

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**PROPUESTA PARA LA ADECUACIÓN DE LA PLATAFORMA  
DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE DE DATOS ENTRE EL  
CENTRO OPERATIVO DACIÓN Y EL EDIFICIO AIT PDVSA  
DISTRITO SAN TOMÉ.**

**REALIZADO POR:  
Mariangel Rodríguez Zabala.**

Trabajo de Grado Presentado Ante la Ilustre Universidad de Oriente Como Requisito  
Parcial para Optar al Título de “**Ingeniero Electricista**”

**Barcelona, noviembre 2010.**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**PROPUESTA PARA LA ADECUACIÓN DE LA PLATAFORMA  
DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE DE DATOS ENTRE EL  
CENTRO OPERATIVO DACIÓN Y EL EDIFICIO AIT PDVSA  
DISTRITO SAN TOMÉ.**

**Revisado y Aprobado por:**

---

Eulogio Hernández  
(ASESOR ACADÉMICO)

---

Orlando Sánchez  
(ASESOR INDUSTRIAL)

**Barcelona, noviembre 2010.**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**PROPUESTA PARA LA ADECUACIÓN DE LA PLATAFORMA  
DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE DE DATOS ENTRE EL  
CENTRO OPERATIVO DACIÓN Y EL EDIFICIO AIT PDVSA  
DISTRITO SAN TOMÉ.**

**El Jurado hace constar que ha asignado a esta Tesis la calificación de:**

---

Eulogio Hernández  
(Asesor Académico)

---

Margarita Heraoui  
(JURADO PRINCIPAL)

---

Enrique Serrano  
(JURADO PRINCIPAL)

**Barcelona, noviembre 2010.**

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado: **“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participara al consejo universitario”**.

## DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo de manera especial a Dios todo poderoso por siempre escuchar mis rezos y llevarme de la mano por el camino del bien, pero sobre todo, por hacerme sentir que en los momentos más difícil siempre me susurro al oído diciéndome hija mía aquí estoy contigo, en mí todo lo puedes.

A mis padres Ángel y Aidé, por ser esos seres tan maravillosos que en todo momento confiaron en mí y que con su amor, cariño y comprensión me han impulsado siempre hacia adelante, enseñándome que los tropiezos y caídas son parte necesarias en la vida que de ellos aprendemos para ser cada día mas fuertes, emprendedores y luchadores.

A mi súper abuela fermina por siempre consentirme, mimarme y ser la mejor abuela del mundo. Abuela esto es para ti con todo mi amor.

A mis hermanos Leoangel y Angelaide por ser mis guías, mis ejemplos a seguir y apoyarme en todo momento. Sobre todo a ti hermanita porque siempre me diste el apoyo para que siguiera mi carrera, los adoro.

A una personita muy especial, el consentido de la casa, no podía faltar mi Sebastián José el sobrino más lindo del mundo. Para que cuando crezca siga el ejemplo de su papi y sus tías. Te amo papi dios te bendiga y te haga un hombre de bien.

A toda mi familia por darme el cariño que siempre me han dado. Son parte fundamental en mi desarrollo como persona. Se les quiere.

A todos mis amigos del departamento de electricidad, y de otros departamentos por acompañarme en este camino de formación universitaria.

A todos mis amigos, compañeros de rumba, de truco, que siempre estuvieron pendiente de mí en este largo camino y que de una u otra forma me acompañaron al logro de esta meta y me brindaron su amistad incondicional.

A mis comadres, compadres y mis ahijado. Con todo cariño para ustedes.

“Y como dice mi amiga Aluska. Para aquellos que creen en algo sin haberlo visto.”

**Con todo mi gran cariño, Aprecio y Amor. Esto es para ustedes.**

**Mariangel Rodríguez**

**(La Negra)**

## **AGRADECIMIENT**

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mi recuerdo y en el corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegan a leer estas líneas quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Primeramente Gracias a Dios, que me diste la oportunidad de vivir llenándome de tu fe, fortaleza, salud y esperanza para terminar este trabajo y por regalarme una familia maravillosa.

A mis padres quienes me enseñaron desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes. Los Amo.

A mi querida hermana Angelaide porque más que una hermana, mi mejor amiga, mi segunda mama, mi ejemplo a seguir. En fin mi todo. Gracias a ti porque fuiste el pilar fundamental para mi desarrollo como persona y en el logro de esta meta. TE ADORO.

A la Universidad de oriente y a todo el personal del departamento de electricidad que de una u otra forma me brindaron su apoyo, amistad, cariño a lo largo de mi formación universitaria. De verdad mil Gracias.

A mis Maestros y Profesores por haberme proporcionado los conocimientos y las herramientas esenciales para formarme como profesional.

. En especial a los Profesores Santiago Escalante, Enrique Serrano, Pedro López, Eulogio Hernández, Pedro Rodríguez, Luis Suarez y a la Profesora Margarita Heraoui. No tengo palabras para agradecerles..

A Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (PDVSA), San tome. Por brindarme la oportunidad de realizar mis pasantías industriales. En especial al señor Eligio Martínez por su apoyo incondicional y a todo el personal de la gerencia de DIS por hacer grata mi estadía.

A mi tutor Industrial Orlando Sánchez gracias por el apoyo prestado.

A mi tutor Académico, Eulogio Hernández, por todas sus orientaciones, consejos y su paciencia. Muchas Gracias.

De Igual manera gracias a los ingenieros Julio flores, Eudes Gutiérrez, Orangel Rojas, por compartir sus conocimientos conmigo.

Quiero agradecer de manera especial al personal de taller de radio, Hugo, Erich, Torrealba, El señor Víctor samán por toda la colaboración que me prestaron en el desarrollo de mi proyecto de tesis. Mil gracias.

Mención especial para El ingeniero José Castellano, por su dedicación, paciencia, cariño y su importante aporte en la realización de este trabajo, de verdad no me alcanzara la vida para agradecerte. Se te QUIERE Y APRECIA MUCHO.

Al personal de posgrado de ingeniera eléctrica, Sobre todo mis amigos Luis Humberto y Laurita. Sin ustedes el triunfo no sería completo. Gracias y nuevamente Gracias. Los quiero.



No podían faltar unas personas súper especiales, a las cuales quiero y aprecio mucho y estoy totalmente agradecida por brindarme su hogar, hacerme parte de su familias y sus vidas, Brindándome su amor y su cariño incondicional. Ellos son el Señor Miguel Gutiérrez, Magalis Lugo de Gutiérrez y Miguel Ángel Gutiérrez. Los QUIERO GRANDOTE.

Gracias a todas aquellas personas que pusieron un granito de arena para que yo lograra mi carrera, como lo son el señor Héctor Lares, Carme angélica (Carmencita) Muchas gracias.

A mis Patitos (de cariño) Sorangel Lugo, Carolina Aguilera, Orlando Tineo y a mis amigas: Mariu Diluca, Mafer Febres por siempre estar conmigo y brindarme su apoyo incondicional y por formar parte de mi vida. Y que a pesar del tiempo que pasamos sin vernos, nuestra amistad ha perdurado. Los quiero.

A todos mis amigos y compañeros de clases. Hay dios mío aquí me llavera unas 2 hojas mas. Pero en especial a: Juan F León, Neyfi León, Diegmar Tocuyo, Nelsis Gil, Carlos Dos Santos, Julio Velázquez, Eduardo Díaz, José Díaz, Reivis Valdivieso, Jesús Franco, Jesús Lara, Ángela Giménez, José Ortiz, Zailus Gómez, María Toledo, Vicente Toledo, Martha Hernández, María León, Ángel Guaragua, Ronmer Cedeño, Eimmy Mendoza, Antonio García, Luis Valera, Daniel Indriago, Johan Araguallan, Joel Ramos, Ayleen Gonzales, Nelson Sánchez, Luis Cedeño, Cesar Rengel, Pedro Bello, Javier Sandoval, Carlos marquez, Luis Perez, Adolf Maier, José Barreto, Carlos Salazar, Alexdys Muziote, Miladis Castro, Ángel Prado, Losimar Silva, Luis Adolfo Brito. Si en estos momentos olvido alguno también gracias. Que dios los llene con todos los éxitos y bendiciones.

*Mariangel Rodríguez Zabala*



# CONTENIDO

RESOLUCIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VII
CONTENIDO.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>17</b>
<b>EL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.2.1. <i>Objetivos Especificos.</i> .....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.4. IMPORTANCIA.....	20
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1. COMUNICACIÓN DE DATOS.....	21
2.2. TRANSMISIÓN DE DATOS.....	21
2.2.1. <i>Entrega.</i> .....	22
2.2.2. <i>Exactitud.</i> .....	22
2.2.3. <i>Puntualidad.</i> .....	22
2.2.4. <i>Retardo variable.</i> .....	22
2.3. FORMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	22
2.3.1. <i>Transmisión de datos paralelo.</i> .....	23
2.3.2. <i>Transmisión de datos serie.</i> .....	23
2.4. MÓDEMS DE DATOS Y SU FUNCIONAMIENTO.....	24
2.5. TIPOS DE MODEMS.....	25
2.5.1. <i>Módems Sincrónicos.</i> .....	26
2.5.2. <i>Módems Asincrónicos.</i> .....	26
2.6. MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	27
2.6.1. <i>Simplex.</i> .....	27
2.6.2. <i>Half duplex.</i> .....	27
2.6.3. <i>Full duplex.</i> .....	28
2.6.4. <i>Full/Full duplex.</i> .....	29
2.7. REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	29
2.8. INTRODUCCIÓN A LAS REDES.....	30
2.9. VENTAJAS DEL USO DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	31

2.10. SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIÓN.....	32
2.11. REDES DE COMUNICACIONES.....	32
2.11.1. Red de Área Local.....	32
2.11.2. Características de una red LAN.....	33
2.11.3. Ventajas de una Red de Área Local.....	33
2.12. TOPOLOGÍA DE COMUNICACIONES.....	34
2.12.1. Topología física.....	34
2.12.2. Topología de Bus.....	34
2.12.3. Topología de Anillo.....	35
2.12.4. Topología en Estrella.....	35
2.12.5. Topología Jerárquica.....	36
2.12.6. Topología de Malla.....	36
2.12.7. Topología lógica.....	36
2.12.8. Topología Broadcast.....	37
2.12.9. Topología Transmisión Tokens.....	37
2.13. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	37
2.14. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	39
2.15. ESPECTRO LUMINOSO.....	39
2.16. PRINCIPIOS DE PROPAGACIÓN ÓPTICA.....	40
2.16.1. Índice de Refracción.....	40
2.16.2. Índice de Refracción Efectivo.....	41
2.17. ÁNGULO DE INCIDENCIA (LEY DE SNELL).....	42
2.18. APERTURA NUMÉRICA.....	43
2.19. FIBRA ÓPTICA.....	44
2.19.1. Principio de funcionamiento.....	44
2.19.2. Las fibras Óptica se distinguen:.....	48
2.19.3. Características de la Fibra Óptica.....	49
2.19.4. Características Mecánicas.....	49
2.20. TIPOS DE CABLES ÓPTICOS.....	50
2.21. MARCO LEGAL.....	54
2.21.1. Normas Aplicables:.....	54
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>62</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>62</b>
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	62
3.2. VARIABLES PARA LA INVESTIGACIÓN.....	64
3.3. EL PROBLEMA.....	65
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>66</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ENTRE EL DISTRITO SAN TOMÉ Y EL CENTRO OPERATIVO DACIÓN.....</b>	<b>66</b>
4.1 EVALUACION DE LA RED EXISTENTE.....	66
4.2 SITUACIÓN DE LOS MEDIOS DE INTERCONEXIONES DE LA RED EXISTENTE.....	66
4.2.1 Centro operativo Dación / Dación estación de producción Oeste.....	66
4.2.2 Centro Operativo Dación / Dación estación de Producción Este.....	67
4.2.3 San Tome / Centro Operativo Dación.....	69
4.3 EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES PARA LA RED PROPUESTA.....	71
4.4 UNIDADES DE INTERFAZ JUNGLEMUX.....	75

4.4.1	Unidades 2W FXO y 2W FXS.....	75
4.4.2	Unidad DATA-LS.....	76
4.4.3	Unidad HS DATA.....	76
4.4.4	Unidades JIF DSI y Quad DSI.....	77
4.4.5	Unidad JIF-EI.....	77
4.4.6	Unidad JIF-Ether.....	78
4.4.7	Unidad JIF Share.....	80
4.5	EQUIPAMIENTO SHELF UNIT (86401-01).....	81
4.5.1	Características físicas.....	82
4.5.2	Características eléctricas.....	82
4.5.3	Medio ambiente.....	82
4.6	ESTUDIO TÉCNICO.....	83
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>.....</b>	<b>97</b>
<b>RESULTADOS Y ANALISIS</b>	<b>.....</b>	<b>97</b>
5.1	ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	97
5.2	ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	101
5.3	CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	102
5.4	SINCRONIZACIÓN.....	103
5.5	PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y DE LA RED.....	103
5.6	CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN.....	104
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>.....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>.....</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA</b>	<b>.....</b>	<b>111</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL</b>	<b>.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>114</b>
ANEXO A	.....	115
ANEXO B	.....	116
ANEXO C	.....	117
ANEXO D	.....	118
ANEXO F	.....	119
ANEXO G	.....	120
ANEXO H	.....	121
<b>METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:</b>	<b>.....</b>	<b>1</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Transmisión Paralela.....	23
Figura 2.2. Transmisión Serie.....	24
Figura 2.3. Modo De Transmisión Simplex.....	27
Figura 2.4. Modo De Transmisión Half Duplex.....	28
Figura 2.5. Modo De Transmisión Full Duplex.....	29
Figura 2.6. Red Sencilla.....	30
Figura 2.7. Topología De Bus.....	34
Figura 2.8. Topología De Anillo.....	35
Figura 2.9. Topología En Estrella.....	35
Figura 2.10. Topología De Malla.....	36
Figura 2.11. Espectro De Frecuencias De La Luz.....	40
Figura 2.12. Refracción De La Luz En La Interfaz Entre Dos Medios Con Diferentes Índices De Refracción ( $N_2 > N_1$ ).....	41
Figura 2.13. Ángulo De Incidencia En La Ley De Snell.....	43
Figura 2.14. Sección Longitudinal De La Fibra Óptica.....	45
Figura 2.15 Partes De La Fibra Óptica.....	46
Figura 2.16. Fibra Óptica.....	47
Figura 2.17. Fibra Óptica Multimodo Y Fibra Óptica Monomodo.....	48
Figura 2.18. Tipos De Cables Ópticos. ....	52
Figura 2.19. Tipos De Cables Ópticos.....	53
Figura 4.1 Nodos Y Transceivers C.O.D/ DEPO.....	67
Figura 4.2 Radio Orinoco.....	68
Figura 4.3 Diagrama De Telecomunicación De Dación.....	69
Figura 4.4 Diagrama De Telecomunicación San Tome / Dación.....	70
Figura 4.5 Western Multiplex, Radio Modelo Tsunami.....	71
Figura 4.6 Diagrama De Bloques Funcionales Del Sistema Junglemux.....	74
Figura 4.7 Hs Data Unit De La Jmux.....	77
Figura 4.8 Unidad JIF-Ether De La JMUX.....	79
Figura 4.9 Módulos De La JMUX.....	81
Figura 4.10.Patch Paneles De Centro Operativo Dación.....	83
Figura 4.11 Descripción De Patch Paneles Del Centro Operativo Dación.....	84
Figura 4.12 Equipos Del Sistema Del Centro Operativo Dación- Despacho.....	85
Figura 4.13 Planta DEPO.....	87
Figura 4.14 Caja De Empalme Y Patch Panel De Sub-Estación Eléctrica De DEPO....	88
Figura 4.15 Patch Panel S/E DEPO.....	88
Figura 4.16 Planta (DEPE).....	89
Figura 4.17 Caja De Empalme Y Patch Panel DEPE.....	90
Figura 4.18 Patch Panel S/E De DEPE.....	90
Figura 4.19 Método De Zanjado En Asfalto.....	92
Figura 4.20 Método Del Arado.....	92
Figura 4.21 Pigtailes De Fibra Óptica Monomodo.....	94

<b>Figura 4.22 Manga Para Empalme De Fusión.....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 5.1 Arquitectura Del Sistema Existente.....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 5.2 Enlace E Interconexión Entre La Estaciones DEPO-DEPE-COD-San Tom.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 5.3 Vista Satelital.....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 5.4 Protección De Los Equipos De Red.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 5.5 Vista De Las Estaciones Asociadas Al Proyecto.....</b>	<b>105</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla N° 2.1 Rangos de Ondas Electromagnéticas.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 3.1 Variables Dependiente e Independiente de la Investigación.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 4.1 Medios de Transmisión y Dispositivos de COD-DESPACHO.....</b>	<b>86</b>



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de la telecomunicaciones se encuentra en su máximo apogeo; ninguna persona conoce con certeza, cual puede ser el límite de la evolución que hoy en día se está suscitando en los centros de investigación, en las universidades, en los departamentos de defensas de los diferentes países, o tal vez en el hogar de algún entusiasta de las nuevas tecnologías.

El mercado de las telecomunicaciones exige seguridad, integridad, confianza y eficiencia en los servicios y equipos; motivado a estas necesidades, diariamente sale al mercado un producto nuevo, una nueva forma de hacer las cosas, una propuesta o simplemente una idea de cómo mejorara estos servicios.

Es por ello, que la mayoría de las instituciones han ido evolucionando de alguna u otra manera, las cuales se han identificado cada vez más con el avance de la tecnología. Este desarrollo ha tenido gran impacto en todos los ámbitos, sobretodo en el área de la informática, electrónica y telecomunicaciones, donde el uso de sistemas de comunicaciones son cada vez más imprescindibles para poder supervisar y controlar las actividades y procesos de cualquier institución o empresa.

Los sistemas de comunicaciones también han ido mejorando conjuntamente con todos estos nuevo avances tecnológicos, es por ellos que el presente trabajo se basa en la implantación de un sistema de comunicaciones ópticas que permite grandes beneficios en cuanto a velocidad de transmisión y ancho de banda se refiere.

Anteriormente, cuando se necesitaba un medio de transmisión de gran capacidad de tráfico se acudía a la instalación de un cable coaxial o a un radio enlace de mayor capacidad. Al aumentar el número de enlaces necesarios por demanda de

tráfico, se requería un mayor ancho de banda del portador, lo que a su vez, exigía el empleo de frecuencias cada vez más altas, y en consecuencia, más repetidores a causa del incremento de la atenuación de las señales en dichas frecuencias.

Con la aparición de la Fibra Óptica, muchos de éstos problemas se solventaron al emplear equipos opto-electrónicos que permiten comunicaciones a elevadas frecuencias y largas distancias por más de 25 Km sin necesidad de regenerar la señal tan seguidamente.

A lo largo del texto, se explica de manera detallada las actividades realizadas en la pasantía industrial larga; así como también, la forma cómo fue posible desarrollar esta propuesta y los resultados obtenidos en la misma.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (PDVSA) Exploración y Producción lleva a cabo sus actividades en varias regiones del país, tanto orientales como occidentales, entre estas funciona el Distrito San Tomé, el cual pertenece al oriente del país, ubicado en el Municipio Freites en la región Centro - Sur del Estado Anzoátegui, abarcando parte de la región Sur del Estado Guárico y parte de Monagas.

Actualmente cuenta con un campo petrolero donde se ubican las oficinas administrativas y operacionales, con un alto grado de importancia ya que es uno de los principales distritos petroleros que da soporte y atiende los requerimientos de la región Guayana.

San Tome está dividido en diferentes gerencias, una de ellas es la Gerencia de AIT (Automatización, Informática y Telecomunicaciones), la cual está orientada hacia la adaptación y aplicación de tecnologías con la finalidad de aumentar la productividad, disminuir los costos operacionales, mejorar la calidad de los productos, reducir el impacto ambiental de los diferentes proyectos que se acometen dentro del plan de negocios, garantizar continuidad operativa de los procesos, entre otras.

La gerencia de AIT, específicamente la Superintendencia de Proyectos (DIS), es la encargada de definir e implantar soluciones integrales de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT) eficientes y eficaces en términos de costo y

oportunidad para satisfacer necesidades de PDVSA y la Nación, que apalanquen las metas y objetivos de PDVSA cumpliendo con lineamientos, estándares y normas nacionales e internacionales adoptadas por la corporación.

Actualmente AIT Distrito San Tomé es el encargado de dar servicios de Automatización, Informática, Telecomunicaciones a las diferentes estaciones, para ello utiliza tanto la fibra óptica, como enlaces alámbricos e inalámbricos como medio de transmisión. Cada una de las estaciones a las cuales San Tomé le suministra servicio, se encuentran dentro de un anillo cuya filosofía de operación es redundante, por lo tanto posee dos caminos para transmitir y recibir información, en este caso, el departamento de Mantenimiento de la plataforma de AIT en busca de mejorar las comunicaciones con los centros operativos de producción, requiere de la instalación de un nuevo tramo de fibra Óptica de 6km subterránea, con una gran velocidad y con suficiente ancho de banda que le permita la conexión del Centro Operativo Dación y el Edificio AIT San Tome, para integrarlas a la red de fibra existente y así darle mayor robustez a la plataforma de comunicación y monitorear la producción del Centro Operativo Dación (C.O.D.) desde la estación base de San Tomé (STM).

Actualmente en las estaciones involucradas existe comunicación mediante los enlaces de microondas del sistema TSUNAMI (2.4Ghz), sin embargo, estos enlaces de radio se encuentran en estado de obsolescencia no ofrecen suficiente ancho de banda y se ven seriamente afectados por las condiciones climáticas, especialmente en los meses, donde las precipitaciones y la humedad afectan al medio de transmisión que en este caso es el espacio libre; por ello, surgió la necesidad de establecer nuevas rutas de comunicación que aseguren la interconexión de las estaciones, y además, que permita el enlace con otras estaciones para así poder brindar mayor redundancia al sistema en caso de que ocurra alguna falla en la red.

Para poder establecer ésta solución, es necesario realizar un enlace de fibra óptica donde se especifiquen todas las características del enlace, tanto a nivel físico de materiales y equipos, cómo a nivel lógico donde se describa la estructura de conexión, la tecnología y los protocolos de comunicación a utilizar.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL.**

Proponer la adecuación de la plataforma de comunicación y transporte de datos entre el Centro Operativo Dación y el Edificio AIT PDVSA Distrito San Tomé.

### **1.2.1. Objetivos Específicos.**

1. Describir la infraestructura de comunicación, la red de fibra óptica y los servicios ofrecidos a través de ella en las subestaciones eléctricas y centros operativos de la empresa.
2. Estudiar los protocolos de comunicaciones ópticas y todas las características técnicas de los enlaces de fibra utilizados en la red de transporte de PDVSA distrito San Tomé.
3. Especificar el equipamiento electrónico de los nodos ópticos tomando en cuenta la plataforma de la red de fibra óptica ya existente en la empresa.
4. Proponer la nueva plataforma de comunicaciones, especificando el medio de transporte, el tipo de tecnología a emplear, rutas y el método constructivo para su futura implantación.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

La ingeniería de telecomunicaciones de PDVSA, dentro de su organización a nivel operativo, plantea la reestructuración y el diseño de enlaces con fibra óptica para nuevos tramos que sustituyan los enlaces de microondas existentes, ampliando la plataforma de comunicaciones actual; en el marco de este desarrollo se plantea la ejecución de un nuevo tramo en las áreas San Tomé - Campo Dación, que permita adecuar la red de anillo que posee actualmente la empresa y brindar comunicación en las estaciones San Tomé y Dación, ofreciendo en dichas estaciones una mayor capacidad en los servicios de telecomunicaciones, acompañado con una mayor disponibilidad y eficiencia del sistema. Esta nueva ruta de Fibra Óptica permitirá descongestionar la Subestación Eléctrica Guara Oeste, que es un sitio de convergencia estratégica de los servicios de Telecomunicaciones del Distrito San Tomé, y además permite la creación de un nuevo anillo real hacia la fibra del SEO (Sistema Eléctrico Oriente) a través de la conexión existente de la fibra DEPE/DEPO que pertenecen al campo Dación.

### **1.4. IMPORTANCIA.**

La puesta en servicio de éste enlace permite eliminar o crear una vía alterna al radio enlace digital existente actualmente, lo que significa tener redundancia en el sistema de comunicación de la empresa, ofreciendo mayores capacidades en cuanto a velocidades de transferencia y ancho de banda se refiere para así facilitar los servicios de telecomunicaciones entre San Tomé y el C.O.D.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. COMUNICACIÓN DE DATOS.**

Es el proceso de comunicar información en forma binaria entre dos o más puntos.

#### **2.2. TRANSMISIÓN DE DATOS.**

Cuando nos comunicamos, estamos compartiendo información. Esta compartición puede ser local o remota. Entre los individuos, las comunicaciones locales se producen habitualmente cara a cara, mientras que las comunicaciones remotas tienen lugar a través de la distancia. El término telecomunicación, que incluye telefonía, telegrafía y televisión, significa comunicación a distancia (tele significa lejos en griego). La palabra datos se refiere a hechos, conceptos e instrucciones presentados en cualquier formato acordado entre las partes que crean y utilizan dichos datos.

La transmisión de datos es el intercambio de datos entre dos dispositivos a través de alguna forma de medio de transmisión, como un cable. Para que la transmisión de datos sea posible, los dispositivos de comunicación deben ser parte de un sistema de comunicación formado por hardware (equipo físico) y software (programas). La efectividad del sistema de comunicación de datos depende de cuatro características fundamentales: entrega, exactitud, puntualidad y retardo variable.

### **2.2.1. Entrega.**

El sistema debe entregar los datos en el destino correcto. Los datos deben ser recibidos por el dispositivo o usuario adecuado y solamente por ese dispositivo o usuario.

### **2.2.2. Exactitud.**

El sistema debe entregar los datos con exactitud. Los datos que se alteran en la transmisión son incorrectos y no se pueden utilizar.

### **2.2.3. Puntualidad.**

El sistema debe entregar los datos con puntualidad. Los datos entregados tarde son inútiles. En el caso del vídeo, el audio y la voz, la entrega puntual significa entregar los datos a medida que se producen, en el mismo orden en que se producen y sin un retraso significativo. Este tipo de entregas se llama transmisión en tiempo real.

### **2.2.4. Retardo variable.**

Se refiere a la variación en el tiempo de llegada de los paquetes. Es el retraso inesperado en la entrega de paquetes de audio o vídeo.

## **2.3. FORMAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.**

Existen dos maneras para la transmisión de datos estas son:



### 2.3.1. Transmisión de datos paralelo.

Los datos binarios, formados por unos y ceros, se pueden organizar en grupos de  $n$  bits cada uno. Las computadoras producen y consumen datos en grupos de bits de forma similar a como se conciben y usan las palabras, y no las letras, en el lenguaje hablado. Agrupando los datos, se pueden enviar  $n$  bits al mismo tiempo en lugar de uno solo. Esto se denomina transmisión paralela.

La ventaja de la transmisión paralela es la velocidad. Aunque todo sea igual, la transmisión paralela puede incrementar la velocidad de transferencia en un factor de  $n$  sobre la transmisión serie. Sin embargo, hay una desventaja significativa: el coste. La transmisión paralela requiere  $n$  líneas de comunicación (los hilos del ejemplo) para transmitir el flujo de datos. Debido a que esto es caro, el uso de la transmisión paralela se limita habitualmente a distancias cortas. La transmisión de datos paralela se muestra en la figura 2.1.

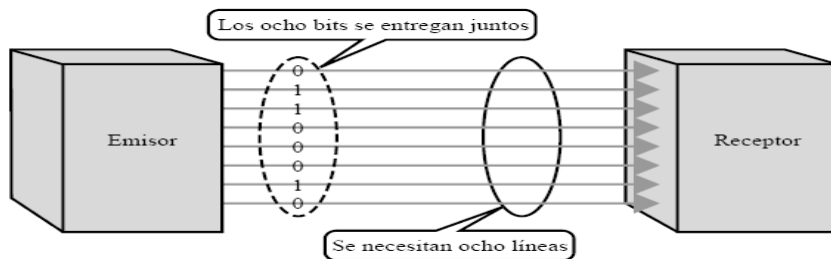


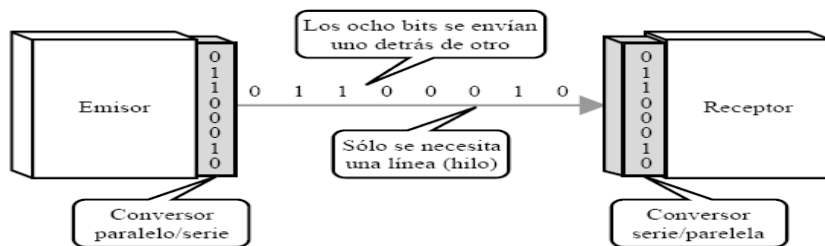
Figura 2.1. Transmisión Paralela.

### 2.3.2. Transmisión de datos serie.

En la transmisión serie un bit sigue a otro, por lo que solamente se necesita un canal de comunicación, en lugar de  $n$ , para transmitir datos entre dos dispositivos. La ventaja de la transmisión serie sobre la transmisión paralela es que, al tener un único

canal de comunicación, la transmisión serie reduce el coste de transmisión sobre la paralela en un factor de  $n$ .

Puesto que la comunicación dentro de los dispositivos es paralela, es necesario usar dispositivos de conversión en la interfaz entre el emisor y la línea (paralelo a serie) y entre la línea y el receptor (serie a paralelo). La transmisión de datos serie se muestra en la figura 2.2.



**Figura 2.2. Transmisión Serie.**

## 2.4. MÓDEMS DE DATOS Y SU FUNCIONAMIENTO.

Un módem es un dispositivo programable, en el sentido de que puede adaptarse a diversas modalidades de transmisión; tanto la velocidad como los bits de datos, paridad, etc.

Para esto disponen de dos modos o estados de operación; el de control y el de comunicación. En el primer caso el módem recibe señales que actúan como órdenes para configurar las características de transmisión o realizar determinadas tareas; en el segundo las señales son enviadas a la línea telefónica.

La información que maneja el ordenador es digital, es decir, está compuesta por un conjunto discreto de dos valores: el 1 y el 0. Sin embargo, por las limitaciones

físicas de las líneas de transmisión no es posible enviar información digital a través de un circuito telefónico.

Para poder utilizar las líneas de teléfono (y en general cualquier línea de transmisión) para el envío de información entre ordenadores digitales, es necesario un proceso de transformación de la información. Durante este proceso la información se adecua para ser transportada por el canal de comunicación. Este proceso se conoce como modulación-demodulación y es el que se realiza en el módem.

El propósito principal del modem de datos es la interfase del equipo de Terminal digital a un canal de comunicación analógica. El modem de datos también se llama DCE, conjunto de datos, teléfonos de datos, o simplemente un modem. Del lado de transmisión, el modem convierte pulsos digitales de la interface serial a señales analógicas, y por el lado de recepción, el modem convierte las señales analógicas a pulsos digitales. Los módems se clasifican generalmente como sincrónicos y asincrónicos y utilizan modulación FSK, PSK o QAM. Con los módems sincrónicos la información de sincronización se recupera en el módem de recepción; con los módems asincrónicos, no. Los modems asíncronos utilizan modulación FSK y son restringidos a aplicaciones de baja velocidad (menor a 1200 bps). Los Modems sincronos utilizan modulación PSK o QAM y se usan para las aplicaciones de mediana velocidad (2400 a 4800 bps) y alta velocidad (9600 bps).

## **2.5. TIPOS DE MODEMS.**

Existen dos tipos de moduladores-demoduladores para la comunicación de datos las cuales son:

### **2.5.1. Módems Sincrónicos.**

Sincrónico significa que los datos son acompañados por una señal de reloj. Los datos sincrónicos son siempre agrupados en bloques y es responsabilidad de la fuente de los datos ensamblar esos bloques dentro de tramas y agregar bits extras para detectar y/o corregir errores de acuerdo a alguno de los muchos protocolos existentes (BISYNC, SDLC, HDLC, etc.).

Estos tipos de módems son usados para la transmisión de datos de velocidad mediana y alta. El reloj de transmisión se recupera de los datos y se usa para sintonizar los datos recibidos en el DTE. Debido a los circuitos de recuperación de reloj y portadora, un módem síncrono es más complicado y, por lo tanto más caro que su contraparte asincrónica.

### **2.5.2. Módems Asincrónicos.**

Los módems asincrónicos no están acompañados por ningún tipo de reloj y para prevenir el deslizamiento (slipping) de datos debido a la diferencia entre los relojes de los módems, los datos se agrupan en bloques muy pequeños (caracteres) con bits de entramado (bits de arranque y parada); el más común de los códigos usados es 7 bits definido por ANSI con paridad par; este es un sub-set del alfabeto internacional numero 5, definido por el CCITT en la recomendación V.3.

Estos módems son usados principalmente para los circuitos de baja velocidad. Hay varios diseños de módem estándares, comúnmente usados para la transmisión de datos asíncronos. Para la operación half duplex utilizando la red de dos hilos u operación de full duplex con un circuito de línea privada de cuatro hilos.

## 2.6. MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

### 2.6.1. Simplex.

En el modo simplex, la comunicación es unidireccional, como en una calle de sentido único. Solamente una de las dos estaciones de enlace puede transmitir; la otra sólo puede recibir.

Los teclados y los monitores tradicionales son ejemplos de dispositivos simplex. El teclado solamente puede introducir datos; el monitor solamente puede aceptar datos de salida. El modo simplex puede usar toda la capacidad del canal para enviar datos en una dirección. En la figura 2.3 se muestra el modo de transmisión simplex.

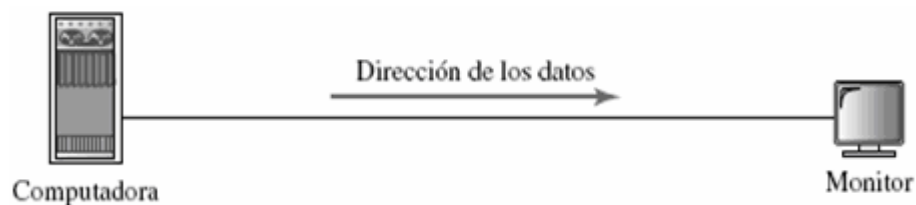


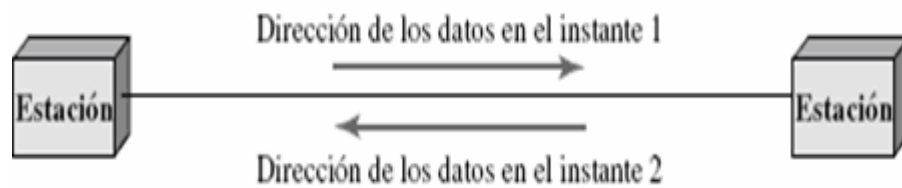
Figura 2.3. Modo de transmisión Simplex.

### 2.6.2. Half duplex.

En el modo semiduplex, cada estación puede tanto enviar como recibir, pero no al mismo tiempo. Cuando un dispositivo está enviando, el otro sólo puede recibir, y viceversa.

El modo semiduplex es similar a una calle con un único carril y tráfico en dos direcciones. Mientras los coches viajan en una dirección, los coches que van en sentido contrario deben esperar. En la transmisión semiduplex, la capacidad total del canal es

usada por aquel de los dos dispositivos que está transmitiendo. Los walkie-talkies y los radios CB (Citizen 's Band) son ejemplos de sistemas semiduplex. El modo semiduplex se usa en aquellos casos en que la comunicación en ambos sentidos simultáneamente no es necesaria; toda la capacidad del canal se puede usar en cada dirección. En la figura 2.4 se muestra el modo half duplex.



**Figura 2.4. Modo de transmisión Half Duplex.**

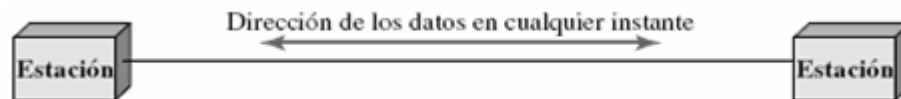
### **2.6.3. Full duplex.**

En el modo full-duplex (también llamado duplex), ambas estaciones pueden enviar y recibir simultáneamente.

El modo full-duplex es como una calle de dos sentidos con tráfico que fluye en ambas direcciones al mismo tiempo. En el modo full-duplex, las señales que van en cualquier dirección deben compartir la capacidad del enlace. Esta compartición puede ocurrir de dos formas: o bien el enlace debe contener caminos de transmisión físicamente separados, uno para enviar y otro para recibir, o es necesario dividir la capacidad del canal entre las señales que viajan en direcciones opuestas.

Un ejemplo habitual de comunicación full-duplex es la red telefónica. Cuando dos personas están hablando por teléfono, ambas pueden hablar y recibir al mismo tiempo.

El modo full-duplex se usa en aquellos casos en que la comunicación en ambos sentidos simultáneamente es necesaria. Sin embargo, la capacidad del canal debe dividirse entre ambas direcciones. En la figura 2.5 se puede apreciar la el modo de transmisión full duplex.



**Figura 2.5. Modo de transmisión Full Duplex.**

#### **2.6.4. Full/Full duplex.**

Con una operación full/full duplex, es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre las mismas dos ubicaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo) las transmisiones full/full duplex se utilizan casi exclusivamente con circuitos de comunicaciones de datos.

### **2.7. REDES DE TELECOMUNICACIONES.**

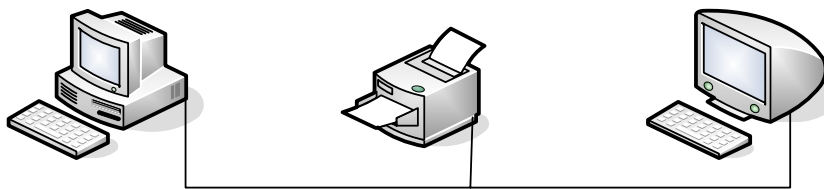
Un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones.

En lo sucesivo se denominará "red de telecomunicaciones" a la infraestructura encargada del transporte de la información, también se puede definir como un sistema en el que se conectan entre sí varios equipos independientes para compartir datos y periféricos, como discos duros e impresoras.

En la definición, la palabra clave es “compartir”. El propósito de las redes de telecomunicaciones es compartir. La capacidad de compartir información de forma eficiente es lo que le da a las redes telecomunicaciones su potencia y atractivo.

## 2.8. INTRODUCCIÓN A LAS REDES.

En su nivel más elemental, una red consiste en dos equipos conectados entre sí con un cable que les permite compartir datos, ver figura 2.6. Todas las redes de equipos, independientemente de su nivel de sofisticación, surgen de este sistema tan simple.



**Figura 2.6. Red Sencilla.**

Las redes de Telecomunicaciones surgen como respuesta a la necesidad de compartir datos de forma rápida. Los equipos personales son herramientas potentes que pueden procesar y manipular rápidamente grandes cantidades de datos, pero no permiten que los usuarios compartan los datos de forma eficiente. Antes de la aparición de las redes, los usuarios necesitaban imprimir sus documentos o copiar los archivos de documentos en un disco para que otras personas pudieran editarlos o utilizarlos. Si otras personas realizaban modificaciones en el documento, no existía un método fácil para combinar los cambios. A este sistema se le llamaba, y se le sigue llamando, “trabajo en un entorno independiente”.



## **2.9. VENTAJAS DEL USO DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES.**

Con la disponibilidad y la potencia de los equipos personales actuales, las ventajas del uso de las redes de telecomunicaciones son las siguientes: las redes aumentan la eficiencia y reducen los costos. Las redes de equipos alcanzan estos objetivos de tres formas principales:

- Compartiendo información (o datos).
- Compartiendo hardware y software.
- Centralizando la administración y el soporte.

De forma más específica, los equipos que forman parte de una red pueden compartir:

- Documentos (informes, hojas de cálculo, facturas, etc.)
- Mensajes de correo electrónico.
- Software de tratamiento de textos.
- Software de seguimiento de proyectos.
- Ilustraciones, fotografías, vídeos y archivos de audio.
- Transmisiones de audio y vídeo en directo.
- Impresoras.
- Faxes.
- Módems.
- Unidades de CD-ROM y otras unidades removibles, como unidades Zip y Jaz.
- Discos duros.

## **2.10. SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIÓN.**

El objetivo fundamental es el de transferir datos de un lugar a otro, por lo tanto se encargan de la supervisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos, la fuente original puede estar en forma analógica (continua) o en forma digital (discreta). Ambas formas, digital o analógica se deben convertir en energía electromagnética antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones.

## **2.11. REDES DE COMUNICACIONES.**

### **2.11.1. Red de Área Local.**

Es un sistema de comunicaciones constituidos por hardware (cableado, terminales, servidores, etc.) y un software (acceso al medio, gestión de recursos, intercomunicación, etc.), que se distribuyen por una extensión limitada, planta, edificio o grupos de edificio, en la que existe una serie de recursos compatibles (discos, impresoras, base de datos), a los que tienen acceso los usuarios para compartir información de trabajo.

La interconexión de LAN/LAN o de LAN /WAN, se realiza por medio de repetidores (repeaters), puentes (bridges), encaminadores (routers) con un retardo muy bajo para alcanzar segmentos de una red, en cuyo caso se dispone de todo el ancho de banda entre los dos elementos puestos en comunicación.

Según el comité IEEE 802, una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones se restringen a un área geográfica limitada, y pueden

depender de un canal físico de comunicaciones con una velocidad binaria alta presentando una reducida tasa de errores.

### **2.11.2. Características de una red LAN.**

- Velocidad de transmisión de los datos dentro de una red local es elevada (desde 1Mbits/s hasta 1Gbits/s, o incluso superior).
- La tasa de error de transmisión de los bits es despreciable (del orden de 1 bit erróneo por cada 100 millones de bits transmitidos, es decir una tasa de error máxima o VER de  $10^{-8}$ ).
- La gestión de una LAN, una vez instalada, y la de los recursos informáticos conectados corresponde hacerla a su propietario o conectarla a un tercero.

### **2.11.3. Ventajas de una Red de Área Local.**

Son numerosas las ventajas que ofrecen la conexión en red local, a continuación se destacan las más importantes:

- Mantener la base de datos actualizadas instantáneamente y accesibles desde diferentes puntos.
- Facilitar la transferencia de archivos entre miembros de un grupo de trabajo.
- Compartir periféricos (impresoras láser, plotters, discos ópticos, etc).
- Disminuir los costos de software comprando licencias de usos múltiples en vez de muchas individuales.
- Facilitar la copia de respaldo de los datos.
- Comunicarse con otras redes bridges y routers.
- Mantener usuarios remotos vía módem.

## 2.12. TOPOLOGÍA DE COMUNICACIONES.

La topología de red define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios. La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios para enviar datos.

### 2.12.1. Topología física.

Las más comúnmente usadas son las siguientes:

### 2.12.2. Topología de Bus.

Una topología de bus usa un solo cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone, como se muestra en la figura 2.7.

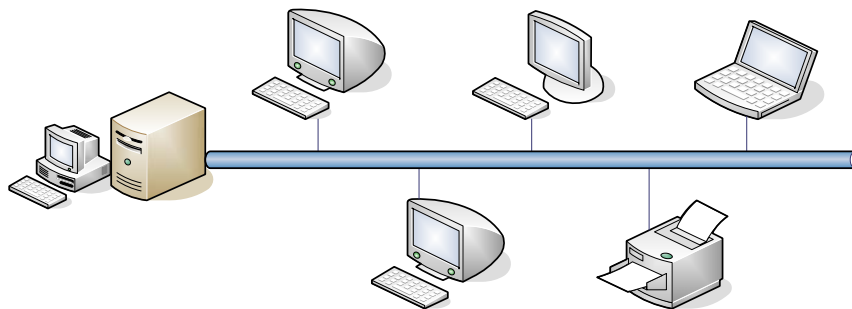


Figura 2.7. Topología de bus.

### 2.12.3. Topología de Anillo.

La topología de anillo conecta un host con el siguiente y al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable, como se muestra en la figura 2.8.

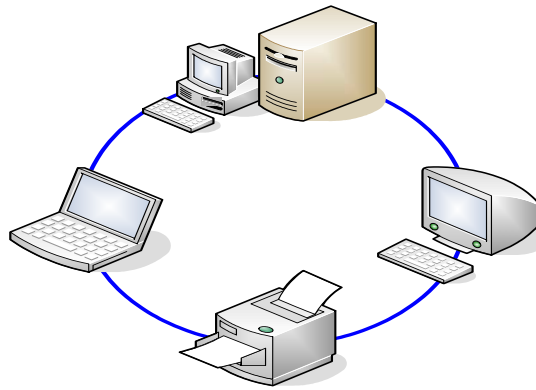


Figura 2.8. Topología de Anillo.

### 2.12.4. Topología en Estrella.

La topología en estrella conecta todos los cables con un punto central de concentración. (ver figura 2.9)

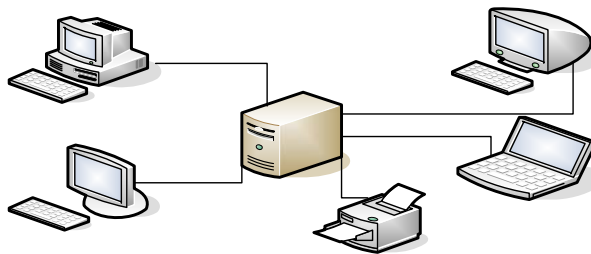


Figura 2.9. Topología en estrella.

### 2.12.5. Topología Jerárquica.

Una topología jerárquica es similar a una estrella extendida. Pero en lugar de conectar los hubs o switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.

### 2.12.6. Topología de Malla.

La topología de malla se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de malla en los sistemas de control en red de una planta nuclear sería un ejemplo excelente. Como se puede observar en el gráfico, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts (ver figura 2.10). Aunque la Internet cuenta con múltiples rutas hacia cualquier ubicación, no adopta la topología de malla completa.

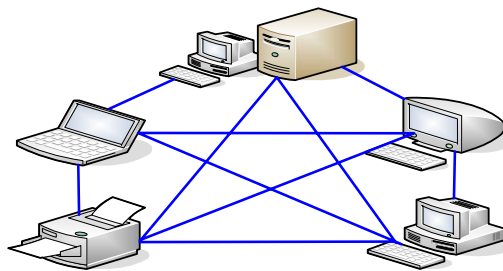


Figura 2.10. Topología de Malla.

### 2.12.7. Topología lógica.

La topología lógica de una red es la forma en que los hosts se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión de tokens.

### **2.12.8. Topología Broadcast.**

La topología broadcast simplemente significa que cada host envía sus datos hacia todos los demás hosts del medio de red. No existe una orden que las estaciones deban seguir para utilizar la red. Es por orden de llegada. Ethernet funciona así, tal como se explicará en el curso más adelante.

### **2.12.9. Topología Transmisión Tokens.**

La segunda topología lógica es la transmisión de tokens. La transmisión de tokens controla el acceso a la red mediante la transmisión de un token electrónico a cada host de forma secuencial. Cuando un host recibe el token, ese host puede enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, transmite el token al siguiente host y el proceso se vuelve a repetir. [2]

## **2.13. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.**

Son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas tienen componentes eléctricos y magnéticos. La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro que se extiende desde ondas de frecuencias muy elevadas (longitudes de onda pequeñas) hasta frecuencias muy bajas (longitudes de onda altas). La luz visible es sólo una pequeña parte del espectro electromagnético. Por orden creciente de longitudes de onda (orden decreciente de frecuencias), se ha confeccionado una escala denominada espectro electromagnético. Esta escala indica que la  $\lambda$  puede ser desde miles de metros hasta 0,3 m aproximadamente en el caso de las ondas de radio; desde allí hasta 1 mm las microondas; desde él milímetro hasta los 780 nm tenemos a los rayos infrarrojos. La luz visible es una franja estrecha que va desde los 780 nm hasta los 380 nm. La luz

ultra violeta se encuentra entre los  $3,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  y los  $10^{-9} \text{ m}$ . Los rayos  $x$  se ubican entre  $10^{-9} \text{ m}$  y  $10^{-11} \text{ m}$ . Los rayos gamma están entre los  $10^{-11} \text{ m}$  y  $10^{-17} \text{ m}$ .

La medida de las  $\lambda$  suelen medirse en nanómetro, o nm, que es una millonésima de milímetro.  $10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ nm}$ .

En la tabla 2.1 se presenta los rangos de las ondas electromagnéticas.

**Tabla N° 2.1 Rangos de Ondas Electromagnéticas.**

	<b>Longitud de onda</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Energía</b>
Rayos gamma	< 10 pm	>30.0 EHz	>19.9E-15 J
Rayos X	< 10 nm	>30.0 PHz	>19.9E-18 J
Ultravioleta Extremo	< 200 nm	>1.5 PHz	>993E-21 J
Ultravioleta Cercano	< 380 nm	>789 THz	>523E-21 J
Luz visible	< 780 nm	>384 THz	>255E-21 J
Infrarrojo Cercano	< 2.5 $\mu\text{m}$	>120 THz	>79.5E-21 J
Infrarrojo Medio	< 50 $\mu\text{m}$	>6.00 THz	>3.98E-21 J
Infrarrojo Lejano/submilimétrico	< 1 mm	>300 GHz	>199E-24 J
Microondas	< 30 cm	>1.0 GHz	>1.99e-24 J
Ultra Alta Frecuencia Radio	<1 m	>300 MHz	>1.99e-25 J
Muy Alta Frecuencia Radio	<10 m	>30 MHz	>2.05e-26 J
Onda corta Radio	<180 m	>1.7 MHz	>1.13e-27 J
Onda Media(AM) Radio	<650 m	>650 kHz	>4.31e-28 J
Onda Larga Radio	<10 Km.	>30 kHz	>1.98e-29 J



## 2.14. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.

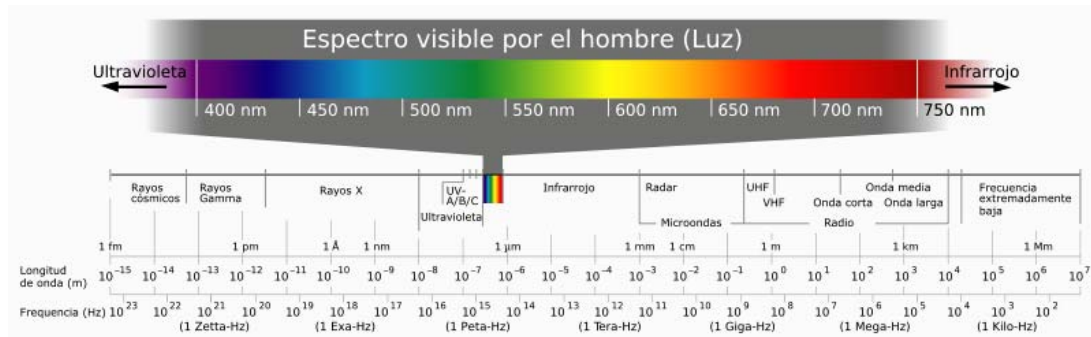
Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación. El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

Se cree que el límite para la longitud de onda más pequeña posible es la longitud de Planck mientras que el límite máximo sería el tamaño del Universo, aunque formalmente el espectro electromagnético es infinito y continuo.

## 2.15. ESPECTRO LUMINOSO.

El espectro de frecuencias luminosas se puede dividir en tres bandas generales:

- **Infrarrojo:** Banda de longitudes de onda de luz demasiado grandes para que las vea el ojo humano.
- **Visible:** Banda de longitudes de onda de luz a las que responde el ojo humano.
- **Ultravioleta:** Banda de longitudes de onda de luz que son demasiado cortas para que las vea el ojo humano, en la figura 2.11 se muestra dicho espectro de frecuencias.



**Figura 2.11. Espectro de Frecuencias de la Luz.**

## 2.16. PRINCIPIOS DE PROPAGACIÓN ÓPTICA.

### 2.16.1. Índice de Refracción.

El índice de refracción de un medio homogéneo es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio. De forma más precisa, el índice de refracción es el cambio de la fase por unidad de longitud, esto es, el número de onda en el medio ( $k$ ) será  $n$  veces más grande que el número de onda en el vacío ( $k_0$ ).

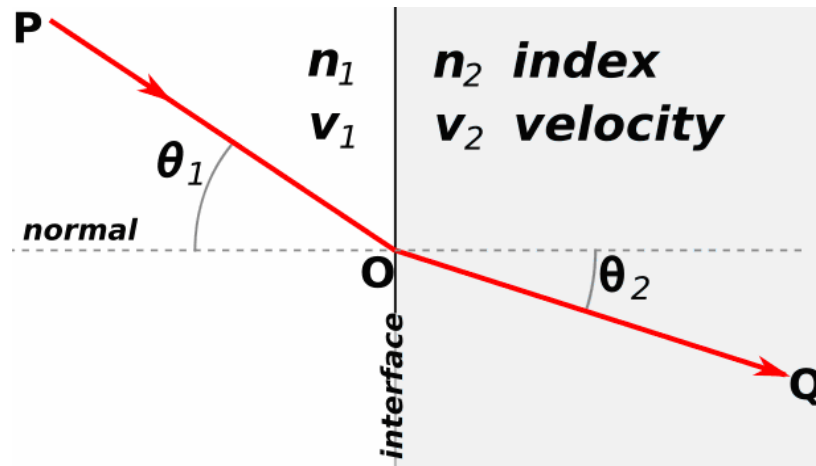
Se denomina índice de refracción al cociente entre la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula. Se simboliza con la letra  $n$  y se trata de un valor adimensional.

$$n = c / v$$

Donde:

$c$ : la velocidad de la luz en el vacío

$v$ : velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula (agua, vidrio, etc.).



**Figura 2.12.** Refracción de la luz en la interfaz entre dos medios con diferentes índices de refracción ( $n_2 > n_1$ ).

Como la velocidad de fase es menor en el segundo medio ( $v_2 < v_1$ ), el ángulo de refracción  $\theta_2$  es menor que el ángulo de incidencia  $\theta_1$ ; esto es, el rayo en el medio de índice mayor es cercano al vector normal.

### 2.16.2. Índice de Refracción Efectivo.

En una guía de ondas (ej: fibra óptica) el índice de refracción efectivo determina el incremento del modo de propagación a lo largo del núcleo de la guía. La constante de propagación de un modo que se propaga por una guía de ondas es el índice efectivo por el número de onda del vacío:

$$\beta = n_{eff}k_0 = n_{eff} \frac{2\pi}{\lambda_0}$$

Nótese que el índice efectivo no depende sólo de la longitud de onda sino también en el modo en que la luz se propaga. Por esta razón es que también es llamado *índice modal*.

El índice de refracción efectivo puede ser una cantidad compleja, en cuyo caso la parte imaginaria describiría la ganancia o las pérdidas de la luz confinada en la guía de ondas.

No debe confundirse con la idea que el índice efectivo es una medida o promedio de la cantidad de luz confinada en el núcleo de la guía de onda. Esta falsa impresión resulta de observar que los modos fundamentales en una fibra óptica tienen un índice modal más cercano al índice de refracción del núcleo.

### **2.17. ÁNGULO DE INCIDENCIA (LEY DE SNELL).**

La ley de Snell es una fórmula simple utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de índice de refracción distinto, ésta dice que el producto del índice de refracción por el seno del ángulo de incidencia es constante para cualquier rayo de luz incidiendo sobre la superficie separatriz de dos medios.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Aunque la ley de Snell fue formulada para explicar los fenómenos de refracción de la luz se puede aplicar a todo tipo de ondas atravesando una superficie de separación entre dos medios en los que la velocidad de propagación la onda varíe

En la figura 2.13 se observa que una parte de la luz incidente se refleja en la frontera y la otra parte se transmite al otro medio.

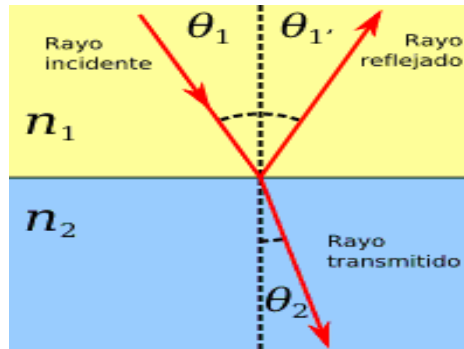


Figura 2.13. Ángulo de Incidencia en la Ley de Snell

## 2.18. APERTURA NUMÉRICA.

La apertura numérica (AN) de un sistema óptico es un número adimensional que caracteriza el rango de ángulos para los cuales el sistema acepta luz. Recíprocamente, también está relacionado con el ángulo de salida del sistema

Las fibras ópticas multimodo sólo guían la luz que entra en la fibra dentro de un determinado cono de aceptación. La mitad del ángulo de este cono es el ángulo de aceptación,  $\theta_{max}$ . Para fibras con perfil de salto de índice multimodo, este ángulo de aceptación viene determinado por la siguiente expresión

$$n \sin \theta_{max} = \sqrt{n_n^2 - n_c^2}$$

Donde  $n_n$  es el índice de refracción del núcleo de la fibra, y  $n_c$  es el índice de refracción de la cubierta.

Debido al gran parecido de esta expresión con las definiciones de AN de otras áreas de la óptica, es habitual llamar así al término de la derecha de la ecuación anterior, definiendo finalmente la apertura numérica de una fibra como

$$AN \equiv \sqrt{n_n^2 - n_c^2}$$

Donde  $n_n$  es el índice de refracción del eje central de la fibra. Nótese que cuando se usa esta definición, la relación entre la apertura numérica y el ángulo de aceptación es una mera aproximación. En particular, los fabricantes suelen dar la AN para fibras monomodo basándose en esta expresión, aunque para este tipo de fibras el ángulo de aceptación es algo diferente y no depende solamente de los índices de refracción de núcleo y cubierta.

## **2.19. FIBRA ÓPTICA.**

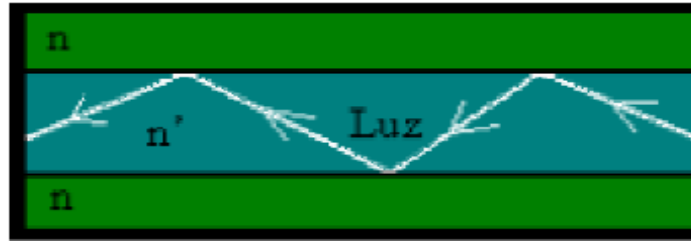
La fibra óptica permite la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor 1, mientras que la ausencia de pulso indicará la existencia de un bit de valor 0.

La luz visible (al ojo humano) tiene una frecuencia de alrededor de  $10^9$  MHz y forma parte de una estrecha franja que va desde longitudes de onda de 380 nm (violeta) hasta los 780 nm (rojo).

Es así que el ancho de banda de un sistema de transmisión óptica presenta un potencial enorme. Un sistema de transmisión óptica consta de tres componentes: el medio de transmisión, la fuente de luz y el detector.

### **2.19.1. Principio de funcionamiento.**

El haz siempre se reflejara en la superficie de separación entre ambos medios. De esta forma se puede guiar la luz de forma controlada tal y como se observa en la figuras 2.14.

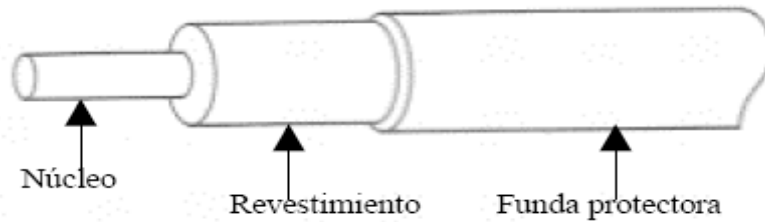


**Figura 2.14. Sección Longitudinal de la fibra óptica.**

Un material envolvente con índice  $n$  y un material interior con índice  $n'$ . De forma que se consigue guiar la luz por el cable. En un cable de este tipo los materiales son mucho más económicos que los convencionales de cobre en telefonía, de hecho son materiales ópticos mucho más ligeros (fibra óptica, lo dice el nombre), y además los cables son mucho más finos, de modo que pueden ir muchos más cables en el espacio donde antes solo iba un cable de cobre.

En la fibra óptica la señal no se atenúa tanto como en el cobre, ya que en las fibras no se pierde información por refracción o dispersión de luz consiguiéndose así buenos rendimientos; en el cobre, sin embargo, las señales se ven atenuadas por la resistencia del material a la propagación de las ondas electromagnéticas. Además, se pueden emitir a la vez por el cable varias señales diferentes con distintas frecuencias para distinguirlas, lo que en telefonía se llama unir o multiplexar diferentes conversaciones eléctricas. También se puede usar la fibra óptica para transmitir luz directamente y otro tipo de ventajas en las que no entraré en detalle.

El medio de transmisión se fabrica a base de una fibra ultra delgada. Para su construcción se pueden usar diversos tipos de cristal; las de mayor calidad son de sílice, con una disposición de capas concéntricas, donde se pueden distinguir tres partes básicas: *núcleo*, cubierta y revestimiento. Para darle mayor protección a la fibra se emplean *fibras de kevlar*, la fibra se presenta en la figura 2.15. [9]



**Figura 2.15 Partes de la Fibra óptica.**

La fuente de luz puede ser un diodo LED, o un diodo láser; cualquiera de los dos emite pulsos de luz cuando se le aplica una corriente eléctrica. El detector es un fotodiodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz. Al colocar un LED o diodo láser en el extremo de una fibra óptica y un fotodiodo en el otro, se obtiene una transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por pulsos de luz y, después, reconvierte la salida en una señal eléctrica en el extremo del receptor.

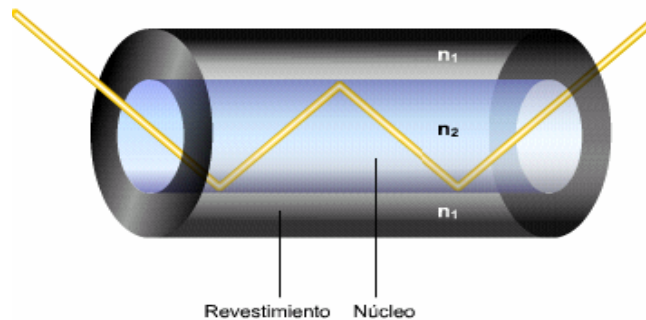
La transmisión por fibra óptica se basa en la diferencia de índice de refracción entre el núcleo y la cubierta que tiene un índice de refracción menor. El núcleo transmite la luz y el cambio que experimenta el índice de refracción en la superficie de separación provoca la reflexión total de la luz, de forma que sólo abandona la fibra una mínima parte de la luz transmitida. En función de cómo sea el cambio del valor del índice de refracción las fibras se dividen en:

- Fibras ópticas de índice a escala (*stepped-index*): donde el cambio es muy abrupto.
- Fibras ópticas de modo gradual (*graded-index* o *gradex*): que experimentan un cambio gradual parabólico.

Los núcleos de los cables de fibra óptica pueden ser de vidrio o de plástico (polímero). La fibra óptica con núcleo de plástico es más flexible, se puede doblar



mejor y los conectores pueden adaptarse mejor sin necesidad de pulir los extremos o de utilizar resinas epóxicas. La fibra óptica de plástico tiene mayor diámetro en el núcleo, lo que hace que los conectores sean menos sensibles a los errores de alineamiento (pérdidas de acoplamiento menores). El cable resulta también menos sensible a las impurezas de fabricación. Un cable con núcleo de plástico no precisa elementos adicionales para alcanzar la rigidez que necesita, por lo que es más barato que los de vidrio. La desventaja de los cables con núcleo de plástico es que presentan una atenuación mucho mayor, lo que limita la longitud del enlace.



**Figura 2.16. Fibra Óptica.**

Se distinguen dos tipos básicos de transmisión: multimodo y monomodo. Todo rayo de luz que incida, por el interior del núcleo, con un ángulo superior al ángulo crítico (determinado) se reflejará internamente, por lo tanto las fibra transmitirán simultáneamente rayos de información diferente, rebotando a distintos ángulos. A este tipo de fibras se las conoce como fibras multimodo.

Su diámetro es mucho mayor en comparación con las monomodo, y también es mayor el número de trayectorias de la luz resultantes de las distintas reflexiones. Esto da lugar a una dispersión de las componentes, lo que disminuye la velocidad de propagación. Si se reduce el diámetro de la fibra al valor de la longitud de onda de la luz, la fibra actúa como una guía de ondas y la luz que se transmite por ella se

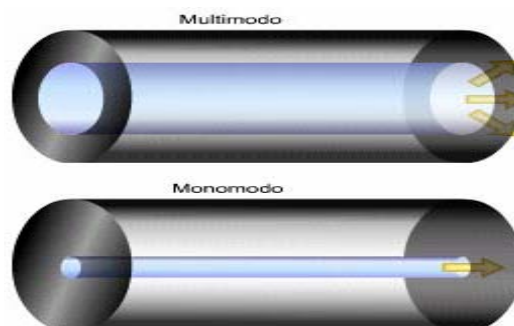
propaga en línea recta, sin rebotar, lo que le proporciona un gran ancho de banda. A este tipo de fibras se las conoce como fibras monomodo. Las fibras monomodo precisan que el emisor del rayo que se envía por ellas sea un diodo láser, de costo elevado al contrario que los LED, ya que un diodo láser asegura una transmisión más eficiente y a mayores distancias.

### 2.19.2. Las fibras Óptica se distinguen:

- Fibras monomodo de índice de escala: poseen un diámetro de entre 1 y 10 mm, recubrimiento de 125mm de diámetro. La dispersión es baja y se consiguen anchos de banda de varios GHz/Km, se puede observar en la figura 2.17.

- Fibras Multimodo de índice de escala: el diámetro del núcleo está entre los 50 los 60mm, pero puede llegar a los 200mm. Mientras que el diámetro del recubrimiento suele acercarse al tamaño estándar de los 125mm. la dispersión es elevada. Sus aplicaciones se limitan a la transmisión de datos a baja velocidad o cables industriales de control.

- Fibras Multimodo de índice gradual: el diámetro del núcleo está entre los 50 y lo 60mm, y el del recubrimiento en 125mm. Aunque existen muchos modos de propagación, la velocidad es mayor que en las fibras multimodo de índice en escala, lo que reduce su dispersión, se puede observar en la figura 2.16.



**Figura 2.17. Fibra Óptica Multimodo y Fibra Óptica Monomodo.**

### **2.19.3. Características de la Fibra Óptica.**

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas. Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. Cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total. Así, en el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

### **2.19.4. Características Mecánicas.**

La F.O. como elemento resistente dispuesto en el interior de un cable formado por agregación de varias de ellas, no tiene características adecuadas de tracción que permitan su utilización directa. Por otra parte, en la mayoría de los casos las instalaciones se encuentran a la intemperie o en ambientes agresivos que pueden afectar al núcleo.

La investigación sobre componentes optoelectrónicos y fibras ópticas han traído consigo un sensible aumento de la calidad de funcionamiento de los sistemas. Es necesario disponer de cubiertas y protecciones de calidad capaces de proteger a la fibra. Para alcanzar tal objetivo hay que tener en cuenta su sensibilidad a la curvatura y microcurvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento. Las microcurvaturas y tensiones se determinan por medio de los ensayos de:

- **Tensión:** cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen micro curvaturas.
- **Compresión:** es el esfuerzo transversal.
- **Impacto:** se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.
- **Enrollamiento:** existe siempre un límite para el ángulo de curvatura pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.
- **Torsión:** es el esfuerzo lateral y de tracción.
- **Limitaciones Térmicas:** estas limitaciones difieren en alto grado según se trate de fibras realizadas a partir del vidrio o a partir de materiales sintéticos.

## 2.20. TIPOS DE CABLES ÓPTICOS.

Existen diferentes modelos de cables de fibra entre estos podemos mencionar:

a) **Cable Monofibra:** Este tipo de cable consta de una sola FO con revestimiento de 125  $\mu\text{m}$ . El recubrimiento primario es del tipo adherente de 2 capas: acrilato de 250  $\mu\text{m}$ , silicona de 400  $\mu\text{m}$  y PVC o Nylon de 0,9 mm de diámetro. Se completa con un miembro de tracción radial de Kevlar de 2,4 mm de diámetro y una cubierta exterior de PVC de 3 mm. Con este esquema de cable monofibra pueden construirse cables de 2 FO uniendo en forma de ocho ambas FO y hasta cables encerrando en una única vaina exterior 4 cables monofibra.

b) **Cables a Grupos:** Este cable consiste en un miembro central de tracción (7 hilos de acero de 0,9 mm galvanizado y aislados en PE), conductores de cobre (4 cuadretes de Cu de 0,9 mm de diámetro aislado en PE), 6 grupos de FO con un alambre central de acero de 0,95 mm y recubierto el grupo por cintas de plástico. En algunos casos existen rellenos cilíndricos de PE. La cubierta es de PAL y PE. Los

cables contienen entre 8 y 60 FO y el diámetro exterior está entre 22 y 25 mm con un peso entre 410 y 580 kg/km. Las FO son del tipo multimodo con un perfil de índice gradual con diámetros 50/125  $\mu\text{m}$ ; trabajan en la primera ventana (0,85  $\mu\text{m}$ ) y tienen recubrimiento adherente de 0,9 mm. La atenuación es inferior a 3 dB/km y el ancho de banda superior a 800 MHz/km. El descrito es un cable típico de la primera mitad de los años 80.

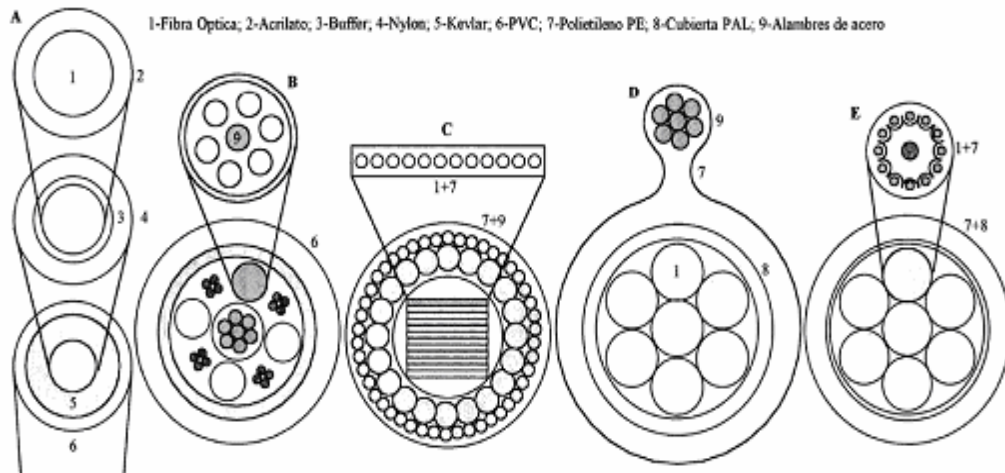
c) **Cable a Cintas:** Este cable consiste en 12 cintas de 12 FO cada una, lo cual permite formar un cuadrado de 144 FO. Este módulo tiene una estructura helicoidal. La cubierta consiste en 2 capas de hilos de acero con helicoicidad opuesta y PE exterior. Obsérvese que el elemento de tracción se encuentra en la periferia del núcleo de cable.

d) **Cable Aéreo:** Para la Administración alemana los cables del tipo slotted core (E, F y G) con ranuras helicoidales tiene problemas en el huelgo longitudinal y bilateral entre FO; por ello adoptó el modelo de recubrimiento suelto a tubo simple o múltiple. La FO tiene dos capas de acrilato, la exterior con mayor resistencia mecánica y admite colorantes. El tubo tiene un diámetro exterior de 1,4 mm si contiene una FO y de 3 mm para 10 FO. El espesor del tubo es del 15% del diámetro.

El tubo está relleno de aceite tixotropizado que entre -30 y +70°C no congela y es químicamente neutro. El relleno del cable es de poli-isobutileno que mejora al petrolato. En el caso de la figura se muestra un cable aéreo de 6 FO con el miembro de sostén adherido en la cubierta de PE en forma de ocho.

e) **Cable Ranurado:** Este tipo de cable consiste en módulos de hasta 10 FO. Es un cilindro ranurado helicoidalmente con un alambre de acero en el centro. El cable de la figura consiste en 7 módulos (cable de 70 FO). Obsérvese que el miembro de tracción consiste en una cinta de acero exterior revestida en PE.

En la figura 2.18 se muestran cada uno de estos cables ópticos.



**Figura 2.18. Tipos de Cables ópticos.**

f) **Cable Submarino:** Este cable consta de 4 o 6 FO monomodo para 1,55  $\mu\text{m}$  con atenuación inferior a 0,25 dB/km. Tiene un soporte de PE helicoidal y relleno de un gel. La FO tiene una elongación mayor en 1,1% al del soporte. El hilo central de Cu sirve para la alimentación. El núcleo del cable está cubierto por dos coronas de alambres de acero rellenas de Cu y con PE exterior. Este tubo de Cu sirve como retorno para la alimentación de los repetidores.

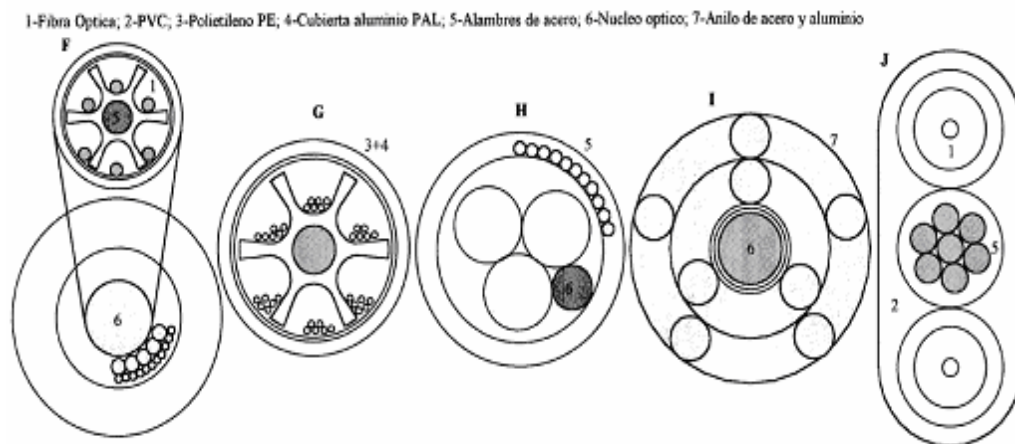
g) **Cable con Canales:** El miembro central puede ser de acero (19 hilos de acero galvanizado de 3,2 mm de diámetro con PE) o de plástico (poliester con fibras de vidrio longitudinales). El perfil es estruido con canales abiertos helicoidales. Se colocan hasta 8 FO por ranura con recubrimiento primario coloreado. Las 6 ranuras están rellenas de gel (no-tóxico, nohigroscópico, antihongo, aislante y compatible con el resto de los componentes). La cubierta exterior es de tipo PAL (cinta de Al de 0,2 mm de espesor y cubierta de PE de 50  $\mu\text{m}$ ) con PE exterior de media densidad (0,95 gr/cm<sup>3</sup>). El cable para conducto tiene un peso de 230 kg/km con acero y 198 kg/km

con plástico; su diámetro es de 15,2 mm. El mismo núcleo con la cubierta de acero para ser enterrado pesa 345 kg/km y tiene un diámetro de 17,7 mm.

h) **Cable de Energía:** Este tipo de cable es un cable trifásico con cubierta de acero y PE y tiene en uno de los huecos que queda entre cada fase un cable óptico de las características deseadas. Este cable óptico consiste solamente en el núcleo del cable sin la cubierta.

i) **Hilo de Guardia (OPGW):** Este es uno de los varios modelos de hilo de guardia. Consiste en 8 segmentos de Al y acero, con un diámetro exterior de 17,4 mm y con un peso de 769 kg/km. Dentro del tubo de Al central se coloca un núcleo de cable óptico.

j) **Cable para Edificios:** Consiste en un cable de 2 FO y un alambre central de acero. Las dimensiones exteriores del cable son de 10x5 mm. La cubierta exterior es de PVC, pesa 40 kg/km y soporta una carga máxima de 40 kg. En la figura 2.19 se pueden observar de este tipo de cable óptico. [16]



**Figura 2.19. Tipos de Cables ópticos.**

## **2.21. MARCO LEGAL.**

En línea con el negocio, PDVSA se propone expandir y fortalecer los servicios de transporte de información de la industria a través del desarrollo y adaptación tecnológica progresiva de los medios e infraestructura disponibles en función de las necesidades de las organizaciones usuarias y del negocio, así como de las soluciones tecnológicas razonablemente maduras disponibles en el mercado. Se prevé la introducción de sistemas de fibras ópticas, y la ampliación de la capacidad de los sistemas de radio de tecnología digital. Asimismo, mejorar y robustecer las características de confiabilidad, disponibilidad y calidad de servicio de la red integralmente, implantando sistemas de contingencia, monitoreo y control, y mejoras de la infraestructura. Para lograrlo se contemplan el reemplazo de los enlaces analógicos existentes por enlaces de tecnología digital, ampliación de la Red de Multicanales Digitales, adecuación de infraestructura de telecomunicaciones como casetas, aterramientos, motogeneradores y otros sistemas auxiliares, reemplazos de Radio enlaces entre los Distritos por enlaces de Fibra Optica

### **2.21.1. Normas Aplicables:**

- **La Constitución Nacional:**

El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica,



humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.

La Constitución reconoce como de interés público la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información, a los fines de lograr el desarrollo económico, social y político del país, y que el Ejecutivo Nacional a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología, debe velar por el cumplimiento del mencionado precepto constitucional.

- **Ley Orgánica de Telecomunicaciones:**

Fue promulgada el 28 de Marzo de 2000 y publicada en Gaceta Oficial No.36.970 de la misma fecha, creando un marco legal moderno y favorable para la protección de los usuarios y operadores de servicios de telecomunicaciones en un régimen de libre competencia, así como para el desarrollo de un sector prometedor de la economía venezolana.

Esta Ley tiene por objeto establecer el marco legal de regulación general de las telecomunicaciones, a fin de garantizar el derecho humano de las personas a la comunicación y a la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones necesarias para lograrlo, sin más limitaciones que las derivadas de la Constitución y las leyes.

Se excluye del objeto de esta Ley la regulación del contenido de las transmisiones y comunicaciones cursadas a través de los distintos medios de telecomunicaciones, la cual se regirá por las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias correspondientes. Los objetivos generales de esta Ley son:

- ✓ Defender los intereses de los usuarios, asegurando su derecho al acceso a los servicios de telecomunicaciones, en adecuadas condiciones de calidad, y salvaguardar, en la prestación de estos, la vigencia de los derechos constitucionales, en particular el del respeto a los derechos al honor, a la intimidad, al secreto en las comunicaciones y el de la protección a la juventud y la infancia. A estos efectos, podrán imponerse obligaciones a los operadores de los servicios para la garantía de estos derechos.
- ✓ Promover y coadyuvar el ejercicio del derecho de las personas a establecer medios de radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicio público sin fines de lucro, para el ejercicio del derecho a la comunicación libre y plural.
- ✓ Procurar condiciones de competencia entre los operadores de servicios.
- ✓ Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías cuando estén disponibles y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad de personas e impulsar la integración del espacio geográfico y la cohesión económica y social.
- ✓ Impulsar la integración eficiente de servicios de telecomunicaciones.
- ✓ Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en materia de telecomunicaciones, la capacitación y el empleo en el sector.
- ✓ Hacer posible el uso efectivo, eficiente y pacífico de los recursos limitados de telecomunicaciones tales como la numeración y el espectro radioeléctrico, así como la adecuada protección de este último.
- ✓ Incorporar y garantizar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Universal, calidad y metas de cobertura mínima uniforme, y aquellas obligaciones relativas a seguridad y defensa, en materia de telecomunicaciones.
- ✓ Favorecer el desarrollo armónico de los sistemas de telecomunicaciones en el espacio geográfico, de conformidad con la ley.

- ✓ Favorecer el desarrollo de los mecanismos de integración regional en los cuales sea parte la República y fomentar la participación del país en organismos internacionales de telecomunicaciones.
- ✓ Promover la inversión nacional e internacional para la modernización y el desarrollo del sector de las telecomunicaciones.

- **Reglamento de Interconexión:**

(Decreto N° 1.093 del 24 de Noviembre del 2000, publicado en Gaceta Oficial N° 3.085 de la misma fecha).

Este Reglamento tiene por objeto establecer las normas aplicables a las relaciones que con motivo de la interconexión surjan entre los operadores de redes públicas de telecomunicaciones que presten servicios de telecomunicaciones y de éstos con la Comisión Nacional de Telecomunicaciones. Este reglamento también indica que:

- ✓ La interconexión entre redes públicas de telecomunicaciones deberá ser efectuada sin menoscabar los servicios y calidad originalmente proporcionados, de forma tal que los operadores cumplan con los planes y programas que en materia de telecomunicaciones dicte la Comisión Nacional de Telecomunicaciones y garanticen que las redes interconectadas operen como un sistema completamente integrado.
- ✓ La calidad del servicio prestado mediante redes interconectadas debe ser independiente del número de interconexiones efectuadas. Es responsabilidad exclusiva de los operadores que presten servicios de telecomunicaciones involucrados en la interconexión, el logro de los niveles de calidad de servicio establecidos mediante los planes técnicos fundamentales de transmisión,

señalización, sincronización, enrutamiento, numeración, tarificación y demás normas aplicables.

- ✓ Las obligaciones que tiene un operador frente a otro para preservar la calidad del servicio, deben mantenerse en todo momento. En todo caso, la responsabilidad del servicio y su calidad frente al usuario recaerá sobre el operador que preste el servicio de telecomunicaciones con el cual dicho usuario haya contratado.

La interconexión deberá ser técnica y económicamente eficiente, con cargos que preserven la calidad del servicio. A los efectos del presente Reglamento se consideran recursos esenciales para la interconexión, los siguientes elementos de red, los cuales incluyen recursos, funciones y capacidades:

- ✓ Origen y terminación de comunicaciones a nivel local fijo, alámbrico o inalámbrico, y local móvil, según el caso.
- ✓ Conmutación.
- ✓ Señalización y facilidades para la operación, administración y mantenimiento de la red.
- ✓ Transmisión.
- ✓ Acceso a elementos auxiliares y a elementos que sean usados por ambas partes al mismo tiempo, tales como, plantas de energía, equipos e instalaciones físicas en general y servicios de valor agregado, entre otros.

Lo que quiere decir que serán considerados recursos esenciales para la interconexión todos aquellos elementos de red necesarios, que puedan surgir como resultado de la evolución tecnológica para la señalización, direccionamiento, conmutación, operación, administración y mantenimiento de la red.

Otras normas seleccionadas y que aplican para la ejecución de esta obra se mencionan en los párrafos a continuación.

- Normas PDVSA
  - ✓ K-308: Distributed Control Systems.
  - ✓ K-309: Control Panels and Consoles.
  - ✓ K-362: Control Networks.
- Normas de las Características de la Fibra y la Comunicación:
  - ✓ G.652 (10/00): Características de fibras ópticas monomodo.
  - ✓ G.661 (10/98): Definición y métodos de pruebas para parámetros genéricos relevantes de subsistemas y equipos ópticos.
  - ✓ G.662 (10/98): Características genéricas de equipos y subsistemas para amplificación óptica.
  - ✓ G.664 (06/99): Requerimientos y procedimientos de precaución para el transporte de sistemas ópticos.
  - ✓ G.671 (02/01): Características de transmisión de componentes y subsistemas ópticos.
  - ✓ G.681 (10/98): Características funcionales de sistemas inter oficinas y de enlaces de gran distancia usando amplificadores ópticos, incluyendo multiplexores ópticos.
  - ✓ G.702 (11/88): Jerarquía de velocidades de bit digitales.
- Normas para la Instalación:
  - ✓ L.1 (11/88): Construcción, instalación y protección de cables de telecomunicación en redes públicas.
  - ✓ L.3 (11/88): Protección de Cables.
  - ✓ L.10 (11/88): Cables de fibra óptica para ductos, aéreos y aplicaciones enterradas.
  - ✓ L.12 (05/00): Empalmes de Fibra Óptica.

- ✓ L.13 (07/92): Cajas y organizadores de empalmes de fibra óptica en planta externa.
  - ✓ L.14 (07/92): Método de medición para determinar el comportamiento de tensión de la fibra óptica bajo aplicación de carga.
  - ✓ L.25 (10/96): Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.
  - ✓ L.31 (10/96): Atenuadores de fibra óptica.
  - ✓ L.36 (10/98): Conectores de Fibra Óptica Monomodo.
  - ✓ L.38 (09/99): Uso de Técnicas sin zanja para la construcción de infraestructuras subterráneas para instalación de cables de telecomunicaciones.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T):
    - ✓ **L.10:** Cables de Fibra Óptica para aplicaciones en conductos, en galerías, en tendidos aéreos y enterrados.
    - ✓ **L.12:** Empalmes de Fibra Óptica.
    - ✓ **L.13:** Empalmes de cubiertas y organizadores de cables de Fibra Óptica en Planta Exterior.
    - ✓ **L.35:** Instalación de Cables de Fibra Óptica en la Red de Acceso.
    - ✓ **L.36:** Conectores de Fibra Óptica Monomodo.
    - ✓ **L.38:** Utilización de las Técnicas de Tendido sin Zanja en la Construcción de Infraestructuras subterráneas para la instalación de cables de Telecomunicación.
    - ✓ **G.662:** Características genéricas de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.
    - ✓ **G.663:** Aspectos relacionados con la aplicación de los dispositivos y subsistemas amplificadores de Fibra Óptica.
    - ✓ **G.652:** Características de un Cable de Fibra Óptica Monomodo.

- Telecommunications Industry Associations / Electronics Industries Associations (TIA/EIA):
  - ✓ TIA/EIA-568A: Características de accesorios para fibra óptica Monomodo.
- Código Eléctrico Nacional (CEN):
  - ✓ Capítulo 2: Diseño y Protección de Instalaciones Eléctricas.
  - ✓ Capítulo 3: Métodos de instalación y materiales.
  - ✓ Artículo 645: Sistema de Procesamiento de Datos.
  - ✓ Artículo 720: Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 voltio.
  - ✓ Artículo 800: Circuitos de comunicaciones.
- CANTV (Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela):
  - ✓ PE-RAB-019: Normas para la Instalación del cable directamente enterrado.
  - ✓ MRD-07-20-1: Normas para el tendido de cables en Canalizaciones.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Toda investigación se ejecuta en función de un proceso, donde se hace necesario que los hechos estudiados, las relaciones entre ellos, los resultados obtenidos y las evidencias encontradas sean significativas en relación con el problema de investigación planteado; reuniendo las condiciones de fiabilidad, objetividad y validez; estos pasos requieren ser delimitados por ser a través de ellos que son obtenidas las respuestas a las interrogantes objeto de investigación.

En consecuencia, la metodología de la presente investigación donde se plantea La Propuesta Para la Adecuación de La Plataforma de Comunicaciones y Transporte de Datos Entre El C.O.D y El Edificio AIT PDVSA, Distrito San Tomé, quiere situar al detalle, el conjunto de métodos y técnicas que se emplearon en el proceso de recolección de datos requeridos por la investigación planteada.

La presente investigación se encuentra enmarcada en la modalidad de Proyecto Factible, debido a que a través de la misma, se busca la elaboración y a la vez el desarrollo de una propuesta viable, para su futura implantación.

Dicha investigación entra dentro de lo que es un proyecto factible basado en la definición que hace el Manual para la Elaboración de Trabajos de Grado, Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2003), que reza lo siguiente:



**“El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (Pág. 21).**

Adicionalmente, el estudio se ubica dentro de la modalidad de Investigación de Campo, ya que se tomaron datos en información relacionada a la problemática directamente por el investigador y en la realidad donde ocurrieron los hechos. Para sustentar esto, se apoyó de igual manera en el Manual para la Elaboración de Trabajos de Grado, Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2003), el cual establece que:

**“Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático del problema en la realidad, con el propósito bien sea de describirlo, interpretarlo, entender su naturaleza y factor constituyente, explicar sus causas o efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa en la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios”. (Pág. 18).**

La propuesta también se apoyó en una investigación documental, ya que se hizo referencia a varios libros de diferentes autores con el fin de respaldar el diseño y ubicarse en el área de la tecnología seleccionada de una mejor manera.

### 3.2. VARIABLES PARA LA INVESTIGACIÓN.

En la tabla 3.1 se muestran las variables dependientes e independientes involucradas en el proyecto.

**Tabla 3.1** Variables Dependiente e Independiente de la Investigación.

		<b>Definición</b>	<b>Definición Técnica</b>	<b>Subvariables</b>
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Propuesta</b>	Ofrecimiento o invitación para hacer una cosa determinada.	Idea o proyecto sobre un asunto o negocio que se presenta ante una o varias personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo.	. Servicio . Calidad
<b>Variable Independiente</b>	<b>Plataforma</b>	Infraestructura física, equipos, casetas, etc; necesarias para garantizar la comunicación entre dos o más localidades.	Se refiere al conjunto de equipos y software básico sobre el cual va a funcionar un sistema que se desea diseñar, desarrollar, o instalar para apoyar actividades.	. Tecnología . Telecomunicaciones . Servicio
	<b>Comunicación</b>	Acción y resultado de comunicar o comunicarse.	Sistemas que se utiliza para la transferencia de información a través de los medios de transmisión.	. Tecnología
	<b>Datos</b>	Información amplia o concreta que permite una deducción o conocimiento exacto.	Información de transferencias de un punto a otro.	. Telemetría . Datos . Voz
	<b>Transporte</b>	Acción y efecto de mover o llevar algo de un lugar a otro.	Capa física por donde se transfieren los datos.	. Servicio.

### **3.3. EL PROBLEMA.**

Actualmente el Centro Operativo Dación y el Edificio AIT San Tome, existe comunicación mediante los enlaces de microondas del sistema TSUNAMI (2.4Ghz), sin embargo, estos enlaces de radio se encuentran en estado de obsolescencia, no ofrecen suficiente ancho de banda y se ven seriamente afectados por las condiciones climáticas, especialmente en los meses, donde las precipitaciones y la humedad afectan al medio de transmisión que en este caso es el espacio libre, viéndose en desventajas con respecto a las comunicaciones mediante enlace de fibra óptica que permite gran capacidad de transmisión de información. ¿Cómo actualizar el enlace?, ¿qué tecnología se va a usar?, ¿Cuáles son los nuevos equipos?, ¿cómo quedará la nueva arquitectura del sistema?, ¿cuáles son los servicios y las ventajas que ofrece esta nueva tecnología con respecto a la que se está usando actualmente?, estas son algunas de las incógnitas que serán aclaradas en el transcurso de este proyecto.

## **CAPITULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ENTRE EL DISTRITO SAN TOMÉ Y EL CENTRO OPERATIVO DACIÓN.**

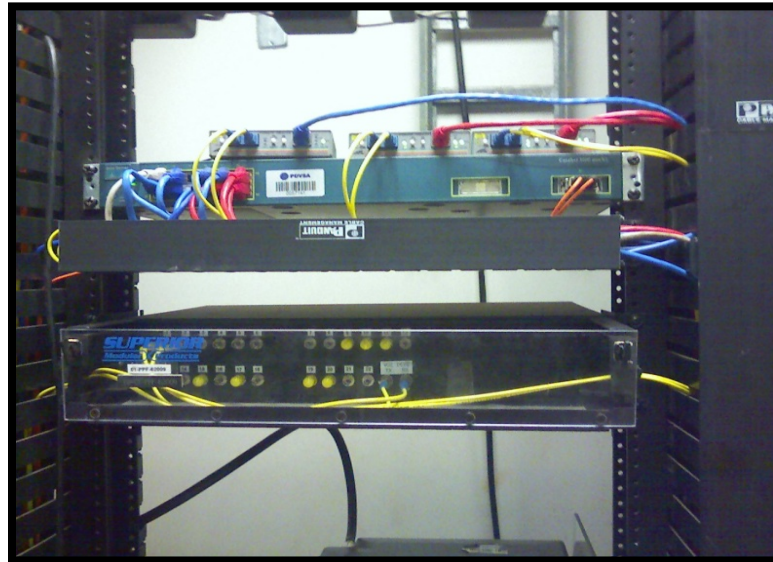
#### **4.1 EVALUACION DE LA RED EXISTENTE.**

PDVSA Dación por su ubicación geográfica, reducción de costos y seguridad interna se ha encargado de crear su propia red de telecomunicaciones de voz y datos; incluyendo así a sus estaciones principales; Dación estación de producción Oeste (DEPO) y Dación estación de producción Este (DEPE); donde su arquitectura de red tiene una topología en estrella siendo el C.O.D la estación principal de telecomunicaciones, es decir, esta estación es la encargada de entregar los servicios a DEPE y DEPO. Siendo C.O.D el nodo principal de la red en la zona operacional de Dación depende directamente de PDVSA San Tome.

#### **4.2 SITUACIÓN DE LOS MEDIOS DE INTERCONEXIONES DE LA RED EXISTENTE.**

##### **4.2.1 Centro operativo Dación / Dación estación de producción Oeste.**

EL C.O.D y D.E.P.O están interconectados mediante enlaces de fibra óptica Monomodo. La longitud del cable de fibra que interconectan estas estaciones es de 4 Km. El sistema de transmisión utiliza en cada uno de los extremos transceptores encargados de convertir la señal eléctrica a óptica en C.O.D y de óptica a eléctrica en DEPO. Estos transceptores son de interfaz Ethernet 100Mb/s dando servicios de datos a los usuarios de DEPO.



**Figura 4.1 Nodos y Transceptores C.O.D/ DEPO**

**Fuente: Propia.**

#### **4.2.2 Centro Operativo Dación / Dación estación de Producción Este.**

El C.O.D y DEPE, son centros de producción que están interconectados por medio de radios microondas en la banda de 2.4 Ghz. siendo la longitud del enlace de aproximadamente 17 Km; este radioenlace es de datos Ethernet de un ancho de banda de 10 Mbs; entregándoles a los usuarios de DEPE servicios de red. El equipo es Marca Lucent Technologies Modelo Orinoco AP100.



**Figura 4.2 Radio Orinoco.**

**Fuente: Propia.**

La Telefonía de cada una de las estaciones (DEPE y DEPO) es por medio de la red de datos, utilizando voz sobre IP (VOIP); implicando que por cada usuario exista un Gateway encargado de convertir la señal analógica (telefónica, Voz) a datos Ethernet y trasportarla por medio de su enlace correspondiente hasta C.O.D donde existe el GATEKEEPER; el cual es la interfaz entre la red de datos y la central telefónica de C.O.D.

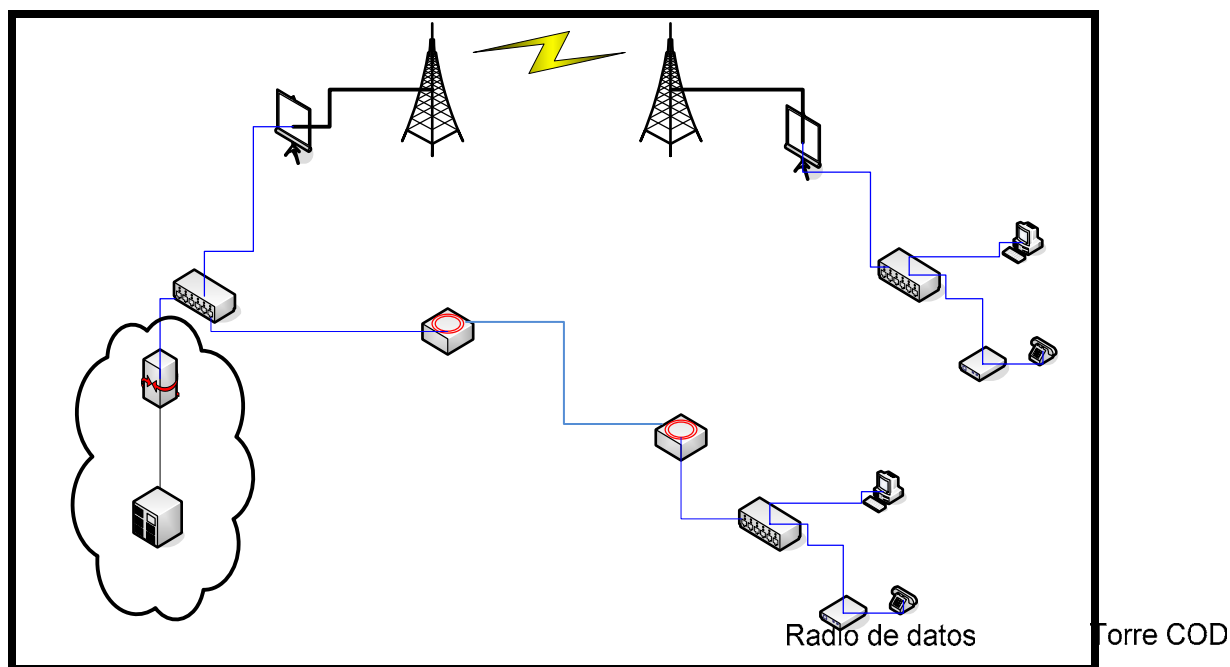


Figura 4.3 Diagrama de telecomunicación de Dación.

Fuente: Propia.

DIAGRAMA DE TELECOM

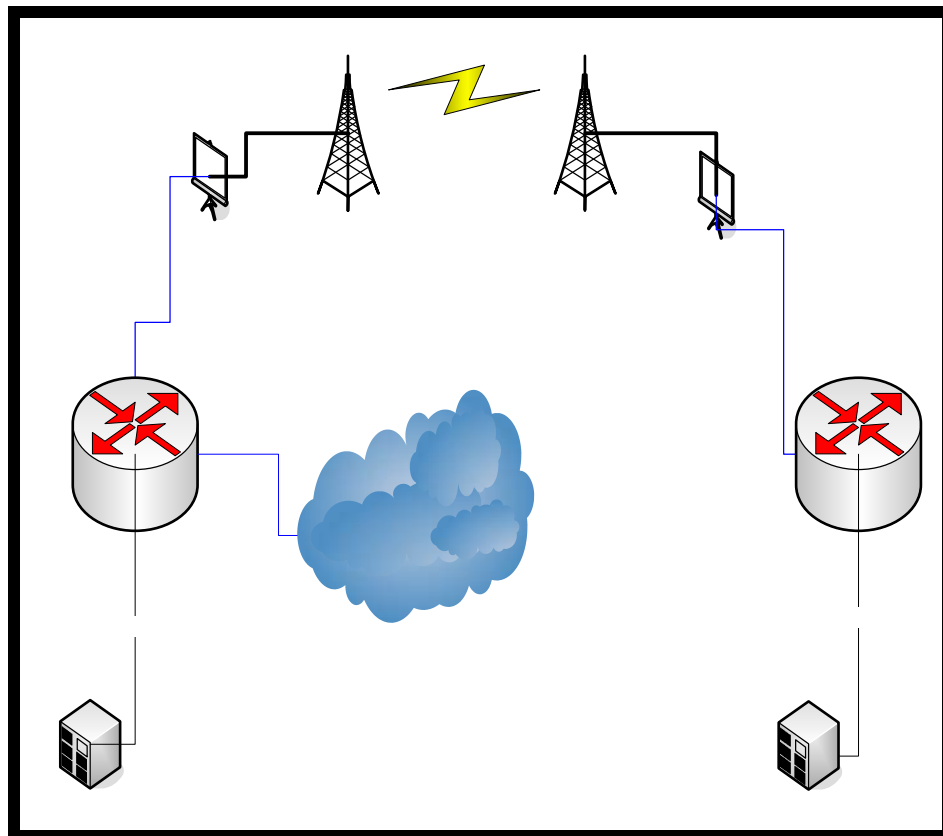
#### 4.2.3 San Tomé / Centro Operativo Dación.

Switch

El Centro Operativo dación es el nodo principal de la red en la zona operacional de Dación. Este nodo depende directamente de PDVSA San Tomé. Este enlace es la salida a la red de telecomunicaciones de Dación PDVSA; Actualmente existe un radioenlace que sirve de transporte troncal entre Centro Operativo Dación y San Tome, dicho Radioenlace es de datos Ethernet con un ancho de banda 11 Mbs, donde es compartido para la voz (2048 Mbs) y a su vez es usado para la conexión entre centrales PBX del Centro Operativo Dación y San Tome, el ancho de banda restante es destinados a datos Ethernet donde se transporta el Internet y la red a PDVSA a los usuarios del campo Dación.

SERVICIO DE VOZ

La comunicación es establecida entre routers. Son específicamente CISCO 3720, tiene una interfaz para tráfico PDH de un E1; el cual es usado para la comunicación entre centrales PBX de COD y San Tomé. El radioenlace es el transporte y hace posible la comunicación entre las dos estaciones. Viendo la importancia de tal radioenlace y no existiendo diversidad o respaldo de comunicación hacia C.O.D surge la necesidad del presente proyecto.



**Figura 4.4 Diagrama de Telecomunicación San Tome / Dación.**

**Fuente: Propia.**



El equipo Usado para establecer el radio enlace es de la marca Western Multiplex, Modelo Tsunami 10 con un ancho de banda de 11Mb/s, donde su interfaz única de servicios es un puerto Ethernet 10/100 Mb/s. La configuración de protección del enlace 1+0; al no tener protección hace vulnerable a todo el sistema de comunicación ya que el mismo representa el principal y único enlace de comunicaciones entre PDVSA DACION y PDVSA SAN TOME.



**Figura 4.5 Western Multiplex, Radio Modelo Tsunami.**

**Fuente: Propia**

### **4.3 EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES PARA LA RED PROPUESTA.**

Antes de evaluar y configurar los equipos que soportaran la red es necesario conocer, al menos de manera general, el funcionamiento de ellos, y así comprender los procesos que involucran la transmisión de las señales, tanto de información como de señalización, gestión y sincronismo de la red.

El Jungle Mux es un sistema completamente integrado de comunicaciones, el cual se basa en el esquema de multiplexión de señales para el uso eficiente del medio de transmisión; en este caso particular la fibra óptica Monomodo. Utilizando la multiplexación síncrona SONET teniendo interfaces de 51.84 Mbps (672 canales DS-0) o 155.52 Mbps (2016 canales DS-0). El Jungle Mux, con su única arquitectura modular, puede configurarse como punto-a-punto, lineal con toma e inserción de canales o como anillo con auto-enrutamiento. Diseñado desde lo más básico para el funcionamiento en ambientes críticos como subestaciones eléctricas.

El Jungle Mux proporciona una gama amplia de interfaces de usuario, incluyendo relés de protección, SCADA, telemedición, voz, LAN y datos.

La configuración del Jungle Mux proporciona canales de comunicación para relés de protección que se usen en el sistema de potencia, ofreciendo conexiones en anillo entre los multiplexores dando protección de red a la arquitectura. Cada uno de los nodos equipados con módulos ópticos de 1310nm y 1550nm. Redundancia de fuente de poder e interfaz óptica son ventajas que nos ofrece el sistema. El sistema puede ser configurado como un anillo con enrutamiento para proporcionar redundancia completa, con un nodo de Jungle MUX localizado en cada una de las estaciones.

Este sistema es de naturaleza modular, y puede construirse en una estructura agrupación de bloques. Pueden agregarse nodos adicionales y funciones o pueden quitarse del sistema. El sistema puede extenderse (en servicio) en el futuro por la suma de módulos de expansión extra y la inserción de nuevas interfaces.

En cuanto a equipo común, cada nodo Jungle MUX está provisto con dos unidades JMUX (unidad Multiplexora), una unidad de Servicio y dos unidades JIF-Share. Las Unidades JMUX proporcionan tanto el circuito de multiplexión a alto nivel como la interfaz óptica de comunicación. La Unidad de servicio provee la facilidad de

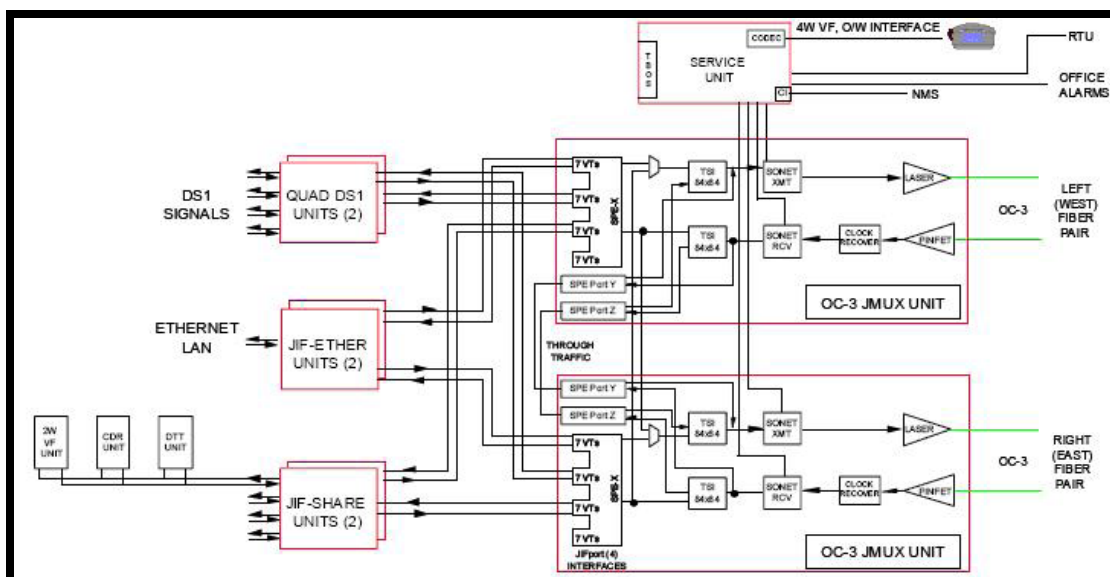
programación y monitoreo del sistema Jungle MUX. La Unidad JIF-Share conforma el formato intermedio de multiplexión entre las unidades de canales DS-0 y la unidad JMUX.

Cada nodo es equipado con una Unidad de servicio que proporciona la capacidad para supervisar las unidades comunes del Jungle MUX (es decir JMUX, JIF, Power, JIF E-1, JIF ETHER) y proporciona las alarmas mayor y menor del sistema. Cada Unidad de Servicio está provista con indicadores de alarma que resumen las alarmas del nodo. Las alarmas son informadas a través de dos LEDs en el panel frontal, los cuales corresponden a la alarma mayor y menor, cuyos estados son también reflejados por medio de una salida de contactos disponible en la tarjeta posterior de conexiones. La unidad de servicios también provee del bus JVT para la unidad opcional de ORDERWIRE

El funcionamiento de los equipos se explica de manera general mediante el diagrama de bloques funcionales mostrado en la **figura 4.6**

La señal óptica de entrada OC3 es recibida por el PINFET en la unidad JMUX OC3 y es convertida en una señal eléctrica. El reloj de entrada es recuperado y la circuitería de recepción procesa los bytes de cabecera e información de tres STS-1 SPE de la señal. Las señales SPE son demultiplexadas a un nivel VT y todos los VTS son pasados a través de la circuitería TSI (Time Slot interchange) el cual permite flexibilidad agrupando los VTs dentro de tres señales SPE(SPE X, SPE Y, SPE Z) en el lado de extracción de la unidad. Los Vts en el SPE X pueden ser extraídos en los cuatros disponibles JIFPORTS. Señales SPE son demultiplexadas a un nivel VT y todos los VTs son pasados a través de la circuitería TSI (Time Slot Interchange) el cual permite flexibilidad agrupando los VTs dentro de tres señales SPE (SPE X, SPE Y y SPE Z) en el lado de extracción de la unidad. Los VTs en el SPE X pueden ser extraídos en los cuatros disponibles JIFports. Cada JIFport es capaz de extraer un máximo de siete VTs. Los VTs

del SPE X que no son seleccionados para extracción en este sitio son pasados y transmitidos fuera de la unidad JMUX OC-3 adyacente del anillo.



**Figura 4.6 Diagrama de bloques funcionales del sistema JungleMux.**

**Fuente:** <http://www.gedigitalenergy.com/multilin/products/lenronics/>

El tráfico extraído en los JIFports son procesados por las unidades VT levels (también llamadas JIF level). El tipo de unidad VT level conectada a un JIFport depende del tipo de tráfico llevado en los VTs extraídos en el puerto. Las unidades VT level disponibles son:

- Unidades JIF-DS1 y Quad-DS1. (Para interfaz de señales tributarias 1,544 Mb/s)
- Unidad JIF Share. (Para interfaz de unidades de canales DS0 y para pasar tráfico VT de una red anillo/lineal a otra)
- Unidad JIF Ether. (Para inserción/extracción de señales Ethernet 10 Mb/s)

- Unidad Vmapper-10. (Para interfaz de unidades de vídeo I/O)
- Unidad JIF FDM. (Para interfaz de señales de Grupo y Supergrupo)
- Unidades JIF-E1. (Para interfaz de señales tributarias 2.048 Mb/s)

Para optimizar o maximizar la utilización de la capacidad del JIFport, dos unidades JIF level pueden ser colocadas en cascada en la misma JIFport. Cada unidad que ha sido colocada en cascada usa diferentes VTs en el JIFport.

Los puertos SPE Y y SPE Z de la unidad JMUX OC-3 pueden ser configurados independientemente para extraer tráfico. En un nodo configurado en una red de anillo, estas unidades excepto Vmapper-40 son usados en parejas.

#### **4.4 UNIDADES DE INTERFAZ JUNGLEMUX.**

La siguiente descripción intenta proveer la funcionalidad básica de las unidades más relevantes del sistema.

##### **4.4.1 Unidades 2W FXO y 2W FXS.**

La unidad 86445-41 FXO provee la interfaz de señalización VF y de lazo entre una troncal FX con señalización de inicio de tierra o líneas FX con señalización de inicio de lazo y un nodo JungleMUX.

La unidad 86445-31 2W FXS provee la interfaz de señalización VF y de lazo

entre un 2W FXS terminal o una troncal PBX y un nodo JungleMUX. La unidad es equipada con un generador de repique.

#### **4.4.2 Unidad DATA-LS**

La unidad 86448 DATA-LS provee un máximo de cuatro puertos de 9,6 Kb/s full-dúplex de datos asíncronos a lo largo de cuatro señales RS-232 de extremo a extremo sobre un canal DS0. La transmisión de los datos es transparente, a pesar de la tasa de baudios, inicio, parada o bits de datos.

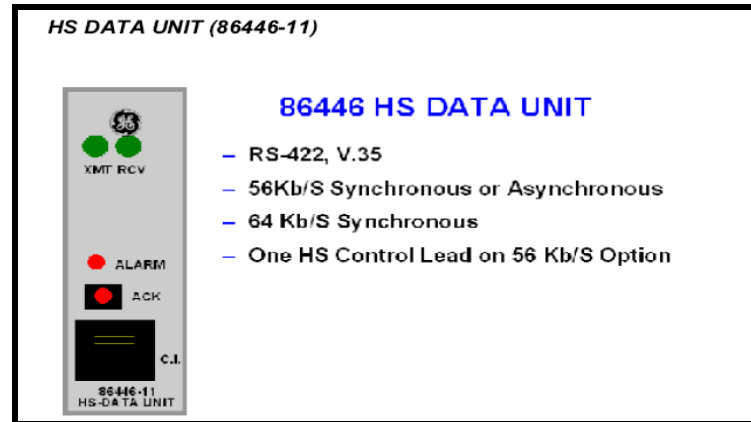
La unidad DATA-LS puede ser configurada con una, dos o cuatro puertos de datos activo con un máximo de 38,4 Kb/s, 19,2 Kb/s y 9,6 Kb/s de tasa de baudios respectivamente.

La unidad soporta Line, Drop, Line más Drop que pueden estar habilitados independientemente para cada uno de los puertos de datos.

#### **4.4.3 Unidad HS DATA.**

La unidad 86446 HS DATA provee un único canal de alta velocidad y dependiendo de la opción de la unidad soporta un RS-422 o señal de control V.35 sobre un solo canal DS0.

La unidad HS DATA puede ser configurada como un canal asíncrono de 56 Kb/s con un único control, un canal síncrono de 56 Kb/s con un solo control o un canal síncrono de 64 Kb/s sin control.



**Figura 4.7 Hs Data unit de la JMux.**

**Fuente: PDVSA**

#### **4.4.4 Unidades JIF DS1 y Quad DS1.**

La unidad 86437-02 JIF DS1 provee la interfaz para tres circuitos DS1 separados hacia un JIFport en la unidad JMUX o SPE-JIF. La unidad 86437-03 Quad DS1 provee la misma funcionalidad pero está equipada con cuatro puertos DS1.

Las interfaces DS1 están etiquetadas como DS1-S, DS1-R, DS1-Q y DS1-P. Cada señal DS1 es mapeada en un VT. Cada interfaz DS1 puede ser independientemente programada para soportar B8ZS o código de línea AMI.

#### **4.4.5 Unidad JIF-E1**

La unidad JIF-E1 provee la interfaz por tres recorridos separados de circuitos E1 a un JIFport en la unidad JMUX. La unidad JIF-E1 puede ser usada en conjunto con otra unidad JIF level como la unidad JIF, la unidad JIF DS-1, la unidad JIF-ETHER y la unidad JIF-TIE para un máximo de 28 VTs en el caso de un sistema

OC-1 que pueda bajar o subir en un nodo dado.

Las tres interfaces E1 están etiquetadas como E1-S, E1-R y E1-Q.

La unidad ocupa una ranura en una plataforma 86430 y cada señal E1 es mapeada en dos VTs. Para extraer o insertar tres E1 en un nodo dado se necesita asignar 6 VTs de 28VTs en un sistema OC-1 JungleMUX.

#### **4.4.6 Unidad JIF-Ether.**

Un sistema SONET OC-1 o OC-3 JungleMUX provee un mecanismo para transportar varias formas de datos electrónicos sobre una fibra óptica. Una de la aplicación es proveer una función de puente entre dos o más LANs Ethernet/IEE 802.3 que están físicamente separadas. La unidad JIF-ETHER 86438 provee una clase de funcionamiento de esta aplicación actuando como un puente inteligente entre las LANs, intercambiando solamente esas tramas que no están localmente direccionadas.

Una extracción JIF-ETHER consiste de una unidad JMUX y una unidad JIF-ETHER. La unidad JMUX provee la interfaz a la fibra óptica o una clasificación más alta de multiplexación SONET, mientras que la unidad JIF-ETHER provee la interfaz Ethernet a la LAN.

Algunas de las mejores características apoyadas por la unidad JIF-ETHER son:

- ★ IEEE 802.3 compatible con interfaz 10BaseT para unión directa a LANs Ethernet 10BaseT.
- ★ Puente inteligente Ethernet redundante (protección contra falla de fibra y equipos)



- \* Uso de 1 a 7 VTs para transporte de datos interpuente.
- \* Habilidad para compartir los VTs asignados entre múltiples puentes LANs establecidos.
- \* Modulo que contiene la configuración de los parámetros en una memoria no volátil.
- \* Soporta IEEE 802.1D.

La unidad JIF-ETHER está dividida en dos sub-módulos; un modulo JIF y un modulo ETHER. El modulo JIF provee la interfaz a la unidad JMUX y el modulo ETHER provee la interfaz a la LAN Ethernet y esta es responsable por todos los aspectos de la función del puente Ethernet.

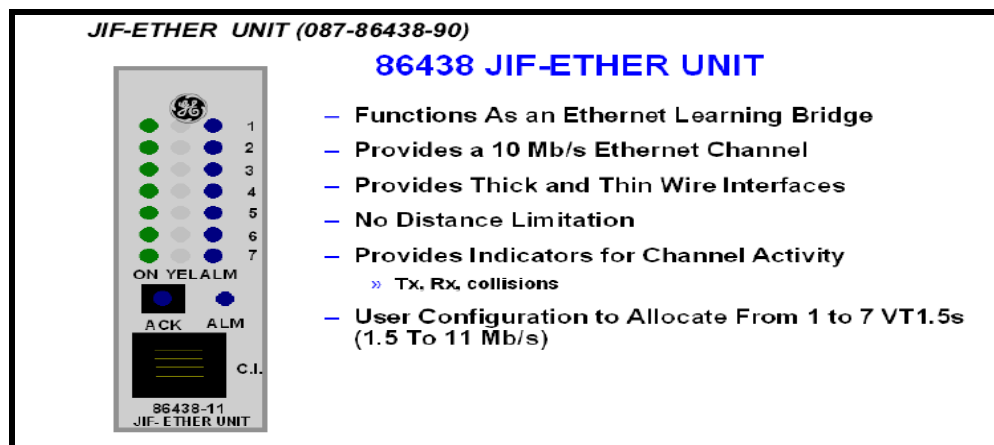


Figura 4.8 Unidad JIF-Ether de la JMUX.

Fuente: PDVSA

#### 4.4.7 Unidad JIF Share.

La unidad JIF Share permite que los VTs sean compartidos entre nodos JungleMUX proporcionando así un mejor uso de los canales DS0. La unidad JIFShare puede ser usada también en aplicaciones que requieren un VT punto a punto emulando un VT de una unidad JIF 86436. La unidad JIF Share provee la interfaz entre un JIFport de la unidad JMUX y cuatro puertos JVT (JungleMUX Virtual Tributary). JIF es un nivel de multiplexación de formato intermedio JungleMUX que dispone de 7 interfaces del JIFport y selecciona 4 VTs individuales para canales de acceso DS0.

Los cuatro puertos JVT son identificados como JVT-S, JVT-R, JVT-Q y JVT-P. Cada JVT puede consistir de un máximo de 24 canales DS0 de 64 Kb/s.

Un VT asignado a JVT-S, JVT-R y JVT-Q puede operar como uno de los siguientes tipos:

- Standard VT: 24 canales DS0 dedicados entre un nodo a otro, similar a un VT de una unidad JIF 86436.
- Share VT: VT es compartido por varios nodos permitiendo que canales DS0 pasen a través de los nodos.
- Standard Tie: 24 canales DS0 vinculados entre dos redes JungleMUX.
- Share Tie: Permite canales DS0 en un VT compartido vinculado entre redes JungleMUX. Un VT asignado a JVT-P puede operar.

#### 4.5 EQUIPAMIENTO SHELF UNIT (86401-01)

El 86401 FSC shelf proporciona una montura de 15 espacios, que sirven de Transporte al JVT para la unidad común y la unidad de canales. Posee una tabla como una canaleta con tornillos para montar desde atrás en el estante y proporciona al usuario una interfaz de conexiones para las unidades. Proporciona varios cables para la rápida y eficiente conexión con toda la unidad común. El shelf diseñado con Ethernet y RS422 se muestra en la **figura 4.9**.

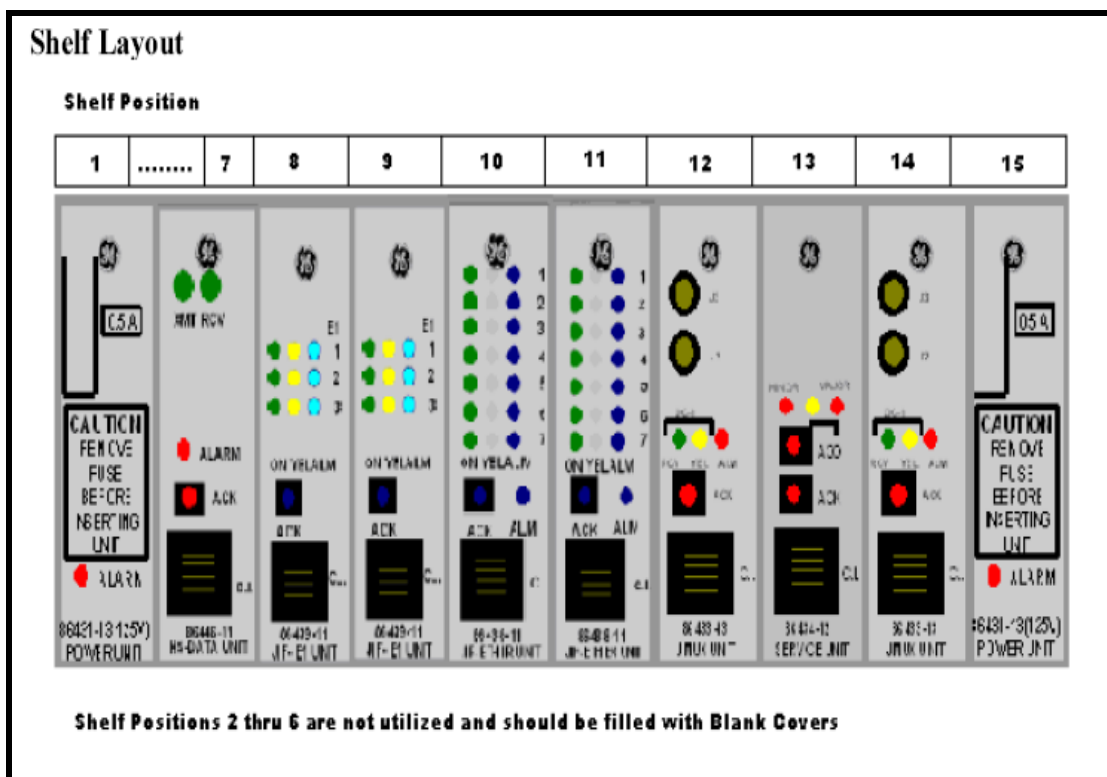


Figura 4.9 Módulos de la JMUX.

Fuente: PDVSA

#### **4.5.1 Características físicas.**

La unidad JMUX OC-3 ocupa una ranura de la plataforma con las siguientes dimensiones:

1. Altura: 118 mm (4,65 pulgadas)
2. Ancho: 57 mm (2,24 pulgadas)
3. Profundidad: 258 mm (10,16 pulgadas)
4. Peso: 537 gramos (18,94 onzas)

#### **4.5.2 Características eléctricas.**

La entrada de potencia requerida por la unidad JMUX OC-3 es:

1. Voltaje: 5,2 VDC  $\pm$  5%
2. Corriente: 1,1 A (max)
3. Potencia consumida: 5,8 W (max)

#### **4.5.3 Medio ambiente.**

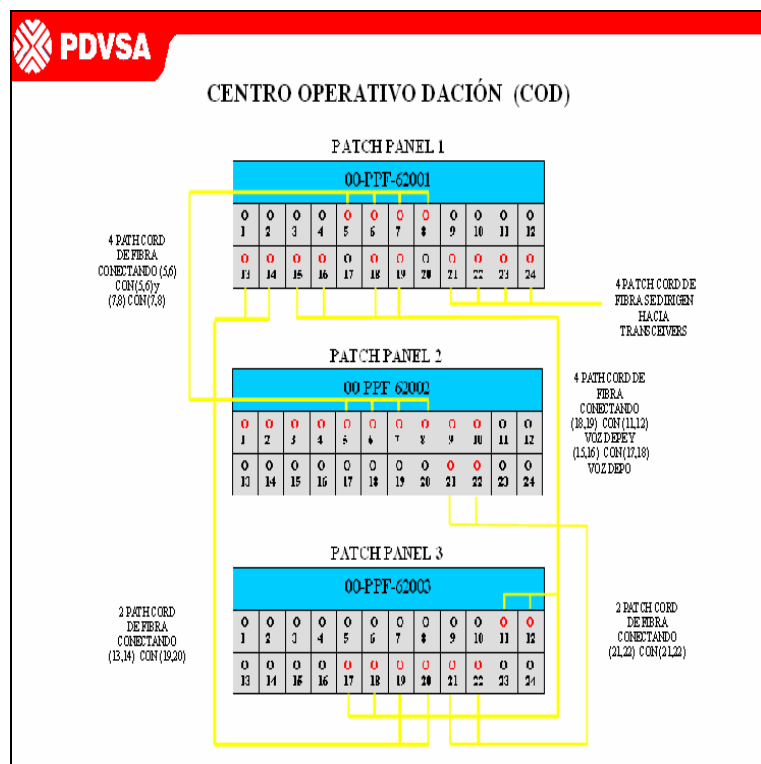
1. Temperatura:
  - Funcionamiento garantizado: -20 °C a +60 °C
  - Almacenado: -40 °C a +70 °C
2. Humedad relativa: 5 a 95% a 40 °C.

## 4.6 ESTUDIO TÉCNICO.

El proyecto de interconexión de la red, mediante Fibra Óptica se realizara aprovechando las instalaciones de fibra que existen actualmente; es decir, S/E Guara Este-San Tome, Centro Operativo Dación COD- DEPE-DEPO. Para llevar a cabo el estudio técnico de dicha propuesta se realizaron las visitas a las Estaciones mencionadas (COD, DEPE, DEPO) para así verificar el estado de los hilos de fibra, los tipos de conectores, los patch paneles existente en dichas estaciones.

A continuación se muestran detalladamente el estado de cada una de las estaciones involucradas en el desarrollo de la propuesta.

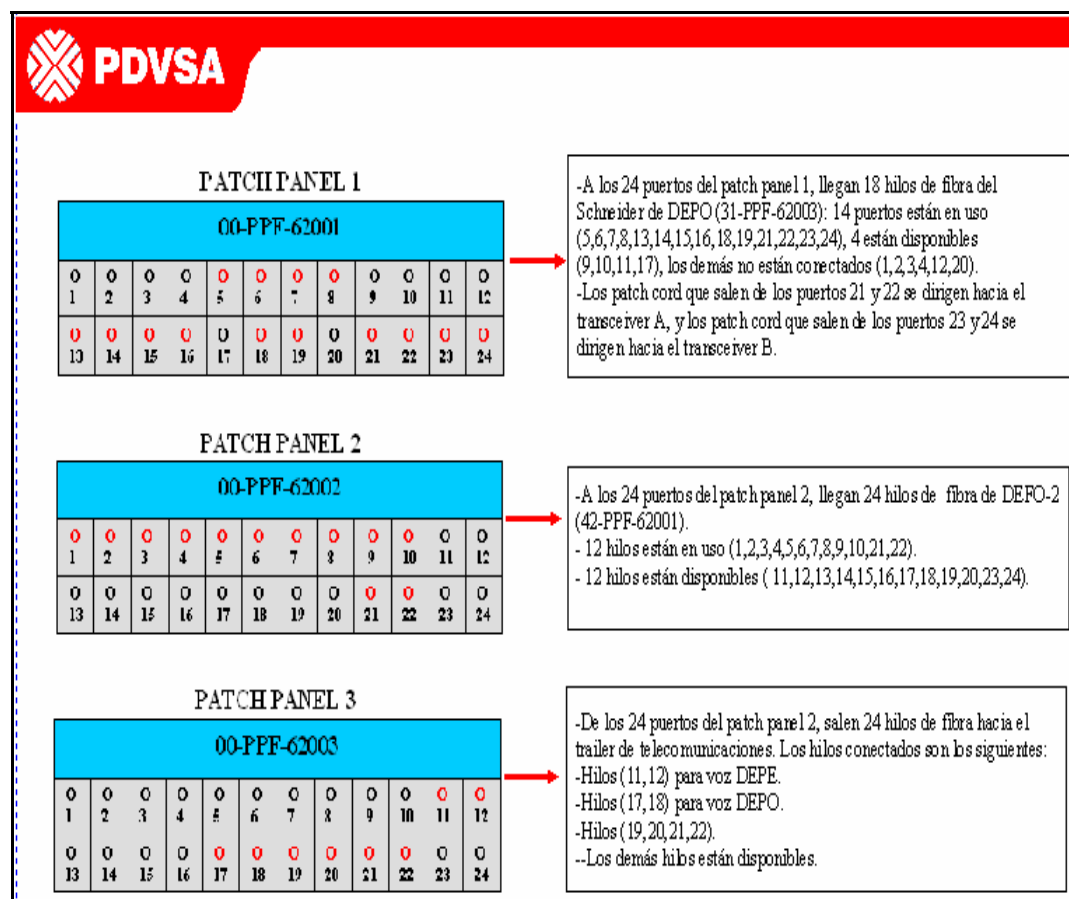
- ❖ **C.O.D:** En la base administrativa Centro Operativo Dación- Despacho, se encuentran 3 patch paneles comunicándose, como se puede observar a continuación:



**Figura 4.10. Patch paneles de Centro Operativo Dación**

**Fuente: Propia**

Cada uno de los patch paneles, se encuentra conectado con diferentes estaciones y plantas del campo, como se puede observar en la descripción que se muestra a continuación:

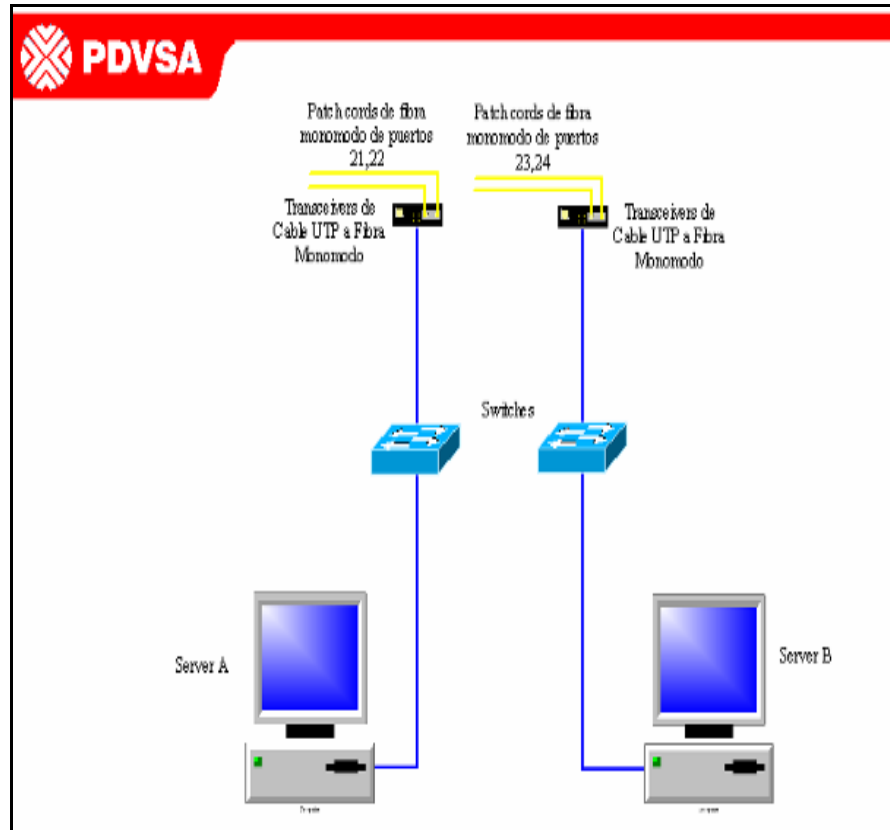


**Figura 4.11 Descripción de Patch Paneles del Centro Operativo Dación.**

**Fuente: Propia.**

Del patch panel 1 de COD Despacho, salen 4 patch cord de fibra, con señales de procesos referentes a las plantas de DEPO y DEPE, y se dirigen a unos transeptores, luego a unos switches para llegar finalmente a los servidores del sistema SCADA, como se puede observar a continuación:

### Equipos del Sistema del Centro Operativo Dación- Despacho.



**Figura 4.12 Equipos del Sistema del Centro Operativo Dación- Despacho.**

**Fuente: Propia**

A continuación se realizó una tabla para cuantificar los equipos, medios de transmisión y dispositivos del Centro Operativo dación- Despacho.

**Tabla 4.1 Medios de Transmisión y Dispositivos de COD-DESPACHO.****Fuente: Propia.**

<b>DISPOSITIVOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Servidor	2	Un servidor primario y un servidor redundante. Ambos servidores están configurados a 100Mbps y son de la marca Poweredge 1800.
Estación de trabajo	2	Las estaciones de trabajo son marca Dell Precisión 470.
Switches o conmutadores	2	Los switches son marca Cisco System modelo Catalyst 3500 series XL.
Transceiver	1	El transceiver es un convertidor de medios de fibra óptica a cable UTP marca Black Box 724-746-5500, 10/100 autosensing Media Converter.
Transceiver	1	El transceiver es un convertidor de medios de fibra óptica a cable UTP marca MC103XL Single mode Fiber fast Ethernet Media Converter.
<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Patch Panel	1	El patch panel es de 24 puertos para cable UTP marca PAN DUIT PAN-NET Cable Management.
Patch Panel	3	El patch panel es de 24 puertos para fibra óptica marca Superior Modular Producto.
<b>MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Fibra óptica		Hay patch cords de fibra óptica monomodo, patch cords de fibra óptica multimodo, hilos de fibra óptica monomodo y patch cords de cable UTP categoría 5e.

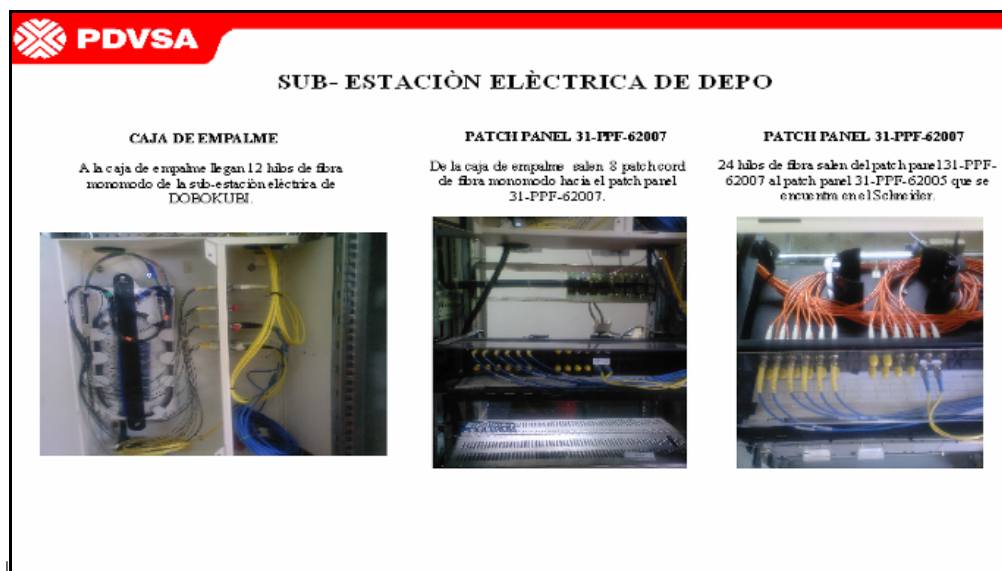


**DEPO:** La planta DEPO, está constituida por una sub-estación eléctrica, un Schneider, una Sala de Control y el LER. Todos estos elementos están comunicados por medio de fibra óptica como se puede observar a continuación:



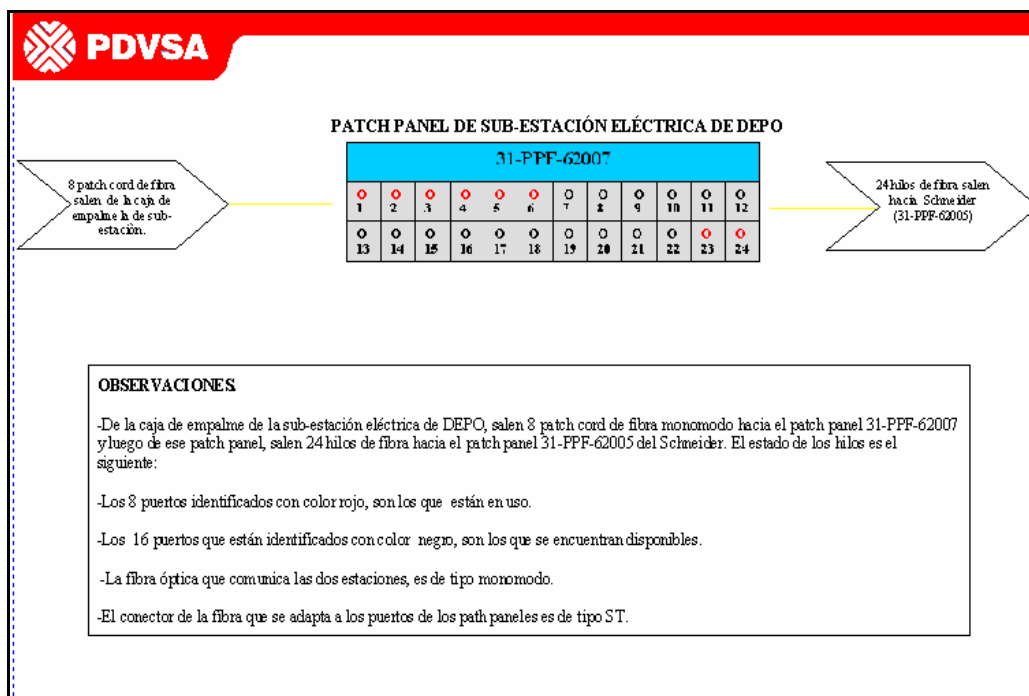
**Figura 4.13 Planta DEPO.**  
Fuente: PDVSA.

La Sub-estación eléctrica de DEPO, recibe 24 hilos de fibra provenientes de la sub-estación eléctrica de Dobokubi. Doce hilos se quedan en la DEPO y doce hilos se dirigen hacia la sub-estación eléctrica de DEPE. Los hilos de fibra en la sub-estación eléctrica de DEPO, se dirigen a una caja de empalme, de allí van a un patch panel y luego hacia el Schneider de DEPO.



**Figura 4.14** Caja de empalme y patch panel de sub-estación eléctrica de DEPO.  
Fuente: Propia.

### PATCH PANEL DE LA S/E DEPO



**Figura 4.15** Patch Panel S/E DEPO

Fuente: Propia

❖ **DEPE:** La planta DEPE, está constituida por una sub-estación eléctrica, un Schneider, una Sala de Control y el LER, al igual que la estación de DEPO.

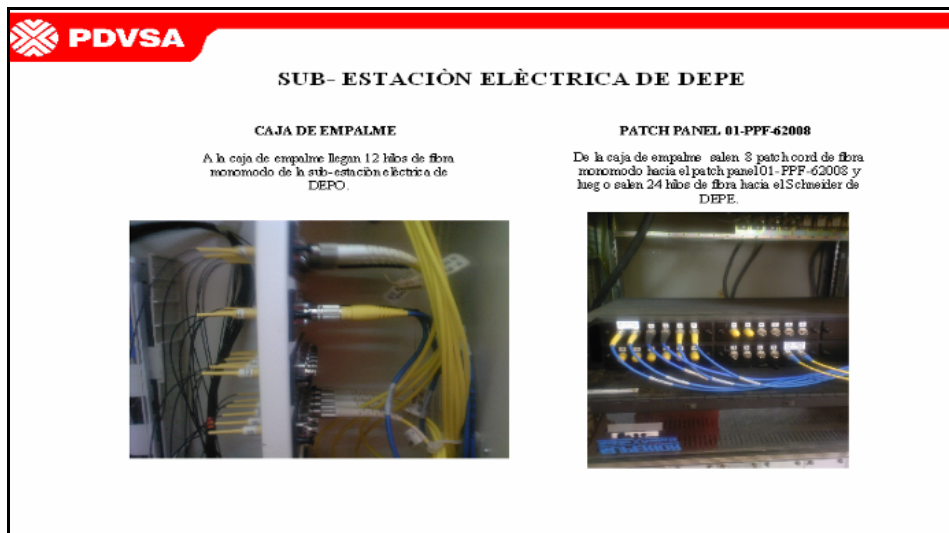
Solo detallaremos los equipos que se encuentran en la S/E DEPE ya que será la única involucrada para el desarrollo de la propuesta. Todos estos elementos están comunicados por medio de fibra óptica como se puede observar a continuación:



**Figura 4.16 Planta (DEPE)**

**Fuente: Praia.**

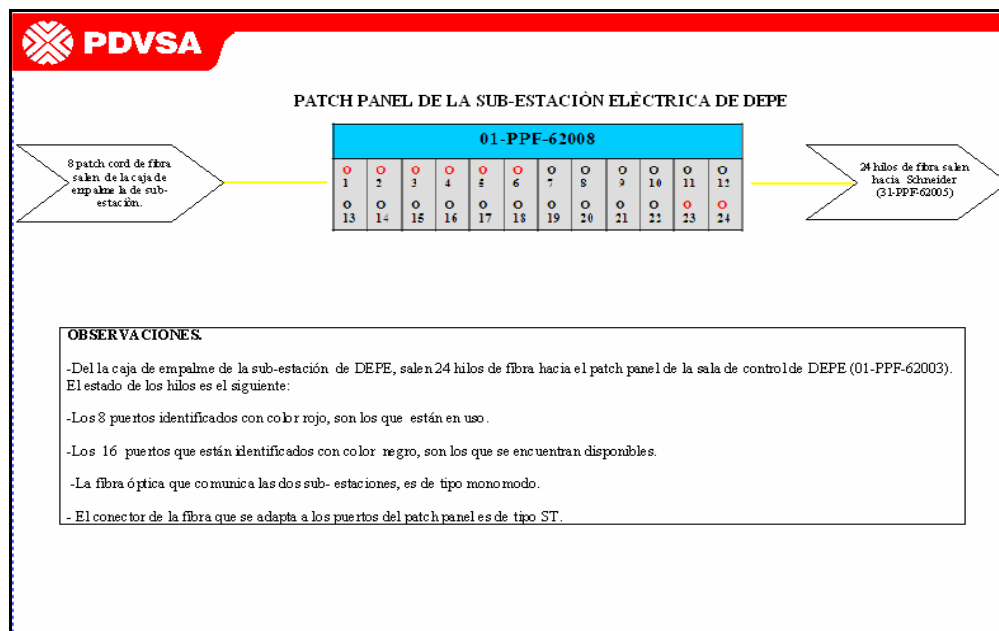
La Sub-estación eléctrica de DEPE, recibe 12 hilos de fibra provenientes de la sub-estación eléctrica de DEPO. Los hilos de fibra en la sub-estación eléctrica, se dirigen a una caja de empalme, de allí van a un patch panel y luego se dirigen hacia el Schneider de DEPE.



**Figura 4.17 Caja de Empalme y Patch Panel DEPE**

**Fuente: Propia.**

### Patch Panel DEPE.



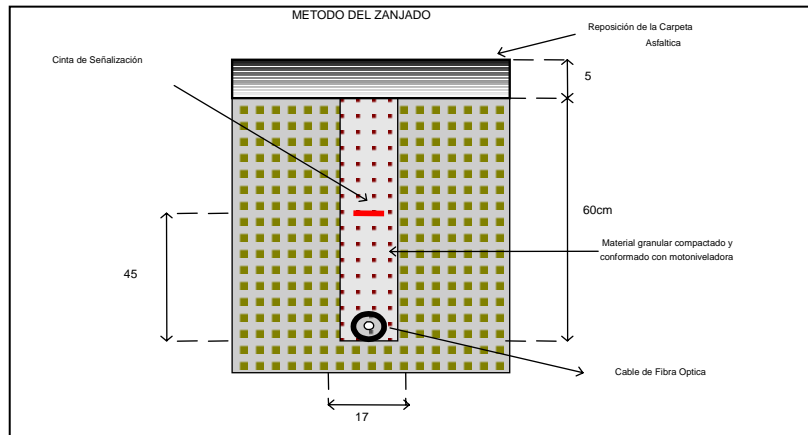
**Figura 4.18 Patch Panel S/E de DEPE.**

**Fuente: Propia.**

De acuerdo al recorrido de la ruta y a los planos esquemáticos de interconexión de la red de telecomunicaciones y por entrevistas hechas al personal de mantenimiento de la plataforma de AIT se llevó a cabo una inspección por tierra del trayecto para la obtención y recopilación de la información que permitió obtener detalles de la ubicación de las estaciones, la topografía del terreno y determinar la existencia de espacios disponibles para la instalación del cable de fibra óptica. En el recorrido se logró ubicar los accidentes topográficos existentes, las características de la vegetación, las condiciones de las carreteras, los cruces con tuberías y corredores de tuberías, elementos estructurales a lo largo del camino, y en fin; cualquier otro elemento que pueden generar obstrucciones en la trayectoria. El tendido para la nueva red debe hacerse utilizando métodos de zanjado o similar (arado) que es una forma de enterrar el cable, y la trayectoria de este enlace sería paralela a la carretera entre el borde y la franja de protección de los oleoductos que se encuentran en la zona, esto con la intención de resguardar el cable de fibra óptica. Bajo estas condiciones, por su cercanía los corredores de tuberías quedaría protegido el cable, ya que en una franja de 15 metros medidos a partir de la tubería no está permitida actividades que impliquen remoción de tierra o excavaciones (PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos IR-S-16), que pudiesen dañar o maltratar el cable. Por otro lado con la utilización de esta técnica también se ofrece protección al cable ante posibles acciones de robo, el cable quedaría enterrado y sería prácticamente imposible que lo perpetraran, contrario a las condiciones que ofrecen por ejemplo la instalación aérea, donde el cable queda a plena vista y crea la oportunidad de robo.

El método de excavación para la instalación de cable mediante zanjadora consiste en excavar una zanja, de tal manera que el corte del asfalto y la extracción del material se realicen simultáneamente. Este sistema especial de instalación de cable enterrado, a conseguir con un ancho mínimo de excavación (17cm), deposita el cable con un alto rendimiento de trabajo. De acuerdo a las normativas establecidas por MINFRA en el 2001 para la construcción de enlaces, la profundidad debe ser de 60

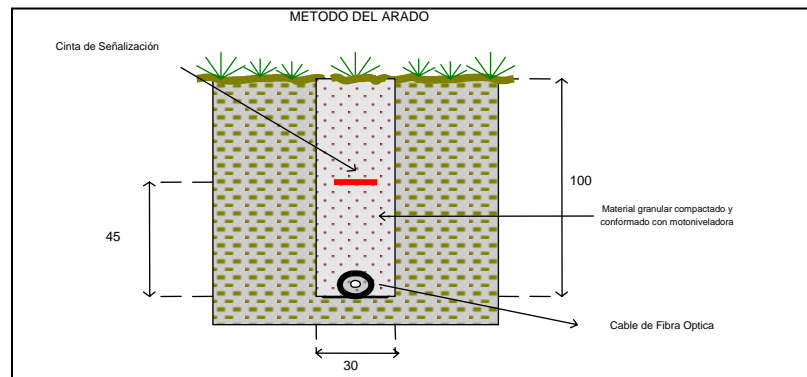
cm. En la **figura 4.19 y 4.20** se muestran las características del método de zanjado y arado.



**Figura 4.19 Método de zanjado en asfalto**

**Fuente: Normas CANTV**

Método del Arado.



**Figura 4.20 Método del Arado.**

**Fuente: Normas CANTV**

Debido a que en la ruta propuesta para el tendido del cable existen otras instalaciones subterráneas se hace difícil mantener la profundidad del zanjado. Por ello es importante la realización de exploraciones (calicatas). Aunque en el recorrido de la ruta se observan con detalles los posibles obstáculos ya que también se hizo una detección de metales, encontrándose tuberías de distinto diámetros. Para estos casos especiales se utiliza un topo para canalizar el cable por debajo de dicho obstáculo, siendo necesaria la excavación de fosas de lanzamiento y recepción del topo.

Luego de las operaciones de excavación de la zanja se procederá a la excavación manual para la colocación de tanquillas ubicadas en los puntos donde pudieran existir empalmes o curvaturas muy pronunciadas de la canalización; donde el cable de fibra óptica cambia de dirección. Igualmente se realizara la construcción de boquetas en los tanques pertenecientes a las canalizaciones que forman parte de la ruta establecida para la instalación.

Una vez establecida la longitud de cada tramo de cable y los puntos de empalmes se procederá al tendido del mismo e instalando de manera simultánea un subducto de servicio para futuras canalizaciones de fibras en caso de ruptura o ampliaciones de la red.

Luego de la instalación del cable de fibra óptica en la zanja será necesario hacer un relleno con arena para la protección o lecho del mismo.

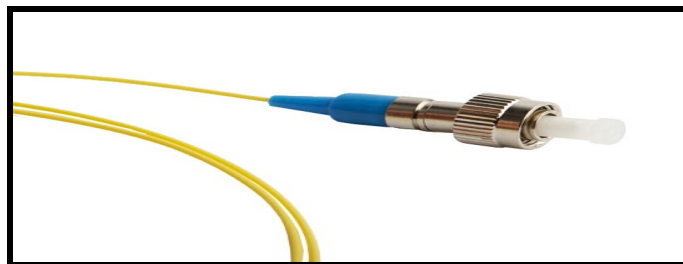
La compactación del terreno se efectuara utilizando concreto estructural vibrado con resistencia RCR-28=210kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con las normas COVENIN para la protección del cable enterrado y evitar hundimientos en el pavimento. Durante el vacio de concreto se coloca una cinta plástica de advertencia a 30cm de profundidad para mayor protección del cable en caso de posibles excavaciones.

Una vez hecho el relleno y la compactación del concreto, se realizara la escarificación de la capa asfáltica para la reposición del pavimento utilizando pavimento asfáltico.

Por otra parte, la instalación del cable de fibra óptica en los tramos con ductería existente, comprende actividades previas tales como limpiezas y acondicionamientos de ductos, así como la localización de posibles obstrucciones para efectuar, en tal caso, posteriores operaciones de calicata y reparación; además de la instalación de una guía de material resistente para la instalación del cable.

La Propuesta de instalación del cable de fibra Óptica entre las estaciones y centros operativos comprende desde el tendido del mismo hasta la conexión física de los equipos terminales de distribución; por lo tanto debe tenerse en cuenta la realización de estas actividades en ducto de canalización lateral así como el tendido en escalerillas de distribución en las salas de transmisión de dichas estaciones.

Una vez hecho el tendido del cable se procederá a la realización de empalmes necesarios según los establecidos por el largo de corte de la fibra y por la ubicación de los mismos en tanquillas, tanques, armarios de distribución, etc., además de la instalación de conectores (pigtaills). En la figura 4.21 se muestran los conectores pigtaills.



**Figura 4.21 Pigtaills de fibra óptica Monomodo.**

**Fuente:** <http://www.bucuret.com>



Los empalmes de la fibra se realizaran por fusión dentro de capsulas o mangas de cierre para empalmes como la mostrada en la **figura 4.22**.



**Figura 4.22 Manga para empalme de fusión**

**Fuente:** <http://www.bucret.com>

Las actividades propuestas para el tendido del cable de fibra óptica de interconexión entre las estaciones se realizaran a través de partidas de obra específicas cuyos valores son establecidos por la empresa para cada actividad. Se denominan: Partidas de obra, cada una de las diferentes agrupaciones de tareas conforman un trabajo definido.

Las partidas de canalización comprenden las actividades tanto de excavación como de compactación del terreno y reposición de pavimento, el tendido de cables, se contempla al igual que los empalmes e instalación de equipos.

### **Condiciones Técnicas Generales.**

Para la realización de las partidas de obra que consta el proyecto deberán estar incluidos, entre otros, los siguientes conceptos:

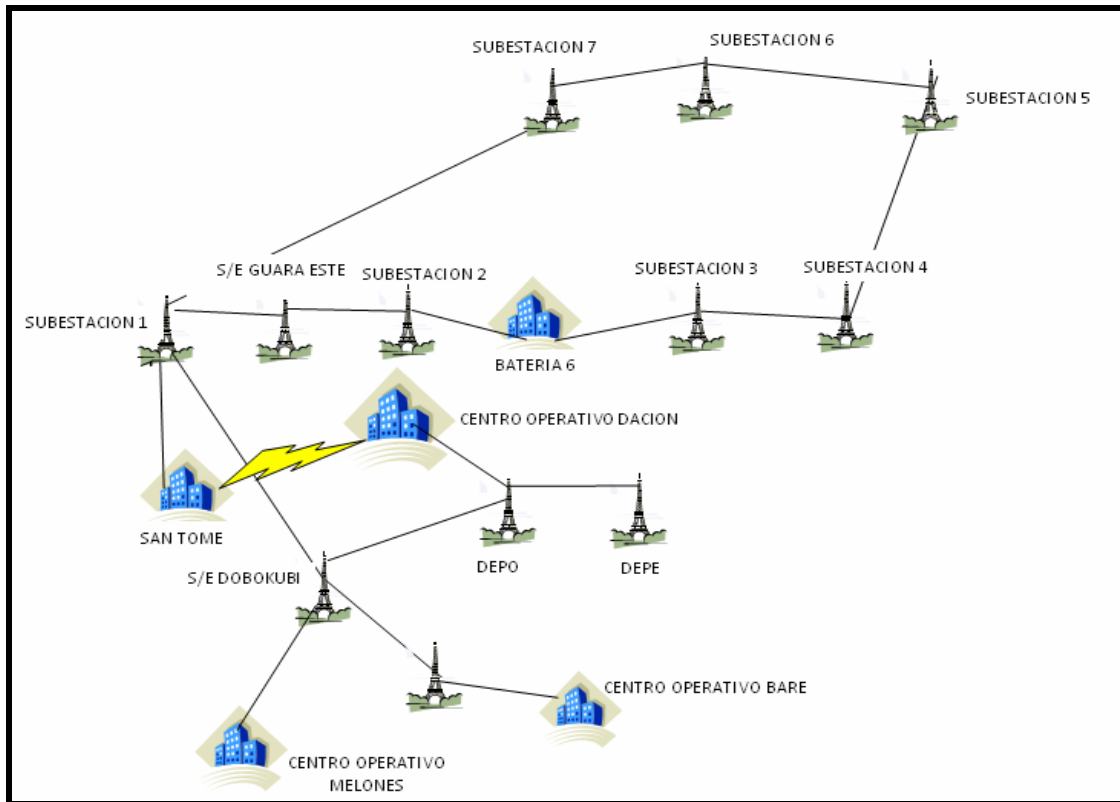
- Estudio previos sobre planos y terreno.
- Ejecución de las obras de acuerdo con los planos de detalle.
- Comunicación de ejecución de trabajos.
- Localización y determinación del lugar de la instalación de todos y cada uno de los elementos que comprenden las distintas partidas de obras.
- Estudio, preparativos y actuaciones necesarias para acceder a las instalaciones o edificaciones de PDVSA o ajenas.
- Apuntalamiento y sujeción de elementos próximos.
- Entibación y medios auxiliares necesarios para evitar desmoronamientos de tierras.
- Achique y agotamiento de agua de cualquier procedencia.
- Deforestación y limpieza del terreno.
- Medios de seguridad e higiene.
- Limpieza, desagüe, alumbrado y ventilación de tanques, tanquillas y fosas de cables.
- Manipulación y protección de cables existentes para permitir los trabajos.
- Limpieza y barrido de la zona de obra, retirando todos los escombros procedentes de la misma.
- También, está incluida la mano de obra y elementos necesarios para comunicarse con el nivel supervisorio correspondiente cuando se trabaje en instalaciones en servicios, antes de iniciar un trabajo y durante su ejecución, con la periodicidad que para cada caso particular se establezca.

# CAPÍTULO V

## RESULTADOS Y ANALISIS

### 5.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Actualmente PDVSA San Tome posee una arquitectura física de fibra óptica monomodo instalada que consta de tramos tendido en cable OPGW en las torres de transmisión y enterrada. Entregando servicios de telecomunicaciones a las distintas Subestaciones eléctricas y a los centros operativos de Melones y BARE, Batería 6 como se observa en la **figura 5.1**.



**Figura 5.1** Arquitectura del sistema existente.

**Fuente:** Propia.

Podemos observar que la distribución de fibra óptica es bastante extenso abarcando 13 estaciones; la necesidad del presente proyecto surge de alguna manera de tener una redundancia por medio de la fibra óptica en cuanto a los servicios de telecomunicaciones que son entregado al Centro Operativo Dación ya que actualmente como se explico en el capitulo anterior recibe servicios por medio de un radio enlace TSUNAMI.

Aprovechando la arquitectura actual instalada se plantea enlazar por medio de la fibra óptica las estaciones de San Tome (proveedor de servicios), Centro Operativo Dación (COD), DEPE y DEPO formando una red en anillo para lo cual se propone un tendido de fibra óptica necesaria para dar esta redundancia en anillo y así presentar una arquitectura robusta en cuanto lo que es la confiabilidad y disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones de COD.

A continuación se presenta la propuesta en forma grafica como quedaría el enlace y la interconexión entre las estaciones de DEPO, DEPE, COD, San Tome.

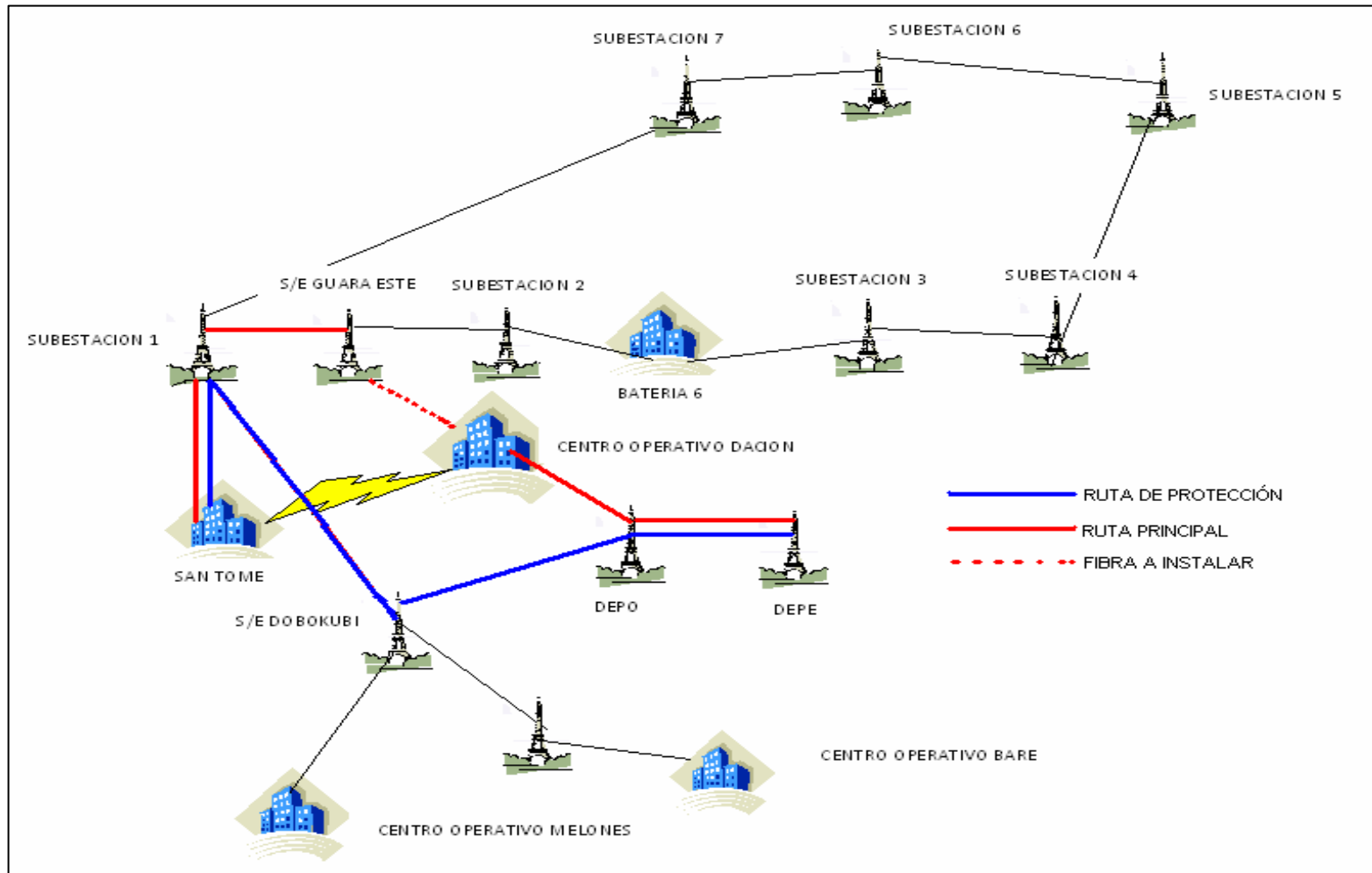


Figura 5.2 Enlace e Interconexión entre la Estaciones DEPO-DEPE-COD-San Tome.

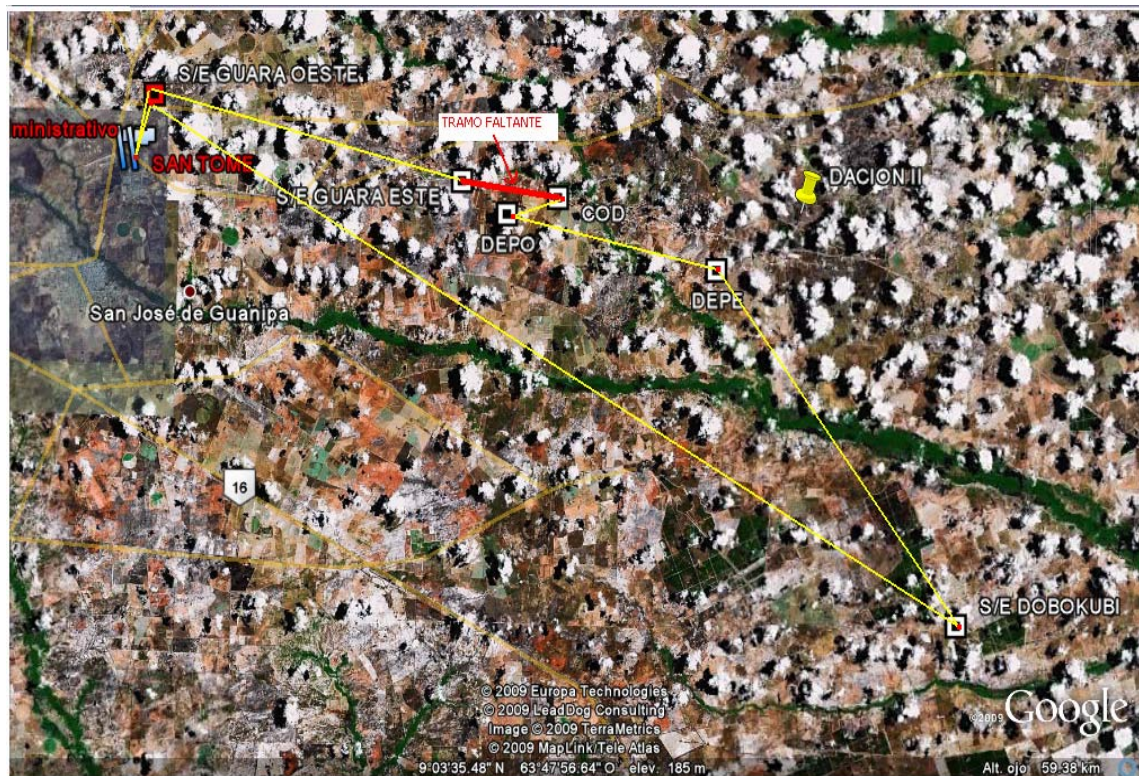
Con esta propuesta de red garantizamos tres trayectos de respaldo de comunicaciones entre San Tome (Proveedor de servicios) y C.O.D (cliente de servicios en conjunto con DEPE y DEPO).

PDVSA San Tome dentro de su arquitectura de comunicaciones bajo fibra óptica posee a las estaciones como los son San Tome, S/E Guara Oeste, S/E Guara Este, S/E Dobokubi, DEPE, DEPO; la cual fueron tomadas en cuenta en el presente proyecto y en la arquitectura de red en anillo, la cual es presentada para dar servicios de Voz, Data y Video a las estaciones de C.O.D; DEPE; DEPO.

Considerando optimizar los costos de implementación del proyecto hemos tomado el esquema actual de comunicaciones por fibra óptica y adaptar las nuevas estaciones dentro de su arquitectura garantizando así el incremento del ancho de banda, confiabilidad, disponibilidad como también en forma directa el incremento de la producción de crudo en este campo operacional. Como se observa en la figura 5.1; PDVSA San tome consta con una extensa red de comunicaciones ya instalada la cual la aprovecharemos y así presentar una de las soluciones más factible englobando los parámetros de calidad, disponibilidad en cuanto es la entrega de servicios de telecomunicaciones en la zona remota del Campo Operacional DACION.

El objetivo primordial es enlazar por medio de la fibra óptica las estaciones San Tome y El Centro Operativo Dación; y de ahí derivar los servicios para DEPE y DEPO cerrando el anillo con S/E DOBOKUBI. Para que sea esta solución factible es necesario instalar un tramo de fibra óptica entre las estaciones S/E Guara Este y C.O.D como lo muestra la figura 5.3.

En la figura 5.3 se observa la propuesta vía satelital.



**Figura 5.3 Vista satelital.**  
**Fuente: Google Map.**

## 5.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PROPUESTO

De acuerdo a los requerimientos de capacidad y confiabilidad de la Red de telecomunicaciones bajo estudio, se propone la utilización de equipos electrónicos que además de manejar voz, data y video sea configurable en una topología de red de anillo para respaldo de la comunicación; En la selección de los equipos electrónicos se toma en cuenta el presupuesto disponible, Stock de repuestos, capacitación del personal y la experiencia que estos posean en los equipos instalado y en operación, por lo que por decisión de PDVSA San Tome se selecciona los multiplexores ópticos fabricante General Electric donde su arquitectura es modular, es decir, que según los servicios, ancho de banda, condiciones, donde instalar el equipo, podemos adquirir los módulos necesarios. Siendo General Electric el fabricante el multiplexor Add/

Drop es de la serie JUNGLEMUX operando a las velocidades de OC1 (51,84 Mb/s), OC3(155,52 Mb/s), OC12(622,08 Mb/s) y OC48(2488,32 Mb/s).

El sistema Junglemux es capaz de multiplexar aplicaciones de alta, media y baja velocidad; El diseño compacto de la unidad y la arquitectura flexible del shelf nos permite insertar desde las unidades ópticas (Convertor Óptico Eléctrico) y las unidades correspondientes a los servicios de baja velocidad como lo son el tráfico Ethernet, Tráfico PDH (E1's), Canales RS 232 de 9600 Kb/s, Canales de Telefonía de 64 Kb/s en un solo y único Shelf reduciendo espacio físico y costos.

### **5.3 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS.**

Este sistema es configurable en varios tipos como lo son punto a punto lineal; en anillo con un trayecto protegido; al ser un producto integrado proviendo la interfaz por medio de la fibra óptica y ofreciendo canales de comunicaciones para gestión local y remota de cada multiplexor facilitando las actividades de operación, administración y mantenimiento de los nodos.

Para nuestro enlace el equipo estará configurado en anillo con un trayecto protegido, operando a una velocidad de 51,84 Mb/s, ofreciendo los siguientes módulos:

- ✓ Tráfico Ethernet tenemos el módulo JIF-Ether máximo ancho de banda configurable 10 Mb/s.
- ✓ Tráfico PDH-E1 tenemos el módulo JIF-E1, donde es configurable por cada módulo 3 E1's, donde 1 E1 son 2048 Mb/s.



- ✓ Trafico Video tenemos el modulo Video I/O con un ancho de banda máximo configurable de 6,4 Mb/s.

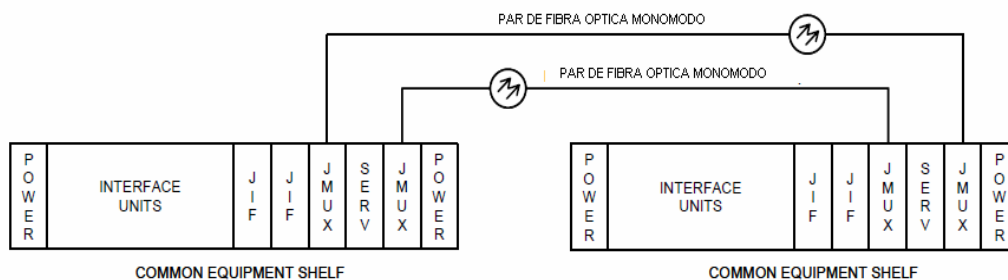
Donde a cada modulo es configurable el ancho de banda según la demanda de servicios de la estación.

#### 5.4. SINCRONIZACIÓN

La sincronización del sistema viene por un sincronismo interno que es provisto por el mismo sistema donde un nodo funciona como generador de sincronismo (Nodo principal) y los demás como esclavos de este (Nodos Remotos).

#### 5.5 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y DE LA RED.

Como venimos desarrollando el proyecto en una topología de red de anillo, donde un trayecto es el principal y el trayecto es la protección el sistema Junglemux nos permite configurarlo de manera que cada modulo desde el conversor óptico-eléctrico hasta la interfaz física de los servicios, posea redundancia electrónica ofreciendo una mayor confiabilidad y disponibilidad de los servicios en el caso de existir algún corte de fibra óptica, o de fallar algún modulo.



**Figura 5.4 Protección de los Equipos de Red.**

En la figura anterior observamos redundancia en cuanto a la trayectoria (dos pares de hilos de fibra óptica Monomodo necesario) como lo son también a la electrónica, donde vemos dos unidades de POWER SUPPLY que nos entregan la alimentación de cada modulo, en caso de falla una de ellas la restante queda soportando toda la carga. Dos unidades Jmux (Convertor Óptico Eléctrico) cada una a su trayecto correspondiente para formar el anillo. Y Dos unidades JIF, según el servicio a entregar pueden ser JIF E1 ó JIF Ether.

## **5.6 CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN.**

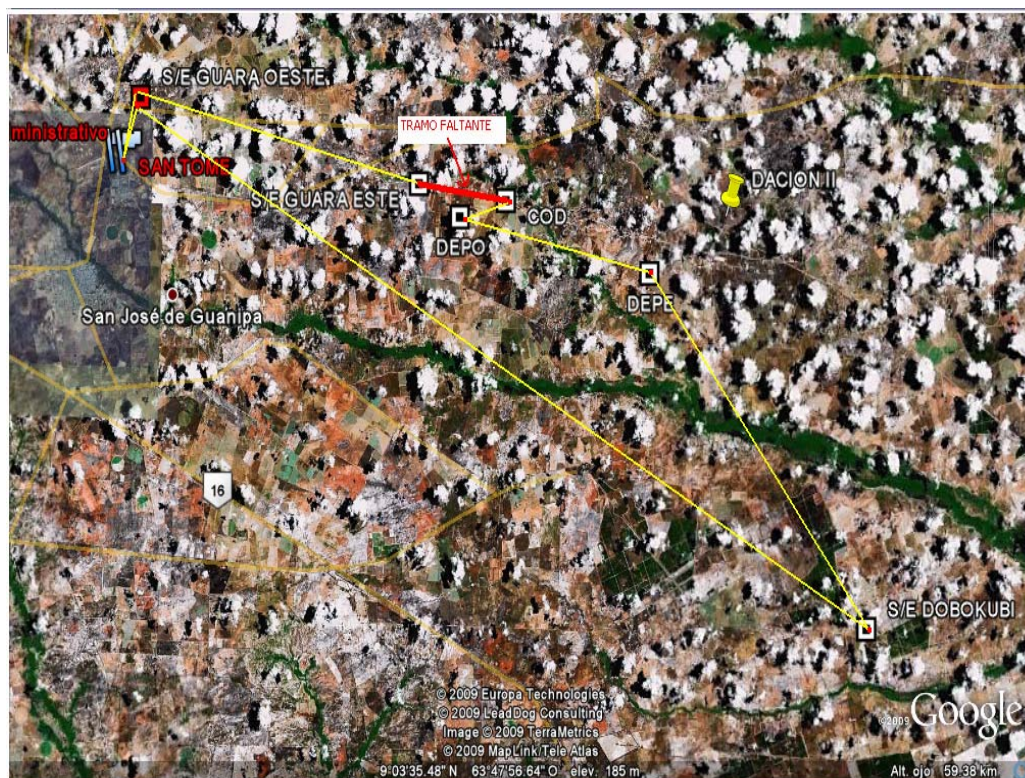
Con el propósito de mejorar la calidad de servicios a prestar y disponibilidad de la red de telecomunicaciones existente, se hace necesario atender los requerimientos de interconexión entre centrales, para asegurar así conexiones bidireccionales flexibles capaces de manejar un gran ancho de banda para la prestación de determinados servicios especiales que requieren mayor velocidad de transmisión. Tales parametros indican el número máximo de canales que puede incorporar un sistema y el tráfico que puede cursar, dependiendo de la estructura física de la red y la capacidad de proceso y/o memoria de sus equipos.

De igual manera debe tenerse en cuenta la atenuación y/o amplificación de señales de transmisión de los servicios para asegurar la integridad de los bits a lo largo del trayecto de conexión.

De acuerdo con la configuración del modo de operación de los equipos en la topología propuesta para la nueva red de telecomunicaciones, es necesario que estos estén en capacidad de manejar no solo el trafico de voz y de servicios especiales originados en cada nodo, si no el total de trafico originado por todos los nodos, para

asegurar la disponibilidad del sistema, ya que la detección de fallo de servicio y de protección de los tramos de interconexión entre centrales, produce la conmutación de anillos, por lo que los equipos en cada nodo y en las interconexiones entre ellos deben estar dimensionados para transmitir estas señales hacia cualquiera de los nodos de la red.

Los servicios Asociados a cada uno de los nodos del sistema Junglemux son multiplexados según el estándar SONET a una velocidad de OC 1 de 51,84Mb/s, bajo fibra óptica monomodo a una longitud de onda de 1550 nm; con una potencia de transmisión de -5 dBm y una sensibilidad de -60dBm. Según la necesidad y topología del enlace se necesita la conexión entre las estaciones:



**Figura 5.5 Vista de las estaciones asociadas al Proyecto.**

**Fuente: Google earht**

El Nodo de San Tome esta enlazado principalmente con COD y con protección con la S/E Dobokubi. Dándonos las siguientes distancias y pérdidas estimadas.

	Centro Operativo Dación	S/E Dobokubi
San Tome	37 km, Perdida 8dB	55 km, Perdida 15dB

Haciendo posible el enlace.

El nodo de Centro Operativo Dación (COD) se enlaza con DEPO y San Tome este último ya considerado en el punto anterior. Presentando las distancias tenemos:

	San Tome	DEPO
COD	37 km, Perdida 8dB	5 km, Perdida 2 dB

Haciendo posible el enlace.

El nodo de DEPO se enlaza con DEPE y COD, tenemos:

	COD	DEPE
DEPO	5 km, Perdida 2 dB	10 km, Perdida 5 dB

Haciendo posible el enlace.

El nodo de DEPE se enlaza con DEPO y DOBOKUBI, tenemos:

	DEPO	S/E DOBOKUBI
DEPE	10 km, Perdida 5 dB	40 km, Perdida 8,5 dB

Haciendo posible el enlace.

## CONCLUSIONES

Considerando cada uno de los objetivos planteados tenemos las siguientes conclusiones:

- Con el propósito de mejorar la calidad de servicio y disponibilidad de la red de comunicaciones existente, se hace necesario atender los requerimientos de interconexión entre las subestaciones para asegurar conexiones bidireccionales flexibles capaces de manejar un mayor ancho de banda para la prestación de determinados servicios especiales que requieran mayor velocidad de transmisión.
- El sistema redundante de la fibra óptica y de los equipos, garantizará mayor seguridad en las comunicaciones, ya que al fallar una de estos, inmediatamente se podrá en funcionamiento los sistemas de respaldo.
- De acuerdo a las necesidades de la Plataforma en estudio, se propone implementar el esquema de protección en anillo conmutado bidireccional autorecuperable, el cual utiliza un protocolo de comunicación muy fiable, además permite un fácil mantenimiento de la red y el control de acceso está distribuido por todos los elementos de la misma.
- Al analizar los protocolos de comunicaciones ópticas utilizados en la red de transporte de PDVSA distrito San Tomé, se pudo definir el equipamiento electrónico necesario para el proyecto, estos equipos fueron seleccionados en concordancia con la plataforma tecnológica existente en la empresa la cual es en su mayoría bajo el estándar Americano SONET.

- En la actualidad, los sistemas interconectados por fibra óptica tienen ventajas frente a las comunicaciones inalámbricas; por lo tanto, siempre que sea posible lograr la conexión alámbrica no debe estimarse esfuerzo para conseguirlo, ya que las inalámbricas a pesar de su comodidad siempre tendrán una menor tasa de transmisión de datos.
- Con la evaluación de la infraestructura, la plataforma y los servicios ofrecidos en las estaciones asociadas del proyecto, se lograron visualizar algunas fallas y condiciones desfavorables en las mismas, lo que ayudó a plantear mejoras tanto en la infraestructura, como en los servicios presentes que son necesario para mantener las condiciones de trabajo de los equipos que se encuentran operando en dichas estaciones.
- Los métodos de instalación de la Fibra Óptica más adecuado, se determinaron acorde con la ruta elegida y las condiciones de geográficas del terreno, resaltando el método de excavación direccional en aquellos casos donde las profundidades de instalación y las normas de seguridad no permiten la utilización del método de zanjado, así como también; lo es el caso del método de excavación manual, aplicado en lugares donde la implementación de maquinaria es considerada de riesgo tanto para la integridad del personal como para el ambiente de trabajo, como lo es el caso del paso de tuberías de Gas sometidas a alta presión y dentro de las S/E eléctricas.

## RECOMENDACIONES

Con base al estudio realizado y a los resultados obtenidos en la presente investigación, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Realizar inspecciones y diagnósticos mensuales sobre el estado de las plataformas de las redes, para prevenir inconvenientes futuros.
- Identificar todos los patch paneles que se encuentran en las subestaciones con etiquetas que contengan el nombre o identificación del patch panel, el número de puertos en uso y disponibles y el nombre de la (s) estación (es) con las cuales se comunica.
- Identificar todos los patch cord de fibra de los patch paneles de las subestaciones, con el objetivo de conocer la conexión entre ellos y los equipos de comunicación y control de la plataforma, para que al momento de presentarse una falla en las redes, se pueda detectar y resolver sin perder tiempo.
- Todos los patch cord de fibra y de cable UTP que no estén en uso en las redes, deben ser ubicados en sitios seguros para evitar su deterioro y emplearlos en aplicaciones futuras en el sistema.
- Se deben revisar los empalmes, conectores y características físicas de la fibra óptica, tomando en cuenta la Norma ANSI/TIA/EIA 568-B.3, que establece las normas para los componentes de cableado de fibra óptica tomando en cuenta:

- ◆ Conectorización.
  - ◆ Radios de Curvatura de la Fibra.
  - ◆ Empalmes.
  - ◆ Atenuación.
- 
- Actualizar cuando sea necesario los diagramas del enlace de fibra y la interconexión de los equipos de comunicación y control de las Redes, para llevar un control y organización de la plataforma operativa en campo.



## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- [1] Acosta, J. **“Propuesta de un sistema de telecomunicaciones por fibra óptica, para la interconexión de la Sala HF con el Centro de Control, de la Subestación Barbacoa I”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Puerto la Cruz (2008).
- [2] Bastardo, M. **“Estudio de Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad de la Red de Comunicaciones del Campo Melones de PDVSA, Distrito San Tomé”**. Trabajo de grado UNEFA San Tome (2008).
- [3] González, R. **“Diseño de un Enlace de Comunicaciones para la Empresa Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA) Distrito San Tome”**. Trabajo de grado, UNEFA San Tome (2008).
- [4] Méndez, N. **“Diseño de la Red de Telecomunicaciones para proveer los Servicios de Internet en los estados Anzoátegui, Bolívar, Monagas y Sucre”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Puerto la Cruz (2008).
- [5] Sandoval, J. **“Diseño de una Plataforma Inalámbrica de telecomunicaciones para el Despliegue de una Red Multiservicio en la Zona Metropolitana Estado Anzoátegui”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Puerto la Cruz (2008).
- [6] Ramírez, J. **“Instalaciones Eléctricas Generales”**. Tercera edición, Editorial CEAC, España (1987).
- [7] Morera, D. **“Cableado estructurado y Fibra Óptica”**. Grupo Ireli Caracas Venezuela (2007).

[8] Enrique Serrano. (2008). “Redes de Internet, Fibra óptica, Par trenzado y SDH” Trabajo de investigación Universidad de Oriente.

[9] Wayne, T. (2004). “**Sistemas de comunicaciones electrónicas**”. (2da Edición). Editorial PEARSON PRENTICE HALL.

[10] Behrouz, A. DeAnza, C. (2007). “**Transmisión De Datos y Redes de Comunicaciones**”. (4ta Edición). Editorial Mc Graw Hill.

[11] Patiño, M. (2004). “**Diseño de una Red de Fibra Óptica para la Transmisión de Voz y Datos entre las oficinas comerciales ubicadas en la Ciudad de Cumaná y la sede principal de una empresa de Electricidad, Zona Sucre-Cumaná**”. Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para obtener el título de ingeniero electricista.

[12] Marín, D. (2001). “**Diseño e implemento una red de multiplexores de tecnología SDH, en la región de los llanos para la transmisión de voz y data**”. Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito parcial para obtener el título de ingeniero electricista.

## BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL

- González, R. (2006). “Ampliación de la red óptica y el sistema SDH de transporte de información del metro de Medellín”. Disponible en: <http://eav.upb.edu.co/banco/files/yesisfibraopyicametro.pdf>.
- Documentación. (2006) “SONET y SDH” Disponible en: [http://ingenieria.udea.edu.co/~avendano/docs/datos/SDH\\_y\\_SONET.doc](http://ingenieria.udea.edu.co/~avendano/docs/datos/SDH_y_SONET.doc).
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Telecomunicación de Colombia. (2006) “Características de las Fibras ópticas” Disponible en: [www.teleco.upct.es/Docencia/Asignaturas/103113008/Tema1/Documentacion/fibraoptica.pdf](http://www.teleco.upct.es/Docencia/Asignaturas/103113008/Tema1/Documentacion/fibraoptica.pdf).
- Corporación Mc Graw Hill. (1998). “Medios de transmisión”. Disponible en: [http://.platea.cnice.mecd.es/~jmarti2/mat\\_redes/ch07.ppt](http://.platea.cnice.mecd.es/~jmarti2/mat_redes/ch07.ppt).
- Haykin, S. [1985], “Sistemas de Comunicación”. Segunda Edición. Interamericana S.A. de C.V. México, DF.

# **ANEXOS**

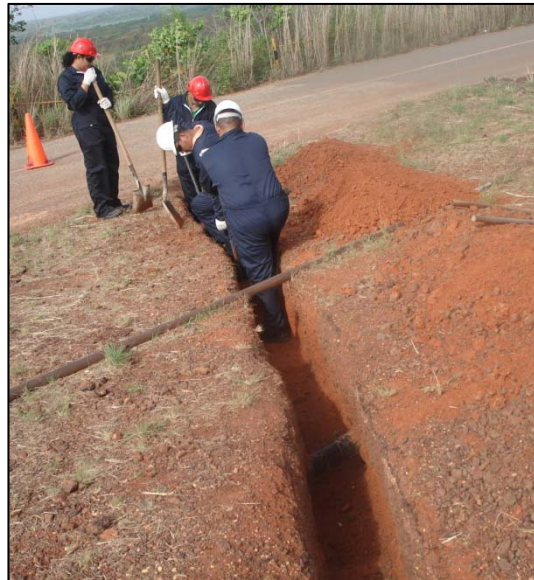
## ANEXO A

### Método de Excavación por Zanjado



## ANEXO B

### Método de Excavación Manual



**ANEXO C**  
**Método de Excavación Direccional**



**ANEXO D**  
**Infraestructura Existente**



**Bancadas y Ductos**

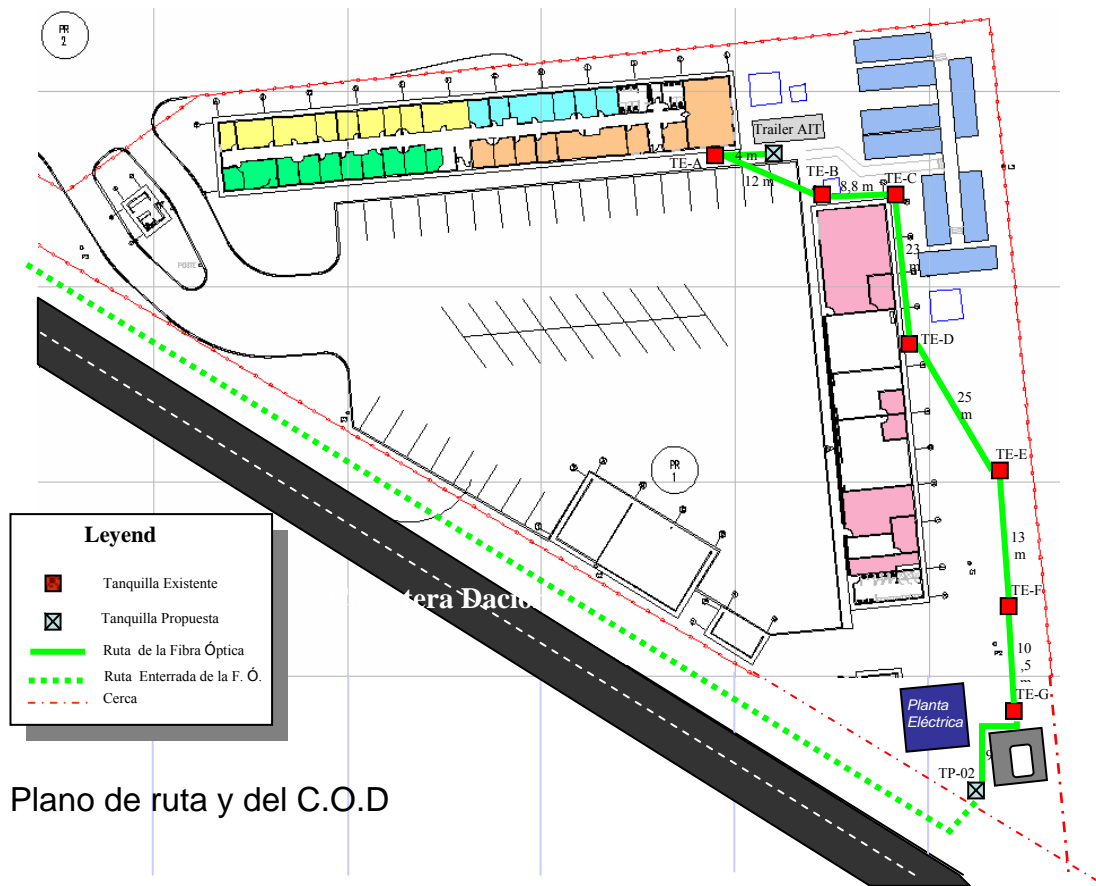


**Tanque tipo E con tapa manhole**



### ANEXO F

### Plano de ruta y del Centro Operativo Dación



Plano de ruta y del C.O.D

## ANEXO G

### Imágenes del Centro Operativo Dación



**ANEXO H**  
**S/E Eléctrica Guara Este**



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	<b>“PROPUESTA PARA LA ADECUACIÓN DE LA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE DE DATOS ENTRE EL CENTRO OPERATIVO DACIÓN Y EL EDIFICO AIT PDVSA DISTRITO SAN TOMÉ.”</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>
<b>Rodríguez Z. Mariangel</b>	<b>CVLAC:16.398.343 E MAIL: marizaba@hotmail.com</b>

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

**Adecuación**

**Plataforma**

**Comunicación**

**Transporte**

**Datos**

**Infraestructura**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Electricidad

**RESUMEN (ABSTRACT):**

**El presente trabajo describe las actividades desarrolladas durante la pasantía industrial, realizada en la Empresa Petróleos de Venezuela S.A. - Distrito San Tomé, en el departamento de Automatización, Informática y Telecomunicaciones (AIT) específicamente en la superintendencia de Desarrollo e Implantación de Soluciones (DIS), el mismo tiene la finalidad de plasmar detalladamente la forma en que se desarrolló La propuesta para la adecuación de la plataforma de comunicación y transporte de datos entre El Centro Operativo Dación y el Edificio AIT de PDVSA Distrito San Tomé, el cual plantea la instalación de un cable de fibra óptica (F.O.) para establecer una conexión física entre San Tomé y el Centro Operativo Dación, que permitirá crear un nuevo anillo en la red de F.O. de Oriente, que ofrecerá redundancia a la red y podrá mejorar los servicios que actualmente se prestan a través de la red inalámbrica existente, además de brindar un mayor ancho de banda a la plataforma de comunicación de la empresa para manejar diversas aplicaciones a nivel tanto administrativo como de supervisión y control de la producción de crudo.**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

**CONTRIBUIDORES**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL</b>				
<b>Sánchez Orlando</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS X</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	<b>sanchezou@pdvsa.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Hernández Eulogio</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU X</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	<b>Eulogio@gmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Heraoui Margarita</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	<b>mheraoui@udo.anz.edu.ve</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Serrano Enrique</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>	<b>eserrano@udo.anz.edu.ve</b>			
	<b>E_MAIL</b>				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

<b><u>2010</u></b> <b>AÑO</b>	<b><u>11</u></b> <b>MES</b>	<b><u>05</u></b> <b>DÍA</b>
----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

**LENGUAJE: SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

**ARCHIVO (S):**

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
Tesis Mariangel Rodríguez	Application/msword

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I  
J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x  
y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.**

**ESPACIAL: \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)**

**TEMPORAL: \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)**

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:  
Ingeniero Electricista**

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:  
Pre-Grado**

**ÁREA DE ESTUDIO:  
Departamento de Ingeniería Eléctrica.**

**INSTITUCIÓN:  
Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

**DERECHOS:**

**“Los Trabajos de Grado son de Exclusiva Propiedad de la Universidad de Oriente y Solo Podrán ser Utilizados para Otros Fines con el Consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, el Cual Participara al Consejo Universitario”.**

**Rodríguez Z. Mariangel  
AUTOR**

**Hernández Eulogio  
TUTOR**

**Heraoui Margarita  
JURADO**

**Serrano Enrique  
JURADO**

**Mercado Verena  
POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS**