

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE CABLEADO
ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA Y FTP DE CATEGORÍA 6A**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:
VÍCTOR RAÚL CASTELLANOS BALAREZO**

**PROMOCIÓN
2003-II**

**LIMA-PERÚ
2009**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA Y
FTP DE CATEGORÍA 6A**

Agradezco a Dios, a mis profesores y a mis seres queridos,
quienes me han alentado en mis estudios profesionales
así cómo a desarrollar el presente trabajo,
muy en especial agradezco
a mis hijos, a mi esposa
a mis hermanos y
a mis padres

SUMARIO

El presente informe de suficiencia muestra los criterios empleados en el diseño e implementación de un proyecto de cableado estructurado de categoría 6A desarrollado en la empresa PETROPERU S.A: durante el año 2008, para los fines de mejorar significativamente los niveles de calidad de la transmisión de voz, datos y video, para una empresa que basa su desarrollo en los sistemas de comunicación hacia los clientes, proveedores, trabajadores y entidades de gobierno, mediante la implementación de tecnología de avanzada.

En este informe se resalta las condiciones de partida del indicado proyecto y se fijan las condiciones objetivo, señalando las características requeridas en forma prioritaria, así como las estrategias desarrolladas para lograr los resultados esperados, teniendo presente siempre las limitaciones propias de la empresa, perteneciente a una empresa del sector hidrocarburos, de característica oligopólica donde además PETROPERU S. A. es empresa de propiedad del estado que debe cumplir con dispositivos que limitan su accionar, de manera de planificar el Proyecto en términos concretos de Diseño, buscando una implementación práctica, sin muchas sofisticaciones, pese a ser de los primeros en implementar en el país estas tecnologías de avanzada.

Se presentan conclusiones prácticas basadas en la experiencia del proyecto, con la esperanza que este proyecto sirva de consulta y guía para futuros proyectos similares.

INDICE

Introducción	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del Problema.....	4
1.1.1 Situación inicial a Diciembre del 2005.....	5
1.1.2 Situación requerida para el futuro cercano	7
1.2 Concepción del Proyecto	10
1.3 Objetivo del Trabajo	11
1.4 Alcances del Proyecto.....	11
1.5 Alcances del Presente Informe.....	12
1.6 Enfoque del Proyecto	12
1.7 Evaluación del Problema.....	13
1.7.1 Desventajas del Cableado Utilizado antes del Proyecto.....	13
1.7.2 Definición de la Solución: Categoría 6a y Características Adoptadas.....	14
1.8 Limitaciones del Trabajo	16
CAPITULO II CONSIDERACIONES DE DISEÑO	18
2.1 Premisas de Diseño.....	18
2.2 Selección de Tecnologías	19
2.2.1 Fibra óptica LSZH	19
2.2.2 Módulo de Fibra Óptica.....	21
2.2.3 Conectores.....	23
2.2.4 Cable FTP Tipo LSZH	25
2.2.5 Accesorios para el Cableado.....	28
2.2.6 Equipo certificador DTX-1800	29
2.2.7 Equipo de Monitoreo y Gestión de Redes LAN y WAN	30
2.2.8 Sistema para los servicios de voz	32
2.2.9 Sistema para los servicios de datos	33
CAPITULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	34
3.1 Metodología Sistemática Empleada	34
3.1.1 Principales Actividades de la Metodología	35
3.1.2 Preparación de PETROPERU para Supervisar y Evaluar	38
3.1.3 Registro Diario de Actividades y Problemas Presentados.....	39

3.1.4	Auditorias de la Instalación.....	39
3.1.5	Certificación del Trabajo Realizado	39
3.1.6	Cierre del Proyecto.....	39
3.2	Diseño Global de la Solución	40
3.2.1	Premisas Adoptadas para el Desarrollo del Proyecto.....	41
3.2.2	Consideraciones en Relación al Enlace de Fibra Óptica	42
3.2.3	Consideraciones Respecto al Cableado Horizontal tipo FTP.....	43
3.2.4.	Tópicos Relacionados con la Canalización	45
3.2.5	Cable Multipar	47
3.2.6	Sistema de Etiquetado	48
3.2.7	Gabinetes de Comunicaciones.....	48
CAPITULO IV ANÁLISIS, DESCRIPCIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....		50
4.1	Análisis y Descripción de la Ejecución del Proyecto	50
4.1.1	Desarrollo Histórico del Proyecto	50
4.1.2	Descripción Técnica.....	55
4.2	Descripción de Procesos.....	56
4.3	Certificación del Proyecto.....	57
4.3.1	Certificación a las Instalaciones	57
4.3.2	Certificación del Diseño de Soluciones.....	58
4.3.3	Certificación del Personal.....	58
Conclusiones y Recomendaciones		59
ANEXO A		
Análisis de Utilización, demanda de Ancho de Banda, Velocidad de Transmisión ..		62
ANEXO B		
Diagrama de la Estructura de la Red Vigente		68
ANEXO C		
Plano del Cuarto Piso		71
ANEXO D		
Estándares a ser Utilizados en el Proyecto		73
ANEXO E		
Reglamentos de Edificaciones y Código Nacional de Electricidad		75
ANEXO F		
Gráfico del Diseño Global de La Solución		79
ANEXO G		
Presupuesto del Proyecto		82
ANEXO H		

Diagrama de Gantt del Proyecto	86
ANEXO I	
Pruebas de Certificación del Cableado Categoría 6a	88
ANEXO J	
Glosario De Términos	90
BIBLIOGRAFÍA	94

INTRODUCCIÓN

Las necesidades empresariales relacionadas con la competitividad exigen aplicaciones tecnológicas cada vez más sofisticadas, que demandan comunicaciones y accesos a la información cada vez más rápidos y más confiables, lo que a su vez se traduce en maximizar los anchos de banda, minimizando los errores y las atenuaciones.

La carrera por la competitividad requiere buscar nuevos nichos que las propias empresas crean y tratan de mantenerse, que requieren cada vez mayores ventajas tecnológicas, principalmente en lo que se refiere a sistemas de información y telecomunicaciones, éste es el caso de una empresa como PETROPERU S.A., que se encuentra en el sector energético, más precisamente en el sector de los Hidrocarburos, mercado sumamente competitivo, donde participa un pequeño grupo de empresas formando un oligopolio muy específico, donde las empresas que lo conforman tienen muy clara la necesidad urgente de invertir en tecnología, gozando de la libertad que implica ser empresas privadas, que pueden tomar decisiones con mucha rapidez, lo que no le es posible a una empresa como PETROPERU S.A. donde los planes que va desarrollando se deben realizar con mucho empeño de parte de todos sus profesionales y con la mejor oportunidad que le permiten las leyes y reglamentos propios de ser una empresa estatal.

Empresas como PETROPERU S.A. deben administrar grandes cantidades de información y hacer uso de diversos servicios de las redes de telecomunicaciones, tales como las videoconferencias, el video de alta resolución, telefonía IP, CCTV, correo electrónico, intranet, internet, extranet, telemetría, etc., para mejorar o tratar de mantener su posición en el mercado de los hidrocarburos, por lo que, permanentemente requiere mejorar su "carretera" por donde debe viajar esta información.

Por estas razones, se concibió, durante el año 2006, un proyecto de mejoramiento de las redes LAN y WAN de los diversos centros que producen y demandan información fundamental para la empresa, esto implicaba cambios en los dispositivos de red, en los servicios contratados y en los niveles de cableado estructurado de cada centro de las operaciones.

El presente trabajo se ubica en el proyecto de cableado estructurado del nivel 6A a implementar en la oficina principal (OFP) de PETROPERU S.A., en el edificio ubicado

en la ciudad de Lima, en el distrito de San Isidro, en el cruce de la Av. Canaval y Moreira y el Paseo de la República.

Más concretamente, el proyecto materia de este informe es el proyecto piloto de Cableado Estructurado de Nivel 6A que se llevó a cabo durante el año 2008 en dicho edificio, abarcando únicamente el cableado estructurado del piso 4 de dicha oficina, a ser desarrollado sobre un cableado estructurado de nivel 5 bastante desmejorado, con un área que excedía los 1,000 m², que debía ser remozada y entregada para la reubicación de las áreas de Administración, Logística y Recursos Humanos de PETROPERU S. A.

Para el proyecto se tomó en cuenta que actualmente, las redes de datos y de voz basadas en fibra óptica permiten transmitir a altas velocidades, con anchos de banda cada vez más altos, que trabajan en el entorno de 10 a 40 Gb/s, a costos bastante razonables y a grandes distancias que llegan incluso a los miles de Kilómetros, con una mínima atenuación, y mínima probabilidad de errores, lo que ha permitido que hoy en día, las columnas vertebrales (backbones) de los sistemas de comunicación así como los tramos verticales de cableado en los edificios y en los espacios libres y ciudades, y los tramos de las interconexiones internas para unir los racks de las grandes redes LAN sean preferentemente basados en fibra óptica

Asimismo, las redes de cableado basado en hilos de cobre trenzado no-aptallado (Cable UTP) o aptallado (F/UTP y S/UTP o simplemente FTP y STP) también han venido siendo mejorados, en especial en lo que se refiere al transporte de mayores anchos de banda y mayores frecuencias de transmisión así como su cada vez menor probabilidad de error, por lo que, recientemente, son capaces de transferir información a velocidades de hasta 10Gb/s con frecuencias de hasta 250 a 500 MHz.

Por otro lado la ISO/IEC con fecha 1/04/2008 ha publicado una adenda a su Standard ISO/IEC 11801:2002 referida a la categoría 7A/clase FA, lo que se define como un nuevo estándar de cable para Ethernet y otras tecnologías que opera a frecuencias hasta de 1000Mhz capaz de soportar los 40Gb/s de información; de esta manera se estaría frente a un producto que tendría casi 5 veces más poder de transmisión que el reciente Nivel 6A, y nos daría capacidad de operar hasta 400 veces más rápido que en la categoría 5E que es la actualmente más difundida.

El sistema de cableado estructurado categoría 6A, sin ser la categoría más reciente, es una categoría en la que sus estándares han sido aprobados relativamente en forma reciente, brindando solidez y confianza en el corto, mediano y largo plazo a los usuarios finales.

Existen algunas limitaciones sobre el proyecto planteado, las que principalmente se basan en las limitaciones legales que tiene la empresa para lograr una toma de decisiones ágil y competitiva, las demás limitaciones son debidas al marco regulatorio de nuestros proyectos, tales como El reglamento de Edificaciones, el Código Nacional de Electricidad y el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional.

En este contexto concreto se sitúa el presente informe, que busca ser una ayuda para cualquier profesional que requiera planear, conducir o participar en el desarrollo de algún proyecto de instalación de cableado estructurado categoría 6a, o de mejoramiento de algún cableado de categorías anteriores, explicando los problemas en los cuales se ha tenido que dar solución considerando las limitaciones explicadas de tratarse de una entidad del estado que no tiene la libertad de decisión que tal vez hubieran facilitado y acortado los plazos de ejecución de este proyecto.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

PETROPERU S.A en su plan de expansión formulado durante el año 2006 considera que debe llegar y recibir de todas sus oficinas y plantas a nivel nacional una mayor tasa de información, que le permita procesar, tanto para los fines operativos como para los de control, que a la vez faciliten la toma de decisiones que deben asumir los niveles de Gestión de la empresa, lo que técnicamente implica lograr mayores frecuencias de operación, mejores anchos de banda, así como minimizar las atenuaciones y las pérdidas de paquetes de información.

Sin embargo, tal como se indica en la Introducción, en el presente Informe se considera las consideraciones de Diseño y la implementación parcial, a nivel piloto del cableado de de la red LAN de la Oficina Principal de PETROPERU S.A., que corresponde al 4to. Piso de dicho edificio, como un Plan Piloto que ha permitido convencer a la empresa de la conveniencia de su implementación total, y lograr la asignación del presupuesto final para el cableado de categoría 6A a nivel corporativo.

Los requerimientos mencionados obligan a buscar primeramente cual debía ser la solución más adecuada para el cableado estructurado de PETROPERU S.A., en el contexto de lo que se tenía a disposición en el segundo semestre del año 2006, donde no eran conocidos casos locales de cableado estructurado superiores al 5E, y solo se conocía del caso del diseño del cableado estructurado para el aeropuerto Jorge Chávez que se encontraba en pleno planeamiento del Proyecto de cableado estructurado de categoría 6A.

Con el fin de complementar el contexto tecnológico principal requerido por PETROPERU S.A. , se debe mencionar que en la fecha de evaluación, la Telefonía a nivel corporativo carecía de calidad de servicio y de integración directa con otros servicios, tales como: video conferencia, video en circuito cerrado , telefonía inalámbrica IP, etc., por lo que se consideró conveniente tomar también la decisión de migrar a Sistemas de Telefonía IP considerando como fecha objetivo para esta migración la contratación de las nuevas centrales telefónicas previstas para mediados del año 2009,

también el uso de aplicaciones de alta resolución de video para las salas de control de las refinerías y para el sistema de CCTV.

El cableado estructurado existente en la empresa, era de categoría 5e, el que estaba llegando a cumplir su tiempo de vida útil, no brindando la solidez requerida para los proyectos planeados para el futuro cercano, a la vez dicho cableado no cumplía con las normas técnicas de seguridad exigidas en la actualidad.

1.1.1. Situación inicial a Diciembre del 2005

Antes de tomar las decisiones del caso, se efectuaron medidas de las variables que limitaban nuestras comunicaciones, utilizando herramientas tales como el administrador de anchos de banda portátil que se tenían en uso en la empresa, auxiliados por un servicio de monitoreo realizado por nuestro servicio de outsourcing de procesamiento de datos.

En el Anexo A se relata con mayor precisión los resultados obtenidos que señalan una clara limitación de nuestras “carreteras” por donde transitaba nuestra información, lo que en buena cuenta se podía resumir en Menor ancho de banda que el requerido, menor frecuencia de transmisión, mayor tasa de errores, mayor atenuación de las redes en general.

Se observaba también que las aplicaciones que corrían sobre la Red consumían un porcentaje importante del ancho de banda, y la tendencia era cada vez más alarmante.

En el Anexo A se hace un análisis pormenorizado sobre el consumo del ancho de banda y las preferencias de los usuarios a los diversos protocolos de comunicación dentro de la limitación de 1 Mb/s. En el Grafico N° 1 del Anexo A se referencian las direcciones más visitadas por los usuarios de cada red LAN, donde se muestra que las preferencias de uso son:

- a) El proxy del servidor, lo que implica un tráfico importante de internet, lo que además se fuerza por la necesidad de control propia de ser una empresa del estado
- b) Se muestran las direcciones de los servidores de correo de PETROPERU y del servidor SMTP para correos, yendo de mayor a menor, el tráfico de la Oficina Principal, seguida muy de cerca por la Oficina de Talara y de Conchán

Sin embargo, cuando se analiza por tipo de protocolo, las preferencias se distribuyen en:

- a) También el protocolo P2P (Peer to Peer) utilizado en aplicaciones específicas entre servidores.
- b) Para los aspectos que demandan seguridad también se observa un uso significativo mediante el protocolo SSL (que permite la seguridad para aplicaciones específicas, tales como la cobranza mediante la red Bancaria o la venta de hidrocarburos en coordinación con el sistema SCOP de OSINERGMIN)
- c) Las transacciones en tiempo Real o RTP (Real Time Transport Protocol usado principalmente para las video conferencias y para las aplicaciones interactivas tipo el ERP) también se hacían presentes en el estudio indicado.

En el gráfico 2 del indicado **Anexo A** se observa el ancho de banda consumido por cada protocolo que entra a la red LAN y sale de ella. Como ya se indicó, a través de cada protocolo se puede distinguir qué tipo de aplicación está corriendo por la red de PETROPERU S.A.

El equipo administrador de ancho de banda permite realizar visualizaciones de forma personalizada, es decir, se puede configurar el equipo de acuerdo al análisis que se desea realizar, pero a la vez permite limitar el ancho de banda de consumo de cada una de los protocolos o aplicaciones, priorizando el uso de los servicios de la red de PETROPERU S.A.

Se observa que el protocolo más usado en la red es el HTTP el cual se usa como protocolo de las diversas aplicaciones web, en PETROPERU S.A se tiene un servicio de internet que trabaja a un ancho de banda de 6 Mb/s. También se tiene un servicio de enlace de datos a 10 Mb/s de oficina principal a través de la red MPLS con enlaces de 1Mb/s a cada operación principal.

La segunda posición de consumo de ancho de banda, a gran distancia del anterior, es el protocolo SMTP que corresponde a las aplicaciones de correo electrónico, de gran utilización en la empresa.

Para enmarcar este análisis en la realidad de la empresa, para su mejor entendimiento, se presenta en el Anexo B. El Diagrama de Estructura de la Red de PETROPERU S.A., que toma en cuenta las funciones a nivel corporativo, mostrando, los diagramas de red tanto LAN como WAN de PETROPERU S.A., ya que en él se puede visualizar la distribución y ubicación de los equipos de forma simulada en la red de PETROPERU S.A.

Siempre en el Anexo A se puede apreciar en los gráficos, el tráfico típico en las primeras horas de la mañana de un día considerado normal, tráfico que transita por la red LAN de la Oficina Principal, donde se puede observar que los picos máximos llegan a un consumo de alrededor de 7.3 Mb/s. En dichos gráficos también se puede apreciar su composición de ingreso y salida de dicha Red LAN.

1.1.2 Situación requerida para el futuro cercano

De acuerdo a nuestro análisis, a la fecha señalada de Diciembre del 2005, se proyectaron las características de la Red objetivo para la Red WAN y para las Redes LAN de PETROPERU, considerando como fecha objetivo el 1ro. De Enero del 2010, donde nuestra Red se debería encontrar configurada para soportar, como mínimo, las siguientes aplicaciones:

a. Servicios de Videoconferencias simultaneas en salas de reuniones

El uso de videoconferencias para las coordinaciones empresariales es una facilidad corporativa sumamente importante, ya que permite las coordinaciones corporativas y el manejo colaborativo de toda la empresa frente a dificultades y proyectos específicos, así como la capacitación y la gestión corporativa.

Estas video-conferencias se realizan con una calidad adecuada con un ancho de banda de 256Kbps. En la Oficina Principal se debe permitir el uso simultáneo de hasta cuatro equipos de videoconferencias, siendo el uso máximo simultaneo de 1 Mb/s de ancho de banda por enlace de fibra.

b. Servicio de Voz y Video mediante Telefonía IP

El uso de telefonía IP (Voz y Video) que permitiría incluso el desarrollo de videoconferencias locales, pueden consumir un ancho de banda de 128Kbps, considerando los 1200 usuarios de oficina principal y una ocupabilidad del 20% (alta) en un momento pico específico se podrían tener como máximo 120 conversaciones (20% de 600) en los 20 pisos de la oficina principal, llegando a consumir por piso en cada enlace de fibra, $76,800 \text{ Kbps} * 0.2/20 = 768 \text{ Kbps} = 0.768 \text{ Mb/s}$

c. Servicio de Circuito Cerrado de TV (CCTV) para fines de Seguridad

Las cámaras de CCTV se deben encontrar en cada piso y área de PETROPERU sumando en total 60 cámaras distribuidas interna y externamente en oficina principal a una frecuencia de 30 frames por segundo (fps) con una resolución de 640x480, utilizando a la vez un radio de compresión de 1/5 a 1/60 (en formato JPEG).

La fórmula para calcular el consumo de ancho de banda es:

$AB = \text{Tamaño de la Imagen} \times \text{Cuadros por Segundo} \times \text{Canales}$

Por ejemplo, considerando una cámara genérica en tiempo real (que administra 25 cuadros por segundo - cps) y de 8 Kb por imagen, a compresión normal y tamaño normal requiere: $8\text{Kb} \times 25\text{cps} \times 1 = 200\text{Kbps}$.

Considerando que la resolución tipo VGA soporta los modos de todos los puntos direccionables como modos de texto alfanuméricos. Los modos estándar de gráficos son:

- 640×480 en 256 colores
- 640×350 en 256 colores
- 320×200 en 256 colores
- 320×200 en 16,000 colores

Considerando que para cada pixel se necesita 1 bit y para definir 16 colores se necesitan 4 bits y considerando también que la información de video se compone de 30 imágenes por segundo y que cada imagen debe tener una buena resolución, tal como la indicada para el tipo VGA, o superior, entonces un video podría ocupar:

$30 \text{ imágenes por segundo} \times 640 \times 480 \times 4 \text{ pixeles o bits por imagen} \text{ equivalente a. } 30 \times 480 \times 4 = 37 \text{ Mb/s}$ aproximadamente, velocidad significativamente mayor comparada con la velocidad de las redes de datos disponibles hoy en día en el común de los casos (menor a 10Mbps en el 85% de los casos). Una buena etapa de compresión, puede reducir estos valores a 2Mb/s aproximadamente, lo que hace que sea viable transmitir video por las redes actuales.

Si se multiplican las 60 cámaras requeridas para la Oficina Principal en Lima, más los eventos que demandan seguridad en los puertos, aeropuertos, plantas y refinerías, que triplicar estos valores, por lo que se tendría:

$$2\text{Mb/s} \times 60 \times 3 = 360 \text{ Mb/s.}$$

d. Servicios de ERP, Data Warehouse e Indicadores

El ERP (Sistema integral de Planificación de recursos para la empresa, que comprende las aplicaciones más comunes que requieren las empresas) son sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía comprometida en la producción de bienes y servicios, a los que se suelen añadir

soluciones de software para el entorno gerencial, que implica sistemas de Data Warehouse y de gestión de indicadores empresariales.

Considerando que la mayoría de estos productos tienen sistemas de representación en un entorno gráfico con información grafica del orden de los 20 Mb a 80 Mb, por lo que, considerando a los 1200 usuarios estimados en la empresa y a las diferentes aplicaciones que estén utilizando, se llegaría a un máximo de 96 Gb, que, con una ocupabilidad promedio de 10% (alta) se alcanzarían niveles de 9.6 Gb como un mínimo requerido de información a disponer, de manera que si se desea que el tiempo de respuesta sea cercano a 1 segundo, se debería tener una capacidad de transmisión con un ancho de banda del orden de los 9.6 Gb/s.

Si se pasara por la red LAN de 10 Gb/s los 9.6 Gb de información requerida, sería enviado en un tiempo cercano a un segundo, lo que sería adecuadamente rápido y muy conveniente para la empresa.

A continuación, dada la relevancia de lo revisado, presentamos un resumen práctico de los requerimientos propios de la Empresa respecto del cableado estructurado a implementar antes del 2010:

- Se observa desde los cálculos anteriores, que actualmente la red LAN de Oficina principal que soporta un ancho de banda de 100 Mb/s no se encuentra preparada para las necesidades que se deben dar en el corto plazo, por lo que requiere de un ancho de banda aproximadamente 100 veces más alto que el actual, para obtener los servicios de calidad estimados, los que se encuentran en el orden de los 10 Gb/s.
- De acuerdo a los gráficos tomados de la red en la situación inicial, indicados en el Anexo A, y considerando las nuevas aplicaciones que se correrán en la red, el ancho de banda actual quedará insuficiente, por lo que se recomienda el reemplazo del medio de transmisión actual de categoría 5e y fibra óptica de 100Mb/s a un cableado que soporte 10 Gb/s y fibra que también trabaje a esta velocidad máxima de transmisión.
- En el punto 1.6 se encuentra en mayor detalle la evaluación del problema, en el contexto real que vivía PETROPERU S.A. al momento de la toma de decisiones de este proyecto.
- Se debe considerar que la situación inicial establecida en Diciembre del 2005 y la situación futura objetivo establecida inicialmente para Enero del 2010, implican el desarrollo de un plan de mejoramiento integral tanto para la red WAN como para

las redes LAN de cada Operación principal (Lima, Talara, Oleoducto, Conchán, Iquitos, Plantas de Venta y Aeropuertos) En el Anexo A se define con mayor exactitud el nivel de requerimientos que impulsó este proyecto.

- De acuerdo al análisis presentado, efectivo a Diciembre 2005 se vio la necesidad de incrementar significativamente el ancho de banda, de 100 Mb/s a 10Gb/s, vale decir 100 veces más rápido, en todas las redes LAN de la empresa, definiéndose, entre otros, el Proyecto de Cableado Estructurado para el 4to. Piso de la oficina principal, como proyecto piloto, materia del presente informe.

1.2 Concepción del Proyecto:

Una vez analizados los problemas descritos en el punto 1.1 se vio la conveniencia de renovar los dispositivos de red y el cableado estructurado de todas las redes LAN de PETROPERU S.A.

Para ello, se consideró conveniente formar un equipo de Diseño que recayó en dos Ingenieros Electrónicos: los Ing. Guido Sánchez y Franco Arroyo, tocándome actuar como revisor del proyecto en mi calidad de Jefe del Departamento.

En cuanto al cableado estructurado se conceptuó un **Proyecto de Cableado Estructurado de categoría 6a a nivel corporativo**, a realizarse en tres etapas:

- e. La primera etapa consistía en cablear todo el 4to piso del edificio central (Oficina Principal – o simplemente OFP) de PETROPERU S.A. en modo piloto, dada la ausencia de experiencias conocidas en el medio, este piso sería conectado con el 5to. Piso, lugar donde se concentran las señales de la Red de datos y el sótano 2 de donde se procesan las señales de telefonía.
- La primera etapa consistía en cablear todo el 4to piso del edificio central (Oficina Principal – o simplemente OFP) de PETROPERU S.A. en modo piloto, dada la ausencia de experiencias conocidas en el medio, este piso sería conectado con el 5to. Piso, lugar donde se concentran las señales de la Red de datos y el sótano 2 de donde se procesan las señales de telefonía.
 - Para luego, como segunda etapa, cablear toda la oficina Principal, lo que implica los 21 pisos y 2 sótanos que tiene el edificio, conectados todos con el backbone que sale del piso 5to y de la red telefónica del sótano 2.
 - Y por último, en una tercera etapa, llevar la experiencia a todos los rincones remotos de la empresa, vale decir, nuestras Refinerías, Plantas de Venta y oficinas de propósitos especiales que lo permitan.

Nuestro sub-proyecto seleccionado para el presente informe cubre la primera etapa de este gran Proyecto.

Cabe señalar que la modernización de los dispositivos de red tampoco forma parte del presente informe.

1.3 Objetivo del Proyecto

El objetivo central del proyecto es dar solución, en el entorno seleccionado, a los problemas encontrados (ver 1.1 y 1.6) y permitir mayores anchos de banda y mayores velocidades de transmisión en las redes LAN de PETROPERU S.A. a los niveles que le permita administrar sus proyectos en el período proyectado.

El proyecto implica el reemplazo de las instalaciones de cableado estructurado categoría 5e existentes en la oficina principal por la implementación de una solución de tecnología de punta tal como lo es la tecnología 10 Gb/s, propia del nivel 6A mediante la implementación de cableado de fibra óptica y sistemas de cableado en FTP (UTP apantallado) de categoría 6A con blindaje.

1.4 Alcances del Proyecto

El presente proyecto comprende el diseño y la implementación del Sistema de Cableado Estructurado Horizontal de voz y datos categoría 6A para el soporte de los servicios de voz, datos y video a nivel del piso 4 de la Oficina Principal, como paso previo a su implementación en toda la Oficina Principal, para que, en el corto plazo, puedan iniciarse proyectos similares a nivel corporativo en las diversas localidades de PETROPERU S.A. En términos generales, para el diseño se han utilizado intensamente los textos [1] y la página web [12].

El diseño de la solución para el 4to. Piso contempla los materiales requeridos para la instalación de 208 puntos de voz y 208 puntos de datos, en cableado estructurado categoría 6A basado en cable FTP tipo LSZH [10] en un solo piso del edificio central.

Se ha considerado la instalación efectiva de 160 puntos de voz y 175 puntos de datos, la diferencia se ha considerado sea entregada en materiales, lo que comprende cables, en longitudes que consideran la distancia máxima desde el gabinete principal del piso 4 hasta el punto más alejado dentro del piso (Unidad Medica), jacks, faceplates, patch panels, patch cords, fibra óptica, pig tails, escalerillas, espárragos, tubo flex, canaletas y accesorios de canaletas.

El cableado estructurado instalado comprende desde un gabinete de piso principal y 3 gabinetes de pared secundarios en el piso 4 hasta cada uno de los usuarios ubicados de acuerdo al plano elaborado por PETROPERU.

Se ha realizado la instalación de un Backbone vertical de fibra óptica, en donde se encuentra el enlace de fibra que va desde el centro de computo (Switch central) ubicado en el piso 5 hasta el gabinete principal del 4to piso, y desde este gabinete (ubicado en el 4to piso) se han instalado enlaces de fibra óptica que conforman el Backbone horizontal de fibra óptica hacia los gabinetes secundarios de pared ubicados en el mismo piso.

Se incluyó en el proyecto el mantenimiento de la puesta a tierra de PETROPERU que requería una resistencia menor a 5 ohmios.

1.5 Alcances del Presente Informe

El presente informe, como ya se indicó anteriormente, presenta una experiencia profesional exitosa, que cubre el desarrollo de un proyecto de cableado estructurado de nivel 6A, contemplando las características de detalle para su realización y mostrando las ventajas de un proyecto de este tipo, aportando criterios para lograr los resultados mas convenientes para el caso analizado, lo que permitirá orientar a los profesionales o instituciones que sientan la necesidad de desarrollar un proyecto de cableado estructurado categoría 6A basado en fibra óptica y cable FTP para lograr anchos de banda del orden de los 10Gb/s.

El presente informe permitirá visualizar el dimensionamiento del sistema de cableado a implementar, calculando e identificando a través de las aplicaciones que considera, el consumo de ancha de banda estimado, con el fin de tomar las decisiones más adecuadas al respecto.

Asimismo, da a conocer el equipamiento necesario, los componentes requeridos y las actividades y recomendaciones a tomar en cuenta para la implementación de un sistema de cableado estructurado de categoría 6a.

1.6 Enfoque del Proyecto

La implementación del Sistema de cableado estructurado categoría 6a para las instalaciones de Oficina principal de PETROPERU S.A se planteó desde el primer momento como una solución completa, es decir, un servicio completo a ser contratado que comprendiera todo el proyecto, llave en mano, como un todo, que incluya los materiales, las actividades de ingeniería, el cableado en sí, la colocación de los accesorios requeridos y contemplados por el protocolo de la categoría, y la certificación y

prueba de calidad de los circuitos, incluyendo todo lo necesario para su perfecto funcionamiento. Con la idea que, una vez completado el proyecto total de cableado, la empresa podrá brindar un servicio diferencial a las áreas usuarias, que generen un mayor valor agregado a través de servicios diferenciados de web, video conferencia, telefonía IP, seguridad IP, etc. y soluciones que demanden gran ancho de banda que al mismo tiempo permitan aumentar las capacidades técnicas no sólo en comunicaciones sino en equipamiento de red para toda la empresa.

Es así que el cableado estructurado categoría 6A basado en fibra óptica para los tramos mayores (backbone) y en cobre para las distancias menores, que deberá soportar anchos de banda del orden de los 10Gb/s con frecuencias de hasta 500 MHz (cabe señalar que en el caso de la fibra óptica, el sistema permite configurar, en teoría, anchos de banda casi infinitos y frecuencias muy elevadas), pero en la práctica los parámetros limitantes son los del cableado basado en cables FTP, lo que configura un proyecto a 10Gb/s que le permitirá a la empresa cubrir, mediante una red de alta confiabilidad aplicable a todos los ámbitos de negocio de PETROPERU S.A.

1.7 Evaluación del Problema

En este punto se analizará en mayor detalle los problemas causados por el uso del cableado estructurado categoría 5e existente actualmente en la red LAN de Oficina principal de PETROPERU S.A:

1.7.1 Desventajas del Cableado Utilizado antes del Proyecto.

El sistema previo de cableado de voz (Categoría 3) y datos (Categoría 5 y 5E) ya han sido superadas por categorías que se proyectan en soportar aplicaciones actuales y futuras de alta velocidad y con mayor demanda de ancho de banda, en la actualidad no ofrece la confiabilidad del sistema; los cableados actuales presentan corrosión, debido a la humedad y a la mala instalación, teniendo en repetidas oportunidades que reemplazarlos, generando costos por las pérdidas de tiempo en mano de obra, oportunidades de negocio dejadas de percibir (áreas y departamentos sin servicio), gastos colaterales como costos financieros y otros.

Por otro lado, el no contar con redes de alta performance inhibe de poder incursionar en los terrenos de la telefonía IP con éxito, (es el caso de la telefonía IP instalada en Operaciones Conchán que dio muchas dificultades en su implementación debido a los errores propios de un cableado estructurado poco confiable)

Asimismo, a raíz de los problemas que enfrentó el mundo después de los ataques a las Torres Gemelas, la seguridad ha dado un giro impresionante para los sistemas de

distribución, debiendo cumplir con protocolos muy exigentes que implican un monitoreo de todas las operaciones de embarque y desembarque, con testigos electrónicos de cada protocolo que deben ser tratados y que exigen anchos de banda imposibles de cubrir con los niveles de cableado existentes antes del 2008.

Las tasas de errores existentes en las actuales redes han provocado diversos problemas de cancelaciones de las comunicaciones, en especial en aplicaciones muy sensibles para la empresa, tales como el sistema de cobranza en línea a través de los bancos del sistema, debido a terminaciones originadas en respuestas de time-out del sistema, que se producen por las retransmisiones automáticas propias de los altos niveles de error, que llevan los tiempos de respuesta a condiciones extremas.

Se sabe que estas desventajas propias de la categoría 5e que trabaja con frecuencias del orden de los 100 MHz y tasas de error relativamente altas, conducen a considerar nuevas oportunidades basadas en las nuevas condiciones de trabajo, tales como la categoría 6A que opera en niveles de los 500 MHz y categorías proyectadas que operan en rangos cercanos a los 900MHz. Estos cableados trabajan en anchos de banda que resuelven con creces las necesidades planteadas en los orígenes del proyecto y por lo tanto significan la superación de todas estas desventajas.

1.7.2 Definición de la Solución: Categoría 6a y Características Adoptadas:

Buscando la solución más adecuada, se investiga la posibilidad de usar una solución de punta a punta de 10Gb/s en cableado estructurado categoría 6a basada en Fibra óptica y UTP apantallado (FTP ó F/UTP como se les conoce en el mercado) lo que combina un alto desempeño de 10Gb/s con las siguientes características:

Seguridad.- El uso apropiado de los blindajes de acuerdo a las normas internacionales y locales vigentes mejora el desempeño pero también la seguridad de toda la red pues ofrece la continuidad del blindaje tanto en el sentido equipo-usuario como usuario-equipo. Actualmente en los proyectos con UTP no se tiene la preocupación con la conexión a la tierra, estando el mismo previsto en la norma. Esta acción asegura que las tensiones que son inducidas en el cableado por cualquier disturbio de líneas de alimentación eléctrica u otros, no causen interferencia y daños a la señal transmitida.

Inmunidad al ruido.- La solución de cableado más usual en ambientes con baja concentración de equipos es sin blindaje (UTP). Eso porque las tasas de transmisión y frecuencia utilizadas en categoría 6 o 5e son relativamente bajas al punto en que las interferencias externas a la red no se suelen tornar perjudiciales para el desempeño de la misma.

Cuando se habla de una transmisión a 10Gb, el desempeño es optimizado cuando se instala una solución blindada (FTP), pues hasta las menores interferencias, que son constantes, causadoras de errores y pérdidas de bits, son eliminadas. Cuando el cableado trabaja a una frecuencia de 500Mhz, hasta los equipos activos presentes en las salas de telecomunicaciones pueden ser causadores de fallas.

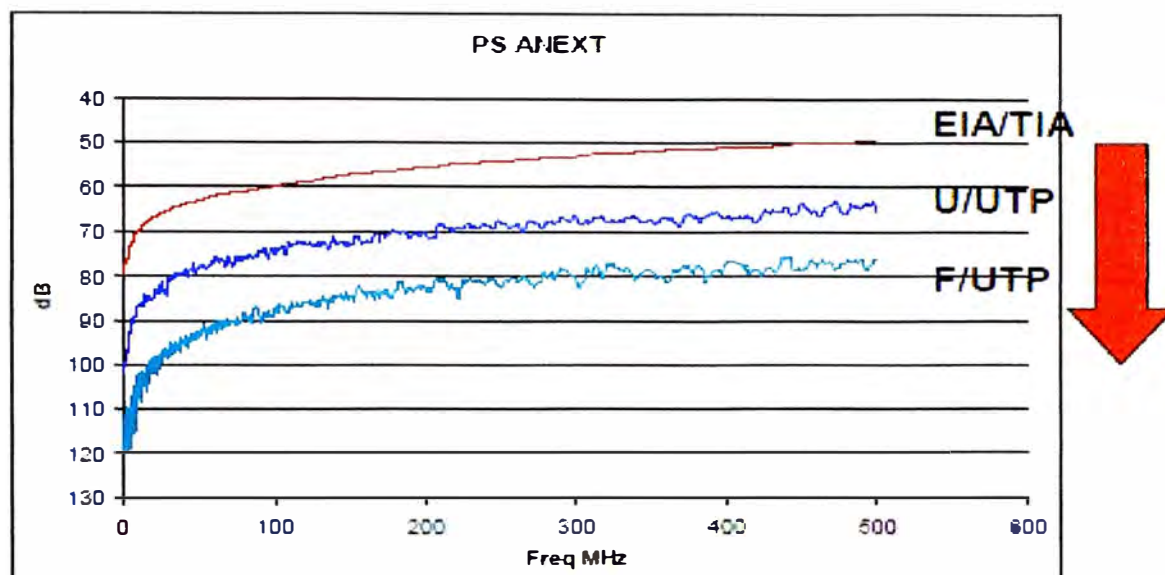


FIGURA 1.1 Gráfico de Inmunidad al Ruido de cada Tipo De Cable

- Maximización del espacio de canalización de un sistema apantallado de cableado.- La maximización del espacio de canalización permite el flujo de aire y la flexibilidad, considerando cableado apantallado de 10Gb/:
 - o El diámetro del cable categoría 6A UTP puede llegar a los 9mm
 - o El cable categoría 6A FTP (apantallado) es de 7.4mm
 - o El cable FTP reduce significativamente el llenado de la canalización (ver en el gráfico adjunto), donde se observa que hay más canales en menos espacio

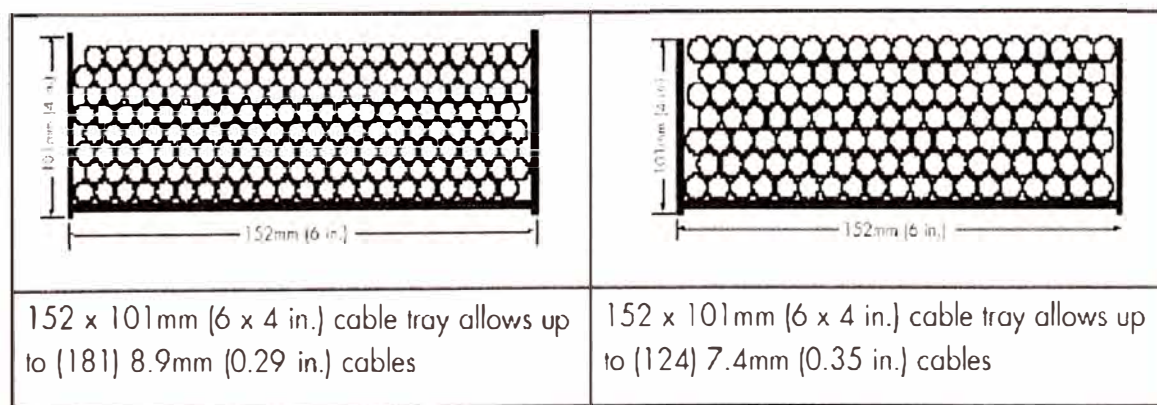


FIGURA 1.2 Gráfico de Espacio De Los Cables En La Canalización

Esta característica optimiza el número de cables en las canalizaciones y el número de puertos en el equipo del rack (recuerde que el número máximo de puertos que puede ser soportado en un rack depende del número de cables de parcheo que puedan ser acomodados en un organizador vertical de patch cords).

Limitaciones del trabajo

En la elaboración del proyecto se observó que para las canalizaciones del Backbone horizontal, algunas rutas tendrían que pasar a través de vigas realizando perforaciones con el respectivo estudio de ingeniería civil; pero en otras no era factible la perforación, por ello, en esas rutas solo se paso el cable sin la protección adecuada, debido a esta limitante, no se podían poner cajas de paso entre la escalerilla y la canaleta en la zona donde se encuentran ambas para llegar al punto del usuario.

Además, para el enlace de fibra óptica (Backbone vertical de fibra) se tiene que tener redundancia, pero la limitante en este caso fue la ruta de la redundancia, ya que estos enlaces deben tener rutas diferentes, o de otro modo, deben pasar por ductos o canalizaciones diferentes.

Otras de las limitantes fue la unión de los sistemas a tierra tanto eléctrico y de comunicaciones ya que se encontraban muy distantes.

Una gran limitante también fue la falta de experiencia local en proyectos de cableado estructurado llave en mano, ya que las empresas que brindaban el servicio de instalación de categoría 6a eran muy pocas ya que el estándar y los métodos de certificación fueron aprobados recientemente durante el mes de febrero del 2008. Además, las empresa locales no tenían materiales en Stock, teniendo que esperar siempre el envío de estos materiales desde las fábrica por Buque, este trámite demora aproximadamente un mes haciendo que el proyecto se extienda, ya que la solicitud de envío se suele tramitar una vez firmados los contratos provenientes de la buena Pro del proceso.

Sin embargo las principales limitaciones del proyecto son intrínsecas y corresponden al entorno sectorial de la misma empresa y a las regulaciones externas.

Las limitaciones propias del presente informe que se va describir, vienen dadas por la naturaleza de la empresa en sí, así como los reglamentos de seguridad que no permiten que las soluciones ingenieriles se realicen en su verdadero contexto, y son señaladas para dejar claro al lector sobre los aspectos que dificultan un desarrollo más sujeto a los métodos propios de la Ingeniería Electrónica.

Como se indica en la Introducción, una limitación importante de este Informe es el contexto empresarial en el cual se ha desarrollado, donde la estructura empresarial de PETROPERU S.A., pese a ser de tipo Sociedad Anónima, al ser de propiedad del estado como único accionista, está enmarcada por un conjunto de leyes y reglamentos que en ciertos momentos significan un lastre para el desarrollo de los proyectos de tecnología.

Por esta misma razón, para cada decisión de adquisición se deben considerar las posibles implicancias y cruces que pudieran darse con las normas de Control Interno, de manera de no ser afectados posteriormente con procesos disciplinarios, cuando lo que se desea es dotar a la empresa de las mejores herramientas para su futuro.

Por otro lado, existen en nuestro país, normas de seguridad para edificios que también influyen en la solución tecnológica relativa a las telecomunicaciones en sí. El documento referido es el Reglamento Nacional de Edificaciones, que, en la Norma EC 040 Artículo 4 Ítem 5 menciona que para la elaboración de proyectos, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones se deberá cumplir con las disposiciones de seguridad aplicable, tales como el Código Nacional de Electricidad y los Reglamentos de Seguridad e Higiene Ocupacional, vigentes.

Asimismo, el Código Nacional de Electricidad en la Sección 020-126 (Requerimientos sobre propagación del fuego para alambrado eléctrico y cables) menciona que las instalaciones de alambrado y cables eléctricos deben cumplir con los mínimos requerimientos de propagación de fuego de los materiales de la edificación, y se debe cumplir con lo que se establece en el Reglamento Nacional de Construcciones o en la normatividad correspondiente.

Además el Código Nacional de Electricidad en la Sección 020-124 (Propagación del fuego) menciona que las instalaciones eléctricas deben ser hechas de modo que se reduzca al mínimo la propagación del fuego a través de ductos de ventilación o de aire acondicionado, montantes verticales, pisos, o barreras previstas para este fin, tales como paredes, tabiques anti-fuego y similares.

CAPITULO II

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

2.1 Premisas de Diseño

Para cada una de los componentes o partes se plantearon diversas opciones para dar solución al problema planteado inicialmente; sin embargo, hay algunas características de partes que fueron predefinidas como obligatorias, y se definen como premisas básicas del Proyecto, y son las siguientes:

- Se ha considerado utilizar para el cableado una parte en fibra óptica y otra en cable tipo UTP, ya que la infraestructura de red en todo PETROPERU combina el uso de estas dos.
- La Fibra óptica seleccionada será para interiores ya que se encuentra en áreas de oficina (llamada indoor distribution)
- Todas las partes de cables, canaletas y cajas deben ser LSZH o LSOH (VER [10] [14]) para brindar mayor seguridad a las instalaciones frente a un incendio.
- Toda parte que contiene metal debe ser galvanizada para evitar corrosión y tener mayor durabilidad.
- Los gabinetes de pared serán utilizados para las salas de comunicaciones secundarias; mientras que los gabinetes de piso serán utilizados para la sala de comunicaciones principal [11].

Hay características que están bajo responsabilidad de la empresa contratista como las de los módulos de fibra, el switch, las escalerillas y los tubos flex.

Con respecto al equipo (hardware) certificador para el cableado estructurado debería ser integrado, de manera de poderlo utilizar en todo el sistema de cableado estructurado (fibra óptica, cables de par trenzado, etc.), siendo el equipo DTX-1800 un modelo adecuado para cumplir con las expectativas y requerimientos mínimos.

Asimismo, el equipo de monitoreo y Gestión a ser usado para las redes WAN y LAN fueron adquiridos mediante concurso público, optando no solo por la mejor marca de las que dispuso el mercado, sino también por el postor que ofrecía el mejor servicio (garantía, soporte técnico, conocimiento del producto, etc.).

2.2 Selección de Tecnologías

En las consideraciones de diseño se tienen que tener presente las opciones y alternativas existentes tanto para los componentes o partes a utilizar como para la interacción entre ellas, seleccionando la mejor solución que cumpla funcionalmente con lo requerido en cuanto a las características técnicas a un costo razonable para la empresa.

El sistema de cableado estructurado categoría 6A a ser instalado necesitaba ser evaluado técnicamente tomando como criterios de selección y evaluación los siguientes parámetros: Resistencia del cable FTP, Potencia de pérdida entre pares, frecuencia, longitud del cable, mapeo de todos los pares con su respectiva tierra, accesibilidad, espacio, compatibilidad con lo existente a quedar, etc.

Por esa razón se adquirieron y utilizaron equipos especializados de tecnología de punta y materiales de alta calidad entre los cuales se señala y sustenta el por que de su selección dentro del diseño, para la selección de tecnologías se ha considerado las premisas básicas de diseño y los factores a determinar: (solo se justifica estos dos)

Tipo de cables: Fibra óptica y Cable par trenzado

Tipo de conectores para Fibra óptica.

2.2.1 Fibra Óptica LSZH

Opciones a seleccionar:

Multimodo: Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, vale decir, menores a 1 km; son simples de diseñar y su costo es económico. Su distancia máxima es de 2 km y usan diodos láser de baja intensidad. El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión. Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- Índice escalonado: en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- Índice gradual: mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

Además, según el sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo según su ancho de banda las fibras pueden ser OM1, OM2 o OM3.

- OM1: Fibra 62.5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM3: Fibra 50/125 μm , soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), usan láser como emisores.

Monomodo: Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta de 100 km mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s).

Selección y justificación:

La fibra de 10 Gb/s LSZH multimodo de 50/125 μm satisface las necesidades de mayor tasa de transmisión y ancho de banda a una distancia mayor a 100 metros, permitiendo que los servicios presentes y futuros soportados en la red LAN de PETROPERU corran bajo el cableado óptico, ya que las fibras ópticas destacan como el mejor medio de transmisión.

Este medio al ser LSZH como el cableado en cobre uniformiza la protección y la reducción de propagación del incendio. En el interior de edificios y por motivos de seguridad se tiende a que los cables tengan cubiertas que en caso de incendio emitan poco humo al quemarse (Low Smoke) y por lo dicho antes se busca que estas cubiertas no contengan halógenos (Zero Halogen).

Las características principales son:

- Son fibras multimodo índice gradual con diámetro de núcleo de 50 μm .
- Son fibras recomendadas para todas las aplicaciones en redes locales y de acceso, fáciles de instalar y flexibles.
- Tienen una operación optimizada en la banda de 850nm para tasas de transmisión de 10Gb/s.

- Cumplen con la norma ISO 11801, que permite alcanzar distancias de 320 metros con fibra OM3 (LaserWave 300) y 550 metros con fibra OM3+ (LaserWave 550).
- Presentan costos más bajos que utilizando fibra monomodo convencionales y fuentes Laser de 1310nm.
- Las fibras tienen casi cero retardo de modo diferencial (DMD) y 4700 MHz-km de EMB (ancho modal efectivo), más del doble requisito de la IEEE para 10 Gb/s soportado a 300 metros.
- Cuando la energía de un pulso láser (VCSEL) se transmite a través de una fibra multimodo, el DMD provoca la dispersión de esta señal y, en el caso que los pulsos se ensanchen excesivamente, se hará la mezcla de señales, provocando así la falla en el link. Las figuras siguientes presentan el efecto DMD en transmisión de datos sobre 550 metros de fibras multimodo.

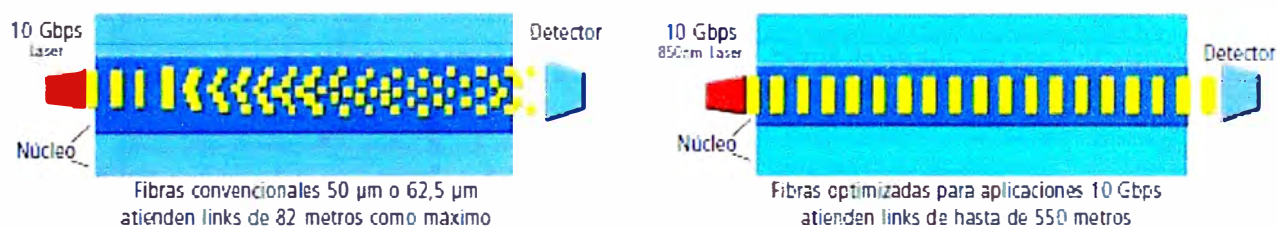


FIGURA 2.1 Optimización de la Fibra

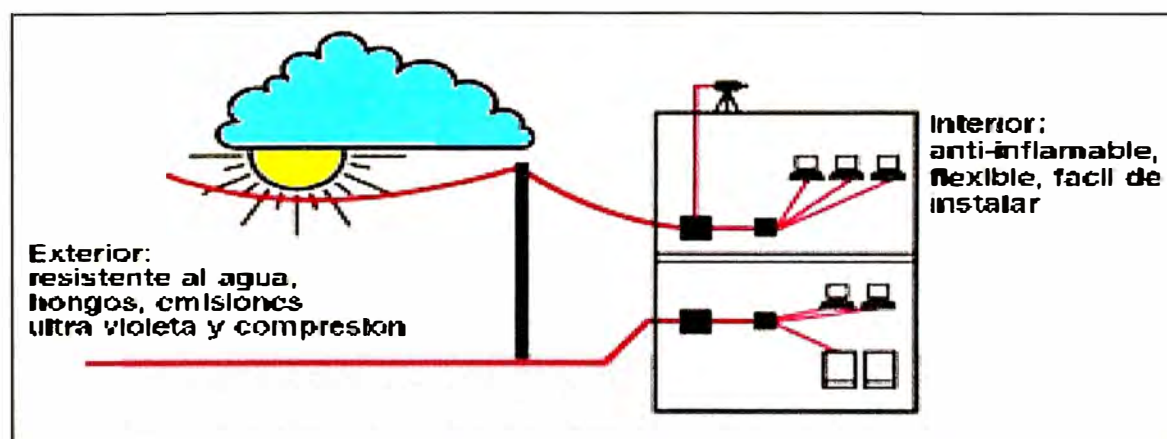


FIGURA 2.2 Tendido de Fibra de Acuerdo al Ambiente a Instalar y Exigencias de Seguridad

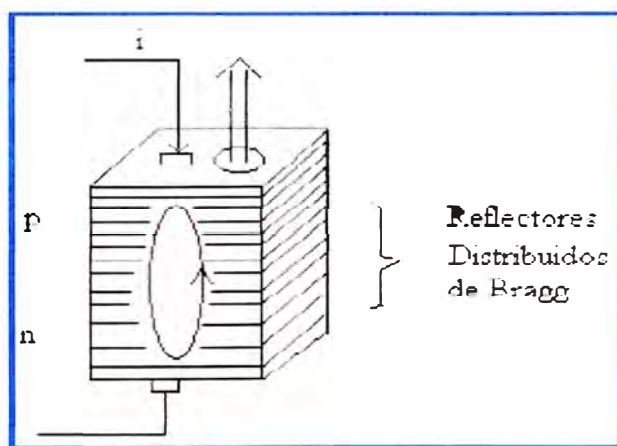
2.2.2 Módulo de Fibra Óptica.

Los módulos de fibra óptica conectados al Switch (lo llamaremos a partir de ahora sistema) se acoplan para que en conjunto con el Switch envíen y reciban las señales ópticas por medio de la fibra, internamente el switch tiene un circuito electrónico

aparte para los puertos de fibra, los módulos también tienen un pequeño circuito electrónico, este sistema utiliza un Laser Wave (onda del laser) optimizado para láser OM3 en las Fibras ópticas multimodo utilizadas en el proyecto, fue necesario ya que estas soportan aplicaciones que operan a una transmisión de 10 Gb/s, y en el futuro para velocidades de 40 y 100 Gb/s. Uso de bajo costo en 850 nm con VCSEL (laser de emisión superficial con cavidad vertical), ideales para las fibras instaladas que soportan una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo 10 Gigabit Ethernet, Fibre Channel, InfiniBand, ópticas y la aplicaciones a 550 metros aprobadas por el estándar de la OIF (Optical Internetworking Forum)

A continuación se detalla el proceso de transmisión y recepción

El sistema módulo de fibra - Switch contienen un transmisor (láser para 50 micras) es un diodo semiconductor que emite luz en un haz cilíndrico vertical de la superficie de un oblea, y ofrece ventajas significativas cuando se compara con láser de emisión lateral comúnmente usados en la mayoría de comunicaciones por fibra óptica.



DISEÑO DE UN VCSEL

FIGURA N° 2.3 (Estructura de un VCSEL)

Se requiere de una región activa de emisión de luz encerrada en un resonador que consta de dos espejos. En este caso, los espejos son parte de las películas epiteliales, por lo que estas películas se superponen formando una pila. Estos espejos son conocidos como reflectores distribuidos de Bragg (DBRs).

Estos diodos laser se basan en un semiconductor de unión P-N, [5] que funciona de la siguiente manera: cuando hay electrones libres en la banda de conducción y se re combinan con huecos ellos entran a la banda de valencia (banda de menor energía) emitiendo un haz de luz. La longitud de onda de la luz emitida por

el led es inversamente proporcional a la energía de la banda de abertura entonces a mayor energía menor longitud de onda. Lo que significa que el material del cual está hecho el led determina la longitud de onda

Las características del láser son:

- Su haz circular y baja divergencia eliminan la necesidad de óptica correctiva.
 - Comercialmente la corriente de umbral de un VCSEL es de aproximadamente 4 mA.
 - Alcanza potencias ópticas del orden de 10 mW.
 - Su ancho espectral (DI) es de aproximadamente 1nm.
 - Su longitud de onda central es de aproximadamente 850 nm.
 - Alta rendimiento y bajo costo
- Luz coherente
- Soporta modulación digital y analógica

También contienen al receptor (fotodiodo PIN para 50 micras) este fotodiodo tiene el mismo principio y características que el láser solo que en reversa aquí la luz es absorbida en la unión P-N: Fotones de suficiente energía pueden ser absorbidas causando el ascenso de un electrón desde la banda de valencia hasta la banda de conducción (y de curso la generación simultanea de un hueco en la banda de valencia).

El electrón libre y el hueco creado por el fotón absorbido son atraídos por las cargas opuestas produciendo flujo de corriente [4].

La fibra es de 50 micras de diámetro en el núcleo, mucho más eficiente que el de 62.5 micras por ello los módulos de fibra son de 50 micras, el costos de éstos son más caros que los demás dispositivos y accesorios para el funcionamiento del sistema de fibra óptica. Estos se colocan en el puerto de fibra del Switch.

2.2.3 Conectores

Opciones a seleccionar:

La infraestructura existente en el Datacenter quedo intacta, no se considero dentro del proyecto debido a que pertenecía a la Outsourcing, por ello la bandeja de fibra donde los enlaces de fibra óptica llegan de cada piso tienen conectores antiguos ST. [7]

LC: los conectores LC pertenecen a la familia de los Small Form Factor Connectors, tienen un aspecto exterior similar a un pequeño SC, con el tamaño de un RJ 45 y se presentan en formato sencillo o Duplex, diferenciándose externamente los de tipo SM de los de tipo MM por un código de colores, que se corresponde con un diámetro interno de la ferrule de 125,5 o 128 μm .

SC: el conector SC (Subscriber Connector o Standard Connector), con cuerpo plástico con mecanismo Push-Pull para proteger la ferrule cerámica. La fijación al adaptador tiene lugar mediante un sistema de clip, y su perfil cuadrado puede tener tamaño doble del de RJ 45 (SC Standard EIA/TIA 568) o ser similar a RJ 45 (SC-DC/SC-QC). Presenta idénticas dimensiones externas para SM o MM, diferenciándose en función de un código de colores.

ST: Es un conector con cuerpo y ferrule de diversos materiales (plásticos, polímeros, etc., si bien los de mejores prestaciones con cuerpo metálicos y ferrule cerámica), se enrosca para conectarse.

FC: Es un conector con cuerpo metálico y ferrule de zirconio, para garantizar una mayor durabilidad y repetitividad.

Selección y justificación:

El conector es un encapsulado de precisión que sujeta una fibra, o varias, con el propósito de manipularlas y alinearlas perfectamente con otras fibras. Solo cuando dos o más fibras son confrontadas en estas condiciones, es posible el paso de señales de una fibra a otra. El acabado (pulido) y la limpieza en el extremo de cada conector es esencial para una mínima pérdida de señal. En las figuras 6 y 7 se muestran los tipos de conectores usados:



FIGURA 2.4 Conectores LC y SC

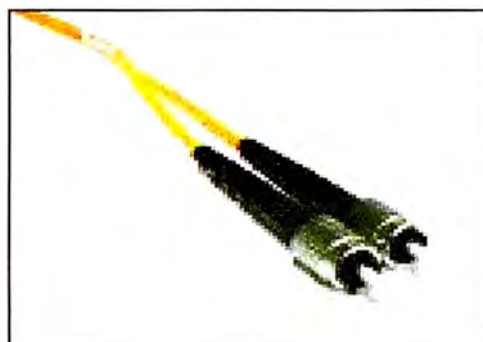


FIGURA 2.5 Conector ST

La utilización de conectores ST y SC se justifica debido a que la bandeja principal (o central) de fibra o patch panel de fibra, donde llegan todos los enlaces de cada gabinete, ubicado en el Data Center [11] (donde se encuentran los principales servidores), utilizan estos tipos de conectores, vale decir que el extremo que llega del Backbone vertical de fibra al Data Center tiene estos dos conectores, sin embargo los otros extremos dirigidos a los gabinetes de comunicación deben utilizar los conectores LC, así como los extremos del Backbone horizontal, siendo la razón de su selección las facilidades que brindan en la organización de los pares, requiriendo un menos espacio y brindando más seguridad en la conectividad [8].

2.2.4 Cable par trenzado Tipo LSZH

Opciones a seleccionar:

FTP: En este tipo de cable como en el UTP, sus pares no están apantallados, pero sí dispone de una pantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120 OHMIOS y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Además, puede utilizar los mismos conectores RJ45. Tiene un precio intermedio entre el UTP y STP. [2]

UTP: El cable par trenzado más simple y empleado, sin ningún tipo de pantalla adicional y con una impedancia característica de 100 Ohmios. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45, aunque también puede usarse otro (RJ11, DB25, DB11, etc.), dependiendo del adaptador de red. [2]

STP: En este tipo de cable, cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de apantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 Ohm.

El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación. La pantalla del STP, para que sea más eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal), con el STP se suele utilizar conectores RJ49.

Es utilizado generalmente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, pero el inconveniente es que es un cable robusto, caro y difícil de instalar.

Categorías:

Si bien se pudo tomar este concepto como una premisa básica inicial, se hace un breve análisis para aclarar los conceptos principales de esta selección:

Categoría 5e: Es una categoría 5 mejorada. Minimiza la atenuación y las interferencias, soporta comunicaciones de hasta 100 Mbps con un ancho de banda de hasta 100 Mhz, manteniendo una distancia de 100 metros como máximo. Su radio de curvatura del cable: 8xØ durante la instalación, 6xØ en cableado vertical, 4xØ en cableado horizontal.

Categoría 6: Es un estándar de cables para Gigabit Ethernet y otros protocolos de redes que es backward compatible (compatible con versiones anteriores) con los estándares de categoría 5/5e y categoría 3. La categoría 6 posee características y especificaciones para crosstalk y ruido. El estándar de cable es utilizable para 10BASE-T,

100BASE-TX y 1000BASE-TX (Gigabit Ethernet). Alcanza frecuencias de hasta 250 MHz en cada par.

Categoría 6a: Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado en un futuro en redes 10 Gigabit Ethernet. Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 500 MHz.

Categoría 7: Actualmente no reconocido por TIA/EIA. Usado en un futuro en redes 10 gigabit ethernet. Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 600 MHz.

Selección y justificación:

El uso de cable FTP o UTP blindado protege de las interferencias electromagnéticas que puedan encontrarse cerca teniendo un comportamiento similar a la fibra ya que es inmune a las interferencias electromagnéticas. Los cables FTP 10 Gigabit están especialmente diseñados para asegurar inmunidad total al alien crosstalk a 500 MHz. Ya que fueron diseñados y desarrollados para exceder los requisitos del test 6 alrededor de 1, es decir, el Powersum (suma de potencias) de los efectos ANEXT generados por 6 cables (o 24 pares) sobre un par de un cable adyacente.

Todas las construcciones de cables tipo FTP de 10 Gigabit tienen pantalla general y/o pantalla por par. Los cables 10 Gigabit tienen una inmunidad sin igual contra el AXTLK (alien crosstalk).

TABLA 2.1

Aplicaciones	Estándares de Cableado	Estándares Ambientales
Ethernet IEEE 802.3	EN 50173	Resistencia al fuego IEC
FDDI	ISO/IEC 11801	60332-1 CAT. C2
ATM	TIA/EIA 568	Baja emisión de humos
RNIS	EN 50188-10 (draft)	IEC 61034

Características de Construcción del cable:

1. Diámetro del conductor: 24 AWG.
2. Aislamiento: PE (Polietileno) de baja pérdida dieléctrica.
3. Cinta: Sintética. Garantiza la estabilidad de la estructura y el resultado después de la instalación.
4. Cruceta: Diseñada para optimizar el resultado del NEXT.
5. Pantalla: de Aluminio / poliéster. Asegura un óptimo ANEXT.
6. Hilo de drenaje: Cobre estañado. Usado en conector de 9 pines.
7. Material de la cubierta: Baja emisión de humos.

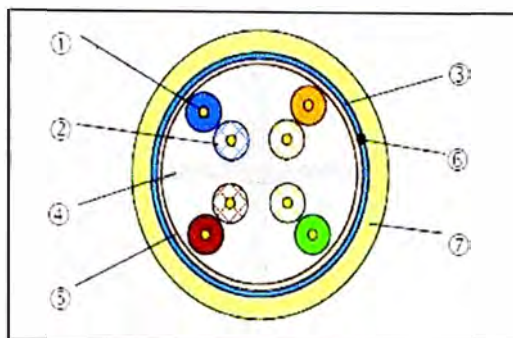


FIGURA 2.6 Cable FTP categoría 6a

Se utilizaron cables UTP de tipo LSZH (Cero Halógeno retardantes al fuego) los cuales se diferencian a los cables tradicionales como se muestra a continuación:

Comportamiento frente al fuego

- Cable convencional.- No propagador de llama
- Cable libre de halógenos.- No propagador del incendio. Esta característica limita la posibilidad que el cable actúe como elemento de propagación del fuego en caso de incendio

Emisión de gases tóxicos y corrosivos en caso de incendio

- Cable convencional.- Genera una gran cantidad de humos con un alto contenido de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y ácido clorhídrico.
- Cable libre de halógenos.- No propagador del incendio. Esta característica limita la posibilidad que el cable actúe como elemento de propagación del fuego en caso de incendio

Opacidad de los humos

- Cable convencional.- Desprende humo negro y espeso. (Transmitancia lumínica inferior al 10%)
- Cable libre de halógenos.- Desprende humo casi transparente. (Transmitancia lumínica superior al 60%). En caso de incendio, esta característica permite disponer del tiempo y la suficiente visibilidad para facilitar la completa evacuación, así como el acceso a los focos de incendio por parte de los bomberos

Corrosividad Comportamiento frente al fuego

- En los cables libres de halógenos son mínimos los efectos nocivos sobre equipos o circuitos electrónicos por el efecto corrosivo que los humos puedan tener sobre ellos, siendo esta una ventaja que favorece también su duración, y de esta manera a la economía del proyecto.

2.2.5 Accesorios para el Cableado

Como se sabe, la fibra óptica que viene de la calle (planta externa) llega al edificio a través de la caja de empalme, para de allí formar el Backbone vertical el cual llega al Switch principal del Data Center, para luego repartir a través de fibra óptica a cada piso (enlaces), estos enlaces de fibra óptica de uso interno (de Distribución) llegan a los gabinetes de comunicaciones de cada piso conectados a las bandejas o repartidores de fibra de 12 pares o de 24 puertos (FIBRE CONNECT PANEL) para conectores LC, estas bandejas son necesarias para el slack de fibra óptica (adicional de 3 metros que se debe asegurar para la instalación de fibra óptica) ya que a diferencia del cable UTP, hecho de cobre protegido por chaquetas, la fibra es de vidrio más sensible a rupturas y esfuerzos.

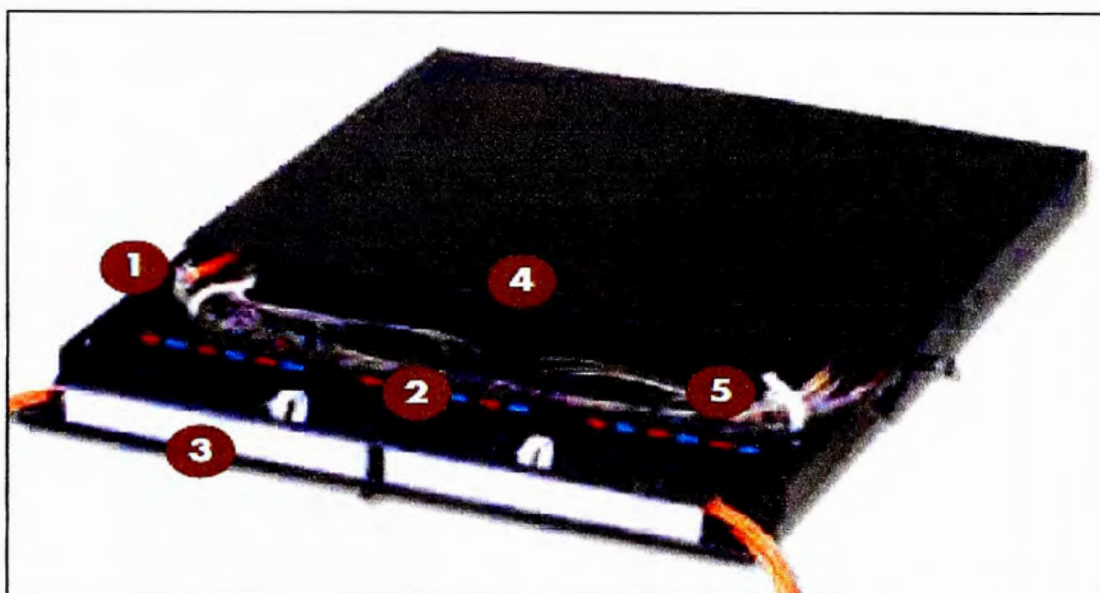


FIGURA 2.7 Bandeja de Fibra que se ubica en los Gabinetes

En la bandeja se tiene un lado que va hacia el core o parte interna y otro lado en el cual se coloca el Patches cords de fibra óptica para conectarlo al modulo de fibra o Tranceivers en el Switch.

También se utilizaron escalerillas galvanizadas y curvadas para evitar que corte el cable y que se oxide; en las rutas donde había aire acondicionado tuvieron que ponerse escalerillas pero totalmente cerradas para evitar que el agua malogre el cable, se utilizaron canaletas de Cero Halógeno para cumplir con el reglamento nacional de edificaciones y el código nacional de electricidad, como política nacional de defensa civil para evitar desastres por incendios, previniéndolos y reduciéndolos. Esta es una medida necesaria, que si bién aún no está siendo muy exigida en los proyectos de implementación parcial en un edificio, como es el caso, se dio prioridad por las mejoras esperadas.

2.2.6 Equipo Certificador DTX-1800

Este equipo puede capturar la señal y realizar un procesamiento altísimo para calcular los parámetros mencionado en las líneas anteriores gracias a los módulos que posee, para el proyecto realizado se adquirió el equipo certificador modelo DTX-1800 Cable Analyzer™ Series de la marca Fluke Networks importados para la certificación del cableado estructurado categoría 6A tanto para el cable FTP como para la fibra óptica, el equipo posee módulos distintos, uno de los cuales calcula los parámetros alien crosstalk (medida de interferencia por el uso de alta frecuencia entre pares trenzados del cable UTP).



FIGURA 2.8 Gráfico de Equipo Certificador Fluke Network

Este equipo presenta las siguientes características:

- Mejora y facilita cada aspecto del proceso de prueba:
- Facilita la Configuración de los casos que soporta
- Ejecuta un conjunto de pruebas, excediendo las que el protocolo exige
- Permite una amplia resolución de problemas
- Genera reportes específicos
- Es fácil el Intercambio entre cobre y fibra
- Reduce significativamente el tiempo total necesario para realizar la certificación

Determina si una roseta está activa, identifique la velocidad de transmisión conexión 10/100/1.000 Mb/s, configuración dúplex y comprobar la presencia de PoE (Power over Ethernet).

Documenta las certificaciones de los enlaces de cableado y las comprobaciones de disponibilidad de red y de conectividad en informes detallados utilizando el software LinkWare.

Permite realizar comprobaciones hasta 900 MHz (DTX-1800) de ancho de banda para futuras normas de cableado.

El 70 % de los conectores de Categoría 5e y 6 no cumplen los requisitos de las especificaciones TIA. Compruebe los estos conectores a fin de garantizar el rendimiento óptimo de la red.

La velocidad de las pruebas no sacrifica exactitud, DTX Cable-Analyzer es el probador de más alta exactitud en el mercado.

Incluye una función llamada "DTX AC Wiremap", o mapa de cableado CA, los instaladores de cableado pueden garantizar que el cableado está listo para tensión PoE aplicándoles los estándares TIA/EIA.

2.2.7 Equipo de Monitoreo y Gestión de Redes LAN y WAN

Nuestra empresa posee un Servidor Netflow Tracker, este es un sistema integrado de análisis IP Flow de equipos WAN y LAN con soporte NetFlow, NetStream, IPFIX, jFlow, sFlow y cFlowd; permitiendo el monitoreo en tiempo real de IP Flow para supervisión, análisis y diagnóstico; monitoreo entre usuarios y dispositivos, análisis ToS, QoS, IP-VPN, MPLS, VoIP, DiffServ, y diferentes aplicaciones; monitoreo de anchos de banda por protocolos y aplicaciones, con filtros y reportes personalizados.

Además, en conjunto con el servidor Netflow, se utiliza el equipo administrador de ancho de banda (Net Enforcer AC-400 Series-Allot Communications) que permite limitar y administrar el ancho de banda de los enlaces IP VPN existentes entre Oficina Principal y las Operaciones principales (Oleoducto, Talara, Conchán e Iquitos) así como el consumo de los anchos de banda en la red LAN, con el objetivo de controlar el uso de los enlaces y evitar la saturación de su ancho de banda.

Scenario of use - QoS troubleshooting, trending analysis

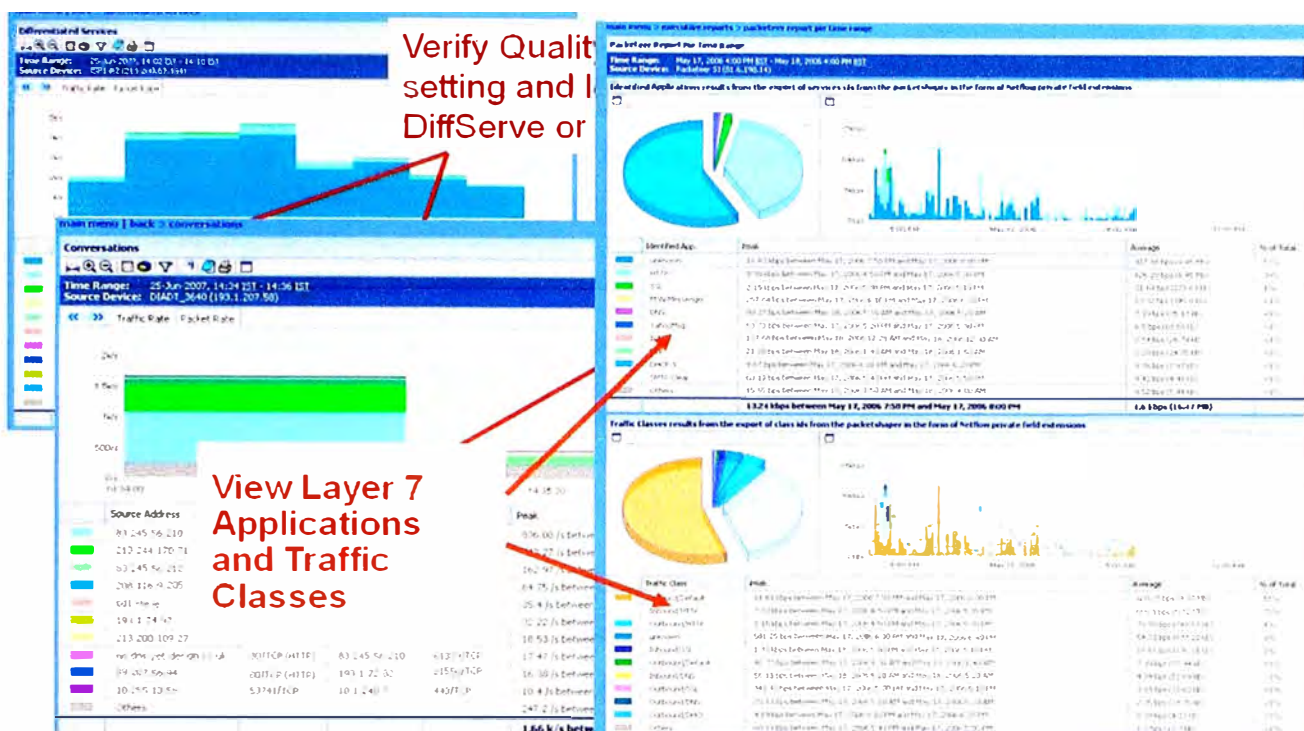


FIGURA 2.9 Entorno Gráfico del Análisis de Flujos IP

Asimismo permitirá monitorear (inteligencia de red) y administrar (políticas de servicio) de las redes LAN y WAN de PETROPERU.

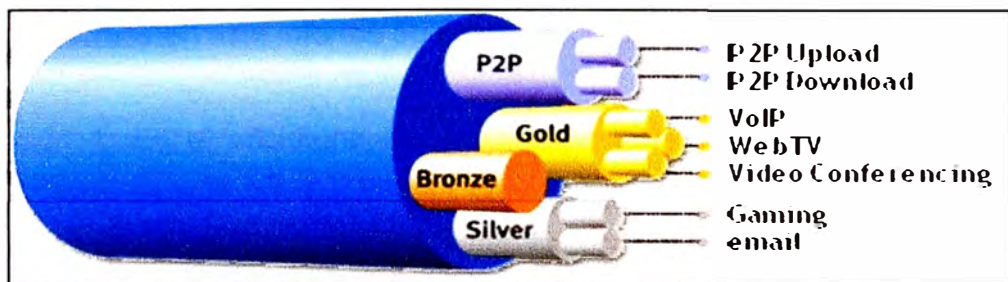


FIGURA 2.10 Visibilidad y Administración de Red de Forma Granular

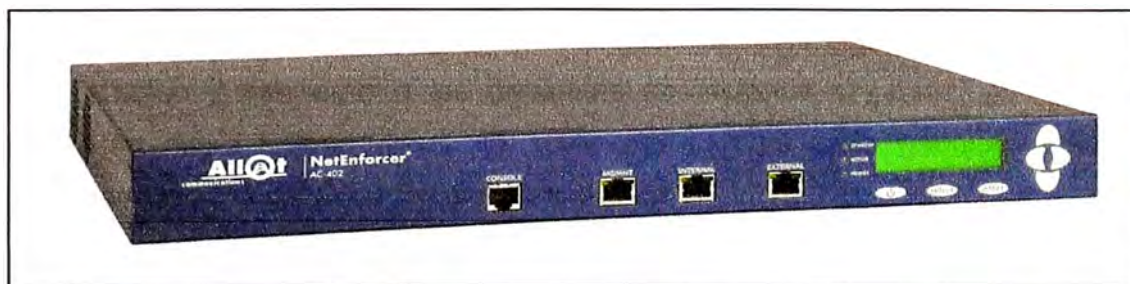


FIGURA 2.11 Equipo NetEnforcer AC-400

En la tabla N° 01 se puede observar las características de los modelos del Net Enforcer AC.400

TABLA N° 01

Model	Bandwidth	Pipes	Policies	Connections
AC-40x/2M	2 Mbps	1,024	4,096	64,000
AC-40x/10M	10 Mbps	1,024	4,096	64,000
AC-40x/45M	45 Mbps	1,024	4,096	64,000
AC-40x/100M	100 Mbps	1,024	4,096	96,000

2.2.8 Sistema para los servicios de voz:

Los servicios de voz vienen del backbone vertical (cable multipar) solo en una ruta, por lo que solo los gabinetes principales de cada piso reciben el cable multipar, por ende los secundarios deben ser alimentados de los gabinetes principales a través del backbone horizontal.

En las instalaciones de PETROPERU existen montantes que permiten interconectar a través de cable multipar los gabinetes de comunicaciones con el MDF, pero esta siendo reemplazada por un backbone vertical en donde pasa todo el cable multipar provenientes de un MDF nuevo.

Para la implementación del nuevo cableado estructurado que dará solución a los problemas descritos en este informe se presentan diferentes opciones:

Opción 1: En el backbone horizontal se puede utilizar cable multipar para los servicios de voz; ya que en el gabinete principal pasa el backbone vertical, de ahí se tendería el cable multipar hacia los gabinetes secundarios. En esta solución se ahorraría dinero, el cable multipar pasaría por el gabinete principal sin tener ninguna conexión con ella.

Opción 2: Utilizar las montantes existentes para llevar el cable multipar que viene del MDF antiguo y así llegar a los gabinetes secundarios sin pasar por el gabinete principal. Con ella se tiene diferentes rutas por lo cual cada gabinete tendría una montante distinta para conectar los servicios de voz.

Opción 3: Del backbone vertical los cables multipares se poncharían a los jacks que se colocaran en la parte trasera de los patch panels para que estos a través de un

patch cord se conecten al patch panel que se conecta al punto de voz; pero adicional a este patch panel se tendrá otro que se conecta a un patch panel del gabinete secundario yendo por el backbone horizontal para ahí poder conectarse a través de un patch cord al patch panels que va a un punto de voz en esa zona, de la misma forma a cada gabinete.

Selección y justificación:

La opción 3 fue la seleccionada, debido a que los servicios de voz se van a brindar a través de un sistema de telefonía IP, los cuales no necesitan cable multipar ya que se da uso de cable UTP en el backbone horizontal por que se manda por medio de la red de datos, además el backbone vertical solo llega al gabinete principal y las montantes existentes desaparecerán de las instalaciones de PETROPERU.

2.2.9 Sistema para los servicios de datos:

Los servicios de datos en cada gabinete de comunicaciones necesita tener un camino que los conecte hacia el switch principal (Core) para ello se tiene 2 alternativas:

Opción 1:

Los enlaces de fibra óptica pueden ser una a una de los gabinetes al switch principal, siendo todos los gabinetes principales ya que se alimentan directamente del Datacenter.

Opción 2:

Los enlaces de fibra óptica pueden ser centralizados teniendo en este caso un gabinete principal y otros secundarios que se alimenta de este.

Selección y justificación:

La selección de la opción 2 ya que facilita la conexión a un solo puerto del Switch cord y además provee el ancho de banda suficiente para abastecer a todo este piso. Por ende la disminución en el costo ya que se ha de usar menos puertos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3.1 Metodología Sistemática Empleada

La Real Academia de la Lengua Española ofrece tres acepciones de la palabra método, a saber:

Modo de decir o hacer con orden una cosa || Modo de actuar o proceder, costumbre que cada uno tiene y observa || (y) Obra destinada a enseñar los elementos de una ciencia o un arte.

Asimismo, define Metodología como el Conjunto de métodos que se siguen para realizar un experimento, una investigación, etc. || la agrupación coherente de un método concreto || (y) Método, en sentido genérico.

En base a estas definiciones, el proyecto se rigió con la metodología, que se señala en este numeral, elaborada en base a la secuencia lógica de las actividades presentadas en forma ordenada y tomando como base las reglas definidas por las propias normas que rigen la categoría, las actividades propias de esta metodología se ilustran en el Anexo H, mediante un diagrama de Gant elaborado en MS-Project, donde las principales actividades fueron las siguientes:

- Relevamiento de Información
- Adquisición de Modulo para certificación de cableado categoría 6a
- Capacitación de personal para el manejo del equipo certificador
- Certificación Oficial de personal de PETROPERU en cableado estructurado categoría 6a.
- Instalación de carriles de montaje para los gabinetes.
- Provisión de cables de línea para teléfonos del piso 4
- Perforaciones a columnas y vigas para colocar escalerillas.
- Instalación de espárragos, escalerillas y tuboflex"

- Instalación de canaletas y faceplate
- Tendido de cable para el backbone horizontal
- Tendido de fibra óptica
- Instalación de gabinetes de comunicación
- Empalme por fusión de las fibras ópticas.
- Ponchado de los cables al patch panels en los gabinetes
- Instalación de equipos switch en los gabinetes
- Certificación del cableado de fibra óptica
- Certificación de cableado estructurado
- Evaluación de proyecto ejecutado

De las indicadas actividades que conforman la metodología, debemos resaltar lo siguiente:

3.1.1 Actividades Principales de la Metodología:

A continuación se definen las diversas actividades principales de la Metodología empleada, para posteriormente explicar en mayor detalle las mas importantes de ellas:

3.1.1.1 Relevamiento de Información:

Implica las diversas acciones que se tuvieron en consideración para definir los requerimientos en base a las características de performance de las comunicaciones a instalar en Petroperú, lo que implicó realizar un estudio cualitativo (en base a las consultas a los usuarios principales) y cuantitativo para el análisis de distribución de los anchos de banda a nivel corporativo.

3.1.1.2 Adquisición de Módulo para certificación de cableado categoría 6a

Comprendió la Adquisición de equipos para la certificación de cableado estructurado categoría 6a tanto para cable FTP como para la Fibra Óptica, esto se realizó para comprobar el trabajo y servicio a brindar por la empresa contratista.

3.1.1.3 Capacitación de personal para el manejo del equipo certificador

Comprendió las siguientes actividades principales:

Capacitación para el personal de PETROPERU focalizada en las futuras instalaciones a realizar, lo que comprometió a todo el personal dedicado a la revisión de materiales y a la revisión de la calidad del cableado.

Capacitación de todo el equipo de trabajo que iba a corroborar in-situ lo propuesto en las especificaciones técnicas del material y del proyecto.

El equipo de trabajo estaba conformado por, un Supervisor a cargo, con el apoyo de 2 asistentes dedicados a la supervisión de la obra, al lado del ingeniero residente de la empresa contratista, para que se ejecute un buen servicio de acuerdo al diseño de la solución que se planteó y a la vez ir corrigiendo fallas durante la implementación.

Se determinó un Comité de Dirección compuesto por La Gerencia General del Proveedor y el Gerente de Tecnología de Información y Comunicaciones de PETROPERU S.A.

3.1.1.4 Certificación Oficial de personal de PETROPERU en cableado estructurado categoría 6a.

Comprendió las actividades que permitieron al personal asignado la: Certificación requerida para las futuras instalaciones a realizar, lo que comprometió a todo el personal dedicado a la revisión de materiales y a la puesta en marcha del cableado.

3.1.1.5 Instalación de carriles de montaje para los gabinetes:

Esta actividad es válida para los dos modelos de gabinetes, de manera de facilitar su maniobrabilidad y su mantenimiento posterior.

3.1.1.6 Provisión de cables de línea para teléfonos del piso 4:

Para el proyecto se consideró el cableado telefónico existente, provenientes de centrales relativamente antiguas, independientemente del objetivo final de contar con nuevas centrales IP, estos cables eran de 256 pares y se fueron instalando simultáneamente con el propio proyecto.

3.1.1.7 Perforaciones a columnas y vigas para colocar escalerillas.

Estas actividades fueron debidamente coordinadas con la Gerencia de Ingeniería y servicios así como con el Área de seguridad por su implicancia en estas áreas.

Se revisaron los planos de estructuras y se verificó in-situ la disponibilidad de espacios para pasar las escalerillas, y en base a dicho Plan, se procedió a perforar las columnas y las vigas para la colocación de las escalerillas.

3.1.1.8 Instalación de espárragos, escalerillas y tuboflex

También con la coordinación permanente de la Gerencia de Ingeniería y Servicios, se instalaron los espárragos sobre las perforaciones, para luego, sobre estos se instalaron las escalerillas y los tuboflex.

3.1.1.9 Instalación de canaletas y faceplate:

Para completar los elementos de conducción de los cables a instalar, se procedió en seguida a instalar las canaletas según diseño y los faceplates finales.

3.1.1.10 Tendido de fibra óptica

Desde el gabinete primario, se procede a efectuar el cableado de la fibra óptica que debe pasar por las escalerillas y los tuboflex

3.1.1.11 Tendido de cable para el backbone horizontal:

Sobre las canaletas instaladas se pasan los cables requeridos en el diseño, desde los gabinetes secundarios hasta llegar a los puntos finales de conexión en los faceplates.

3.1.1.12 Instalación de gabinetes de comunicación

Implica los diversos pasos a seguir para la instalación propia de los gabinetes de comunicación de acuerdo a las reglas propias de la categoría.

3.1.1.13 Empalme por fusión de las fibras ópticas.

El empalme por fusión consiste en unir fibras y calentarlas hasta que se obtenga el punto de fusión, resultando que las pérdidas que se logran con este método son mínimas. Esta actividad es clave para la continuidad de la señal en la calidad deseada, porque es lo que permite garantizar dicha continuidad de la señal con las características, es un paso delicado y fundamental, que concluye con un empalme seguro, limpio y eficaz mediante la aplicación de este método.

3.1.1.14 Ponchado de los cables al patch panels en los gabinetes

Se procede como en los casos normales de cableado UTP al ponchado de los cables siguiendo el método tradicional con las herramientas comunes, tomando las precauciones que suelen aplicar en estos casos.

3.1.1.15 Instalación de equipos switch en los gabinetes

Esta actividad también es clave dadas las funciones que tienen los switches en estos casos, los Switch se acoplan para que en conjunto envíen y reciban las señales ópticas por medio de la fibra, internamente el switch tiene un circuito electrónico aparte para los puertos de fibra.

3.1.1.16 Certificación del cableado de fibra óptica:

Esta actividad es la que requiere mayor atención y dedicación por lo delicado y compleja y por el nivel de compromiso que implica sobre todo lo actuado, sobre este punto se trata en extenso mas adelante, sin embargo cabe señalar en este punto que esta certificación se facilita significativamente por los equipos que la apoyan.

3.1.1.17 Certificación de cableado FTP

Es lo mismo que lo señalado en la actividad anterior, para el caso de cable FTP.

3.1.1.18 Evaluación de proyecto ejecutado:

Es también una actividad clave, en especial por tratarse de un proyecto piloto, donde se revisa todo lo actuado con todo el equipo involucrado, analizando con sentido crítico las diversas actividades y actuaciones del personal, extrayendo de estas reuniones las conclusiones y recomendaciones del caso.

A continuación presentamos las actividades principales y las reglas mas significativas que se tomaron en cuenta como parte de la metodología, recalcando que las normas impuestas por los estándares de la categoría son los motivadores de todo.

3.1.2 Preparación de PETROPERU para Supervisar y Evaluar

Comprendió las siguientes actividades principales:

Adquisición de equipos para certificación de cableado estructurado categoría 6a tanto cable FTP como Fibra Óptica esto se realizó para comprobar el trabajo y servicio brindado por la empresa contratista.

Capacitación y Certificación al personal de PETROPERU para las futuras instalaciones a realizar, lo que comprometió a todo el personal dedicado a la revisión de materiales y a la puesta en pruebas del cableado.

- Capacitación de todo el equipo de trabajo que deberá corroborar in-situ lo propuesto en las especificaciones técnicas del material y del proyecto.

El equipo de trabajo estaba conformado por, un Supervisor a cargo, con el apoyo de 2 asistentes dedicados a la supervisión de la obra, al lado del ingeniero residente de la empresa contratista, para que se ejecute un buen servicio de acuerdo al diseño de la solución que se planteó y a la vez ir corrigiendo fallas durante la implementación.

Se determinó un Comité de Dirección compuesto por La Gerencia General del Proveedor y el Gerente de Tecnología de Información y Comunicaciones de PETROPERU S.A. quienes tenían la función de coordinar los temas de mayor trascendencia y llevar el pulso permanente al proyecto.

3.1.3. Registro Diario de Actividades y Problemas Presentados

A través del cuaderno de obras se registraban diariamente las ocurrencias habidas, el cual era firmado por ambas partes, para que a la hora de revisar o discutir algún punto o tema relacionado con el proyecto, éste sea aclarado y solucionado, sin dar oportunidad a situaciones poco claras. Durante la ejecución del proyecto hubo diversas oportunidades donde los problemas fueron aclarados y arreglados gracias a esta herramienta.

3.1.4. Auditorías de la Instalación

Se tuvo la participación de un auditor externo en cableado estructurado categoría 6a para que evaluara las instalaciones hechas por la empresa que proveyó el servicio.

Se tuvieron reuniones constantemente con el fabricante de los materiales del Sistema de cableado estructurado categoría 6a para que evalúe las instalaciones realizadas por la empresa contratista.

3.1.5. Certificación del Trabajo Realizado

Se realizaron tres certificaciones cada una de diferente institución para verificar los parámetros del sistema de cableado categoría 6a instalados por la empresa contratista, contrastando los resultados. A la vez se compararon los datos obtenidos de la prueba frente a datos obtenidos de pruebas con cable categoría 5e.

3.1.6. Cierre del Proyecto

En las canalizaciones no se pudo realizar el cumplimiento de las normas de cableado estructurado en su totalidad, debido a las limitaciones descritas del presente informe, que son referenciadas nuevamente:

En la elaboración del proyecto se observó que para las canalizaciones del Backbone horizontal, algunas rutas tendrían que pasar a través de vigas realizando perforaciones con el respectivo estudio de ingeniería civil; pero en otras no era factible la perforación, por ello, en esas rutas solo se paso el cable sin la protección adecuada, debido a esta limitante, no se podían poner cajas de paso entre la escalerilla y la canaleta en la zona donde se encuentran ambas para llegar al punto del usuario

Por lo anterior, con posterioridad al cronograma del proyecto se vio la forma de subsanar esta limitante con el apoyo de ingenieros civiles y arquitectos de PETROPERU S.A."

Fuera de lo descrito anteriormente, la implementación fue un éxito ya que los resultados de la certificación demostraron el cumplimiento de los parámetros permisibles

en el cableado estructurado.

3.2. Diseño Global de la Solución

En el Anexo F se muestra el gráfico del diseño de la solución, en este punto se hará una descripción general de la solución de cada una de las partes que involucra el proyecto.

Para ello fue necesario la dedicación de diversas jornadas de trabajo y discusión sobre la solución más adecuada, donde el Ingeniero residente proponía las soluciones de acuerdo a los planes del área a cablear, las ubicaciones finales de los puntos y las limitaciones propias de la ingeniería civil del edificio, y nuestros ingenieros y especialistas revisaban y proponían soluciones alternas que eran revisadas entre todos y se entraba en las discusiones de las conveniencias técnicas y las limitaciones propias de la ingeniería civil del edificio.

La solución fue discutida ampliamente en sus dos contextos, el cableado del Backbone de fibra óptica y el del cableado horizontal propiamente dicho, que involucra el despacho de las señales hacia los usuarios finales.

En este Diseño se tomó en cuenta el gabinete central de 42 UR y el propio principal del piso, cuyas ubicaciones estaban definidas desde el inicio, y con los cuales ya se contaba, con esto se definió el primer tramo del backbone a instalar.

Posteriormente se procedió con los gabinetes de 18 UR dispuestos por el contratista, distribuyendo primeramente las ubicaciones finales para los gabinetes, considerando los diversos puntos de usuario de voz y datos a ubicar, de manera de optimizar los recursos a utilizar y el cumplimiento de los aspectos protocolares propios de la categoría del cableado.

Luego de esta actividad se procedió a definir las rutas de detalle a seguir en cada caso hacia los diversos puntos a instalar, teniendo en cuenta los muebles a utilizar y los equipos definidos para su uso final en cada ubicación.

También en esta discusión se amplió la participación, haciendo intervenir a los ingenieros civiles responsables del mantenimiento del edificio, en especial para encontrar soluciones de ancha base para superar las dificultades señaladas en el punto 1.9.

Asimismo, se consideraron los aspectos de seguridad mediante un intercambio de opiniones con el área de seguridad quien también validó el diseño.

El resultado principal de este diseño se muestra en el diagrama que se presenta en el Anexo F, ver también [6] y [9].

3.2.1. Premisas Adoptadas para el Desarrollo del Proyecto

Con el fin de adoptar un conjunto de principios mínimos que rijan la implementación del cableado estructurado, más allá de las limitaciones propias de los protocolos característicos para garantizar la certificación del cableado, se establecieron los siguientes principios a seguir:

- Todos los sistemas y sus componentes deberán ser de primera calidad, de marca reconocida en el mercado, de primer uso (nuevos) y con la respectiva garantía del fabricante, (para esto el proveedor del servicio alcanzó los catálogos técnicos del material ofrecido).
- El personal a realizar la labor deberá mantener la seguridad y el orden en las áreas de trabajo donde se esté realizando la obra, tomando las precauciones para evitar daño a las propiedades de PETROPERU y efectuar su restauración en caso de ser necesario.
- Todo el personal del contratista deberá contar con un seguro, y estar debidamente identificado, uniformado y contará con las herramientas necesarias para cumplir su función, como se indica en el manual de contratistas M-40 de PETROPERU
- El proveedor deberá suministrar todas las herramientas de instalación y equipos de certificación necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de todos los sistemas a instalar.
- El proveedor deberá proveer los anclajes, grapas y amarres necesarios así como los medios para la fijación de bandejas, tubos y canaletas retardantes de fuego correspondientes al sistema de canalización.
- Todos los gabinetes deberán quedar conectados a la tierra que exige el proyecto, según lo requerido en la norma ANSI-J-STD-607-A, lo cual implica el uso de conectores de 02 agujeros de compresión irreversible listados por UL y NEBS para el uso en sistemas de comunicaciones.
- Ejecutar los resanes necesarios en los posibles trabajos de albañilería.
- El proveedor deberá contar con un juego de planos en tamaño A0 desde el comienzo del proyecto, como referencia para documentar las ocurrencias durante el mismo.
- El Sistema de Cableado a implementar deberá soportar aplicaciones de alta velocidad, tales como las comunicaciones convergentes de IP, voz y vídeo, y videoconferencia, enseñanza a distancia y grandes operaciones de almacenamiento de datos.
- El sistema de cableado estructurado deberá ser independiente del tipo de equipos o aplicaciones que correrán sobre él (equipos de control, equipos de comunicación: voz,

datos y vídeo).

- El sistema de cableado estructurado deberá estar basado en una arquitectura de distribución abierta, de tal manera que los equipos existentes así como los futuros equipos de diferentes proveedores sean soportados.
- El proveedor deberá proporcionar la certificación de fábrica que han pasado las pruebas PSANEXT para los cables destinados a transmitir 10Gigabit

3.2.2. Consideraciones en Relación al Enlace de Fibra Óptica

La solución que lleva parte de fibra en el sistema de cableado estructurado categoría 6A; se basa en el uso de fibra multimodo de 6 hilos para interiores de 50/125 micras de diámetro de núcleo y cobertura respectivamente; se aplican en sistemas de cableado que son diseñados para proporcionar a los usuarios de la red la capacidad de soportar hasta más allá 10 Gb/s de datos.

Ayudado por conectores tipo LC y SC los cuales son seleccionados con criterios de espacio y seguridad como parte del hardware de conexión, son ideales para la alta velocidad del Backbone de la red LAN, redes de área de almacenamiento (SAN), demanda alta de vídeo, fibra al escritorio, y cualquier aplicación a 10G Ethernet.

Esta solución en cableado óptico trabaja en una red que no requiere todavía un sistema de 10 Gigabit, pero que necesita un alto rendimiento del sistema a un 1 Gigabit Ethernet en aplicaciones.

Estos sistemas ofrecen unas amplias soluciones para el Backbone del cableado horizontal. Además la fibra óptica utilizada al igual que el cable UTP utilizado en el proyecto es LSZH es decir cero halógeno, con restricción de propagación del fuego y emisión de gases tóxicos.

Este tipo de fibra se utilizó para comunicar el piso 4 con el nodo central del edificio ubicado en el quinto piso, se instaló un segmento de fibra óptica con las características ya mencionadas, así mismo se consideró la instalación de fibra óptica a través de puentes o Switch de fibra óptica desde el gabinete de Piso ubicado en el Piso 4 hasta los 3 gabinetes secundarios (a través del Backbone horizontal de fibra) ubicados en el mismo piso.

El tendido de la fibra óptica fue a través de la canalización siguiendo las recomendaciones de la norma, de manera que la fibra óptica no fue sometida a cambios bruscos de dirección, siendo el ángulo máximo permitido de 45° y el radio de curvatura según las especificaciones técnicas de la misma norma.

Para el tendido de los cables se consideró siempre una holgura de 1 metro que quedará dentro de los gabinetes de comunicaciones, adicional al desarrollo de la fibra óptica dentro de cada bandeja para fibra óptica.

Para la terminación de la fibra se utilizaron Pigtails de Fibra Óptica los cuales se empalmaron por fusión, se realizó el empalme en todos los hilos del cable de fibra óptica. Este cable se conectó en las bandejas para fibra óptica hacia los equipos activos mediante los cables patch cord de fibra óptica. En cada posición libre de las bandejas se instalaron tapas ciegas.

Se incluyeron los patch cords de fibra óptica necesarios para la conexión a los equipos activos y el correcto funcionamiento del sistema.

El contratista suministró todos los accesorios necesarios (conectores, adaptadores, puentes o Switch de fibra óptica y otros que se requirieron) para la correcta conexión de los equipos activos del piso 5 (Switch central) y los equipos activos en el piso 4 (del gabinete principal y los 3 gabinetes secundarios), asegurando el correcto funcionamiento del sistema de cableado estructurado a realizar.

El proveedor del servicio certificó toda la instalación de Fibra Óptica y el cableado final con equipos propios. Asimismo una empresa externa y neutral fue contratada para ratificar la certificación respectiva en coordinación con PETROPERU.

3.2.3. Consideraciones Respecto al Cableado Horizontal tipo FTP

El cableado horizontal se extiende desde los gabinetes de comunicaciones (Principal y Secundarios) en el piso 4 hasta las salidas de comunicación en el área de trabajo. Está compuesto por los jacks, cables horizontales, las terminaciones mecánicas para cables horizontales y patch cords. Los cables se encuentran protegidos íntegramente en todo su recorrido por canaletas retardantes de fuego adosadas a paredes, tabiquería y por escalerillas metálicas para tendidos sobre el cielo raso, que los protegen y permiten mantener sus características físicas intactas.

Desde el gabinete principal y los gabinetes secundarios del piso 4, hacia cada punto de usuario de voz y hacia cada punto de usuario de datos, el postor proporciono e instalo cableado FTP categoría 6A tipo LSZH, debidamente terminados hacia el lado del gabinete respectivo en patch panels de jacks blindados RJ45 Categoría 6A (provistos por el contratista) necesarios para atender los requerimientos de voz y datos.

Este cableado terminará hacia el lado de los usuarios en face plates de dos salidas con jacks RJ45 Categoría 6A blindados (una salida para un usuario de voz y la

otra salida para un usuario de datos).

El piso dispone de un Gabinete del piso Principal y dos gabinetes de pared secundarios propiedad de PETROPERU, el postor proporcionó un gabinete de pared adicional (Por lo que al final queda en uso un gabinete principal y 3 gabinetes secundarios en el piso 4).

El cableado se realizó con cable FTP de 4 pares con sistema de blindaje para conexión a tierra categoría 6A en topología estrella, permitiendo una longitud máxima del cable de 90 metros, entre el patch panel contenido en el Gabinete de Comunicaciones y el jack de la salida de comunicaciones.

Para el tendido de los cables se consideró siempre una holgura en la medida a manera de remanente de 1 metro que queda dentro de los gabinetes de comunicaciones. En las cajas de salida también se dejará cable remanente para el mantenimiento de los puntos.

En el piso 4 se tiene instalado un gabinete principal de piso de 42 RU (propiedad de PETROPERU), de acuerdo a características indicadas, que alojarán lo siguiente proporcionado por el Contratista: Bandejas para el Backbone de fibra óptica, patch panels con jacks RJ-45 categoría 6A para reflejo de los puntos de usuarios de datos.

En este gabinete se cuenta con patch panels que reflejan los servicios telefónicos provenientes de la Central Telefónica, y el postor deberá proporcionar los patch panels para el reflejo de usuarios de voz y los patch cords para la conexión entre estos patch panels.

Asimismo desde este gabinete principal se reparten servicios telefónicos hacia cada gabinete secundario a través de cable multipar de mínimo categoría 5, los cuales son reflejados en los gabinetes secundarios en patch panels con jacks RJ45 categoría 6A. Los equipos activos (Switch) serán proporcionados por PETROPERU.

En los nodos secundarios se instalaron 2 gabinetes de pared de 18 RU (proporcionados por PETROPERU) y 1 un gabinete de 18 UR (proporcionado por el Contratista), de acuerdo a las características indicadas, que alojaron lo siguiente proporcionado por el Contratista: Bandejas para fibra óptica, patch panels con jacks RJ-45 categoría 6A para reflejo del cableado de datos horizontal, patch panels con jacks RJ45 categoría 6A para el reflejo del multipar de voz proveniente desde el gabinete principal y patch panels con jacks RJ45 categoría 6A para el reflejo de usuarios de voz (según la cantidad de puntos que atenderá cada gabinete), incluyendo los patch cords de conexión entre los patch panels de voz.

En cada puesto de trabajo se instaló dos jacks RJ-45 de 8 contactos categoría 6A sobre un faceplate de dos salidas, según lo requerido. Estos faceplate soportan etiquetas individuales del tipo inserción para cada puerto con cubierta de policarbonato transparente e instalados sobre soportes de bastidor universal.

Las cajas plásticas adosables tipo bastidor universal son de la misma marca de las canaletas retardantes de fuego y poseen precortes de fábrica a fin de evitar el uso de sierras o taladros que deformen la caja o dejen astillas que puedan dañar el cable y se respete la certificación exigida de los productos y mano de obra.

Los patch cords poseen conectores RJ45 y son de cable Categoría 6A de fábrica. Los patch cords para las estaciones de trabajo son de 2.1 metros de longitud, equivalentes a 7 pies, para el gabinete de piso son de 1.5 metros de longitud y para los gabinetes de pared son de 0.9 metros.

Se incluyó cinta velcro, cinta espiral transparente y superior, etiquetas y demás accesorios necesarios para permitir una adecuada identificación y orden dentro de cada gabinete de acuerdo a las Normas y Estándares correspondientes. Es decir, se identificó cada cable, puerto del faceplate y cada conexión del panel con un código que permita fácilmente determinar su ubicación y recorrido dentro del piso, se hizo un diagrama pictográfico para ser colocado en el gabinete terminado la instalación así como en la documentación pertinente en los entregables.

3.2.4. Tópicos Relacionados con la Canalización

La infraestructura de conductos/canalización se instaló previamente a los trabajos de cableado horizontal y vertical, de acuerdo a las normas para AMBIENTES Y CONDUCTOS DE TELECOMUNICACIONES EN EDIFICIOS COMERCIALES - EIA/TIA 569B.

La canalización se consideró para el cableado de los puntos de voz y datos, incluyendo la canalización para el recorrido de cable multipar que permitirá conectar los servicios de telefonía desde el Gabinete principal de Piso hacia los gabinetes secundarios ubicados en el Piso 4 para lo cual deberán considerar todos los accesorios necesarios.

El sistema de canalización (escalerillas, tubos metálicos flexibles, canaletas, otros) mantiene el radio de curvatura del cable FTP dentro de lo especificado en las normas. Esto incluye los accesorios correspondientes durante su tendido según la norma de la EIA/TIA 569B y considerando una holgura para la canalización completa de manera que se cumpla con las normas de performance de la EIA/TIA 568B-2.10, para lo cual el contratista deberá alcanzar un catálogo del producto ofertado, donde se haga referencia

a lo indicado.

Se consideró una canalización independiente para el cableado que se instaló, por lo cual no se utilizó tuberías o canalizaciones existentes.

a. Escalerillas

El trabajo consistió en una canalización principal mediante escalerillas metálicas (en ciertos tramos (debajo de lugares donde podrían ser afectados por fugas de agua) se utilizó bandejas metálicas cerradas o tubos metálicos cerrados) sobre el cielo raso.

La escalerilla metálica tiene un recorrido que permita llevar los cables desde los gabinetes hacia todos los ambientes del piso.

Las escalerillas se llenó hasta un máximo de 60% de su capacidad total.

Las escalerillas poseen accesorios de curvatura, derivación y cambios de nivel que permiten acomodarse a los espacios existentes, manteniendo los radios de curvatura de acuerdo a los estándares TIA/EIA 569-B y TIA/EIA 568-B, considerando que el cable a alojar será Categoría 6A.

En el proceso de instalación las canalizaciones se instalaron libres de contactos con tuberías de otras instalaciones.

Las escalerillas incluyendo accesorios (curvas, uniones, conectores y otros) son metálicas cumpliendo con las normas de seguridad contra incendio.

b. Tubos metálicos flexibles

En los tramos desde las escalerillas hacia las bajadas sobre el cielo raso se utilizaron tubos metálicos flexibles.

c. Trabajos de obra civil

Se debe incluir los trabajos de obra civil necesarios para instalar las escalerillas y los tubos metálicos.

d. Canaletas

Debajo del cielo raso, los cables se condujeron mediante canaletas retardantes de fuego, proporcionadas por el postor, que fueron instaladas sobre la superficie de paredes, tabiques, columnas, etc., de acuerdo a la ruta determinada para los puntos del servicio. Contaron con un acabado acorde al uso en oficinas.

Las canaletas fueron de características apropiadas para alojar cableado estructurado categoría 6A.

Las canaletas retardantes de fuego y los accesorios están fabricados con notables características de resistencia al impacto y de autoextinguibilidad (retardantes a la llama). El diseño interior no presenta rugosidades o puntas que pudieran dañar el aislante de los cables.

Las canaletas retardantes de fuego cuentan con tapa. La tapa es removible a presión con una herramienta especial, para el montaje de los conductores sin necesidad de retirar la canaleta. A efecto de garantizar la seguridad del usuario, el sistema de sujeción de la tapa superior de las canaletas retardantes de fuego imposibilita la fácil extracción de la misma con las manos, para garantizar su correcta sujeción y así evitar que ésta se desprenda involuntariamente. Asimismo se aseguró la correcta fijación entre las canaletas con los faceplate ofrecidos.

Todos los accesorios de canaletas resguardan el radio de giro del cable blindado de acuerdo a lo indicado por la TIA/EIA 568B.1 numeral 10. Se incluyó un brochure de los accesorios de los cables donde se indique claramente este cumplimiento indicando que garantiza 8 veces el diámetro externo del cable blindado ofertado.

3.2.5. Cable Multipar

El cable multipar podrá ser de diferente marca al cable utilizado para el cableado horizontal de datos el cual está comprendido desde cada gabinete de comunicaciones del piso 4 hacia cada punto de usuario correspondiente y su certificación es independiente de la certificación del sistema de cableado estructurado horizontal datos instalado

En el gabinete principal del Piso 4, PETROPERU cuenta con patch panels que reflejan los servicios telefónicos provenientes de la Central Telefónica correspondientes a los usuarios de voz en el mencionado piso.

Desde el gabinete principal del Piso 4 se instalará cable multipar tipo LSZH de mínimo categoría 5 hacia los 3 gabinetes secundarios en el Piso 4 para atender los servicios de voz respectivos. Estos enlaces están debidamente identificados en los respectivos patch panels de cada gabinete.

El número de pares instalados en cada gabinete secundario son directamente proporcional al número de puntos de voz que atenderá cada gabinete de comunicaciones y se consideró los pares de reserva respectivos.

Para el cable multipar que se instaló, el postor proporcionó patch panels con jacks RJ45 categoría 6A para su terminación en el lado del gabinete principal y en los gabinetes secundarios.

Para el gabinete principal el postor proporcionó los patch panels Categoría 6A necesarios para reflejar los servicios de voz de cada usuario a atender y proporcionar los patch cords para la conexión con los patch panel reflejos de central telefónica (provistos por PETROPERU).

En los gabinetes secundarios el postor proveyó los patch panels Categoría 6A para el reflejo de los servicios de voz provenientes del gabinete principal del Piso 4 y los patch panel Categoría 6A para el reflejo de usuarios de voz correspondientes, asimismo proveyó los patch cords de conexión entre los patch panels.

3.2.6. Sistema de Etiquetado

En cumplimiento con la norma TIA/EIA 606-A se etiquetaron todos los cables en ambos extremos con etiquetas auto laminables, face plate en cada puerto, patch panel para cobre y fibra en cada puerto y los gabinetes.

La codificación propuesta por el contratista fue aprobada por PETROPERU previamente a su instalación.

El sistema de identificación se reflejó en los planos entregados durante y al finalizar la instalación en los Gabinetes instalados, para su respectiva aprobación por el área encargada de telecomunicaciones.

La instalación de las etiquetas en cada componente se realizó de acuerdo a lo estipulado por el fabricante para cada componente del sistema de cableado estructurado.

3.2.7. Gabinetes de Comunicaciones

Con cuatro gabinetes de comunicaciones se cubrirán los puntos de de Voz y Datos de todo el piso.

Un gabinete principal de piso de 42 RU (proporcionado por PETROPERU) recibirá el cable de Fibra Óptica, proveniente del Backbone de datos (Piso 5). El enlace de fibra, accesorios y los materiales correspondientes para su instalación serán proporcionados por el postor como su conectividad al Switch Central en el Piso 5 como a los switches en el Gabinete de Piso y secundarios.

En el gabinete principal del piso 4 está actualmente instalado el cable multipar de voz reflejado en patch panels proveniente desde la Central Telefónica de PETROPERU.

Los tres gabinetes secundarios de pared (2 de 18 RU (proporcionados por PETROPERU) y 1 de 18 RU (proporcionado por el contratista)) se conectarán al gabinete principal del piso 4 a través de enlaces de fibra óptica (materiales e instalación realizados por el postor).

El gabinete de piso principal, propiedad de PETROPERU, es cerrado con Bastidor de 19" de 42 RU y profundidad útil de 65 cm. Posee puerta frontal de vidrio templado polarizado con retén magnético, marco metálico, sistema pivotante, cerradura y llave, puerta posterior metálica desmontable, paneles laterales desmontables con llave y ranuras de ventilación, panel superior desmontable para instalación de ventiladores/extractores de aire, permite la entrada de cables por base y techo e incluye pies regulables de nivelación.

Los gabinetes secundarios de pared existentes son cerrados con Bastidor de 19" de 18 RU. Poseen puertas frontales de vidrio templado polarizado con retén magnético, marco metálico, sistema pivotante, cerradura y llave, paneles laterales con ranuras de ventilación, permite la entrada de cables por base y techo.

El gabinete de pared que proporcionó el contratista es cerrado con Bastidor de 19" de 18 RU. Posee puerta frontal de vidrio templado polarizado con retén magnético, marco metálico, sistema pivotante, cerradura y llave, paneles laterales con ranuras de ventilación, permitirá la entrada de cables por base y techo, así mismo deberá incluir una regleta de 8 Tomás de energía del tipo americano para los equipos que se requiera instalar en su interior.

Todos los gabinetes secundarios tienen una terminación fosfatizada, pintado con pintura de polvo electrostático en color negro, incluye tomillos de fijación para toda la capacidad del bastidor, tiene estructura de acero laminado en frío de 1.8 mm de espesor, puertas y paneles de 1 mm de espesor, cuenta con un kit de extracción de aire de 2 extractores de aire a 220v, incluye una regleta de tomacorrientes para rack de 19" con un sistema de supresión de picos y 8 Tomás del tipo americano.

CAPITULO IV

ANALISIS, DESCRIPCION Y PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Análisis y Descripción de la Ejecución del Proyecto

El proyecto de implementación del sistema de cableado estructurado categoría 6A ejecutado fue un servicio brindado llave en mano es decir con solución completa por parte de la empresa contratista.

Los materiales especificados en las bases y requeridos como necesidad en el momento de las instalaciones fueron realizadas para cubrir 208 puntos de voz y 208 puntos de datos en el piso 4, considerando cableado categoría 6A tipo LSZH (con el objetivo de brindar seguridad al personal en caso de incendios) y el cable utilizado podría haber sido UTP, FTP o F/UTP o U/FTP utilizándose para este proyecto el cable FTP. Estas cantidades de puntos de voz y datos incluyen el 30% de crecimiento en el total de puntos de voz y datos instalados en el piso 4 de oficina principal de PETROPERU. La característica de la chaqueta de los cables FTP tipo LSZH fue igualmente considerada para la Fibra Óptica manteniendo así el cumplimiento de las normas del código nacional de electricidad (Anexo E).

4.1.1 Desarrollo Histórico del Proyecto

En la ejecución del proyecto se presentó un retraso de 156 días, ya que el proyecto comenzó con la firma de contrato y un tiempo de espera de 45 días debiendo iniciar 14/01/2008 pero la fecha de inicio real fue el 11/02/2008, la fecha de término proyectada era para el 08/03/2008 terminando realmente el 11/08/2008. No hubo a inicios de los trabajos entrega de cronograma y software para realizar modificaciones del plano (como indican las bases).

Los retrasos del trabajo se debieron a la entrega de materiales por parte de fábrica, estos estaban siendo recién traídos en barco desde fábrica en EEUU.

Debido a estos percances de retraso se convocó a una reunión al representante de la marca en Perú, al Gerente de la empresa contratista y el supervisor de PETROPERU S.A.; quedando como conclusión de la reunión las aplicaciones de las penalidades respectivas, este problema quedó bajo la responsabilidad de la empresa por no calcular los tiempos de entrega de materiales y por no exponer las dificultades a

PETROPERU S.A para sus decisiones respectivas.

Luego se trajo material de forma parcial con los cuales se realizó pruebas de acuerdo a norma; en presencia de personal de la empresa contratista, personal supervisor de la unidad de seguridad y del área de telecomunicaciones de PETROPERU. Las pruebas no cumplieron el estándar o norma, convocando y solicitando por esta razón a los fabricantes la documentación técnica, certificaciones del material, una carta de garantía; indicando y sustentando que los materiales cumplen con los estándares y normas propuestas en las bases. Se aceptó esta forma de demostrar ya que PETROPERU no cuenta con un laboratorio especializado para las pruebas de los materiales.

Se entregó a la empresa contratista vía correo planos preliminares debido a las modificaciones en la distribución del plano con respecto al plano original presentado en el concurso. La entrega de los planos actualizados se realizó el 24/01/2008 con la venia del Ingeniero supervisor debiéndose realizar el mismo día de inicio del contrato. Se solicitó al contratista cronogramas de trabajo y Software para la elaboración de los planos ya que aun no habían sido entregados.

El 11/02/2008 se presentó la relación del personal técnico (04) y del Ingeniero residente, realizando un reconocimiento del área de trabajo e instalándose para al día siguiente comenzar sus actividades.

El 12/02/2008 comenzaron los trabajos con la instalación de los espárragos (son varillas de fierro que se pone en el concreto con taladro) en el techo del piso por encima del falso techo, se procedió también a instalar las bandejas, en algunas ocasiones se les tuvo que dar forma de curvas de 45° tanto en subidas y bajadas de acuerdo a los obstáculos encontrados en la instalación como son : Ductería de aire acondicionado, tubo de agua y desagüe; alimentación eléctrica, soporte de falso techo y vigas horizontales, que en algunas ocasiones no contaban con la perforación respectiva para dar paso al tendido de cable que a través de ella se iba hacer.

En observaciones que se hizo en el recorrido de la bandeja se encontró el obstáculo de un ambiente cerrado de vigas y transversales dispuestas en forma horizontal, después de hacer un reconocimiento visual y en compañía del Ing. Supervisor, no se llegó a encontrar paso a través de ella.

Después de algunos momentos en compañía de los representantes de la unidad de ingeniería y servicios; se tuvo conversaciones con relación al problema encontrado, el obstáculo de las vigas, quedando en dar una respuesta para la solución de este

problema, siendo aprobado y autorizado el 25 de marzo del 2008.

El 19/02/2008 En compañía del Ing. supervisor se comenzó a hacer un recorrido de las áreas a efectuar los trabajos lo cual se resalta en dos sucesos importantes:

- A pedido del Ing. supervisor se cambio la posición de la salida de la toma de voz y datos, ya no instalando a una distancia próxima de la toma eléctrica; si no en referencia a un modelo de escritorio que hiciera el alcance de un modelo en horas de la tarde.
- Los recorridos de los ambientes a trabajar no se encuentran plasmados como en los planos que se enviaron en días atrás, hay diferencias en algunas zonas como la cantidad de módulos y la posición final de los mismos; y la determinación de la zona de usuario o zona común de trabajo.

Se vino trabajando con el personal de PETROPERU para la actualización de los planos de distribución de usuarios del piso 4 ya que dichos planos adolecen de una visualización real en el campo.

Se debe acotar en este caso que la solución final es diferente a la planteada inicialmente, la cual ya se venía poniendo en práctica.

Se continúa con la instalación de canaletas y a cada nueva locación (oficina de Jefatura, módulos) se presenta un modelo respectivo para su discusión y posterior aprobación.

La empresa contratista presentó un borrador del cronograma de actividades, PETROPERU le indico detallar actividades y colocar fechas exactas de trabajos ya realizados junto a las que falta realizar.

Desde el mes de marzo se programo y dio facilidades al Contratista para que avance fuera de horario de trabajo en los días laborables, así como los fines de semana con el fin de recuperar tiempo perdido por la negligencia de la empresa contratista.

Se entrego otro grupo de materiales de los que faltaban con respecto a las primeras entregas, faltando hasta ese momento aun más para completar la relación de materiales a entregar.

La empresa contratista solicitó una ampliación en el plazo de entrega debido a los problemas presentados durante la ejecución del proyecto, presentándose un nuevo cronograma de actividades siendo este incompleto; a la vez realizaron una inspección del recorrido de las escalerillas todo estos puntos fueron aprobados y revisados por PETROPERU.

Se determinó que la norma a emplear es la 568B, y también la posición de cómo se iba a instalar el punto de voz y datos (el punto de datos a la derecha de la caja adosable y empleando el icono color azul; el punto de voz a la izquierda de la caja y empleando el icono rojo), además la separación de las Tomas de energía con los puntos de datos de acuerdo a estándar debe ser 10 cm como mínimo.

Se tuvo que hacer modificaciones en la bandeja de alimentación hacia el gabinete de Recursos Humanos, a pedido del Ing. supervisor ya que la instalación anterior se encontraba a nivel del cielo raso, el pedido del Ing. supervisor es que se baje 08 cm. la bandeja del cielo raso.

Previa a la instalación de las bandejas se había coordinado con el Ing. Residente el recorrido y ubicación, en la inspección realizada se detecta observaciones de acuerdo a la altura en que debe estar las bandejas en la Zona A, en ambiente de gabinete por lo que se indica la falta de separación entre la bandeja y el falso techo, por lo cual se le indica corregir, no es un pedido nuevo, es mala instalación con espacios muy limitados para el paso de cables.

Se tuvo serios inconvenientes con los trabajos realizados en madrugada, se dejó áreas sucias, cableado de datos de usuario en servicio dañados, cajas desmontadas y sin servicio, se conversó con el Ing. Residente, haciendo notar el problema generado, así como las horas hombre del personal de PETROPERU para su habilitación, como materiales la hora de presencia del personal del contratista que llegó a partir de las 10:40 incluido el Ing. Residente.

Los gabinetes secundarios fueron adaptados adicionando marcos para empotrarlos en los cuarto de comunicaciones respectiva, esto trabajos se realizaron fuera de las instalaciones de PETROPERU. Luego de instalarlos se colocaron los patch panel y las bandejas para realizar la conexión tanto de cable UTP como de fibra óptica ya que se había hecho el tendido de estos en las escalerillas en sus respectivos recorridos, solo en los gabinetes secundarios.

El 05/04/2008 se efectuó la instalación de la ductería metálica y de la fibra óptica, desde el gabinete principal del cuarto piso hacia el centro de cómputo ubicado en el quinto piso en los ambientes de IBM.

Se realizan observaciones a los avances de la empresa contratista, indicándosele realice algunas modificaciones y correcciones en la instalación de los puntos, colocación de las bandejas, ubicación de los patch panel, forma de trabajar y la alimentación de los cables de voz y datos.

El 07/04/2008 se comenzó a realizar la conexión de los puntos en el gabinete principal dicha distribución bajo un modelo dado por el ingeniero supervisor; la alimentación del gabinete principal, se hará desde el falso techo caerá hasta el piso y se introducirá por una entrada en la parte inferior del mismo gabinete en el cual se dejará la reserva respectiva y de ahí subirá a las ubicaciones finales.

Se converso de la forma como se identificarían los puntos, los gabinetes, los patchs panel, los patchs cord y los face place; se acordó nombrar a los gabinetes de la siguiente manera; gabinete principal: G1, gabinete de Logística: G2, Recursos Humanos: G3, Unidad Médica: G4.

Se indica a la empresa contratista entregar adicional escalerillas, bandejas y otros debido a que PETROPERU ya contaba con escalerillas y accesorios instalados ahorrándoles trabajo, y con respecto a las bandejas es debido al daño que hicieron a la hora de realizar los trabajos.

También se discutió con la empresa contratista la forma de ponchado que hicieron en los reflejos de voz, ellos solo habían ponchado 1 par; pero PETROPERU solicito los 4 pares para un futuro uso de telefonía IP, como ya se habían realizado los trabajos de ponchado se tuvo que retirar y volver a instalar pero con los 4 pares de hilos.

Luego se realizó el empalme de fibra óptica en la bandeja del gabinete principal, realizándose la certificación de varios tramos de la fibra con la supervisión de personal de PETROPERU dando este su visto bueno.

También se realizó la certificación de los puntos de voz y datos de categoría 6A; la empresa contratista trajo su propio equipo recién calibrado; pero tenía un inconveniente ni contaba con los módulos de categoría 6A y ni con los módulos alien crosstalk por ello se hizo inválida la certificación, debido a esta razón PETROPERU tuvo que prestar sus módulos para no retrasar el trabajo.

El 18/04/2008 se inicia trabajos de certificación por parte de PETROPERU paralelo a la certificación que la empresa contratista estaba realizando, se comenzó la certificación en el área de Recursos Humanos.

La certificación de los puntos de voz y datos es diferente a la certificación de los reflejos de voz (Backbone de voz).

PETROPERU solicito más puntos adicionales y reubicación de puntos ya habiéndose terminado todos los trabajos de instalación y certificación, se tuvieron que certificar estos puntos nuevos y reubicados.

4.1.2 Descripción Técnica

Se considera responsabilidad completa por parte del contratista en el uso de todos los materiales y accesorios necesarios y requeridos como: patch panels (jacks incluidos), patch cords, escalerillas metálicas y otros(materiales no descritos) para la implementación correcta del sistema, incluyendo mano de obra; ya que las empresas con el fin de disminuir sus gastos de inversión evitan considerar adicionales al material y al trabajo requerido en las especificaciones técnicas siendo estas necesarias para el buen desempeño del sistema.

El cableado estructurado Horizontal de datos va desde un Gabinete de piso principal del piso 4 a 3 gabinetes de pared secundarios en el mismo piso hacia cada uno de los usuarios ubicados de acuerdo al plano proporcionado por PETROPERU.

Los gabinetes utilizados en este proyecto fueron proporcionados por PETROPERU, los cuales necesitan ser modificados o reemplazados para que puedan soportar los cables de categoría 6A y 7 por que dificultan el cierre de los gabinetes y el mantenimiento futuro de los puntos instalados por parte del personal técnico, siendo más pronunciado esta dificultad en los gabinetes donde hay más densidad de puntos llegando a maltratar el cable instalado; pero aun así se hicieron las instalaciones y las certificaciones.

La existencia de gabinetes con patchs panels angulares permite la fácil instalación y el mayor cuidado del cable, estos gabinetes no consideran ordenador horizontal pero si vertical, su costo es alto, por ello no se consideró para el proyecto.

Se consideró, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones ya que estos se implementaran en fines del año 2009 (sistema de perifoneo, sistema control de incendio, sistema control de acceso, etc.) cumpliendo con la proyección de nuestra empresa para hacer de oficina principal un edificio inteligente.

Se realizó la instalación de Fibra Óptica Multimodo desde el centro de computo (conectado al Switch Central o principal CORE) ubicado en el piso 5 hacia el gabinete principal del piso 4, y desde este gabinete se instaló enlaces de fibra óptica hacia los 3 gabinetes secundarios de pared ubicados en el mismo piso.

El postor consideró los materiales e instalaciones necesarias para asegurar la adecuada conectividad de todos los equipos activos (Switch) del piso 4 ubicados en los gabinetes de comunicaciones, garantizando el servicio de datos de todos los puntos a

instalar en el piso 4, esto incluye el sistema de aterramiento que es tomado del Sistema de UPS a cada gabinete.

Ya medición del sistema de pozo a tierra en el piso en su última medición fue de 4.5 Ohm, en la instalación el contratista verificó esta medición y uno de los 3 pozos a tierra no cumplía con la medición requerida para el correcto funcionamiento del Sistema de Cableado Estructurado, por esta razón la empresa contratista consideró todo lo necesario para la reactivación utilizando para este caso gel conductor

Si en caso no hubiera sido factible la reactivación se realizaría la instalación de un nuevo pozo ubicado en el Sótano 1 para el mejoramiento y calidad del sistema de tierra y cumpla el estándar para la categoría respectiva. Se hace mención que no se está cumpliendo el estándar porque el sistema de tierra eléctrico con el sistema de tierra de comunicaciones no se encuentra unido siendo cada una independiente debido a las limitaciones descritas en el punto 1.9.

La cobertura del proyecto incluye la distribución de puntos de comunicación en el cuarto piso del edificio de PETROPERU, siendo su terminación al usuario en la caja de datos, de acuerdo a la norma se deja un slack de 15 cm dentro de la caja de datos, que para nuestro caso resulta perjudicial, maltratando el cable debido a la rigidez que posee; por ello el slack que se deja se hace en la bajada de la canaleta que va al usuario facilitando el mantenimiento en los puntos y considerando sobretodo que la movilidad se realiza generalmente en el usuario. Hay otros métodos de terminación siendo la entrada a la caja de datos no por detrás sino lateral y a la vez con más profundidad para evitar la doblez del cable.

Al igual que el slack que se deja en el usuario se deja en el gabinete con una medida de 1.5 metros en los gabinetes de piso y 0.9 metros en los de pared; pero como el cable categoría 6a es de mayor diámetro se multiplicaría la cantidad de puntos por el espacio de cada slack de cable resultando un cumulo de cables de considerable altura lo cual no es adecuado para el mantenimiento de los puntos de voz y datos.

La implementación del Cableado Estructurado consiste en la distribución de 416 puntos de voz y datos de acuerdo a las características del producto y de las normas ANSI/TIA/EIA-568-B.1, B.2, B.2-1 y B.3-1, ANSI/TIA/EIA-606-A y ANSI-J-STD-607-A.

4.2 Descripción de Procesos

El proceso a diferencia de un proyecto es una tarea periódica o repetitiva para el cumplimiento de un objetivo o fin en común, mientras que el proyecto es algo que se realiza solo una vez y nada más; ejemplo las instalaciones, el tendido de cable para el

Backbone horizontal, la conexión entre otros para implementar cableado estructurado de categoría 6^a, realizados en la ejecución del mismo por única vez como parte inicial de ella ya que la solidez de esta en el tiempo es una característica principal, para el proceso constantemente se harán mantenimientos preventivos como limpieza de fibra , al gabinete, instalación de puntos para nuevos usuarios, ya que se cuenta con un Backbone de cables tendido y espacio en los gabinetes por que se considero un crecimiento del 30% en las instalaciones, problemas de cambio de patch cord, conectores, etc. serán los trabajos constantes a realizar, se cuenta con personal técnico dedicado a estos labores.

Se cumplió con la parametrización de los procesos con lo que se estaba proyectando antes de la ejecución del proyecto ya que los resultados del proyecto fueron positivos simplificando así las actividades cotidianas por parte de personal de PETROPERU., habría mucho más procesos si el resultado no hubiera sido positivo para subsanarlos.

4.3 Certificación del Proyecto

Cuando se habla de certificación se refiere a las pruebas realizadas tanto a las instalaciones como al diseño y al personal, estas sirven para ver el rendimiento y la capacidad de lo que se quiere certificar siendo estas documentadas para la evaluación correspondiente.

En el proyecto se realizo 3 tipos de certificaciones y estas son:

- Certificación de las instalaciones.
- Certificación para diseño de soluciones.
- Certificación al personal.

4.3.1 Certificación de las Instalaciones

La instalación de los puntos de voz y datos se certificaron para comprobar de extremo a extremo su desempeño y buen funcionamiento (Ver Anexo I), esto implicó un gran esfuerzo, en especial debido a la falta de instrumentación y de conocimiento en el medio, salvo el adquirido por PETROPERÚ S.A. y la experiencia del proveedor en fábrica.

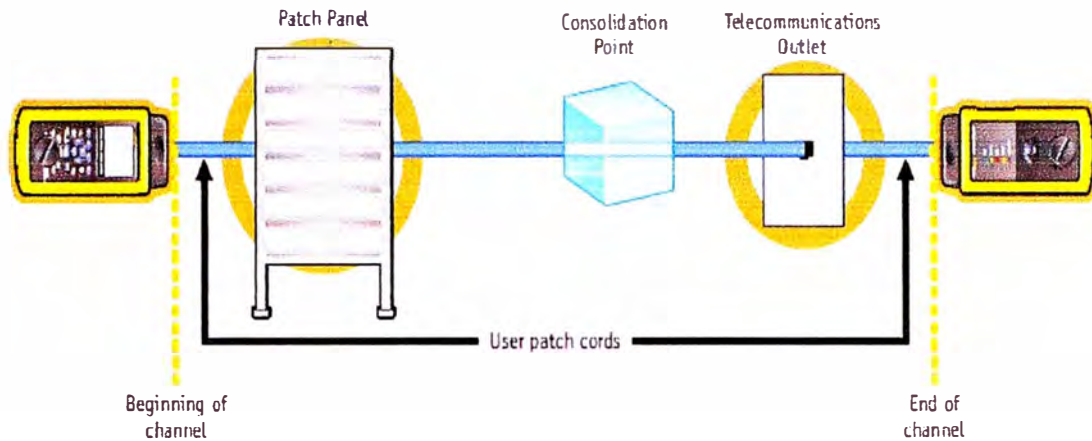


FIGURA 4.1 Certificación de Canal de Extremo a Extremo

4.3.2 Certificación del Diseño de la Solución

Es aquí en el diseño de la solución donde el ingeniero es el que participa y no tanto la parte técnica, buscando la mejor opción de las diversas que pueda haber, el ingeniero es certificado de fábrica en este caso, se evalúa al ingeniero en los criterios que tiene frente a obstáculos que se presentan para el cumplimiento de los estándares y las normas de cableado estructurado categoría 6a.

4.3.3 Certificación del Personal

Esta certificación está destinada al personal técnico que realiza las instalaciones, ellos deben tener un manejo diestro de las herramientas y un conocimiento claro del uso de los materiales y criterios para la instalación de ellas.

Cuando el personal de una empresa es certificada, solo su certificación es válida si realiza trabajos con la misma empresa; además para realizar modificaciones y reinstalaciones se necesita que aparte del personal la empresa este certificada como organización, sino no puede realizar ninguno de estos trabajos.

La certificación realizada a las instalaciones de PETROPERU pasaron cumpliendo con los estándares y normas técnicas, esta información fue presentada por el contratista, comparada con los resultados obtenidos por el área de Tecnología de Información y comunicaciones y una empresa tercera tanto en archivo electrónico como en papel.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La certificación realizada sobre el cableado estructurado categoría 6a implementado fue exitosa y validó el esfuerzo desplegado y los costos asumidos en este proyecto, previamente se suponía que las pruebas de alien crosstalk, consideradas las más importantes, iban a cumplir con lo esperado debido a las características del cable de fibra óptica y de FTP seleccionado, los cuales eran recomendados por las normas, sin embargo solo la certificación podían garantizar el resultado, y esto se comprobó plenamente en las pruebas de certificación.
2. Aunque no estaba normado, (tampoco estaba restringido), consideramos conveniente el mantener los slack en la parte superior antes de la bajada por la canaleta hacia el usuario para facilitar el mantenimiento de los puntos de extremo a extremo, además también se consideró una buena práctica el colocar cajas de paso para la protección de los cables ante el cambio del tipo de canalización hacia el punto de los usuarios para que no quede descubierto y expuesto, lo que, en la práctica resultó muy adecuado y conveniente.
3. La práctica demostró que los gabinetes planos o comunes no son los más adecuados para el cableado categoría 6a FTP debido a la rigidez que poseen. En reemplazo de estos, durante la instalación, se probaron los gabinetes angulares, los que han demostrado ser los más indicados para estos casos, debido a su forma, que permite prescindir de ordenadores horizontales, sin embargo si requiere de ordenadores verticales más anchos conectándose de forma directa al patch panel, siendo esto más conveniente para la ejecución del proyecto, para los proyectos futuros se debería optar por reemplazar estos componentes.
4. Las escalerillas instaladas eran metálicas de uso estándar, la instalación de estas es compleja y conlleva un tiempo significativamente mayor; sin embargo existen escalerillas tipo malla las cuales son muy fáciles de instalar y poseen las mismas características de curvatura, anticorrosividad, etc., para los proyectos futuros se debería optar por reemplazar estos componentes.

5. Es conveniente establecer políticas de congelamiento del proyecto una vez iniciado el mismo, no debiéndose aceptar cambios constantes en la ubicación de los módulos y oficinas, ni de los componentes por parte de los usuarios, porque esto obstaculiza el desarrollo del proyecto para la instalación de puntos de voz y datos; además también afectó al mantenimiento de los planos, los cuales son importantes mantener invariables para la ejecución del proyecto.
6. Las demoras en la entrega de materiales para el avance del proyecto fueron unas de las principales causas del retraso del proyecto; la empresa contratista no tuvo proyección en el tiempo para calcular las fechas y elaborar un cronograma de su provisión para la ejecución del proyecto.
7. La asignación de personal definido y adecuado al proyecto es sumamente importante, para evitar un mayor control sobre la participación diaria del personal de la empresa contratista; ya que era frecuente su llegada fuera de hora, o en número insuficiente para el avance planeado, olvidando muchas veces de traer materiales o herramientas, o sus documentos exigidos por Seguridad, por otro lado el Ing. Residente no siempre estaba presente dificultando las labores de supervisión y control.
8. La capacitación previa al proyecto, de los profesionales de la empresa, orientada a su certificación en cableado estructurado categoría 6A, fue sumamente importante para el proyecto ya que permitió una supervisión segura y eficaz, así como mejorar la concepción del proyecto, en especial en lo relativo al cableado horizontal categoría 6A para todo el edificio.

Recomendaciones

1. Para futuros trabajos, consideramos innecesarias las pruebas de alien crosstalk; ya que el cable FTP no lo requiere, por lo tanto, como ya que se comprobó fehacientemente en este Proyecto Piloto, su uso garantizaría la ausencia de interferencias en este cableado, reduciendo de esta forma el tiempo y el costo de la ejecución del proyecto.
2. Los gabinetes a utilizar deben ser dimensionados de acuerdo a la cantidad de usuarios que se van a tener en cada ubicación y a la categoría que se vaya a utilizar más adelante, lo que en nuestro caso debería considerar la categoría 7, siendo los usados muy rígidos y dificultan el cierre de los mismos, por lo que implica mayores cuidados durante la ejecución de los proyectos para tratar de evitar maltratar dichos cables, lo que si sería muy inconveniente para la calidad del cableado.
3. A futuro, se recomienda no solo tener las rutas alternativas o de redundancia en el Backbone vertical sino también en el horizontal, lo que no debe encarecer

significativamente el proyecto, dotándolo de gran seguridad, en especial para cubrir contingencias.

4. Es sumamente importante, para futuros proyectos, coordinar previamente con los departamentos y gerencias para quedar previamente en una cantidad de puntos definitiva a instalar y en las formas finales de las oficinas antes de iniciar el proyecto, lo que permitirá un mejor desempeño de de la empresa contratista y evitar comprometerla posteriormente con ampliaciones y modificaciones que implicar ampliar su período contractual y los costos del proyecto.
5. Para todo proyecto futuro, es necesario que el fabricante y el proveedor del servicio, se comprometan contractualmente a tener disponibles los materiales en cantidades suficientes para cada etapa del proyecto, proyectándose el requerimiento de los materiales y servicios de cableado estructurado de la categoría con el fin de avanzar al ritmo que exige el proyecto.
6. Para el cableado total del edificio central o para proyectos de gran envergadura, se debe avanzar por dos o más frentes en simultáneo, designando exclusivamente y a tiempo completo a tantos ingenieros residentes y personal de supervisión según los frentes que se asumen en simultaneo.
7. Siendo la certificación mediante instrumentos, se considera suficiente el realizar una sola certificación donde se encuentren presentes las dos partes involucradas, evitando mayores tiempos y costos en replicar las pruebas.

ANEXO A
ANÁLISIS DE UTILIZACIÓN Y DEMANDA DEL ANCHO DE BANDA Y VELOCIDAD DE
TRANSMISIÓN

A.1 Situación inicial

A través del equipo de monitoreo y gestión de la red LAN y WAN se puede observar de forma granular o detallada los protocolos, el tráfico, las conversaciones de los equipos de quien a quienes se comunican dentro de toda la red de PETROPERU S.A. Se observa que las aplicaciones que corren sobre la red consumen un porcentaje del ancho de banda en la red LAN como en la red WAN, cuando se refiere en los gráficos a PIPE hace mención al ancho de banda consumido en el enlace de datos (red WAN).

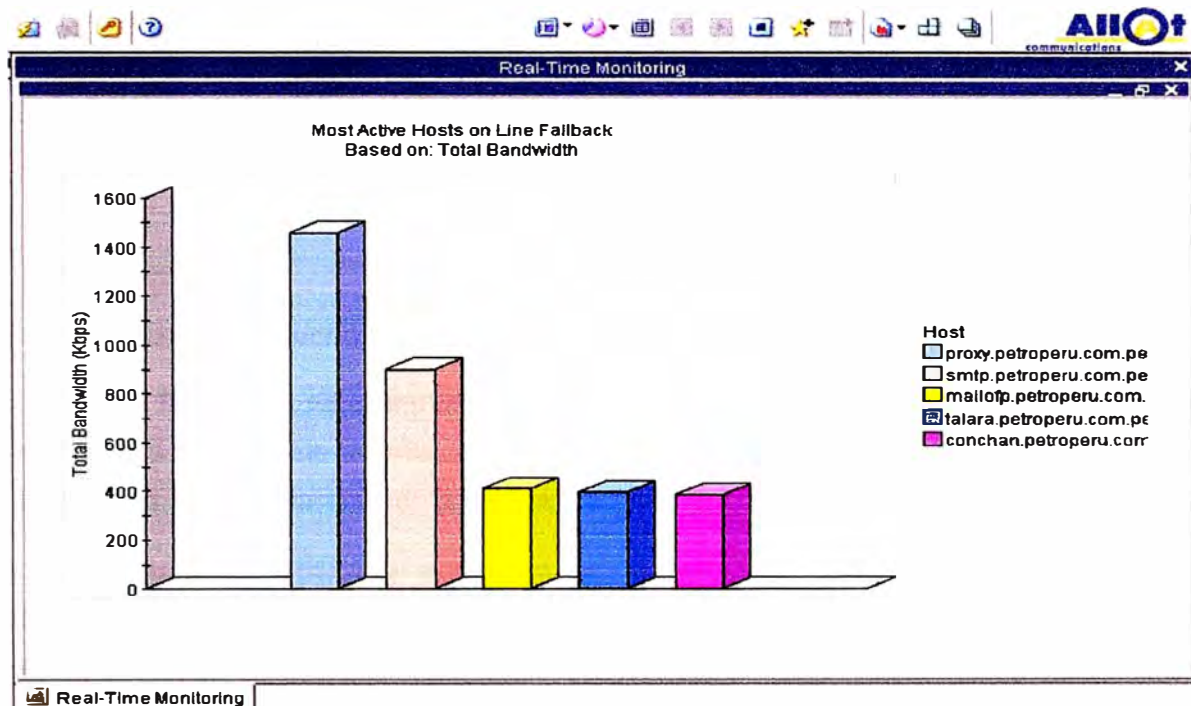


FIGURA A.1 Direcciones más visitas por los usuarios de la red LAN.

En la figura A.1 se muestra las direcciones de los servidores de correo de PETROPERU, del proxy y del servidor Sntp para correos). Esta figura muestra el ancho de banda dado en Kbps dirigido a cada una de los host mostrados en el gráfico a lado derecho. Por la figura A.1 se puede ver que el proxy de PETROPERU es el más visitado, indicando entonces que el acceso a internet (páginas web) es lo más visitado por los usuarios de PETROPERU S.A.

El host smtp.petroperu.com.pe es el servidor de los correos bajo Linux como sistema operativo que se encuentra en la segunda posición de consumo de ancho de banda.

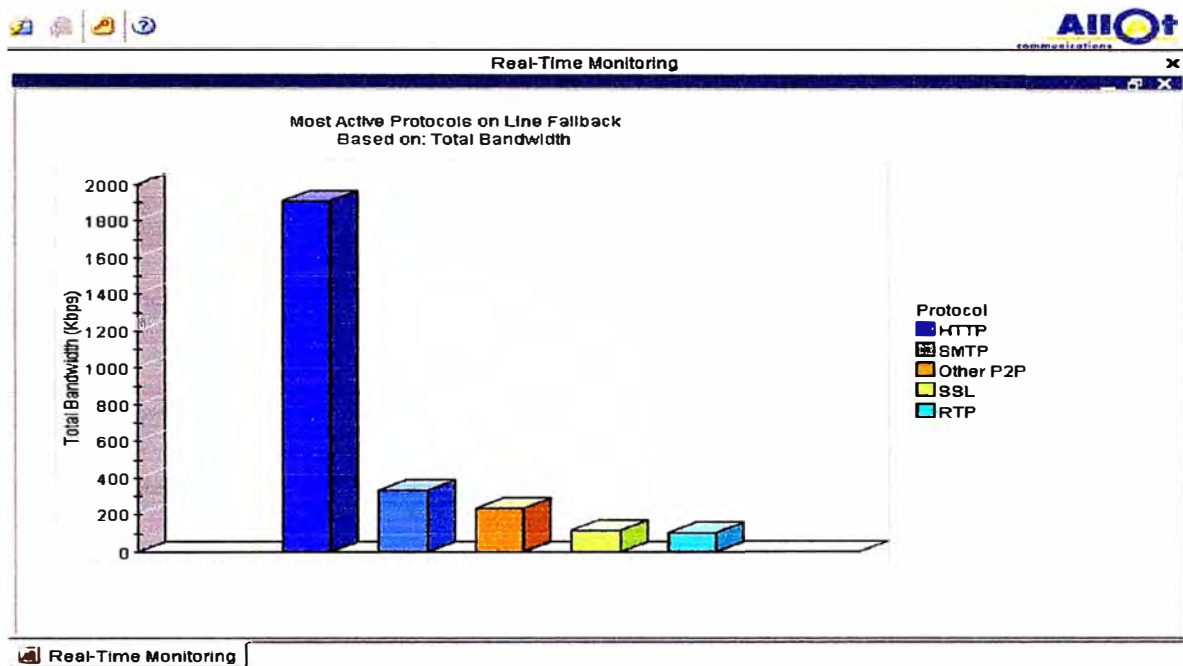


FIGURA A.2 Ancho de Banda Utilizado por distintos protocolos en la Red

En la figura A.2 se observa el ancho de banda consumido por cada protocolo que entra a la red LAN y sale de ella. A través de cada protocolo se puede distinguir qué tipo de aplicación está corriendo por la red de PETROPERU.

El equipo administrador ancho de banda permite realizar visualizaciones de forma personalizada es decir se puede configurar de acuerdo al análisis que se desea hacer, pero a la vez poder limitar el ancho de banda de consumo de cada una de ellas priorizando el uso de los servicios de la red de PETROPERU S.A.

Se observa que el protocolo más usado en la red es el http el cual es protocolo de las aplicaciones web, acá en PETROPERU S.A se tiene un servicio de internet a 6 Mb/s. También se tiene un servicio de enlace de datos a 10 Mb/s de oficina principal a través de la red MPLS con enlaces de 1Mb/s a cada operación.

En la figura A.2 se observa que la segunda posición de consumo de ancho de banda es el protocolo SMTP que corresponde a las aplicaciones de correo.

Este análisis puede ser mejor visto teniendo en cuenta el diagrama de red tanto LAN y WAN de PETROPERU S.A. (ver Anexo D), ya que se puede visualizar la distribución y ubicación de los equipos de forma completa en la red de PETROPERU S.A.

En la figura A.3 se observa el tráfico cursado (entrante y saliente de la red LAN) se observa que los picos máximos llegan a un consumo de 7.283 Mb/s. La línea verde es

el ancho de banda saliente de la red LAN y la línea roja es el ancho de banda entrante en la red LAN y la línea azul es el ancho de banda total consumido.

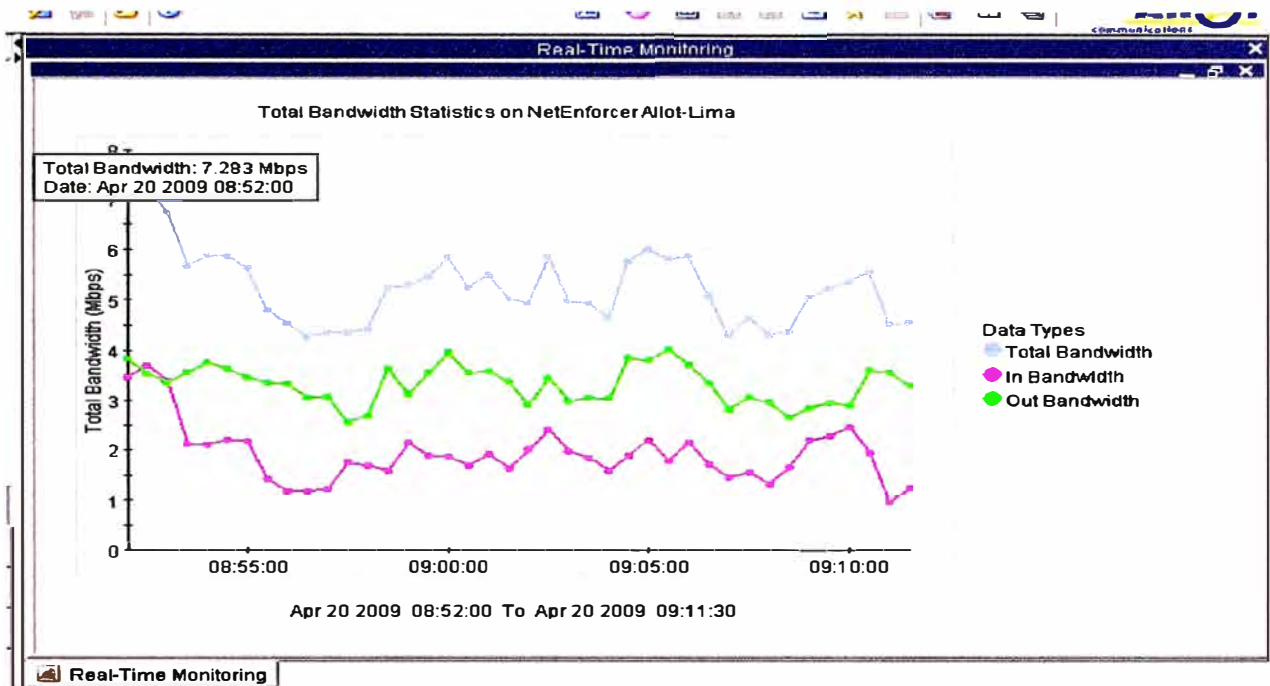


FIGURA A.3 Tráfico cursado en la red LAN

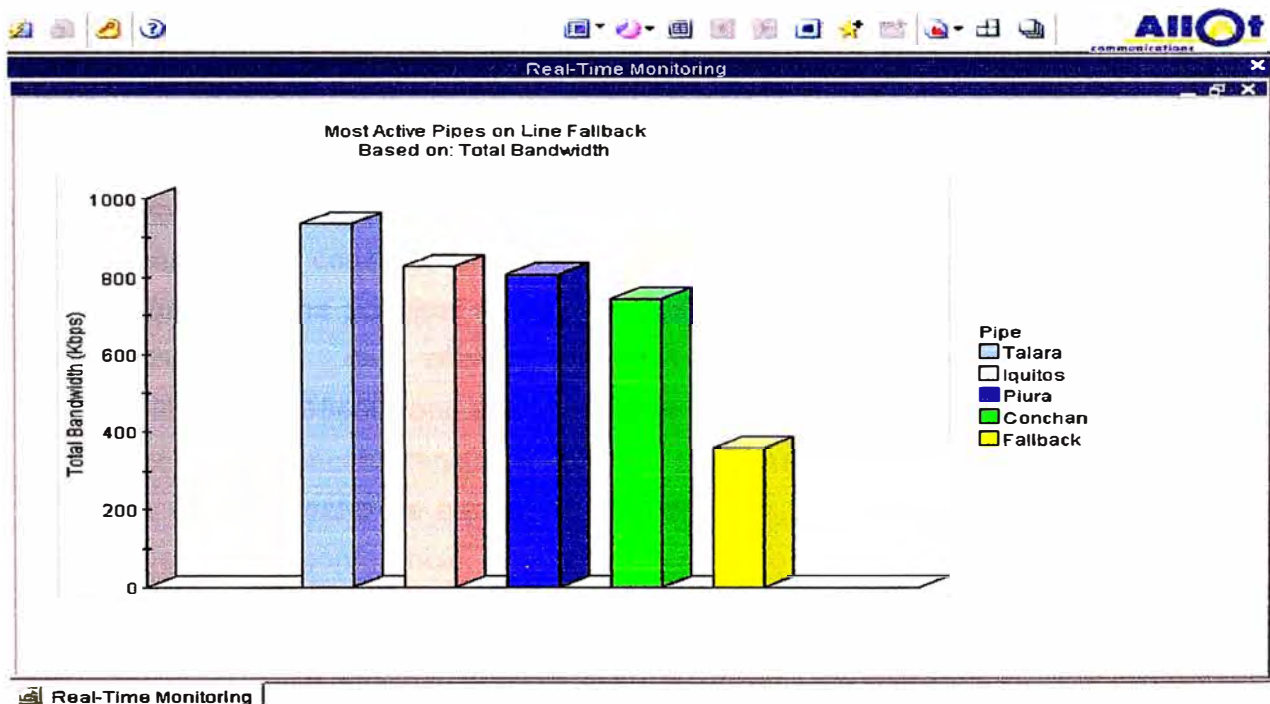


FIGURA A.4 Tráfico Destinado a cada Operación)

A.2 Situación proyectada y Futura

La red LAN de PETROPERU en setiembre del 2009 se encontrará en la forma que se muestra en la figura A.5.

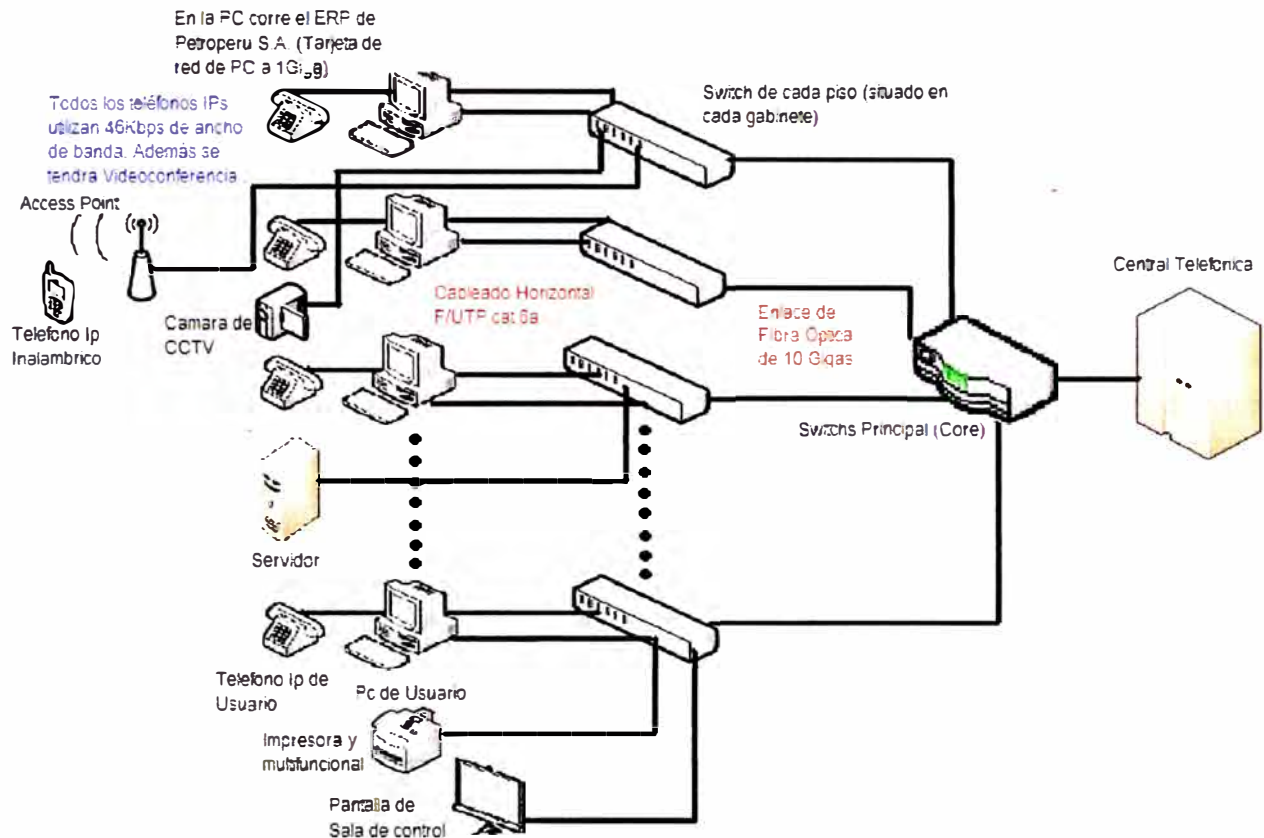


FIGURA A.5 Red LAN de PETROPERU en Setiembre del 2009

Servicio de Voz y Video con los teléfonos IP.- El uso de teléfonos IP (Voz y Video) videoconferencia consume un ancho de banda de 128Kbps, considerando los 1200 usuarios de oficina principal se pueden tener como máximo 600 conversaciones en los 20 pisos de oficina principal llegando a consumir por piso $768000\text{Kbps}/20=38400\text{Kbps}$ en cada enlace de fibra.

Servicios de Videoconferencia en salas de reuniones.- El uso de videoconferencia se realiza con un ancho de banda de 256Kbps, en oficina principal se cuenta con 4 equipos de videoconferencia, siendo el uso máximo de 1 Mb/s de ancho de banda por enlace de fibra.

Servicios en el CCTV.- Las cámaras de CCTV (Circuito Cerrado de TV) se encontraran en cada piso y área de PETROPERU sumando en total 60 cámaras distribuidas interna y externamente en oficina principal a una frecuencia de 30 frames por segundo (fps) con una resolución de 640x480, y a la vez utilizando un radio de compresión de 1/5 o de 1/60 o más (en formato JPEG).

La fórmula para calcular el consumo de ancho de banda es:

$AB = \text{Tamaño de la Imagen} \times \text{Cuadros por Segundo} \times \text{Canales}$ Por ejemplo, una cámara PAL en tiempo real (25cps) a compresión normal y tamaño normal (ver tabla superior) consume tanto como: $8\text{Kb} \times 25\text{cps} \times 1 = 160\text{Kbps}$.

Como la información de video se compone de 30 imágenes por segundo y cada imagen a buena resolución (VGA, D1 o superior), entonces un video ocuparía $(30 \times 640 \times 480 \times 3 \times 8) = 211 \text{ Mb/s}$ aproximadamente, velocidad gigante comparada con la velocidad de las redes de datos disponibles hoy en día (menor a 10Mbps en el 85% de los casos). Una buena etapa de compresión, reduce a 2Mb/s aproximadamente y esto hace que sea viable transmitir video por las redes actuales. Si se multiplican las 60 cámaras por los 2Mb/s se tiene 120Mb/s.

Servicios del ERP.- El ERP (Planificación de recursos empresariales) son sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía comprometida en la producción de bienes o servicios. Se realizará todo en entorno gráfico con información grafica de 20 Mb y en algunos casos máximos a 80 Mb considerando a los 1200 usuarios y a las diferentes aplicaciones que esté utilizando se llegaría a un máximo de 96 Gb.

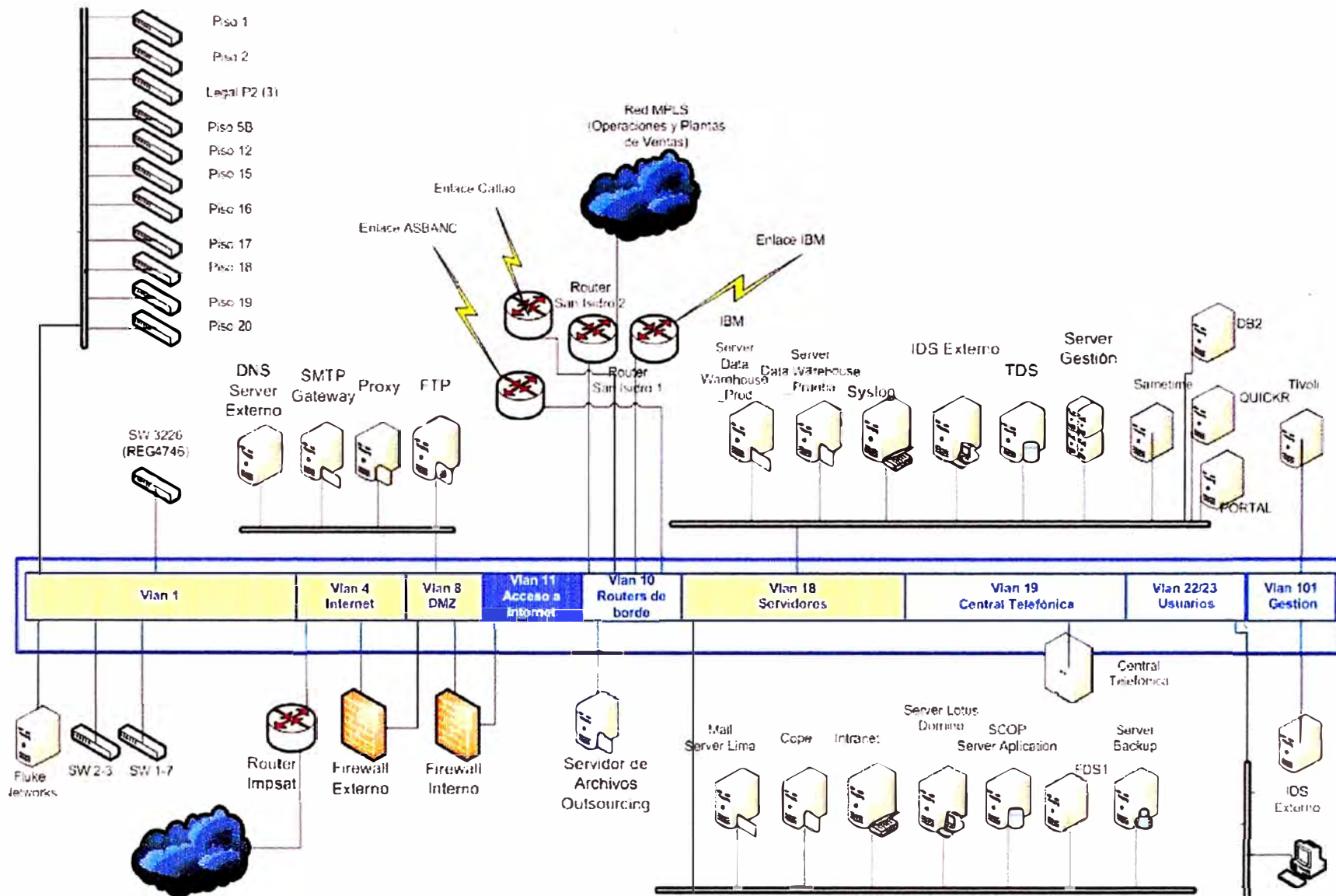
Si se pasara por la red LAN de 10 Gb/s los 96 Mb esta información sería mandada en 9,6 segundos lo que sería rápido y útil para la empresa.

Resumen:

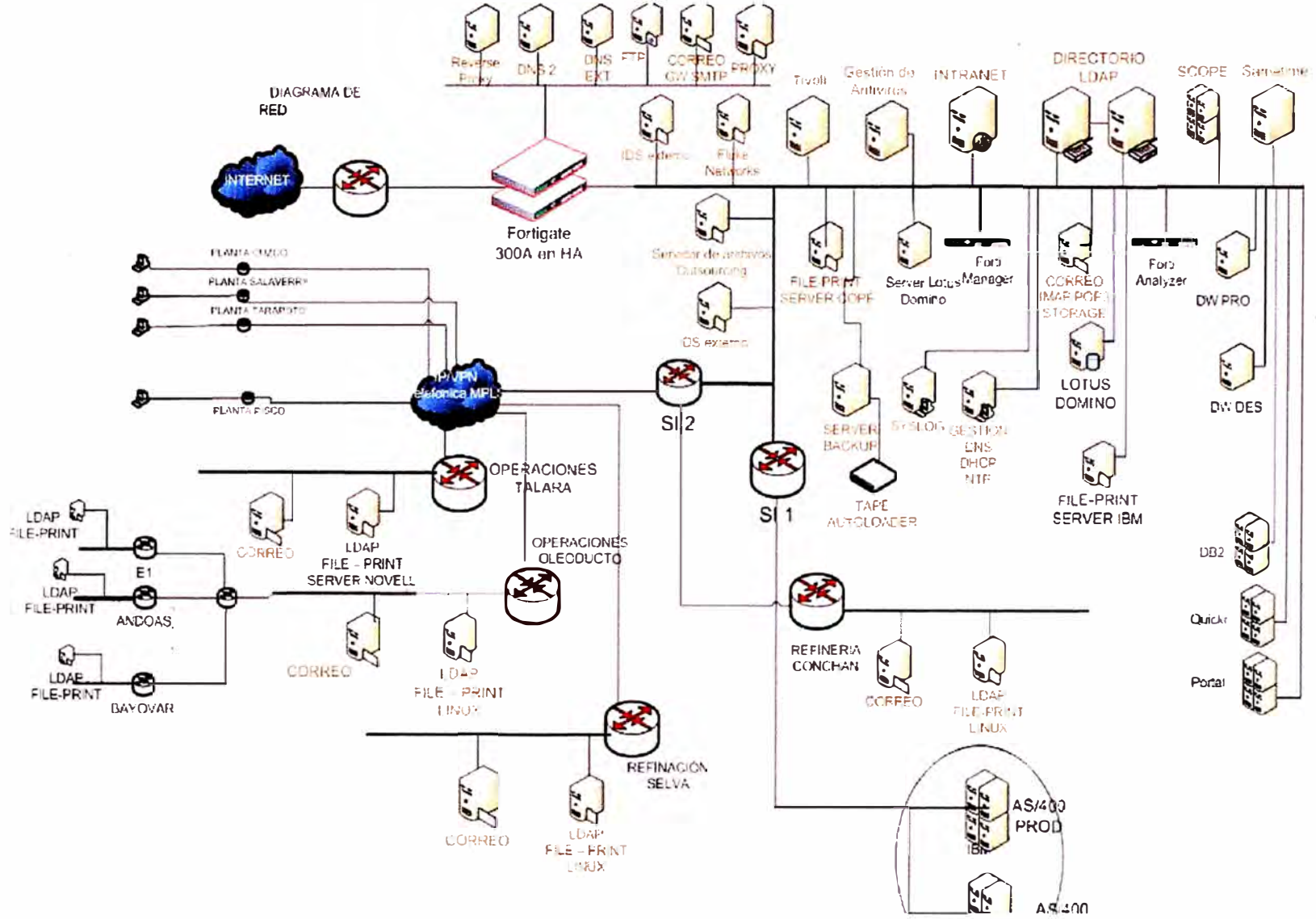
Se observa de los datos anteriores que actualmente la red LAN de Oficina principal no consume el 100% de su ancho de banda de acuerdo a los gráficos tomados de la red en la situación inicial; pero con las nuevas aplicaciones que se correrán en la red el ancho de banda actual quedará insuficiente; por lo que se recomienda el reemplazo del medio de transmisión actual categoría 5e y fibra óptica de 100Mb/s a un cableado que soporte 10 Gb/s y fibra que también trabaje a esta velocidad máxima de transmisión.

ANEXO B
DIAGRAMA DE LA ESTRUCTURA DE LA RED VIGENTE

B.1 Diagrama de Estructura de la Red. Diagrama de la red LAN



B.2 Diagrama de toda la Red de PETROPERU Includo la Red WAN



ANEXO C
PLANO DEL CUARTO PISO

Puntos de Voz y Datos del Piso 04



Punto de voz y dato

	PETROLIO DEL PERU • PETROPERU S.A. UBICACION: ESTACION BARRIO	
	Unidad Unidad de Tecnología de Información y Telecomunicaciones	P-04
MAPA DE PUNTOS DE VOZ Y DATOS - OFF		
Proyecto: 04/01 - 04/02 E. José Dobson S.	Fecha: 10/01/2004	Escala: 1:1000
		Hoja: 01 Hoja de 01 de 01

ANEXO D
ESTÁNDARES A SER UTILIZADOS EN EL PROYECTO

- ANSI/TIA/EIA 568-B.- Estándar que trata del cableado para fines de las telecomunicaciones en los edificios comerciales, que en inglés se lee como: Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, con sus ampliaciones 568-B.1, 568-B.2, 568-B.3
- ANSI/TIA/EIA 568-B.2.- Adenda ANSI/TIA/EIA-568-B.2, Adenda que contempla la aplicación del cableado estructurado mediante el uso del Balanced Twisted-Pair para su instalación en edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA 569-B.- Estándar que trata de la conducción (ruteo) y la administración de espacios para el cableado estructurado para fines de las telecomunicaciones para los edificios comerciales, que en inglés se lee como: Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces
- ANSI/TIA/EIA 606-A.- Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings
- ANSI-J-STD-607-A.- Commercial Building Grounding and Bonding
- IEEE 802.3an (ultimo draft) .- 10GBASE-T Ethernet a 10 Gbit/s sobre par trenzado
- ISO/IEC 11801:2002 Clase Ea.- Generic Cabling System for Customer Premises

ANEXO E
REGLAMENTOS DE EDIFICACIONES Y CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD
(TÓPICOS RELACIONADOS)

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 175-2008-MEM/DM

Extraído de NORMÁS LEGALES de El Peruano de Lima, del domingo 20 de abril del 2008 191012-1 (solo se presentan las partes consideradas pertinentes para este informe), ver [14].

Modifican el Código Nacional de Electricidad – Utilización

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Ministerial N° 037-2006- MEM/DM de fecha 17 de enero de 2006 se aprobó el Código Nacional de Electricidad - Utilización, el mismo que entró en vigencia el 1° de julio de 2006;

Que, mediante Oficio N° 2237-2007-INDECI/10.3 de fecha 24 de mayo de 2007, la Dirección Nacional de Prevención del Instituto Nacional de Defensa Civil, solicita la modificación de algunas reglas del Código Nacional de Electricidad - Utilización, a fin de que haya compatibilidad con lo regulado en el procedimiento de Inspección Técnica de Seguridad en Defensa Civil.

Que, resulta necesario reemplazar y modificar algunas reglas del referido Código, así como aclarar y precisar algunos aspectos relacionados con la seguridad; De conformidad con el inciso c) del artículo 6° del Decreto Ley N° 25962, Ley Orgánica del Sector Energía y Minas, y el literal h) del artículo 9° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2007-EM; Con la opinión favorable del Director General de Electricidad y del Viceministro de Energía;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Agréguese en las Definiciones de la Sección 010 los textos siguientes:

- Conductor o cable no propagador de la llama: Es aquél que sometido vertical u horizontalmente a la acción de una llama de determinadas características y durante un tiempo, establecidos por las normas, no la propaga sobre el mismo conductor o cable después que se retira la llama, o no emite productos inflamables durante o después de la aplicación de la llama.”

- Conductor o cable no propagador del incendio, con baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos: Es aquél que tiene las siguientes características: No propagador del incendio: Los conductores o cables reunidos y colocados verticalmente dentro de una cabina especial, son sometidos a las condiciones simuladas de un incendio mediante una fuente de ignición, todo lo anterior de acuerdo a lo establecido por las normas, no debiendo producirse propagación vertical de la llama.
- Baja emisión de humos: Bajo condiciones de incendio evita la pérdida de visibilidad debida al humo producido por la combustión, por lo que facilita la evacuación de las personas y el trabajo del personal de rescate.
- Libre de halógenos y ácidos corrosivos: Cuando los materiales utilizados en el aislamiento y la cubierta en combustión, tienen niveles de cero o casi cero halógenos y ácidos corrosivos.

Artículo 2º.- Modificación d10-010, 020-124, 020-126, 020-132, 060-000, 120-062, 380-000 y Diagrama 1

Modifíquense las Reglas 010-010, 020-124, 020-126, 020-132, 060-000, 120-062, 380-000 y Diagrama 1, por los textos y diagrama siguientes:

“010-010 Inspecciones iniciales y Periódicas de las Instalaciones Eléctricas

(...)

(4) Las instalaciones eléctricas de los siguientes establecimientos deben ser inspeccionadas por parte de la respectiva Autoridad competente, como mínimo dos (02) veces al año:”

“020-124 Restricción a la Propagación del Fuego

(1) La instalación eléctrica debe ser hecha de modo que se reduzca al mínimo la propagación del fuego o de los productos de la combustión, a través de ductos de ventilación, ductos de aire acondicionado, montantes verticales, pisos, o barreras contra fuego, mediante paredes resistentes al fuego, tabiques antifuego y similares.

(2) Cuando se atraviesen tabiques antifuego, paredes, pisos o techos, resistentes al fuego, cualquier abertura alrededor de las canalizaciones, conductores o cables eléctricos

debe ser cerrada o sellada por medio de métodos cortafuego o anti fuego adecuados, para mantener la clasificación de resistencia contra el fuego.”

“020-126 Requerimientos para la restricción de la propagación del fuego en el alambrado eléctrico, conductores y cables eléctricos

(1) Las instalaciones de alambrado, de conductores y cables eléctricos deben cumplir con los mínimos requerimientos de restricción de propagación de fuego o de los productos de la combustión e incendio de los materiales de la edificación, y debe cumplir con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones y normatividad correspondiente.

(2) Los conductores y cables eléctricos en general deben ser no propagadores de la llama.

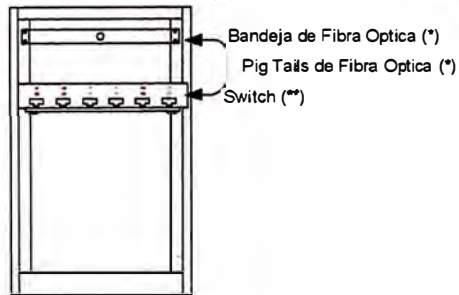
(3) Adicionalmente a la Sub regla (2) los conductores, cables eléctricos y sus canalizaciones, instalados en locales con afluencia de público referidos en la Sub regla 010-010 (4), deben ser instalados de tal manera que no estén expuestos a posibles daños mecánicos; y deben ser del tipo no propagador del incendio, con baja emisión de humos y libre de halógenos y ácidos corrosivos.

(El resto de la norma no se aplica a nuestro caso)

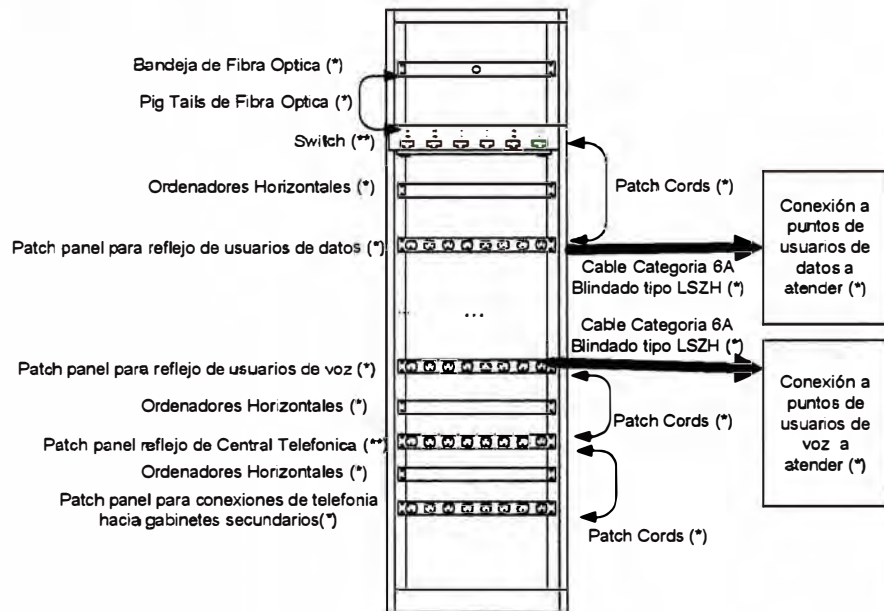
ANEXO F
GRÁFICO DEL DISEÑO GLOBAL DE LA SOLUCIÓN

**CABLEADO ESTRUCTURADO HORIZONTAL DE VOZ Y DATOS EN EL PISO 4
GABINETES**

GABINETE EN EL PISO 5 (**)

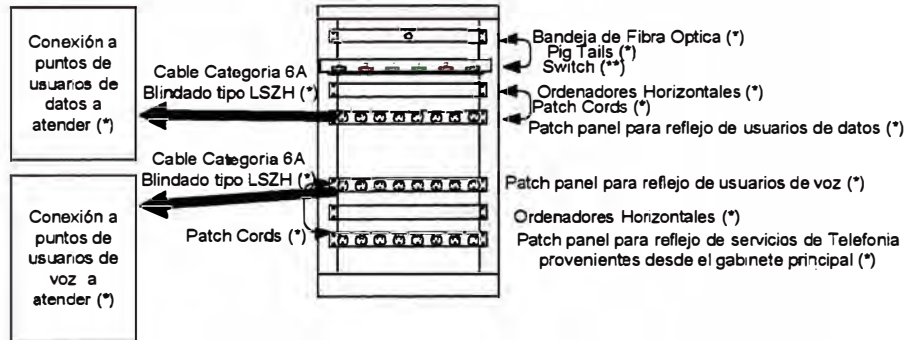


GABINETE DE PISO PRINCIPAL DE 42 UR (**)
EN EL PISO 4

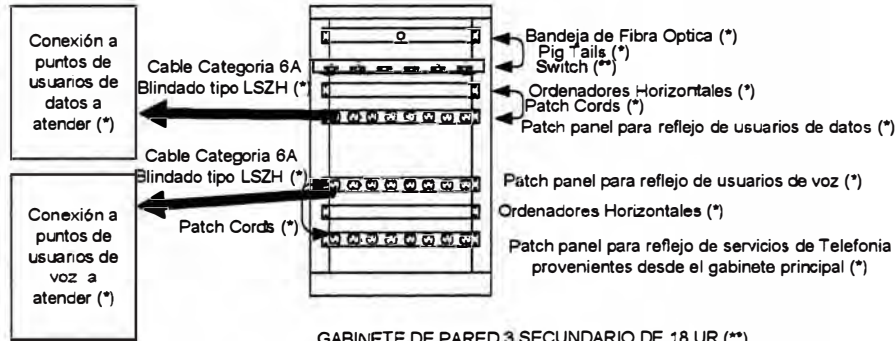


LEYENDA
* : PROVISTO POR EL CONTRATISTA
** : PROVISTO POR PETROPERU

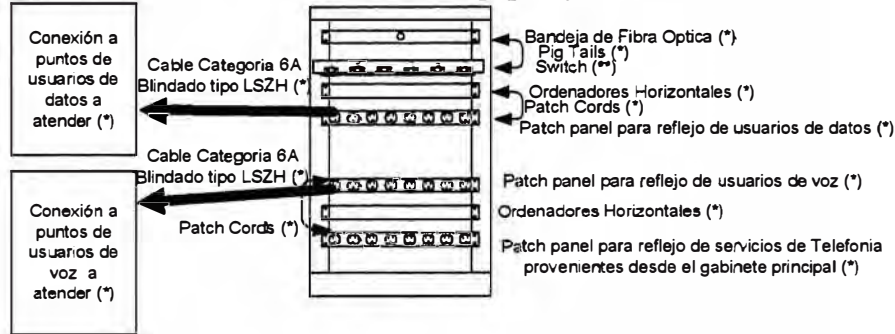
GABINETE DE PARED 1 SECUNDARIO DE 18 UR (*)
EN EL PISO 4



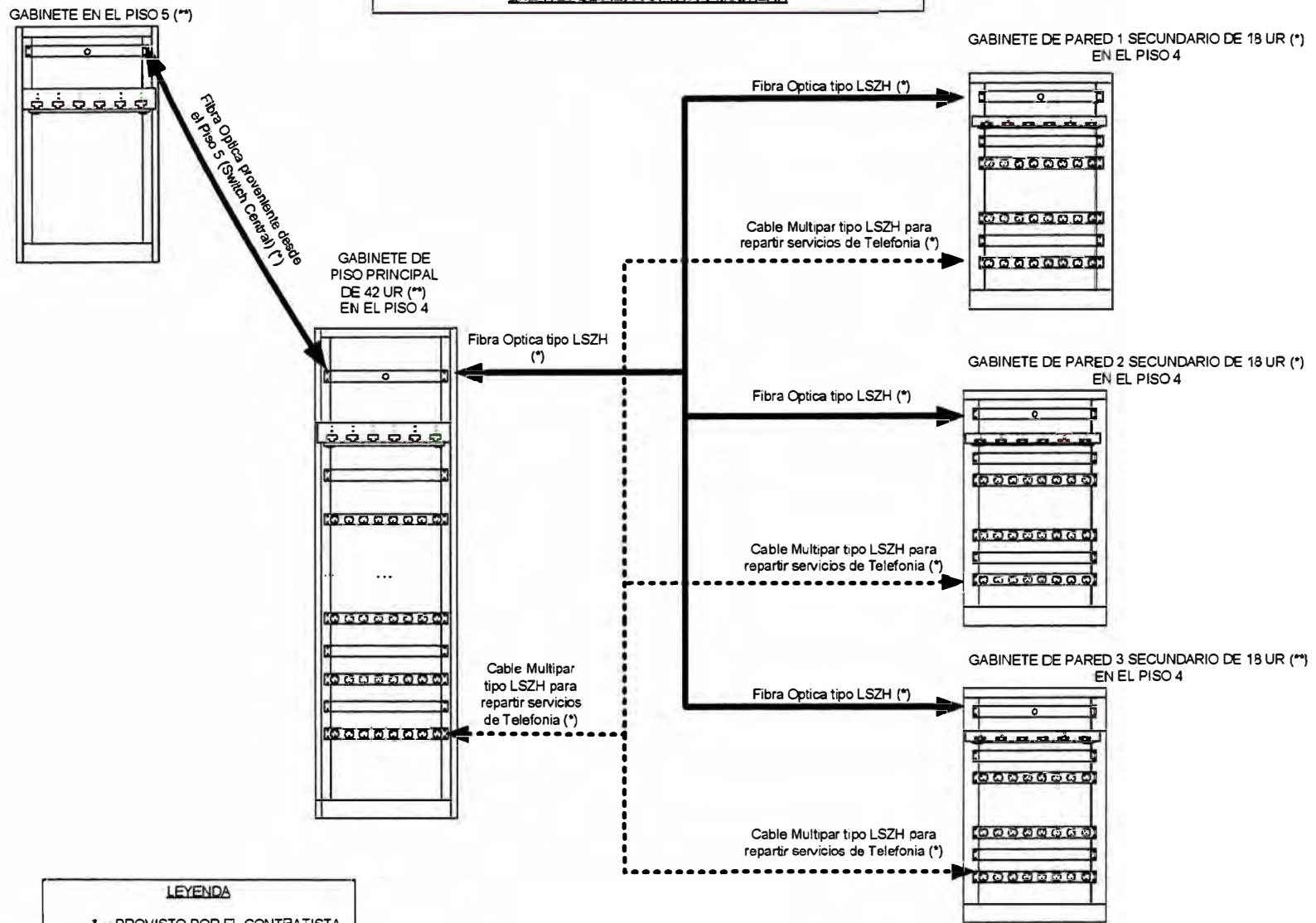
GABINETE DE PARED 2 SECUNDARIO DE 18 UR (*)
EN EL PISO 4



GABINETE DE PARED 3 SECUNDARIO DE 18 UR (**)
EN EL PISO 4



**CABLEADO ESTRUCTURADO HORIZONTAL DE VOZ Y DATOS EN EL PISO 4
ENLACES DE FIBRA OPTICA Y MULTIPAR**



LEYENDA

- * : PROVISTO POR EL CONTRATISTA
- ** : PROVISTO POR PETROPERU

ANEXO G
PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En el proceso de adquisición logística de un servicio, en PETROPERU S.A. se tiene un proceso de investigación de mercado para estimar el "Monto Estimado Referencial", el que posteriormente se publica en las bases con el fin de guiar a los proveedores en sus propuestas, sin embargo estos estudios normalmente llegan a cifras totales más no de detalle de materiales y actividades comprendidas, sin embargo, como el fin de referenciar el estudio se presenta la siguiente guía a futuros proyectos, se presenta como información referencial dos valores muy cercanos entre sí:

Un presupuesto desagregado entregado por un proveedor X (no se señala el nombre por ser información confidencial)

Presupuesto presentado por las firmas postoras (no es confidencial ya que se encuentran publicadas en el SEACE)

Lo importante es que ambas propuestas coinciden en el nivel económico en cuanto a sus valores totales, por lo que se validan entre sí.

Presupuesto presentado por las firmas postoras

En forma global, tal como fueran presentado por los Postores al proceso de selección realizado.

TABLA G.4 Presupuestos Presentados

Ítem	Descripción	P. Total (Incluido IGV)
1	INSTALACION DE CABLEADO VERTICAL DE VOZ , HORIZONTAL DE VOZ Y DATOS PISO 4	87,904.18
	E&M Sistemas Integrales	72,198.39
	TESITEL Soluciones Integrales en Telecomunicaciones y Electricidad	75,539.72
		Promedio sin IGV US\$ 73,869.06
		Promedio con IGV US\$ 87,904.18

Presupuesto Detallado Referencial

Un presupuesto desagregado entregado por un proveedor X (no se señala el nombre por ser información confidencial). para la implementación de cableado estructurado cat.6a y backbone de fibra óptica 10g. Ver Tabla G.1

TABLA G.1 Presupuesto Desagregado Materiales de Cableado Estructurado

Item A	Descripción	Unid	Total	Precio Unitario	Precio Total
1	Cable FTP reel 500 mts. LSZH de 4 Pares	Uni.	33	812.50	26,812.50
2	Face Plate Track Jack de 2 Puertos - Blanco Humo	Uni.	208	2.60	540.80
3	Track Jack, Tapa Ciega Paq. de 10 Uni. Blanco Humo	Uni.	21	2.90	60.90
4	Jack RJ45 FTP Cat. 6A	Uni.	426	11.13	4,741.38
5	Patch panel 24 puertos para Jacks FTP	Uni.	9	103.00	927.00
6	Patch Cords amarillos LSZH 3 mts FTP	Uni.	416	24.00	9,984.00
7	Ordenador Horizontal con Tapa de 2 RU	Uni.	7	47.00	329.00
8	Bandeja de 3 Adaptadoresde Fibra Óptica de 1 RU Negro	Uni.	3	258.70	776.10
9	Adaptador Múltimo de 6 LC (12 Fibras) Color Negro	Uni.	3	62.62	187.86
10	Tapa Ciega para Bandeja de Fibra Óptica	Uni.	8	4.18	33.44
11	Fibra Optica 50/125 um LSZH loose Tube	Mts.	400	6.00	2,400.00
12	Jumper - 10G enh. 50/125, LC TO LC, 2 m	Uni.	12	91.25	1,095.00
13	Conector de Fibra Óptica 10g, Multimodo 50/125, 900 Micras LC	Uni.	30	30.00	900.00
14	Track Jack, Tapa Ciega Paq. de 10 Uni. Color Negro	Uni.	3	2.90	8.70
15	Gabinete de 15 RU con Puerta de Vidrio Incluye Kit de Ventilación	Uni.	1	368.00	368.00
16	Power Rack de 4 Tomás dobles	Uni.	4	40.00	160.00
17	Materiales Consumibles	Paq.	2	200.00	400.00
18	Autocad 2008 (Software para gestion de planos)	Uni.	1	1,500.00	1,500.00
					51,224.58

TABLA G.2 Presupuesto Desagregado Materiales de Canalización

Ítem B	MATERIALES DE CANALIZACIÓN	Unid	Total	Precio Unitario	Precio Total
1	<i>Canaletas 85x50 mm Color Blanco</i>	<i>Uni.</i>	135	12.90	1,741.50
2	<i>Tapa Blanca de 85x50 mm</i>	<i>Uni.</i>	135	5.90	796.50
3	<i>Adaptador Soporte Tapa de 80 mm</i>	<i>Uni.</i>	150	12.65	1,897.50
4	<i>Angulo Interno 85x50 mm VDI</i>	<i>Uni.</i>	40	5.40	216.00
5	<i>Angulo Externo 85x50 mm VDI</i>	<i>Uni.</i>	40	5.40	216.00
6	<i>Angulo Plano 85x50 mm VDI</i>	<i>Uni.</i>	40	6.10	244.00
7	<i>Tapa Final 85x50 mm</i>	<i>Uni.</i>	40	2.80	112.00
8	<i>Acople de Unión de 85 mm</i>	<i>Uni.</i>	80	1.60	128.00
9	<i>Fondo Angulo Interno VDI</i>	<i>Uni.</i>	20	12.00	240.00
10	<i>Fondo Angulo Externo VDI</i>	<i>Uni.</i>	29	12.00	348.00
11	<i>Bandejas Metálicas de 300*100</i>	<i>Mts.</i>	380	17.00	6,460.00
12	<i>Bandejas Metálicas de 200*100</i>	<i>Mts.</i>	150	16.50	2,475.00
13	<i>Materiales Consumibles</i>	<i>Paq.</i>	1	100.00	100.00
					14974,5

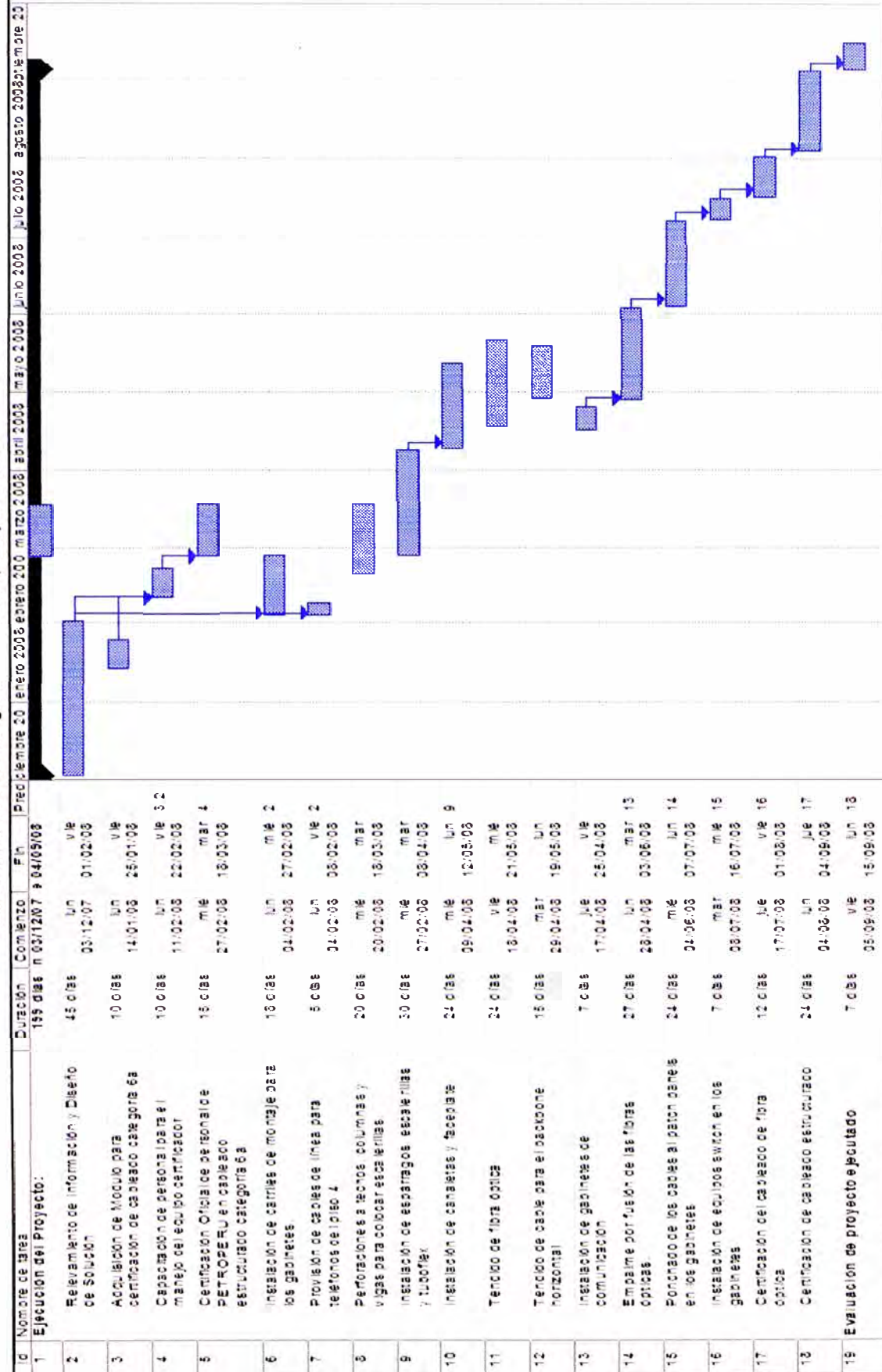
TABLA G.3 Presupuesto Desagregado Mano de Obra Calificada

Ítem C	MANO DE OBRA CALIFICADA	Unid	Total	Precio Unitario	Precio Total
1	<i>Fijacion de canaletas plásticas</i>	<i>Uni.</i>	135	6.50	877.50
2	<i>Fijacion de Bandejas Metálicas</i>	<i>Uni.</i>	550	3.50	1,925.00
3	<i>Cableado de Puntos de Red Cat. 6ª</i>	<i>Uni.</i>	208	10.00	2,080.00
4	<i>Certificación de Puntos en Cat. 6ª</i>	<i>Uni.</i>	208	6.00	1,248.00
5	<i>Fijación de Gabinetes, incluye anclaje de accesorios</i>	<i>Paq.</i>	1	250.00	250.00
6	<i>Empalme de fibra optica por fusion, incuye pruebas</i>	<i>Uni.</i>	8	20.00	160.00
					6540,50

SUB TOTAL US\$. 72,739.68
I.G.V (19%) 13,820.54
VALOR TOTAL US\$ 86,560.22

ANEXO H
DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

Cableado estructurado o categoría 6a con fibra optica y cable FTP



ANEXO I
PRUEBAS DE CERTIFICACIÓN DEL CABLEADO CATEGORÍA 6A



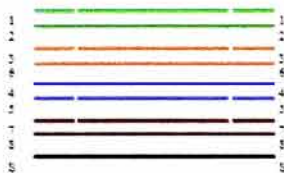
Sumario de Pruebas: PASA

Fecha : Hora : 04-15-2008 03:48:25pm
 Paso Libre: 3.8 dB (NEXT 36-45)
 Limite de Prueba: TIA Cat 6A Ch draft 8.0
 Tipo de Cable: Cat 6A UTP

Operador: FRANCO ARROYO
 Version de Software: 2.0600
 Version de Limites: 1.2500
 NVP: 68.2%

Modelo: DTX-1800
 Principal N S: 9161049
 Remoto N S: 9161050
 Adaptador Principal: DTX-CHA001
 Adaptador Remoto: DTX-CHA001

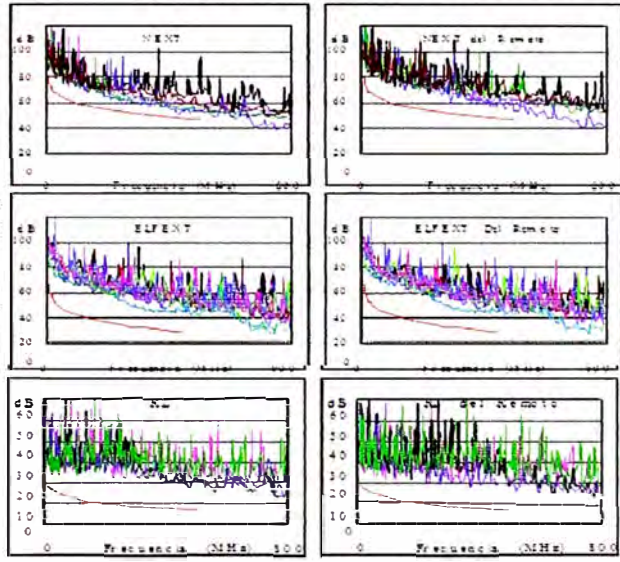
Mapa de Cableado (TS68A)
 PASA



Longitud (m), Lim. 100.0 [Par 12] 51.7 Tiempo de Prop. (ns), Lim. 555 [Par 45] 270 Diferencia Retardo (ns), Lim. 50 [Par 45] 17 Resistencia (ohm.) [Par 36] 8.1 Pérdida insercion Margen (dB) [Par 45] 27.0 Frecuencia (MHz) [Par 45] 500.0 Limite (dB) [Par 45] 49.3	
---	--

Margen de Peor Caso Valor de Peor Valor

PASA MAIN MAIN	SR	SR
Peor Par 36-45 36-45 36-45 36-45		
NEXT (dB) 3.8 6.4 3.8 7.6		
Frec. (MHz) 432.0 426.0 432.0 495.0		
Limite (dB) 27.5 28.0 27.5 26.0		
Peor Par 36 45 36 36		
PSNEXT (dB) 4.5 8.4 5.5 9.7		
Frec. (MHz) 432.0 426.0 493.0 495.0		
Limite (dB) 24.9 25.1 23.4 23.3		
PASA MAIN MAIN	SR	SR
Peor Par 36-45 36-45 36-45 36-45		
ELFEXT (dB) 13.5 12.8 14.6 13.6		
Frec. (MHz) 397.0 420.0 500.0 472.0		
Limite (dB) 11.3 10.8 9.3 9.8		
Peor Par 36 36 36 36		
PSELFEXT (dB) 18.8 16.0 16.0 17.1		
Frec. (MHz) 366.0 420.0 461.0 500.0		
Limite (dB) 9.0 7.8 7.1 6.3		
PASA MAIN MAIN	SR	SR
Peor Par 36 78 36 45		
RL (dB) 7.7 7.9 11.3 11.8		
Frec. (MHz) 35.3 70.3 477.0 407.0		
Limite (dB) 16.3 13.5 6.0 6.0		



Estándares de Red Compatibles:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 10GBASE-T ATM-2.1
 ATM-3.1 ATM-1.1 100VG-AnyLAN
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

Proyecto: PISO 4
 Lugar: PISO-4

certificacion piso 4 abril 2005 flw



ÁNEXO J
GLOSARIO DE TERMINOS

- **10 G BASE-T:** Es un tipo de medio en cobre es decir cable UTP, lo terminación en T hace referencia al cobre, 10G es la velocidad de transmisión.
- **Alien crosstalk:** Medida de interferencia por el uso de alta frecuencia entre pares trenzados del cable UTP es un parámetro que es importante en la categoría 6a ya que opera a 500 MHz.
- **Anext:** Medida de interferencia con punto cercano.
- **Backbone:** Es la columna o conjunto de todos los cables que serán repartidos o distribuidos en un área o zona
- **Cableado de Fibra Óptica:** Es un cableado de alta performance basado en la fibra óptica que transmite las señales (convertida en luz) mediante los principios de la óptica, a través de fibra de vidrio y similares, normalmente se basa en este cableado los backbone de las grandes distancias o cuando se requiere una mayor calidad de señal.
- **CATV:** Significa circuito abierto de televisión.
- **CCTV:** Significa circuito cerrado de televisión.
- **DMD:** Retardo de modo diferencial, este fenómeno consiste en que cuando el haz láser llega a la fibra, al ser ésta apreciablemente más ancha que el haz se generan haces secundarios que van rebotando por las paredes al avanzar por la fibra. Este rebote no ocurre exactamente por igual para todos los rayos, por lo que unos realizan un trayecto un poco más largo que otros, de forma que el pulso de luz se ensancha ligeramente. El ensanchamiento es proporcional a la distancia; por otro lado, a mayor velocidad de transmisión menos ensanchamiento puede tolerarse, ya que un pulso se solaparía con el siguiente. El efecto es por tanto proporcional a la distancia e inversamente proporcional a la frecuencia de los pulsos, es decir a la velocidad de transmisión. Existe un parámetro característico de las fibras que mide esta limitación, que se conoce como ancho de banda modal o simplemente ancho de banda, y se mide en MHz*Km. Por ejemplo con un ancho de banda de 1000 MHz*Km se podrá en principio enviar un millón de pulsos por segundo a una distancia de 1 Km, medio millón de pulsos a 2 Km, o dos millones a 500 m.
- **EMB:** Ancho modal efectivo
- **FTP o F/UTP:** Significa cable par trenzado apantallado, (con protección superficial que minimiza los ruidos del exterior).
- **IP-VPN:** Es una red privada virtual a través de paquetes IP.
- **IP-Flow:** Son flujos Ip que corren sobre la red NetFlow, NetStream, IPFIX, jFlow, sFlow, cFlowd; son tipos de flujos permitiendo el monitoreo en tiempo real de IP Flow

para supervisión, análisis y diagnóstico; monitoreo entre usuarios y dispositivos, análisis ToS, QoS, IP-VPN, MPLS, VoIP, DiffServ, y diferente

- Iso/IEC: Organismos que se encarga de estandarizar y además de investigar acerca de la especificaciones técnicas del sistemas en cableado estructurado.
- LSZH: Es la sigla de la característica de algún material con restricción a la propagación del fuego y baja emisión de gases tóxicos
- P-N: Es la juntura de dos elementos semiconductores uno con carga positiva y el otro con negativa.
- PoE: Es la característica que tienen algunos equipos de brindar la energía por la misma red por Ethernet
- RU: Es abreviatura de unidades de red.
- Slack: Pedazo o sobrante de cable para los mantenimientos de los puntos de cableado estructurado.
- UPS: Sistema de potencia ininterrumpida.
- UTP: Significa cable par trenzado sin apantallamiento (sin protección superficial que minimiza los ruidos del exterior). Definiciones previas de cableado en UTP, Este btipo de cableado admite tres categorías importantes para este trabajo::

- Cable UTP (original): Se trata de un cable de par trenzado normal no-apantallado y se le referencia por sus siglas en inglés UTP (Unshield Twisted Pair cuya traducción es Par Trenzado no Apantallado), sus mayores ventajas residen en ser un cable de muy bajo costo con una gran facilidad de manejo, sus principales desventajas son su mayor tasa de error respecto a otros tipos de cable, así como sus limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración, para las distintas tecnologías de redes LAN o de área local, el cable de pares de cobre no apantallado se ha convertido en el sistema de cableado más ampliamente utilizado.

Un cable de par trenzado es un tipo de cables de pares compuesto por hilos, normalmente de cobre, trenzados entre sí. Hay cables de 2, 4, 25 ó 100 pares de hilos e incluso de más. El trenzado mantiene estable las propiedades eléctricas a lo largo de toda la longitud del cable, y reduce las interferencias creadas por los hilos adyacentes en los cables compuestos por varios pares.

- Cable STP (apantallado): Su nombre en ingles es Shielded Twisted Pair, (o Par Trenzado Apantallado), donde cada par se cubre con una malla metálica, de la misma forma que los cables coaxiales, y el conjunto total de pares se recubre con una lámina apantallante. El empleo de una malla apantallante reduce la tasa de

error, pero incrementa el costo al requerirse un proceso de fabricación más costoso.

- **Cable FTP (apantallado uniforme):** Su nombre en inglés es Foiled Twisted Pair cuyo significado más textual sería Par Trenzado cubierto por una fina hoja metálica, Cada uno de los pares es trenzado uniformemente durante su creación, lo que elimina la mayoría de las interferencias entre cables y además protege al conjunto de los cables de interferencias exteriores, en este tipo de cable se realiza un apantallamiento global de todos los pares mediante una lámina metálica externa apantallante, lo que permite tener características similares al cable apantallado “STP” con menores costos.

VCSEL: Laser de emisión superficial con cavidad vertical utilizado en los equipos de recepción y transmisión para fibras multimodo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrew S. Tanenbaum.- Redes de computadoras cuarta Edición año 2003. Editorial Pearson educación. Autor:
2. Wayne Tomási. - Sistemas de comunicaciones electrónicas cuarta edición año 2003. Editorial Pearson.
3. Ferrel G. Stremler. - Introducción a los sistemas de comunicación Tercera edición año 1993. Editorial Addison- Wesley Iberoamérica.
4. Joseph Harari - Theoretical study of p-n Photodetectors Power Limitations from 2.5 to 60 GHz: IEEE - Transactions on Microwave theory and Techniques, Vol 45, N° 8, august 1997. Pp 1332-1336.
5. Harry J. R. Dutton. - Understanding optical Communications primera edición. Editada por IBM corporation año 1998.
6. Gustavo Demesa G., RCDD; marzo 2008. - Curso de certificación en cableado estructurado de ORTRONIC categoría 6a.
7. SIEMON - Curso de certificación en cableado estructurado de SIEMON categoría 6a.
8. Furukawa industrial S.A. - Curso de certificación en cableado estructurado de FURUKAWA categoría 6a. Edición 5,
9. Ing. José Joskowicz - Redes Corporativas – Cableado estructurado Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería Universidad de la República Montevideo, URUGUAY Setiembre 2006 Versión 5.
10. EMTT - Equipos Microinformáticos y Terminales Cables con cubierta LSZH (<http://marismas-emtt.blogspot.com/2008/04/cables-con-cubierta-lszh.html>)
11. Revista Alta Densidad - NTEK » Portada » Tyco presenta su nuevo panel en: (ntek.com.mx/2008/10/19/tyco) herramienta utilizada en el Diseño por la empresa proveedora del servicio.
12. Cisco Systems, Inc, “CCNA 1 Suplemento sobre cableado estructurado” - v3.1 2003
13. Fluke (Empresa) *página web*: DTX CableAnalyzer: SYSTIMAX Performance76% Verification of GigaSPEED X10D Installations with Fluke Networks DTX 1800 CableAnalyzer

14. Diario Oficial El Peruano: Normas Legales del Peruano – ver en página WEB:
<http://www.elperuano.com.pe/PublicacionNLB/normaslegales/wfrmNormasBuscar.asp>
x