



**PROPUESTA DE DISEÑO DE  
TRIANGULACION PTP DE VOZ Y DATOS  
PARA LA EMPRESA MANN-HUMMEL  
FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA  
C.A, MANN-HUMMEL COMERCIAL  
DISTRIBUTION C.A. Y DATA CENTER  
DAYCOHOST.**

**Autor:** Chacin Ennis  
C.I: 26.879.308

Urbanización Yuma II, Calle N° 3. Municipio San Diego.  
Teléfonos: 0241-8714240 (Master) – Fax: 0241-8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE TRIANGULACION PTP DE VOZ Y DATOS  
PARA LA EMPRESA MANN-HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY  
VENEZUELA C.A, MANN-HUMMEL COMERCIAL DISTRIBUTION C.A. Y  
DATA CENTER DAYCOHOST.**

**EMPRESA: MANN-HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA  
C.A**

**Autor:** Chacin Ennis

C.I: 26.879.308


San Diego, Mayo de 2019

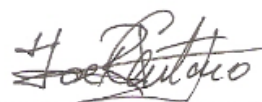


**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE TRIANGULACION PTP DE VOZ Y DATOS  
PARA LA EMPRESA MANN-HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY  
VENEZUELA C.A, MANN-HUMMEL COMERCIAL DISTRIBUTION C.A. Y  
DATA CENTER DAYCO HOST.**

**CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Hugo García

  
\_\_\_\_\_  
Ing. José Centeno

**MANN+**  
**HUMMEL**  
FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA, C.A  
RIF J-000664188

San Diego, Mayo de 2019



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**ACEPTACION DEL TUTOR**

Quien suscribe, José Centeno, portador de la Cédula de Identidad N° 10.738.814, hago constar que he leído el Informe de pasantías presentado por el Ciudadano Ennis J. Chacin R., portador de la cédula de identidad N° 26.879.308, titulado **Propuesta de diseño de triangulación PTP de voz y datos para la empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A, Mann-Hummel Comercial Distribution C.A. y Data center Daycohost**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones, acepta la tutoría del mencionado Proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación; según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes Reglamentos.

En San Diego, En el mes de Mayo del año 2019

Ing. José Centeno.

C.I.: 10.738.814

## **AGRADECIMIENTOS**

Convertirme en Ingeniero en Telecomunicaciones ha sido una de las metas más importantes en mi vida, haber llegado hasta aquí es motivo de agradecerle primeramente a Dios y a mis padres quienes han sido la más grande inspiración, y quienes desde siempre han hecho lo posible para que no me faltara nada, en especial los estudios, un esfuerzo muy grande del que estaré eternamente agradecido, espero poder retribuirle ese esfuerzo con éxitos en mi carrera y lograr que sientan orgullo de este nuevo profesional. De igual forma a mis hermanos por brindarme ayuda en los momentos que necesitaba, por siempre creer en mí y ser además una gran inspiración para seguir adelante en mis estudios.

También es necesario agradecer al profesor y tutor académico José Centeno, por aportar su conocimiento a lo largo de mi carrera y de la elaboración de este informe, con una dedicación a la enseñanza admirable, así como también a mis compañeros en la empresa y tutor empresarial por los conocimientos y experiencias brindadas. Y finalmente a mi familia y las personas que me rodean que me brindaron todo su apoyo a lo largo de la carrera.

## **DEDICATORIA**

Primeramente la realización de este trabajo es dedicada a mis padres porque siempre he sentido su apoyo y han sido promotores de este largo recorrido, a mis hermanos y a toda mi familia quienes de diferentes formas me han ayudado a lo largo de la carrera. a todos y cada uno de ellos dedico este trabajo quienes de igual manera forman parte de este gran logro.

## **INDICE GENERAL**

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
ACEPTACION DEL TUTOR	IV
AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA	VI
INDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE ANEXOS	XII
INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>LA EMPRESA</b>	
1.1 RESEÑA HISTORICA	3
1.2 VISION	4
1.3 POLITICA DE CALIDAD	5
1.4 POLITICA DE SEGURIDAD AMBIENTAL	5
1.5 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>EL PROBLEMA</b>	
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	9
2.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	9
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
2.4 JUSTIFICACION	10
2.5 ALCANCE	10
2.6 LIMITACIONES	11
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL</b>	
3.1 ANTECEDENTES	12
3.2 BASES TEORICAS	13
3.2.1 FRAME RELAY	13
3.2.2 RADIOCOMUNICACIONES	14
3.2.3 PERDIDAS EN TRAYECTORIA POR EL ESPACIO LIBRE	15
3.2.4 MARGEN DE DESVANECIMIENTO	17
3.2.5 ZONA DE FRESNEL	18
3.2.6 RADIOENLACE	20
RADIOENLACE SERVICIO FIJO	21

RADIOENLACE SERVICIO MOVIL	21
3.2.7 MICROONDAS	21
3.2.8 CALCULO DE ENLACE DE MICROONDAS	25
POTENCIA DE TRANSMISION	26
PERDIDA EN EL CABLE	27
GANANCIA DE LA ANTENA	27
PERDIDA DE PROPAGACION	27
3.2.9 MANTENIMIENTO	28
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	28
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	28
3.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	29
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>FASES METODOLOGICAS</b>	
4.1 TIPO DE INVESTIGACION	31
4.2 FASES METODOLOGICAS	32
FASE I: Diagnostico, con el apoyo de Operación y Mantenimiento, del estado de la comunicación en la planta, distribuidora y data center.	32
FASE II: Análisis de las posibles tecnologías alternativas para la solución en la comunicación entre la planta, distribuidora y data center.	32
FASE III: Selección de la tecnología más factible para sustituir la comunicación actual.	33
FASE IV: Diseño de una propuesta de triangulación PTP para poder sustituir la tecnología actual.	33
<b>CAPITULO V</b>	
<b>RESULTADOS</b>	
5.1 DIAGNOSTICO CON EL APOYO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO EL ESTADO DE LA COMUNICACIÓN EN LA PLANTA, DISTRIBUIDORA Y DATA CENTER.	34
5.2 ANALISIS DE LAS POSIBLES TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA LA SOLUCION EN LA COMUNICACIÓN ENTRE PLANTA, DISTRIBUIDORA Y DATA CENTER.	35
5.2.1 ENLACE FIBRA OPTICA	35
5.2.2 ENLACE SATELITAL	36
5.2.3 ENLACE MICROONDAS	38
5.2.4 METRO ETHERNET	39
5.3 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGIA MAS FACTIBLE PARA SUSTITUIR LA COMUNICACIÓN ACTUAL.	40

5.4 DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE TRIANGULACION PTP PARA PODER SUSTITUIR LA TECNOLOGIA ACTUAL.	40
5.4.1 DESCRIPCION DE EQUIPOS.	41
5.4.2 DESCRIPCION DE LOS ENLACES UTILIZANDO RADIO MOBILE Y XIRIO ONLINE.	45
5.4.3 CALCULOS TEORICOS.	53
5.4.4 COMPARACION ENTRE CALCULOS SIMULADOS Y TEORICOS.	59
<b>CONCLUSIONES</b>	61
<b>RECOMENDACIONES</b>	63
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	64

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PAG
FIGURA 1:	ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA	6
FIGURA 2:	ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION Y FINANZAS.	6
	DESCRIPCION GENERAL DEL FRAME RELAY	14
FIGURA 4:	ZONA FRESNEL	19
FIGURA 5:	RED POR MICROONDA	23
FIGURA 6:	TRAYECTORIA COMPLETA ENTRE TX Y RX	26
FIGURA 7:	TRAYECTORIA COMPLETA DE TRANSMISION ENTRE EL TRANSMISOR Y RECEPTOR	36
FIGURA 8:	ENLACE SATELITAL	37
FIGURA 9:	ENLACE DE MICROONDAS	39
FIGURA 10:	METRO ETHERNET	40
FIGURA 11:	TRIANGULACION DE ENLACES PLANTA-DISTRIBUIDORA-DATACENTER DAYCOHOST	41
FIGURA 12:	RADIO AIRFIBER-11FX	42
FIGURA 13:	DUPLEXORES AF-11FX	43
FIGURA 14:	ANTENA AF-11G35	44
FIGURA 15:	AF-11G35	45
FIGURA 16:	ENLACE PLANTA-DISTRIBUIDORA	46
FIGURA 17:	PERFIL DE ENLACE PLANTA-DISTRIBUIDORA	47
FIGURA 18:	RESULTADOS DE ENLACE PLANTA-DISTRIBUIDORA	48
FIGURA 19:	ENLACE DISTRIBUIDORA-DATA CENTER DAYCOHOST	48
FIGURA 20:	PERFIL DE ENLACE DISTRIBUIDORA-DATA CENTER DAYCOHOST	49
FIGURA 21:	RESULTADOS ENLACE DISTRIBUIDORA-DATA CENTER DAYCOHOST	50
FIGURA 22:	ENLACE DATA CENTER DAYCOHOST-PLANTA	50
FIGURA 23:	PERFIL ENLACE DATA CENTER DAYCOHOST-PLANTA	51
FIGURA 24:	RESULTADOS ENLACE DATA CENTER DAYCOHOST-PLANTA	52
FIGURA 25:	PATRON DE RADIACION DE ANTENA AF-11G35	52

## **INDICE DE TABLAS**

<b>TABLAS</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
TABLA 1:	COORDENADAS DE LAS LOCALIDADES DE LOS ENLACES	45
TABLA 2:	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS	53
TABLA 3:	COMPARACION CALCULOS TEORICOS Y SIMULADOS (PLANTA-DISTRIBUIDORA)	59
TABLA 4:	COMPARACION CALCULOS TEORICOS Y SIMULADOS (DISTRIBUIDORA-DAYCOHOST)	59
TABLA 5:	COMPARACION CALCULOS TEORICOS Y SIMULADOS (DAYCOHOST-PLANTA)	60

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXOS</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG</b>
ANEXO A	ESPECIFICACIONES DEL RADIO AF-11FX	67
ANEXO B	ESPECIFICACIONES DE ANTENA AF-11G35	73

## INTRODUCCION

Desde que el hombre tiene uso de razón, ha tenido la necesidad de comunicarse con las personas que lo rodean, a cortas y largas distancias, y desde esta necesidad nacen las telecomunicaciones, entre ellas como las más comunes se incluyen las radiofrecuencias, la telegrafía, la televisión, las comunicaciones satelitales, transmisión de datos y la telefonía. El sistema comunicativo, es objeto de administración, desarrollo, establecimiento y explotación de redes de telecomunicaciones establecidas entre dos o más personas, en función de buscar una eficiente prestación de servicios de telecomunicaciones e informática.

Uno de los sistemas de telecomunicaciones más importantes es la radiocomunicación, como sabemos es una manera de comunicación que se realiza a través de ondas de radio. En el presente informe se trabajó en la empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A. con la tecnología frame relay siendo esta otra forma de enviar datos, el cual ha decaído ya que es obsoleto y ha ocasionado una mala calidad en el servicio en cuanto a sus comunicaciones entre sus sedes.

El objeto a estudio, es el decaimiento y la ineficiente tecnología de comunicación utilizada en dicha empresa, la cual se ve en la necesidad de idear una migración de esta tecnología; ya que, Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A. conocida nacionalmente como WIX es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de filtros de aire, hidráulicos, de agua y sistemas de aceite con la necesidad de operar con la mejor tecnología de telecomunicaciones. En el departamento de Tecnología de información se realizó una propuesta de un diseño de triangulación PTP de voz y datos para así sustituir la tecnología anteriormente mencionada, con el fin de obtener una alta calidad de servicio de telecomunicaciones tanto internas como externas en la empresa.

En tal sentido, es importante considerar las medidas que permitan la efectividad de esta propuesta, quedando la investigación organizada de la siguiente manera:

Capítulo I, conformado por la reseña histórica, misión, visión y valores de la empresa y el organigrama general de la empresa.

En cuanto al Capítulo II, aborda el planteamiento y formulación del problema, objetivos: General y específicos, justificación, alcance y las limitaciones del estudio.

Capítulo III, describe el marco referencial conceptual, en cuanto a los antecedentes de la investigación, bases teóricas y la definición de términos básicos.

Capítulo IV: Refiere las fases metodológicas del diseño de la propuesta del estudio.

Capítulo V, Es en este capítulo se especifica el procedimiento desglosado para la realización de las fases descritas en el capítulo IV.

Finalmente se elaboran las referencias y los anexos del estudio.

## **CAPITULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1 Reseña Histórica**

El 1.939, Filtros WIX fue fundada por John Doan “Jack” Wicks y Paul G. Crawshaw y se basó en la idea de que fabricar repuestos para filtros debería simplificar el proceso del cambio de los mismos. En esa época, WIX estaba enfocada en fabricar los primeros repuestos cubiertos por medias para los filtros de aceite populares que eran económicos y altamente eficientes en la industria de las granjas. El nombre WIX viene de cómo suena la pronunciación del apellido del fundador John Wicks.

En 1.954, WIX inventó el revolucionario filtro de aceite enroscable, el cual fue adoptado como equipo original en 1.956 para el Lincoln Continental, Thunderbird de Ford y el Mercury Turnpike Cruiser. Hoy en día, la mayoría de los vehículos del mundo utilizan un filtro de aceite basado en este diseño. Desde 1968, WIX es patrocinante oficial de las carreras NASCAR con varios de sus filtros demostrando su desempeño en estas competencias. WIX posee 3 fábricas en USA, una en Polonia, una en Brasil, una en Ucrania y una en México. Para 1982 WIX inicia la fabricación de sus productos en Venezuela.

Affinia Venezuela – Wix Filtration Corp. Exporta a varios países y es líder en el mercado Venezolano en tecnología de filtración de aceite, aire y combustible para vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, maquinaria fuera de carretera unidades estacionarias y marítimas. En Venezuela, WIX tiene entre sus clientes de equipo original de reposición a Ford Motors de Venezuela, DaimlerChrysler de Venezuela, Tata y Encava.

El Grupo Mann-Hummel es una empresa alemana de fabricación y líder mundial en filtración especializada con sede en Ludwigsburg, dentro del área

metropolitana de Stuttgart. La compañía desarrolla, produce y distribuye sistemas de filtrado de líquidos y aire, sistemas de admisión y componentes de gestión térmica.

Entre los productos adicionales se incluyen componentes de motores, como colectores, conductos y cubiertas de culatas con funciones integradas para la industria del automóvil, y elementos filtrantes de posventa para el mantenimiento y reparación de vehículos de motor de varias marcas (MANN-FILTER, WIX Filters, FILTRON, PUROLATOR). Para los sectores de ingeniería general, ingeniería de procesos y fabricación industrial, la gama de productos incluye filtros industriales, filtros de membrana y equipos para filtración de agua. Alrededor del 90 por ciento de las ventas anuales de alrededor de 3.5 billones de euros correspondieron a la actividad en la industria automotriz.

La compañía y sus subsidiarias tienen más de 80 ubicaciones en todo el mundo; Entre ellos, Venezuela, en la cual MANN-HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY C.A cuenta con más de 150 años de conocimiento siendo el mayor fabricante, y líder en el mercado venezolano en tecnología de filtración de aceite, aire y combustible para vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, maquinaria fuera de carretera, unidades estacionarias y marítimas.

## **1.2 Visión**

Como el líder global en el mercado en productos, sistemas y servicios de filtración, se esfuerzan en ser:

- Un compañero confiable para sus clientes
- Un gran lugar de trabajo para su gente
- Una empresa rentable para sus accionistas y un buen ciudadano con una pasión por un mundo más limpio.

### **1.3 Política de calidad**

Organización encargada de diseñar y manufacturar filtros automotrices e industriales, está comprometida y promueve la calidad, mejorando continuamente sus procesos, así como la participación, capacitación y motivación de su personal, como una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos y servicios, satisfaciendo los requerimientos de los clientes, proveedores, accionistas y demás relacionados.

### **1.4 Políticas de seguridad ambiental**

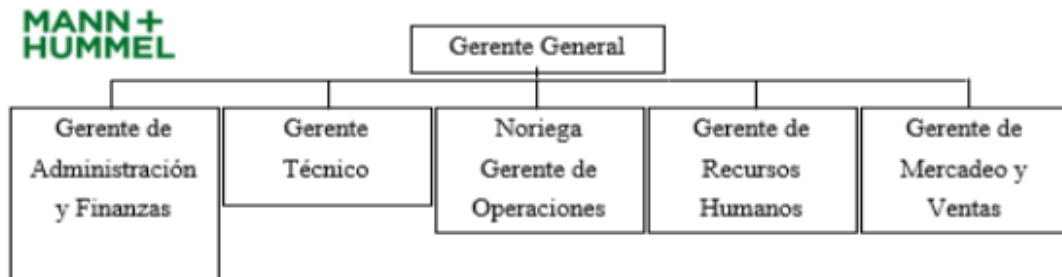
Se les encomienda y se espera que todos los trabajadores protejan y mejoren el ambiente, incluyendo los recursos naturales que rodean nuestro trabajo.

Reconocer la importancia de la salud y seguridad en todos los aspectos de nuestro negocio y utilizar todos los recursos disponibles para garantizar la seguridad de nuestra Gente y productos. Revisar y cumplir la legislación y las normas ambientales, de salud y seguridad y con cualquier otro requerimiento que establezcamos.

Esforzarse continuamente por mejorar el desempeño ambiental mediante esfuerzos en, reducción del desperdicio, conservación de recursos, monitoreo y manejo de nuestras operaciones en forma efectiva, suministro de los recursos y el entrenamiento necesarios para dar apoyo a esta política.

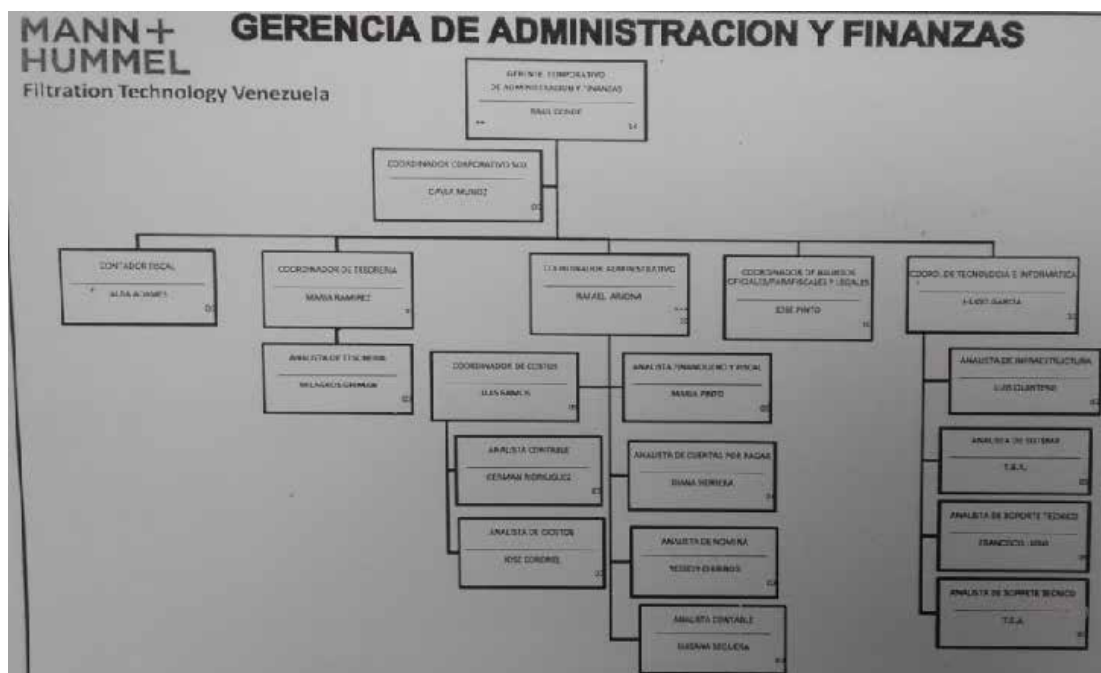
### **1.5 Organigrama General de la Empresa**

En el presente organigrama se mostrará cómo se encuentran organizadas las gerencias de cada área del trabajo de MANN-HUMMEL FILTRATION VENEZUELA C.A, quienes se encargan de organizar y planear cada uno de los movimientos, siguiendo los Estándares asignado por los líderes alemanes.



**Figura 1:** organigrama general de la empresa

**Fuente:** Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A.



**Figura 2:** organigrama departamento de administración y finanzas.

**Fuente:** Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A.

## **CAPITULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

A lo largo de la historia han existido diferentes situaciones en las que ha sido necesaria una comunicación a distancia, en los años 3500 AC solo había comunicación a partir de signos abstractos dibujados en papel hecho de hojas de árboles; hacia 1184 AC ya se podían transmitir mensajes a distancia con señales de fuego. Es probable que el método de telecomunicaciones más antiguo sea realizado con mensajeros, personas que recorrían largas distancias con sus mensajes. Ya en la época moderna las telecomunicaciones tuvieron su origen con el descubrimiento de la electricidad en 1752 siendo esto lo que marcó un antes y un después en la historia de las telecomunicaciones. Los inventos pioneros de esta revolución eléctrica fueron la telegrafía y la telefonía que posibilitaron, por primera vez, que los mensajes cruzasen los mares. Hoy en día, las telecomunicaciones y las tecnologías de la información cumplen un rol crucial en nuestros sistemas sociales, económicos y políticos, nos han facilitado enormemente la vida cotidiana, permitiéndonos entrar en contacto con personas de nuestra comunidad y del mundo entero, de manera fácil y rápida. Casi cualquier persona puede acceder a información confiable y directa, y las puertas del saber están abiertas para cada vez más personas, todo esto gracias a que en esta época las telecomunicaciones a diferencia del pasado avanzan con mucha más rapidez.

En Venezuela nacen las telecomunicaciones con el servicio de correos colonial; para 1925 se logra y empieza sus transmisiones la primera emisora de radiodifusión comercial en amplitud modulada (AM), y cincuenta años más tarde, se funda la Emisora Cultural de Caracas, única en frecuencia modulada (FM). Ya para el 22 de noviembre de 1952 comienzan las transmisiones de televisión siendo Venezuela en ese momento el decimoséptimo país, a escala mundial, en establecer la televisión. Para

Venezuela ha sido muy importante el avance de las telecomunicaciones y la tecnología ya que la posibilidad que ofrecen las telecomunicaciones para intercambiar información es aprovechada por las distintas empresas para ampliar sus mercados internos y más allá del país. Sin embargo, lo que ha hecho realmente importante hoy en día a las telecomunicaciones ha sido la expansión que han sufrido en la última década, alcanzando a la mayoría de las empresas y convirtiéndose en una pieza fundamental de las mismas. Con una buena planificación, las empresas en la actualidad podría usar esta gran herramienta para aumentar tanto así su productividad como la eficacia del trabajo, mejorando por una parte las condiciones del mismo y por otra los resultados obtenidos.

Referente a lo mencionado, las empresas en Venezuela deben exigir a las telecomunicaciones que les proporcionen un eficiente servicio de comunicación, adecuándose en cada caso a las características de la misma. La empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A. cuenta con dos sedes físicamente separadas entre sí, y un Data center que provee la empresa Daycohost Venezuela quien presta servicios de procesamiento y almacenamiento, al igual que espacios físicos para servidores. Estas tres sedes tienen la necesidad de compartir, enviar y recibir datos entre ellas, consiguiendo así una comunicación, garantizando su efectividad en la entrega de toda la información transmitida sin ser cambiada o modificada en el menor tiempo posible, disminuyendo todas las posibilidades de ruido, interferencia o distorsiones para conseguir un alto rendimiento y alta calidad de servicio. Esta empresa usa tecnología de comunicación prestada por la empresa TELEFONICA usando sus servicios de enrutamientos a través de MOVISTAR para así conseguir la comunicación deseada, llegando a cada sede donde se distribuye internamente a través de un frame relay. Esta interconexión debe ser cambiada por que no satisface las necesidades comunicativas de la empresa, ya que ofrece muy poca velocidad y poco ancho de banda

que es requerido para que la empresa pueda cumplir con la demanda en el aumento del volumen de tráfico de voz y data, y con la exigencia que tienen de incluir nuevos servicios y aplicaciones que demandan mayores recursos.

Esta situación origina a la empresa la necesidad de evaluar nuevas soluciones que brinden enlaces de alta velocidad, confidencialidad, una alta confiabilidad y que evite el congestionamiento de tráfico de datos en el canal; en torno a esto se centra la ejecución de la presente propuesta.

## **2.2 Formulación del Problema**

La empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A. busca tener un funcionamiento eficiente y eficaz, lo que amerita que mejore la calidad de su servicio en sus enlaces. Ante la situación descrita, se plantea la siguiente interrogante: ¿De qué manera se puede solventar el problema en la comunicación, planta distribuidora y data center debido al uso de la tecnología actual?

## **2.3. Objetivos de la investigación**

### **2.3.1 Objetivo General**

Proponer una triangulación PTP de voz y datos para la comunicación entre Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A, Mann-Hummel Comercial Distribution C.A. y datacenter Daycohost.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar con los equipo de operación tecnología y mantenimiento el estado de la comunicación presente entre la planta, distribuidora y data center.

- Estudiar las posibles tecnologías alternativas para la solución en la comunicación entre la planta, distribuidora y data center.
- Seleccionar la tecnología más factible para sustituir la comunicación actual entre las sedes planta, distribuidora y data center.
- Diseñar la triangulación PTP para poder realizar la sustitución de la tecnología de comunicación actual en la empresa.

## **2.4 Justificación**

Hoy en día cualquier organización o empresa requiere de una infraestructura de red acorde con los objetivos de la misma, esta debe cumplir con los requerimientos necesarios para ser aprovechada al máximo y procurar un mayor control y gestión del negocio, reducir tiempos de respuesta al cliente y mantener una armonía en los procesos internos de la empresa.

En relación a la ineficiente tecnología de comunicación actual en la empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A, se propondrá un sistema de comunicación de enlaces punto a punto con el fin de dar una mejor opción tecnológica a las necesidades de la misma, buscando así mejorar la estabilidad, seguridad, y productividad de los sistema de la compañía, ya que permite acceder a la información velozmente, compartir programas, base de datos, optimizando la productividad entre procesos y evitando perdidas económicas tanto propias como a clientes y proveedores.

De igual manera, esta investigación servirá de base y apoyo para investigaciones futuras, ofreciendo referencia bibliográfica que sirva de consulta o guía ya que representará un conocimiento confiable.

## **2.5 Alcance**

Esta propuesta planteada va dirigida a la empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A, conjunto a su sede Mann-Hummel Comercial Distribution

C.A., como sugerencia de una tecnología factible para ser implementado en sus instalaciones, buscando así un alto sistema de comunicación eficiente y confiable capaz de satisfacer las necesidades tecnológicas teniendo una alta calidad de servicio.

## **2.6 Limitaciones**

Esta investigación no posee limitaciones debido a que se cuenta con el personal necesario para el estudio y análisis de la situación, no se requiere de alta sumas de dinero para realizar esta propuesta y además la empresa Mann-Hummel Filtration Technology Venezuela C.A. tiene la disposición de analizar las propuestas dadas.

## CAPITULO III

### MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

#### 3.1. Antecedentes

Es indispensable para el avance de una investigación obtener datos necesarios a niveles prácticos y teóricos que proporcionen una base sólida para soportar el estudio, de esta manera, para la elaboración de este proyecto de investigación se hizo necesario revisar estudios anteriores que estuviesen relacionados con el tema tratando actualmente. A continuación, se presentan varios proyectos o trabajos de investigación efectuados en los últimos años y así tomando aportes valiosos que puedan brindar cada uno de ellos al presente proyecto.

Yonelrry, F (2013), en el informe de pasantías titulado **“Realización de un manual descriptivo de procedimientos de instalación de enlaces de microondas para clientes corporativos realizados en la empresa ATHERA C.A. para Movistar”**, para obtener el título de ingeniero de telecomunicaciones presentado en la Universidad José Antonio Páez. El aporte de dicho estudio está basado en la implementación de un manual donde describe la estructura y los elementos de enlaces de microondas, donde asemeja el desarrollo descriptivo sobre las normas y procedimientos para el manejo de dicha tecnología, sirviendo como medio de ampliación en las instalaciones de las redes.

De esta misma forma, Cesar, M y Néstor, R (2013), realizaron en la Universidad Católica Andrés Bello, como requisito para optar al título de ingeniero en telecomunicaciones un trabajo especial de grado titulado **“Implementación de un proyecto piloto para la migración de enlaces frame relay a metro Ethernet sobre redes de servicios de datos bancarios”**, el proyecto consistió en el estudio y análisis de diferentes tipos de tecnologías con el fin de realizar de realizar e implementar el proceso de migración de frame relay a una tecnología con un mayor desempeño que

brinden enlaces de alta velocidad, confidencialidad, una alta confiabilidad evitando congestión de tráfico de datos en la red.

Asimismo, José, M (2014), en el trabajo de grado titulado “**Desarrollo de un sistema de transmisión vía microondas entre Caracas y Barquisimeto para COMMOVIL EDC**”, para ser presentado ante la universidad Simón Bolívar, se llevó a cabo el despliegue de una red de radioenlaces de microondas en la banda 7.5 Ghz. de capacidad STM-1 para la empresa COMMOVIL EDC y así ofrecer servicios de transporte SDH (Jerarquía Digital Síncrona) de voz y datos entre las ciudades de Caracas y Barquisimeto, atendiendo la demanda creciente de transporte de datos de alta capacidad de sus clientes, llevando a cabo este proyecto por medio del estudio y análisis de las habilitaciones generales dadas por CONATEL, recomendaciones de la UIT para realizar cálculos de radioenlaces y puntos geográficos donde se ubicaron estaciones intermedias del radioenlace tomando en cuenta las mejores rutas para el transporte de información a través de las microondas.

## **3.2 Bases Teóricas**

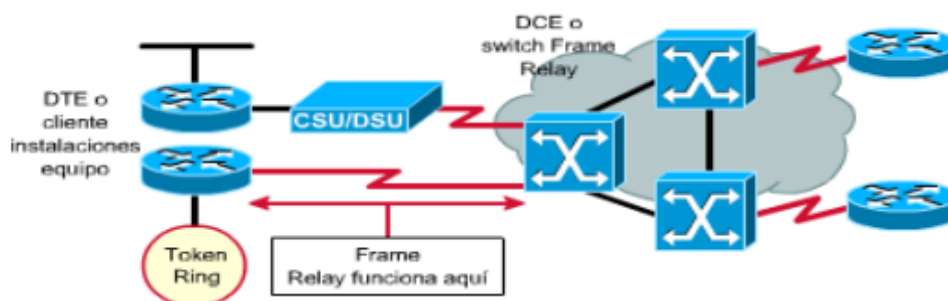
### **3.2.1 Frame Relay**

Es un estándar del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) y del Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) que define un proceso para el envío de datos a través de una red de datos públicos (PDN).

Frame Relay es una forma de enviar información a través de una WAN dividiendo los datos en paquetes. Cada paquete viaja a través de una serie de switches en una red Frame Relay para alcanzar su destino. Opera en las capas físicas y de enlace de datos del modelo de referencia OSI, pero depende de los protocolos de capa superior como TCP para la corrección de errores. Frame Relay se planteó originariamente como un protocolo destinado a utilizarse con las interfaces RDSI. Actualmente, Frame Relay

es un protocolo de capa de enlace de datos conmutado de estándar industrial, que maneja múltiples circuitos virtuales mediante el encapsulamiento de Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC) entre dispositivos conectados.

Una red Frame Relay puede componerse de computadores, servidores, etc. en el extremo del usuario y por dispositivos de red Frame Relay como switches, routers, CSU/DSU, o multiplexores. Como ha aprendido, con frecuencia se hace referencia a los dispositivos del usuario como Equipo terminal de datos (DTE), mientras que el equipo de red que hace interfaz con el DTE se conoce a menudo como Equipo de transmisión de datos (DCE), como se ve en la figura 3 .



**Figura 3:** Descripción general del frame relay

**Fuente:** <http://blog.uca.edu.ni>

### 3.2.2 Radiocomunicaciones

La ionosfera está constituida por un plasma, es decir un conjunto de partículas cargadas de ambos signos que tiene una carga neta nula o prácticamente nula, y que presenta un comportamiento colectivo. Las cargas que existen en la ionosfera son consecuencia directa de la radiación cósmica y muy especialmente de la solar.

Cuando una onda electromagnética incide en un plasma, éste se puede comportar como un metal o como un dieléctrico, dependiendo de que la frecuencia de la onda sea muy baja o muy alta, respectivamente. Todo plasma tiene una frecuencia característica que delimita su comportamiento como conductor de su comportamiento como dieléctrico:

La frecuencia de corte o frecuencia de plasma.

Esta frecuencia aumenta proporcionalmente con la raíz cuadrada de la densidad de partículas cargadas. Los mecanismos óptimos para transmitir energía electromagnética a grandes distancias dependen en gran medida de la frecuencia de la onda. La transmisión de señal en una dirección privilegiada recibe habitualmente el nombre de transmisión punto a punto o LOS (Line Of Sight). Este es el mecanismo de propagación más habitual en los sistemas de comunicación modernos. Así pues, no resulta extraño que las microondas sean tan relevantes en la transmisión de señal a largas distancias.

### **3.2.3 Pérdidas en trayectoria por el espacio libre**

La pérdida en trayectoria por el espacio libre se suele definir como la pérdida sufrida por una onda electromagnética al propagarse en línea recta por un vacío, sin absorción ni reflexión de energía en objetos cercanos. Es una definición mala y con frecuencia engañosa. La pérdida en trayectoria por el espacio libre es una cantidad técnica artificial que se originó debido a la manipulación de las ecuaciones de presupuesto de un enlace de comunicaciones, que deben tener determinado formato en el que se incluye la ganancia de la antena transmisora, la pérdida en trayectoria por el espacio libre y el área efectiva de la antena receptora. En realidad no se pierde energía alguna; tan sólo se reparte al propagarse alejándose de la fuente, y se produce una menor densidad de potencia en determinado punto a determinada distancia de la fuente. En consecuencia,

un término más adecuado para definir el fenómeno es pérdida por dispersión. La pérdida por dispersión se debe simplemente a la ley del cuadrado inverso. La ecuación que define a la pérdida en trayectoria por el espacio libre es:

$$L_p = \left(\frac{4\pi D}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{4\pi Df}{c}\right)^2$$

Ecuación 1: Perdida en el espacio libre

Siendo

$L_p$  = pérdida en trayectoria por el espacio libre (adimensional)

$D$  = distancia (kilómetros)

$f$  = frecuencia (Hertz)

$\lambda$  = longitud de onda (metros)

$c$  = velocidad de la luz en el espacio libre ( $3 \times 10^8$  metros por segundo)

### 3.2.4 Margen de desvanecimiento

Las radiocomunicaciones entre lugares remotos, sean de tierra a tierra o de tierra a satélite, requieren la propagación de señales electromagnéticas por el espacio libre. Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre, la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal en la trayectoria. Esas pérdidas de pueden atribuir a diversos fenómenos, que incluyen efectos de corto y de largo plazo. Esta variación en la pérdida de la señal se llama desvanecimiento y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie terrestre irregular. Para tener en cuenta el desvanecimiento temporal, se agrega una pérdida adicional de transmisión a la pérdida en trayectoria normal.

A esta pérdida se le llama margen de desvanecimiento. En esencia, el margen de desvanecimiento es un “factor espurio” que se incluye en la ecuación de ganancia del sistema para considerar las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio, como por ejemplo la propagación por trayectorias múltiples (pérdida por trayectorias múltiples) y la sensibilidad del terreno.

Estas características causan condiciones atmosféricas temporales y anormales que alteran la pérdida por trayectoria en el espacio libre, y suelen ser perjudiciales para la eficiencia general del sistema. El margen de desvanecimiento también tiene en cuenta los objetivos de confiabilidad del sistema. Así, el margen de desvanecimiento se incluye en la ecuación de ganancia de un sistema como una pérdida. Al resolver las ecuaciones de confiabilidad de Barnett-Vignant para una disponibilidad anual especificada en un sistema no protegido sin diversidad se obtiene la siguiente ecuación:

$$Fm = 30\log D + 10\log(6ABf)$$

D = distancia (kilómetros)

f = frecuencia (Giga Hertz)

R = confiabilidad en tanto por uno (es decir, 99.99% =0.9999 de confiabilidad)

1 - R = objetivo de confiabilidad para una ruta de 400 km en un sentido

A = factor de rugosidad

4 sobre agua o sobre un terreno muy liso

1 sobre un terreno promedio

0.25 sobre un terreno muy áspero y montañoso

B = factor para convertir la peor probabilidad mensual en una probabilidad anual

1 para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual

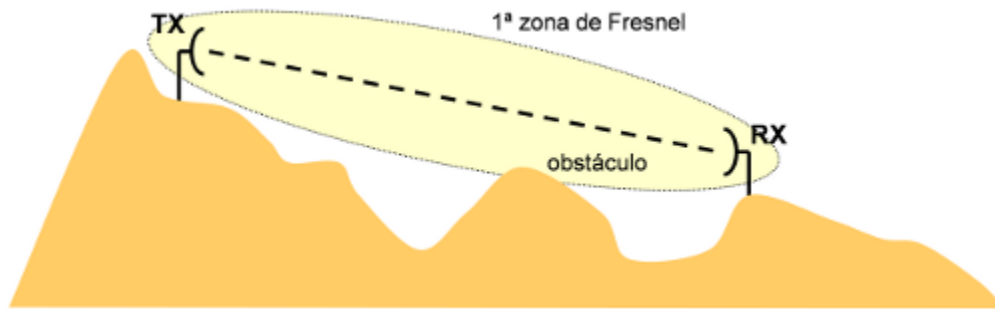
0.5 para áreas calientes y húmedas

0.25 para áreas continentales promedio

0.125 para áreas muy secas o montañosas

### **3.2.5 Zona Fresnel**

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda - electromagnética, acústica, etc.- y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.



**Figura 4:** Zona Fresnel

**Fuente:** <http://www.radioenlaces.es/articulos/perdidas-en-obstaculos/>

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360°, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores. La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel.

La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un  $K=4/3$  la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con  $K=2/3$  se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel. Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

Ecuación 3: cálculo de zona de Fresnel

Donde:

$r_n$  = radio de la enésima zona de Fresnel en metros ( $n=1,2,3\dots$ ).

d1 = distancia desde el transmisor al objeto en metros.

d2 = distancia desde el objeto al receptor en metros.

Aplicando la fórmula se obtiene del radio de la primera zona de Fresnel ( $r_1$  de la fórmula superior), conocida la distancia entre dos antenas y la frecuencia en la cual transmiten la señal, suponiendo al objeto situado en el punto central. En unidades del SI:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}}$$

Ecuación 4: calculo zona de Fresnel objeto en el medio

Donde:

$r_1$  = radio en metros (m).

D = distancia en kilómetros (km) ( $d_1 = d_2$ ,  $D = d_1 + d_2$ ).

El siguiente video puede ser de gran utilidad para una mejor comprensión.

### 3.2.6 Radioenlace

Se conoce como radioenlace a cualquier interconexión entre terminales de telecomunicación efectuada por ondas electromagnéticas, específicamente por aquellas que entran en el rango de las señales de radio.

Los radios enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción, se lo denomina radio canal. Una onda portadora es una forma de onda, generalmente sinusoidal, que es modulada por una señal que se quiere transmitir. Ésta onda portadora es de una frecuencia mucho más alta que la de la señal moduladora (la señal que contiene la información a transmitir).

Al modular una señal se desplaza su contenido espectral en frecuencia, ocupando un cierto ancho de banda alrededor de la frecuencia de la onda portadora. Esto permite multiplexar en frecuencia varias señales simplemente utilizando diferentes ondas portadoras y conseguir así un uso más eficiente del espectro de frecuencias. En otras palabras, la modulación de onda codifica a la señal en una señal de radiofrecuencia, a la que se llama portadora.

Clasificación:

Según sean sus terminales se dividen en:

**Radioenlace de servicio fijo:** sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

**Radioenlace de servicio móvil:** como el nombre lo indica, son aquellas en la que las terminales son móviles.

Por la situación de las terminales pueden ser:

Todos en la tierra: radioenlaces terrenales

Uno o más repetidores en satélite: radioenlace espacial o por satélite

Según el tipo de señal que transmiten:

Analógicas: fueron las primeras. Tenían finalidad de transmitir canales telefónicos y de televisión

Digitales: permiten regeneración de la señal, mayor tolerancia al ruido e interferencias.

### **3.2.7 Microondas**

La radiocomunicación por microondas se interpreta como la transmisión de datos o voz a través de radiofrecuencias con longitudes de onda en la región de frecuencias de microondas. Se describe como microondas a aquellas ondas electromagnéticas cuyas

frecuencias van desde los 300 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre de “microondas“. Así por ejemplo la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cm., mientras que la señal de 100 MHz, como las de banda comercial de FM, tiene una longitud de 3 metros. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm., un poco mayores a la energía infrarroja.

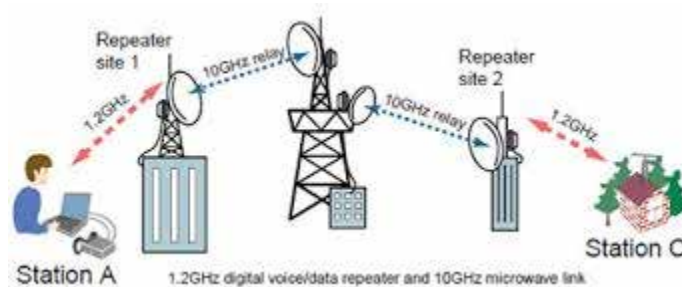
Antenas de tipo rejilla, pueden ser usadas en frecuencias de microondas bajas, por debajo de 2.5 GHz. Gran parte de los sistemas de comunicación establecidos desde mediados de las década de 1980 es de naturaleza digital y como es lógico transportan información en forma digital. Sin embargo, los sistemas terrestres de radios repetidoras de microondas que usan portadores moduladas en frecuencia (FM) o moduladas digitalmente ya sea en QAM o en PSK.

Siguen constituyendo el 35% del total de los circuitos de transporte de información en los Estados Unidos. Existen una variedad de sistemas de microondas funcionando a distancias que varían de 15 a 4000 millas, los sistemas de microondas de servicio interestatal o alimentador se consideran en general de corto alcance, porque se usan para llevar información a distancias relativamente cortas, por ejemplo, hacer una radiocomunicación entre ciudades que se encuentran en un mismo país. Los sistemas de microondas de largo alcance son los que se usan para llevar información a distancias relativamente mucho más largas, por ejemplo, en aplicaciones de rutas interestatal y de red primaria.

Las capacidades de los sistemas de radio de microondas van desde menos de 12 canales de banda de voz hasta más de 22000. Los primeros sistemas tenían circuitos de banda de voz multiplexados por división de frecuencia, y usaban técnicas convencionales, de modulación en frecuencia no coherente, los más modernos tienen circuitos de banda de voz modulados por codificación de pulsos y multiplexados por división de tiempo usan técnicas de modulación digital más modernas, como la modulación de conmutación de fase (PSK) o por amplitud en cuadratura (QAM).

En telecomunicaciones, las microondas son usadas en radiodifusión, ya que estas pasan fácilmente a través de la atmósfera con menos interferencia que otras longitudes de onda mayores. También hay más ancho de banda en el espectro de microondas que en el resto del espectro de radio. Usualmente, las microondas son usadas en programas informativos de televisión para transmitir una señal desde una localización remota a una estación de televisión mediante una camioneta especialmente equipada.

Una red por microondas es un tipo de red inalámbrica que utiliza microondas como medio de transmisión. El protocolo más frecuente es el IEEE 802.11b y transmite a 2.4 GHz, alcanzando velocidades de 11 Mbps (Megabits por segundo). Otras redes utilizan el rango de 5,4 a 5,7 GHz para el protocolo IEEE 802.11a.



**Figura 5:** Red por microondas.

**Fuente:** <http://www.emaze.com/@ALWRRFIL/REDES>

La antena utilizada generalmente en las microondas es la de tipo parabólico. El tamaño típico es de un diámetro de unos 3 metros. La antena es fijada rígidamente, y transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. Estas antenas de microondas se deben ubicar a una altura considerable sobre el nivel del suelo, con el fin de conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y poder superar posibles obstáculos. Sin obstáculos intermedios la distancia máxima entre antenas es de aproximadamente 150 km, con antenas repetidoras, claro está que esta distancia se puede extender, si se aprovecha la característica de curvatura de la tierra, por medio de la cual las microondas se desvían o refractan en la atmósfera terrestre.

Por ejemplo dos antenas de microondas situadas a una altura de 100 m pueden separarse una distancia total de 82 km, esto se da bajo ciertas condiciones, como terreno y topografía.

Es por ello que esta distancia puede variar de acuerdo a las condiciones que se manejen. La distancia cubierta por enlaces microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales amplifican y re direccionan la señal, es importante destacar que los obstáculos de la señal pueden ser salvados a través de reflectores pasivos.

La señal de microondas transmitidas es distorsionada y atenuada mientras viaja desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por una pérdida de potencia dependiente a la distancia, reflexión y refracción debido a obstáculos y superficies reflectoras, y a pérdidas atmosféricas.

Reflector parabólico: se construye de fibra de vidrio o aluminio. El caso de fibra de vidrio se construye con un laminado reforzado con resina poliéster; la superficie se metaliza con Zinc.

Eficiencia: en una antena se ve reducida la ganancia por las siguientes causas:

- Spill Over: la potencia incidente es irradiada en todas las direcciones por el borde de la parábola (rendimiento 90%).
- El iluminador tiene un diagrama de emisión que abarca más que la superficie de la antena (rendimiento de 70%).
- El iluminador absorbe parte de la energía reflejada en la parábola por que obstruye el camino (rendimiento de 95%).
- La rugosidad del reflector produce una diferencia de fase en las ondas reflejadas (rendimiento de 93%).
- Se genera una diferencia de fase cuando el iluminador no está exactamente en el foco de la parábola (rend. 98%).
- Como el reflector no es un conductor ideal parte de la energía penetra en el material y es absorbida (rendimiento 99%).

### 3.2.8 Calculo de enlace microondas

Independientemente del buen equipamiento de red inalámbrica que posea y del despeje de la línea de vista, necesita calcular el presupuesto de potencia de enlace. Sobrecargar un radio enlace no hará necesariamente, que las cosas mejoren para su implementación y causará problemas a otros usuarios del espectro. Tener un buen presupuesto de potencia es esencial ya que es el requerimiento básico del funcionamiento del mismo. Puede ser comparado con los cimientos de una edificación: no importa lo bien hecho que estén el piso, las paredes y el techo, si el cimiento es débil, la edificación entera se caerá.

Un presupuesto de potencia para un enlace punto a punto es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado 4. Los elementos del presupuesto de enlace Los elementos pueden ser divididos en 3 partes principales:

1. El lado de Transmisión con potencia efectiva de transmisión.
2. Pérdidas en la propagación.
3. El lado de Recepción con efectiva sensibilidad receptiva ( ).

Un presupuesto de radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes (en decibeles) en el camino de las tres partes principales. Potencia del transmisor [dBm] – Pérdida en el cable TX [dB] + ganancia de antena TX [dBi] – Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB] + ganancia de antena RX [dBi] – Pérdidas en el cable del RX [dB] = Margen – Sensibilidad del receptor [dBm].



**Figura 6:** Trayectoria completa de transmisión entre el transmisor y el receptor

**Fuente:** <http://clasipar.paraguay.com/servicios/oficios-tecnicos-profesionales/enlaces-de-red-microondasradio-punto-a-punto-multipunto-202061>

Una cuestión importante a tener en cuenta es que si la potencia del transmisor y la del receptor no son iguales debe realizarse el cálculo del presupuesto tanto en el sentido transmisor-receptor como en el sentido inverso para asegurarnos que el enlace se puede establecer efectivamente. Podría darse el caso, por ejemplo, de tener una radio base de mucha potencia para que llegue a varios clientes a distintas distancias y que uno de los clientes reciba la señal pero no tenga la potencia suficiente para comunicarse con la radio base con lo que el enlace no podrá establecerse.

### **Potencia de Transmisión (Tx)**

La potencia de transmisión es la potencia de salida del radio. El límite superior depende de las regulaciones vigentes en cada país, dependiendo de la frecuencia de operación y puede cambiar al variar el marco regulatorio. En general, los radios con mayor potencia de salida son más costosos. La potencia de transmisión del radio, normalmente se encuentra en las especificaciones técnicas del vendedor. Tenga en cuenta que las especificaciones técnicas le

darán valores ideales, los valores reales pueden variar con factores como la temperatura y la tensión de alimentación. La potencia de transmisión típica en los equipos IEEE 802.11 varía entre 15 – 26 dBm (30 – 400 mW).

### **Pérdida en el cable**

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en dB/m o dB/pies. Independientemente de lo bueno que sea el cable, siempre tendrá pérdidas. Por eso, recuerde que el cable de la antena debe ser lo más corto posible. La pérdida típica en los cables está entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará. Para darle una idea de cuán grande puede ser la pérdida en un cable, considere que está usando un cable RG58 que tiene una pérdida de 1 dB/m, para conectar un transmisor con una antena. Usando 3 m de cable RG58 es suficiente para perder el 50% de la potencia (3 dB).

### **Ganancia de antena**

La ganancia de una antena típica varía entre 2 dBi (antena integrada simple) y 8 dBi (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30 dBi (parabólica). Tenga en cuenta que hay muchos factores que disminuyen la ganancia real de una antena. Las pérdidas pueden ocurrir por muchas razones, principalmente relacionadas con una incorrecta instalación (pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos adyacentes). Esto significa que sólo puede esperar una ganancia completa de antena, si está instalada en forma óptima.

### **Pérdidas de propagación**

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

### **3.2.9 Mantenimiento**

La define mantenimiento como:  
todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

En el mundo de las telecomunicaciones y la ingeniería uno de los conceptos de mantenimiento tiene el siguiente significado:

Cualquier actividad como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir con sus funciones.

#### **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas. Además debemos agregar que el mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo.

#### **Mantenimiento Correctivo**

No planificado: Corrección de las averías o fallas, cuando estas se presentan no planificada mente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma de mantenimiento impide el diagnostico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

Planificado: El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

### **3.3 Definición de Términos Básicos**

**ANCHO DE BANDA:** longitud, medida en Hz, del rango de frecuencia en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

**ATENUACION:** En telecomunicaciones, se denomina atenuación de una señal, sea esta acústica, eléctrica u óptica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión.

**ANTENA:** Dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.

**DB:** el decibelio es la unidad relativa que expresa la relación entre dos magnitudes; la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia

**DRAE:** Abreviación de diccionario de la real academia española.

**GHZ:** El gigahercio (GHz) es un múltiplo de la unidad de medida de frecuencia hercio (Hz) y equivale a 10 (1.000.000.000) Hz. Por lo tanto, tiene un período de oscilación de 1 nanosegundo.

**IEEE:** Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conocido por sus siglas IEEE, leído i-triple-e en Latinoamérica o i-e-cubo en España.

**LOS (LINE OF SIGHT):** Propagación de alcance visual es la que tiene un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre las antenas emisora y receptora, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas. También se utiliza en ocasiones su denominación en inglés, Line of Sight, o su acrónimo LOS

**METODOLOGIA:** El término metodología se define como el grupo de mecanismos o procedimientos racionales, empleados para el logro de un objetivo, o serie de objetivos que

dirige una investigación científica. Este término se encuentra vinculado directamente con la ciencia.

**MICROONDAS:** Ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente entre 300 MHz y 300 GHz.

**OPERATIVIDAD:** Calidad de operativo; es decir, en condiciones para operar.

**PROPAGACION:** Propagación: Conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas del transmisor al receptor.

**PSK:** La modulación por desplazamiento de fase o PSK ( ) es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número determinado de valores discretos.

**QAM:** La modulación de amplitud en cuadratura o QAM (acrónimo de por sus siglas en inglés) es una técnica que transporta dos señales independientes, mediante la modulación de una señal portadora, tanto en amplitud como en fase.

**RF:** El término radio frecuencias, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3KHz y unos 300GHz.

**Radioenlace:** Sistema de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas.

**Señal:** Variación de una corriente eléctrica u otra magnitud física que se utiliza para transmitir información.

## **CAPÍTULO IV**

### **FASES METODOLÓGICAS**

Todo trabajo de investigación posee un marco metodológico, lo cual permite definir pasos y procedimientos a seguir con el fin de dar cumplimiento y garantizar los objetivos establecidos. De esta forma, en el presente capítulo se pretendió explicar los aspectos metodológicos empleados en este proyecto de investigación y que, en concordancia con los objetivos, buscan resolver la problemática en estudio, tomando en consideración todos aquellos elementos que se usaron para llevar a cabo el mismo.

#### **4.1 Tipo de investigación**

La presente investigación es considerada un proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer las necesidades de una institución o grupo social.

Según el manual de la UPEL (2006): El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. (p.13)

Balestrini M. (1998): Los proyectos factibles se definen como la investigación, elaboración, y desarrollo de un modelo operativo viable, cuyo propósito es la busca de soluciones de problemas y satisfacción de necesidades. En la actualidad representa una de las modalidades de investigación más empleada por los investigadores (docentes y alumnos), porque constituye una alternativa para elevar propuestas a nivel institucional.

Además, se encuentra enmarcada dentro de la investigación de campo apoyada a una investigación documental, que puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnología, métodos o procesos. Esto significa que es un tipo de investigación mixta, la cual se apoya en necesidades detectadas en el campo para luego realizar una amplia investigación documental y bibliografía que permita finalizar una propuesta.

Por último, Arias, Fidas (2006), plantea la investigación documental como: Un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos

secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p. 31).

Y la investigación de Campo: Es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad de donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (p. 31)

#### **4.2 Fases metodológicas**

##### **Fase I: Diagnostico, con el apoyo de Operación y Mantenimiento, del estado de la comunicación en la planta, distribuidora y data center.**

En esta fase, se realizó la evaluación con claridad y exactitud de los factores que causaron la obsolescencia de la comunicación entre planta, distribuidora y data center. Allí se recolectó toda la información necesaria en hacer un reconocimiento físico en dichas instalaciones, es decir, en equipos, dispositivos y servicios, y número de usuarios, en cuanto se avaluó cómo ha funcionado la tecnología actual, con el objetivo de identificar la ubicación de las fallas. Este punto de la investigación fue crucial para el desarrollo del proyecto porque fue el lugar de partida donde serán determinados los parámetros iniciales.

##### **Fase II: Estudio de las posibles tecnologías alternativas para la solución en la comunicación entre la planta, distribuidora y data center.**

A continuación en esta fase se recolectó información donde se especifican las tecnologías y los equipos de comunicación necesarios para ser utilizados en la sustitución de la comunicación frame relay de la empresa. Este análisis se realizó también para conocer la vida útil que tendrán los nuevos equipos que serán utilizados, y así el personal capacitado a cargo del departamento de tecnología de información y mantenimiento podrán estar más al tanto de la operatividad de esta tecnología; para que de esta manera evitar las frecuentes paradas imprevistas y reducir las fallas de operatividad de la comunicación.

**Fase III: Selección de la tecnología más factible para sustituir la comunicación actual.**

En esta fase se seleccionó, luego de haber realizado la evaluación pertinente, que tecnología se indica en la propuesta para la realización de la sustitución de la comunicación frame relay. Se tomó en cuenta las características técnicas y generales para dar una efectiva solución.

**Fase IV: Diseño de una propuesta de triangulación PTP para poder sustituir la tecnología de comunicación actual.**

En esta fase se procedió a diseñar una triangulación de enlaces microondas PTP (punto a punto) con las características ideales que permitan interconectar las sedes con la más alta calidad y confiabilidad de tal manera que cumpla con los objetivos que se han trazado, con el fin de dar la propuesta más efectiva y viable.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

#### **5.1 Diagnostico, con el apoyo de operaciones y mantenimiento, del estado de la comunicación en la planta, distribuidora y data center.**

En relación con esta fase, se realizó una compilación de los distintos problemas que se presentaban en la empresa MANN-HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY, efectuando una visita exhaustiva a cada sala de telecomunicación, específicamente la de planta y la distribuidora, obteniendo un reconocimiento completo de la situación actual. Adicionalmente, se estableció un estudio completo para poder identificar claramente como es el funcionamiento de la comunicación interna y externa, para poder así, determinar cómo están constituida la red de transporte de voz y datos de las sedes Planta, Distribuidora y Data Center tercero llamado Daycohost, quien es una empresa que le presta servicios de procesamiento, almacenamiento, seguridad y conectividad, además de espacio físico para servidores tanto físicos como virtuales.

En las visitas realizada a cada sede se hizo un levantamiento de información correspondiente a los equipos empleados, así como también se visitó el data center ubicado en Dayco logrando obtener información de los equipos que prestan servicio de transporte de datos a la empresa. En el mismo orden de ideas, se realizó una investigación sobre el tráfico de datos entre ambas sedes, las dependencias que existe una de la otra así como también el rendimiento de la comunicación en horas de mayor tráfico.

La infraestructura de comunicaciones de datos en la empresa depende de un tercero para establecer la comunicación con su sede distribuidora, encargándose de esto la empresa TELEFONICA, utilizando rutas de enrutamiento e interconexión a través de MOVISTAR. En cada sede de la empresa se utiliza la tecnología Frame Relay para así distribuir la red internamente, cada sede está constituida por un cuarto de telecomunicaciones denominado internamente como data center, los cuales contienen los equipos correspondientes para la recepción y distribución de la red.

Utilizando las herramientas de investigación como las entrevistas, levantamiento de información y análisis se pudo observar que la frecuencia en las fallas de la comunicación

son altas, el tráfico de datos es exigido, las velocidades de transmisión entre las sedes suele ser insuficiente debido al crecimiento de la empresa y a la cantidad de usuarios que posee la misma, teniendo una velocidad aproximada entre 2 y 5 Mbps ofrecido por su proveedor. Considerando el número de usuarios que hacen uso de la comunicación entre sedes, y debido al crecimiento de la empresa se precisa un servicio privado de transmisión de mayor velocidad en modo Full dúplex, lo cual costaría de una mayor inversión pero al poco tiempo obteniendo grandes beneficios.

## **5.2 Análisis de las posibles tecnologías alternativas para la solución en la comunicación entre la planta, distribuidora y data center.**

Una vez identificado el problema, se estudiaron las posibles soluciones para así determinar con facilidad cual es la alternativa más viable para la interconexión de las de la empresa. Las alternativas que se obtuvieron son:

### **5.2.1 Enlace de fibra óptica**

La implementación de un enlace por fibra óptica es una de las posibles soluciones, ya que este es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos, consistente en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.

La fibra óptica de hoy constituye uno de los medios de transmisión más eficaces y de los que brindan mayores velocidades, esto según el tipo de fibra óptica que se use, puede cubrir áreas muy extensas manteniendo un gran ancho de banda y bajas pérdidas lo que te asegura una transmisión de datos más robusta. Son el medio de transmisión por cable más avanzado, al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, y también se utilizan para redes locales donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

#### **5.2.1.1 Ventajas:**

Su principal ventaja es el ancho de banda de paso que permite flujos muy elevados en orden de los GHz, con un volumen de tamaño bajo y gran flexibilidad y ligereza, además tiene

inmunidad total de las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica un calidad de transmisión muy estable y no genera interferencia con otros sistemas de transmisión. Es insensible a señales parasitas, lo que se traduce en que la fibra óptica no es afectada por cables de energía eléctrica y esto permite la coexistencia de ambos por los mismos conductos. Proporciona comunicaciones hasta 70 Km antes de que sea necesario regenerar la señal, ya que su atenuación es muy pequeña independientemente de la frecuencia, llegando a extenderse a 150 Km utilizando amplificadores láser.

### 5.2.1.2 Desventajas:

Una de las principales desventajas de la fibra óptica es el alto costo de su implementación, además son muy frágiles y los empalmes son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable. La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas ni transmitir electricidad esto limita su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. Es afectada por el agua ya que esta corroe la superficie del vidrio y resulta ser el mecanismo más importante para el envejecimiento de la fibra óptica.



**Figura 7:** Trayectoria completa de transmisión entre el transmisor y el receptor

**Fuente:** <https://www.fibraoptica hoy.com/blog/distancia-de-los-enlaces/>

### 5.2.2 Enlace satelital:

Son uno de los primeros sistemas de comunicación entre puntos distantes utilizados. Por muchos años fue una de las soluciones más atractivas, por su gran cobertura y fácil instalación. Esta tecnología incluye la puesta en órbita de un satélite artificial el cual sirve de

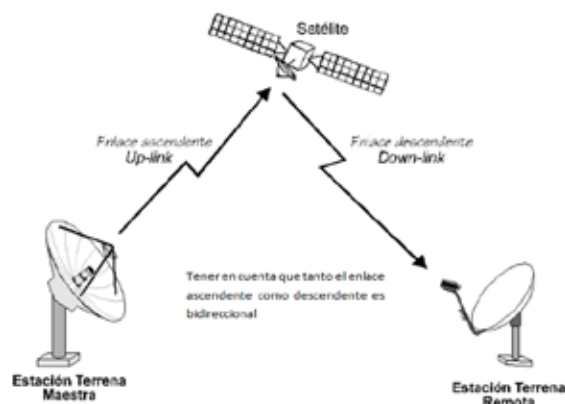
puente visual entre la estación transmisora y la receptora. Para mantener lo más fijo posible el satélite con respecto a la tierra, éste se ubica sobre una órbita geostacionaria llamada “Cinturón de clark”. Esta orbita está a una altura aproximada de 36000 Km de altura sobre la superficie de la tierra. Las comunicaciones satelitales utilizan como portadora, señales de microondas (muy pequeñas), para transmitir los datos hasta el satélite y desde éste hasta la tierra, El enlace de subida se llama “Up Link” y el de baja “Down link”.

### 5.2.2.1 Ventajas:

Las transmisiones en enlaces satelitales son realizadas a altas velocidades en Giga Hertz lo que te brinda un alto rendimiento en la transmisión de datos, además cuenta con una fácil instalación. El uso de este medio te permite transmitir datos a cualquier lugar del planeta, rompen las distancias y el tiempo.

### 5.2.2.2 Desventajas:

El ancho de banda es muy costoso, este sistema involucra satélites que prestan servicio en el espacio, con un tiempo de vida entre 10 a 15 años. Una vez superado deben ser sustituidos por otros satélites que cubran las mismas funciones. Esto produce inversiones constantes de alto costo no fáciles de asumir. Lo que con lleva a analizar muy bien este factor antes de tomar una decisión por esta tecnología.



**Figura 8:** Enlace satelital.

**Fuente:** <http://cursomicrondas208018.blogspot.com/>

### **5.2.3 Enlace de microondas:**

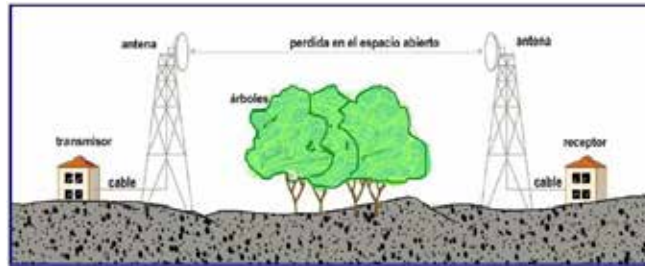
Es un medio de transmisión de datos o voz que emiten señales usando como medio la atmosfera terrestre, no necesita de un medio físico para transmitir, provee conectividad entre dos sitios con línea de vista en frecuencias desde 300 MHz hasta los 300GHz, para una mejor emisión y recepción estos se encuentran en la cima de torres, para radioenlace se usan equipos de radio con frecuencias de portadora por encima de 1 GHz, pudiendo transmitir información a grandes velocidades según los equipos que se empleen, su implementación es de bajo costo y en corto tiempo. Se utiliza comúnmente para transmitir información entre localidades que recorren largas distancias con la posibilidad de instalar repetidores y poder llegar a distancias remotas.

#### **5.2.3.1 Ventajas:**

Son considerablemente más económicos, con fácil y rápida instalación, el mantenimiento de las mismas es de bajo costo y de actuación rápida. Puede transmitirse por la atmosfera terrestre lo que te permite superar irregularidades de terreno que suelen ser las limitaciones más comunes, pudiendo llegar a cualquier ubicación geográfica, la calidad y velocidades de transmisión son regulaciones que se aplican a los equipos de trabajo ya que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda.

#### **5.2.3.2 Desventajas:**

Para poder transmitir información el emisor y receptor deben tener línea de vista directa, se debe tener acceso adecuado a las estaciones repetidoras, además se debe contar con equipos de alta potencia para transmitir información a largas distancias. Las adecuaciones correctas para estaciones de telecomunicaciones en algunos casos generan altos costos.



**Figura 9:** Enlace de microondas.

**Fuente:** <http://www.laleydelboxeo.com/que-es-un-radio-enlace-por-la-ley-de-la-radio/>

### **5.2.4 Metro Ethernet:**

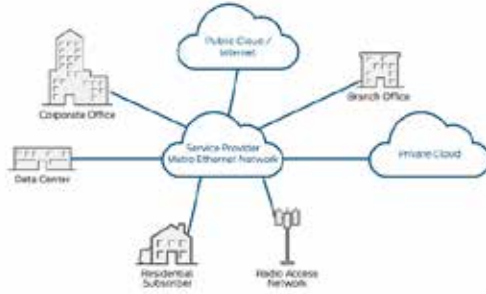
Es una arquitectura de red de banda ancha que está destinada para redes metropolitanas, de alta velocidad. Estas redes soportan una amplia gama de servicios, aplicaciones, incluyendo soporte a tráfico en tiempo real, como puede ser telefonía IP y video IP, tráfico que resulta especialmente sensible a retardo. Es una tecnología empleada para conectar a varias LANs separadas por grandes distancias geográficas.

#### **5.2.4.1 Ventajas:**

Este sistema permite ofrecer un ancho de banda alto a bajo costo garantizando una red privada con conexión sencilla, con velocidades de transmisión de hasta 10 Gbps y bajos costos en la implementación de la infraestructura.

#### **5.2.4.2 Desventajas:**

Actualmente la empresa que brinda servicio Metro Ethernet no tiene la capacidad de brindar un servicio de alta calidad y fiabilidad, además su equipo de mantenimiento y de respuesta a fallas es muy deficiente. No es una red muy segura debido a que se puede dar accesos entre usuarios ya que emplean el mismo medio.



**Figura 10:** Metro ethernet.

**Fuente:** <https://www.juniper.net/us/en/products-services/what-is/metro-ethernet/>

### **5.3 Selección de la tecnología más factible para sustituir la comunicación frame relay.**

Para elegir la solución más productiva e idónea se procedió a realizar una evaluación de distintas variables tales como el rendimiento que brinda cada posible solución, el costo de la misma, el tiempo de ejecución que llevaría en caso de ser implementado y por supuesto la calidad de servicio. Al ver la compatibilidad con los recursos de la empresa, se decidió proponer una interconexión mediante el uso de enlaces microondas, debido al bajo costo que implica y a la posibilidad de utilizar equipos de bajo costo con buen rendimiento y altas velocidades de transmisión, utilizando de igual manera un data center externo llamado DAYCOHOST como centro de datos ofreciendo almacenamiento, seguridad y conectividad con la ventaja de un espacio para el alojamiento de equipos de TI o de telecomunicaciones, para asegurar continuidad operativa y acceso a redes de comunicaciones; por otra parte, entre ambas sedes existe una distancia relativamente larga con estructuras de por medio por lo que el uso de enlaces microondas soluciona esta limitante de manera más económica que al emplear otras soluciones, además de esto las sedes de la empresa cuentan con propiedades en puntos estratégicos para la instalación de enlaces microondas lo que conlleva a una inversión menos.

### **5.4 Diseño de una propuesta de triangulación PTP para poder sustituir la tecnología actual.**

Para realizar la interconexión entre las sedes se establecerán tres enlaces, involucrando

puntos estratégicos con la altura necesaria para lograr obtener una línea de vista clara. Desde la sede planta ubicada en la zona industrial de Valencia se hace un enlace hasta la sede distribuidora ubicada en la zona industrial de San Diego, debido a sus posiciones se propone instalar torres en el techado de cada una de las sedes para así poseer la altura necesaria y lograr una buena línea de vista, seguidamente se realiza un enlace desde la sede distribuidora hasta el data center Daycohost ubicado en la zona industrial de Valencia, y por último se realiza un enlace desde Daycohost hasta la sede planta de manera que la red de transporte de datos se establecerá según la figura 11. Esta figura fue obtenida mediante el programa de simulación de cobertura radioeléctrica Xirio-online.



**Figura 11:** Triangulación de Enlaces Planta-Distribuidora-Daycohost.

**Fuente:** El Autor.

#### **5.4.1 Descripción de equipos.**

##### **Radio AirFiber 11FX**

Este dispositivo es un radio de marca Ubiquiti, se decidió trabajar con este dispositivo porque el AF-11FX es una radio diseñada específicamente para puentes PTP al aire libre y redes de retorno de red de clase portadora que utilizan la banda de radio autorizada de 11 GHz, lo cual trabajar en frecuencias licenciadas ofrece grandes ventajas, ya que permite el uso exclusivo de esa frecuencia, reduciendo considerablemente problemas de interferencia

que pueden disminuir la calidad de un enlace, y así mismo permite contar con mayor ancho de banda y mayor velocidad de transmisión.

Este equipo cuenta con la funcionalidad de usar canales en modo simple SISO (single input, single output, una sola entrada una sola salida) o enlazado MIMO (Multiple-input multiple-output que se traduce en múltiple entrada múltiple salida), mediante el empleo de una sola antena parabólica para transmitir y recibir, esto se logra a través de dos duplexores con los que cuenta este equipo. El AF-11FX también presenta diferentes tamaños de ancho de canal para adaptarse a sus necesidades de implementación, y se puede configurar de manera independiente las frecuencias de transmisión y recepción. Cuenta con dos duplexores en dos rangos de frecuencia, este equipo abarca las frecuencias desde (10700 – 11700) MHz. Es un equipo diseñado para largas distancias y aplicaciones de redes a la intemperie, con un rendimiento máximo de 1.2 Gbps y rango máximo de 300 Km.



**Figura 12:** Radio AirFiber-11FX.

**Fuente:** [https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber\\_AF-11FX\\_DS.pdf](https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber_AF-11FX_DS.pdf)

#### **Características del AirFiber 11FX:**

- Puerto de dato: 10/100/1000 Ethernet
- Rendimiento: 1.2 Gbps
- Modos inalámbricos: SISO/MIMO
- Modulación: 1024QAM
- Procesador INVICTUS 2 IC

- Máximo consumo de energía 36W
- 
- Duplexores:
  - Low-Band Duplexer
    - Low Channel: 10.700 to 10.955 GHz
    - High Channel: 11.200 to 11.445 GHz
  - High-Band Duplexer
    - Low Channel: 10.940 to 11.200 GHz
    - High Channel: 11.440 to 11.700 GHz



**Figura 13:** Duplexores AF-11FX.

**Fuente:** [https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber\\_AF-11FX\\_DS.pdf](https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber_AF-11FX_DS.pdf)

Cabe destacar que para la aplicación de este proyecto se debe trabajar con duplexores en High Band, debido a que estos trabajan en las frecuencias que coinciden con las canalizadas por el ente regulador CONATEL. Para obtener información más detallada del equipo ver anexo A.

### **Antena AirFiber 11G35:**

Este dispositivo es una antena de Ubiquiti Networks, es diseñada para trabajar en la banda licenciada 11GHz. Ideal para el radio AF-11FX, ofrece SISO o 2x2 MIMO, rendimiento de doble polaridad. Este modelo incorpora un diseño de reflector para una excelente directividad del haz, presenta un diseño mecánico robusto utilizando hardware de resistencia industrial para uso en aplicaciones al aire libre. Tiene un soporte incorporado para el radio AF-11FX por lo que no requiere herramientas especiales, además la antena cuenta un diseño a prueba de todo tipo de clima.



**Figura 14:** Antena AF-11G35.

**Fuente:** [https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber\\_AF-11G35\\_DS.pdf](https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber_AF-11G35_DS.pdf)

Su rango de frecuencia se encuentra entre 10.3-11.7 GHz y posee una ganancia de 35 dBi lo que permite establecer enlaces de larga distancia con la mejor actuación. Puede soportar vientos de hasta 200 km/h y tiene además 2.5° grados verticales y 2.5° grados horizontales en ancho de haz de señal. Para más información ver el anexo B.

### **Características de AF-11G35:**

- Antena parabólica
- Dimensiones:  $\varnothing$  811 x 460 mm ( $\varnothing$  31.9 x 18.1")
- Peso: 11.85 kg
- Rango de frecuencia: 10.3-11.7 GHz
- Ganancia: 35 dBi
- Max. VSWR: 2:1

- Supervivencia del viento: 200 km/h.



**Figura 15:** AF-11G35.

**Fuente:** [https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber\\_AF-11G35\\_DS.pdf](https://dl.ubnt.com/datasheets/airfiber/airFiber_AF-11G35_DS.pdf)

#### 5.4.2 Descripción de los enlaces utilizando software Radio Mobile y Xirio-online.

Para realizar esta red se diseñaron tres enlaces con las siguientes localidades y coordenadas:

Localidad	Coordenadas
<b>Sede Planta</b>	Latitud: 10°09'27.50"N Longitud: 067°56'32.69"W
<b>Sede Distribuidora</b>	Latitud: 10°11'35.59"N Longitud: 067°57'32.43"W
<b>Data center Daycohost</b>	Latitud: 10°09'36.74"N Longitud: 067°57'17.91"W

Tabla 1: Coordenadas de las localidades de los enlaces.

Fuente: Autor.

Para la simulación y cálculos de los enlaces se utilizó software Radio Mobile el cual brinda una serie de características y resultados importantes para el diseño de estos enlaces. Estos resultados se obtienen una vez se hayan ingresado los datos correspondientes, para empezar se debe ingresar, los datos de ubicación (latitud y longitud) de cada punto de los enlaces,

luego ingresar los datos para crear la red, como la frecuencia mínima y máxima de trabajo en MHz, la polarización a utilizar, el tipo de clima, el tipo de topología con que se desea trabajar, luego se escogen las unidades que forman parte de la red ingresando su nombre y coordenadas correspondientes, y por último se escoge los roles de miembros de la red en el sistema a utilizar, en el cual deben llenarse con parámetros importantes para realizar los cálculos, como la potencia del transmisor, el umbral de recepción, tipo de antena, ganancia, altura de la antena y las pérdidas. De esta manera se obtienen los resultados de cada enlace como se muestran en la figuras 16,17 y 18.

#### 5.4.2.1 Enlace Planta-Distribuidora.

Este enlace cuenta con una distancia de 4.35km, la sede Planta se encuentra ubicada en la zona industrial sur de valencia, una zona con muchas edificaciones industriales y poco relieve, la torre debe estar en el techado del data center interno para así ganar más altura y además la torre debe tener una altura al menos de 20 metros para poder ubicar la antena a 20 metros del suelo, altura suficiente para superar obstáculos que pueden encontrarse en la ciudad, así mismo la sede Distribuidora que se encuentra en la zona industrial de San Diego, la torre debe instalarse sobre el techado de la sede ganando así más altura y además la torre debe medir al menos 20 metros para poder ubicar la antena a 22 metros del suelo. De esta manera se podrá obtener una vista clara.



**Figura 16:** Enlace Planta-Distribuidora.

**Fuente:** El Autor

Para el diseño de este enlace se empleó el radio AF-11FX junto a una antena AF-G35, para cada una de las localidades. Cabe mencionar que para poder realizar el cálculo del enlace entre estas localidades se procedió a ingresar los datos necesarios para el cálculo, siguiendo el procedimiento detallado en la sección anterior. Datos ingresados:

- Propiedades de las sedes (coordenadas de ambas localidades)
- Polarización: Vertical
- Frecuencia mínima: 10700MHz
- Frecuencia máxima: 11700MHz
- Potencia del transmisor: 30 dBm
- Umbral de recepción: -69dBm
- Ganancia de la antena: 35 dBi
- Altura de la antena: Planta 20 m, Distribuidora 22 m

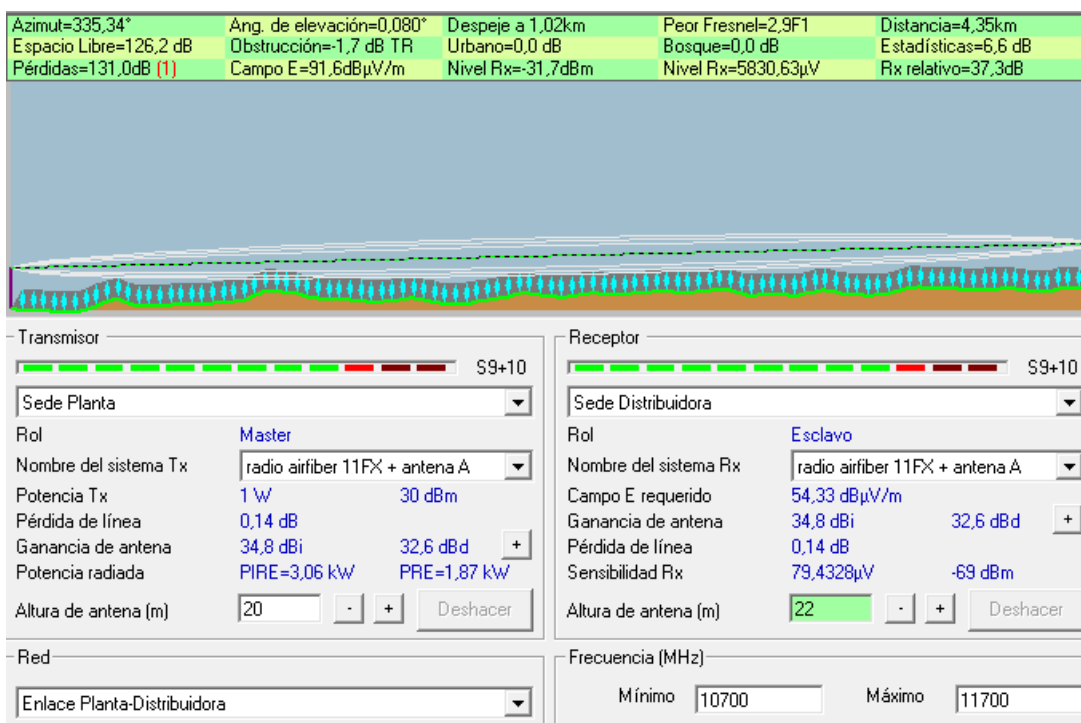


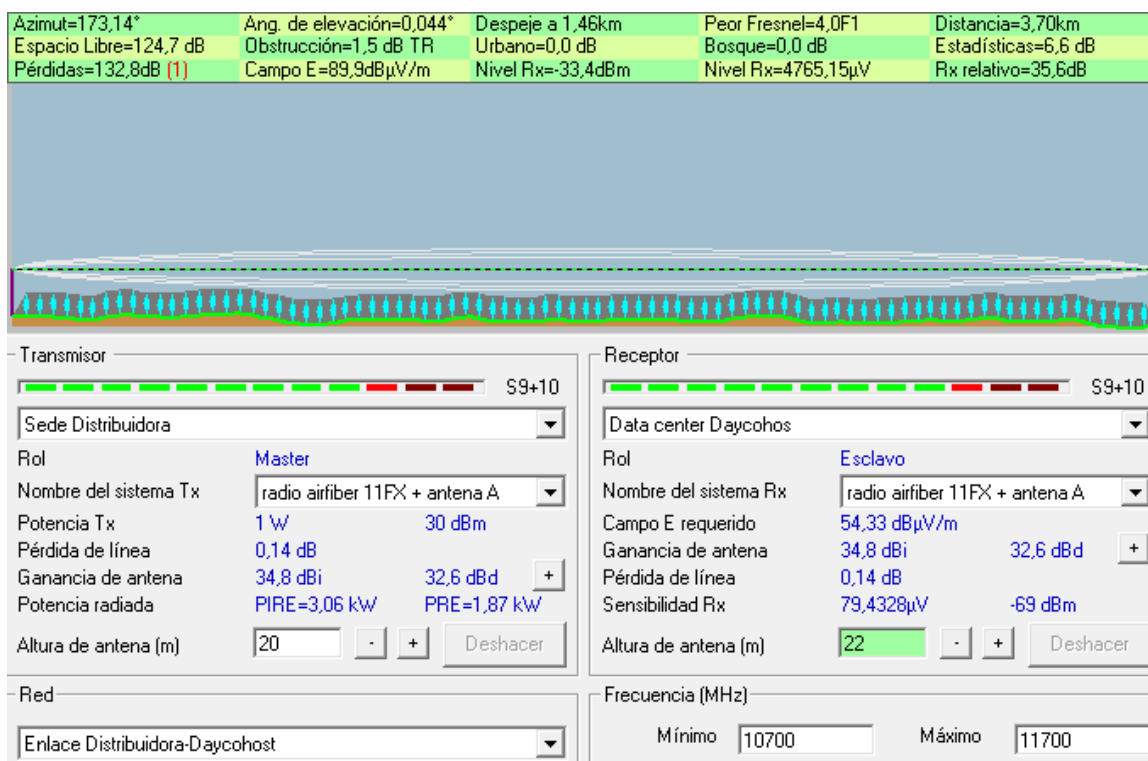
Figura 17: Perfil Planta-Distribuidora.

Fuente: El Autor.



Este enlace de igual manera fue diseñado con el mismo radio AF-11FX con antena ubiquiti AF-11G35, teniendo así algunos parámetros del enlace anterior para hacer los cálculos correspondientes, utilizando el software Radio Mobile.

- Propiedades de las sedes (coordenadas de ambas localidades)
- Polarización: Vertical
- Frecuencia mínima: 10700MHz
- Frecuencia máxima: 11700MHz
- Potencia del transmisor: 30 dBm
- Umbral de recepción: -69dBm
- Ganancia de la antena: 35 dBi
- Altura de la antena: Distribuidora 20 m, Data center Daycohost 22 m



**Figura 20:** Perfil Distribuidora-Data center Daycohost.

**Fuente:** El Autor.

La distancia entre Sede Distribuidora y Data center Daycohos es 3,7 km (2,3 miles)  
 Azimut norte verdadero = 173,14°, Azimut Norte Magnético = 184,78°, Angulo de elevación = 0,0438°  
 Variación de altitud de 16,5 m  
 El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 4,0F1 a 1,5km  
 La frecuencia promedio es 11200,000 MHz  
 Espacio Libre = 124,7 dB, Obstrucción = 1,5 dB TR, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 6,6 dB  
 La pérdida de propagación total es 132,8 dB  
 Ganancia del sistema de Sede Distribuidora a Data center Daycohos es de 168,7 dB ( AF-11G35-S45.ant a 173,1 °0,04° ganancia = 35,0  
 Ganancia del sistema de Data center Daycohos a Sede Distribuidora es de 168,7 dB ( AF-11G35-S45.ant a 353,1 °-0,08° ganancia = 35,0  
 Peor recepción es 36,0 dB sobre el señal requerida a encontrar  
 70,000% de situaciones  
 Advertencia 1

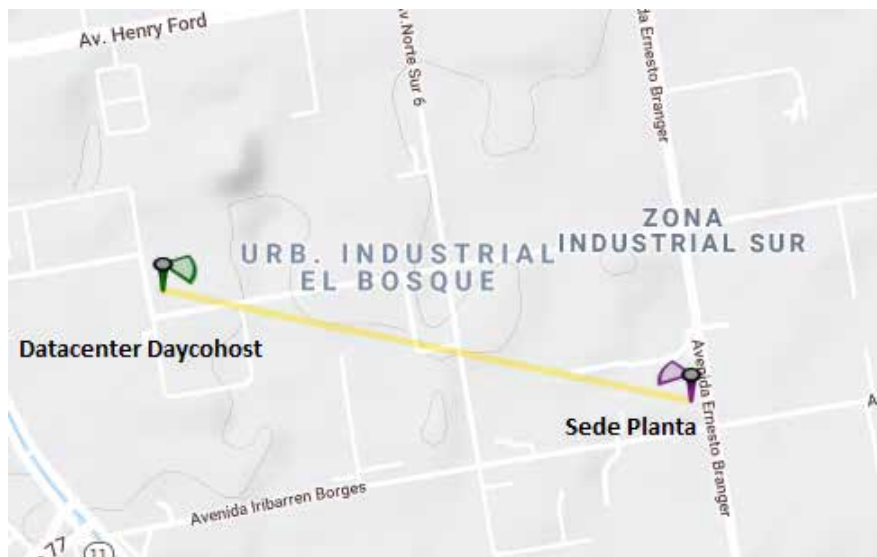
**Figura 21:** Resultado de Enlace Distribuidora-Data center Daycohost.

**Fuente:** El Autor.

Como se puede apreciar en la figura 21 existe una línea de vista libre de obstáculos con un margen de 36 dB del umbral de recepción, lo cual hace viable este enlace.

#### 5.4.2.3 Enlace Daycohost-Planta.

Este es el enlace más corto, consta con una distancia corta de 1,40km, para lograr una línea de vista entre los dos puntos se debe colocar en el data center Daycohost una antena a 15 metros sobre el suelo, y en la sede planta la antena debe estar a 18 metros sobre el nivel del suelo.

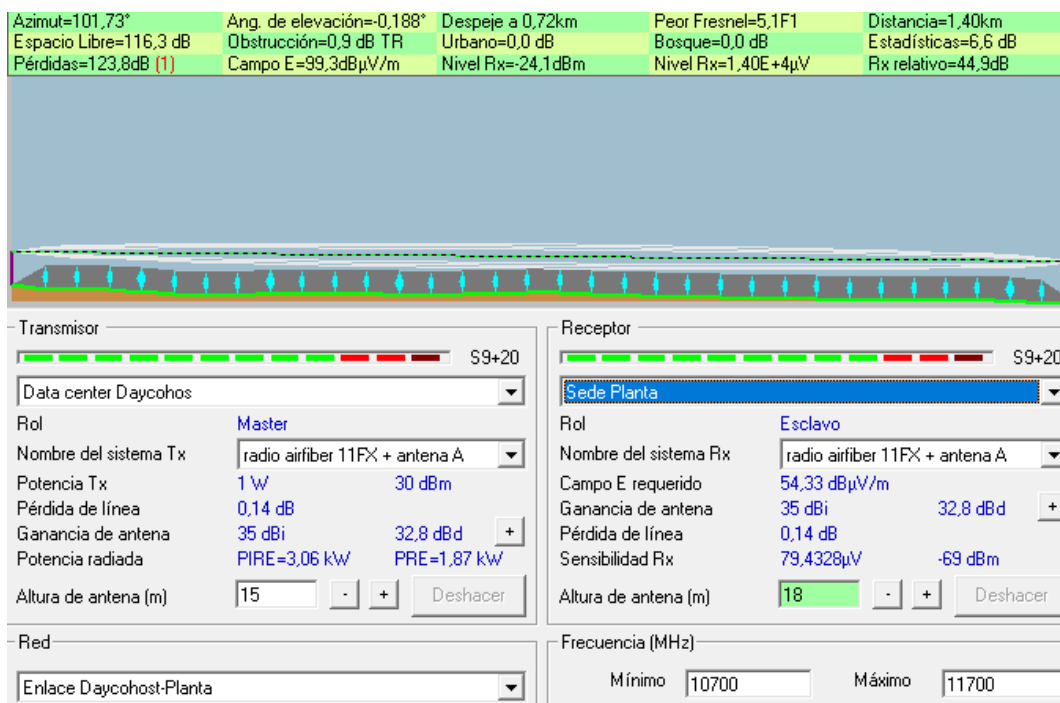


**Figura 22:** Enlace Data center Daycohost-Planta.

**Fuente:** El Autor

Para el diseño de este enlace se utilizó de igual manera que en los diseños anteriores los equipos de alto rendimiento Ubiquiti, radio AF-11FX y antena AF-11G35, la idea principal de utilizar los mismos equipos en cada enlace que conforma esta interconexión es la de mantener la fiabilidad y el alto rendimiento deseado en cada tramo que lo compone. A continuación se presentan los parámetros utilizados para los cálculos de este enlace ingresados en Radio Mobile.

- Propiedades de las sedes (coordenadas de ambas localidades)
- Polarización: Vertical
- Frecuencia mínima: 10700MHz
- Frecuencia máxima: 11700MHz
- Potencia del transmisor: 30 dBm
- Umbral de recepción: -69dBm
- Ganancia de la antena: 35 dBi
- Altura de la antena: Data center Daycohost 15 m, Sede Planta 18 m.



**Figura 23:** Perfil Data center Daycohost - Planta.

**Fuente:** El Autor

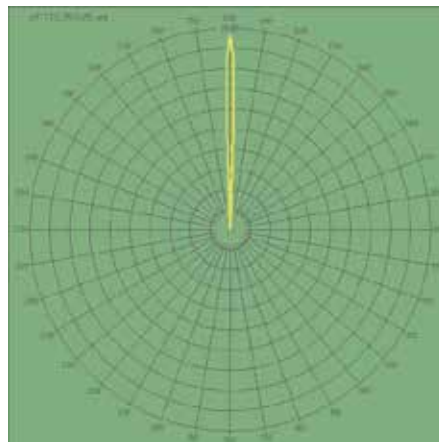
La distancia entre Data center Daycohos y Sede Planta es 1,4 km (0,9 miles)  
 Azimut norte verdadero = 101,73°, Azimut Norte Magnético = 113,37°, Angulo de elevación = -0,1884°  
 Variación de altitud de 17,3 m  
 El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 5,1F1 a 0,7km  
 La frecuencia promedio es 11200,000 MHz  
 Espacio Libre = 116,3 dB, Obstrucción = 0,9 dB TR, Urbano = 0,0 dB, Bosque = 0,0 dB, Estadísticas = 6,6 dB  
 La pérdida de propagación total es 123,8 dB  
 Ganancia del sistema de Data center Daycohos a Sede Planta es de 168,7 dB ( AF-11G35-S45.ant a 101,7 °-0,19° ganancia = 35,0 dBi )  
 Ganancia del sistema de Sede Planta a Data center Daycohos es de 168,7 dB ( AF-11G35-S45.ant a 281,7 °0,18° ganancia = 35,0 dBi )  
 Peor recepción es 44,9 dB sobre el señal requerida a encontrar  
 70,000% de situaciones  
 Advertencia 1

**Figura 24:** Resultados enlace Data center Daycohost - Planta.

**Fuente:** El Autor

A través de la visualización de la gráfica arrojada por Radio Mobile en cada enlace podemos observar que la peor condición de la zona de fresnel es igual a 5,1F1 por lo que no es necesario estudiar la zona fresnel para ninguno de los enlace. En la figura 24 podemos observar que el margen es de 44,9 dB del umbral de recepción lo que garantiza un excelente nivel de recepción y hace este enlace viable.

Cabe destacar que para los tres diseños de enlaces se utilizó la antena AF-11G35, el patrón de radiación de esta antena dado por Radio Mobile es el presentado en la figura 25.



**Figura 25:** Patron de radiación de antena FX-11G35.

**Fuente:** El Autor

### 5.4.3 Cálculos teóricos de los enlaces.

Una vez realizado los cálculos de los enlaces mediante el uso del software Radio Mobile y utilizando Xirio-Online, se procede a realizar los cálculos teóricos correspondiente a cada enlace con la finalidad de corroborar, y realizar un cuadro comparativo con la información suministrada por el Radio Mobile de manera que se obtenga información precisa del diseño de los enlaces. A continuación se muestran los datos a considerar para los cálculos teóricos seguidamente de las ecuaciones a calcular.

Frecuencia de operación del Radio	(10700 – 11700) MHz
Frecuencia promedio	$\frac{10700+11700}{2} = 11.200 \text{ MHz}$
Potencia de transmisión	$P_{tx} = 30 \text{ dBm} = 1 \text{ Watt}$
Sensibilidad del receptor	-69 dBm
Ganancias de la antena	$G_{tx} = G_{rx} = 35 \text{ dBi}$

**Tabla 2:** Características técnicas de los equipos.

**Fuente:** El Autor

#### **Perdida en la línea.**

Aquí encontramos la pérdida que se genera entre el transmisor y la antena, en todos los enlaces la AF-11FX se conecta mediante dos cables RF modelo RP-SMA a la antena por lo que se realiza un solo cálculo: LLB

$$LLB \frac{0,2m \times 1,45 \text{ dB}}{2m} = 0.145 \text{ dB}$$

Dentro de este cálculo está incorporado la pérdida por conectores, por lo que el cálculo representa la pérdida total en cada línea de transmisión.

#### **Potencia entregada de la antena.**

Esta potencia es la entregada por el transmisor menos las atenuaciones causadas por las líneas

de transmisión. Su ecuación es:

$$PEA = 10\log (P_{tx}) - LLB$$

$$PEA = 10\log (1w) - 0,145 \text{ dB} = -0.145 \text{ dBw}$$

$$PEA = 10^{-\frac{0.145}{10}} = 0.96 \text{ w}$$

### **Potencia efectiva radiada.**

Para un cálculo más sencillo se ingresa directamente el valor de la potencia del transmisor que alimenta a la antena (PEA) y se suma con la ganancia en potencia (Gtx) en la antena:

$$PER = PEA + Gtx \text{ dBd.}$$

La ganancia de la antena se debe convertir a dBd:

$$\text{dBd} = \text{dBi} - 2,15.$$

$$\text{dBd} = 35 \text{ dBi} - 2,15 = 32,85 \text{ dBd.}$$

Sustituyendo los valores, queda:

$$PER = -0.145\text{dBw} + 32,85$$

$$PER = 32,70 \text{ dBw}$$

$$PER \text{ en Vatios} = 10^{\frac{32.7}{10}} = 1862,08 \text{ W.}$$

$$PER \text{ en dBm} = 32,70 \text{ dBw} + 30 = 62,7 \text{ dBm}$$

### **Potencia isotrópica radiada.**

Se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$PIRE = 10\log (P_{tx}) + Gtx - LLB.$$

$$PIRE = 10\log (1w) + 35 \text{ dBi} - 0.145 \text{ dB}$$

$$PIRE = 34.85 \text{ dB}$$

$$\text{PIRE en Vatios} = 10^{\frac{34.85}{10}} = 3054,92 \text{ W.}$$

Los cálculos de potencia entregada, potencia efectiva radiada y potencia isotropica radiada, se realizaron una sola vez, debido a que a que los equipos utilizados son los mismos en todos los enlaces.

#### 5.4.3.1 Enlace Planta – Distribuidora.

Distancia = 4.35 km

Frecuencia = 11.2 GHz

Debido a ser un enlace de corta distancia, no se toma en cuenta los parámetros de margen de desvanecimiento ya que estos solo se consideran para enlaces de mediana y larga distancia.

- Perdida en el espacio libre ( $L_p$ ).

$$L_p(\text{dB}) = 92.4 + 20\log f(\text{GHz}) + 20\log D(\text{km})$$

$$L_p(\text{dB}) = 92.4 + 20\log f(11.2) + 20\log D(4.35)$$

$$L_p(\text{dB}) = 126,15 \text{ dB}$$

- Campo eléctrico  $E(\text{dB}\mu\text{V/m})$

El campo eléctrico se calcula con el fin de conocer el voltaje y la potencia que recibe el receptor una vez se transmite a través del enlace. Obteniendo:

$$E(\text{dB}\mu\text{V/m}) = \text{PER dBm} - 20\log(\text{Distancia en Km}) + 38,7.$$

$$E(\text{dB}\mu\text{V/m}) = 62,7 - 20\log(4,35) + 38,7.$$

$$E(\text{dB}\mu\text{V/m}) = 88,63 \text{ E}(\text{dB}\mu\text{V/m})$$

$$P(\text{dBm}) = E(\text{dB}\mu\text{V/m}) + G_{rx}(\text{dBi}) - 20\log(\text{frecuencia en MHz}) - 77,2.$$

$$P(\text{dBm}) = 88,63 + 35 - 20\log(11200) - 77,2$$

$$P(\text{dBm}) = -34,55 \text{ dBm}$$

- Potencia del receptor (Prx).

$$Prx = Ptx + Gtx + Grx - LLBTx + LLBRx - Lp$$

$$\text{Dónde: } LLBTx = LLBRx = 0.145 \text{ dB}$$

$$Prx = 30 \text{ dBm} + 35 \text{ dBi} + 35 \text{ dBi} - 0,145 \text{ dB} - 0,145 \text{ dB} - 126,15 \text{ dB}$$

$$Prx = -26,44 \text{ dBm.}$$

- Margen dinamico:

Este margen es la potencia en el receptor menos el umbral de recepción.

$$Dm = Prx - Cmin.$$

$$Dm = -26,44 - (-69 \text{ dBm}) = 42,56 \text{ dB}$$

$$Dm = 42,56 \text{ dB}$$

#### **5.4.3.2 Enlace Distribuidora – Data center Daycohost.**

$$\text{Distancia} = 3,70 \text{ Km}$$

$$\text{Frecuencia} = 11,2 \text{ GHz}$$

Al igual que el primer enlace, al tener una distancia corta entre emisor y receptor el margen de desvanecimiento no es tomado en cuenta, por lo que la perdida estará representada por Lp y la perdida de línea.

- Perdida en el espacio

$$Lp(dB) = 92.4 + 20 \log f(Gz) + 20 \log D(km)$$

$$Lp(dB) = 92.4 + 20 \log f(11.2) + 20 \log D(3,70)$$

$$Lp(dB) = 124,75 \text{ dB}$$

- Campo eléctrico E(dBμV/m)

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = \text{PER dBm} - 20 \log (\text{Distancia en Km}) + 38,7.$$

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = 62,7 - 20 \log (3,70) + 38,7.$$

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = 90,03 E \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$$

$$P \text{ (dBm)} = E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} + G_{rx}(\text{dBi}) - 20\log(\text{frecuencia en MHz}) - 77,2.$$

$$P \text{ (dBm)} = 90,03 + 35 - 20\log(11200) - 77,2$$

$$P \text{ (dBm)} = -33,15 \text{ dBm}$$

- Potencia del receptor (Prx).

$$Prx = Ptx + Gtx + Grx - LLBTx + LLBRx - Lp$$

$$\text{Dónde: } LLBTx = LLBRx = 0.145 \text{ dB}$$

$$Prx = 30 \text{ dBm} + 35 \text{ dBi} + 35\text{dBi} - 0,145 \text{ dB} - 0,145 \text{ dB} - 124,75 \text{ dB}$$

$$Prx = -25,04 \text{ dBm.}$$

- Margen dinamico:

Este margen es la potencia en el receptor menos el umbral de recepción.

$$Dm = Prx - Cmin.$$

$$Dm = -25,04 - (-69 \text{ dBm}) = 43,96 \text{ dB}$$

$$Dm = 43,96 \text{ dB}$$

#### **5.4.3.3 Enlace Data center Daycohost - Planta.**

- Perdida en el espacio

$$Lp(\text{dB}) = 92.4 + 20\log f(G \ z) + 20\log D(\text{km})$$

$$Lp(\text{dB}) = 92.4 + 20\log f(11.2) + 20\log D(1,40)$$

$$Lp(\text{dB}) = 116,3 \text{ dB}$$

- Campo eléctrico E(dBμV/m)

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = \text{PER dBm} - 20\log (\text{Distancia en Km}) + 38,7.$$

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = 62,7 - 20\log (1,40) + 38,7.$$

$$E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = 98,48 E \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$$

$$P \text{ (dBm)} = E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} + G_{rx}(\text{dBi}) - 20\log(\text{frecuencia en MHz}) - 77,2.$$

$$P \text{ (dBm)} = 98,48 + 35 - 20\log(11200) - 77,2$$

$$P \text{ (dBm)} = -24,7 \text{ dBm}$$

- Potencia del receptor ( $P_{rx}$ ).

$$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - LLB_{Tx} + LLB_{Rx} - L_p$$

$$\text{Dónde: } LLB_{Tx} = LLB_{Rx} = 0.145 \text{ dB}$$

$$P_{rx} = 30 \text{ dBm} + 35 \text{ dBi} + 35\text{dBi} - 0,145 \text{ dB} - 0,145 \text{ dB} - 116,3 \text{ dB}$$

$$P_{rx} = -16,59 \text{ dBm.}$$

- Margen dinámico:

Este margen es la potencia en el receptor menos el umbral de recepción.

$$D_m = P_{rx} - C_{min}.$$

$$D_m = -16,59 - (-69 \text{ dBm}) = 52,41 \text{ dB}$$

$$D_m = 52,41 \text{ dB}$$

Luego de concluir con los cálculos teóricos podemos obtener información precisa de la capacidad del enlace y de sus niveles de recepción, dentro de estos se encuentra la pérdida de línea, esta pérdida suele ser mayor cuando se utiliza guías de ondas entre el transmisor y la antena, en el caso de los equipos utilizados (AF-11FX) el radio está justo detrás de la antena y este modelo en particular se conecta mediante conectores RP-SMA de longitud muy corta lo que reduce la pérdida en gran medida, dentro de este cálculo se tomó en consideración las pérdidas generadas por los conectores sin embargo las pérdidas fueron muy bajas, todos los cálculos realizados son de relevante importancia ya que comprueban la calidad del enlace según los parámetros utilizados.

Dentro de estos se encuentra la frecuencia, para todos los enlaces se usó una frecuencia promedio (11200 MHz) entre la frecuencia mínima y máxima de los equipos, ya que los resultados teóricos no varían mucho al cambiar la frecuencia dentro de ese rango, por ser los enlaces de corta distancia se consideró la sensibilidad del receptor en  $-69 \text{ dBm}$ , según el

Datasheet del radio (Anexo A) esta es la sensibilidad que tiene el receptor para transmitir 602 Mbps para un ancho de 40 MHz en modulación MIMO, debido a la ganancia del sistema a estas distancia se garantiza la confiabilidad del enlace para mencionada velocidad.

#### 5.4.4 Comparación entre cálculos simulados y teóricos.

A continuación se mostraran las tablas de comparación de cada enlace.

##### 5.4.4.1 Enlace Planta – Distribuidora.

Calculo	Teórico	Simulado
<b>PER</b>	1,862 kW	1,87 kW
<b>PIRE</b>	3,054 kW	3,06 kW
<b>Perdidas Lp</b>	126,15 dB	126,2 dB
<b>Campo E</b>	88,63 E (dB $\mu$ V/m)	91,6 E (dB $\mu$ V/m)
<b>Potencia del receptor</b>	-26,44 dBm	-31,7 dBm
<b>Margen dinamico</b>	42,56 dB	37,7 dB

Tabla 3: Comparación cálculos teóricos y simulados (Planta-Distribuidora).

Fuente: El Autor

##### 5.4.4.2 Enlace Distribuidora – Data center Daycohost.

Calculo	Teórico	Simulado
<b>PER</b>	1,862 kW	1,87 kW
<b>PIRE</b>	3,054 kW	3,06 kW
<b>Perdidas Lp</b>	124,75 dB	124,7 dB
<b>Campo E</b>	90,03 E (dB $\mu$ V/m)	89,9 E (dB $\mu$ V/m)
<b>Potencia del receptor</b>	-25,04 dBm	-33,4 dBm
<b>Margen dinamico</b>	42,96 dB	36 dB

Tabla 4: Comparación cálculos teóricos y simulados (Distribuidora-Daycohost).

Fuente: El Autor

#### 5.4.4.3 Enlace Data center Daycohost - Planta.

<b>Calculo</b>	<b>Teórico</b>	<b>Simulado</b>
<b>PER</b>	1,862 kW	1,87 kW
<b>PIRE</b>	3,054 kW	3,06 kW
<b>Perdidas Lp</b>	116,3 dB	116,3 dB
<b>Campo E</b>	98,48 E (dB $\mu$ V/m)	99,3 E (dB $\mu$ V/m)
<b>Potencia del receptor</b>	-16,59 dBm	-24,1 dBm
<b>Margen dinamico</b>	52,41 dB	44,9 dB

**Tabla 5:** Comparación cálculos teóricos y simulados (Daycohost-Planta).

**Fuente:** El Autor

Como se puede observar en las tablas anteriores, se muestra en la primera columna el cálculo realizado, seguido de la columna con los resultados teóricos y finalmente la de resultados simulados. De esta forma podemos comparar los resultados obtenidos, entre los cálculos expuestos se encuentran los de mayor importancia a la hora del diseño de un enlace. En las tres tablas se visualiza resultados similares entre los teóricos y simulados, como fue notificado anteriormente en estos enlaces no se consideró margen de desvanecimiento en los cálculos teóricos debido a la corta distancia del enlace, por lo que entre los resultados teóricos y simulados existe poca diferencia.

## CONCLUSIONES

Con el crecimiento de la tecnología en la actualidad las demandas en velocidades de transmisión son mayores, para una empresa en constante crecimiento es preciso adaptarse a estas nuevas tecnologías, lo que conlleva a realizar contrataciones de servicio de Internet de mayor capacidad. Las opciones para obtener dicha capacidad se ve afectada por la situación económica del país por lo que las principales empresas proveedoras de este servicio no son capaces de ofrecer un servicio de alta calidad adaptadas a los nuevos desarrollos. Llegando incluso a afectar el mantenimiento de las tecnologías implementadas en las últimas décadas.

La empresa Mann-Hummel se vio afectada por esta situación, alterando el rendimiento de sus operaciones, debido a la constante caída de los servicios de conexión, servicio de telefonía e Internet de su proveedor. Lo que conlleva a buscar alternativas para interconectar sus sedes, aumentar la fiabilidad de su red interna y buscar la expansión de la misma. En busca de las alternativas la interconexión entre enlaces microondas fue la opción más idónea, considerando las edificaciones existentes entre las sedes y los recursos de la empresa, además esta alternativa provee una manera segura de transmitir información y con capacidades en velocidades mayores.

De manera que conociendo las necesidades establecidas por la empresa se procedió a realizar un diseño de enlace entre sus principales sedes, que cumpliera con los objetivos planteados y satisficiera las necesidades expuestas, eligiéndose equipos de alto rendimiento, de bajo costo y fácil mantenimiento e instalación, para la interconexión entre las sedes fue preciso diseñar tres enlaces formando un triángulo, establecidos entre las localidades de la empresa y en zonas de gran altura para lograr las condiciones mínimas de una instalación de enlaces microondas (línea de vista entre emisor y receptor). Mediante los cálculos teóricos y simulaciones en Radio Mobile se verificó el buen funcionamiento y la fiabilidad de los enlaces, capaces de cumplir las necesidades de la empresa e incluso sobre capacitado para las demandas actuales de la misma, lo que permite la posibilidad de seguir creciendo en la demanda de este servicio.

Por consiguiente se puede concluir que el diseño de este enlace de microondas brinda la capacidad de realizar un transporte de datos con altas velocidades entre las localidades pertenecientes a la empresa Mann-Hummel Filtration Technology lo que la convierte en proyecto factible con atributos suficientes para ser implementado.

## **RECOMENDACIONES**

Con la finalidad de optimizar los mecanismos para la interconexión entre sedes y mejorar la red interna de la empresa Mann-Hummel Filtration Technology, se recomienda la implementación de la propuesta realizada en la presente investigación, puesto que genera un beneficio de gran envergadura para la empresa, permitiendo desistir de proveedores de servicio de Internet para el transporte de datos entre las sedes principales de la empresa, obteniendo mayor velocidad en la transmisión de la misma y con mayor ancho de banda.

De igual manera se recomienda realizar mantenimiento de las estaciones de servicio periódicamente, para de esta forma conservar los equipos y mantener las conexiones estables, es importante también, mantener las temperaturas adecuadas para la protección y el buen funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones, así como diseñar normas de seguridad en los cuartos de telecomunicaciones que resguarden los equipos en funcionamiento y se mantenga monitoreada las áreas comprometidas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliográficas

Guía de la Academia de Networking de Cisco Systems. (2010). Sistema de Operatividad de la Red. Colombia: Editorial Sypal.

Arias, F. (2010). **El Proyecto de Investigación** Caracas: Editorial Espíteme.

Hernández, R. (2009). **Metodología de la Investigación** México, Editorial Trillas.

Balestrini, M (1998). Como elaborar un proyecto de investigación. Venezuela, Servicio Editorial.

Sabino, C. (1996). Introducción a la Metodología de Investigación. Caracas: Editorial: Panapo.

Yonelrry, S. (2013). **Realización de un manual descriptivo de procesamientos de instalación de enlaces de microondas para clientes corporativos realizados en la empresa ATHERA C.A. para Movistar.** Informe de pasantías no publicado. Universidad José Antonio Páez.

### Electrónicas

Cesar, M. y Néstor, R. (2013). **Implementación de un proyecto piloto para la migración de enlaces frame relay a metro Ethernet sobre redes de servicios de datos bancarios.** Universidad Católica Andrés Bello.  
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS1571.pdf>.

José, M (2014), **Desarrollo de un sistema de transmisión vía microondas entre caracas y Barquisimeto para COMMOVIL EDC.** Universidad Simón Bolívar.  
<http://159.90.80.55/tesis/000142242.pdf>

CCM (2008). Tipos de redes. Disponible en: <http://es.ccm.net/contents/257-tipos-de-radios>

Enducarex (2009). Tipos de enlaces de microondas. Disponible en:  
[http://contenidos.educarex.es/mci/2009/43/TEMA7/tipos\\_de\\_enlaces\\_de\\_microondas\\_clasificacion.html](http://contenidos.educarex.es/mci/2009/43/TEMA7/tipos_de_enlaces_de_microondas_clasificacion.html).

- Bloguca (2009). Frame Relay. Disponible en:  
<http://blog.uca.edu.ni/edlacayo/files/2009/09/Capitulo-5-Frame-Relay.pdf>
- Encured (2010). Las Microondas. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Microondas>
- BlogSpot (2012). Guías de Ondas. Disponible en: <http://guiasdeonda-sanchez.blogspot.com/2012/12/ventajas-y-desventajas-de-una-guia-de.html>
- Wikipedia (2008). Las Telecomunicaciones. Disponible en:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n>
- Ayuda Electronica (2010). Radio Mobile, software para radio enlaces. Disponible en:  
<http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio-enlaces/>
- Communication inc. (2008). Analizador de protocolo frame realy. Disponible en:  
<https://www.gl.com/framerelay.html>
- UBNT support. (2010). Equipos Ubiquiti. Disponible en: <https://help.ubnt.com/hc/en-us/articles/204952114-airMAX-Where-can-I-find-antenna-pattern-data>

# **ANEXOS**

## Anexo A

### Especificaciones del radio AF – 11FX



## Specifications

AF-11FX	
Dimensions	327 x 112 x 86 mm (12.87 x 4.41 x 3.39")
Weight	2.260 kg (5 lb)
RF Connectors	(4) SMA Weatherproof: TX 0, RX 0 (Chain 0) and TX 1, RX 1 (Chain 1) (2) N-Type Waterproof, One per Duplexer
Power Supply	50VDC, 1.2A PoE Gigabit Adapter (Included)
Power Method	Passive Power over Ethernet Pins 1, 2, 4, 5 (+) and Pins 7, 8, 3, 6 (-) or DC Power Block
Max. Power Consumption	36W
Supported Voltage Range	38-56VDC
Automatic Transmit Power Control (ATPC)	Yes
Mounting	Integrated Pole Mount Included Oversized Rocket Mount Compatible
LEDs	(8) Status LEDs: Data Port Link/Activity Management Port Link/Activity MIMO Mode RF Link (4) Autoscaling Signal Strength Bar Graph
Operating Temperature	-40 to 55° C (-40 to 131° F)
Certifications	CE, FCC, IC

AF-11FX Networking Interface	
Data Port	(1) 10/100/1000 Ethernet Port
Management Port	(1) 10/100 Ethernet Port

AF-11FX System	
Processor	INVICTUS 2 IC
Maximum Throughput	1.2+ Gbps <sup>1</sup>
Maximum Range	300+ km <sup>1</sup>
Encryption	128-bit AES
OS	airOS <sup>®</sup> F
Wireless Modes	SISO/MIMO
Latency Full Duplex Mode	< 200 µs at Full Throughput
MTU (Maximum Transmission Unit)	Up to 9600

AF-11FX Radio	
Frequency Range	10.7-11.7 GHz <sup>1</sup>
Max. Conducted TX Power	30 dBm <sup>2</sup> (Dependent on Regulatory Region)
Frequency Accuracy	± 2.0 ppm
Channel Bandwidth	3.5/5/7/10/14/20/28/30/40/50/56 MHz Selectable <sup>3</sup>

AF-11FX Suggested Max. TX Power	
10x (1024QAM)	18 dBm
8x (256QAM)	21 dBm
6x (64QAM)	24 dBm
4x (16QAM)	30 dBm
2x (4QAM)	30 dBm
1x (QPSK)	30 dBm

AF-11FX Duplexer	
Low-Band Duplexer	Low Channel: 10.700 to 10.955 GHz High Channel: 11.200 to 11.445 GHz
High-Band Duplexer	Low Channel: 10.940 to 11.200 GHz High Channel: 11.440 to 11.700 GHz

<sup>1</sup> For region-specific details, refer to the Compliance chapter of the airFiber AF-11FX User Guide at <https://www.hubert.com/Products/11FX>

<sup>3</sup> Channel widths may vary according to country/region regulations.



AF-11FX Capacity					
Channel Bandwidth	Mode	Constellation	Rate Multiplier	One-Directional Capacity (Mbps)	Bi-Directional Capacity (Mbps)
3.5 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	38.4	76.8
		256 QAM	8x	30.7	61.4
		64 QAM	6x	23	46.0
		16 QAM	4x	15.4	30.8
		QPSK	2x	7.7	15.4
		QPSK xRT™	1x	3.8	7.6
	SISO	1024 QAM	5x	19.2	38.4
		256 QAM	4x	15.35	30.7
		64 QAM	3x	11.5	23.0
		16 QAM	2x	7.7	15.4
5 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	60.8	121.6
		256 QAM	8x	48.65	97.3
		64 QAM	6x	36.5	73.0
		16 QAM	4x	24.3	48.6
		QPSK	2x	12.1	24.2
		QPSK xRT™	1x	6.1	12.2
	SISO	1024 QAM	5x	30.4	60.8
		256 QAM	4x	24.3	48.6
		64 QAM	3x	18.25	36.5
		16 QAM	2x	12.15	24.3
7 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	86.4	172.8
		256 QAM	8x	69.1	138.2
		64 QAM	6x	51.8	103.6
		16 QAM	4x	34.6	69.2
		QPSK	2x	17.3	34.6
		QPSK xRT™	1x	8.6	17.2
	SISO	1024 QAM	5x	43.2	86.4
		256 QAM	4x	34.55	69.1
		64 QAM	3x	25.9	51.8
		16 QAM	2x	17.3	34.6
10 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	128	256.0
		256 QAM	8x	102.4	204.8
		64 QAM	6x	76.8	153.6
		16 QAM	4x	51.2	102.4
		QPSK	2x	25.6	51.2
		QPSK xRT™	1x	12.8	25.6
	SISO	1024 QAM	5x	64	128.0
		256 QAM	4x	51.2	102.4
		64 QAM	3x	38.4	76.8
		16 QAM	2x	25.6	51.2
		QPSK	1x	12.8	25.6

AF-11FX Capacity					
Channel Bandwidth	Mode	Constellation	Rate Multiplier	One-Directional Capacity (Mbps)	Bi-Directional Capacity (Mbps)
14 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	182.4	364.8
		256 QAM	8x	145.9	291.8
		64 QAM	6x	109.4	218.8
		16 QAM	4x	72.9	145.8
		QPSK	2x	36.5	73.0
		QPSK xRT™	1x	18.2	36.4
	SISO	1024 QAM	5x	91.2	182.4
		256 QAM	4x	72.95	145.9
		64 QAM	3x	54.7	109.4
		16 QAM	2x	36.45	72.9
QPSK		1x	18.25	36.5	
20 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	259.2	518.4
		256 QAM	8x	207.3	414.6
		64 QAM	6x	155.5	311.0
		16 QAM	4x	103.7	207.4
		QPSK	2x	51.8	103.6
		QPSK xRT™	1x	25.9	51.8
	SISO	1024 QAM	5x	129.6	259.2
		256 QAM	4x	103.65	207.3
		64 QAM	3x	77.75	155.5
		16 QAM	2x	51.85	103.7
QPSK		1x	25.9	51.8	
28 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	361.6	723.2
		256 QAM	8x	289.3	578.6
		64 QAM	6x	216.9	433.8
		16 QAM	4x	144.6	289.2
		QPSK	2x	72.3	144.6
		QPSK xRT™	1x	36.2	72.4
	SISO	1024 QAM	5x	180.8	361.6
		256 QAM	4x	144.65	289.3
		64 QAM	3x	108.45	216.9
		16 QAM	2x	72.3	144.6
QPSK		1x	36.2	72.4	
30 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	384	768.0
		256 QAM	8x	307.2	614.4
		64 QAM	6x	230.4	460.8
		16 QAM	4x	153.6	307.2
		QPSK	2x	76.8	153.6
		QPSK xRT™	1x	38.4	76.8
	SISO	1024 QAM	5x	192	384.0
		256 QAM	4x	153.6	307.2
		64 QAM	3x	115.2	230.4
		16 QAM	2x	76.8	153.6
QPSK		1x	38.4	76.8	

AF-11FX Capacity					
Channel Bandwidth	Mode	Constellation	Rate Multiplier	One-Directional Capacity (Mbps)	Bi-Directional Capacity (Mbps)
40 MHz	MIMO	1024 QAM	10x	502.4	1004.8
		256 QAM	8x	401.8	803.6
		64 QAM	6x	301.4	602.8
		16 QAM	4x	200.9	401.8
		QPSK	2x	100.4	200.8
	QPSK xRT™	1x	50.2	100.4	
	SISO	1024 QAM	5x	251.2	502.4
		256 QAM	4x	200.9	401.8
		64 QAM	3x	150.7	301.4
		16 QAM	2x	100.45	200.9
QPSK		1x	50.2	100.4	
50 MHz <sup>1</sup>	MIMO	1024 QAM	10x	617.6	1235.2
		256 QAM	8x	494.1	988.2
		64 QAM	6x	370.6	741.2
		16 QAM	4x	247	494.0
		QPSK	2x	123.5	247.0
	QPSK xRT™	1x	61.8	123.6	
	SISO	1024 QAM	5x	308.8	617.6
		256 QAM	4x	247.05	494.1
		64 QAM	3x	185.3	370.6
		16 QAM	2x	123.5	247.0
QPSK		1x	61.75	123.5	
56 MHz <sup>2</sup>	MIMO	1024 QAM	10x	687.9	1375.8
		256 QAM	8x	550.4	1100.8
		64 QAM	6x	412.8	825.6
		16 QAM	4x	275.2	550.4
		QPSK	2x	137.6	275.2
	QPSK xRT™	1x	68.8	137.6	
	SISO	1024 QAM	5x	343.95	687.9
		256 QAM	4x	275.2	550.4
		64 QAM	3x	206.4	412.8
		16 QAM	2x	137.6	275.2
QPSK		1x	68.8	137.6	

<sup>1</sup> Used only for 80 MHz licensing for the FCC.



AF-11FX Receive MIMO Sensitivity in dBm												
Data Rate	Modulation	Channel (MHz)										
		3.5	5	7	10	14	20	28	30	40	50	56
10x	1024QAM MIMO	-64.5	-63.0	-61.5	-60.0	-58.5	-57.0	-55.5	-55.2	-54.0	-53.0	-52.5
8x	256QAM MIMO	-72.5	-71.0	-69.5	-68.0	-66.5	-65.0	-63.5	-63.2	-62.0	-61.0	-60.5
6x	64QAM MIMO	-79.5	-78.0	-76.5	-75.0	-73.5	-72.0	-70.5	-70.2	-69.0	-68.0	-67.5
4x	16QAM MIMO	-86.5	-85.0	-83.5	-82.0	-80.5	-79.0	-77.5	-77.2	-76.0	-75.0	-74.5
2x	QPSK MIMO	-93.5	-92.0	-90.5	-89.0	-87.5	-86.0	-84.5	-84.2	-83.0	-82.0	-81.5
1x	1/4 Rate QPSK xRT	-95.5	-94.0	-92.5	-91.0	-89.5	-88.0	-86.5	-86.2	-85.0	-84.0	-83.5

AF-11FX Receive SISO Sensitivity in dBm												
Data Rate	Modulation	Channel (MHz)										
		3.5	5	7	10	14	20	28	30	40	50	56
5x	1024QAM SISO	-64.5	-63.0	-61.5	-60.0	-58.5	-57.0	-55.5	-55.2	-54.0	-53.0	-52.5
4x	256QAM SISO	-72.5	-71.0	-69.5	-68.0	-66.5	-65.0	-63.5	-63.2	-62.0	-61.0	-60.5
3x	64QAM SISO	-79.5	-78.0	-76.5	-75.0	-73.5	-72.0	-70.5	-70.2	-69.0	-68.0	-67.5
2x	16QAM SISO	-86.5	-85.0	-83.5	-82.0	-80.5	-79.0	-77.5	-77.2	-76.0	-75.0	-74.5
1x	QPSK SISO	-93.5	-92.0	-90.5	-89.0	-87.5	-86.0	-84.5	-84.2	-83.0	-82.0	-81.5



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 ©2016-2017 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airFiber, airOS, INFACTUS, and xRT are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.



## Anexo B

### Especificaciones de antena AF – 11G35

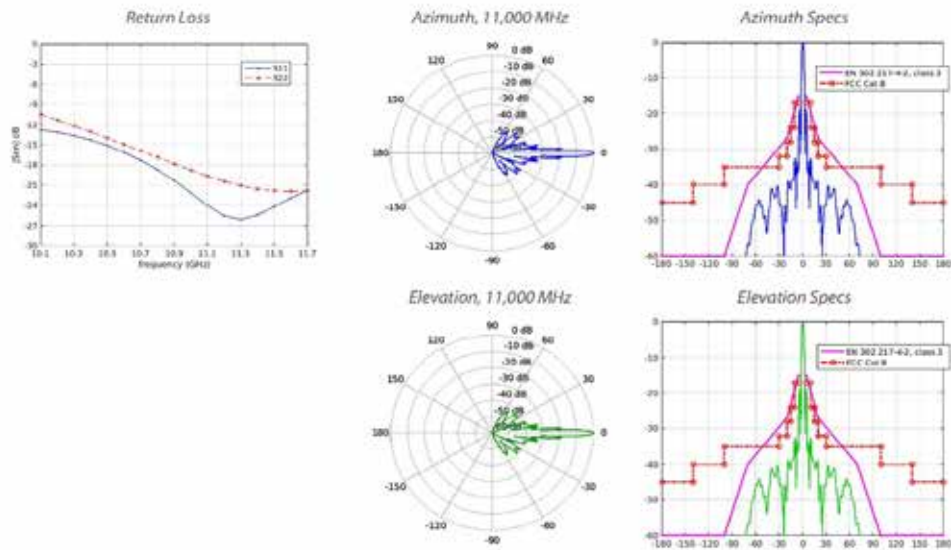
DATA SHEET

airFiber X Antenna

## Specifications

AF-11G35 Antenna Characteristics	
Dimensions	ø 811 x 460 mm (ø 31.9 x 18.1")
Weight	Mount Not Included : 7.14 kg (15.74 lb) Mount Included : 11.85 kg (26.12 lb)
Frequency Range	10.3 - 11.7 GHz
Gain	35 dBi
HPOL Beamwidth	2.5°
VPOL Beamwidth	2.5°
Front-to-Back Ratio	60 dB
Max. VSWR	2:1
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	1538 N @ 200 km/h (346 lbf @ 125 mph)
Polarization	Default: H/V After Rotating OMT: ± 45°
Cross-Pol Isolation	35 dB
Mounting	Uses the AF-5/AF-SU Mounting System
Pattern Regulatory	ETSI 302 217-4-2, Class 3 and FCC Cat B

### AF-11G35 Antenna Information



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: [www.ubnt.com/support/warranty](http://www.ubnt.com/support/warranty)  
 © 2015-2017 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airFiber, airMAX, airCIS, and Rocket are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

