N° 2).*

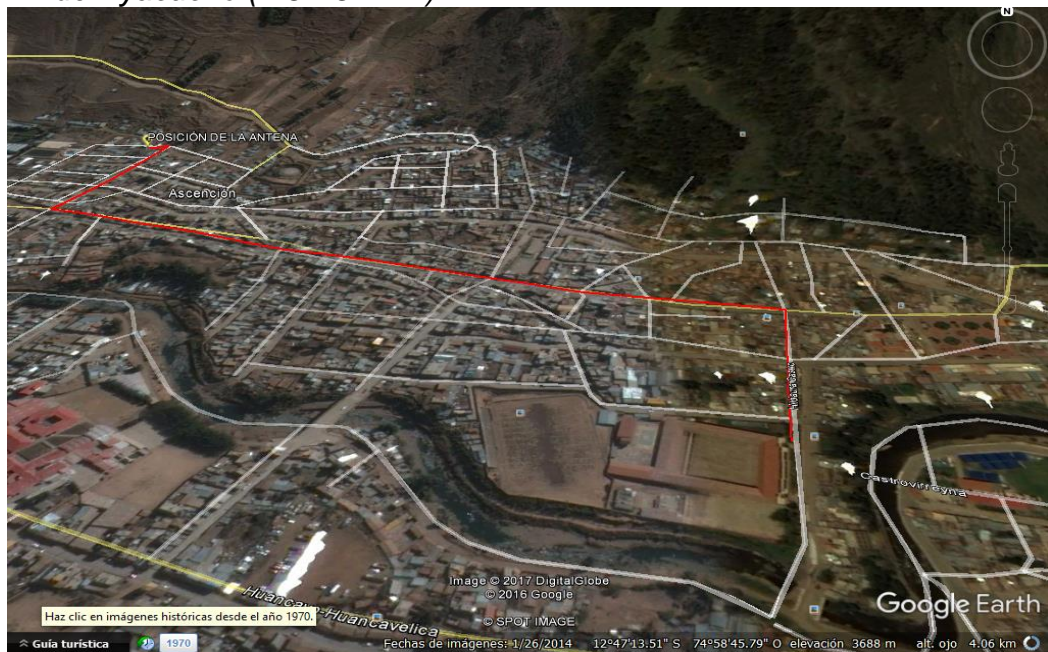


Figura 44: *Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho, Ascension*



Fuente: Google Earth Vista Satelital

Tabla 11: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Colegio Nacional la Victoria de Ayacucho (NODO N° 2)

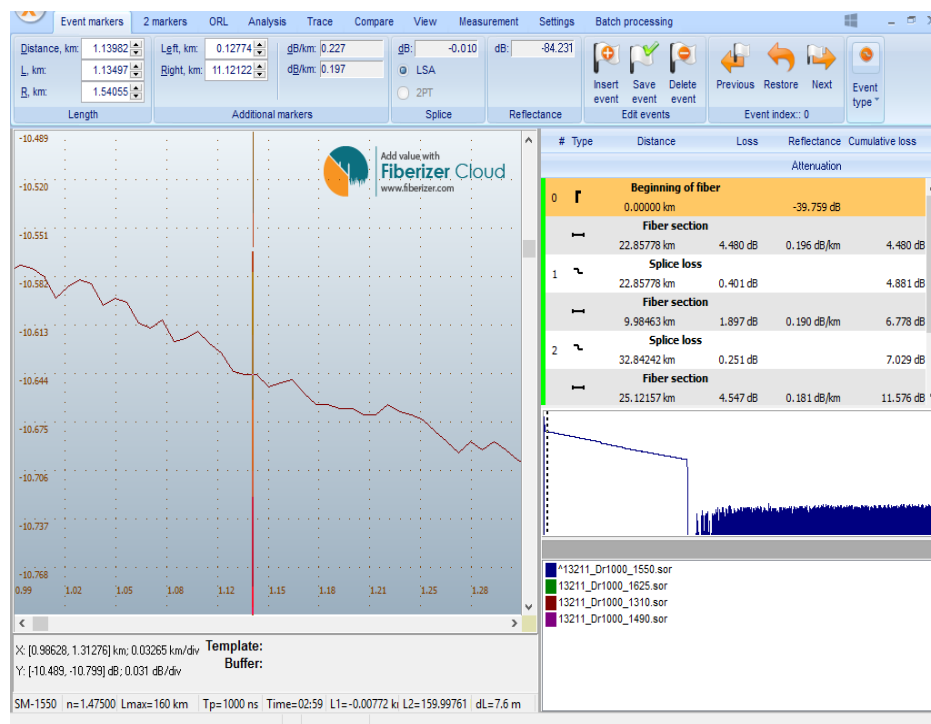
HORA	FECHA	DISTANCIA NODO - SALIDA (m)	MEDICION DE FACTORES GEOGRAFICOS					MEDICION DE FACTORES METEOROLOGICOS			
			ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD		RELIEVE	PENDIENTE (m/m)	TEMPERATURA (°C)	PRESION (hPa)	HUMEDAD (%)	PRECIPITACION (mm)
				SUR	NORTE						
07:30 a.m.	15/05/2017	1139	3687	12°47'07.57"	74°58'47.22"	llano	0.04	9	1024	92	6
09:30 a.m.	16/05/2017	1139	3687	12°47'07.57"	74°58'47.22"	llano	0.04	15	1025	91	4
11:30 a.m.	17/05/2017	1139	3687	12°47'07.57"	74°58'47.22"	llano	0.04	17	1024	94	0
01:30 p.m.	18/05/2017	1139	3687	12°47'07.57"	74°58'47.22"	llano	0.04	12	1024	92	4
03:30 p.m.	19/05/2017	1139	3687	12°47'07.57"	74°58'47.22"	llano	0.04	6	1025	89	0

Fuente: Ficha de registro de datos geográficos y meteorológicos

a) **Pruebas ópticas con OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico) – datos tomados el día 15 al 19 de mayo del 2017.**

✓ **Refracción.**

Figura 45: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km

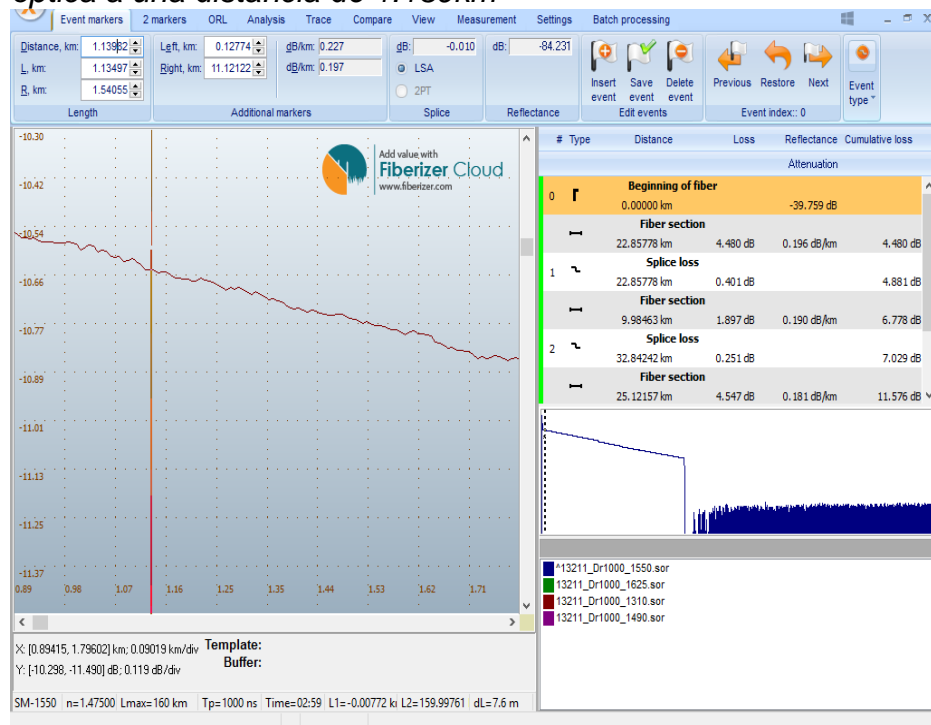


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por refracción es 0.225 db/km, para una distancia de 1.139 km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por refracción máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación

el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por refracción en 1.139 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Atenuación.**

Figura 46: *Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km*

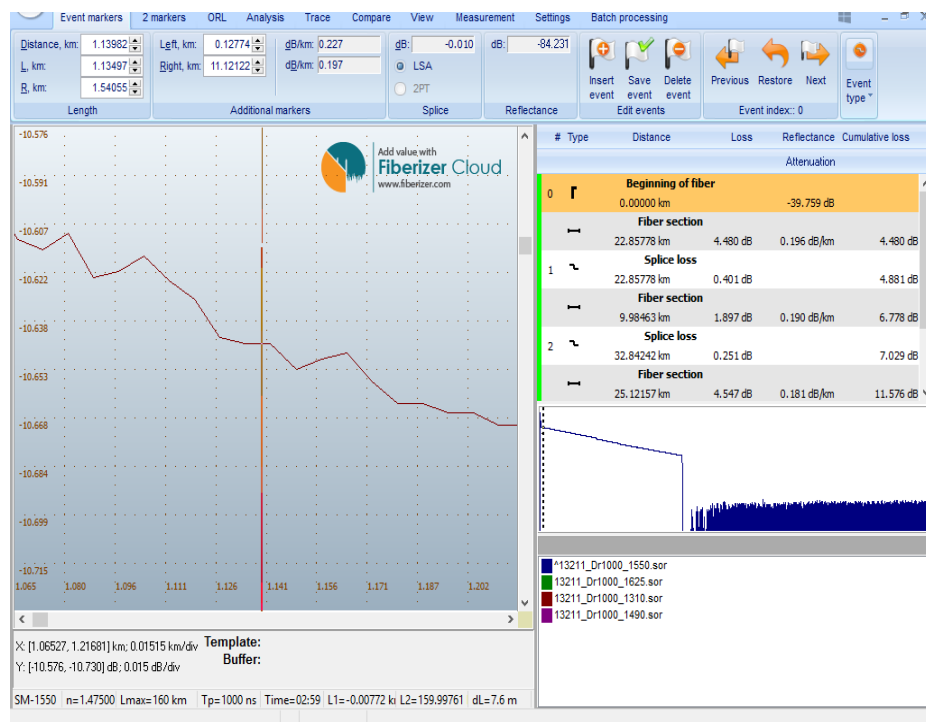


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por atenuación es 0.225 db/km, para una distancia de 1.139 km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de

transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por atenuación máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por atenuación en 1.139 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Dispersión.**

Figura 47: *Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km*

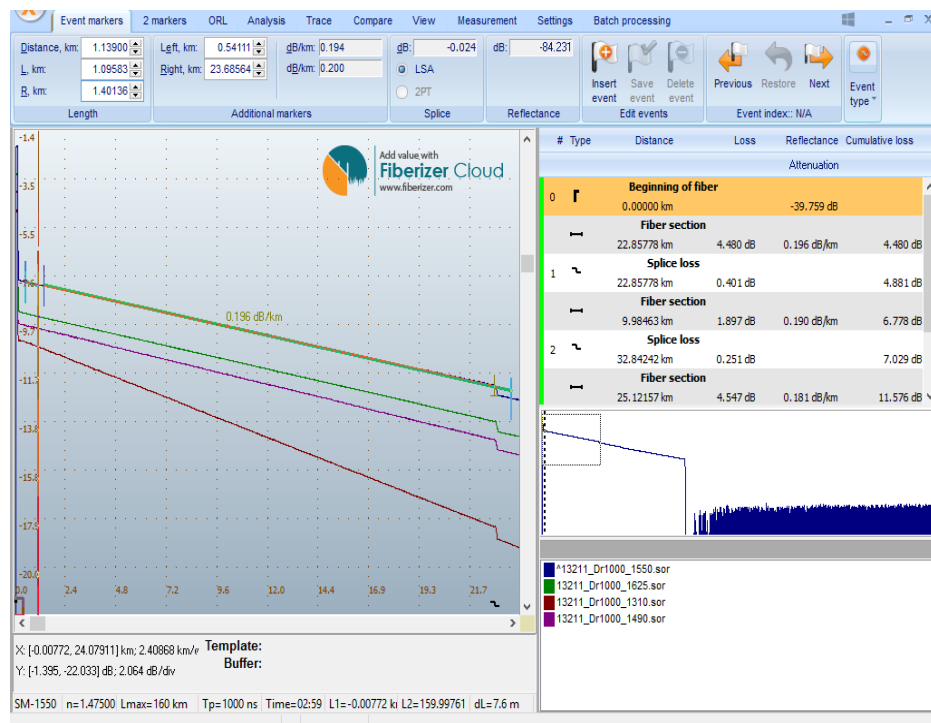


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la perdida por dispersión es 74 nm, para una distancia de 1.139. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas

para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por dispersión máxima a 1460 nm es de 90 nm, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por dispersión en 1.139km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Diafonía.**

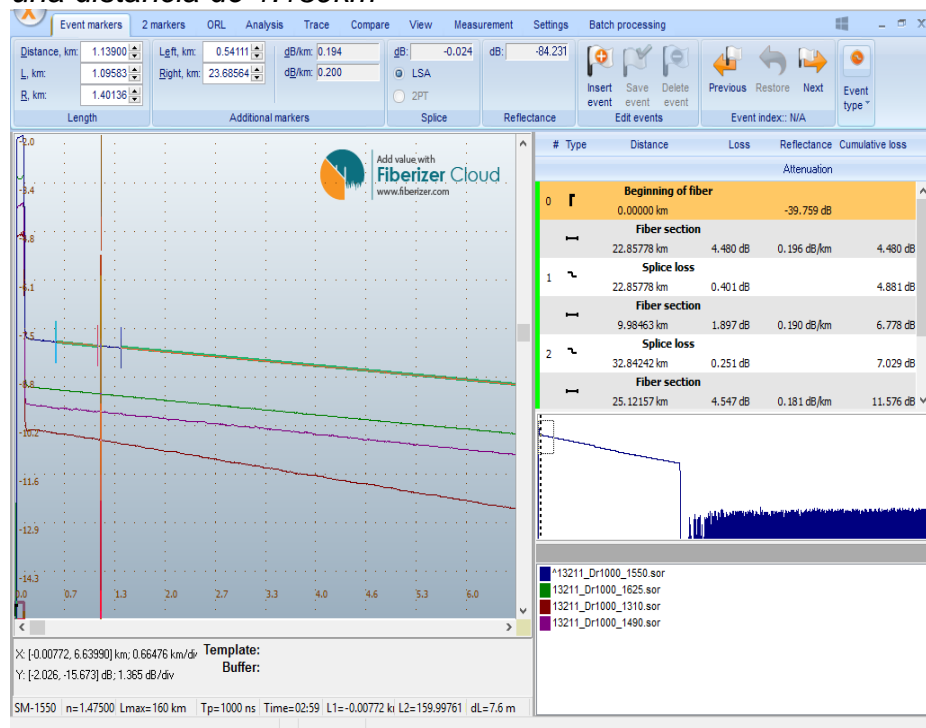
Figura 48: *Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km*



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 0.339 km se puede observar que la pérdida por diafonía es insignificante, debido a que no existe perturbación con otras señales de radio, por lo que no existe pérdida por diafonía. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden e en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Ruido**

Figura 49: *Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.139km*



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 1.139 km se puede observar que la pérdida por ruido

es insignificante, por lo que no existe pérdida por ruido. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

4.2.3. Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Hospital 2 – EsSalud (NODO N° 3).

Figura 50: *Nodo de salida ubicada en el Hospital 2 - EsSalud (NODO N° 3).*



Figura 51: *Hospital 2 - EsSalud, Ascención.*

Tabla 12: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Hospital 2 - EsSalud, Ascensión.

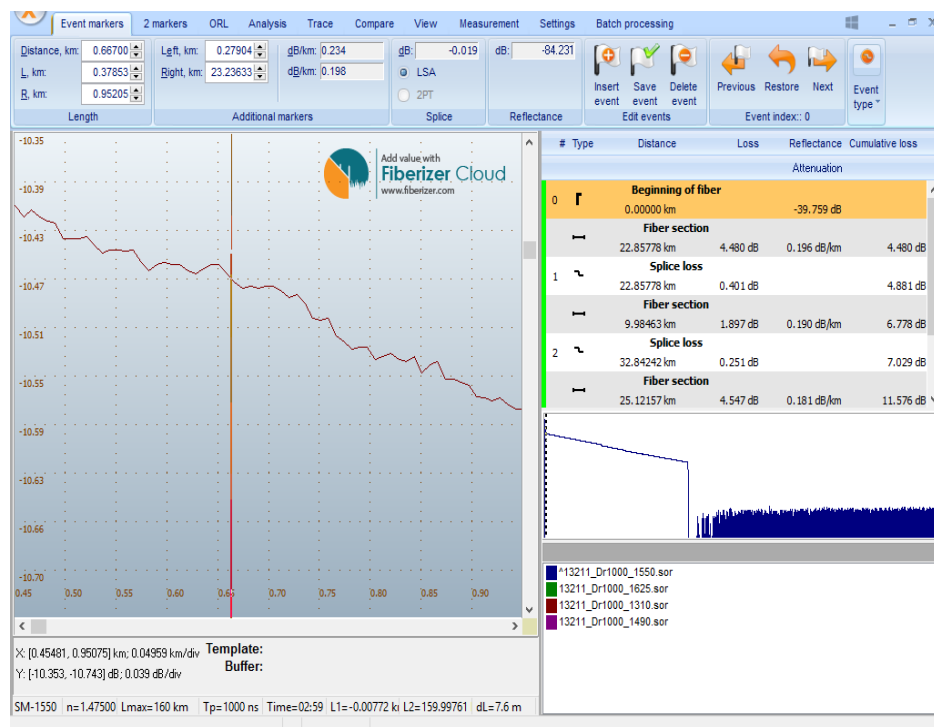
HORA	FECHA	DISTANCIA NODO - SALIDA (m)	MEDICION DE FACTORES GEOGRAFICOS					MEDICION DE FACTORES METEOROLOGICOS				
			ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD		LONGITUD	RELIEVE	PENDIENTE (m/m)	TEMPERATURA (°C)	PRESION (hPa)	HUMEDAD (%)	PRECIPITACION (mm)
				SUR	NORTE							
08:00 a.m.	15/05/2017	667	3696	12°47'01.59"	74°59'18.31"	llano	0.055	9	1024	92	4	
10:00 a.m.	16/05/2017	667	3696	12°47'01.59"	74°59'18.31"	llano	0.055	15	1025	90	4	
12:00 a.m.	17/05/2017	667	3696	12°47'01.59"	74°59'18.31"	llano	0.055	17	1024	91	0	
02:00 p.m.	18/05/2017	667	3696	12°47'01.59"	74°59'18.31"	llano	0.055	12	1024	92	4	
04:00 p.m.	19/05/2017	667	3696	12°47'01.59"	74°59'18.31"	llano	0.055	6	1024	89	0	

Fuente: Ficha de registro de datos geográficos y meteorológicos

a) **Pruebas ópticas con OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico) – datos tomados el día 15 al 19 de mayo del 2017.**

✓ **Refracción.**

Figura 52: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km

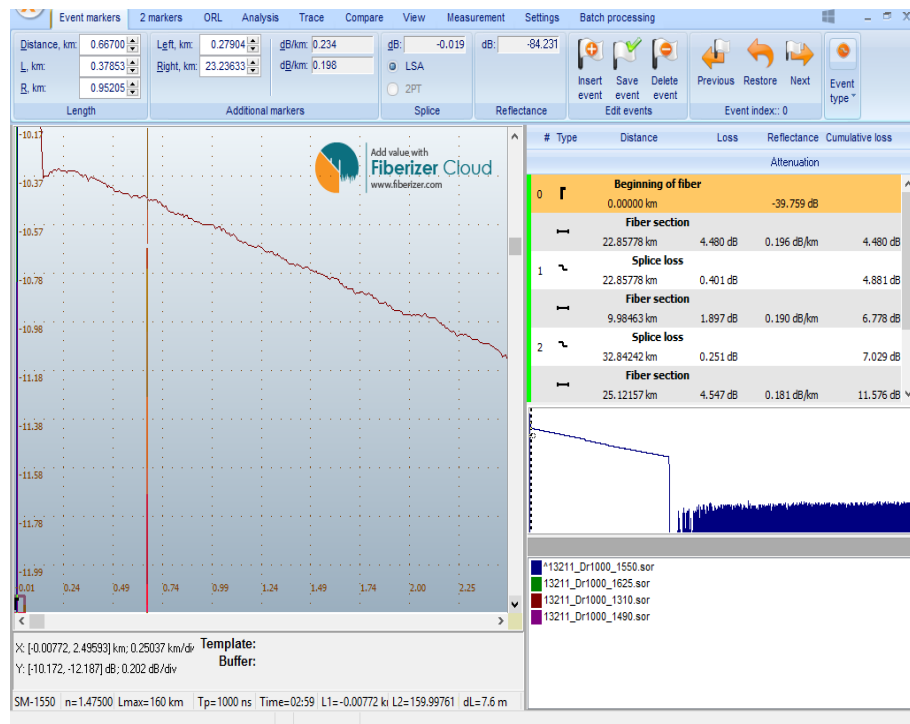


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por refracción es 0.234 db/km, para una distancia de 0.667km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por refracción máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación

el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por refracción en 0.667 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Atenuación.**

Figura 53: *Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km*

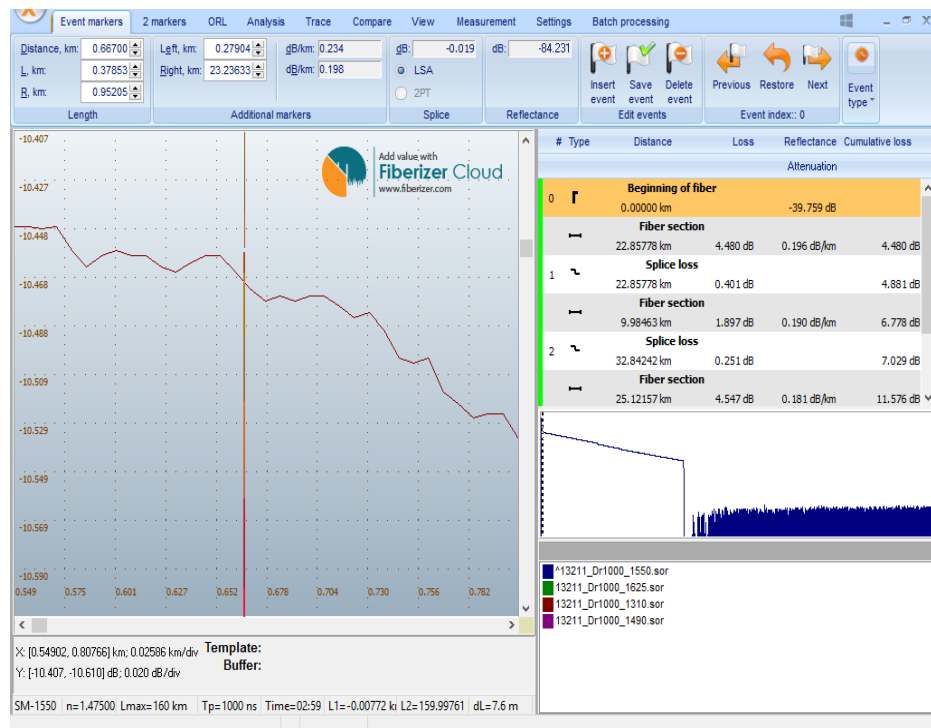


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por atenuación es 0.234 db/km, para una distancia de 0.667km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de

transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por atenuación máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por atenuación en 0.667 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Dispersión.**

Figura 54: *Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km*

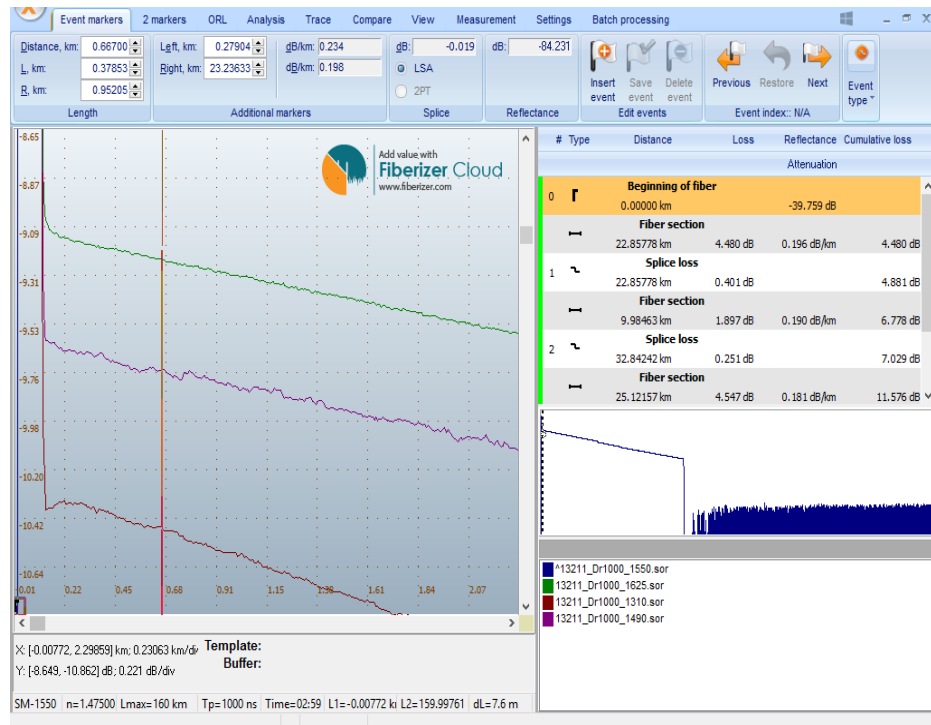


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la perdida por dispersión es 70 nm, para una distancia de 0.667 km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución

Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por dispersión máxima a 1460 nm es de 90 nm, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por dispersión en 0.667 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Diafonía.**

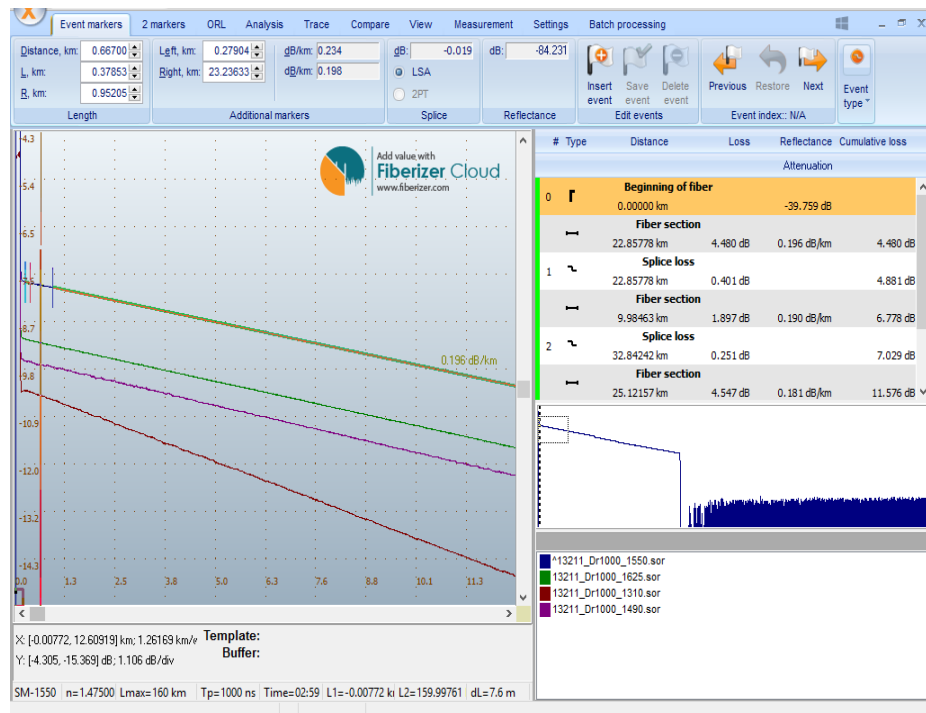
Figura 55: *Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km*



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 0.667 km se puede observar que la pérdida por diafonía es insignificante, debido a que no existe perturbación con otras señales de radio, por lo que no existe pérdida por diafonía. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Ruido**

Figura 56: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.667km



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una

distancia de 0.667 km se puede observar que la pérdida por ruido es insignificante, por lo que no existe pérdida por ruido. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

4.2.4. Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Instituto Educativo América (NODO N°4).

Figura 57: *Nodo de salida ubicada en el Instituto Educativo América (NODO N° 4).*



Figura 58: *Instituto Educativo América, Ascensión.*

Tabla 13: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Instituto Educativo América, Ascensión.

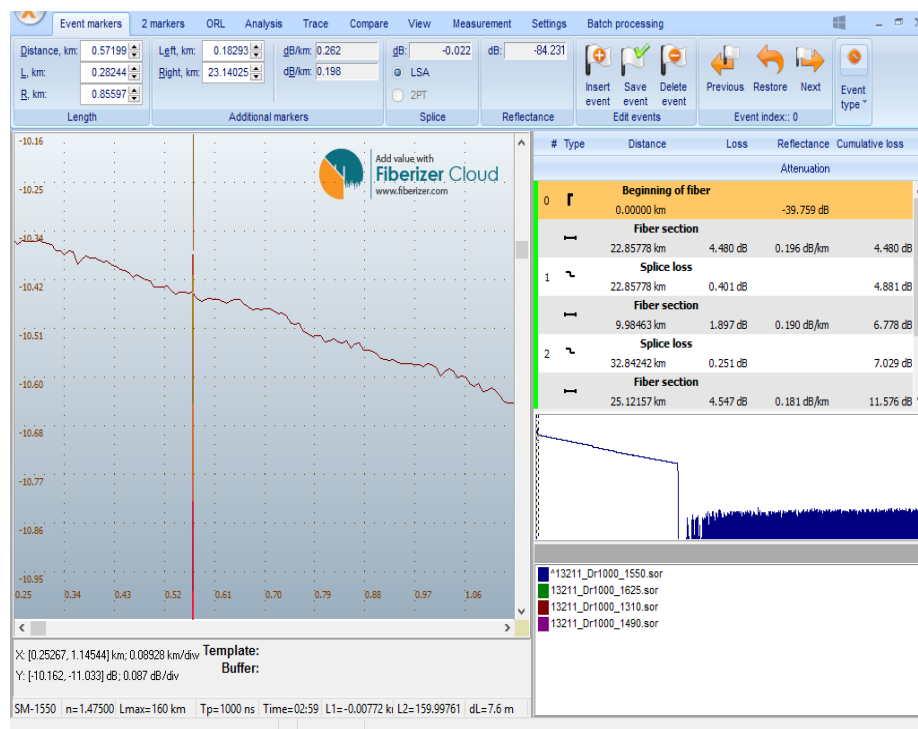
HORA	FECHA	DISTANCIA NODO - SALIDA (m)	MEDICION DE FACTORES GEOGRAFICOS					MEDICION DE FACTORES METEOROLOGICOS			
			ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	RELIEVE	PENDIENTE (m/m)	TEMPERATURA (°C)	PRESION (hPa)	HUMEDAD (%)	PRECIPITACION (mm)
				SUR	NORTE						
08:30 a.m.	15/05/2017	572	3706	12°46'48.58 "	74°59'22.92 "	llano	0.047	9	1024	92	3
10:30 a.m.	16/05/2017	572	3706	12°46'48.58 "	74°59'22.92 "	llano	0.047	15	1023	90	3
12:30 a.m.	17/05/2017	572	3706	12°46'48.58 "	74°59'22.92 "	llano	0.047	17	1024	91	0
02:30 p.m.	18/05/2017	572	3706	12°46'48.58 "	74°59'22.92 "	llano	0.047	11	1021	92	4
04:30 p.m.	19/05/2017	572	3706	12°46'48.58 "	74°59'22.92 "	llano	0.047	5	1021	89	0

Fuente: Ficha de registro de datos geográficos y meteorológicos

a) **Pruebas ópticas con OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico) – datos tomados el día 15 al 19 de mayo del 2017.**

✓ **Refracción.**

Figura 59: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km

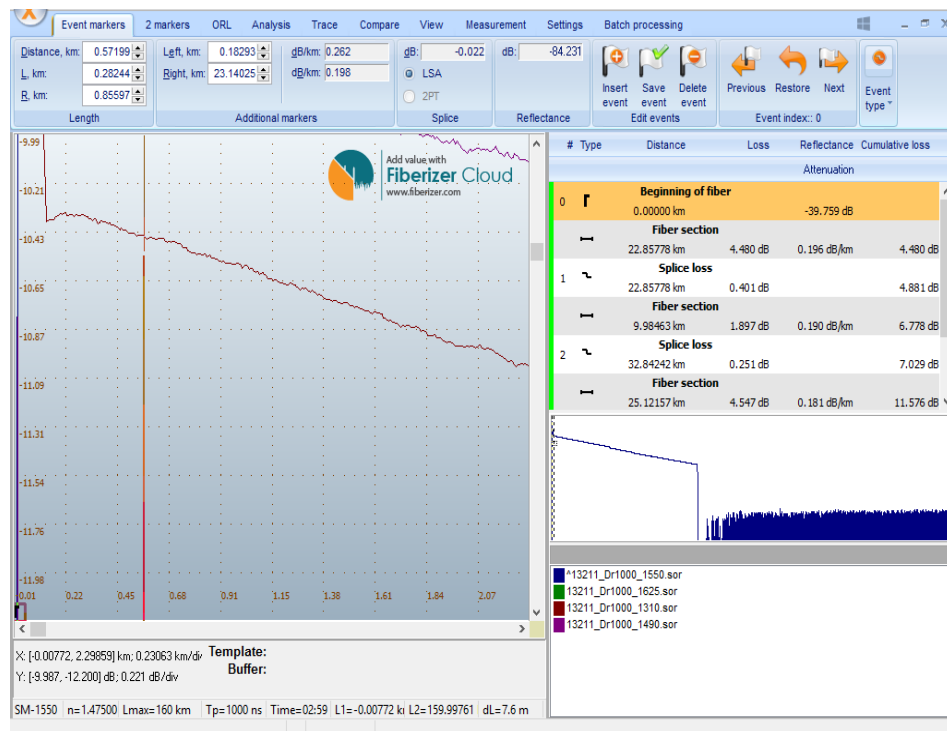


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por refracción es 0.262 db/km, para una distancia de 0.572km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por refracción máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación

el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por refracción en 0.572 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Atenuación.**

Figura 60: *Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km*

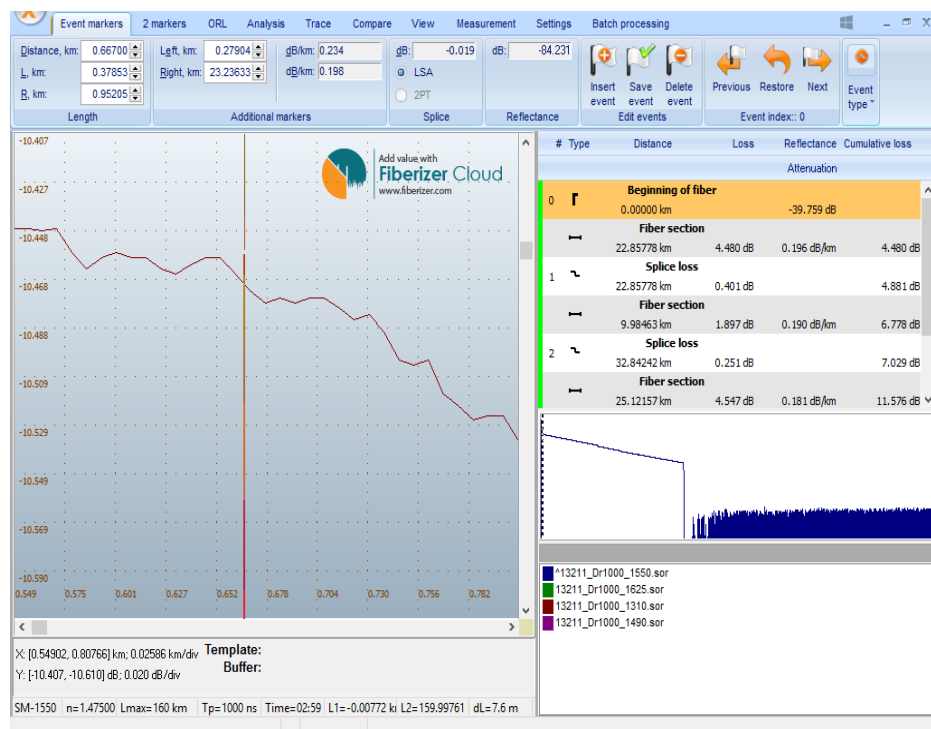


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por atenuación es 0.262 db/km, para una distancia de 0.572km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía

eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por atenuación máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por atenuación en 0.572 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Dispersión.**

Figura 61: *Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km*

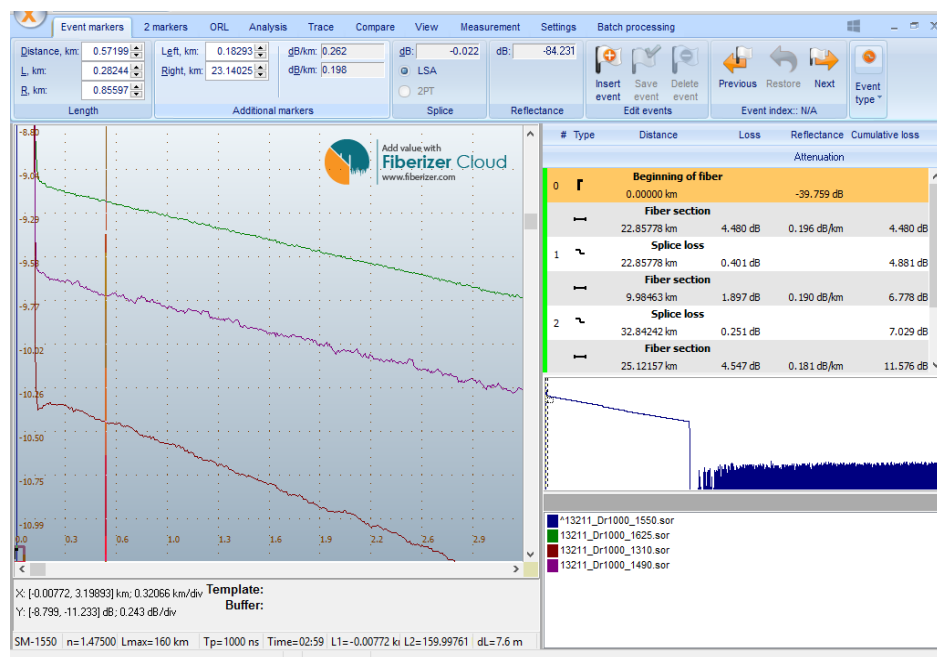


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la perdida por dispersión es 68 nm, para una distancia de 0.572 km. Respecto

a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por dispersión máxima a 1460 nm es de 90 nm, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por dispersión en 0.572 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Diafonía.**

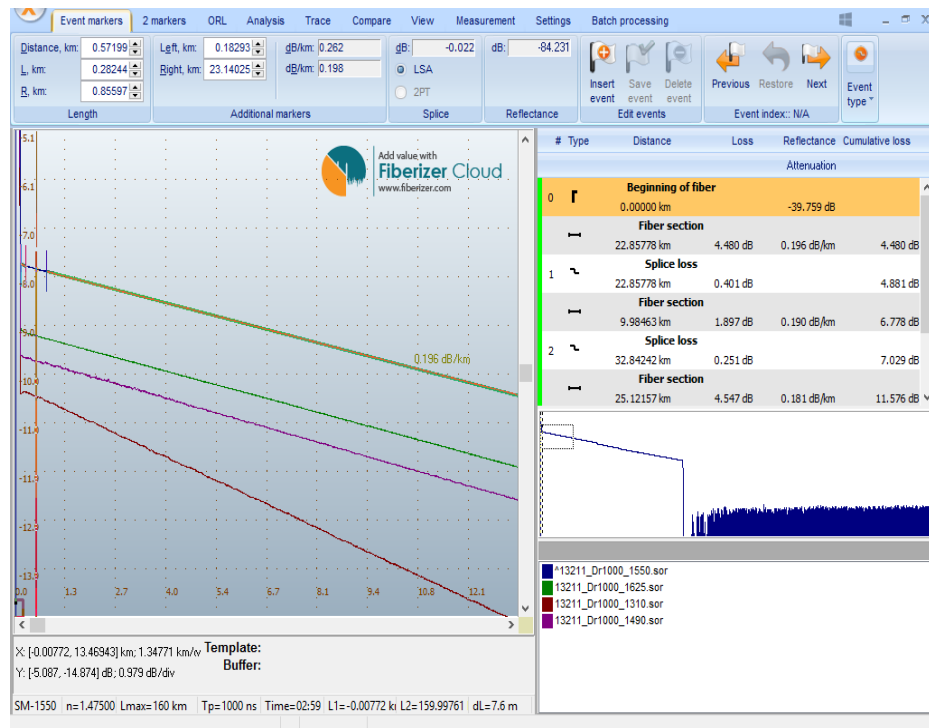
Figura 62: *Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km*



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 0.572 km se puede observar que la pérdida por diafonía es insignificante, debido a que no existe perturbación con otras señales de radio, por lo que no existe pérdida por diafonía. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Ruido**

Figura 63: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 0.572km



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una

distancia de 0.572 km se puede observar que la pérdida por ruido es insignificante, por lo que no existe pérdida por ruido. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

4.2.5. Recolección de datos geográficos y meteorológicos del nodo de salida ubicada en el Instituto Superior Tecnológico Público - Huancavelica (NODO N° 5).

Figura 64: *Nodo de salida ubicada en el Instituto Superior Tecnológico Público - Huancavelica (NODO N° 5).*



Figura 65: *Instituto Superior Tecnológico Público – Huancavelica.*

Tabla 14: Medición de los parámetros geográficos y meteorológicos del canal de salida Instituto Superior Tecnológico Público – Huancavelica.

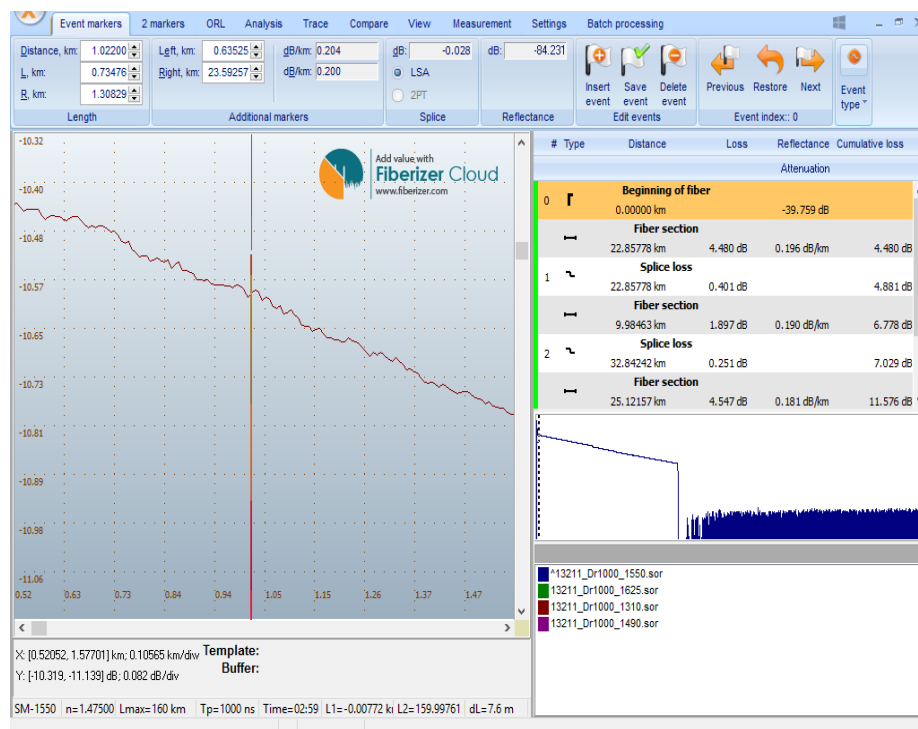
HORA	FECHA	DISTANCI A NODO - SALIDA (m)	MEDICION DE FACTORES GEOGRAFICOS					MEDICION DE FACTORES METEOROLOGICOS			
			ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD	LONGITUD	RELIEV E	PENDIENTE (m/m)	TEMPERATUR A (°C)	PRESIO N (hPa)	HUMEDA D (%)	PRECIPITACIO N (mm)
				SUR	NORTE						
09:00 a.m.	15/05/2017	1022	3700	12°46'42.93"	74°59'53.76"	llano	0.032	9	1024	92	3
11:00 a.m.	16/05/2017	1022	3700	12°46'42.93"	74°59'53.76"	llano	0.032	15	1023	90	3
01:00 p.m.	17/05/2017	1022	3700	12°46'42.93"	74°59'53.76"	llano	0.032	17	1024	91	0
03:00 p.m.	18/05/2017	1022	3700	12°46'42.93"	74°59'53.76"	llano	0.032	10	1021	92	3
05:00 p.m.	19/05/2017	1022	3700	12°46'42.93"	74°59'53.76"	llano	0.032	2	1021	89	0

Fuente: Ficha de registro de datos geográficos y meteorológicos

a) **Pruebas ópticas con OTDR (reflectómetro de dominio de tiempo óptico) – datos tomados el día 15 al 19 de mayo del 2017.**

✓ **Refracción.**

Figura 66: Refracción en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km

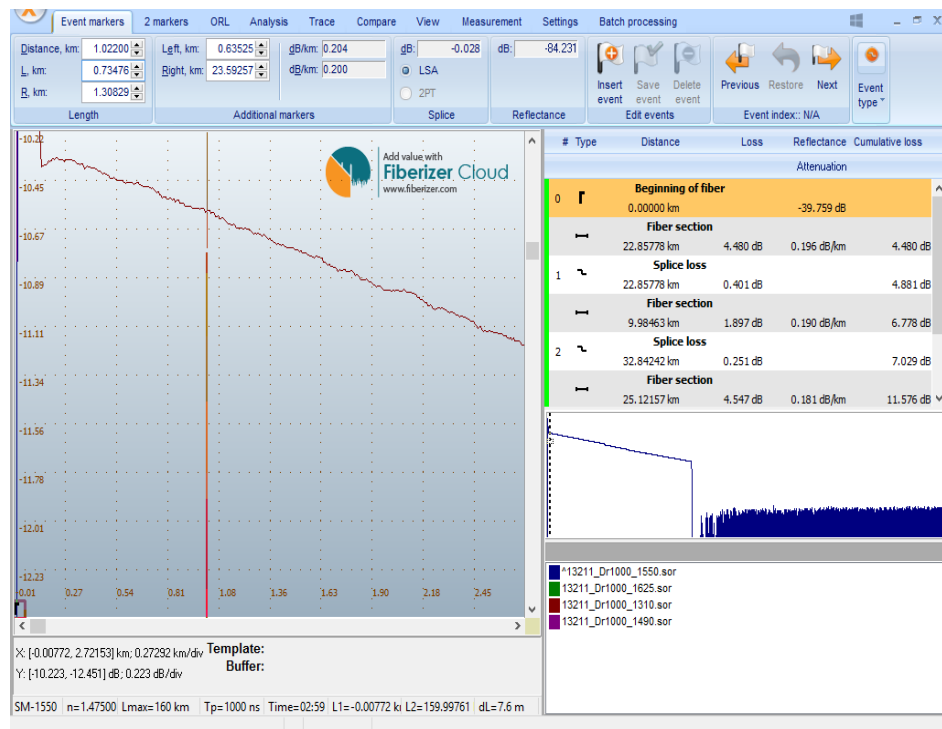


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por refracción es 0.204 db/km, para una distancia de 1.022km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por refracción máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación

el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por refracción en 1.022 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Atenuación.**

Figura 67: *Atenuación en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km*

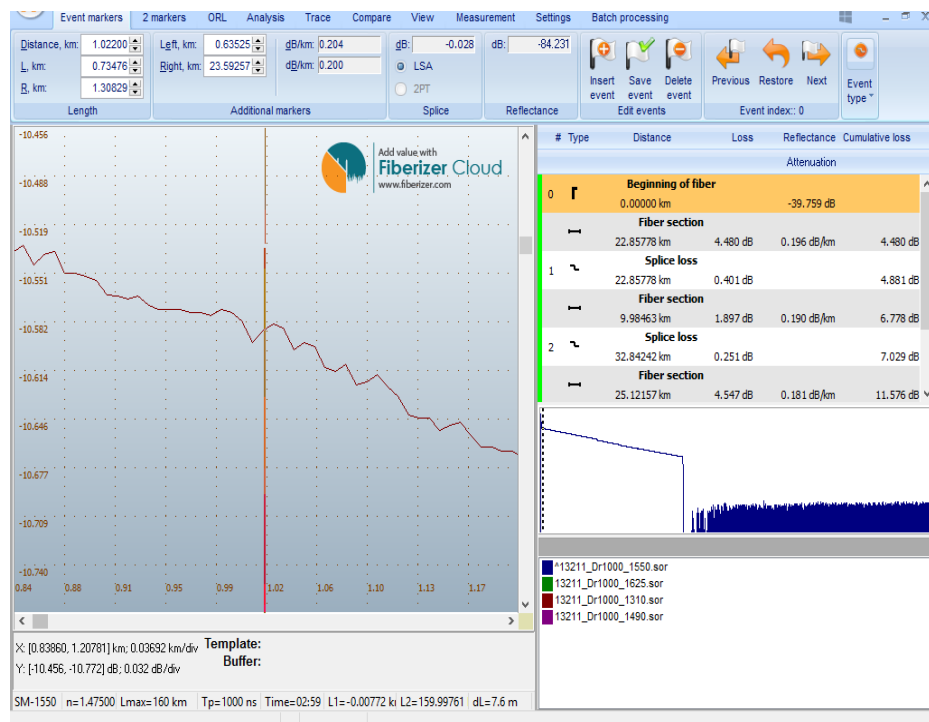


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la pérdida por atenuación es 0.204 db/km, para una distancia de 1.022 km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía

eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por atenuación máxima a 1460 nm es de 0.4 bd/km, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por atenuación en 1.022 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Dispersión.**

Figura 68: *Dispersión en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km*

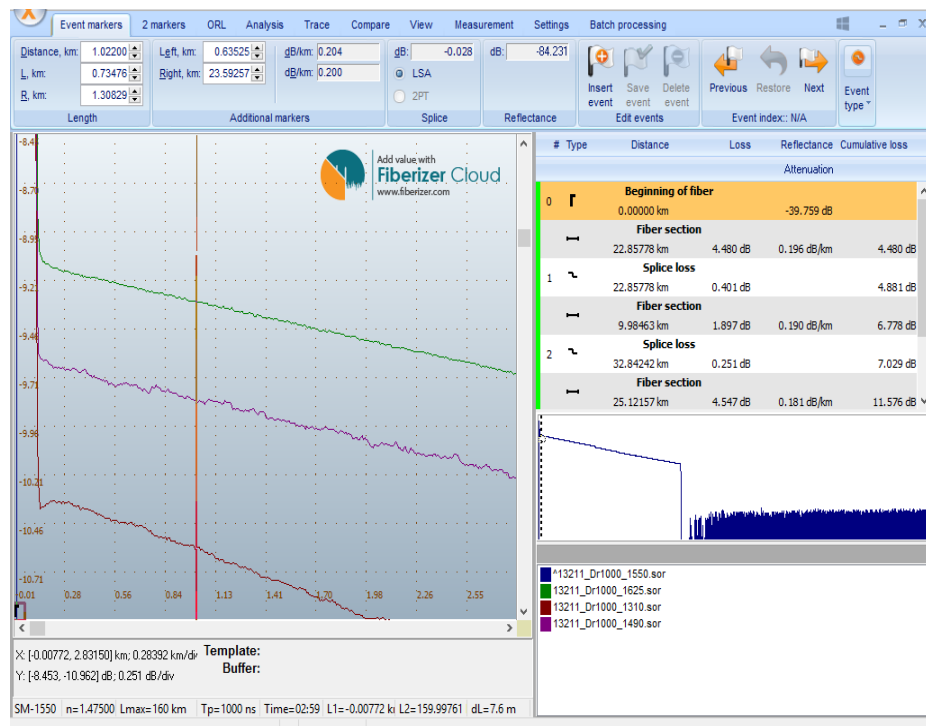


De acuerdo a la gráfica se puede apreciar que la perdida por dispersión es 78 nm, para una distancia de 1.022 km. Respecto a este resultado realizamos una comparación con la Resolución

Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). La pérdida por dispersión máxima a 1460 nm es de 90 nm, realizando una comparación el resultado obtenido, podemos afirmar que la pérdida por dispersión en 1.022 km está por debajo del parámetro máximo permisible, es decir que no repercute las condiciones geográficas y meteorológicas en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Diafonía.**

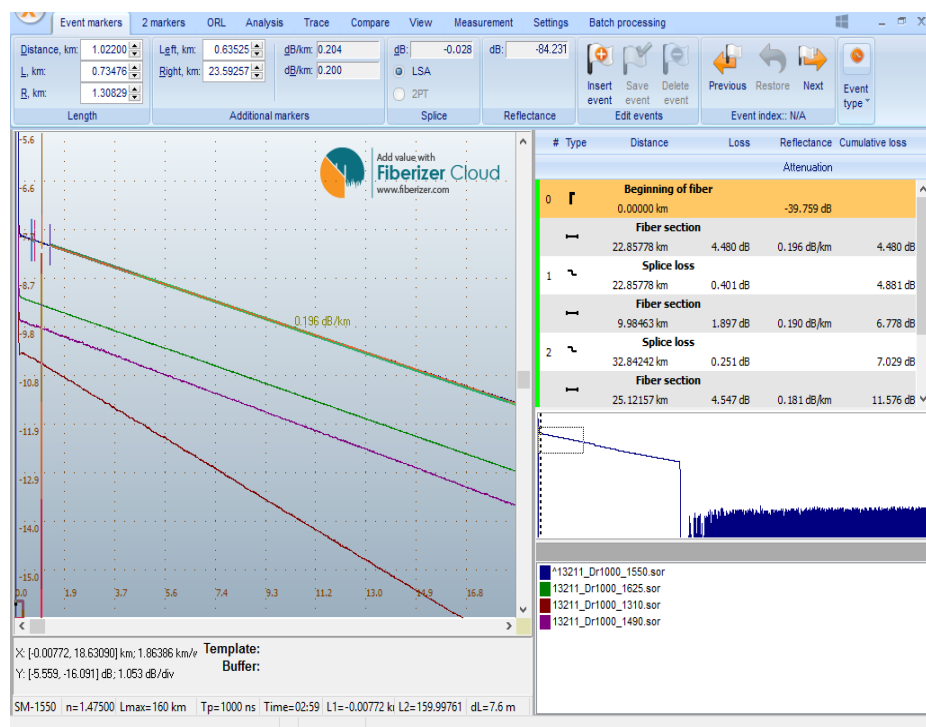
Figura 69: *Diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km*



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 1.022 km se puede observar que la pérdida por diafonía es insignificante, debido a que no existe perturbación con otras señales de radio, por lo que no existe pérdida por diafonía en la transmisión de datos con fibra óptica.

✓ **Ruido**

Figura 70: Ruido en la transmisión de datos con fibra óptica a una distancia de 1.022km



El ruido en la transmisión de datos genera perturbaciones, de este modo degradando la calidad de la transmisión de datos. A una distancia de 1.022 km se puede observar que la pérdida por ruido

es insignificante, por lo que no existe pérdida por ruido. Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La hipótesis alterna es:

H_1 : Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

La hipótesis nula es:

H_0 : Las condiciones meteorológicas y geográficas inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.

Tabla 15: Resumen de las mediciones de los parámetros Geográficos y Meteorológicos de los 5 canales de salida ubicados en el distrito de Ascensión.

NODO	HORA	FECHA	DISTANCIA NODO - SALIDA (m)	MEDICIÓN DE FACTORES GEOGRÁFICOS					MEDICIÓN DE FACTORES METEOROLÓGICOS				
				ALTITUD (m.s.n.m.)	LATITUD		LONGITUD	RELIEVE	PENDIENTE (m/m)	TEMPERATUR A (°C)	PRESIÓN (hPa)	HUMEDAD (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
					SUR	NORTE				Min - Max	Min - Max	Min - Max	Min - Max
1	07:00:00 a.m. al 03:00 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2017	339.68	3708	12°46"53.77"	74°59"13.85"	llano	0.07	7 a 17	1024 a 1025	90 a 94	0 a 6	
2	07:30:00 a.m. al 03:30 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2018	1139	3687	12°47"07.57"	74°58"47.22"	llano	0.04	6 a 17	1024 a 1025	89 a 94	0 a 6	
3	08:00:00 a.m. al 04:00 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2019	667	3696	12°47"01.59"	74°59"18.31"	llano	0.07	6 a 17	1024 a 1025	89 a 92	0 a 4	
4	08:30:00 a.m. al 04:30 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2020	572	3706	12°46"48.58"	74°59"22.92"	llano	0.047	5 a 17	1021 a 1024	89 a 92	0 a 4	
5	09:00:00 a.m. al 05:00 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2021	1022	3700	12°46"42.93"	74°59"53.76"	llano	0.032	2 a 17	1021 a 1024	89 a 92	0 a 3	

Fuente: Ficha de registro de datos (Parámetros geográficos y meteorológicos).

Tabla 16: Resumen de las pérdidas y perturbaciones provocadas por los fenómenos de distorsión óptica.

PERDIDA Y PERTURBACIÓN POR LOS FENÓMENOS DE DISTORSIÓN ÓPTICA										
NODO	HORA	FECHA	REFRACCIÓN (dB/Km)		ATENUACIÓN (dB/Km)		DISPERSIÓN (nm)		DIAFONÍA	RUIDO
			Prueba OTDR	Reglamento	Prueba OTDR	Reglamento	Prueba OTDR	Reglamento		
1	07:00:00 a.m. al 03:00 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2017	0	0.4	0	0.4	65	90	no existe perturbación	no existe perturbación
2	07:30:00 a.m. al 03:30 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2018	0.225	0.4	0.225	0.4	74	90	no existe perturbación	no existe perturbación
3	08:00:00 a.m. al 04:00 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2019	0.234	0.4	0.234	0.4	70	90	no existe perturbación	no existe perturbación
4	08:30:00 a.m. al 04:30 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2020	0.262	0.4	0.262	0.4	68	90	no existe perturbación	no existe perturbación
5	09:00:00 a.m. al 05:00 p.m.	15/05/2017 al 19/05/2021	0.204	0.4	0.204	0.4	78	90	no existe perturbación	no existe perturbación

Fuente: Ficha de registro de datos (Parámetros geográficos y meteorológicos).

Respecto a los resultados obtenidos en la prueba de OTDR (Reflectómetro de dominio de tiempo óptico), Se pueden observar que los fenómenos que ocasionan la perturbación en la transmisión de datos con fibra óptica, en la actualidad son menores en comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011).

Por lo que podemos afirmar que las condiciones geográficas y meteorológicas NO INCIDEN en la transmisión de datos con fibra óptica.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Manica (2013), realizó el trabajo de investigación titulado “ESTUDIO DE LA FIBRA ÓPTICA Y SUS APLICACIONES”, llegó a la siguiente conclusión que: la fibra óptica es y será por muchos años más el medio más eficaz y rápido que exista en las telecomunicaciones, sin desechar la idea de que algún día se puedan desarrollar nuevas tecnologías que sobrepasen las expectativas con que cumplen las fibras ópticas. Asimismo, que hoy en día la fibra óptica está al alcance de mucha gente; pero si actualmente esta se encuentra en algunas edificaciones o casas, en un futuro no muy lejano absolutamente todos los edificios y casas contarán con cable óptico

a tal grado de que con solo enchufarlo a una computadora o una televisión se podrá disfrutar de todos sus beneficios. **De acuerdo con los resultados obtenidos, las perturbaciones que se generan en la transferencia de datos con fibra óptica son pequeñas o en algunos casos insignificante, es decir, que no inciden, por lo que la transmisión de datos con FO en la actualidad se ha convertido en la tecnología más óptima para la transmisión de grandes cantidad de datos y tiene los siguientes beneficios: nitidez, versatilidad, velocidad de transmisión en comparación a otras tecnologías existentes e inmune a las interferencias de radio frecuencia. Por lo que podemos afirmar que ambas investigaciones tienen concordancia.**

Asimismo, Hernandez (1992), realizo una tesis titulada “ESTUDIO DE LAS APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE FIBRA ÓPTICA UNIMODO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL”, se llegó a la siguiente conclusión que los sistemas por fibra óptica son uno de los desarrollos más recientes en el área de comunicaciones, y su utilización es prácticamente la más conveniente en aplicaciones de larga distancia y gran capacidad, como lo demuestra la aceptación que han tenido por las compañías telefónicas. Asimismo, que el comportamiento mecánico del cable óptico una vez instalado sobre las líneas de alta tensión se determinó a partir del cálculo de flechas

y tensiones bajo condiciones extremas de temperatura y carga de viento. **De acuerdo a las pruebas realizadas con el OTDR (Reflectómetro de dominio de tiempo óptico), se observó que las pérdidas por los fenómenos que ocasiona la perturbación en la transmisión de datos son insignificantes, a pesar que las pruebas se realizaron en distancias considerables y en condiciones geográficas y meteorológicas extremas, y no se registró perturbaciones considerables. Por lo que podemos afirmar que la transmisión de grandes cantidades de datos mediante FO a distancias lejanas en condiciones geográficas y meteorológicas extremas no tienen repercusión, es decir que la tecnología actual de transmisión de datos con FO es eficaz y eficiente. Respecto a lo mencionado podemos afirmar que ambas investigaciones tienen concordancia.**

CONCLUSIONES

Desarrollada la investigación se arribaron a las siguientes conclusiones que a continuación presentamos:

- a) Respecto a los resultados obtenidos en la prueba de OTDR (Reflectómetro de dominio de tiempo óptico), se pueden observar que los fenómenos meteorológicos y geográficos que ocasionan la perturbación en la transmisión de datos con fibra óptica, han resultado menores, es decir, que no inciden, en base a la comparación con la Resolución Ministerial N° 368 – 2011 – MTC/03, ***Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos***, elaborado por el (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2011). Por lo que podemos afirmar que las condiciones geográficas y meteorológicas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica.
- b) Las perturbaciones de las condiciones meteorológicas que se generan en la transferencia de datos con fibra óptica son pequeñas o en algunos casos insignificante, es decir que no inciden en la transmisión de datos con FO, donde en la actualidad se ha convertido en la tecnología más óptima para la transmisión de grandes cantidades de datos y tiene los siguientes beneficios: nitidez, versatilidad, velocidad de

transmisión en comparación a otras tecnologías existentes e inmune a las interferencias de radio frecuencia.

- c) Las pérdidas por las condiciones geográficas que ocasionan perturbaciones en la transmisión de datos son insignificantes, a pesar que las pruebas se realizaron en distancias considerables y en condiciones geográficas y meteorológicas extremas, y no se registró perturbaciones considerables. Por lo que podemos afirmar que la transmisión de grandes cantidades de datos mediante FO a distancias lejanas y en condiciones geográficas y meteorológicas extremas no inciden, es decir que la tecnología actual de transmisión de datos con FO es eficaz y eficiente.

RECOMENDACIONES

Tener en consideración las siguientes recomendaciones:

- a) Al Ministerio de transportes y comunicaciones: a desarrollar proyectos de gran envergadura, específicamente en Telecomunicaciones con en fin de implementar la tecnología basada en fibra óptica para la transferencia de datos, debido a que se pudo apreciar que dicha tecnología presenta grandes beneficios a comparación de la actual tecnología empleada.
- b) Al Gobierno Regional de Huancavelica: a desarrollar proyectos de Telecomunicaciones con en fin de implementar la tecnología basada en fibra óptica para la transferencia de datos, debido a que se pudo apreciar que dicha tecnología presenta grandes beneficios a comparación de la actual tecnología empleada.
- c) A la Municipalidad Provincial de Huancavelica: a desarrollar proyectos de Telecomunicaciones con en fin de implementar la tecnología basada en fibra óptica para la transferencia de datos, debido a que se pudo apreciar que dicha tecnología presenta grandes beneficios a comparación de la actual tecnología empleada.

BIBLIOGRAFÍA

- El Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL). (2012). *Promoción de la Banda Ancha y de la Red Dorsal de Fibra Óptica*. Lima.
- Banco Inter - Americano de Desarrollo. (2012). *Construyendo puentes, creando oportunidades*.
- Barrera, B. N., & Palma, R. A. (2012). *Geografía*. Mexico: Dirección General de Bachillerato.
- Barroso, R. S. (2013). *Caracterización polarimétrica de fibras ópticas monomodo*. León, Gto; : Centro de Investigaciones en Óptica A. S.
- Benito, C. Á., Portela, L. A., & Rodríguez, J. R. (2004). *Meteorología y climatología (Semana de la Ciencia y a Tecnología)*. España: Ministerio de Educación y Ciencia. Fundación Española Ciencia y Tecnología.
- Bizkaia, D. E. (2014). *Proyecto Innovación sobre Fibra y Redes*.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Coimbra, E. G. (2010). *Comunicaciones Ópticas*.
- Fabian, G. L. (2015). *La Fibra Óptica y el Fenómeno no Lineal Mezcla de Cuarta Onda*.
- Fierros, V. D. (2011). *La ciencia del suelo. Historia concepto y método*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Fotónica, L. d.–D. (2009). *Conceptos Fundamentales de Comunicaciones Ópticas*.
- Galarza, G. (s.f.). *Comunicaciones ópticas de largo alcance en línea de alta tensión*.
- Gomez Lopez, F. (2015). *la fibra optica y el fenomeno no lineal mezcla de la cuarta onda*.
- Gonzales, C. (2001). *Tecnología de los sensores de fibra optica*. Mexico.
- Gutierrez, V. E. (2014). *Estudio de Factibilidad para la implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gutiérrez, V. E. (2014). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua*. Lima, Perú: Pontificia Univeridad Católica del Perú.
- Hernandez Sampiere, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Invetigacion*. Mexico: McGRAWHILLIINTERAMERICMA EDITORES, SA.
- Hernandez Juares, T. (1992). *Estudio de las aplicaciones de la tecnologia de fibra optica unimodo en el sistema electrico nacional*. Mexico.
- Ibañes, A. S. (1996). *La pendiente del terreno*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

- Jeramillo Sagado, O. A. (1998). *Transporte de energía solar concentrada a través de fibras ópticas: Acoplamiento fibra - concentrado y estudio terminco*. Mexico.
- López, P. E. (2016). *DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL SERVICIO DE BANDA ANCHA EN COISHCO (ANCASH)*. Los Olivos, Perú.: Universidad Ciencias y Humanidades. Facultad de Ciencias de Ingeniería E.A.P. de Ingeniería Elctetrónica con Mención en Telecomunicaciones.
- Luna, A. (2015). *Diseño de redes*.
- Manica Rincon, M. A. (2013). *Estudio de la fibra optica y sus aplicaciones*. Mexico.
- Martin, P. J. (2005). *Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones*. Madrid: Prentice Hall.
- Mayma, Q. N. (2011). *El baúl de la geografía (Perú y mundo)*. Lima.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2011). *Especificaciones tecnicas para el tendido de fibra optica en las redes de energia electrica e hidrocarburos*. Lima - Perú.
- Municipalidad distrital de Ascension - Huancavelica. (s.f.). *Ubicacion política y geografica*. Huancavelicaa.
- Municipalidad Distrital de Ascensión. (2015). *Plan de Desarrollo Concertado 2015-2018*. Huancavelica.
- Ondrej, K. (2010). *Modern telecommunication optical fibers*.
- Quezada Lucio, N. (2015). *Metodologia de la investigación*. Lima - Perú: Editorial Macro.
- R.Estepa. (2004). *Transmision y Digitalizacion*.
- Ruiz, M. F. (2003). *Temario para la preparación de oposiciones. Profesores de Enseñanza Secundaria*. España: Mad. S.L.
- Sierra Guzman, M. P. (2012). *Metodos Generales*. Pachura de Soto - Mexico.
- Tucuman, U. N. (s.f.). *Fibras Opticas principios de funcionamiento*.
- Vilces Alvia, E. F. (2010). *Elaborar un protopito de interfaz que genere un reporte automatizado de los niveles de atenuacion de potencia de la fibra optica de una red SDH - DWDM*. Ecuador.
- Villareal Jimenez, L. R. (1997). *Sistemas de comunicacion a traves de fibra optica*. Mexico.

ANEXOS

ANEXO 1



(MATRIZ DE CONSISTENCIA)

“GRADO DE INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y GEOGRÁFICAS EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS CON FIBRA ÓPTICA EN EL DISTRITO DE ASCENSIÓN - HUANCAMELICA”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿De qué manera inciden las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera inciden las condiciones meteorológicas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica? ¿De qué manera inciden las condiciones geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica? 	<p>Objetivo General: Determinar la incidencia de las condiciones meteorológicas y geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir de qué manera inciden las condiciones meteorológicas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica. Diagnosticar de qué manera inciden las condiciones geográficas en la transferencia de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica. 	<p>Hipótesis General: Las condiciones meteorológicas y geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las condiciones meteorológicas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica. Las condiciones geográficas no inciden en la transmisión de datos con fibra óptica en el distrito de Ascensión - Huancavelica. 	<p>Variable Dependiente: Transmisión de datos con fibra óptica</p> <p>Variables Independientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Condiciones meteorológicas Condiciones geográficas. 	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo</p> <p>Método General: Método científico</p> <p>Método Específico: Deductivo</p> <p>Diseño: No experimental - transversal</p>	<p>Población: Canales de transferencia de datos de la red de telecomunicaciones Fitel ubicados en el distrito de Ascensión - Huancavelica.</p> <p>Muestra: 5 canales de transferencia de datos de fibra óptica que fueron instaladas con terminación en diferentes puntos ubicados en el distrito de Ascensión.</p> <p>Muestreo: No probabilístico</p>	<p>Técnicas de recolección de datos: Observación no experimental</p> <p>Instrumentos de recolección de datos: Ficha de registro de datos tomados ínsito.</p>

ANEXO 3

(FICHA DE REGISTRO DE DATOS – FENOMENOS QUE OCASIONAN LA PERTURBACION EN LA TRANSFERENCIA DE DATOS CON F.O.)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS	
TITULO:	“GRADO DE INCIDENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLOGICAS Y GEOGRAFICAS EN LA TRANSMISION DE DATOS CON FIBRA OPTICA EN EL DISTRITO DE ASCENSION - HUANCAMELICA”	
		FECHA:
		HORA:
<u>FICHA DE REGISTRO DE DATOS</u>		
DESCRIPCIÓN:	PRUEBAS OPTICAS CON OTDR(Reflectómetro de dominio de tiempo óptico)	CANAL DE SALIDA N° :
PRUEBA N°	REFRACCIÓN	ATENUACIÓN
1		DISPERSIÓN
2		DIAFONÍA
3		RUIDO
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
DESCRIPCIÓN:	PRUEBAS OPTICAS CON OTDR(Reflectómetro de dominio de tiempo óptico)	CANAL DE SALIDA N° :
PRUEBA N°	REFRACCIÓN	ATENUACIÓN
1		DISPERSIÓN
2		DIAFONÍA
3		RUIDO
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

**ANEXO 4 (RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 368 – 2011 – MTC/03,
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL TENDIDO DE FIBRA
ÓPTICA EN LAS REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA E
HIDROCARBUROS, ELABORADO POR EL (Ministerio de transportes y
comunicaciones, 2011))**

AÑO DEL
CENTENARIO DE
MACHU PICCHU
PARA EL MUNDO

El Peruano

FUNDADO
EN 1825 POR
EL LIBERTADOR
SIMÓN BOLÍVAR

lunes 30 de mayo de 2011



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Resolución Ministerial
N° 368-2011-MTC/03

Documento de Trabajo
**“Especificaciones Técnicas para
el tendido de Fibra Óptica en
las Redes de Energía Eléctrica
y de Hidrocarburos”**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 368-2011-MTC/03**

Lima, 28 de mayo de 2011

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo No. 034-2010-MTC, se establece como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, que el país cuente con una red dorsal de fibra óptica que facilite el acceso de la población a internet de banda ancha y que promueva la competencia en la prestación de este servicio;

Que, el artículo 2 del referido Decreto Supremo, establece la obligación de instalar fibra óptica y/o ductos y cámaras en los nuevos proyectos de infraestructura para brindar servicios de energía eléctrica, hidrocarburos y transportes, los mismos que de acuerdo al artículo 3 de la citada norma, son de titularidad del Estado, cuya explotación se sujetará al otorgamiento de concesión a los operadores de servicios públicos de telecomunicaciones;

Que, la Comisión Multisectorial Permanente encargada de monitorear la implementación de las disposiciones contenidas en el Decreto Supremo No. 034-2010-MTC, creada con esta misma norma, en adelante la Comisión, tiene la función, entre otras, de proponer al Ministerio de Transportes y Comunicaciones las normas complementarias a ser emitidas para la mejor implementación de la acotada norma;

Que, la Comisión en su sesión del 31 de marzo de 2011, aprobó el Documento de Trabajo "Especificaciones Técnicas para el Tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos", el mismo que tiene por objetivo establecer las especificaciones técnicas mínimas necesarias para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos que permita la implementación de la red dorsal de fibra óptica, encargando a su Secretaría Técnica, la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales en Comunicaciones, efectuar las acciones necesarias para su publicación;

Que, la publicación del referido Documento de Trabajo, permitirá poner a consideración de la ciudadanía en general los alcances del mismo, con el fin de recibir comentarios sobre el mismo, lo que se encuentra dentro de los principios de transparencia y publicidad, previstos en la Ley No. 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública;

Que, en tal sentido, es necesario disponer la publicación del referido Documento de Trabajo en el Diario Oficial El Peruano y en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a efectos de recibir las sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley No. 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y en su Reglamento de Organización y Funciones, aprobada por Decreto Supremo No. 021-2007-MTC;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Disponer la publicación del Documento de Trabajo "Especificaciones Técnicas para el Tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos", en el Diario Oficial El Peruano y en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, www.mtc.gob.pe, a efectos de recibir las sugerencias y comentarios de la ciudadanía en general, dentro del plazo de quince (15) días calendario, contados a partir de la publicación de la presente resolución.

Artículo 2.- Encargar a la Comisión Multisectorial Permanente encargada de monitorear la implementación de lo dispuesto en el Decreto Supremo No. 034-2010-MTC, la recepción, procesamiento y sistematización de los comentarios que se presenten al citado Documento de Trabajo.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ENRIQUE CORNEJO RAMÍREZ
Ministro de Transportes y Comunicaciones

DOCUMENTO DE TRABAJO

TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

DOCUMENTO DE TRABAJO "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA EN LAS REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE HIDROCARBUROS"

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones pone a consideración del público interesado, el contenido del presente Documento de Trabajo, a fin que remitan sus opiniones y sugerencias por escrito a la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del Viceministerio de Comunicaciones, Jr. Zorritos N° 1203-Lima 1, vía fax al 615-7614 o vía correo electrónico a comisionfibroptica@mmtc.gob.pe, dentro del plazo de quince (15) días calendario y de acuerdo al formato siguiente:

Formato para la presentación de comentarios al Documento de Trabajo "Especificaciones Técnicas para el Tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos"

Artículo del Proyecto	Comentarios
1	
2	
Comentarios Generales	

DOCUMENTO DE TRABAJO

Especificaciones Técnicas para el tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos

**COMISIÓN MULTISECTORIAL PERMANENTE
ENCARGADA DE MONITOREAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS DISPOSICIONES
DEL DECRETO SUPREMO N° 034-2010-MTC**

SECRETARÍA TÉCNICA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
 - 2.1 OBJETIVO
 - 2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN
 - 2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LA FIBRA Y CABLE ÓPTICO
 - 2.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS SEGÚN LA INSTALACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA
 - 2.4.2 PARA APLICACIONES AERIAS
 - 2.4.2 PARA APLICACIONES SUBTERRÁNEAS O ENTERRADAS
 - 2.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS HILOS DE FIBRA ÓPTICA
 - 2.6 OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR
3. LISTADO DE RECOMENDACIONES

1. INTRODUCCIÓN

La fibra óptica es reconocida a nivel internacional como el principal medio de transmisión para brindar servicios de Banda Ancha, por su gran capacidad y velocidad para el transporte de señales múltiples y por ofrecer inmunidad al ruido y a las interferencias.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el cable de fibra óptica puede ser instalado a través de aplicaciones aéreas, en líneas de alta tensión, enterrados o subterráneos, entre otros medios, conforme refiere el Manual UIT-T 2009: "Sistemas y cables de fibra óptica".

El estudio del Banco Mundial "Construyendo la Banda Ancha: estrategias y políticas para el mundo en desarrollo" de enero de 2010, advierte que las obras civiles constituyen los mayores costos fijos hundidos en la construcción de una red de Banda Ancha, pues representan más de dos tercios del costo de las redes de fibra óptica.

La implementación de las redes de transmisión eléctrica y de gasoductos requiere la ejecución de importantes obras civiles, las que pueden ser aprovechadas para el despliegue de fibra óptica, dado que representan costos menores comparados con las inversiones que se realizan en los proyectos de infraestructura de energía eléctrica e hidrocarburos.

En dicho contexto y con la finalidad de facilitar a la población el acceso a Internet de Banda Ancha y promover la competencia en la prestación de este servicio, mediante Decreto Supremo N° 034-2010-MTC, se estableció como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, que el país cuente con una red dorsal de fibra óptica, mediante la incorporación en los nuevos proyectos de infraestructura para brindar servicios de energía eléctrica e hidrocarburos, la instalación de fibra óptica.

En el marco de esta política y con el objetivo de facilitar la implementación de la red dorsal de fibra óptica en nuestro país, se ha elaborado las Especificaciones Técnicas mínimas para el tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos, documento que contiene las especificaciones de la fibra y cable óptico, las características técnicas referenciales según la instalación del cable óptico: para aplicaciones aéreas y subterráneas o enterradas, así como la identificación de los hilos de fibra, entre otros aspectos.

De otro lado, con el fin de asegurar y prevenir la implementación adecuada del cable de fibra óptica para la red dorsal soportada en la infraestructura eléctrica y de hidrocarburos, se recomienda que los concesionarios de los servicios de energía eléctrica y de hidrocarburos cumplan con las recomendaciones nacionales e internacionales que se indican, así como consideren los valores especificados como mínimos y de ser aplicable, como valores de carácter referencial.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2.1 Objetivo

Establecer las especificaciones técnicas mínimas necesarias para el tendido de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos que permita la implementación de la red dorsal de fibra óptica, en el marco de la política nacional aprobada por Decreto Supremo N° 034-2010-MTC.

2.2 Ámbito de aplicación

- Redes de transmisión, sub transmisión y redes de media tensión mayores a 20 Kv. de Energía Eléctrica.
- Redes de transporte de Hidrocarburos.

2.3 Características técnicas generales de la fibra y cable óptico

El cable de fibra óptica será dieléctrico, a fin de evitar la conducción eléctrica, así como deberá contar con un mínimo número de hilos, de los cuales:

20 hilos.	De titularidad de Estado para la red dorsal de Banda Ancha
N hilos.	De titularidad del Concesionario del servicio de energía eléctrica e hidrocarburos.
N=	Número determinado por el Ministerio de Energía y Minas.

El tipo de fibra óptica a ser implementado será Monomodo con Dispersión No Nula para el Transporte Óptico de Banda Ancha, cuyas características geométricas, ópticas, mecánicas y de transmisión deberán cumplir con la Recomendación UIT-T G.656 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (en adelante UIT).

Ello, dado que conforme lo advierte la UIT, este tipo de fibra óptica presenta los siguientes beneficios:

- a. Facilita a los operadores de redes el aumento de la capacidad de la fibra en los sistemas de multiplexión por división de longitud de onda densa (Dense Wave Division Multiplexing, DWDM), dado que se pueden añadir a los sistemas DWDM por lo menos 40 canales adicionales. La multiplexión por división de longitud de onda aumenta la capacidad de transporte de datos de una fibra óptica, al permitir el funcionamiento simultáneo en más de una longitud de onda.
- b. Según el Presidente de la Comisión de Estudio 15 del UIT-T y responsable de la Recomendación, "G.656 representa otro paso significativo en la evolución de las redes ópticas, puesto que permite la instalación de redes de transporte óptico de manera más económica".
- c. La nueva característica más importante a diferencia de los otros tipos de fibra óptica previstas en las Recomendaciones de UIT, es el coeficiente de dispersión cromática, puesto que permite la utilización de una banda de mayor longitud de onda.
- d. Facilita la instalación de sistemas de multiplexión por división de longitud de onda aproximada (Coarse Wave Division Multiplexing, CWDM) en zonas metropolitanas.

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA Y CABLE MONOMODO CON DISPERSIÓN NO NULA PARA EL TRANSPORTE ÓPTICO DE BANDA ANCHA – REC. UIT-T G.656

Atributos de la fibra		
Atributo	Detalle	Valor
Diámetro de campo modal	Longitud de la fibra	1550 nm
	Gama de valores nominales	1,0-11,0 µm
	Tolerancia	+0,7 µm
Diámetro del revestimiento	Nominal	125,0 µm
	Tolerancia	±7 µm
	Máximo	0,8 µm
Errores de concentración del núcleo	Máximo	2,0%
No circularidad del revestimiento	Máximo	1450 nm
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	30 mm
Pérdida por macroflexión	Ruido	100
	Número de curvas	Máximo a 1625 nm
	Máximo a 1625 nm	0,50 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,68 GPa
Coeficiente de dispersión cromática [$\text{ps/nm} \cdot \text{km}$]	λ_{min} y λ_{max}	1460 nm y 1625 nm
	Valor mínimo de $D_{\text{cm}}(\lambda)$: 1460 – 1550 nm	$2,90(\lambda-1450) + 1,00$ 90
	$D_{\text{cm}}(\lambda)$: 1550 – 1625 nm	$0,38(\lambda-1550) + 3,60$ 75
	Valor máximo de $D_{\text{cm}}(\lambda)$: 1460 – 1550 nm	$4,58(\lambda-1450) + 4,90$ 90
	$D_{\text{cm}}(\lambda)$: 1460 – 1550 nm	$4,72(\lambda-1550) + 9,28$ 75
Coeficiente de PMD de fibra no cableada	Máximo	(Nota)
Atributos del cable		
Atributo	Detalle	Valor
Coeficiente de atenuación	Máximo a 1460 nm	0,4 dB/km
	Máximo a 1550 nm	0,35 dB/km
	Máximo a 1625 nm	0,4 dB/km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,07%
	Máximo PMD ₀	0,20 ps/√km

NOTA: - Los fabricantes de cable pueden especificar un coeficiente de PMD máximo fraccional de fibra no cableada para soportar el ruido; primario de PMD₀ del cable si esta ha sido verificada para un tipo de construcción de cable en particular.
 NÚMERO DE ENLACE, referirse al capítulo I.05.656 y cuadro I.05.656 de la Recomendación G.656.

2.4 Características técnicas específicas según la instalación del cable de fibra óptica.
 El cable de fibra óptica del tipo Monomodo con Dispersión No Nula para el Transporte Óptico de Banda Ancha (en adelante cable de fibra óptica UIT-T G.656), según la infraestructura de soporte a utilizar, podrá ser instalado a través de tendido aéreo o subterráneo.

En ese sentido, resulta necesario considerar las características particulares del medio de infraestructura de soporte a emplear, para el diseño del cable y para la instalación del mismo, a fin de no reducir la vida útil previsible de las fibras.

2.4.1 Para aplicaciones aéreas

En el caso de líneas aéreas en redes de energía eléctrica de Alta Tensión, se podrá utilizar el cable de fibra óptica UIT-T G.656 de tecnología OPGW (Optical Fibre Ground Wire Cable – Cable de Fibra Óptica de Hilo de Guardia), dado que la tecnología OPGW está especialmente concebida para instalaciones en líneas de Alta Tensión conforme refiere la Recomendación UIT-T L.34: "Instalación de cables de fibra óptica de hilo de guardia", ofreciendo ventajas tales como:

- i) utilizar el hilo de guardia para fines de telecomunicaciones;
- i) poseer protección de las fibras contra el exceso de temperatura cuando se producen altas densidades de corriente en el cable, y
- ii) mayor resistencia a la tracción.

Entre las principales características a tener en cuenta para la instalación de cables de fibra óptica UIT-T G.656 de tecnología OPGW, según se desprende de la Recomendación UIT-T L.34, se tienen:

- a. Determinar la tensión máxima y el proyecto de instalación que debe soportar el cable de fibra óptica, para lo cual se requiere conocer los siguientes factores:
 - Corriente máxima de cortocircuito a través del cable.
 - Tiempo de desconexión de un cortocircuito a tierra.
 - Flecha de los conductores de fase.
 - Vientos.
 - Posiciones relativas de los postes.
 - Velocidad máxima del viento.
 - Carga máxima de hielo.

- Otros aspectos como: peligro de descargas atmosféricas, incendios, impactos de perdigones, niebla salina, agresividad química de la atmósfera.

b. Utilizar materiales y equipos de instalación de acuerdo a lo siguiente:

Conjunto de anclaje, conjuntos de suspensión, supresores de vibración, elementos de sujeción a los postes, devanador de bobina con freno en el eje de giro, manga de tiro con rudo giratorio, poleas (con un diámetro mínimo: diámetro del cable multiplicado por 25, o lo recomendado por el fabricante del cable), cabrestante (tracción de la cuerda de tiro), y cajas de empalmes.

En el caso de cables de fibra óptica UIT-T G.856 para aplicaciones aéreas que no utilicen la tecnología OPGW, acorde con la recomendación UIT-T L.26: "Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas", se podrá instalar cables autoportados y cables no autoportados, siendo los siguientes:

- i) Cable autoportado totalmente dieléctrico (ADSS – All Dielectric Self-Supporting), cable cuyo elemento traccionado es un refuerzo no metálico (por ejemplo, hilos de aramida, materiales con fibra de vidrio u otros elementos con una rigidez dieléctrica equivalente) colocados debajo o dentro de la cubierta de plástico. La forma exterior es circular.
- ii) Cable autoportado (SS, Self –Supporting), cables cuya cubierta comprende un elemento portante, metálico o no, en forma de "B".
- iii) Cable con suspensión continua, cables no metálicos suspendidos de catenarias independientes y mantenidos en su posición por medio de un cable de sujeción o una espiral de sujeción especialmente realizada.

Entre las principales características a tener en cuenta, según se desprenden de la referida recomendación, se tienen:

- a. Flexión, durante la instalación, la fibra puede estar sometida a deformación producida por la tensión y la flexión del cable. Los radios de curvatura de la fibra en el cable instalado requerirán ser lo suficientemente grandes para no presentar pérdida por macroflexión¹.
- b. Resistencia a la tracción, un cable de fibra óptica está sometido a esfuerzos breves durante la fabricación y la instalación, y puede ser afectado por una carga estática continua y/o carga cíclica durante su explotación (por ejemplo variación de temperatura). La deformación de la fibra puede ser causada por tensión, torsión, flexión y microdeformación por el peso del cable, la instalación del mismo y/o el tipo de instalación aérea y/o condiciones ambientales, tales como viento y/o hielo y/o temperatura.

Por ello, es necesario tener en cuenta dichos aspectos cuando se diseña el cable, debiendo considerarse la tensión máxima admisible, la resistencia nominal a la tracción y el margen de tensión.

- c. Aplastamiento e impactos, el cable de fibra óptica puede ser sometido a aplastamiento e impactos durante su instalación y explotación. Estas acciones de tener un esfuerzo excesivo pueden provocar la rotura de la fibra. La estructura de un cable auto soportado debe poder resistir los efectos de compresión sin pérdida óptica adicional.

- d. Torsión, el diseño del cable de fibra óptica debe permitir un número especificado de torsiones por unidad de longitud sin un aumento de la pérdida de la fibra ni daño de la cubierta. Los esfuerzos residuales máximos previstos, por torsión, tensión y flexión, serán la base para especificar el límite de deformación a largo plazo de la fibra.

- e. Condiciones ambientales, es necesario conocer por adelantado las condiciones de temperatura y ambientales (hidrógeno, penetración de agua, rayos) del lugar donde se va a tender el cable de fibra óptica, a fin de seleccionar el cable adaptado y adecuado a dicho entorno.

Además, deberá considerarse los siguientes aspectos previstos en las condiciones ambientales:

- Las Vibraciones en los cables aéreos son producidas por corrientes de vientos laminares que producen remolinos a sotavento del cable (vibración edúca) o por variaciones en la dirección del viento con relación al eje del cable (efecto galope). Por ello, resulta conveniente determinar correctamente la ruta y técnicas de instalación y/o el uso de dispositivos de control de la vibración para minimizar ese tipo de problemas.
- Variaciones de temperatura, los cables aéreos están expuestos a grandes variaciones de temperatura, más que los cables enterrados. La expansión del cable producida por un aumento extremo de la temperatura puede obligar a modificar radicalmente la distancia de seguridad con respecto al suelo. El encojimiento del cable producido por una disminución extrema de la temperatura puede hacer que se alcance la máxima tensión de trabajo. En estas condiciones, la variación de la atenuación de las fibras será reversible y no rebasará los límites especificados.
- Viento, la deformación de la fibra puede ser causada por tensión, torsión y flexión originadas por la presión del viento.

En las instalaciones aéreas los vientos pueden causar vibración; en las instalaciones en forma de ocho o con hilo de suspensión puede producirse galope en todo el vano del cable. En estas situaciones, los cables deben diseñarse y/o instalarse para proporcionar estabilidad de las características de transmisión y rendimiento mecánico. Las instalaciones de cable deben diseñarse para reducir al mínimo la influencia del viento.

¹ Curvatura realizada en una fibra óptica después de la fabricación e instalación del cable. La macroflexión puede agravar la pérdida óptica, que es más notoria si el radio de curvatura es demasiado pequeño.

- Nieve y hielo, la deformación de la fibra puede ser causada por la tensión originada por la carga de nieve y/o la formación de hielo alrededor del cable. Para evitar la deformación de la fibra producida por la carga de nieve y/o la formación de hielo, el elemento de resistencia mecánica debe seleccionarse de manera que se limite esta deformación a niveles seguros, y se puede elegir un perfil de cable que reduzca al mínimo la carga de la nieve.

Otra posibilidad de suprimir la deformación de la fibra sería amarrar el cable a un cable de suspensión de elevada resistencia mecánica. El cable debe diseñarse e instalarse para que proporcione estabilidad de las características de transmisión, flecha/tensión del cable, fatiga del elemento de resistencia mecánica y la carga de la torre o del poste.

- Fuertes campos eléctricos, los cables aéreos sin partes metálicas instalados en el entorno de alta tensión de las líneas de transporte de energía están sometidos a la influencia del campo eléctrico de estas líneas eléctricas, que pueden conducir a fenómenos tales como efecto corona, formación de arcos o de un camino conductor en la cubierta del cable.

Para evitar daños, el cable debe ser instalado en las líneas de transmisión de energía en una posición de mínima intensidad de campo y/o pueden utilizarse materiales de cubierta de cable especiales; según el nivel del campo eléctrico.

- Daños de origen biótico, cuando se utilizan cables aéreos, es importante prever las posibles agresiones de aves e insectos, entre otros.

En ese sentido, resulta necesario seleccionar el tipo de construcción del cable para la protección contra daños de origen biológico:

CAUSADO POR	PROBLEMAS	CONTRAMEDIDAS
Auñales	Nestidos Cintas	Red de blindaje CLM (Over lay metallic armouring - Blindaje metálico superpuesto)
Pájaros carpinteros	Picaduras, orificios, nidos	Cinta de acero y cinta de latón
Insectos ríjidos	Puesta de huevos Orificios	Cinta de acero

2.4.2 Para aplicaciones subterráneas o enterradas

En caso de ser instalado en forma subterránea o enterrada, el cable de fibra óptica UIT-T G.656 deberá cumplir con las características, construcción y métodos de prueba para instalación en aplicaciones enterradas, previstas en las Recomendaciones UIT-T L.43 "Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas" y UIT-T L.46: "Protección de los cables y plantas de telecomunicaciones contra los ataques biológicos".

Entre las principales características a tener en cuenta, según se desprendan de las citadas recomendaciones, se tienen:

- Flexión, los elementos de resistencia mecánica del cable y el radio de curvatura de instalación deben seleccionarse de modo que limiten el esfuerzo dinámico combinado. En caso de curvaturas, el radio deberá ser lo suficientemente grande como para que la pérdida por macroflexión o la deformación de larga duración que limita la vida útil de la fibra óptica se mantenga dentro de límites admisibles.
- Resistencia a la tracción, las variaciones de tensión del cable producidas por una diversidad de factores que aparecen durante la vida útil del cable de fibra óptica pueden ocasionar movimientos diferenciales de sus componentes, por lo que es necesario tener en cuenta esos factores cuando se determina el tipo de cable a ser instalado.
- Aplastamiento e impactos, el cable de fibra óptica puede ser sometido a aplastamiento e impactos tanto durante su instalación como durante su explotación u operación. Estas acciones de tener un esfuerzo excesivo pueden provocar la rotura de la fibra.
- Torsión, el cable de fibra óptica durante la instalación, explotación u operación, puede verse sometido a torsiones que originan esfuerzos residuales de las fibras y/o daños de la cubierta. En este caso, el diseño del cable de fibra óptica debe admitir un número determinado de torsiones por unidad de longitud sin que se incremente la pérdida de la fibra ni se dañe la cubierta.
- Condiciones ambientales, es necesario conocer por adelantado las condiciones de temperatura y ambientales (hidrógeno, penetración de humedad, penetración de agua, descarga de rayos) del lugar donde se va a tender el cable de fibra óptica, a fin de seleccionar el cable adaptado y adecuado a dicho entorno.

Asimismo, deberá considerarse los siguientes aspectos previstos en las condiciones ambientales:

- Vibraciones, el cable de fibra óptica puede estar expuesto a vibraciones causadas por el tráfico, los ferrocarriles, explosiones, entre otros. El cable debe resistir a las vibraciones generadas por esas actividades sin sufrir degradación.
- Agresiones químicas, las características de la cubierta del cable instalado se pueden degradar al entrar en contacto con diversos agentes químicos, para evitar ello, se recomienda que el material de la cubierta del cable sea seleccionado cuidadosamente en base a la resistencia a dichos productos.

Para tal efecto, es importante saber qué productos químicos hay en el lugar de instalación, a fin de seleccionar adecuadamente la resistencia del material de cubierta del cable de fibra óptica.

- Agresiones mecánicas, si bien es difícil prever el nivel de agresión mecánica a la que estará sometido el cable durante la manipulación, la instalación y el mantenimiento, se recomienda satisfacer ciertos requisitos, tales como ensayos de impacto, de flexiones alternadas, de torsión, de compresión y de curvado.

- Daños biológicos, cuando se utilizan cables enterrados, es importante prevenir las posibles agresiones biológicas. Los organismos vivos que pueden producir daño son los roedores, termitas, etc.
- En ese sentido, resulta importante seleccionar el tipo de construcción del cable para la protección contra daños de origen biológico:

CAUSADO POR	PROBLEMAS	CONTRAMEDIDAS
Roedores (ratas y ratones)	Mordiscos	Red de láminas CLMA (Clear lay metallic armouring - Blindaje metálico superpuesto)
Topos	Cintas	Sellado de los conductos. Productos químicos
Hormigas y termitas	Mordiscos	Revestimiento de polímeros. Cinta de aserrín y cinta de látex

2.5 Identificación de los hilos de fibra óptica

Los hilos de fibra óptica serán identificados por colores, los cuales deberán ser fácilmente distinguibles incluso en presencia de otros materiales durante la vida útil del cable de fibra óptica. Los códigos de colores obedecerán la norma ANSI EIA/TIA 598 A: "Código de colores del cable de fibra óptica".

De no ser factible la identificación de los hilos de fibra óptica por colores, la misma se realizará por la posición en el núcleo del cable.

2.6 Otros aspectos a considerar

- 2.6.1 El cable de fibra óptica deberá ser nuevo y estar garantizado contra cualquier defecto de fabricación.
- 2.6.2 Los accesorios, conectores, elementos de fijación, enclaves, entre otros, así como los empalmes de fibra óptica que se utilicen, cumplirán las Recomendaciones de UIT-T L.12, IEC 61300, IEC 61073.
- 2.6.3 Se realizarán mantenimientos necesarios, según las pautas señaladas en la Recomendación de UIT-T L.25: "Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica", con el fin de conservar en buen estado el cable de fibra óptica.
- 2.6.4 Los concesionarios de los servicios de energía eléctrica y de hidrocarburos brindarán la compartición de espacio para el alojamiento de equipamiento óptico necesario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.

Asimismo, de requerirse para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, otros puntos de acceso al cable de fibra óptica, los concesionarios de los servicios de energía eléctrica y de hidrocarburos brindarán todas las facilidades para el acceso a dichos puntos, donde se instalarán los accesorios y/o dispositivos necesarios para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones.
- 2.6.5 Observarán el Manual UIT-T 2009 sobre Sistemas y Cables de Fibra Óptica, el Código Nacional de Electricidad, el Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos y el Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por ductos, con la finalidad de asegurar y prevenir la implementación adecuada del cable de fibra óptica para la red dorsal soportada en la infraestructura eléctrica y de hidrocarburos.

3. LISTADO DE RECOMENDACIONES

ORGANISMO	RECOMENDACIÓN	TÍTULO
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T G. 656	Características de los hilos y cables con dispersión no nula para tiempo de fibra de banda ancha
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.34	Instalación de cables de fibra óptica de hilo de guarda OPGW.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.26	Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.43	Cables de fibra óptica para aplicaciones enterradas.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.46	Protección de los cables y plantas de telecomunicaciones contra los ataques biológicos
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.12	Empalmes de fibra óptica.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T L.25	Mantenimiento de redes de cables de fibra óptica.
Unión Internacional de Telecomunicaciones	UIT-T Manual 2009	Sistemas y cables de fibra óptica.
Comisión Internacional de Electrotecnia	IEC 61300	Depositos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos. Ensayos básicos y procedimientos de medida.
Comisión Internacional de Electrotecnia	IEC 61073	Empalmes mecánicos y protectores de empalmes de fibra para hilos y cables ópticos.
Instituto Nacional Estadounidense de Estándares	ANSI EIA/TIA 598 A	Código de colores del cable de fibra óptica.
Ministerio de Energía y Minas - Código Nacional de Electricidad	CNE y Manual	Código Nacional de Electricidad.
Ministerio de Energía y Minas - Hidrocarburos	Reglamento	Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos. Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por ductos.