

Universidad Oberta de Catalunya

Ingeniería Técnica de Telecomunicación

Trabajo de Fin de Carrera

“Solución integral de red  
telemática para un campamento  
petrolífero”



Autor: Marco Antonio Merino García  
Tutor: Miquel Font Rosselló  
Junio 2012

# TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Universidad Oberta de Catalunya

Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones

Especialidad de Telemática

Integración de redes telemáticas

Titulo: *“Solución integral de red telemática para un  
Campamento petrolífero”*

Autor: Marco Antonio Merino García

Tutor: Miquel Font Rosselló

La entrega de memoria del presente trabajo de fin de carrera se realiza el 16 de Junio de 2012.

El periodo de preguntas y calificación del tribunal se realizara de 23 al 30 de Junio de 2012.

Habiendo obtenido la calificación de:

Autoridad Evaluadora:

# Agradecimientos

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera han colaborado en la realización y finalización del presente trabajo.

En especial a mi esposa quien me ha apoyado incondicionalmente para conseguir esta gran meta que es una carrera de ingeniería. A mi pequeña Sofía quien vino al mundo cuando se realizaba este trabajo y me dio un motivo más por el que superarme.

A mis padres y hermano por su constante apoyo y ejemplo el cual ha servido de motivación diaria para conseguir mi sueño.

Un agradecimiento especial merece la comprensión, paciencia y guía recibida de mi tutor Miquel Font Rosselló quien me ha ayudado a alcanzar los objetivos de este trabajo.

Por último a todos aquellos, familia y amigos que han dado a mi vida motivos para ser una persona mejor.

# Índice General

<b>Resumen</b>	<b>9</b>
<b>PARTE I - Introducción</b>	<b>9</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>10</b>
1.1. Motivación del Proyecto . . . . .	11
1.2. Objetivos del Proyecto . . . . .	11
1.3. Estructura de la memoria . . . . .	12
<b>PARTE II - Presentación del Caso</b>	<b>14</b>
<b>2. Presentación del Caso</b>	<b>15</b>
2.1. Descripción General . . . . .	15
2.1.1. Campamento . . . . .	15
2.1.2. Data Center . . . . .	16
2.1.3. Oficina tipo 1. . . . .	17
2.1.4. Oficina tipo 2. . . . .	18
2.1.5. Almacén . . . . .	18
2.1.6. Clínica . . . . .	19
2.1.7. Comedor . . . . .	20
2.1.8. Dormitorios . . . . .	20
2.1.9. Lavandería . . . . .	21
<b>PARTE III - Requerimientos Telemáticos</b>	<b>22</b>
<b>3. Requerimientos Telemáticos</b>	<b>23</b>
3.1. Servicios . . . . .	23
3.2. Internet . . . . .	24
3.3. Internet fuera del Campus. . . . .	25

3.4.	Acceso a internet Inalámbrico . . . . .	26
3.5.	Intranet . . . . .	28
3.6.	Telefonía . . . . .	28
3.7.	Televisión . . . . .	29
3.8.	Radio Enlaces. . . . .	30

**PARTE IV - Cableado Estructurado 32**

4.	Cableado Estructurado	33
4.1.	Edificios . . . . .	33
4.2.	Aspectos Técnicos . . . . .	33
4.3.	Diseño topológico . . . . .	34
4.4.	Red Troncal de Fibra . . . . .	35
4.5.	Armarios de distribución . . . . .	36
4.6.	Data Center. . . . .	38
4.6.1.	Armarios de data center . . . . .	39

**PARTE V - Proveedores de Servicio 41**

5.	Proveedores de Servicio	42
5.1.	Evaluación de Ofertas . . . . .	42
5.2.	Oferta Alternativa de Proveedores . . . . .	44
5.2.1.	ISP . . . . .	44
5.2.2.	VSAT . . . . .	44
5.2.3.	IPTV . . . . .	45
5.3.	Equipos . . . . .	46
5.3.1.	Servidores. . . . .	48
5.3.2.	WAN . . . . .	48
5.3.3.	LAN . . . . .	48
5.3.4.	Telefonía IP. . . . .	49
5.3.5.	Televisión IP. . . . .	50
5.3.6.	Radio Enlace . . . . .	50

<b>PARTE VI - Apéndices</b>	<b>52</b>
<b>A. Diagramas de Tareas</b>	<b>53</b>
A.1. Introducción . . . . .	53
<b>B. Data sheets</b>	
B.1. Cableado estructurado. . . . .	55
<b>Referencias</b>	<b>58</b>

# Índice de figuras

1.	Plano General . . . . .	16
2.	Data Center . . . . .	16
3.	Oficina tipo 1 planta baja. . . . .	17
4.	Oficina tipo 1 planta superior . . . . .	17
5.	Oficina tipo 2 . . . . .	18
6.	Almacén . . . . .	19
7.	Clínica. . . . .	19
8.	Comedor . . . . .	20
9.	Dormitorios . . . . .	21
10.	Lavandería . . . . .	21
11.	Cobertura Inalámbrica en Zigzag. . . . .	26
12.	Potencia de radiación Vs. Eficiencia. . . . .	27
13.	Solapamiento de canales Wifi. . . . .	27
14.	Uso de BW de IPIV vs, Consumo general de datos	29
15.	Topología de radioenlaces. . . . .	31
16.	Diagrama lógico del cableado del campus. . . . .	35
17.	Armario Oficinas tipo1. . . . .	37
18.	Armario Edificios Pequeños. . . . .	38
19.	Armario Edificios Concentradores. . . . .	38
20.	Armario Dormitorio . . . . .	38

# Índice de tablas

1. Consumo de BW . . . . .	24
2. Tabla de evaluación de Propuestas de Proveedor de Servicios . . . . .	43
3. Tabla de evaluación de Propuestas . . . . .	47



# Resumen

En la actualidad un gran número de proyectos de exploración y explotaciones petrolíferas se llevan a cabo por todo el mundo. La mayoría de las empresas petroleras desean desplegar sus recursos y trabajadores de forma sistemática, rápida y eficiente reduciendo costes y acelerando el proceso de explotación.

Por ello el enfoque de este proyecto intenta presentar una solución “llave en mano” en términos de telecomunicaciones para un campamento petrolífero tipo. Principalmente se propone una solución para implementar una red telemática cubriendo los servicios de telecomunicación, telefonía, televisión e internet para un personal aproximado de 400 personas en un campamento petrolífero con un perímetro de 1 Km cuadrado que podrá estar ubicado en cualquier región remota del mundo. Dicho campamento incluirá diferentes oficinas de trabajo, instalaciones especiales, comedor, dormitorios, etc.

Además de una extensa red de fibra óptica como base principal de la LAN se pretende dar un paso mas presentando una la solución de comunicación basada en radio enlaces para comunicar el campamento principal con las diferentes estaciones de extracción de petróleo a su alrededor.

Se analizará también las necesidades de equipamiento hardware y proveedores de servicio ofreciendo en este trabajo una solución tentativa cubrir las necesidades planteadas.

En conclusión este trabajo recoge en una combinación eficiente, modular y escalable de redes telemáticas, basadas en cable de cobre, fibra óptica y radio enlaces para un escenario tipo.

## **Parte I**

### **Introducción**

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Motivación del Proyecto

Este proyecto viene motivado por la creciente necesidad de empresas no solo petroleras que desean desplegar medios y recursos de manera rápida y eficiente con una filosofía de “*Plug and Play*” [1] con el fin de acortar tiempos para el inicio de la producción.

Por otra parte, las empresas tienen la imperiosa necesidad de estar conectadas de manera permanente y en cualquier parte a Internet, a redes corporativas de trabajo e intranets independientemente de su ubicación en el mundo.

Por todo ello creo necesario presentar una panorámica que nos ayude a ver los desafíos que plantea el diseñar red telemática integral capaz de dar servicios de telecomunicación en sitios remotos del mundo.

### 1.2 Objetivos del Proyecto

El objetivo principal de este proyecto es presentar el diseño de una red telemática especialmente en términos de cableado estructurado, dimensionado de la red y del estudio de los servicios que se van a proveer por medio de dicha red. Además se presentara una red básica de radio enlaces como complemento de telecomunicación con las estaciones que puedan existir alrededor.

Una vez diseñada la red se propondrá el equipamiento hardware y proveedores de servicio que mejor rendimiento aporten a la red.

## 1.3 Estructura de la memoria

Para facilitar la lectura de la memoria, a continuación se incluye un breve resumen de cada capítulo.

**Capítulo 1: Introducción y Objetivos:** En este capítulo describimos lo que pretendemos realizar en este proyecto fin de carrera. La motivación que nos ha llevado a realizarlo y los objetivos que perseguimos a lo largo del mismo, así como los medios utilizados para su consecución.

**Capítulo 2: Presentación del Caso:** Lo que realizamos en este capítulo es una descripción detallada del escenario y sus características sobre las que trabajaremos. Se desglosarán también de manera general las necesidades telemáticas de las instalaciones y la infraestructura pre instalada.

**Capítulo 3: Requerimientos Telemáticos:** El fin principal de este capítulo es el estudio de los requerimientos de anchos de banda de los usuarios, velocidades medias y máximas por usuarios simultáneos, frecuencias y tolerancia a fallos para los siguientes servicios: Internet, Intranet, Telefonía, Televisión y Radio Enlaces.

**Capítulo 4: Cableado Estructurado:** Este capítulo recoge el diseño del cableado estructurado para los edificios que componen el campamento, además de la red de fibra óptica troncal.

**Capítulo 5: Proveedores de Servicios:** Aquí exponemos una breve descripción de los posibles proveedores de servicios basándonos las necesidades y requerimientos telemáticos del campamento además de ciertos criterios técnicos. También se presenta una solución completa del equipamiento hardware compatible a las características físicas de la red y sus requerimientos de conectividad analizados.

**Anexos:** En el último apartado de este trabajo se incluye información técnica suficiente sobre equipamiento, proveedores de servicio, herramientas utilizadas, y un diagrama de Gantt donde se refleja el desarrollo en el tiempo de las tareas descritas para la realización de este trabajo.

Como ultimo anexo se incluyen todas las referencias usadas en este trabajo.

## **Parte II**

### **Presentación del Caso**

# Capítulo 2

## Presentación del Caso

### 2.1 Descripción general

El objetivo principal de este trabajo de final de carrera es el de desarrollar un proyecto de integración de redes telemáticas que solucione la problemática que puede presentar “un campamento petrolífero” en términos de telecomunicaciones. Dicho campamento será un modelo típico de lo que normalmente se requiere para este tipo de instalaciones, será totalmente adaptable a cualquier lugar del mundo y albergará alrededor de 400 trabajadores de los cuales aproximadamente un 15% necesitara de alojamiento dentro del campamento. El resto de trabajadores será personal local para oficina, personal local para labores técnicas y personal local para servicios del campus.

A continuación se detallan las ocho diferentes tipos de construcciones que requieren conectividad por medio de cableado estructurado y que en conjunto forman las instalaciones del campamento.

#### 2.1.1 Campamento:

El campus general compuesto por ocho diferentes edificaciones que están conectados entre si por una extensa red de ductos. Todos los edificios han sido construidos de manera que disponen de pre canalizaciones de cableado estructurado.



Figura 1. Plano General

### 2.1.2 Data Center:

El edificio mas importante del campamento en términos de telecomunicaciones es el data center ubicado de manera central en el campus.

Dispone de al menos dos accesos a la red de ductos, suelo técnico y triple instalación de bandejas de cableado para corriente eléctrica, fibra óptica y cable de datos a lo largo del corredor donde se ubicaran los armarios de cableado.

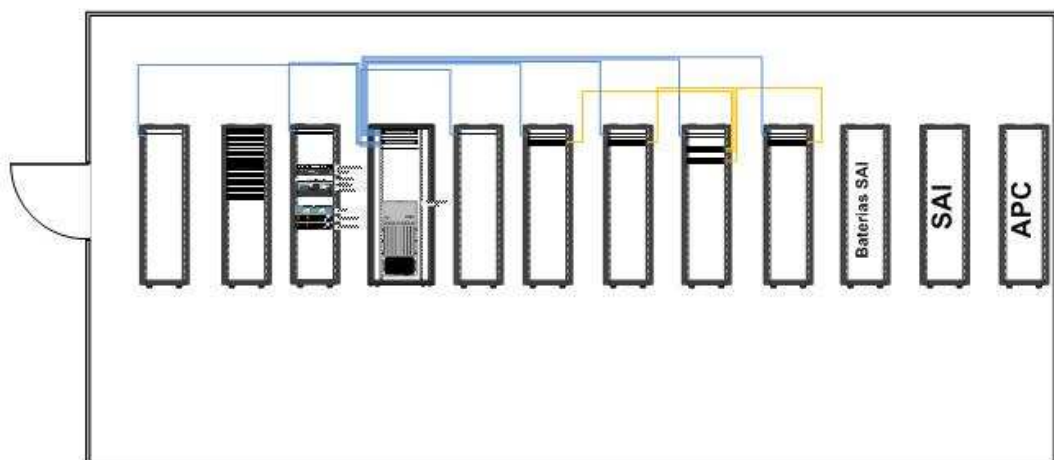


Figura 2. Data Center



### 2.1.3 Oficina tipo 1:

La oficina tipo 1 es la principal construcción de oficinas del campamento existiendo tres en total. Dispone de dos plantas y alberga a sesenta y cuatro trabajadores distribuidos en dieciséis islas con cuatro estaciones de trabajo cada una, nueve en el piso superior y siete en la planta baja, además dispone de una sala de reuniones.

Las capacidades pre instaladas para cableado estructurado son una amplia canalización periférica y acceso al sistema de canalización central del campus.

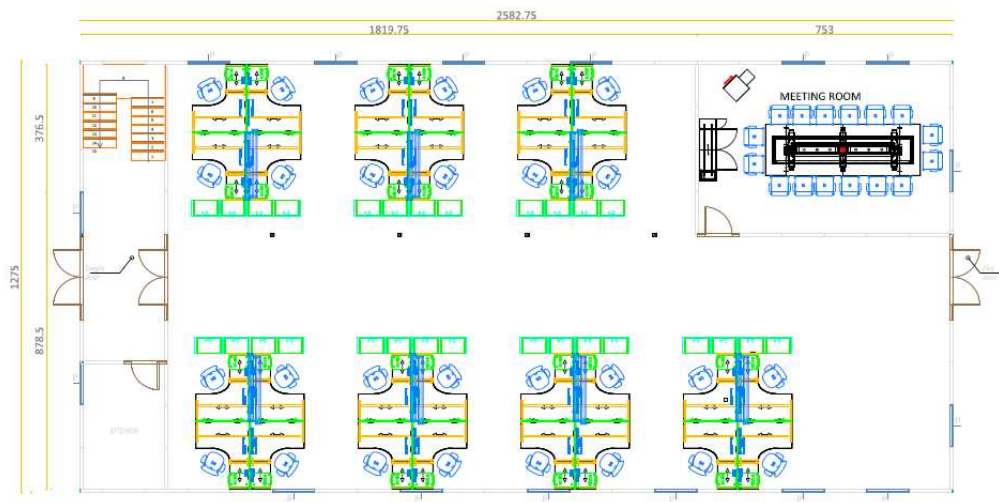


Figura 3. Oficina tipo 1 planta baja

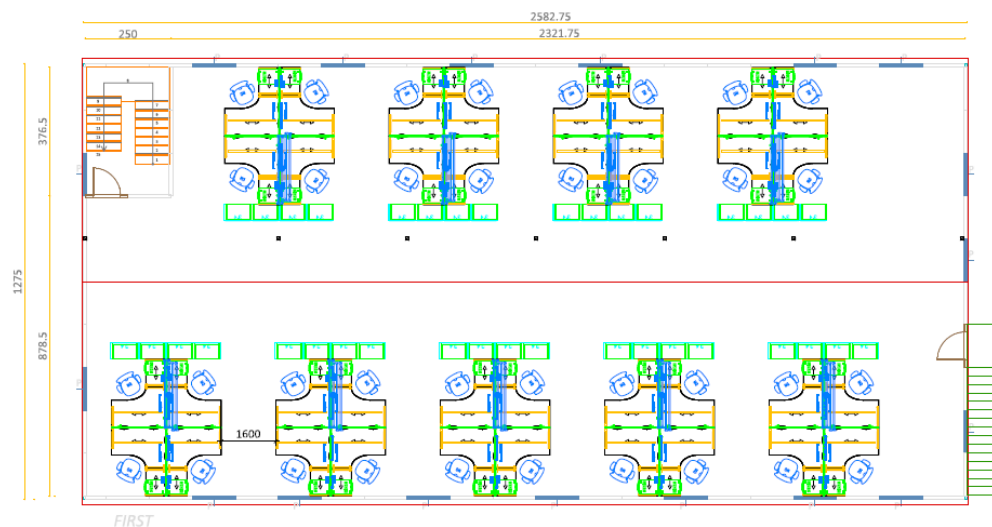


Figura 4. Oficina tipo 1 planta Superior

#### 2.1.4 Oficina tipo 2:

Este tipo de construcción se ha destinado para la oficina de recepción y seguridad del campus. En el campus encontraremos dos de ellas que albergaran de cuatro a ocho trabajadores y están localizadas en la entrada principal.

Al igual que las oficinas tipo 1 estos edificios disponen de pre canalización para cableado estructurado y acceso a la red troncal de ductos.

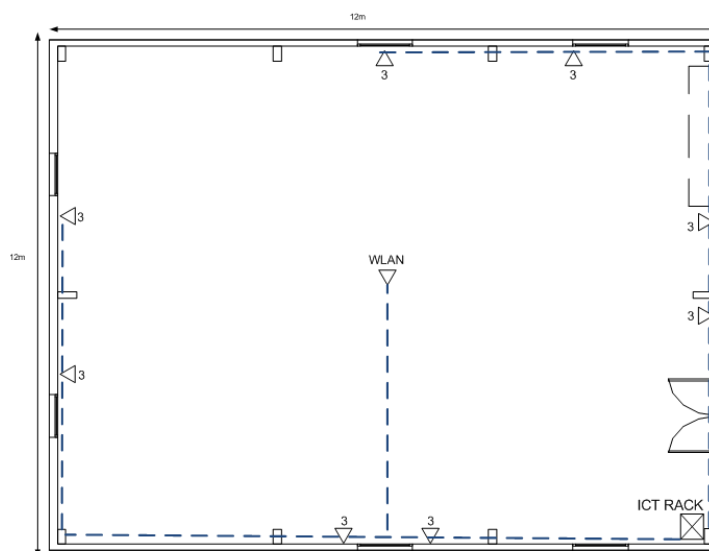


Figura 5. Oficina tipo 2

#### 2.1.5 Almacén

El campus dispone de dos edificios dedicados a diferentes funciones de almacén / mantenimiento, que podrán albergar de dos a cinco puestos de trabajo.

Igual que las demás instalaciones este tipo de edificación dispone de canalización pre instalada para cableado estructurado y acceso al sistema de canalización central del campus.

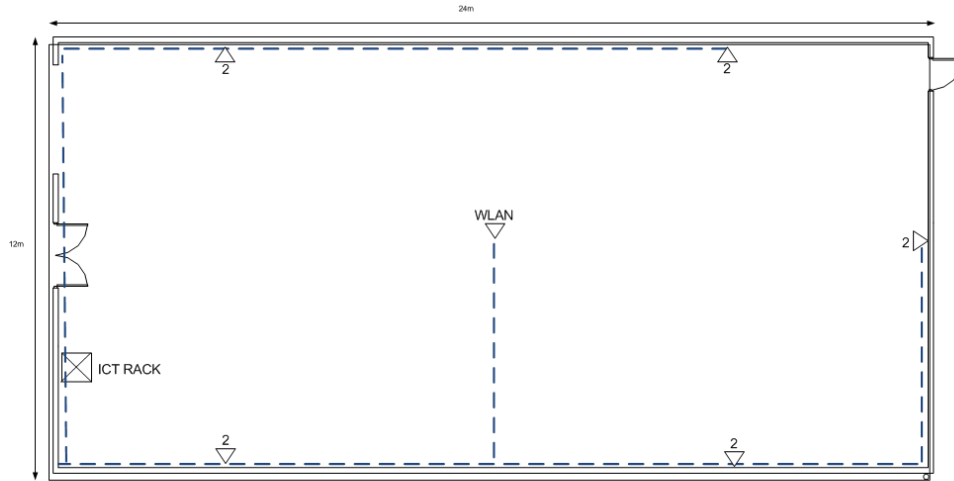


Figura 6. Almacén

### 2.1.6 Clínica

Para cubrir las necesidades de primeros auxilios, este campus ha sido dotado de un edificio dedicado a servicios clínicos básicos.

Estas instalaciones disponen de acceso a la red troncal de ductos y canalizaciones para cableado estructurado. El edificio albergará un mínimo de tres trabajadores y un máximo de cinco.

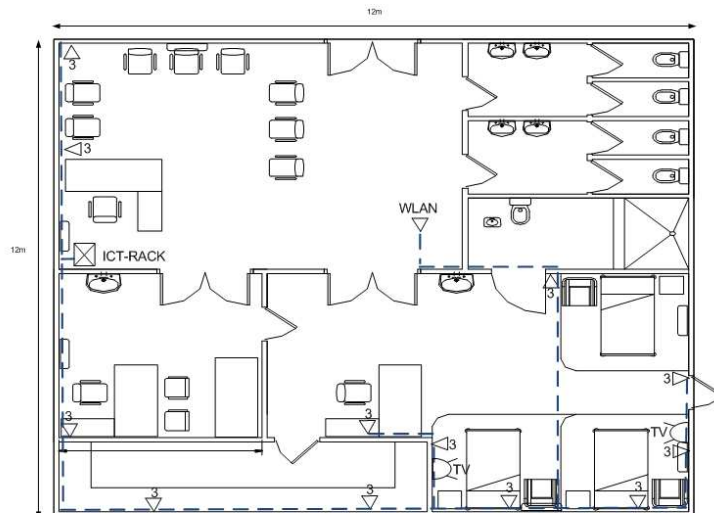


Figura 7. Clínica

### 2.1.7 Comedor

Las instalaciones de comedor han sido diseñadas para servir a más de 100 personas cada 30 minutos. Dispone de una pequeña oficina administrativa para una o dos personas, además se ha pensado que eventualmente se puedan realizar ciertos eventos de campus.

El edificio cuenta con la canalización de cableado estructurado interior y exterior.

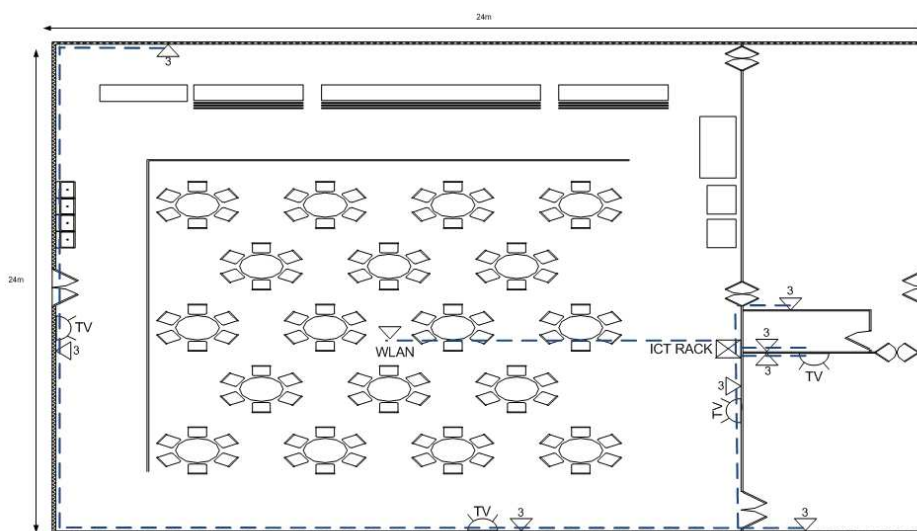


Figura 8. Comedor

### 2.1.8 Dormitorios

Un total de veinte y cuatro unidades triples, donde cada una de ellas reúne a tres habitaciones individuales. Es decir que el campamento posee una capacidad para setenta y dos huéspedes.

Cada dormitorio tendrá una pequeña área de estudio/trabajo con conectividad a la red por medio de pre canalización de cableado horizontal y troncal.

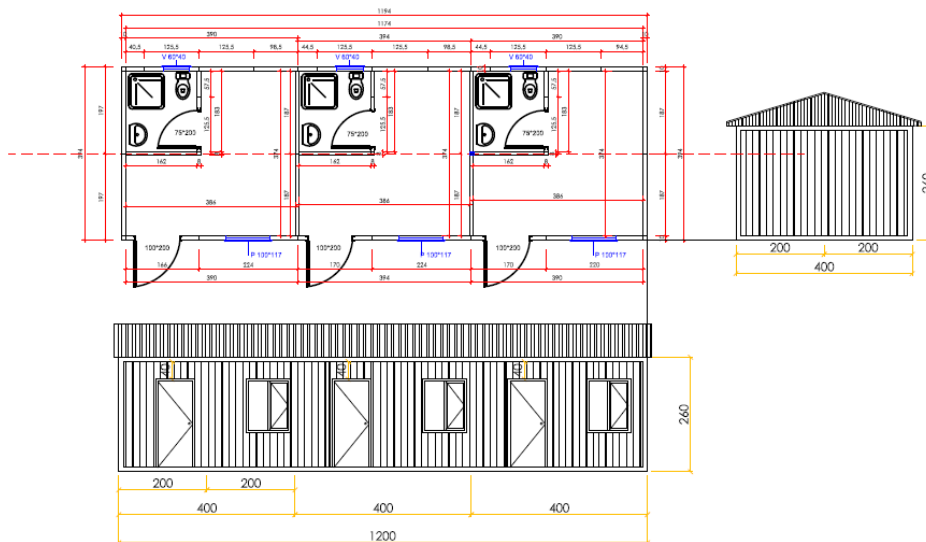


Figura 9. Dormitorios

### 2.1.9 Lavandería

El campamento dispone de un edificio dedicado a los servicios de lavandería el mismo que dispone de una pequeña oficina administrativa para una o dos personas.

El edificio cuenta con la canalización de cableado estructurado interior y exterior.

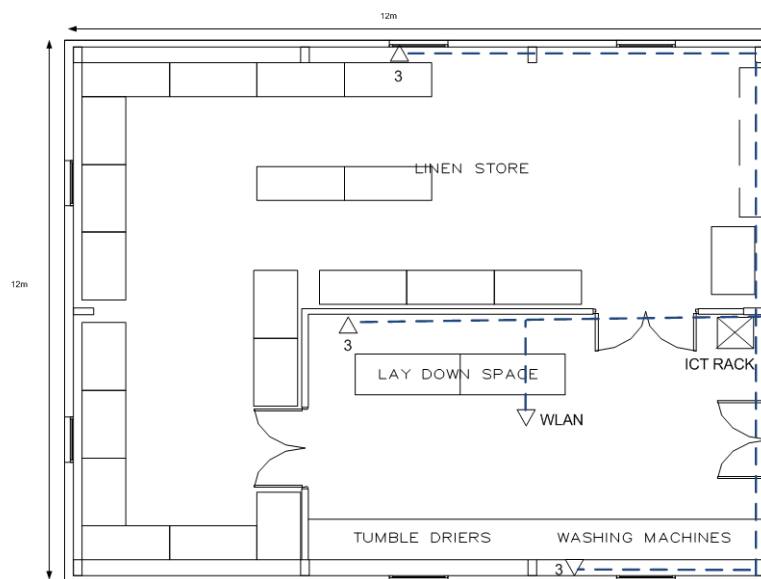


Figura 10. Lavandería

## **Parte III**

### **Requerimientos Telemáticos**

# Capítulo 3

## Requerimientos Telemáticos

### 3.1 Servicios

Varios sub objetivos tendrán que ser exitosamente alcanzados para hacer posible las comunicaciones telemáticas en instalaciones de campus.

Primeramente el diseño de una red LAN adaptada a los requerimientos particulares de cada uno de los diferentes edificios que componen el campamento, así como también la distribución del cableado de fibra óptica que actuara como red troncal.

Sobre esta capa física se darán varios servicios tales como telefonía, acceso a intranet / internet y televisión. En este trabajo se presenta una solución que abastece estos servicios acorde a las necesidades del personal de dicho campamento y previendo una posible escalabilidad.

También se presenta una breve solución de enlace por radio frecuencia cubriendo así todas las necesidades que un campamento petrolífero tipo “cuartel general” utiliza para conectar con las estaciones de extracción y bombeo.

Para la elaboración de este trabajo se ha llevado a cabo un completo análisis técnico de los servicios telemáticos que el cliente requiere en las nuevas instalaciones que ocupara. En dicho análisis ha primado las siguientes asunciones:

- Adaptabilidad a los sistemas corporativos globales existentes de la corporación donde todos sus sistemas han de ser unificados.

- Máximo numero de personal con acceso a internet, intranet o telefonía de manera simultanea = 300

Además siempre se ha considerado la capacidad de crecimiento de los sistemas telemáticos situando como norma un 30% y dejando siempre la opción de escalabilidad abierta a actualizaciones o nuevas versiones de los modelos adoptados.

A continuación se analizan cada uno de los servicios telemáticos que deberán ser instalados en el campus:

## 3.2 Internet

El campamento requiere un servicio óptimo de Internet con conexión permanente a la red, que permita comunicaciones a alta velocidad ofreciendo el máximo rendimiento posible.

La siguiente tabla analiza el consumo de máximo y medio de ancho de banda en caso de que el número máximo de usuarios accedan a internet de manera simultánea.

Tipo \ BW	Consumo Medio Individual	Consumo Máximo Individual	Consumo Medio Campus	Consumo Máximo Campus
Datos	25 Kbps	40 Kbps	938 MB/s	1500 MB/s
VOIP	8 Kbps	20 Kbps	300 MB/s	750 MB/s

Tabla 1. Consumo de BW

Tras el análisis técnico se concluyó que se la demanda media de ancho de banda por segundo del campus sería de 1.2 GB y en el caso de que todos los usuarios demanden el consumo máximo de ancho de banda simultáneamente es de 2.3 GB.



Por lo tanto considerando el peor de los casos y añadiendo un 30% de margen de escalabilidad el ancho de banda a contratar deberá ser tres conexiones simétricas tipo SHDSL de Giga bit Ethernet (1000 Megas). Dichas conexiones además deberán soportar servicios de uso simultáneo y garantizar las siguientes prestaciones.

- Alto índice de navegación Web y mail en internet.
- Alto flujo de descarga de información desde servidores externos.
- Moderado acceso al servidor de correo corporativo.
- Moderado volumen de datos originado por el servicio de call center y las llamadas de voz sobre IP.
- Moderado volumen de visitas simultáneas a servidores locales.
- Bajo a moderado acceso al servidor de televisión sobre IP.
- Peticiones de descarga de datos hacia servidores locales.
- Servicio de conexión de respaldo.

Para la gestión, monitoreo y mantenimiento de la conexión a Internet se requieren además las siguientes herramientas:

- Herramienta de control con protección de usuario y contraseña que permita tener estadísticas de tráfico del enlace a Internet contratado.
- Soporte técnico 24 horas.
- Servicio externo de seguridad en las conexiones.

### 3.3 Internet fuera del Campus

Además para cubrir las necesidades de internet de las estaciones remotas será necesaria la contratación de unidades móviles de acceso a internet satelital.

Tras la evaluación técnica es prácticamente imposible el tender fibra óptica debido a las características del terreno y el impacto medio ambiental que esto supone, por tanto la opción de enrutar voz y datos a través de señal satelital se convierte en la única opción.

### 3.4 Acceso a internet Inalámbrico

Uno de los principales requerimientos de acceso a internet en el campus es por medio de una red inalámbrica. Dicho acceso debe permitir movilidad y conectividad en todo el campus

La evaluación técnica del caso sugiere el utilizar una red de puntos de acceso instalados en el centro del techo de ciertos edificios. A continuación se hace una simulación de la cobertura utilizando el menor número de puntos de acceso.



Figura 11. Cobertura Inalámbrica en Zigzag

Como se puede observar con un modelo de en formato zigzag se obtiene casi un 100% de cobertura en todas las zonas de campus, excepto en el área ajardinada considerada no critica. Para conseguir esta capacidad de cobertura el equipo a utilizar debe tener una potencia suficiente para dar radiar de 15dBm para así obtener un rendimiento en torno a los 22Mbps y una mayor área cubierta como se observa en la siguiente grafica.

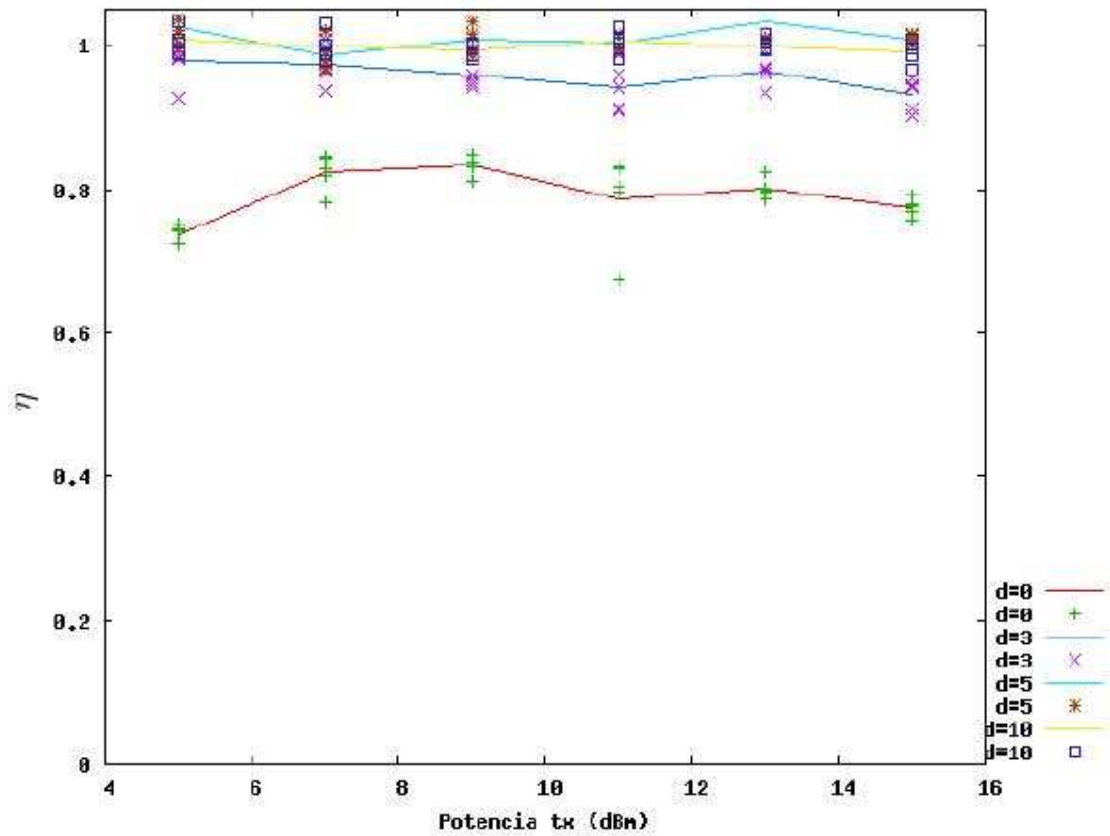


Figura 12. Potencia de radiación Vs. Eficiencia

La configuración adoptada tiene el riesgo de solapamiento de canales por lo tanto el siguiente estudio explica cuales son los canales con menor solapamiento para nuestro escenario.

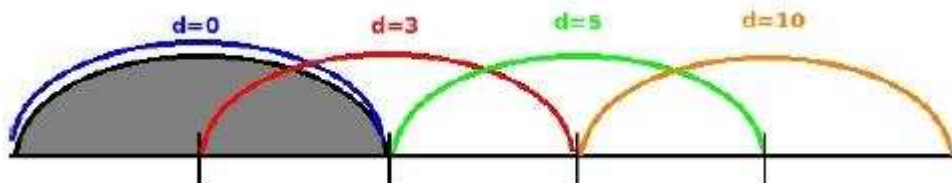


Figura 13. Solapamiento de canales Wifi

Por lo tanto utilizaremos los canales 1, 10, 3 y 5 en el mismo orden, programados secuencialmente en cada punto de acceso del campus.

## 3.5 Intranet

La plataforma de intranet corporativa del cliente debe adaptarse a la estrategia global de la empresa y cumplir con ciertos objetivos específicos.

Por tanto y en coordinación con el cliente se ha definido la infraestructura hardware que se desplegara en el data center del campamento y que soportará el sistema de intranet. El diseño lógico y configuraciones las desarrollara el cliente para adaptarlas a sus estándares y normas internas.

Únicamente se ha definido que la intranet deberá ser diseñada para soportar conexiones Gigabit Ethernet por cada usuario y 10 Gigabit Ethernet para conexiones trocales entre switches.

## 3.6 Telefonía

Al igual que los demás servicios la red telefónica deberá integrarse en una red corporativa mayor, por lo tanto el modelo óptimo a desplegar deberá basarse en la tecnología de telefonía sobre IP. Dicha tecnología tiene características que se adaptan perfectamente a modelos VOIP globales siendo eficaz y económico pero sobre todo cubre sobradamente los requerimientos del campus.

La integración de los servicios de voz en la red de datos permitiría no solo ahorrar costos y recursos logísticos si no desplegar un modelo que permita movilidad como por ejemplo la integración de software para trasladar las extensiones hacia el portátil del usuario allí donde disponga de conexión a internet.

### 3.7 Televisión

Los servicios de televisión que se deben proveer al campamento no son considerados servicios críticos por parte del cliente. Lo que exige una solución económica, eficaz y con posibilidad de adaptación a la red de datos.

Tras la evaluación técnica de las posibles soluciones se ha concluido que un sistema de televisión sobre IP cubre sobradamente las necesidades de manera eficaz y sin mayor despliegue de medios integrándose en la red de datos y evitando un cableado extra o la instalación de proveedores satelitales.

En la siguiente tabla se puede observar el mínimo impacto que genera IPTV sobre el ancho de banda de internet disponible en el campus.

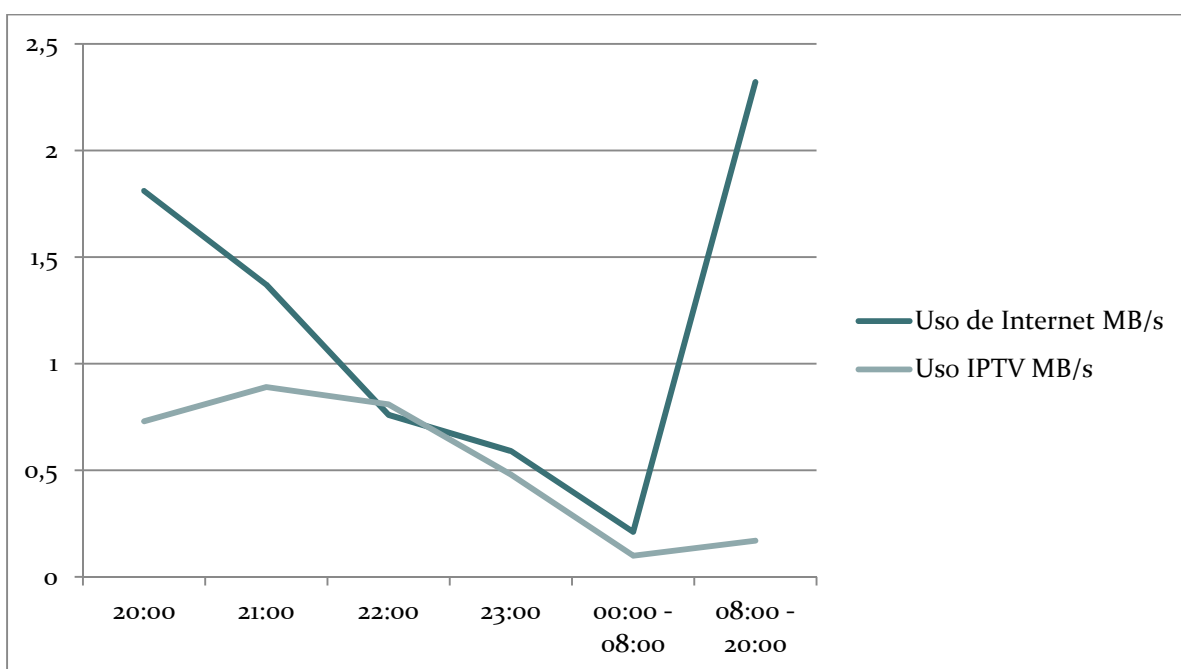


Figura 14. Uso de BW de IPTV vs, Consumo general de datos

En conclusión se observa que el consumo ancho de banda que genera IPTV se produce en los momentos del día en los que el consumo de ancho de banda de Datos y Voz combinado cae, es decir en completamente compatible el

integrar este servicio ya que no influirá negativamente en la cuota de ancho de banda para los servicios críticos de voz y datos.

## 3.8 Radio enlaces

Para monitorear y llevar el control de las estaciones de extracción y bombeo que suponemos 4, se realizará desde el campamento general utilizando radio enlaces.

Para dimensionar dicha red de una manera sencilla y eficiente se toma en cuenta los siguientes parámetros especificados por el cliente:

- El ancho de banda medio y máximo de acceso a la intranet en cada estación es 100 Mbps y 130 Mbps respectivamente.
- Los datos topológicos y técnicos indican que el terreno es de carácter plano con desniveles de hasta 10 metros.
- No se identifican posibles obstáculos en los azimuts y derroteros de las antenas.

Por lo tanto con los parámetros proporcionados la topología mas indicada para la red de radioenlaces es tipo estrella, la misma que puede convertirse a una topología tipo malla si la expansión de la red lo requiere en un futuro. En resumen la red de radio enlaces tendrá las siguientes características:

- El enlace principal será una torre de telecomunicación de al menos 45 metros de alto equipada con 4 antenas direccionales orientadas a las 4 estaciones.
- Cada estación dispondrá de una torre de comunicaciones de 30 metros de alto y una antena direccional.
- La frecuencia de radio enlace es de 10 GHz a una velocidad de transmisión de datos de 150 Mbps

- La tecnología de los equipos de radio enlace serán “RF to Ethernet” que convertirán los datos recibidos por radiofrecuencia directamente al Ethernet simplificando la convergencia de las dos tecnologías.

A continuación se muestra un diagrama lógico donde se explica la topología utilizada.

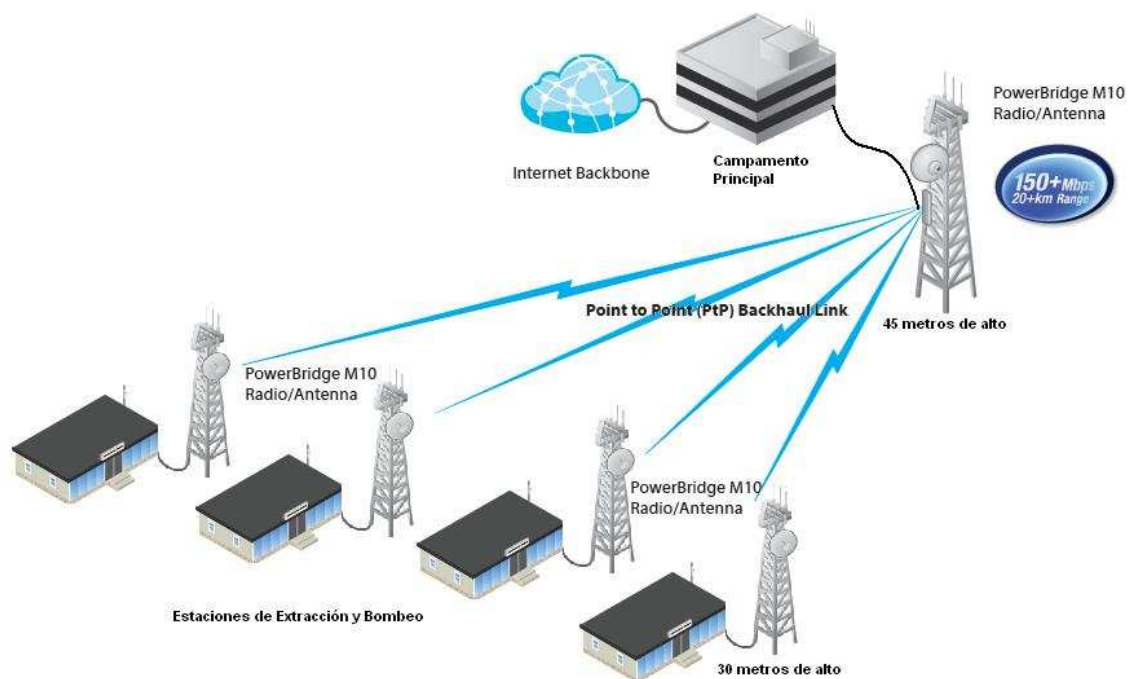


Figura 15. Topología de radioenlaces

## **Parte IV**

### **Cableado Estructurado**



# Capítulo 4

## Cableado Estructurado

### 4.1 Edificios

De acuerdo con la documentación y los planos proporcionados del campamento general se han identificado ocho diferentes estructuras construidas que deberán disponer de un sistema de cableado estructurado.

A continuación se especifican las diferentes estructuras sujetas a estudio.

- Data Center
- Dormitorios de 3 habitaciones
- Almacén
- Oficinas generales tipo 1
- Oficinas generales tipo 2
- Clínica
- Comedor
- Lavandería

### 4.2 Aspectos Técnicos

Los principales aspectos técnicos a tomar en cuenta son el tipo de construcción utilizada las cuales definirán el tipo de cable y la topología física de la nueva red.

Las características de las edificaciones existentes son de tipo prefabricado basado en estructuras de acero galvanizado con paredes y techos de placas de

yeso, sobre una plataforma de concreto. Este modelo de construcción ha sido utilizado en todas las edificaciones del campus.

Todos los edificios posee una completa red de canalizaciones para cableado estructurado distribuidas periféricamente con suficiente capacidad para los tendidos de cable de datos.

Por tanto la tecnología de transmisión de datos a utilizar es Ethernet sobre cable de categoría 6 UTP terminados en un armario de comunicaciones acorde a la dimensión de cada emplazamiento.

Todos los enlaces se han de realizar bajo normas internacionales de telecomunicaciones, así mismo el material a utilizar deberá ser homologado y certificado por la industria siempre siguiendo los estándares exigidos por el cliente.

### 4.3 Diseño topológico

La topología física para el cableado de cobre en cada edificio será tipo estrella que se concentrara en un único armario de comunicaciones.

Para todos los edificios excepto los dormitorios dichos armarios distribuidores de edificio estarán conectados vía cable de fibra óptica mono modo de 24 hilos a el único data center del campus.

En el caso de los dormitorios se ha optado por una topología de estrella extendida para ahorrar costes en los equipos activos de red. Simplemente se ha escogido 6 de los 24 edificios como puntos de distribución o concentradores, estos edificios estarán conectados directamente al data center vía cable de fibra óptica mono modo de 24 hilos y hacia dormitorios cercanos (3 o 4) mediante cable de fibra óptica mono modo de 6 hilos.

## 4.4 Red Troncal de Fibra

La infraestructura de red del campus se basa en una robusta red de fibra óptica, que soportará una gran cantidad de tráfico de datos.

En el diseño se intenta garantizar una redundancia suficiente para escalabilidad de la red y futuras expansiones.

A continuación se muestra el diagrama lógico de la topología del cableado físico.

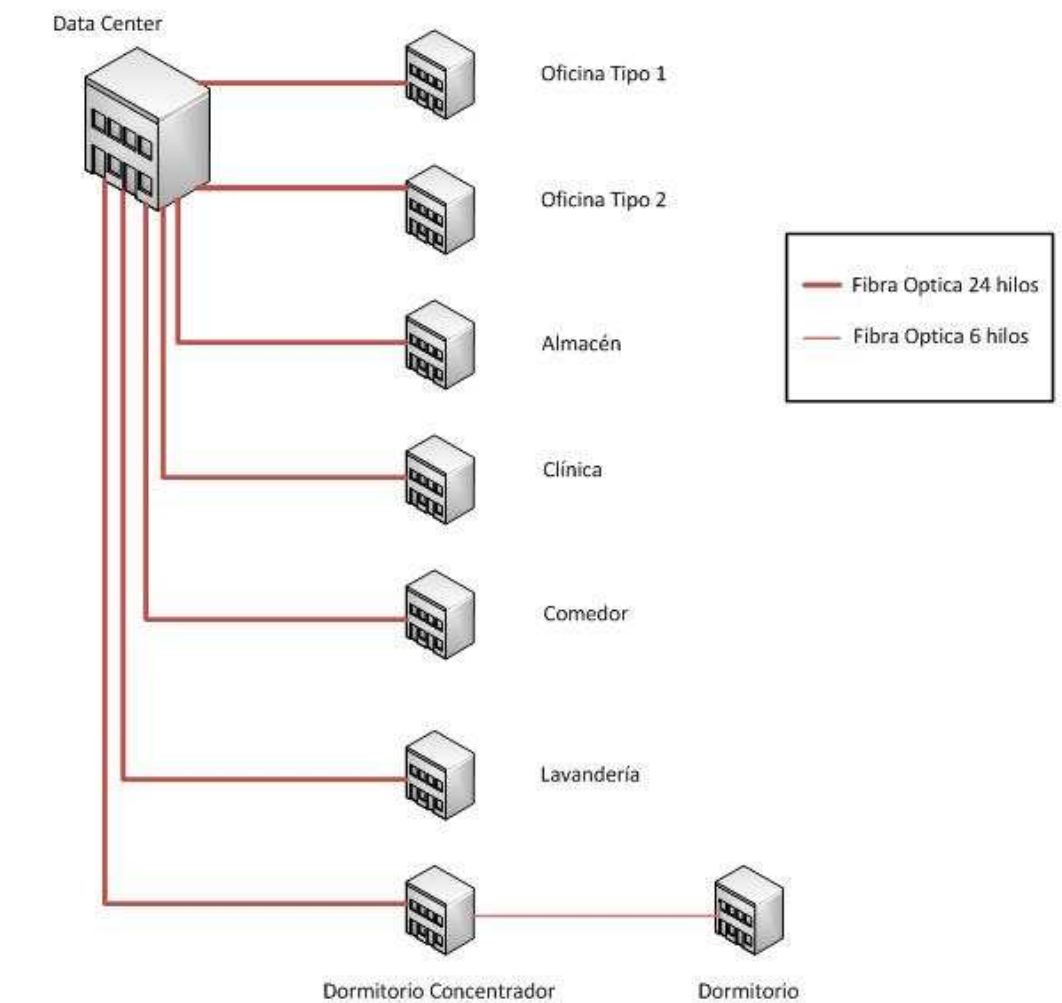


Figura 16. Diagrama lógico del cableado del campus

La distribución de fibra alrededor del campus se ha realizado a través del sistema de canalizaciones subterráneas lo que obliga a considerar los siguientes aspectos técnicos:

- Características del cable de Fibra Óptica:
  - Protección anti roedores
  - Protección rayos UV
  - Cable de construcción metálica armada
  - Cable con protección de fibras tipo “loose tube”
  
- Todos los registros de cableado estructurado estarán conectados entre si y serán construidos con 2 ductos de PVC. En las cercanías al Data Center el número de ductos se eleva a 4 para suplir la cantidad de cable que entra al Data Center.
  
- Se han situado registros cada 50 metros en la totalidad de la cuadrícula imaginaria a lo largo y ancho de las instalaciones del campus.
  
- En vista de la alta densidad de fibra óptica utilizada en el campus la opción escogida para las terminaciones en los paneles es el conector dúplex tipo LC.
  
- Todas las terminaciones del cableado de fibra serán fusionadas con “pigtail” de conector tipo LC ordenadas según el estándar de colores tipo T.
  
- El panel a utilizar será deslizante de 1 U con adaptadores LC Duplex y bobina de recogimiento....

## 4.5 Armarios de distribución

Todos los armarios repartidores de cableado estructurado deberán seguir los siguientes criterios de terminado y distribución de los elementos pasivos con el fin de conseguir una estandarización de los elementos pasivos.

A continuación se muestran todos los escenarios posibles:

- Armario Oficinas tipo 1

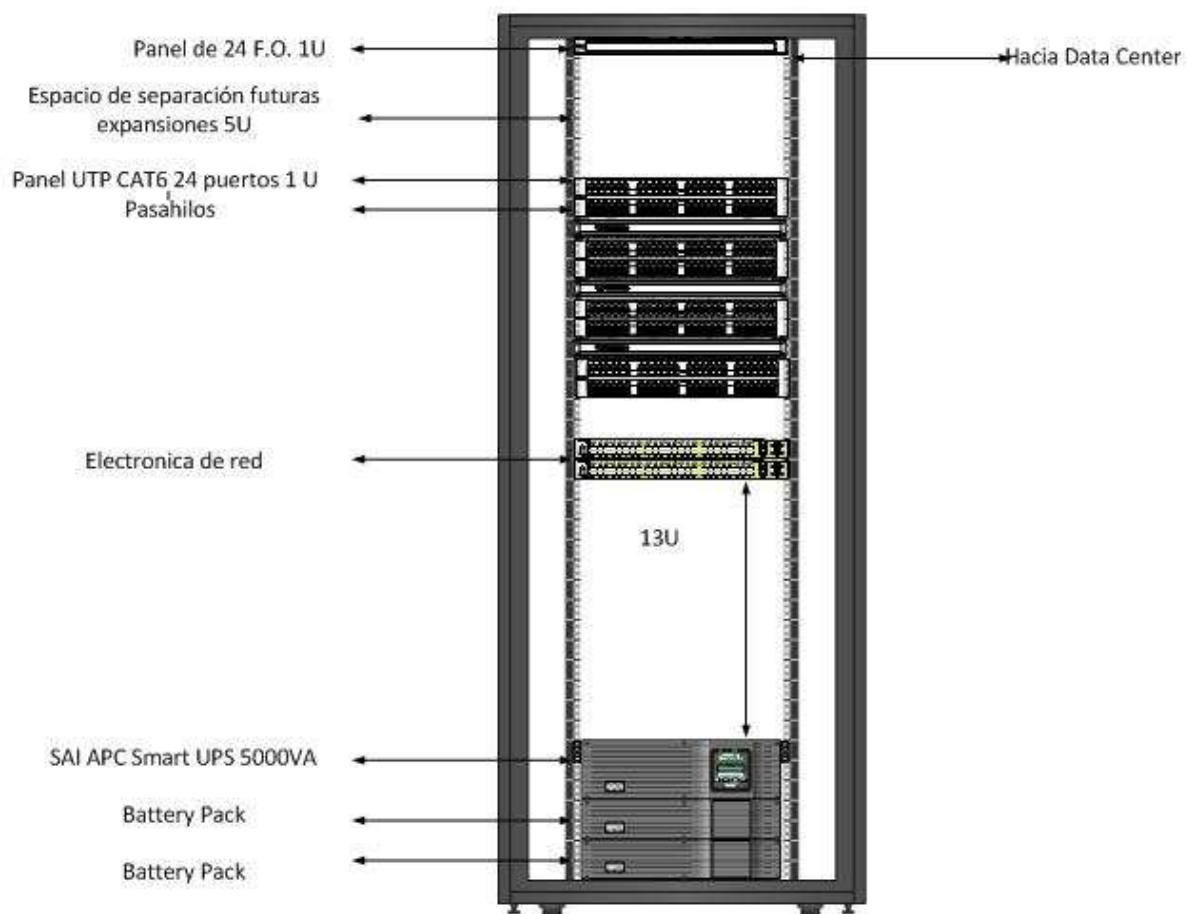


Figura 17. Armario Oficinas tipo1

- Armario Edificios Oficina tipo 2, Almacén, Clínica, Comedor, Lavandería

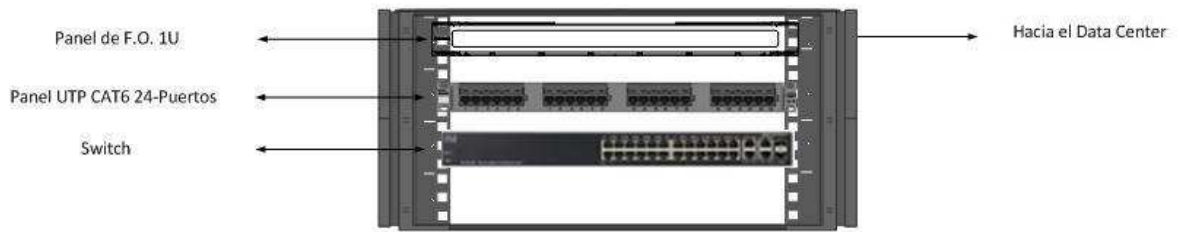


Figura 18. Armario Edificios Pequeños

- Armarios Dormitorios Concentradores



Figura 19. Armario Dormitorio Concentradores

- Armarios Dormitorios

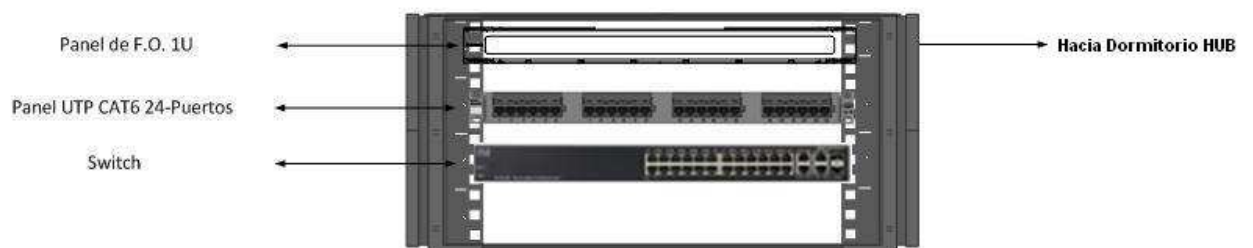


Figura 20. Armario Dormitorio

## 4.6 Data Center

El punto neurálgico de la red del campus es el data center localizado prácticamente en el centro del campus comunicándolo con cada edificio mediante una red de canalizaciones subterráneas dedicadas exclusivamente para cableado de datos.

El diseño interior del data center adopta avanzadas tecnologías y eficientes normas para cumplir eficientemente su función.

A continuación se detallan las características técnicas:

- Suelo técnico de 50 cm de alto
- Suelo anti estático y anti deslizante
- Capacidad de Refrigeración de 130%
- Cableado interno CAT 6 y Fibra óptica mono modo
- Sistema anti incendio
- Doble puerta de acceso restringido
- Cámaras de vigilancia
- Sistema de monitoreo (humedad, temperatura, consumo eléctrico)
- SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida)

#### 4.6.1 Armarios de data center

Se han considerado los siguientes tipos de armarios de datos dentro del data center.

- Concentrador de Campus:
  - Armario donde terminaran todos los enlaces de fibra óptica que provienen de cada uno de los edificios.
- Servidores:
  - Armario de Aplicaciones
  - Armario de Televisión IP
  - Armario de telefonía IP
- SAI:
  - Armario que alberga la unidad controladora de SAI

- Armario banco de baterías
- Electrónica de red:
  - Switch de fibra óptica
  - Switch de cobre
- Monitoreo y vigilancia:
  - Armario que alberga el sistema de monitoreo y vigilancia del data center
- De Expansión:
  - Armarios aun no ocupados para futuras aplicaciones



## **Parte V**

### **Proveedores de Servicio**

# Capítulo 5

## Proveedores de Servicio

Con el fin de presentar un proyecto “llave en mano” en este capítulo se intenta ofrecer una posible solución en lo que concierne a los proveedores de servicio y equipamiento de hardware necesario para soportar los servicios telemáticos ofrecidos en el campus.

Para elegir los proveedores de servicios se asume que todos los servicios a contratar se han sacado a concurso público con el fin de recibir ofertas competitivas y de esta manera reducir costes.

No es parte de este trabajo un análisis de profundo de presupuestos. Tan solo se desarrollará un análisis desde el punto de vista técnico.

### 5.1 Evaluación de Ofertas

La evaluación de las ofertas recibidas se realizará mediante un análisis técnico y calificación de parámetros mediante pesos en todos los factores que el proveedor de servicios presenta en su oferta.

De esta manera el resultado será lo más imparcial posible hacia el proveedor y lo más cercano a lo que el cliente de las instalaciones requiere.

Los parámetros más importantes para la empresa son:

- Presupuesto
- Oferta de marcas y materiales solicitados
- Aspectos de calidad

- Aspectos Logísticos
- Plan de riesgos laborales

A continuación se detalla los parámetros a evaluar y los pesos asignados a cada uno.

Criterio de Pesos (Distribución de 15 puntos)	Parámetro	Sub-Parámetro	Puntaje	Valor Final
5	Presupuesto	Valor	(Calificación de 0 a 10)	(5XPuntaje)
5	Entrega y Puesta en marcha	Plan de trabajo y plazos	(Calificación de 0 a 10)	(5XPuntaje)
		Fecha de Inicio	(Numero de días entre fecha de inicio y fecha solicitada)	(-)(5-Puntaje)
		Entrega anticipada	(Numero de días de entrega anticipada)	(5XPuntaje)
3	Material	Material Preferido Marcas solicitadas	(Calificación de 0 a 10)	(3X2XPuntaje)
		Material Alternativo Marcas	(Calificación de 0 a 10)	(3/2X(Puntaje))
2	Otros Parámetros	Aspectos Técnicos y de Calidad (Conocimiento Técnico, Logística y Equipamiento del contratista, etc.)	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)
		Familiaridad del contratista con la industria y la empresa. (Experiencia previa)	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)
		Nivel de Sub – contratación	(Porcentaje Valor de 0 a 100)	(-)(2X(Puntaje/10))
		Plan de Seguridad y prevención de riesgos	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)

Tabla 2. Tabla de evaluación de Propuestas de Proveedor de Servicios

Como se observa el valor del peso asignado es mayor en función de la importancia que se le otorga a cada parámetro influyendo en el puntaje final.

Así por ejemplo se obtiene que la entrega anticipada es un parámetro más importante para la empresa que el nivel de subcontratación.

## 5.2 Oferta Alternativa de Proveedores

Tras las supuestas ofertas recibidas y su evaluación técnica y financieramente se ha optado por contratar las siguientes empresas:

### 5.2.1 ISP

Dependiendo de la zona geográfica donde se ubique el campamento tendremos diferentes opciones de proveedor de servicios, sin embargo en nuestro caso hemos escogido una solución global que independientemente de la ubicación podremos disponer de acceso a internet tipo E1 vía cable de fibra óptica.

La empresa de comunicación *Hermes* ofrece el servicio de conexión de fibra óptica en prácticamente cualquier lugar del mundo encargándose de hacer los enlaces necesarios con los proveedores locales y autoridades pertinentes.

En resumen *Hermes* proveerá de tres accesos E1 SHDSL de 1000 Megas como se había establecido anteriormente en el análisis de requerimientos telemáticos.

### 5.2.2 VSAT

Según los análisis previamente realizados de los requerimientos de conectividad a internet en las estaciones de extracción y bombeo

es necesaria la contratación de unidades de acceso satelitales tipo VSAT.

De igual manera la empresa comunicación *Hermes* ofrece también el servicio de conexión satelital a internet para voz y datos en cualquier lugar del mundo.

Al igual que con las conexiones E1 de fibra óptica esta empresa se compromete a desplegar el equipamiento necesario además de encargarse de la gestión de todos los permisos y licencia pertinentes.

De esta manera condensamos en un solo proveedor todas las conexiones a internet en una sola empresa que ofrece suficiente redundancia para garantizar los servicios mínimos en caso de crisis.

En resumen la empresa *Hermes* proveerá de cuatro accesos satelitales VSAT fijos en cada una de las estaciones remotas.

### 5.2.3 IPTV

De acuerdo con el análisis de requerimientos telemáticos es necesario que el servicio de televisión sobre IP sea adaptable a las necesidades del cliente y además que el consumo de recursos de red sea bajo.

El sistema de distribución de televisión de Exterity - Avedia distribuido mediante la red de datos permite la flexibilidad de escoger cualquier servicio de cobertura satelital. Tras la evaluación técnica, la oferta de Exterity ha sido escogida para proveer todos los servicios de Televisión incluyendo la cobertura satelital de ASTRA que ofrece gran variedad de canales en diferentes idiomas.

Se ha escogido el satélite Astra con ubicación orbital 19.2° E ya que ofrece 509 canales en abierto en varios idiomas y con oferta muy variada. La empresa Exterity se encargara de direccionar la antena

que instalará en el campamento al satélite seleccionado y gestionara los permisos y suscripciones pertinentes para garantizar un servicio de televisión satelital distribuido por la red de datos.

Además como parte de la oferta proveerá también 80 televisores y cajas receptoras con la funcionalidad “Hospitality”. Dicha funcionalidad permitirá enviar mensajes masivos a los usuarios por medio del sistema de televisión ya sea de manera instantánea o al encender el televisor.

### 5.3 Equipos

El concepto de proyecto “llave en mano” conlleva el ofrecer también un equipamiento de hardware mínimo necesario para soportar los servicios telemáticos básicos ofrecidos en este trabajo.

De igual manera que con los proveedores de servicios, se asume que todas las solicitudes de equipamiento hardware han sido puestas en concurso público.

Así mismo la evaluación de las ofertas recibidas se realizará mediante un análisis técnico y calificación de las prestaciones de los equipos presentados utilizando el sistema de pesos, haciendo que el resultado sea lo mas favorecedor a los requerimientos del campus.

Los parámetros más importantes para la empresa son:

- Presupuesto
- Oferta de marcas y modelos solicitados
- Aspectos de calidad
- Aspectos soporte técnico post venta
- Escalabilidad de los productos
- Licencias
- Compatibilidad con de los sistemas

A continuación se detalla mediante una tabla de evaluación los parámetros a calificar y los pesos asignados a cada uno.

<b>Criterio de Pesos (Distribución de 15 puntos)</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Sub-Parámetro</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Valor Final</b>
5	Presupuesto	Valor	(Calificación de 0 a 10)	(5XPuntaje)
5	Prestaciones	Características Técnicas	(Calificación de 0 a 10)	(5XPuntaje)
		Compatibilidad con los sistemas existentes	(Calificación de 0 a 10)	(5-Puntaje)
		Escalabilidad y capacidad de actualización	(Calificación de 0 a 10)	(5XPuntaje)
3	Servicio Post Venta	Soporte Técnico	(Calificación de 0 a 10)	(3XPuntaje)
		Licencias	(Calificación de 0 a 10)	(3XPuntaje)
2	Otros Parámetros	Marcas y modelos Preferidos	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)
		Calidad del Producto	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)
		Facilidad de uso y despliegue	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)
		Tiempo de Entrega	(Calificación de 0 a 10)	(2XPuntaje)

Tabla 3. Tabla de evaluación de Propuestas

La lista de equipamiento hardware que mejor se adapta a los servicios que se desean proveer en el campus es la siguiente:

### 5.3.1 Servidores

La solución comercial que mejor se adaptan a los requerimientos de hardware es DELL que además ofrece un completo y muy eficiente servicio de post venta en la zona donde el cliente necesita. Por tanto el equipamiento hardware necesario es el siguiente:

- 2 Servidores DELL PowerEdge R415 Rack Server
  - Correo
- 2 Servidores DELL PowerEdge R410 Rack Server
  - Producción + Pre- Producción
- 2 Servidores DELL PowerEdge R415 Rack Server
  - Directorio
- 2 Servidores DELL PowerEdge R415 Rack Server
  - Soporte IT + Seguridad
- 2 Servidores DELL PowerEdge R415 Rack Server
  - VoIP + IPTV

### 5.3.2 WAN

El diseño WAN requerido por el cliente se basa en dos enlaces tipo E1 conectados a dos routers con tecnología SHDSL.

Por ello hemos optado por la oferta de Cisco que permitirá al campamento tener acceso balanceado y a prueba de fallos ISP. Los modelos escogidos son altamente flexibles y escalables para redes en crecimiento.

- 2 routers Cisco de la serie 2851

### 5.3.3 LAN



Diferentes factores que se han tomado en cuenta a la hora de escoger los equipos de la electrónica de red. Primeramente la red esta basada en una robusta red de fibra óptica, que deberá soportar grandes cargas de datos. Esta red esta diseñada con una topología de estrella extendida con el fin de tener puntos de recolección medios y final.

Por lo tanto para recolectar todos los enlaces de fibra generados se han escogido dos familias de switches:

- Un switch Cisco Nexus 7000
- Cuatro switches Cisco Nexus 5010.

Además de la red de fibra todos los puntos de red CAT6 soportaran los puestos de usuario, impresoras, puntos de acceso etc. para ello tres modelos de switches han sido escogido dependiendo de la cantidad de usuarios.

- Nueve Cisco 4500 para densidades alta de usuarios
- Seis Cisco 3750 para densidades medias de usuario
- Ochenta Cisco 300 para densidades bajas de usuario

En lo concerniente a los puntos de acceso inalámbrico hemos considerado el modelo más alto de gama de la familia Cisco Aironet para garantizar un buen rendimiento de potencia de radiación y fácil configuración del aparato.

- Veinte Cisco Aironet 3600 series

#### 5.3.4 Telefonía IP

La solución comercial que mejor se adapta a las necesidades y al modelo desplegado globalmente por la corporación es Cisco Unified Communications Manager Business Edition 6000, por tanto para dar

servicio al las nuevas instalaciones se requiere el siguiente equipamiento.

- Requerimientos de Hardware:
  - Un servidor de alta densidad Cisco UCS C200 M2
  - Plataforma de soporte para teléfonos de terceros basados en SIP
  - 600 Unidades de Cisco Unified IP Phone 7970G
  - Software “Cius” de Cisco el mismo que traslada la extensión asignada al usuario a su portátil allí donde tenga conexión a internet.

### 5.3.5 Televisión IP

La solución comercial que se adapta perfectamente a las necesidades de la empresa que requiere el campamento es IPTV Exterity y el fabricante Avedia.

Por tanto en este trabajo se ha estudiado varias soluciones y se ha definido el siguiente kit como el mas adecuado para ser desplegado en el campus.

Requerimientos del Hardware:

- 1 IPTV Exterity Avedia Server
- 500 unidades de cajas de decodificación ITPV Exterity
- 1 Antena Satelital Televes 850MM

### 5.3.6 Radio enlace

En cada estación se requiere una torre de telecomunicaciones tipo RDU S7 de 30 metros de alto con antena direccional y equipo RF-Ethernet conectado a la electrónica de la red corporativa.

- Requerimientos de Hardware:
  - 1 Estación torre RDU S1 - 45 Datakat
  - 4 Estaciones torre RDU S7 - 30 Datakat
  - 14 unidades XStream-PKG-E™ Ethernet RF Modem
  - 8 unidades Antena Direccional Rocket Dish M10 Ubiquiti

## **Parte VI**

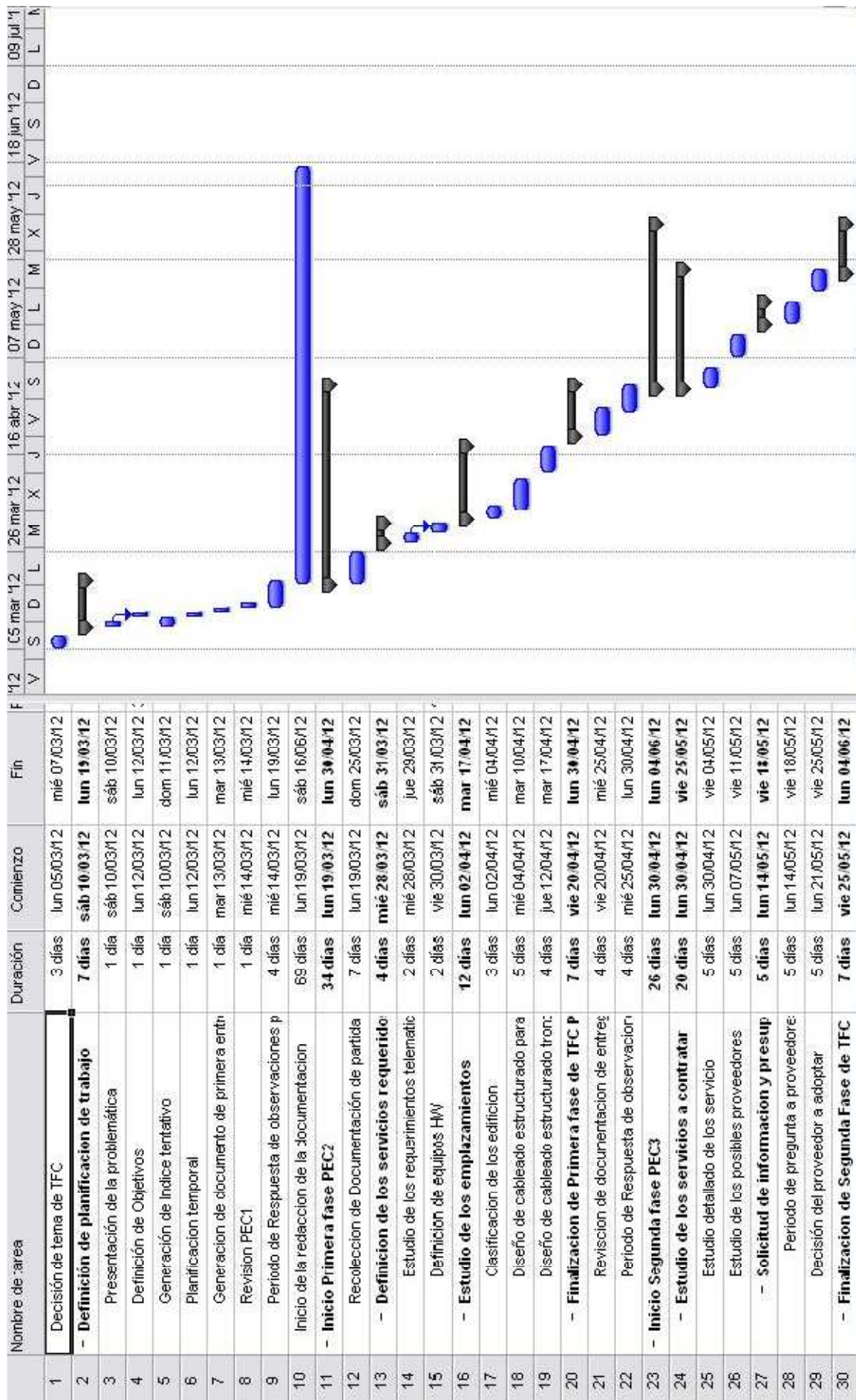
### **Apéndices**

# Apéndice A

## Diagrama de tareas

### A.1 Introducción:

A continuación, presentamos un diagrama de Gantt donde se disponen de manera ordenada extendida en el tiempo los hitos y tareas que se han seguido para la consecución de este trabajo de fin de carrera.



# Apéndice B

## Data sheets

### B.1 Cableado estructurado

- Elementos pasivos (Cobre):



Cable CAT 6



Conector hembra  
RJ45 Cat6



Panel Cat 6-24\_1U



Pasahilos 1U

- Elementos pasivos (Fibra):



Cable FO SM 24



Cable FO SM 6



Fiber Patch Panel 1U



FO LC adaptor



Pig tail SM

- Elementos de Radio Enlace:



Antena  
PowerBridge\_M10



Ethernet-RF-Modem  
Xstream



Torre RDU S1.pdf



Torre RDU S7.pdf

- Elementos de IPTV:



Antena Parabolica  
Televés



Decodificador Avedia



Servidor Avedia



ASTRA Satellite

- Elementos de VOIP:



Telefono Cisco VOIP  
7970



Servido Cisco VOIP  
UCSC200



Software Cisco Cius  
de Movilidad



Servicio de telefonia  
SIP



Software Cisco  
Manager buisnes



- Elementos activos de Red



Cisco Catalyst 3750



Cisco Catalyst 4500



Cisco switch 300



Cisco Nexus 5000



Cisco Nexus 7000  
chasis



Cisco Nexus 7000  
module



Cisco Access Point  
Aironet 3000 series



Cisco Router 2851

- Servidores:



Dell  
PowerEdge\_Portfolio

# Referencias

- "Enterprise Design Guide." *Technical documents Commscope*. Commscope, April 2010. Web. <[http://docs.commscope.com/Public/Enterprise\\_Design\\_Guide.pdf](http://docs.commscope.com/Public/Enterprise_Design_Guide.pdf)>.
- "Coper Solutions." *Brochures Commscope*. Commscope, April 2010. Web. 13 Jun 2012. <[http://www.commscope.com/systimax/eng/support\\_document/brochure/index.html](http://www.commscope.com/systimax/eng/support_document/brochure/index.html)>.
- "Fiber Solutions." *Brochures Commscope*. Commscope, April 2010. Web. 13 Jun 2012. <[http://www.commscope.com/systimax/eng/support\\_document/brochure/index.html](http://www.commscope.com/systimax/eng/support_document/brochure/index.html)>.
- Desconocido, "(ESP) Análisis del ancho de banda (Bandwidth Analysis.) como calcular el consumo de la transmisión." Netromedia, 2010. Web. 13 Jun 2012. <<http://login.netromedia.com/Solutions/view.aspx?id=46da5170-7509-49d8-88cf-d6e4dca03101>>.
- Desconocido, "Radioenlaces." *Teoría de la señal (Radiocomunicación)*. Universidad Politécnica de Madrid, n.d. Web. 13 Jun 2012. <<http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones->

1/radiocomunicacion/contenidos/presentaciones/radioenlaces-07.pdf>.

- "Product Technology and Support." *Cisco Systems*. Área de descargas Cisco, 2012. Web. 13 Jun 2012.  
<<http://www.cisco.com/cisco/web/psa/troubleshoot.html>>.
- Flores Trueba, Miguel Angel. "*Despliegue y experimentación en una red mesh 802.11*". Departamento de Ingeniería Telemática. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, Jul 2010. Print.
- "Servers, Storage and Networking." *Shop for Small & Medium Business*. Dell, 2012. Web. 13 Jun 2012.  
<<http://www.dell.com/us/business/p/enterprise-products?~ck=mn>>.
- "Industrial Solutions." *RDU*. Datakat, 2010. Web. 13 Jun 2012.  
<<http://www.datakat.gr/gr/solutions.php?category=27>>.
- "Antenas." *HTE-7903-790301-790302-790303 ES*. Televes, 2012. Web. 13 Jun 2012.  
<<http://www.televes.com/es/content/hte-7903-790301-790302-790303-es>>.
- "Que es la IPTV?." . Exterity, 2012. Web. 13 Jun 2012.  
<<http://www.exterity.com/morethaniptv/technology.html>>.

- "Tipos de instalaciones de antena parabólica." *Como recibir TV por Satélite*. ASTRA, 2012. Web. 13 Jun 2012. <<http://www.onastra.es/74093/tipos-de-instalaciones>>.
- "Wide Antena Selection." *Knowledge base*. Ubiquity, Jun 2012. Web. 13 Jun 2012. <<http://www.ubnt.com/kb/>>.
- Merino García, Marco Antonio. "Field Data Infrastructure." . BP IT Department, 2012. Web. 13 Jun 2012. <Classified>.

UOC©

JUNIO 2012

<Marco A. Merino García>