

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



**“IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA RED DE FIBRA ÓPTICA EN
UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES.”**

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

**MAGÍSTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GERENCIAL**

AUTOR

EDGAR HERNAN MALDONADO ARMIJOS

GUAYAQUIL, JULIO 2021

AGRADECIMIENTO

A mis padres por el apoyo y esfuerzo brindado de manera constante, en todos los pasos de mi formación profesional. A mi buen amigo Carlos y su esposa Rosa, quienes me brindaron su ayuda desinteresada durante mi periodo de estudio.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Carlos', is located at the bottom center of the page.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi esposa e hijos, quienes con su esfuerzo y sacrificio fueron parte constante de este proceso y cuyo apoyo moral y afectivo, hizo posible terminar este proyecto.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



MSIG. Lenin Freire Cobo

COORDINADOR MSIG



MSIG. Juan Carlos García

PROFESOR MSIG

RESUMEN

Esta implementación tiene como objetivo principal brindarle a la Terminal de Contenedores, con una nueva red de fibra óptica que permita la implementación de nuevos servicios y equipos como cámaras, antenas, puntos de acceso, brindando las garantías de alta disponibilidad y seguridad requeridas para una empresa que labora 24/7, cumpliendo con todos los estándares de la industria.

Al tener varios puntos de distribución y de acceso repartidos por toda la terminal, se asegura, que siempre que sea necesario el crecimiento o conexión de nuevos equipos, halla un punto cercano que permita una rápida y fácil implementación.

Además, las tecnologías elegidas permiten asegurar altas tasas de conexión, fácil segmentación y una alta seguridad de la red.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
RESUMEN	iv
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO 1	2
GENERALIDADES	2
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	3
CAPÍTULO 2.....	6
METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	6

2.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	6
2.1.1 Gestion y mantenimiento	6
2.1.2 Nuevo Diseño	9
2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL HARWARE Y SOFTWARE REQUERIDOS	11
2.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE SOFTWARE REQUERIDO	11
2.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL HARWARE.....	12
2.3 GENERACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	13
2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	18
CAPÍTULO 3.....	45
EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	45
3.1 Beneficios obtenidos	45
3.2 Nuevos Proyectos	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	47

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

CCTV	Circuito cerrado de televisión.
HA	High Availability – Alta Disponibilidad.
IP	Internet Protocol – Protocolo de Internet.
Mbps	Megabits por segundo
MSIG	Maestría en Sistemas de Información Gerencial.
OSI	Open System Interconnection”.
ODF	Repartidor Óptico Modular
P2P	Conexión Punto a Punto.
TI	Tecnologías de Información.
UPS	Unidad de poder suplementaria.
VPN	Virtual Private Network – Red Privada Virtual
WIFI	Wireless Fidelity,

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Licencias a utilizar.....	11
Tabla 2 - Equipos adquiridos	13
Tabla 3 - Conexiones de Fibra.....	15
Tabla 4 - Ubicación de los UPS	18
Tabla 5 - Prioridad de Trabajos.....	21
Tabla 6 – Prueba Iperf	32
Tabla 7 - Prueba nPerf.....	32
Tabla 8 - Prueba de carga en MS Edge.....	33
Tabla 9 - Prueba de Ping Interna	33
Tabla 10 - Prueba de Ping Externa.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - División del Área de la Terminal	8
Figura 2.2 - Plano de Fibra Óptica	9
Figura 2.3 - Plano de Energía Regulada.....	10
Figura 2.4 - Licencia de Firewall adquirida.	11
Figura 2.5 - Servicio web de los UPS	12
Figura 2.6 - Equipo recibido.....	14
Figura 2.7 - Cronograma de Actividades	14
Figura 2.8 - Bandejas ODF	16
Figura 2.9 - Panel metálico	17
Figura 2.10 - Electrodo Químico	18
Figura 2.11 - Reporte de Obra Civil necesaria.....	19
Figura 2.12 - Valores Unitarios de Obra Civil.....	20
Figura 2.13 - Estado de Ingreso a CCTV.....	22
Figura 2.14 - Ingreso a cuarto de equipos	23
Figura 2.15 - instalación de Equipos de Fibra.....	24
Figura 2.16 - Puntos finales de red.....	25
Figura 2.17- Rack de Fibra	26
Figura 2.18 - Conexiones de los ODF.....	26
Figura 2.19 – Concentrador de Fibra.....	27
Figura 2.20 - Ducto colapsado	28

Figura 2.21- Parámetros Técnicos.....	29
Figura 2.22-Tablero de Bypass.....	30
Figura 2.23 -Electrodo Químico	30
Figura 2.24 - Mediciones de Voltaje.....	34
Figura 2.25 - Medición de Resistividad	35
Figura 2.26 - Plano Técnico de conexiones	37
Figura 2.27 -Informe de Avance de Obras	38
Figura 3.1 - Mapa de cobertura wifi	41
Figura 3.2 - Proyecto CCTV.....	42
Figura 3.3 - Conexiones de Grúas	43

INTRODUCCIÓN

El presente documento describe los problemas de una Terminal Portuaria de Contenedores, y la solución que se implementó para solventar dichos problemas, así como la evaluación de los resultados obtenidos. A continuación, se describe los distintos capítulos del documento.

En el capítulo 1 “Generalidades”, se explica el problema y la solución propuesta para solventarlo. En el capítulo 2 “Metodología para el Desarrollo de la solución”, se da una descripción del proceso seguido, desde el dimensionamiento del hardware y software, levantamiento de los datos, la elaboración del plan de acción, y la implementación y pruebas realizadas. En el capítulo 3 “Evaluación de Resultados”, se evalúa los resultados obtenidos durante el monitoreo, y se realiza el informe correspondiente. El documento finaliza con las conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Como parte del proceso de modernización del estado, se han implementado múltiples alianzas Público – Privadas, que permitan un mejor manejo y rentabilidad de varios sectores del estado, incluyendo la terminal portuaria donde se realizara el proyecto.

La terminal está dividida en 2 sectores (Figura 2.1), con divisiones físicas y seguridad independiente para cada área, siendo la más pequeña la correspondiente al estado, donde se ubican las oficinas administrativas y el cuarto de servidores antiguo, y la más grande es la parte operativa,

donde el concesionario a ubicado las nuevas oficinas y un nuevo cuarto de servidores, para la administración de la terminal.

Debido a esta división se tiene 3 problemas que afectan el rendimiento de las operaciones portuarias, las cuales son en modalidad 24/7, siendo el primero de ellos, que las conexiones de fibra tienen más de 10 años de antigüedad con múltiples puntos de falla, el segundo es que no existen planos o diagramas detallados de las conexiones, y el tercero es que todas las conexiones, nacen desde el cuarto de servidores antiguo, ubicado en la parte del estado, al cual no se tiene libre acceso, ya que se requiere permiso de seguridad para acceder al edificio, y la autorización del personal de tecnología para acceder al cuarto de servidores y dicho personal solo labora en horario de oficina de lunes a viernes.

Por ello, cada vez que existen fallas, el proceso para acceder y revisar los equipos o conexiones en la parte pública, puede llevar más 2 días, ya que, si se da un viernes noche, no se podrá acceder hasta el lunes en la mañana a efectuar las reparaciones necesarias.

Adicional, el concesionario, ha realizado múltiples cambios operativos e inversión, que no son cubiertos por la actual red de fibra, existiendo puntos o servicios sin conexión a la red.

1.2 SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución que se propone para resolver el problema detallado en la sección anterior es la Implementación de una nueva red de fibra óptica, que parta desde el nuevo cuarto de servidores, que no solo cubra los edificios actuales dentro de la terminal, sino que posea puntos de acceso, distribuidos por toda el área, que permite la conexión de los nuevos servicios y dispositivos que se implementaran como parte del proceso de modernización.

Debido al gran tamaño del terreno a cubrir, 17 hectáreas, y los nuevos proyectos de automatización y modernización, como son, ampliación del sistema de CCTV de 32 a 164 cámaras, cobertura completa wifi en las áreas operativas y oficinas, automatización de acceso, implementación de nuevo software y hardware, entre otros, la red propuesta cumplirá con los nuevos estándares de seguridad, alta disponibilidad y escalabilidad, que permitan cubrir los nuevos servicios a implementar.

Se crearán puntos de distribución de fibra estratégicos distribuidos en la terminal, y puntos de acceso, con equipos de capa 3, que permitan la segmentación y seguridad en las comunicaciones (Figura 2.2).

Junto a la red de fibra, se desplegará una red eléctrica independiente, que alimente a los puntos de distribución, desde UPS centralizados, para una mayor tolerancia a fallas (Figura 2.3).

La nueva red, quedará totalmente dentro de los límites de la terminal, para evitar problemas en el mantenimiento y gestión.

Como punto adicional, los enlaces de fibra no llegaran directamente al centro de datos, sino que se implementará un cuarto de comunicaciones adjunto, para una mayor seguridad del cuarto de servidores.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

2.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

2.1.1 GESTION Y MANTENIMIENTO

Las instalaciones del terminal son manejadas por el estado a través de Autoridad Portuaria, la cual ha dividido el área operativa del área de oficinas, siendo en esta última, donde se ubicaba el cuarto de servidores, y a donde

se concentra la red de datos de la empresa, así como la conexión con los servicios externos como internet y teléfono, esta oficina también es el punto de enlace donde se concentran las conexiones P2P que sirven de respaldo a algunos de los puntos dentro del terminal.

El área está conformada por 3 personas, quienes laboran en horario de oficina.

Adicional a la red de datos existe la red de video que se concentra en el área de la terminal, en el cuarto de monitoreo.

Las 2 redes no son compatibles, ya que la de datos es monomodo, y la de video es multimodo.

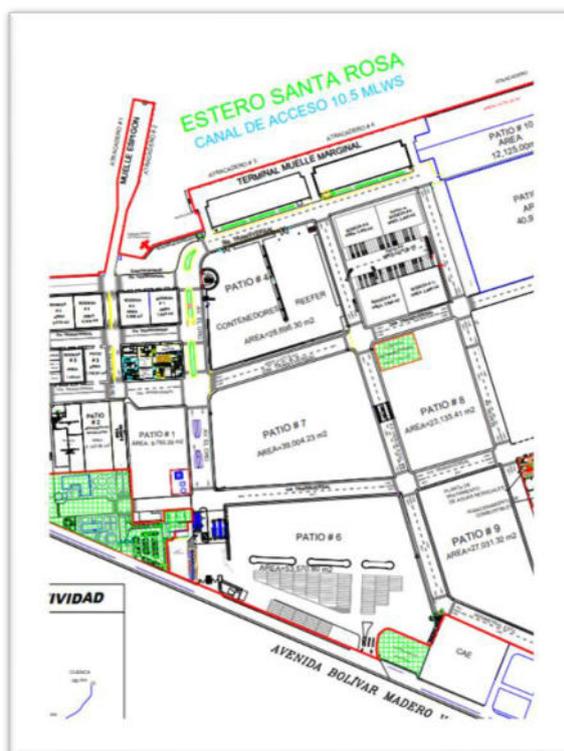
No existen planos actualizados de las conexiones o de los ductos que recorren, los equipos utilizados para el servicio wifi son de uso doméstico, y a pesar de contar con algunos equipos de capa 3 del modelo OSI, están instalados con la configuración por defecto.

Con esto como base, a partir de la concesión la parte administrativa queda en control del estado, y la parte operativa con la concesionaria, lo cual genera 2 problemas.

El primero es la necesidad de separar las redes y servicios por motivos de seguridad, y el segundo es la complicación de realizar los mantenimientos necesarios, ya que al haber fallas se debe realizar un proceso más largo para determinar las rutas y conexiones de los equipos, y en el caso de necesitar acceder al área administrada por el estado, se requiere permiso adicional, y si este es fuera de horario de oficina, dichos permisos pueden no ser otorgados hasta el siguiente día laborable, con las complicaciones que esto causa a las operaciones de la terminal, las cuales son en horario 24/7.

Para realizar mantenimientos en el área del estado, se debe realizar un proceso administrativo, pidiendo el permiso de acceso, y en caso de requerirse algún cambio, el proceso debe pasar por muchas áreas para su aprobación, haciendo la gestión y mantenimiento muy complicado.

Figura 2.1 - División del Área de la Terminal



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

En el área operativa del concesionario, se encuentra un área asignada para nuevas oficinas y cuarto de servidores, pero su conexión con el resto de las áreas depende de la fibra que va hacia el cuarto de servidores del estado, por lo que constantemente ante fallas, queda aislado del resto del terminal.

2.1.2 NUEVO DISEÑO

Como solución a los múltiples problemas mencionados, se ha diseñado una nueva red de fibra monomodo, con 3 puntos de distribución y 24 puntos externos y 11 internos para dispositivos finales, formando una topología tipo estrella.

Hacia los puntos de distribución, se realizará conexiones de 48 hilos, y de ese punto se realizará conexiones de 12 hilos hacia los puntos finales, creando enlaces entre dichos puntos con patch cords de fibra SC-SC.

Figura 2.2 - Plano de Fibra Óptica



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

De igual manera se instalarán 4 UPS, desde los cuales se brindará energía regulada a todos los puntos con equipos activos, creándose tableros de distribución ubicados estratégicamente.

Figura 2.3 - Plano de Energía Regulada



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL HARWARE Y SOFTWARE REQUERIDOS

2.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE SOFTWARE REQUERIDO

Los equipos por utilizar son de la marca CISCO, los cuales ya vienen con las licencias básicas para su uso en cuanto a configuraciones de VLANS, más para la seguridad perimetral y entre VLANS, se instalará 2 firewalls WatchGuard en configuración activo-pasivo, con las licencias de la suite de seguridad, listadas a continuación.

Tabla 1 - Licencias a utilizar

Cantidad	Descripción
1	WatchGuard Firebox M470 Basic Security Suites
1	WG Firebox M470 with 3-yr Basic Security Suite High Availability

Fuente: Elaborado por el autor

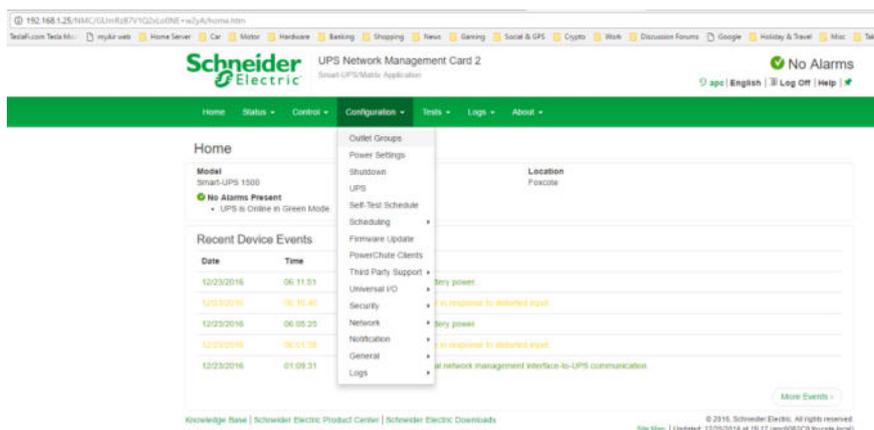
Figura 2.4 - Licencia de Firewall adquirida.

Proveedor:		Ruc:				
Fecha:	14/1/2019 11:31	No:	CUE - TRANS - 12331			
Señor(res):						
Atención:	Ing. Edgar Maldonado					
Orden	Código	Descripción	Cantidad	Disponibilidad	Unitario	Precio Total
1	WUP3Y	Watchguard Total Suite Upgrade 3years For M470	1	45 días	\$12.939,53	\$12.939,53
2						\$0,00
					Subtotal	\$12.939,53
					12% IVA	\$1.552,74
					Valor Total	\$14.492,27

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Para el monitoreo de los equipos de respaldo de energía, se utiliza el servicio embebido de web server, tal como se muestra en la Figura 2.5.

Figura 2.5 - Servicio web de los UPS



Fuente: [APC UPS with Network Card](#)

2.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL HARWARE

Para la implementación de la nueva red de fibra y eléctrica, se necesitará los siguientes equipos como elementos principales de comunicación:

Tabla 2 - Equipos adquiridos

Tipo	Cantidad	Descripción
Red	2	Switch Cisco Catalyst 3850 FO 24 Puertos
Red	9	Switch Cisco Catalyst 2960X 24 Puertos PoE 370 Watts
Red	24	Switch Cisco Catalyst 2960X 8 Puertos PoE
Red	6	Módulos SFP <i>10GBASE-SR</i>
Red	30	Módulos SFP 1000Base-LX/LH
Eléctrico	1	UPS 20 KVA
Eléctrico	3	UPS 10 KVA

Fuente: Elaborado por el autor

2.3 GENERACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para la implementación y cumplida la etapa de diseño, se ha planteado la siguiente lista de tareas y cronograma de ejecución, con la empresa contratada.

Los pasos previos consisten en la recepción del material, principalmente la fibra óptica, hardware y componentes físicos eléctricos y de ensamblaje de los puntos a instalar, como se muestra en la Figura 2.6. Un segundo paso inicial, consiste en la inspección del estado de los ductos e instalaciones donde se instalará el cableado y equipos.

Figura 2.6 - Equipo recibido



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

El tercer paso, es la ejecución de la instalación del equipo adquirido, para lo cual se define las siguientes tareas en un plazo de 45 días.

Figura 2.7 - Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	S	OCTUBRE																																								
		30 sept - 6 oct					7 oct - 13 oct					14 oct - 20 oct					21 oct - 27 oct					28 oct - 3 nov					4 nov - 10 nov															
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
CONSTRUCCIÓN DE BANDEJA METALICA 20X15																																										
INSTALACION DE BANDEJA METALICA 20X15																																										
ARMADO DE GABINETES Y TABLEROS ELECTRICOS																																										
INSTALACION DE FIBRA OPTICA POR CANALIZACION																																										
INSTALACION DE ACOMETIDAS ELECTRICAS POR CANALIZACION																																										
FUSION DE FIBRA OPTICA EN ODF EN RACKS Y GABINETES																																										
ARMADO DE UPS Y CONEXIÓN DE TABLEROS Y ACOMETIDAS																																										
DESMONTAJE DE GABINETES, RACKS Y EQUIPOS EXISTENTES																																										

OBSERVACIONES

1. LA CANALIZACIÓN DEBE ESTAR FINALIZADA EN SU TOTALIDAD ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE FIBRA Y ACOMETIDAS
2. LAS TAPAS DE POZOS EN TODO EL RECORRIDO DEBERAN ESTAR DESTRAJAS Y PERMITIR LIBRE ACCESO Y MANEJABILIDAD

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Para la instalación de los puntos se han determinado las siguientes distancias, así como la cantidad de hilos a fusionar en cada enlace.

Tabla 3 - Conexiones de Fibra

Punto	Origen	Destino	Distancia	Fusiones
1	In-Out Gate	Server Room	500	12
2	TAC	Server Room	500	12
3	Transformador	In-Out Gate	150	4
4	Pre-Gate	In-Out Gate	350	4
5	CP 1-5	TAC	200	4
6	CP 1-6	TAC	275	4
7	Mantenimiento	Server Room	275	12
8	CP 0-3	Server Room	250	4
9	CP 0-4	Server Room	350	4
10	CP 0-5	Server Room	370	4
11	Terminal Office	Server Room	300	12
12	CP 0-7	Server Room	380	4
13	Pier T	Server Room	600	4
14	CCTV Office	Server Room	800	48
15	CP 2-1	CCTV Office	165	4
16	CP 2-2	CCTV Office	525	4
17	CP 2-3	CCTV Office	350	4
18	CP 2-4	CCTV Office	170	4
19	CP 2-5	CCTV Office	210	4
20	CP 2-6	CCTV Office	395	4
21	CP 2-9	CCTV Office	240	4
22	CP 2-8	CCTV Office	200	4
23	CP 2-10	CCTV Office	315	4
24	CP 2-11	CCTV Office	380	4
25	Internal bascula	Server Room	1400	48
26	NLP1	Internal bascula	44	4
27	NLP2	Internal bascula	230	4
28	NLP3	Internal bascula	260	4
29	NLP4	Internal bascula	140	4
30	CP 3-1	Internal bascula	405	4
31	CP 3-2	Internal bascula	640	4

Fuente: elaborado por el autor.

Se instalará bandejas ODF de fibra óptica en los puntos de distribución y en los gabinetes/racks, donde se realizarán las fusiones de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 3, usando conectores dúplex SC, para la fusión se debe utilizar pigtails SC.

Figura 2.8 - Bandejas ODF

Localidad	Bandeja 24P FO
Deposite Office	1
Terminal Office	1
TAC Office	1
In&Out Gate	1
CCTV Office	4
Internal Bascula	4
Server Room	8

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

En el resto de los puntos se colocará una caja metálica IP66 como se muestra en la Ilustración 9, donde quedará alojado un switch de 8 puertos, una toma regulada, un PDU de 8 conectores, el ODF y 4 hilos fusionados, el switch usará un conector SFP por lo que se debe considerar un patch cord de fibra SC-LC.

Figura 2.9 - Panel metálico



Fuente: [Cajas de Chapa de Acero IP66 para montaje en Pared \(industrialshields.com\)](http://industrialshields.com)

Los UPS serán instalados en los siguientes puntos (Tabla 4), donde se debe considerar las condiciones de la conexión de tierra, para lo cual se deberá tener preinstalado una buena conexión de tierra usando electrodos de grafito o también llamados electrodos químicos (Figura 2.10).

Tabla 4 - Ubicación de los UPS

Localidad	UPS
Gate In-Out	10 KVA
CCTV	10 KVA
Bascula Interna	10 KVA
Server Room	20 KVA

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 2.10 - Electrodo Químico

Fuente: [AMPER | Parrrayos \(parrrayosamper.com.mx\)](http://parrrayosamper.com.mx)

2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Con los equipos recibidos y la empresa seleccionada para los trabajos, se realizó la inspección física de los ductos a utilizar para la colocación de los

cables, trabajo en el cual se detectó que algunos de los ductos de enlace o cruce de secciones, estaban saturados o bloqueados, lo cual hacía imposible su uso, como se muestra en la Figura 2.11. Por ello se debió contratar trabajos adicionales para crear nuevas ducterías junto a las bloqueadas, además se aprovechó para crear nuevas rutas y así evitar utilizar ductos que pasaran fuera del área concesionada, que dificultaran la gestión y mantenimiento en el futuro.

Figura 2.11 - Reporte de Obra Civil necesaria.

Con base las inspecciones realizadas se ha determinado las siguientes labores de obra civil que se requiere para la instalación de la nueva ductería que se resume a continuación:

- Ampliación de pozos y nuevo ducto de una vía en PZ01 a PZ03 (Server Room)
- Bandeja de entrada de fibras a DC (150 m)
- Nuevo ducto de una vía PZ05 a PZ33 (Terminal Office)
- Ampliación de dos vías de ducto PZ20 a PZ21 (CCTV)
- Nuevo ducto de 2 vías de PZ21 a Pz46 (CP2-4, CCTV)
- Ingreso de vías a CCTV Office
- Nueva canalización a Pier-T(muelle)
- Nuevo ducto de 1 vía de PZ01 a CP2-9
- Nuevo ducto de 1 vía de PZ47 a PZ47b (CP2-10)
- Nuevo ducto de 1 vía de PZ50 a PZ50b (CP2-11)
- Nuevo ducto de 1 vía de PZ88a a PZ88 (NLP1)
- Nuevo ducto de 1 vía de PZ65a a PZ65 (NLP4)
- Nuevo ducto desde Server Room a PZ96 (TAC, In-Out Gate)
- Ampliación de ducto de 1 vía en Pz61 a PZ63 (Bascula Interna)
- Construcción de bases de cemento + conexión a pozo
- Tendido de ducto de manguera BX a CP2-10 y CP2-11 en galpon
- Limpieza de pozos
- Remediación de tapas

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Para realizar la construcción, se pidió al área de construcción y proyectos, que elaborara los parámetros técnicos que debían cumplir los trabajos a realizar y dimensionara en valores lineales, para proceder al concurso de contratación.

Figura 2.12 - Valores Unitarios de Obra Civil

Ord.	Código	Descripción	Cantidad
		Ampliación ductería de fibra óptica	
1	SERVICIO	CANALIZACIÓN 2 VÍAS PVC 4" (m)	234
2	SERVICIO	CANALIZACIÓN 1 VÍA PVC 4" (m)	627
3	SERVICIO	ROTURA DE ASFALTO Y REPOSICIÓN (m3)	18
4	SERVICIO	ROTURA Y REPOSICIÓN DE HORMIGON (m2)	353
5	SERVICIO	CORTE DE ASFALTO CON DISCO (m)	584
6	SERVICIO	CORTE DE HORMIGON CON DISCO (m)	1142
7	SERVICIO	ROTURA Y REPOSICIÓN DE HORMIGON EN CALZADA con hormigón 210Kg/cm2 espesor 15cm (cruces de vía para tránsito pesado) (m3)	27
8	SERVICIO	DESALOJO DE MATERIAL (m3)	10
9	SERVICIO	POZO DE REVISIÓN 0,6X0,6 (UNID)	32
		Trabajos de ubicación de cajas y remediación	
11	SERVICIO	BASE DE ARMARIO/GABINETE ALTURA 15cm (unid)	18
12	SERVICIO	ACCESORIOS PARA SUBIDA A POSTE/MURAL	18
13	SERVICIO	SUBIDA MURAL CON MANGUERA 2"	18
14	SERVICIO	LIMPIEZA DE POZOS	53
15	SERVICIO	ARREGLO DE TAPAS DE HORMIGON	9
16	SERVICIO	TAPA DE POZO	10
		Enrutamiento a muelle	
18	SERVICIO	TUBERIA EMT 2" O TUBO CEDULA 40	360
19	SERVICIO	ACCESORIOS TUBERIA	1
20	SERVICIO	CAJAS DE PASO	15
		Enrutamiento Área de Contenedores CP2-11 CP2-10	
22	SERVICIO	MANGUERA BX 1"	500
23	SERVICIO	ACCESORIOS PARA MANGUERA BX 1"	1

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Debido a que los trabajos de remediación del estado de los ductos, demoraba alrededor de 45 días, se decidió superponer los trabajos para

que no ocasionara grandes retrasos del trabajo principal. Por ello en base a la importancia de los nodos se creó la siguiente tabla que priorizaba el orden de trabajos.

Tabla 5 - Prioridad de Trabajos

Trabajo	Prioridad	Informe	Descripción
PZ 38 PZ40	0	1.6.3	No Aplica, sustituida por nuevo tendido.
PZ40 PZ92	0	1.6.28	N/A nueva canalización por otra vía
PZ01 PZ03	1	1.6.1	Data Center Salida
PZ03 PZ05	2	1.6.5	Camino a Terminal
PZ06 PZ11	3	1.6.8	Camino a cctv
PZ11 PZ20	4	1.6.9	Camino a cctv
PZ20 PZ25	5	1.6.12	Camino a CCTV
Oficina CCTV	6	1.2	Ingreso a oficina de CCTV
Báscula Interna	10	1.3	Ingreso a cuarto de equipos en B.I.
Data Center PZ92	11		Nueva Ruta desde el DC al PZ92
PZ93 Gabinete	12	1.6.29	Confirmar conexión entre caja PZ93 y gabinete de datos
PZ41 PZ45	21	1.6.14	Camino a Báscula interna
PZ61 PZ63	23	1.6.22	Ingreso a Báscula interna
PZ55 PZ59	25	1.6.20	patio 8
PZ93 PZ99	30	1.6.30	Camino a oficina de seguridad
PZ03 PZ38	60	1.6.2	Conexión a Mantenimiento
PZ 37 PZ125	61	1.6.4	Conexión a Mantenimiento
PZ05 PZ33	70	1.6.6	Camino a terminal
PZ33 Pier-t	71	1.6.7	Muelle 1,2
PZ47 PZ47b	80	1.6.16	Bodega Inspecciones
PZ50 PZ50b	81	1.6.18	Bodega Consolidación
PZ88 PZ88a	82	1.6.23	Cruce en patio 8
PZ88 PZ121	83	1.6.25	
PZ61 PZ65a	84	1.6.26	
PZ88a PZ86	84	1.6.24	Domo 3
Nodo Gate	90	1.4	Conexiones Gate
PZ20 PZ117	90	1.6.10	Cámara reefer

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

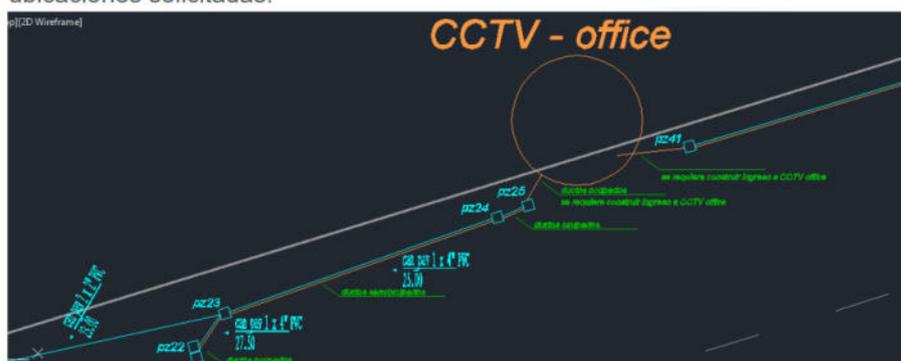
Los pozos de la ductería están denotados con la nomenclatura PZxx, donde las xx denotan el número del pozo, establecido según el plano de la terminal, como ejemplo tenemos la siguiente ilustración.

Figura 2.13 - Estado de Ingreso a CCTV

1.2 NODO OFICINA CCTV

- **Estado Actual**

Al realizar la verificación, se observa que tanto el pozo de ingreso y de salida de esta ubicación, se encuentra totalmente ocupado, lo que impide enrutar el cable de fibra óptica que ingresa como la que sale hacia las ubicaciones solicitadas.



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

La prioridad del trabajo esta denotada por un numero entero, siendo a menor la cantidad, mayor su relevancia, exceptuando las que están con cero, que se descartan por utilizar nueva ductería.

Como trabajo de prioridad uno, se designó la salida del cuarto de servidores, ya que todos los cables convergen en ese punto y de ahí la importancia de que sea el primero en realizarse.

También se construyó un electro canal de 140 metros, que permita llegar desde el centro de datos hasta la bajante establecida, según las recomendaciones del reporte mostrado en la Figura 2.14.

Figura 2.14 - Ingreso a cuarto de equipos

1.1 NODO DATA CENTER

- **Estado Actual**

Al momento de la verificación de canalización, se observó que no existe ductería que llegue al cuarto donde se instalará el Data Center, se verificó dos pozos cercanos (pz01 y pz05e detallados en planos) que pueden ser usados para el ingreso de la acometida eléctrica y para la salida del cable de fibra óptica y alimentación de tableros secundarios.

- **Trabajos adicionales requeridos.**

Para enrutar los cables ya sea de acometida eléctrica y de fibra óptica desde el Data Center, se necesita instalar Bandeja portacables interiormente desde este punto hacia la dirección de los pozos como se indica en la figura 1.

Para conectar los pozos a la bandeja metálica en forma de bajante, se requiere instalar tubo EMT de 2" mínimo (4 para fibra óptica y 2 para acometida eléctrica).

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Ya con la obra en marcha, se procedió a la instalación de los puntos de distribución y finales de fibra y eléctricos, los cuales quedaron debidamente identificados, con la nomenclatura, logo y nombre de la empresa, y referencia al tipo de servicio instalado, como se muestra en la Figura 2.15.

Hacia la caja se dejó 3 ductos de 2 pulgadas conectados al pozo más cercano para la instalación de los cables, tras lo cual se selló con espuma.

El punto cuenta con energía regulada identificada mediante la toma color naranja, el punto de fibra y el equipo conectado utilizando una base Din Rail.

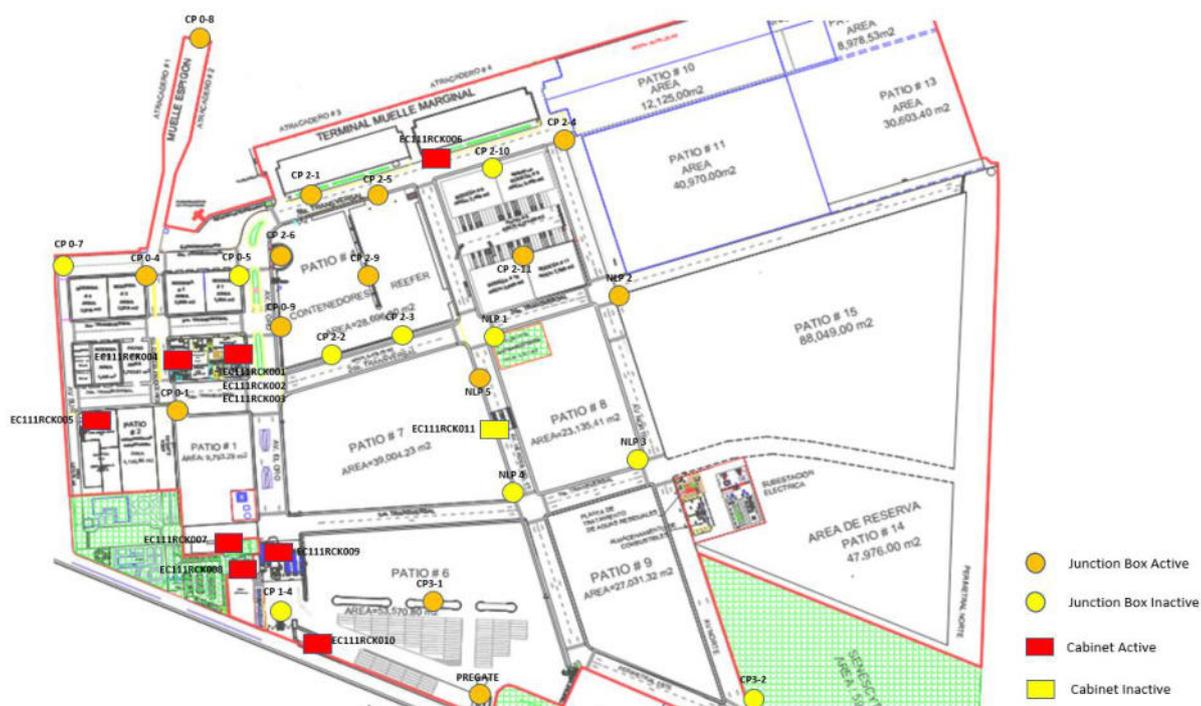
Figura 2.15 - instalación de Equipos de Fibra



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

A continuación, se muestra el gráfico de la distribución de los puntos y su estado.

Figura 2.16 - Puntos finales de red

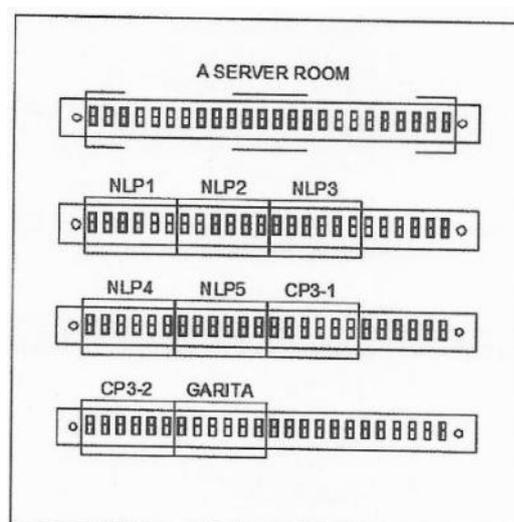


Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

En los puntos de distribución, se instaló una conexión de fibra de 48 hilos hacia el cuarto de servidores, y líneas de 12 hilos hacia los puntos finales arriba descritos, por lo que se utilizó patch cords de fibra para interconectar, de acuerdo con la necesidad, dejando la reserva de conexiones necesaria, para implementaciones futuras, como se muestra en las ilustraciones siguientes.

Figura 2.17- Rack de Fibra

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Figura 2.18 - Conexiones de los ODF

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

El ODF superior, tiene las conexiones hacia el cuarto contiguo al centro de datos, y los inferiores hacia los puntos de distribución.

Las terminaciones de fibra y los elementos pasivos de red, que se concentran en el centro de datos, no fueron colocados directamente en dicho cuarto, sino que se colocaron en el cuarto contiguo al centro de datos, desde donde se conectaron patch cords de 15 metros que conectaban a través del piso falso, dicho cuarto también alberga los dispositivos de los proveedores externos de servicios de internet, y telefonía, de esta manera se reduce el riesgo de accidentes, al restringir el acceso al cuarto de servidores, mostrado en la Figura 2.19.

Figura 2.19 – Concentrador de Fibra



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Durante la implementación fue necesario trabajos complementarios debido a los cambios o imprevistos que se dan, de los cuales el más

representativo, fue el aplastamiento de un ducto en una entrada de camiones que obligo a realizar un trabajo adicional de obra civil, ya que al inspeccionar se descubrió que el ducto no cumplía con los parámetros para soportar el paso de camiones de gran tamaño, por lo que se requirió la construcción de uno nuevo.

Figura 2.20 - Ducto colapsado



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

La construcción de los ductos se realizó siguiendo especificaciones que permitan el tránsito de vehículos de gran tonelaje, por lo que para todas las construcciones se utilizó los mismos parámetros.

Figura 2.21- Parámetros Técnicos**1.1 CANALIZACIÓN 2 VÍAS PVC 4" (m)****Unidad:** Metro lineal**Descripción**

- Excavación de zanja medidas:
 - 30cm x 85cm de profundidad para aceras
 - 30cm x 100cm de profundidad para calzada
- Colocación de arena para protección de tubería
 - 5cm en el piso de la zanja
 - 15cm sobre los tubos PVC 4"
- Colocación de 2 tuberías PVC de 4" colocadas horizontalmente (metro)
- Colocación de material para relleno de zanja compactada cada 20cm con compactador vibratorio.

Materiales

- Tubería PVC de 4"
- Arena

Herramientas

- Compactador vibratorio.
- Pico de mano
- Pala de mano

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Como medida de protección adicional, se instaló electrodos químicos en los puntos donde se ubicó los UPS, para mejorar la resistividad eléctrica, así como tableros de bypass para poder realizar los mantenimientos futuros, mostrados en las ilustraciones 22 y 23.

Figura 2.22-Tablero de Bypass



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Figura 2.23 -Electrodo Químico



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

2.5 PRUEBAS DE LA SOLUCIÓN

2.5.1 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

Para comprobar las conexiones de fibra, se pidió a la empresa contratada, que realice pruebas de potencia de la señal de fibra en cada enlace, lo cual fue constatado durante los trabajos realizados.

Adicional, se realizaron pruebas de conectividad para comprobar la calidad de las comunicaciones, para lo cual se diseñó una tabla para constatar los valores de conectividad, utilizando las siguientes herramientas.

- Iperf, mide el máximo de ancho de banda utilizable en redes IP.
- nPerf, herramienta que permite medir la velocidad de la conexión a Internet, Tabla 7.
- Ping, herramienta de diagnóstico para verificar el estado de la comunicación con equipos remotos, Tabla 9 y 10.
- Tool's Developer in Microsoft Edge, conjunto de herramientas del navegador, que permiten depurar, y analizar el comportamiento de las páginas web, Tabla 8.

La prueba se la realizado utilizando una computadora portátil Lenovo T470, utilizando tanto la red cableada, como la señal WIFI.

La velocidad de internet contratada por la empresa es de 25 Mbps, por lo que las lecturas de conexión externas estuvieron dentro del rango.

Para las velocidades internas se utiliza un servidor de pruebas Iperf instalado en un servidor local, donde las lecturas estuvieron entre 100 y 1000 Mbps, dependiendo el enlace utilizado, Tabla 6.

Tabla 6 – Prueba Iperf

Location	Laptop Lenovo T470		
	Conexión	Iperf: test to 10.111.0.151	
		worst	best
Training	Wifi	38.7	44.5
Training Geannina port	Cable	525	547
Administration	Wifi	43.1	46.9
Administration Polycom port	Cable	94	95

Fuente: Elaborado por el Autor

Los lugares escogidos, fueron la sala de capacitación, y el edificio administrativo, usando tanto la red por cable, como por wifi.

Tabla 7 - Prueba nPerf

Location	Laptop Lenovo T470				
	Conexión	Nperf speed test			
		Línea	up	down	latency
Training	Wifi	claro	17.47	15.66	45.02
Training Geannina port	Cable	claro	15.03	11.57	32.13
Administration	Wifi	claro	17.5	15.7	51.12
Administration Polycom port	Cable	claro	16.98	15.06	41.60

Fuente. Elaborado por el autor

Tabla 8 - Prueba de carga en MS Edge

Location	Laptop Lenovo T470		
	Conexión	load time ms edge browser	
		Navis	office365
Training	wifi	11	40
Training Geannina port	cable	24	34
Administration	wifi	20	31
Administration Polycom port	cable	17	23

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 9 - Prueba de Ping Interna

Location	Laptop Lenovo T470				
	Conexión	Ping 100: 10.111.20.254			
		min	max	avg	Lost
Training	Wifi	3	19	4	1%
Training Geannina port	Cable	1	196	4	0%
Administration	Wifi	4	403	13	2%
Administration Polycom port	Cable	2	15	3	0

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla 10 - Prueba de Ping Externa

Location	Laptop Lenovo T470					
	Conexión	ping -n 40 to servers				
		10.111.2.7	8.8.8.8	10.111.0.151	10.111.0.140	10.111.0.11
Training	wifi	3	68	2	3	2
Training Geannina port	cable	0	44	0	0	0
Administration	wifi	3	78	6	4	4
Administration Polycom port	cable	1	67	1	1	1

Fuente: Elaborado por el autor.

2.5.2 PRUEBAS ELÉCTRICAS

Se realizó mediciones de voltaje tanto en las salidas de los UPS como en los tableros finales, adicional se realizó mediciones de resistencia, para confirmar las instalaciones de puesta a tierra, Figura 2.24.

Las mismas cumplieron los parámetros especificados.

Figura 2.24 - Mediciones de Voltaje

- Mediciones de voltajes de entrada al UPS.



- Mediciones de voltajes de salida del UPS.



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

La instalación de tierra del UPS cercano al muelle dio un valor un poco alto, por lo que quedó como recomendación realizar un trabajo de malla, ya que el mejoramiento de suelo no dio mejora en las lecturas, como se muestra en la Figura 2.25.

Figura 2.25 - Medición de Resistividad



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

2.6 DOCUMENTACIÓN

Como parte de la documentación del proyecto, queda los informes de los trabajos de obra civil ejecutados, los planos con los nuevos ductos, el mapa de fibra óptica, el gráfico de las conexiones de red, los informes de los

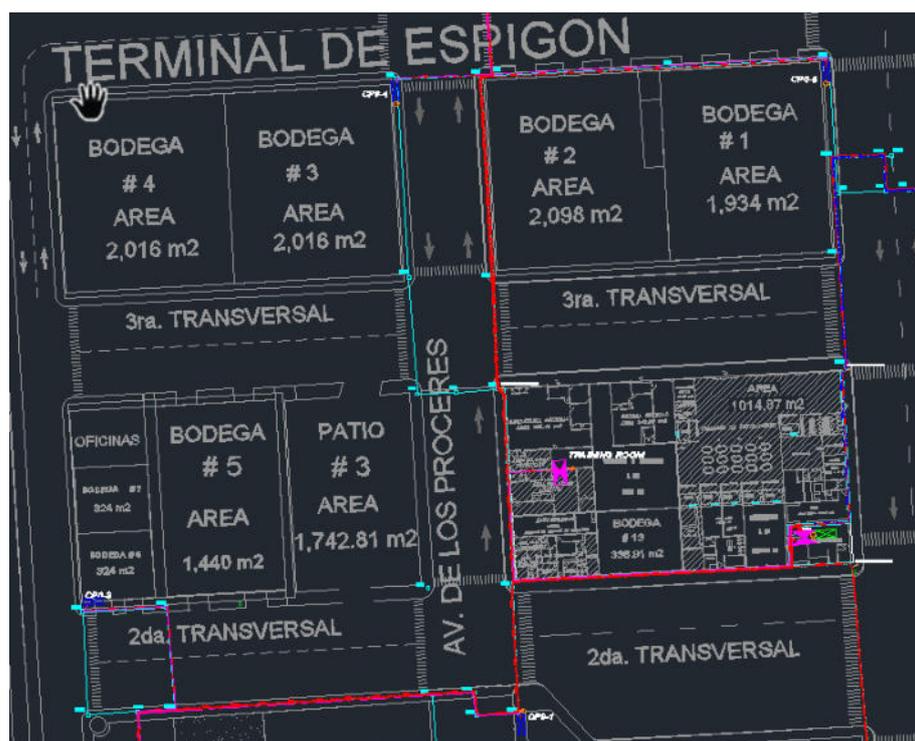
proveedores sobre los trabajos ejecutados, los cuales se listan a continuación.

- Plano Autocad de Ductos Construidos, posee el detalle técnico de la obra civil realizada.
- Planos Autocad con las líneas de Fibra y Eléctricas, usando el plano de ductos, se detalla las líneas de fibra y eléctricas, y el camino utilizado para llegar a los puntos finales, Figura 2.26.
- Archivo PDF con la Memoria Técnica del Trabajo Realizado por la empresa contratada para el proyecto de fibra, con el detalle y evidencia de los trabajos que se realizó.
- Archivo PDF con el informe por parte de la empresa contratada para la obra civil, con evidencia fotográfica y técnica del trabajo realizado.
- Archivo Excel sobre los costos unitarios y totales construidos en obra civil, este informe se generaba cada semana indicando el avance de la obra, y el ajuste al presupuesto asignado, Figura 2.27.
- Informe del trabajo de obra civil adicional realizado en el ducto aplastado, con evidencia fotográfica del trabajo realizado.
- Evidencia fotográfica de los trabajos, tomada por el área de IT para el archivo interno.
- Actas de Inicio y Fin del Proyecto.
- Actas de recepción de equipos.

- Descripción de rubros de Canalización, el cual contiene los parámetros técnicos a seguir en la construcción de la obra civil.
- Informe del estado de los Ductos, informe del trabajo previo realizado, para evaluar el estado de los ductos en la terminal.

Estos documentos tienen como fin servir de base para los futuros proyectos a implementar, así como dar el correcto mantenimiento a la gran cantidad de puntos y equipos implementados.

Figura 2.26 - Plano Técnico de conexiones



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Así mismo los reportes, sirven de evidencia en las auditorías que constantemente se realizan en la empresa, y forman parte de los entregables a la empresa pública asociada, dentro de lo que se contempla como plan de inversión, además del mejoramiento y mantenimiento del terminal.

Este proyecto de fibra sirvió como complementario del proyecto de creación del nuevo centro de datos, y de base a los nuevos proyectos a implementar, por lo que dichos planos y la culminación exitosa del proyecto, significaron un gran avance en el desarrollo del terminal.

Figura 2.27 -Informe de Avance de Obras

ITEM NO	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY IN ACTUAL	EXECUTED QUANTITY	PROGRESS (%)
1,0	Fiber optic duct extension				
1,1	CONDUIT 2 LINES PVC 4 "	M	293,00	293,00	100,00
1,2	CONDUIT 1 LINES PVC 4 "(m)	M	592,50	100,00	16,88
1,3	ASPHALT BREAKING AND REPLACEMENT	M3	9,44		-
1,4	BREAKING OF CONCRETE AND REPOSITION IN SIDEWALK	M2	368,00	118,20	32,12
1,5	ASPHALT CUT WITH DISC	M	563,00	320,00	56,84
1,6	CONCRETE CUT WITH DISC	M	1074,00	393,00	36,59
1,7	BREAKING AND REPLACEMENT OF CONCRETE DRIVEWAY WITH CONCRETE IN 240 KG/CM2	M3	32,84	24,00	73,08
1,8	EVICTON OF MATERIAL	M3	10,00		-
1,9	MANHOLE REVISION 0,60 X 0,60	U	32,00	8,00	25,00
2,0	Box location and remediation work				
2,1	CABINET BASE 15 CM CABINET	U	18,00		-
2,2	ACCESSORY TO CLIMB TO POST / MURAL	U	18,00		-
2,3	RAISING THE WALL WITH 2-INCH HOSE	U	18,00		-
2,4	MANHOLE CLEANING	U	53,00	8,00	15,09
2,5	SET OF CONCRETE COVER	U	9,00		-
2,6	MANHOLE COVER	U	10,00		-
3,0	DUCTING IN BERTHS				
3,1	EMT PIPE 2 INCH. OR SCHEDULE PIPE TYPE 40	M	270,00		-
3,2	ACCESSORIES FOR 2 INCH EMT PIPE. OR SCHEDULE PIPE TYPE 40	U	1,00		-
3,3	JUNCTION BOXES	U	15,00		-
4,0	DUCTING OF CONTAINER AREA				
4,1	HOSES BX 1 INCH	M	500,00		-
4,2	ACCESORIES FOR HOSES BX 1 INCH	GL	1,00		-

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

CAPÍTULO 3

EVALUACIÓN DE RESULTADO

3.1 BENEFICIOS OBTENIDOS

Con los trabajos finalizados, el primer beneficio, fue la desvinculación total del uso de los equipos e instalaciones de la empresa pública asociada, lo cual era un gran problema en el soporte de la terminal.

El siguiente fue la actualización y elaboración de la información técnica sobre las conexiones existentes, que permiten una mejor gestión y mantenimiento, así como la facilidad de implementar nuevas soluciones.

La disminución de eventos relacionados a pérdida de señal por el uso de las viejas conexiones y equipos.

Una mejora substancial en la seguridad, ya que la red ahora cuenta con equipos de red capa 3, que permiten segmentar y controlar las conexiones existentes.

Facilidad de gestión, ahora los eventos pueden ser monitoreados y gestionados de manera remota.

El proyecto ha permitido tener una mayor flexibilidad y velocidad de respuesta, a los cambios y necesidades de la terminal, pudiendo conectar o implementar servicios en un menor tiempo y con menores costos.

Se anexiono a la nueva red, las cámaras de video, con lo cual se eliminó el uso de las 2 redes existentes, el multimodo y la monomodo, integrando todos los equipos en la nueva red, simplificando la gestión y mantenimiento.

3.2 NUEVOS PROYECTOS

Con el proyecto finalizado y terminado, se dio inicio a varios nuevos proyectos y servicios necesarios en la gestión de la terminal, los cuales no era posibles sin la exitosa terminación de este.

Figura 3.1 - Mapa de cobertura wifi

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

Así tenemos, la implementación de la red wifi de la terminal, que cubre las áreas operativas y dan servicio a los usuarios del software que controla las operaciones del terminal, tal como se muestra en la Figura 3.1.

Implementación del nuevo sistema de cámaras de video, el cual paso de 40 a 144 cámaras conectadas en la nueva red, gracias a la adquisición de 114 nuevas cámaras de seguridad, mostrado en la Figura 3.2.

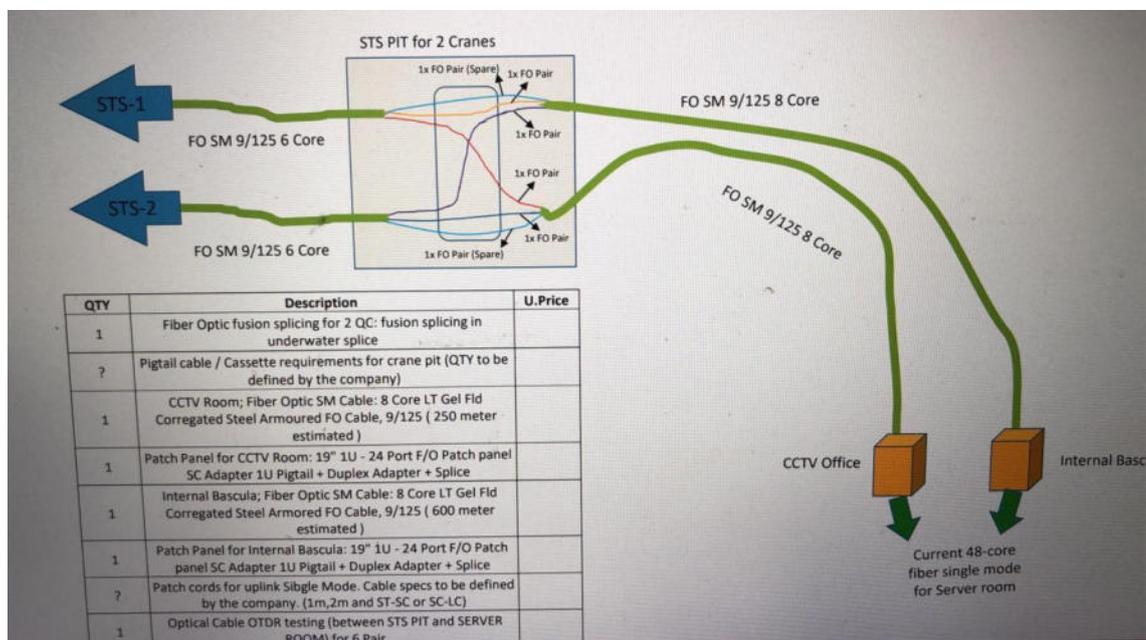
Figura 3.2 - Proyecto CCTV

PURCHASE MODALITY			
ITEM	CODE	DESCRIPTION	QTY
1	DS-2CD7A46G0-IZHS	Darkfighter Ultra-low light technology, 1/1.8" Progressive Scan CMOS, ICR, Color:0.002Lux/F1.2, B/W:0.0002Lux/F1.2, slow shutter, 4MP 25fps/30fps;; H.265+/H.265/H.264+/H.264/MJPEG 140dB WDR;	73
2	DS-2CD2025FWD-I	1/2.8" Progressive Scan CMOS; H.265+/H.265/H.264+/H.264/MJPEG; Powered by Darkfighter technology,Color: 0.009 Lux @ (F1.6, AGC ON), 0 lux with IR; 25fps/30fps(1920x1080); VCA functions; 3 streams; 3D DNR; BLC/HLC; ICR; EXIR, up to 30m; DC12V&PoE; Built-in micro SD/SDHC/SDXC slot; HIK-Connect cloud service	20
3	DS-2TD2136T-25	VOx UFPA 384x288 pixels, Pixel pitch 17 μm, NETD< 40mk, Main/Sub/Third stream in max resolution at 50fps, Support contrast adjustment, shutter adjustment in various modes, 15 palettes of color adjustable, smart features, Thermometric accuracy (Measurement range): ±2°C±2% (-20~550°C)	3
4	DS-2DE7232IW-AE(B)	2MP, 1/2.8" CMOS,H.265+/H.265/H.264+/H.264 codec, 3D DNR, True WDR, Ultra-low light Powered By DarkFighter Color: 0.005lux/F1.6, B/W:0.001lux/F1.6, Optical Zoom:32x, Digital Zoom:16X, 150m IR 1920*1080:60fps, Pan Speed: 0.1° -160°/s, Tilt Speed: 0.1° -120°/s, PoE+824VAC Smart Tracking Smart Detection	8
5	DS-1602ZJ	Wall mount for PTZ	8
6	DS-2CD7A26G0/P- IZS(2.8-12mm)	Darkfighter Ultra-low light technology, 1/1.8" Progressive Scan CMOS, ICR, Color:0.002Lux/F1.2, B/W:0.0002Lux/F1.2, slow shutter, 1920 x 1080, up to 50fps/60fps: H.265+/H.265/H.264+/H.264/MJPEG, 140dB WDR; 2*AlarmIn, 2*AlarmOut; 5streams+5custom streams; (-H:build-in Heater); IP67;IK10;	10

Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

La conexión con las nuevas grúas compradas para la operación, las cuales dependen de la conexión activa mediante fibra óptica, siendo creados los enlaces hacia 2 concentradores, uno como principal, y el otro como respaldo, mostrado en la Figura 3.3.

Figura 3.3 - Conexiones de Grúas



Fuente: Propiedad de la empresa objeto de estudio

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas son en base a los problemas y soluciones encontradas durante la implementación, así como las acciones futuras que permitan el buen desempeño de la red.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación de la red, se logró la independencia de las conexiones, de la anterior infraestructura, centrada en el área administrativa, de la entidad pública asociada.
2. Se logro unificar todos los servicios en la nueva red, eliminando las viejas conexiones, simplificando la gestión y el mantenimiento.
3. Se implemento nuevas seguridades a nivel físico y lógico, que restringe los accesos no autorizados a la red.
4. La institución está preparada para implementar los nuevos proyectos, y permitir un crecimiento y expansión de los servicios y comunicaciones.
5. La institución ahora cuenta con información detallada de las conexiones y equipos utilizados en la terminal.

6. La inspección previa de los ductos, aunque tuvo un costo de tiempo y recursos, permitió evitar mayores retrasos durante la implementación del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Realizar inspecciones periódicas en los puntos externos de datos, para evitar posibles daños por animales o humedad.
2. Mantener el buen estado de los ductos y pozos, así como evitar su saturación, retirando los cables que ya no tienen uso.
3. Mantener la información técnica actualizada, así como los cables y equipos con sus respectivas etiquetas.
4. Renovar de manera periódica las licencias de software adquiridas.
5. Realizar mediciones periódicas del estado de las conexiones de fibra y eléctricas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] «1.2 Características de la Arquitectura de Red».
http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro35/12_caractersticas_de_la_arquitectura_de_red.html (accedido enero 10, 2021).

[2]B. B. M. www.blackbox.com.mx, «3747 - Cable de fibra óptica multimodo vs. monomodo», *Black Box*.

<https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/28535/Recursos/Technical/black-box-explica/Fibre-Optic-Cable/Cable-de-fibra-optica-multimodo-vs-monomodo>
(accedido enero 10, 2021).

[3]«Info - nPerf.com».

<https://www.nperf.com/es/about-us/> (accedido enero 10, 2021).

[4] «iperf3: Tutorial para medir velocidad entre dos equipos de LAN y WiFi»,
RedesZone.

<https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/iperf3-medir-velocidad-lan-wifi-internet/> (accedido feb. 19, 2021).

[5] «Microsoft Edge (Chromium) Developer Tools overview - Microsoft Edge Development | Microsoft Docs».

<https://docs.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/devtools-guide-chromium/>

(accedido marzo 5, 2021).

[6] «Qué son el ping y la latencia y por qué no sólo importa la velocidad en tu conexión».

[https://www.xataka.com/basics/que-son-el-ping-y-la-latencia-y-por-que-no-](https://www.xataka.com/basics/que-son-el-ping-y-la-latencia-y-por-que-no-solo-importa-la-velocidad-en-tu-conexion)

[solo-importa-la-velocidad-en-tu-conexion](https://www.xataka.com/basics/que-son-el-ping-y-la-latencia-y-por-que-no-solo-importa-la-velocidad-en-tu-conexion) (accedido marzo 15, 2021).

[7] «Topología en estrella: características, ventajas, desventajas».

<https://www.lifeder.com/topologia-en-estrella/> (accedido marzo 10, 2021).

[8] «¿Qué es el modelo OSI?», *Cloudflare*.

<https://www.cloudflare.com/es-es/learning/ddos/glossary/open-systems-interconnection-model-osi/> (accedido enero 23, 2021).

[9] «Ping», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. mar. 11, 2021. Accedido: marzo 11, 2021. [En línea]. Disponible en:

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ping&oldid=133887693>

[10] M Pomatoca Tiuquina, "SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA EL LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS DE LA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA", Ingeniería, en Electrónica, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2010 [En Línea]. Disponible en

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/618/1/38T00232.pdf>

[11] M Rojas Chalan, "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLÚSTER CON ROCKS EN UNA RED TRADICIONAL. CASO PLAN AUTOMOTOR ECUATORIANO S.A.", Ingeniería Informática, Facultad de Informática y Ciencias de la Computación, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, 2015 [En línea] Disponible en

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16842/1/63873_1.pdf

[12] «iPerf3, diagnóstico de fallas en la red – Zenitx Informática». <https://blog.zenitx.com/iperf3-diagnostico-de-fallas-en-la-red/> (accedido feb. 19, 2021).