

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS

(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untehs.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Saravia Alvarado Angela Lucero
D.N.I.: 47769211
Otro Documento:
Nacionalidad: Peruana
Teléfono: 936534253
e-mail: saravia.angela@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico: Trabajo de Suficiencia Profesional
Título Profesional otorgado: Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: IMPLEMENTACION DE UN SERVICIO DE COBERTURA INDOOR CON TECNOLOGIA 3G y 4G PARA OPERADOR ENTEL EN LA SEDE CARLOS ZAVALA LOAYZA DEL PODER JUDICIAL
Fecha de Sustentación: 02 de Abril del 2017
Calificación: APROBADO
Año de Publicación: 2025



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo _____ No autorizo X

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	()

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	(X)
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Para documentos restringidos

Motivos de la elección del acceso restringido:

El presente trabajo de Suficiencia Profesional contiene planos del lugar donde se desarrolla y dan a conocer la estructura y lugares del edificio y por temas de seguridad se opta por la opción de documentos restringidos.

Saravia Alvarado Angela Lucero

APELLIDOS Y NOMBRES

47769211

DNI

Angela

Firma y huella:



Lima, 13 de Diciembre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“IMPLEMENTACION DE UN SERVICIO DE COBERTURA INDOOR CON
TECNOLOGIA 3G Y 4G PARA OPERADOR ENTEL EN LA SEDE CARLOS
ZAVALA LOAYZA DEL PODER JUDICIAL”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

SARAVIA ALVARADO, ANGELA LUCERO

ORCID: 0009-0003-6417-1490

ASESOR

CLEMENTE ARENAS, MARK DONNY

ORCID: 0000-0002-2806-1513

Villa El Salvador

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TEMA DE ACTUALIDAD PARA
OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO
Y TELECOMUNICACIONES**

En Villa El Salvador siendo las *4:00 pm* del día Domingo, 02 de Abril del 2017, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Tema de Actualidad integrado por:

Presidente	: Ing. Carlos Jacinto, La Rosa Longobardi	CIP N° 55254
Secretario	: Mg. Bernardo, Castro Pulcha	CIP N° 154315
Vocal	: Ing. Fredy, Campos Aguado	CIP N° 173769

Nombrados según RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N° 011-2017-UNTELS-CO-VPAP-FIG , de fecha 27 de Marzo de 2017.

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, bajo la modalidad de Actualización Profesional. (Resolución de Comisión de Organizadora N° 023-2012-UNTECS de fecha 20 de setiembre 2012, donde se APROBÓ la ratificación del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima y el Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, siendo que el Art. 6° del precitado Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, establece que: "El Examen de Suficiencia Profesional comprende dos etapas: a) Examen de Conocimientos Profesionales y b) Sustentación de un Tema Especifico de Actualidad"), en la que

El bachiller: SARAVIA ALVARADO, ANGELA LUCERO

Sustentó su tema de Actualidad: "IMPLEMENTACION DE UN SERVICIO DE COBERTURA INDOOR CON TECNOLOGIA 3G Y 4G PARA OPERADOR ENTEL EN LA SEDE CARLOS ZAVALA LOAYZA DEL PODER JUDICIAL"

Concluida la Sustentación del tema de Actualidad, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición *APROBADO* con nota *15*
Equivalente *BUENO* De acuerdo al Art. 45° del Reglamento de Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención del Título Profesional.

Siendo las *4:55 pm* del día Sabado, Domingo, 02 de Abril del 2017, se dio por concluido el acto de sustentación del tema de Actualidad, firmando el Jurado la presente Acta.

Bernardo Castro Pulcha
Mg. Bernardo, Castro Pulcha
SECRETARIO

BERNARDO CASTRO PULCHA
INGENIERO ELECTRONICO
REG. CIP. N° 154315

Fredy Campos Aguado
Ing. Fredy, Campos Aguado
VOCAL

FREDY CAMPOS AGUADO
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP N° 173769

Carlos Jacinto La Rosa Longobardi
Ing. Carlos Jacinto, La Rosa Longobardi
PRÉSIDENTE

CARLOS JACINTO LA ROSA LONGOBARDI
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP N° 55254

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre por haber sido un gran guía en mi vida, a mi madre por su constante apoyo en los momentos más difíciles, y a mi hermana, quien ha sido un modelo a seguir.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos aquellos que me apoyaron y me guiaron a lo largo de toda mi estadía universitaria.

INDICE

INDICE	IV
LISTADO DE FIGURAS	VII
LISTADO DE TABLAS	X
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	2
1.3 DELIMITACION DEL PROYECTO	3
1.3.1 Espacial:	3
1.3.2 Temporal:	3
1.3.3 Conceptual:	3
1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.4.1 Problema General:	3
1.4.2 Problemas Específicos:	3
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1 Objetivo General:	4
1.5.2 Objetivo Específico:.....	4
CAPITULO II	5
MARCO TEORICO	5
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.2 BASES TEÓRICAS	6

2.2.1	Tecnología móvil	6
2.2.2	Antenas	7
2.2.3	LampSite	12
2.2.4	Enlace microondas	19
2.3	MARCO CONCEPTUAL	23
2.3.1	Glosario.....	23
CAPITULO III.....		26
3.1	ANALISIS DEL MODELO	26
3.1.1	Principales datos del Poder Judicial.....	26
3.1.2	Principales datos sobre el Site Plaza Grau	29
3.1.3	Distribución.....	31
3.2	IMPLEMENTACION	33
3.2.1	Instalación de APM.....	33
3.2.2	Instalación del PDP	35
3.2.3	Instalación de la BBU	38
3.2.4	Instalación de los RHUB	39
3.2.5	Instalación de la canalización	40
3.2.6	Instalación de las PRRU	43
3.2.7	Cableado de la Fibra óptica.....	44
3.2.8	Cableado del cable UTP Cat 6A	45
3.2.9	Instalación del enlace microondas	46
3.2.10	Configuración del enlace microondas	55
3.2.11	Consideraciones	58
3.3	RESULTADOS	61
3.3.1	Resultados fotográficos de la implementación INDOOR.....	61

3.3.2	Resultados fotográficos de la implementación del Enlace microondas...	63
3.3.3	Rendimiento del enlace microondas	65
CONCLUSIONES.....		68
RECOMENDACIONES		69
BIBLIOGRAFIA.....		70
ANEXOS.....		72
Anexo 1.....		72
Anexo 2.....		80
Anexo 3.....		81
Anexo 4.....		84
Anexo 5.....		86
Anexo 6.....		89
Anexo 7.....		90

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Apertura del haz de radiación.....	8
Figura 2: Patrón de radiación Unidireccional	10
Figura 3: Patrón de radiación Bidireccional	10
Figura 4: Patrón de radiación Omnidireccional	11
Figura 5: Estación base LampSite.....	13
Figura 6: pRRu 3901.....	14
Figura 7: RHUB 3908.....	15
Figura 8: BBU3900.....	16
Figura 9: Vista frontal de la UMPT	17
Figura 10: Vista frontal de la LBBP	17
Figura 11: Vista frontal de la UPEUc	18
Figura 12: Vista frontal de la BBU 3900 con las tarjetas LBBP, UMPT y UPEU.....	18
Figura 13: Enlace MW en el espacio aéreo.	19
Figura 14: Antena Microondas	20
Figura 15: Estructura interna de ODU	21
Figura 16: Estructura interna de IDU.....	22
Figura 17: Layout de los slot de la IDU 950.....	22
Figura 18: Vista satelital del Poder Judicial	26
Figura 19: Fachada del Poder Judicial – Sede Carlos Zavala Loayza	27
Figura 20: Vista satelital del site Plaza Grau	29
Figura 21: Vista frontal de la fachada del edificio y torre del site Plaza Grau	30
Figura 22: Esquema unilineal del Poder Judicial sede Carlos Zavala Loayza	31
Figura 23: Simulación del enlace Poder Judicial en el programa LinkPlanner	32
Figura 24: Distancia del enlace Poder Judicial – Plaza Grau	33

Figura 25: Ubicación del APM y la antena microondas en la azotea	34
Figura 26: APM instalado según la ubicación de plano y colocación del banco de baterías	34
Figura 27: Instalación del mástil y la caja de PDP	35
Figura 28: Caja principal de energía y caja PDP con los breakers instalados y cableados.....	36
Figura 29: Canalizado de la tubería desde la caja principal de energía hacia la caja de PDP.	37
Figura 30: Barra de aterramiento en PDP	38
Figura 31: BBU en el rack del gabinete APM	38
Figura 32: Rack de comunicaciones con el equipo instalado y caja de energía con breaker para la alimentación del RHUB	39
Figura 33: Inicio del canalizado desde el APM y caja de paso en la trayectoria de la canalización.....	40
Figura 34: Recorrido del canalizado desde el APM hasta la entrada de la montante ..	41
Figura 35: Vista del recorrido de la tubería instalada sostenida por los espárragos y gotas desde el techo.....	42
Figura 36: Caja de paso con tres puntos en común.....	43
Figura 37: Espárragos instalados en techo para sostener la antena Prru.....	43
Figura 38: Antena PRRU instalada con el soporte empernado a los espárragos	44
Figura 39: Fibra óptica conectada desde la RRU hasta el RHUB	45
Figura 40: El cable UTP a través de la montante.....	46
Figura 41: Antena PRRU conectada al RHUB	46
Figura 42: Antena microondas conectada con el OMT y las ODUS	47
Figura 43: Antena instalada en el soporte.....	48

Figura 44: IDU en rack de gabinete APM	49
Figura 45: Cableado de ODUS en IDU	49
Figura 46: Vulcanizado de ODUS	50
Figura 47: Aterramiento de las ODUS.....	51
Figura 48: Antena microonda instalada en torre.....	52
Figura 49: Tarjeta instaladas en IDU (4 y 6) conectada con las ODUS según su polarización	53
Figura 50: Vulcanizado de ODUS en el site Plaza Grau	53
Figura 51: Aterramiento de ODUS	54
Figura 52: Recorrido total del cable coaxial	54
Figura 53: Pantallas de Configuración del enlace microonda en el Poder Judicial	55
Figura 54: Pantallas de Configuración del enlace microonda en el site Plaza Grau.....	56
Figura 55: Diagrama de Gantt de las actividades de la implementación del proyecto	58
Figura 56: Rendimiento del enlace en el Poder Judicial.....	66
Figura 57: Rendimiento del enlace en el site Plaza Grau	67

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Elementos Pasivos	27
Tabla 2: Elementos Activos	28
Tabla 3: Equipamiento del enlace microondas Poder Judicial	28
Tabla 4: Equipamiento del enlace microondas Plaza Grau	30
Tabla 5: Resultado de la implementación INDOOR Poder Judicial.....	62
Tabla 6: Resultado de la implementación Poder Judicial	63
Tabla 7: Resultado de la implementación de enlace microondas Plaza Grau.....	64

INTRODUCCION

La creciente demanda de construcciones en el Perú hace que las edificaciones sean más frecuentes de ver en las calles, implica un crecimiento económico en el rubro de la construcción, pero conlleva a limitaciones en la transmisión de señales de operadores de telefonía. Los edificios cada vez son más altos y se presentan como obstáculos de interferencia para las comunicaciones móviles. Los continuos avances en la tecnología móvil hacen que los usuarios no solo se limiten al intercambio de mensajes y voz, sino gracias a la tecnología 3G y 4G puedan realizar video llamadas, descargas de música o video por streaming e imágenes a velocidades mucho más altas y realizar labores de multimedia mucho más rápido.

La mayoría de usuario cuenta con equipo con estas tecnologías móviles, ese es el caso de las personas que trabajan y acuden al Poder Judicial Sede Carlos Zavala quienes debido a la infraestructura del inmueble no pueden gozar de este servicio. Es por ello que implementar un sistema Indoor con tecnología 3G Y 4G mejorará la cobertura celular del operador Entel.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad, el sector de la construcción ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, lo que ha llevado a una construcción masiva de edificios. Estas construcciones ayudan a solucionar el problema de la falta de espacio, pero al mismo tiempo afectan las comunicaciones móviles, lo que impacta a los usuarios que no pueden acceder a los servicios ofrecidos por los operadores móviles. Las edificaciones tienden a reducir o bloquear las señales de celular. Un ejemplo es el edificio del Poder Judicial, sede Carlos Zavala, que, a pesar de ser una edificación relativamente nueva con 4 años en funcionamiento, presenta problemas de limitación en la cobertura celular.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Para la problemática de cobertura de señal que presenta la sede del poder Judicial Carlos Zavala se implementará un servicio de cobertura Indoor para mejorar la cobertura celular para beneficiar a los trabajadores y personas que acudan a dicho lugar.

1.3 DELIMITACION DEL PROYECTO

1.3.1 Espacial:

Se desarrollará en el Poder Judicial sede Carlos Zavala Loayza ubicado en Jr. Manuel Cuadros 182, Cercado de Lima – Lima.

1.3.2 Temporal:

Se desarrolló los días 14 al 28 de Noviembre.

1.3.3 Conceptual:

Se limitará a la implementación e instalación del sistema INDOOR y el enlace microondas.

1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General:

¿El servicio de cobertura Indoor con tecnología 3g y 4g mejorará la cobertura celular?

1.4.2 Problemas Específicos:

¿Cómo se mejorará la cobertura celular en el Poder Judicial Sede Carlos Zavala Loayza?

¿Qué tecnologías móviles mejorarán la cobertura celular en el Poder Judicial Sede Carlos Zavala Loayza?

¿Cómo se implementará el servicio de cobertura Indoor?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General:

Implementar un servicio de cobertura Indoor de la tecnología 3G y 4G para el operador Entel en la sede Carlos Zavala Loayza del Poder Judicial

1.5.2 Objetivo Específico:

- Implementar un sistema distribuido de antenas.
- Implementar un sistema microondas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Diversas tesis han abordado temas similares que sirven como antecedentes para la elaboración del presente proyecto. En el 2013, Aldo Duarte Vera Tudela, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, realizó un estudio sobre el diseño e implementación de una red RF Indoor en un hospital pediátrico, concluyendo que este tipo de redes representa una opción efectiva para optimizar la cobertura en espacios interiores debido a su alta rentabilidad y eficiencia en la recepción de señal. Además, se destacó que los niveles de interferencia eran bajos, lo que respaldó la viabilidad de la solución.

Por otro lado, en 2015, Michael Eduardo Chancasana Cueto, también de la Pontificia Universidad Católica del Perú, desarrolló un proyecto de red 4G-LTE Indoor para el centro comercial Real Plaza Santa Clara. Su investigación demostró que las redes indoor no solo mejoran la cobertura en interiores, sino que también ayudan a descongestionar las redes exteriores, permitiendo una reducción en el alcance y en la potencia de las emisiones. Además, resaltó que el aumento de estaciones base indoor no implica mayores niveles de radiación, sino que en realidad contribuye a disminuirlos.

En Ecuador, Giovanni Gabriel Capodónico Durango presentó en 2009 un proyecto en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en el que se centró en un sistema distribuido de antenas para el túnel del cerro El Carmen en Guayaquil, utilizando cable SCTP CAR 5/6 para la banda GSM 850MHz. Su investigación proporcionó pautas para la planificación y diseño de sistemas distribuidos de antenas en estructuras de tipo túnel, con miras a su implementación en diversas infraestructuras del país.

Finalmente, Sergio Andrés Ditzel Guerrero, de la Universidad Austral de Chile, en 2008, realizó un estudio sobre el comportamiento de RF en espacios edificados. Concluyó que, al planificar una solución In-Building, es crucial considerar el volumen de clientes en el área objetivo, ya que una baja demanda no justificaría una gran cantidad de antenas debido a los costos asociados al tráfico de llamadas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Tecnología móvil

La comunicación por telefonía móvil se logra mediante la conexión entre centrales de redes móviles y redes públicas. Dependiendo de la frecuencia o banda en la que opera el dispositivo móvil, este podrá utilizarse en diferentes regiones del mundo. La telefonía móvil se basa en una red de estaciones de transmisión y recepción de radio (también llamadas repetidores, estaciones base o BTS) junto con centrales de conmutación de niveles 1 y 5 (conocidas como MSC y BSC, respectivamente). Esta infraestructura permite que los teléfonos móviles puedan comunicarse entre sí o con dispositivos de la red telefónica fija tradicional. [1]

2.2.1.1 Clasificación de sistemas

La clasificación más comúnmente utilizada para describir los sistemas de comunicaciones móviles es la siguiente: [2]

- Primera generación 1G o analógicos (AMPS, NTM, TACS...)
- Segunda generación 2g o digitales (GSM).
- Segunda generación avanzada 2.5G (GPRS) y 2.75G (EGPRS).
- Tercera generación 3G (UMTS).

- Tercera generación avanzada 3.5G (HSDPA), 3,75G (HSUPA) y 3.8G - 3.85G (HSPA+).
- Cuarta generación 4G (LTE), 4G+ (LTE Advanced).
- Quinta generación 5G (sin estandarizar).

2.2.2 Antenas

Las antenas, elementos transductores esenciales, tienen la función de transformar señales eléctricas en ondas electromagnéticas, y viceversa, convirtiendo ondas electromagnéticas en señales eléctricas.

En teoría, cualquier conductor que emita ondas electromagnéticas puede considerarse una antena. La forma del conductor y sus dimensiones en relación con la longitud de onda son factores clave para determinar la eficiencia de la antena, lo que permite que esta sea selectiva con respecto a las frecuencias. Así, una antena es resonante en una frecuencia específica, donde logra una mayor emisión de energía. Además, la antena puede considerarse un dispositivo bilateral, ya que puede actuar tanto como transmisor como receptor con igual eficacia. [3]

2.2.2.1 Ganancia

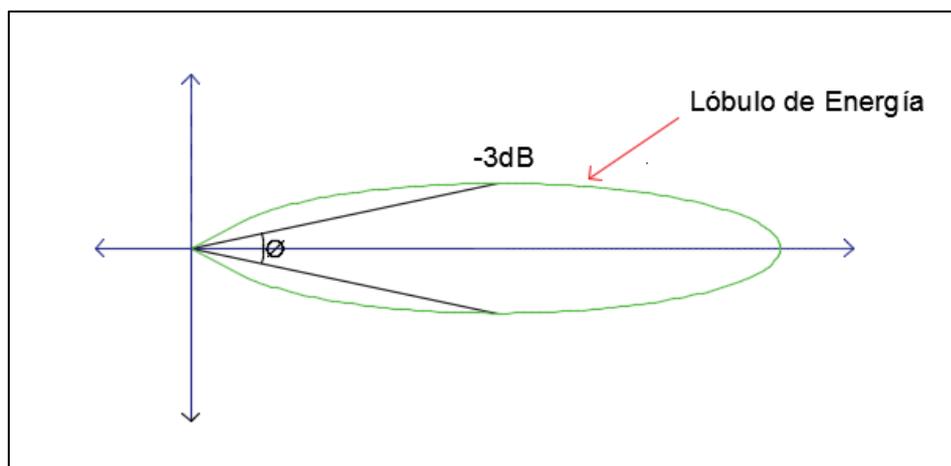
Como se ha mencionado, las antenas tienen ciertas direcciones en las que emiten más energía y otras en las que la emisión es menor. Esto da lugar al concepto de directividad de la antena, que se define como la relación entre la intensidad del campo radiado en la dirección de máxima radiación y la intensidad de campo radiado en otras direcciones. En el caso de una antena isotrópica, la directividad es unitaria.

La ganancia de una antena se refiere a la relación entre la energía máxima radiada por la antena y la densidad de energía emitida por un radiador isotrópico con la misma potencia de entrada en sus terminales. La ganancia de una antena suele expresarse en decibelios (dB).

Dado que la ganancia indica la concentración de la energía radiada, valores altos de ganancia están asociados con haces de apertura estrecha. La apertura del haz se define como el doble del ángulo en el cual la densidad de energía disminuye a -3 dB. En la figura 1, la apertura del haz está indicada por el ángulo \emptyset .

Figura 1

Apertura del haz de radiación



Fuente: Elaboración Propia

La ganancia de una antena está estrechamente vinculada a su área efectiva. Esta área se define como la proporción entre la potencia recibida, con una impedancia ajustada a la antena cuando actúa como receptora, y la densidad de potencia de la onda electromagnética en el punto de recepción.

En una antena receptora, al generarse una corriente, parte de la señal es retransmitida. La proporción entre esta energía reemitida y la densidad de la energía incidente se denomina área de dispersión.

Por otro lado, el término "longitud efectiva de antena" se refiere a la relación entre el potencial inducido en los terminales de una antena receptora y la intensidad del campo incidente. [3]

2.2.2.2 Patrones de radiación

Un modelo de radiación es uno de los requisitos fundamentales, ya que determina cómo se distribuye espacialmente la energía emitida. Generalmente, la energía radiada en la dirección de máxima radiación se utiliza como referencia (energía unitaria) para expresar la energía radiada en otras direcciones en comparación con esta máxima. También es posible usar la relación de intensidades del campo eléctrico, lo cual genera patrones de radiación de energía normalizada o modelos de campo eléctrico.

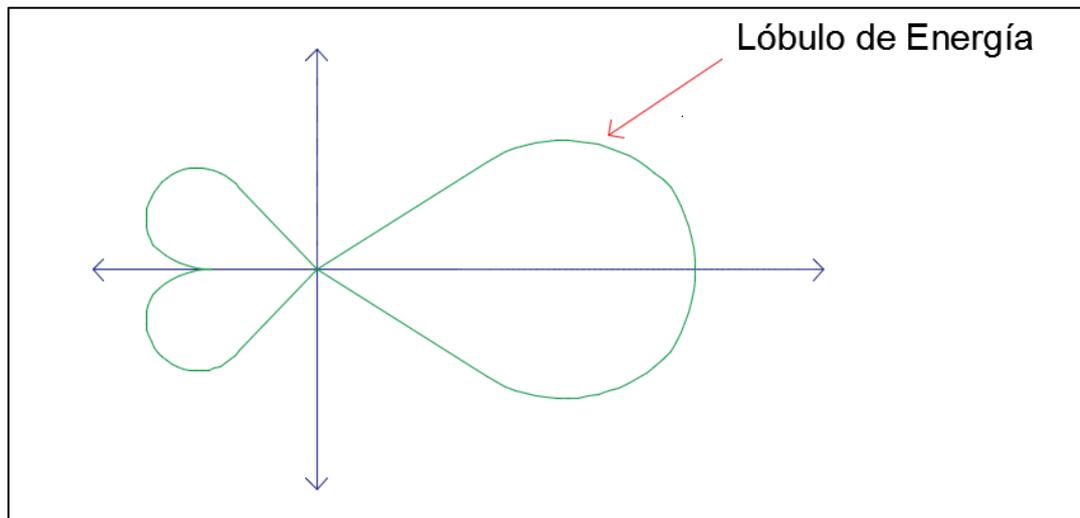
Existen tres tipos principales de patrones de radiación en las antenas. [3]

- Unidireccional
- Direccional
- Omnidireccional

Unidireccional: Este tipo de antena recibe su nombre porque su radiación se enfoca en una única dirección. En un diagrama polar, como se muestra en la **Figura 2**, el lóbulo de energía está concentrado hacia una dirección específica.

Figura 2

Patrón de radiación Unidireccional

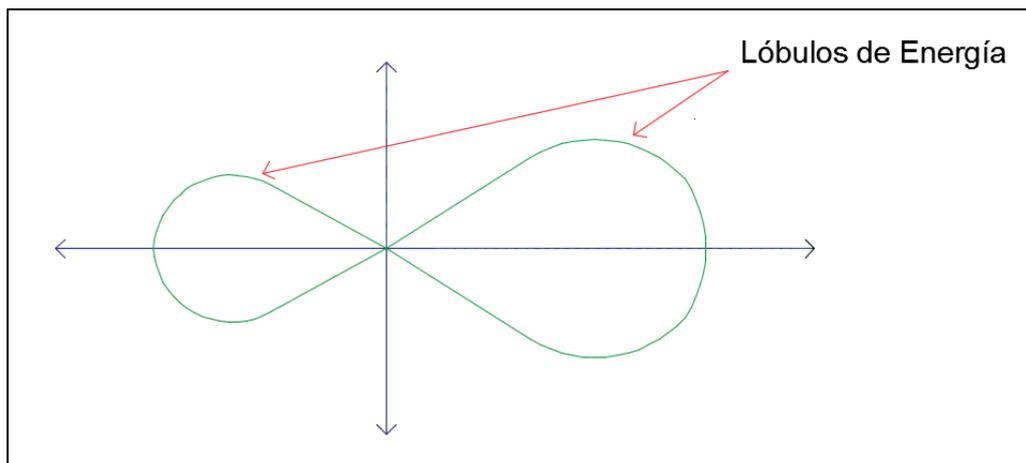


Fuente: Elaboración propia

Bidireccional: Este tipo de antena recibe su nombre porque emite radiación en dos direcciones. Su representación gráfica muestra dos lóbulos de energía orientados en direcciones opuestas, como se observa en la Figura 3.

Figura 3

Patrón de radiación Bidireccional

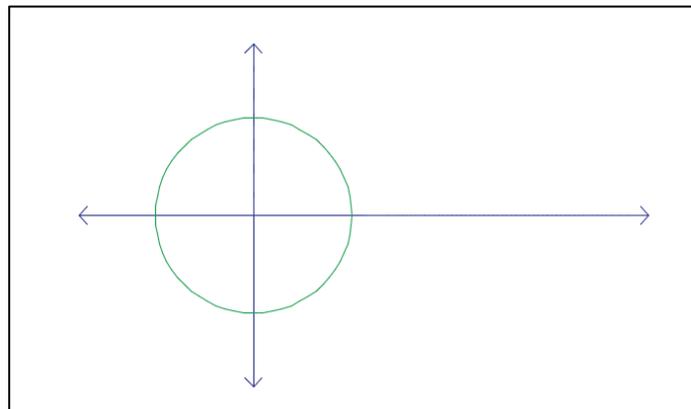


Fuente: Elaboración propia

Omnidireccional: Se considera que una antena tiene un patrón de radiación omnidireccional cuando emite energía de manera uniforme en todas las direcciones. En su representación gráfica, como se muestra en la Figura 4, este patrón presenta amplitudes iguales en cada dirección dentro de un plano específico de la antena, que generalmente es el plano horizontal en los sistemas de comunicación.

Figura 4

Patrón de radiación Omnidireccional



Fuente: Elaboración propia

2.2.2.3 Polarización

En presencia de cargas eléctricas, el campo eléctrico se orienta desde las cargas positivas hacia las negativas, lo cual significa que al fluir una corriente se genera un campo eléctrico en dirección opuesta a la corriente.

En los campos generados por una antena, la orientación del campo define la polarización de la antena. Por ejemplo, si el campo está orientado verticalmente, se dice que la polarización es vertical. Cuando el ángulo de inclinación no es cero ni $\pi/2$, es más adecuado referirse a las componentes del campo en las direcciones polares r y θ para mayor claridad.

Si se produce polarización en direcciones no previstas en el diseño de la antena, se habla de polarización cruzada, lo cual puede causar pérdida de señal. Además, existen antenas que presentan polarización circular o elíptica, dependiendo de su estructura geométrica. [3]

2.2.2.4 Directividad

La directividad se refiere a la dirección horizontal en la que una antena emite su máxima radiación. Algunas antenas distribuyen la radiación de manera uniforme en todas las direcciones horizontales, mientras que otras cuentan con una o varias direcciones en las que la emisión es más intensa. [4]

2.2.3 LampSite

LampSite es una solución de cobertura de radio en profundidad líder en la industria que soporta el despliegue a gran multimodo interior en los sitios de las medianas, tales como edificios de oficinas, locales y centros de transporte y estadios deportivos semicerrados.

Una estación base LampSite consiste en una unidad de banda base (BBU), Pico Unidad Remota de Radio (pRRU), y la RRU HUB (URR HUB). Como se muestra en la Figura 5.

LampSite sirve como un innovador "plataforma", fácil de implementar que cuenta con un alto rendimiento y gran capacidad y promueve una evolución sin problemas a las redes LTE. Con Software Defined Radio (SDR), LampSite apoya el uso combinado de múltiples bandas, integrados LTE FDD y TDD despliegue, y una evolución de un espectro sin licencia.

En escenarios en interiores, las señales de radio son propensas a bloquear y la absorción durante la propagación, lo que resulta en la atenuación de la señal y los agujeros de cobertura. Sobre todo, en edificios de grandes dimensiones, donde se concentra el tráfico de punto de acceso, la congestión del canal de radio se produce con frecuencia debido a la densidad móvil excesiva. Cada vez más los servicios centrados en el contenido, como vídeos

populares se atribuyen a los requisitos de servicio más altos. Operadores requieren exigencias cada vez más importantes de la red, tales como la mejora del sistema de cobertura en interiores para aliviar estos problemas. [5]

Figura 5

Estación base LampSite



Fuente: Pagina HUAWEI producto LampSite

2.2.3.1 pRRU

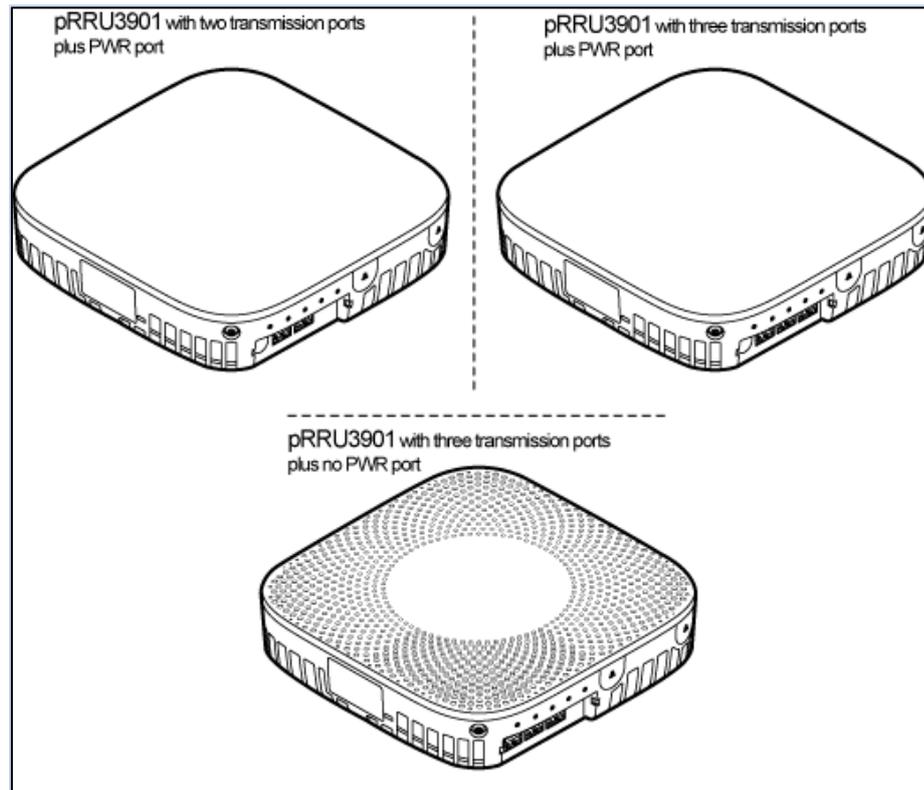
La pRRU (Pico Unidad Remota de Radio) es un módulo remoto para el procesamiento de las señales de radiofrecuencia. [5] El compacto pRRU soporta múltiples bandas y modos y puede soportar simultáneamente LTE TDD, FDD LTE, UMTS y GSM. [6]

LampSite permite múltiples pRRUs para servir a una célula, con cada celda servida individualmente por cada pRRU tener el mismo ID de célula física, lo que aumenta RSRP enlace descendente y SINR. Lampsite demodula por separado las señales de múltiples pRRUs

y luego combina las señales en la BBU sin incrementar el ruido de fondo para proporcionar un mejor rendimiento y recepción de enlace ascendente sobre el DAS. La figura 6 muestra físicamente la apariencia de la pRRU 3901. [7]

Figura 6

pRRu 3901



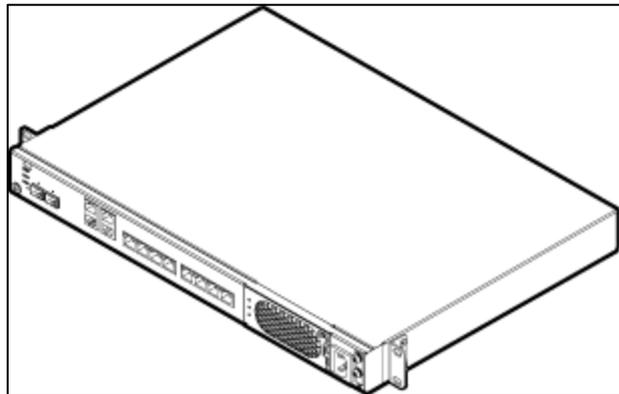
Fuente: AtomCell9.0 LampSite Solution White Paper - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

2.2.3.2 Rhub

El RHUB3908 como se observa en la figura 7, es el centro de agregación de datos CPRI, apoyando la comunicación entre pRRUs y BBUs. El RHUB combina los datos de banda base de la BBU y los envía a la pRRUs en el enlace descendente, y combina los datos de banda base de la pRRUs y los envía a la BBU en el enlace ascendente. Se ha incorporado en los circuitos PoE a través del cual el pRRUs llegar fuente de alimentación. [7]

Figura 7

RHUB 3908



Fuente: AtomCell9.0 LampSite Solution White Paper – HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

2.2.3.3 BBU

La unidad de banda base (BBU) es un componente encargado del procesamiento de la banda base en sistemas de telecomunicaciones. Una estación de telecomunicaciones inalámbrica típica incluye tanto la unidad de procesamiento de banda base como la unidad de procesamiento de RF, también conocida como unidad de radio remota (RRU). La BBU se sitúa en la sala de equipos y se conecta a la RRU mediante fibra óptica. Su función principal es gestionar la comunicación a través de la interfaz física. Entre sus características destacan su diseño modular, tamaño compacto, bajo consumo de energía y facilidad de implementación. [8]

La BBU en un emplazamiento de célula de teléfono celular se compone de un procesador de señal digital para procesar señales de voz hacia adelante para la transmisión a una unidad móvil y para procesar las señales de voz inverso recibidas desde la unidad móvil. El procesador de señal digital también sirve para producir un primer tono de audio de supervisión (SAT) para la transmisión a la unidad móvil mediante la generación de sucesivas muestras digitales SAT que se decodifican en un tono continuo. Por último, el procesador de

señal digital detecta la presencia de un segundo SAT generado por la unidad móvil mediante el muestreo y procesamiento de muestras sucesivas de la segunda SAT y medición de la potencia. La figura 8 muestra la BBU modelo 3900.

Figura 8

BBU3900



Fuente: BBU3900 Description - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

A continuación, se definirán las tarjetas BBU:

2.2.3.3.1 UMPT

La abreviatura UMPT se refiere a la unidad principal universal para procesamiento y transmisión. [9]

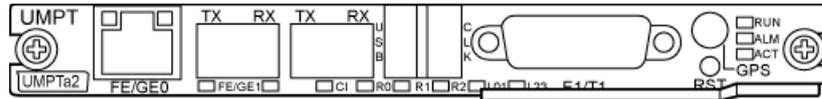
Esta unidad desempeña varias funciones, tales como:

- Llevar a cabo funciones de OM, que incluyen la gestión de configuración, administración de equipo, monitoreo de rendimiento, procesamiento de señalización y conmutación en modo activo o en espera.
- Proveer una referencia de reloj, puertos de transmisión y un enlace de mantenimiento para el OMC, que puede ser el cliente LMT o el sistema M2000.
- Facilitar el canal IDX1 para la transmisión de datos de usuario de baja prioridad.

- Transmitir las señales de mantenimiento de cada placa en la unidad de banda base (BBU) hacia el puerto de destino correspondiente.

Figura 9

Vista frontal de la UMPT



Fuente: BBU3900 Description - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

2.2.3.3.2 LBBP

Es la abreviatura de la unidad de procesamiento de banda base LTE. [9]

Un LBBP realiza las siguientes funciones:

- Proporciona puertos CPRI para la comunicación con módulos de radiofrecuencia (RF).
- Procesa señales de banda base de enlace ascendente y descendente.

Figura 10

Vista frontal de la LBBP



Fuente: BBU3900 Description - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

2.2.3.3.3 UPEU

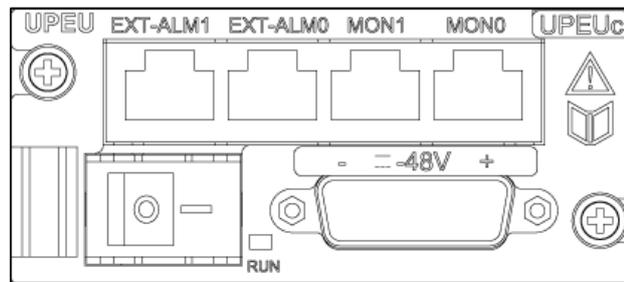
Es la abreviatura para la energía universal y la unidad de interfaz del ambiente. Los tipos de UPEU son UPEUa y UPEUc. [9]

La UPEUa y UPEUc realizan las siguientes funciones:

- La UPEUa convierte la potencia de entrada de -48 V DC en +12 V DC y proporciona una salida Potencia de 300 W.
- La UPEUc convierte la potencia de entrada de -48 V CC en +12 V DC. Una UPEUc proporciona un Potencia de salida de 360 W, y dos placas UPEUc proporcionan una potencia de salida combinada de 650W.
- Tanto la UPEUa como la UPEUc soportan dos enlaces de señales RS485 y ocho enlaces de señales booleanas.

Figura 11

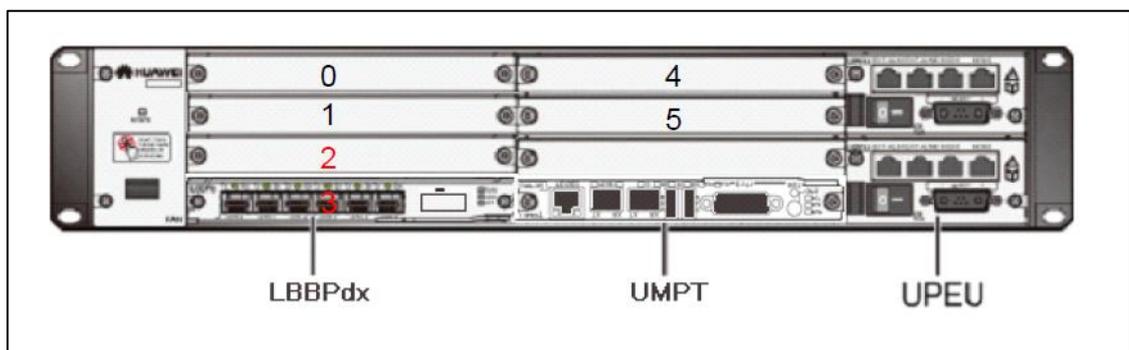
Vista frontal de la UPEUc



Fuente: BBU3900 Description - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

Figura 12

Vista frontal de la BBU 3900 con las tarjetas LBBP, UMPT y UPEU



Fuente: AtomCell9.0 LampSite SolutionWhite Paper – HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

2.2.4 Enlace microondas

Las microondas son ondas electromagnéticas que operan en un rango de frecuencias que abarca desde 500 MHz hasta 300 GHz o más. Debido a estas altas frecuencias, las microondas tienen longitudes de onda cortas, de ahí el término "micro". Por ejemplo, una señal de microondas de 100 GHz posee una longitud de onda de 0.3 cm, mientras que una señal de 100 MHz, como las de FM en banda comercial, alcanza una longitud de 3 metros. Las frecuencias de microondas tienen longitudes de entre 1 y 60 cm, siendo ligeramente superiores a las del espectro infrarrojo. En este rango, el espacio aéreo se utiliza como medio de transmisión, como se ilustra en la figura 13. La información es transmitida digitalmente a través de ondas de radio de corta longitud (solo unos pocos centímetros). Es posible direccionar múltiples canales hacia distintas estaciones en un mismo enlace o establecer conexiones punto a punto. Cada estación está compuesta por una antena parabólica y circuitos que conectan la antena con la terminal del usuario. [10]

Figura 13

Enlace MW en el espacio aéreo.



Fuente: Microondas II Radioenlaces - Luis Carlos Calvo Pulgar

2.2.4.1 Antena de microondas

La antena se utiliza para irradiar direccionalmente la potencia de microondas emitida por el ODU del transmisor y transmitir la potencia de microondas recibida al ODU receptor. La antena de microondas comúnmente utilizada incluye antena parabólica. El diámetro de la

antena de microondas producido por China es 0.3, 0.6, 1.2, 1.6, 2.0, 2.5, 3.2m, como se muestra en la figura 14. Hay muchos tipos de antenas. La antena de diferentes diámetros tiene diferentes especificaciones para diferentes frecuencias. [11]

Figura 14

Antena Microondas



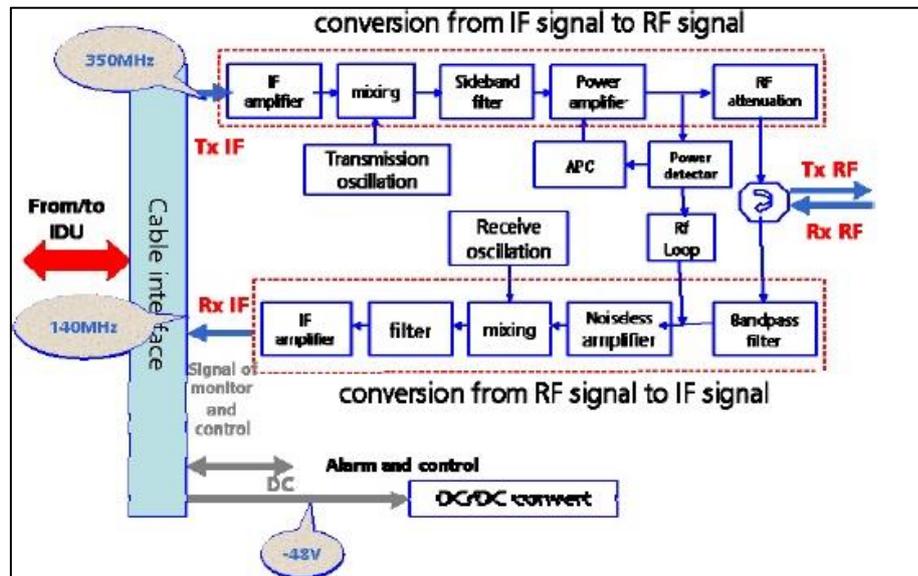
Fuente: Elaboración propia

2.2.4.2 Outdoor unit (ODU)

La ODU se emplea para convertir señales entre IF y RF, así como para procesar y amplificar las señales de RF. Sus especificaciones dependen de la frecuencia de RF y no están vinculadas a la capacidad de transmisión. Para una ODU no puede cubrir una banda de frecuencia, normalmente, la banda de frecuencia puede subdividirse en tres sub-bandas: A, B y C. Diferentes sub-bandas coinciden con diferentes ODU. Para la estructura específica de los módulos funcionales dentro de ODU, observe la siguiente tabla. En la figura 15, ODU consiste en transmisor y receptor que consiguen la conversión de IF a RF y RF a IF respectivamente. [12]

Figura 15

Estructura interna de ODU

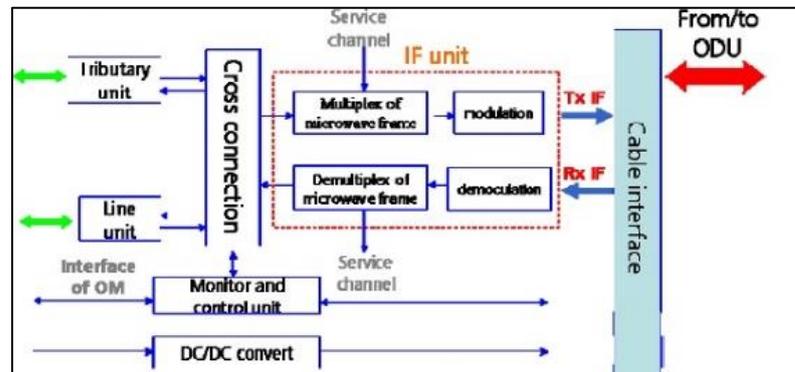


Fuente: Digital-Microwave-Communication-Principles-V1-0 - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

Indoor Unit (IDU) realiza las funciones de acceso a servicios, programación de servicios, multiplexación y modulación y demodulación. Es la parte principal de un sistema de microondas. Si una placa IF es igual a la placa de línea de equipo de red óptica, IDU es similar al equipo en forma de caja de la red óptica. Tiene placas de servicio (SDE, SD1, SLE, SL1, PH1 y PO1), placa de conexión cruzada (PXC) y SCC. La estructura de los módulos de función interna IDU se muestra en la figura 16. [12]

Figura 16

Estructura interna de IDU



Fuente: Digital-Microwave-Communication-Principles-V1-0 - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

2.2.4.2.1 IDU 950

El IDU 950 es la unidad interior para un sistema OptiX RTN 950. Recibe y multiplexa servicios, realiza procesamiento de servicios y procesamiento de IF, y proporciona el control y la Función de comunicaciones.

El IDU 950 usa un diseño de plug-in de tarjeta. Implementa diferentes funciones configurando diferentes tipos de tableros. Todas las placas de servicio admiten intercambio en caliente. La figura 17 muestra el layout de los slots de la IDU. [13]

Figura 17

Layout de los slots de la IDU 950

Slot 10 (PIU)	Slot 11 (FAN)	Slot 7 (CST/CSH)	Slot 8 (CST/CSH)
		Slot 5 (EXT)	Slot 6 (EXT)
Slot 10 (PIU)		Slot 3 (EXT)	Slot 4 (EXT)
		Slot 1 (EXT)	Slot 2 (EXT)

Fuente: Elaboración propia

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Glosario

Antena: Es el componente que define la manera en la que se radia la potencia. Su selección es crucial en el diseño, ya que aspectos como el alcance, la capacidad y la disponibilidad del enlace dependen directamente de la correcta elección de la antena.

Acoplador: Permite combinar las señales de dos radios en una sola antena, siendo común en despliegues con XPIC (polarización cruzada de emisiones).

AMPS: Sistema Avanzado de Telefonía Móvil, una tecnología de primera generación en telecomunicaciones.

BSC: El Controlador de Estación Base proporciona la inteligencia que respalda a la BTS, administrando decenas o cientos de BTS. Se encarga de la asignación de canales de radio, recibe datos de los móviles y maneja trasposos entre BTS.

BTS: La Estación Base Transceptora incluye equipos para transmitir y recibir señales de radio, además de antenas y sistemas para codificar y decodificar la comunicación con el controlador de estación base (BSC).

CPRI: Interfaz Pública Común de Radio, un estándar de la industria que define la interfaz interna entre los equipos de control y los equipos de radio en estaciones base.

EDGE: Evolución Global de la Capacidad Mejorada de Datos, una técnica que incrementa la capacidad de transmisión de datos en una frecuencia de 200 KHz, usada en redes GSM.

IDU: Módem que conecta la radio con el backbone de la red, ofreciendo interfaces Ethernet y TDM, según las necesidades.

INDOOR: Aplica a redes en interiores como edificios y oficinas, con un alcance generalmente inferior a 200 metros. Ejemplos incluyen redes LAN inalámbricas y provisión de servicios de Internet a grupos de dispositivos mediante DSL o conexiones telefónicas.

ODU: Unidad de radio definida por la frecuencia de sintonización y la sub-banda de operación dentro de esa frecuencia (Hi-Lo).

GPRS: Servicios Generales de Paquetes por Radio, una técnica de conmutación de paquetes integrable con las redes GSM existentes, ofreciendo velocidades de hasta 115 kbps, ideal para tráfico de datos intermitente.

GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles, tecnología celular que permite telefonía móvil e Internet de baja velocidad (3GPP).

HSDPA: El Acceso Descendente de Paquetes a Alta Velocidad es una tecnología que aumenta el ancho de banda de descarga en redes 3G, conocida como 3.5G por su elevada velocidad de descarga.

HSPA: El Acceso de Paquetes a Alta Velocidad optimiza la velocidad de envío y recepción de datos en dispositivos móviles en redes 3G.

HSUPA: El Acceso Ascendente de Paquetes a Alta Velocidad mejora el ancho de banda de carga en redes 3G, y junto con HSDPA, se clasifica como tecnología 3.5G.

LTE: Un estándar de comunicación inalámbrica de alta velocidad para móviles y terminales de datos, basado en GSM/EDGE y UMTS/HSPA, que aumenta la capacidad y velocidad al utilizar una interfaz de radio distinta, con mejoras en la red central (3GPP).

TNM: Telefonía Móvil Nórdica, un sistema de telecomunicaciones definido por autoridades escandinavas.

RF: Frecuencia de Radio, ondas electromagnéticas portadoras que permiten la transmisión de audio, video o datos.

pRRu: Unidad de Radio Remota (RRU) en estaciones base de radio que incluye módulos de prefijo cíclico (CP) para procesar canales de enlace descendente y ascendente, y se comunica con la BBU a través de un enlace físico y con dispositivos móviles vía aire.

Rhub: Dispositivo central en una red en topología de estrella, que puede ser activo (repetiendo señales) o pasivo (dividiendo señales sin repetirlas). Puede incluir funciones de repetidor, puente, switch, router, o una combinación de estos.

TACS: Sistema de Comunicación de Acceso Total, implementado en los primeros sistemas celulares nacionales del Reino Unido.

UMTS: Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, un estándar de tercera generación en telefonía móvil que permite banda ancha y grandes volúmenes de transmisión de datos, como videoconferencias, descargas de videos y exploración virtual de propiedades, todo desde el móvil.

CAPITULO III

3.1 ANALISIS DEL MODELO

3.1.1 Principales datos del Poder Judicial

La sede Carlos Zavala Loayza es una de las principales sedes del Poder Judicial, en ella funcionan los juzgados y salas que tienen a su cargo los procesos judiciales por delitos de corrupción, que están bajo la competencia de la Corte Superior de Lima. En este local también funciona el auditorio principal del Poder Judicial y las oficinas del Área de Administración de la Corte Suprema de Justicia.

Ubicación: Jr. Manuel Cuadros 182-204, Cercado de Lima – Lima. El inmueble es de fácil acceso ya que se ubica al costado del Palacio de Justicia de Lima.

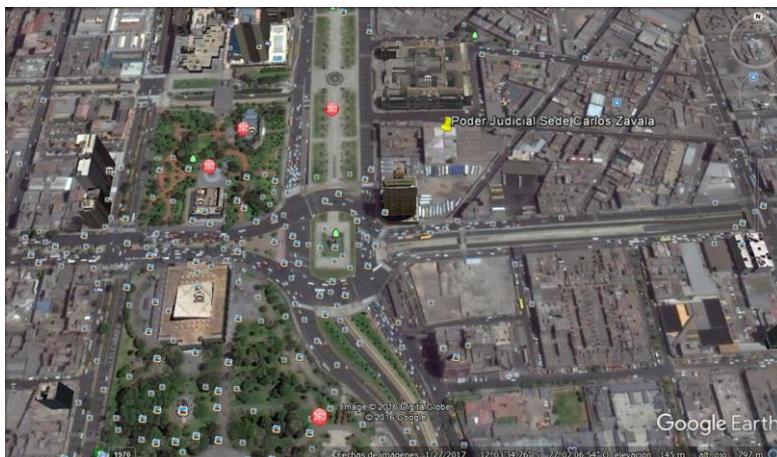
Inauguración: 21 de diciembre del 2012

Área: 2300 m² aproximadamente de área total

Pisos y sótanos: el inmueble posee 3 sótanos de estacionamiento y 5 pisos.

Figura 18

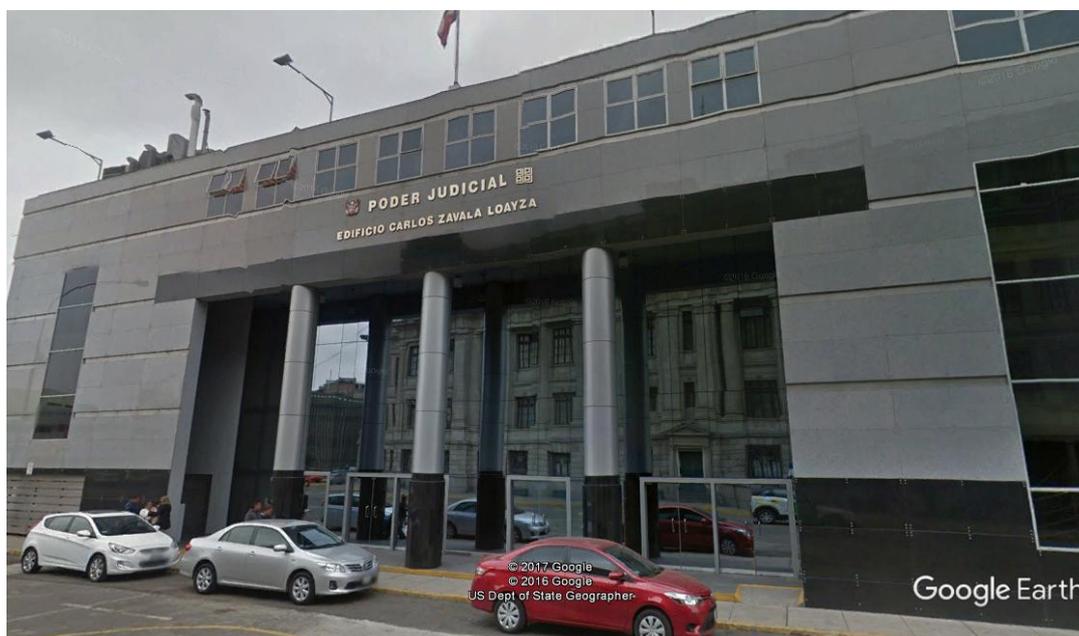
Vista satelital del Poder Judicial



Fuente: Google Earth

Figura 19

Fachada del Poder Judicial – Sede Carlos Zavala Loayza



Fuente: Google Earth

3.1.1.1 Equipamiento

El equipamiento empleado para la implementación en el Poder judicial para la cobertura Indoor se divide en elementos pasivos conformados por las antenas PRRU y Rhub como se observa en la tabla 1 y elementos activos según la tabla 2

Tabla 1

Elementos Pasivos

N	Descripción	Marca	Modelo	Cantidad
1	rHUB	HUAWEI	WD6M39RHUB02	5
2	PRRU	HUAWEI	WD6MPRRUUL00	33

Tabla 2*Elementos Activos*

N	Descripción	Marca	Modelo	Cantidad
1	BBU	HUAWEI	WD2B000BBU01	1
2	UMPT	HUAWEI	WD2DUMPTB101	1
3	UPEU	HUAWEI	WD2DLBBPD200	1
4	LBBP	HUAWEI	WD2DLBBPD200	1
5	APM30H	HUAWEI	APMB303D2201	1
6	IBSS200D	HUAWEI	APMBBBC303D3	1
7	BATERIA	HUAWEI	12TD100F4	8
8	MODULO MINIRECT	HUAWEI	R4850G	2
9	MEDIDOR	SCORPION	2013E262-33	1

Para el equipamiento de la implementación del enlace microondas en el Poder Judicial se utilizó lo observado en la tabla 3.

Tabla 3*Equipamiento del enlace microondas Poder Judicial*

N	Descripción	Nombre de Marca	Nombre de Modelo	Cantidad
1	Antena_MW_NE	HUAWEI	A23D03HAC	1
2	ODU_V_MW_NE	HUAWEI	XMC-2-23G	1
3	ODU_H_MW_NE	HUAWEI	XMC-2-23G	1
4	OMT_NE	HUAWEI	OMT18AC-S2D	1
5	IDU_NE	HUAWEI	SLFB1CASE	1
6	ISV3_MAIN_NE	HUAWEI	SL91ISV3	1
7	ISV3_STAND BY_NE	HUAWEI	SL91ISV3	1

Para las conexiones se utilizará cable UTP CAT6A, cable coaxial y fibra óptica según corresponda la utilización.

3.1.2 Principales datos sobre el Site Plaza Grau

El Site Plaza Grau se ubicará una de las antenas del enlace del sistema de microondas que se comunicará con otra antena microonda para establecer la conexión con la de la red interna que se ubica en Poder Judicial sede Carlos Zavala Loayza.

Ubicación: Pasaje Miguel de los Ríos N° 117 esquina con Av. Grau n° 156-158-160, La Victoria – Lima.

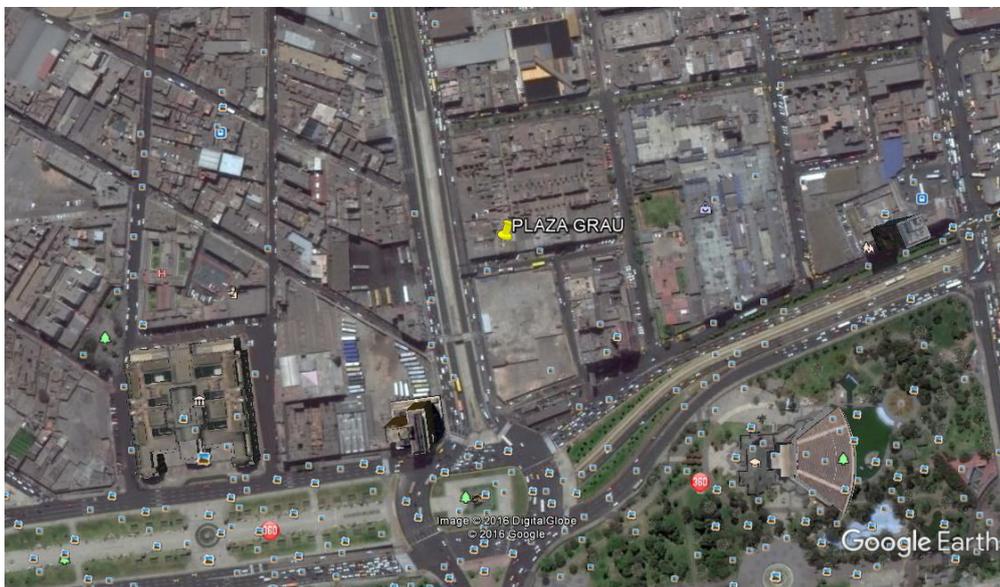
Tipo de torre: Arriostrada

Altura del edificio: 17 metros

Altura de la torre: 6 metros

Figura 20

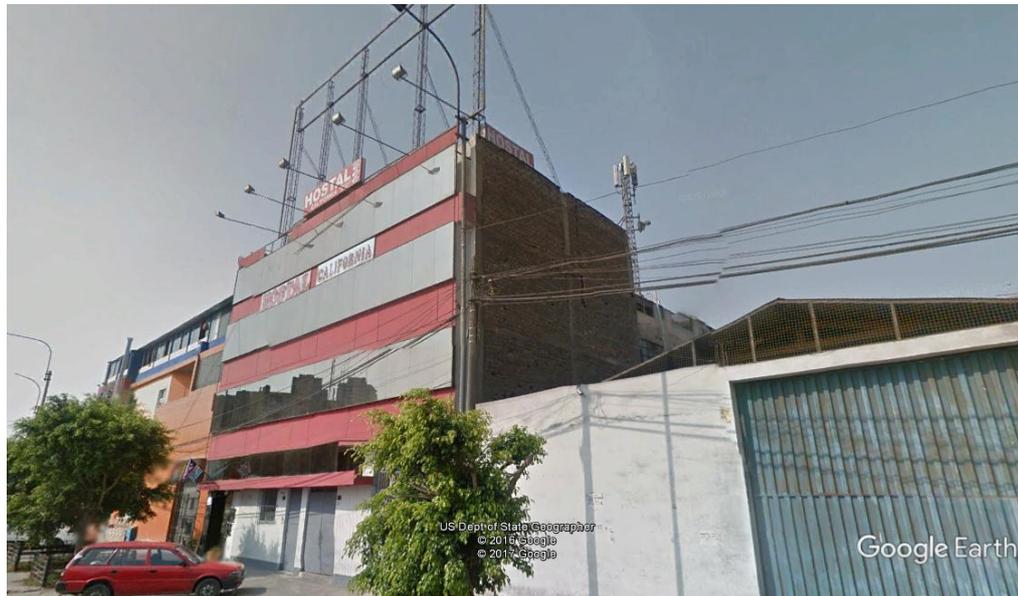
Vista satelital del site Plaza Grau



Fuente: Google Earth

Figura 21

Vista frontal de la fachada del edificio y torre del site Plaza Grau



Fuente: Google Earth

3.1.2.1 Equipamiento

El equipamiento empleado para la implementación del enlace microondas en site Plaza Grau se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Equipamiento del enlace microondas Plaza Grau

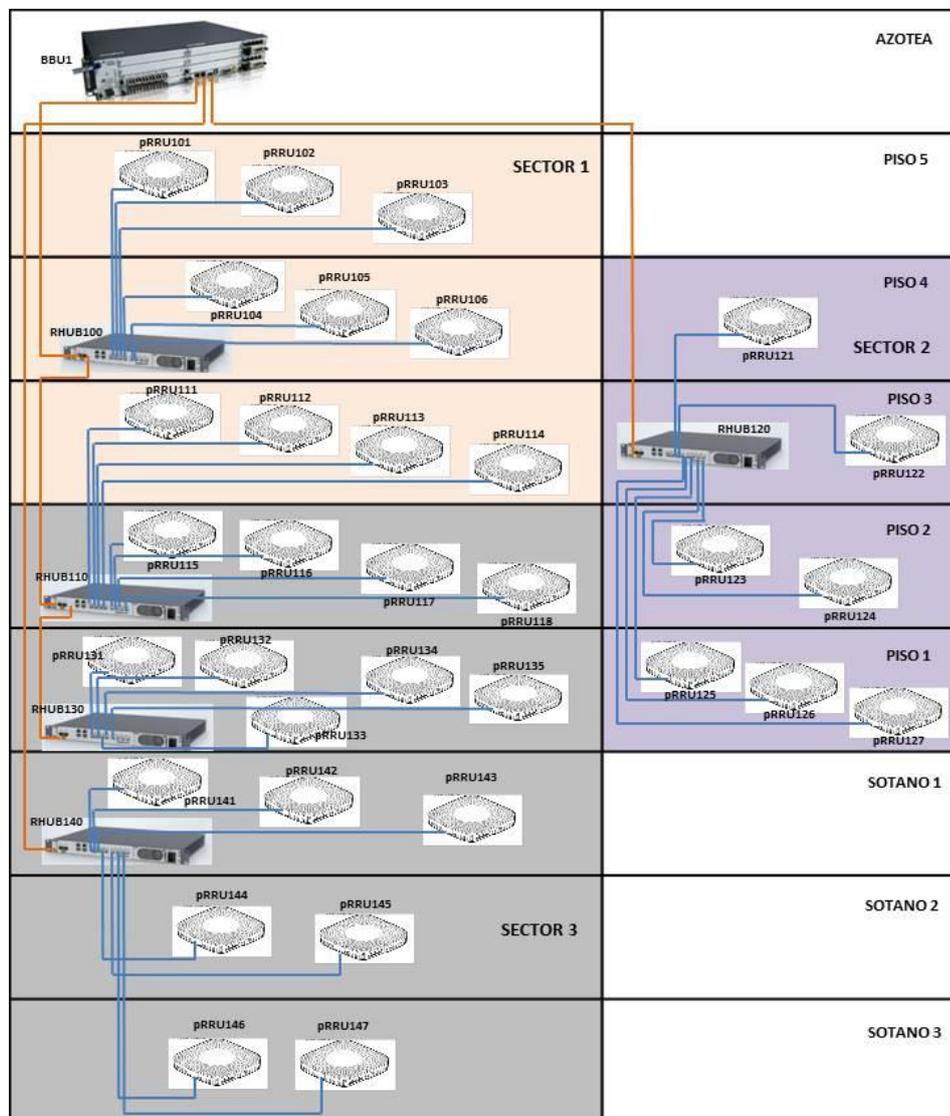
N	Descripción	Nombre de Marca	Nombre de Modelo	Cantidad
1	Antena_MW_FE	HUAWEI	A23D03HAC	1
2	ODU_V_MW_FE	HUAWEI	XMC-2-23G	1
3	ODU_H_MW_FE	HUAWEI	XMC-2-23G	1
4	OMT_FE	HUAWEI	OMT18AC-S2D	1
5	ISV3_MAIN_FE	HUAWEI	SL91ISV3	1
6	ISV3_STAND BY_FE	HUAWEI	SL91ISV3	1

3.1.3 Distribución

Para la cobertura INDOOR en el Poder Judicial la distribución será por sectores, es decir las 33 antenas irán conectadas por sectores a un Rhub según la Figura 22 del esquema unilíneal solo 3 a RHUB irán conectados a la BBU y los otros dos restantes irán conectados en cascada con otro Rhub con el sector que le corresponda. La distribución de las antenas PRRU será en los 3 sótanos y en los 5 pisos del edificio.

Figura 22

Esquema unilíneal del Poder Judicial sede Carlos Zavala Loayza



Fuente: Elaboración propia

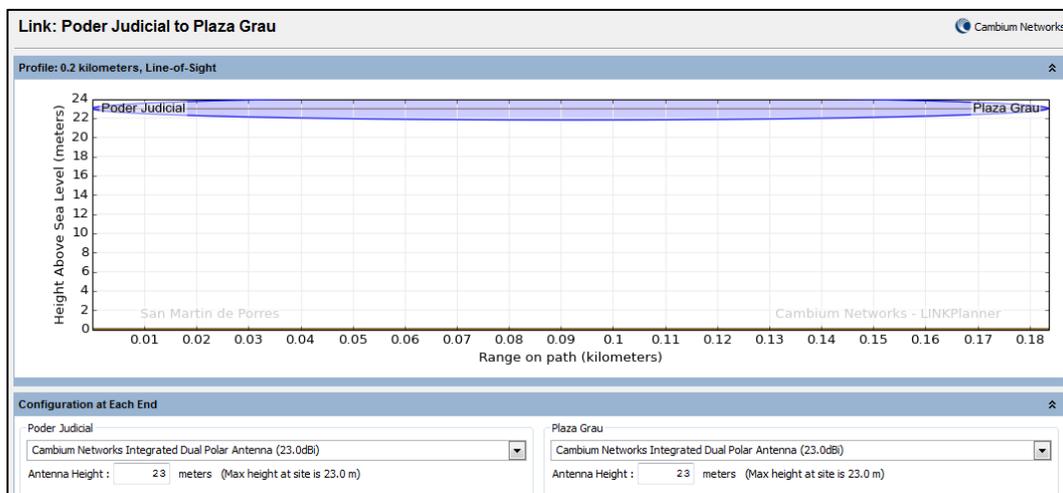
En la azotea del Poder Judicial sede Carlos Zavala Loayza se instalará una antena microondas y 1 gabinete APM30. El sistema microondas se encarga de establecer una conexión entre la red interna del Poder Judicial sede Carlos Zavala Loayza con la red de ENTEL. Esta conexión se realizará mediante un cableado desde la BBU en la tarjeta UMPT hacia la IDU (RTN950) en el puerto Ethernet.

A su vez se instalará una antena microonda en el site Plaza Grau para que el enlace pueda realizar la transmisión y recepción de datos y voz por medio de las ondas electromagnéticas.

En la simulación realizada en LinkPlanner, la figura 23 muestra que no existe obstáculo que pueda interferir en el enlace.

Figura 23

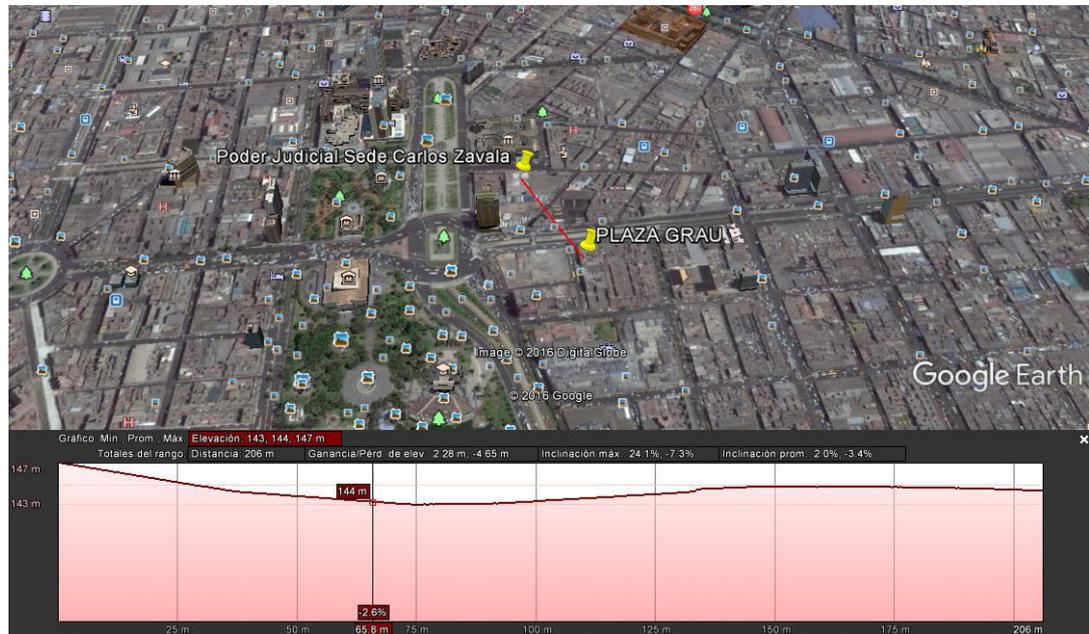
Simulación del enlace Poder Judicial en el programa LinkPlanner



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24

Distancia del enlace Poder Judicial – Plaza Grau



Fuente: Google Earth

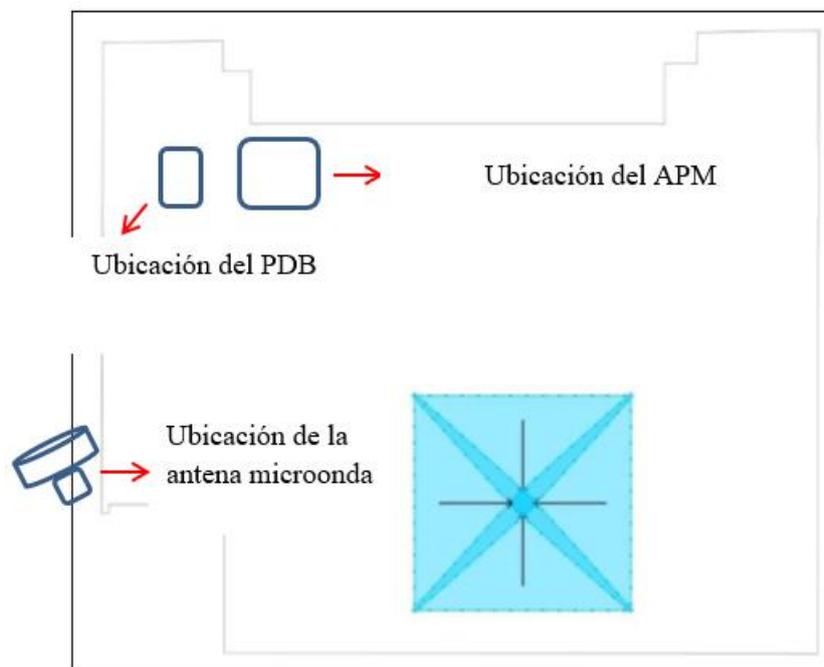
3.2 IMPLEMENTACION

3.2.1 Instalación de APM

Para la instalación de APM el cual es el gabinete que contendrá los equipos como la BBU, IDU, banco de baterías y módulos rectificadores. Se procede a la lectura de los planos para la ubicación exacta de dicho gabinete, para ello se marcan puntos de referencia donde se taladrará el piso para fijar el APM esto permitirá que los equipos que contendrán no se muevan y estén en lugar adecuado para su vida útil. Ya fijo el gabinete se colocarán las 8 baterías de reserva que van conectadas al módulo rectificador que a su vez se conectan al PDP para su energizado, esto permitirá el funcionamiento de los equipos.

Figura 25

Ubicación del APM y la antena microondas en la azotea



Fuente: Elaboración propia

Figura 26

APM instalado según la ubicación de plano y colocación del banco de baterías



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Instalación del PDP

Primero se fija al piso un mástil de aproximadamente 2 metros de altura, luego se empernan los soportes de la caja de PDP verificando que quede alineada con un nivel.

Figura 27

Instalación del mástil y la caja de PDP



Fuente: Elaboración Propia

Luego se procede a la colocación de los breakers dentro de la caja, la alimentación de los breaker viene la caja principal de energía, esta se conecta a un medidor monofásico para así conectarse al primer breaker que está en serie con los otros dos breakers, el primer breaker será quien se conecte al APM para la energizarlo, los otros dos breakers se conectarán a un tomacorriente cada uno como se observa en la figura 28.

Figura 28

Caja principal de energía y caja PDP con los breakers instalados y cableados.



Fuente: Elaboración propia

Las conexiones de los cableados van a través de canalización adosada por medio de tubería conduit liviana metálica rígida EMT de 2'' en caso sea necesario se empleará curvas y tubería conduit metálica flexible, se fijará la tubería con soportes emperrados al piso como se observa en la figura 29.

Figura 29

Canalizado de la tubería desde la caja principal de energía hacia la caja de PDP.



Fuente: Elaboración propia

En la caja de PDP también se encuentra una barra a tierra, las Odus de la antena microondas conectadas a un cable a tierra de color verde y amarillo cada una con un terminal tipo ojo se emperna en dicha barra para la protección de las personas y del equipamiento de las descargas estáticas y disipación de corriente.

Figura 30

Barra de aterramiento en PDP



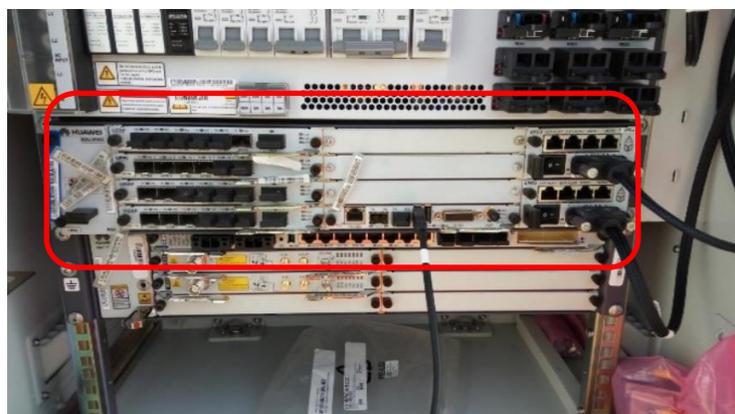
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Instalación de la BBU

La BBU se rackea dentro del gabinete APM como se observa en la figura 31, una vez instalado el equipo se procede a colocar las tarjetas correspondientes UMTF que servirá para el cableado de interconexión con la IDU de la microonda, también la tarjeta LBBP de donde se conecta la fibra óptica hacia los RHUB de cada sector. El energizado de la BBU es a través de la tarjeta UPEU la cual está alimentada por -48 V CC convirtiéndola en +12 V DC.

Figura 31

BBU en el rack del gabinete APM



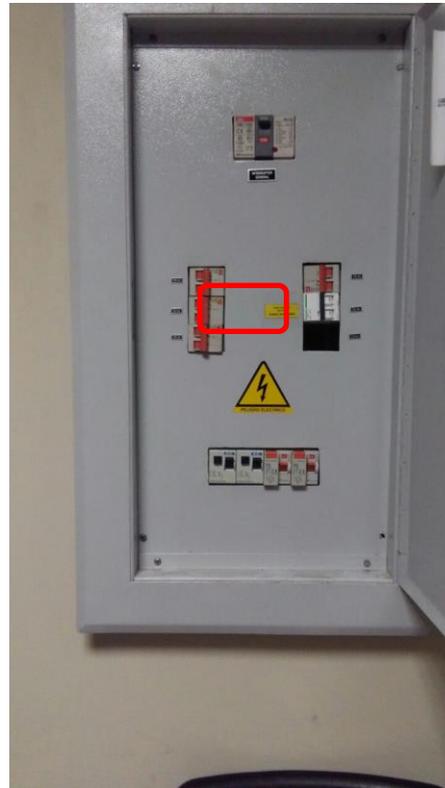
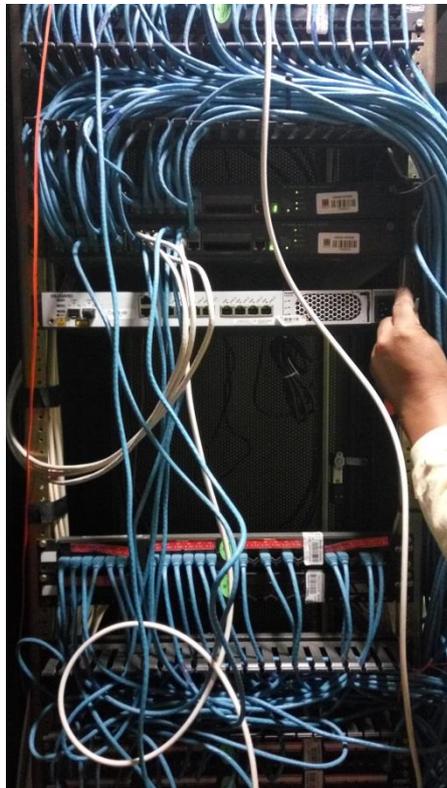
Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Instalación de los RHUB

La instalación de los RHUB será en la sala de comunicaciones de cada piso. Para ello se colocará el equipo en el rack de comunicaciones de manera que quede emperrado debidamente, estos RHUB se alimentan de 220V AC para ello se debe instalar un breaker en la caja de energía de cada sala para la alimentación del equipo como se observa en la figura 32.

Figura 32

Rack de comunicaciones con el equipo instalado y caja de energía con breaker para la alimentación del RHUB



Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Instalación de la canalización

3.2.5.1 Canalizado de la fibra óptica

El canalizado de la fibra óptica se realiza desde el gabinete APM que se encuentra en la azotea. Se utilizar conduit metálico en la salida del gabinete hasta la pared y se une a un codo y luego a otro conduit metálico rígido, que a su vez se conecta a una caja de paso para poder pasar la fibra como se observa en la figura 33. El recorrido seguirá con conduit metálico rígido hasta la parte superior de la pared y se utilizará uniones y conduit metálicos flexibles y rígidos según la trayectoria hasta llegar a la montante como se observa en la figura 34 para el ingreso de la fibra hacia las sala de telecomunicaciones.

Figura 33

Inicio del canalizado desde el APM y caja de paso en la trayectoria de la canalización



Fuente: Elaboración Propia

Figura 34

Recorrido del canalizado desde el APM hasta la entrada del montante



Fuente: Elaboración propia

3.2.5.2 Canalizado de cable UTP

El canalizado del cable UTP se realizará según los planos de los anexos, este canalizado se realiza a nivel del techo. Van desde una caja de paso instalada cerca de la sala de telecomunicaciones donde se ubica el RHUB y siguen el recorrido hasta donde se instalará la antena PRRU. Para empezar las instalaciones se deberá retirar las baldosas del cielo raso y se taladra el techo para colocar los espárragos que sostendrán las gotas que soportarán la tubería que se realizara empleando conduit metálico rígido en su mayoría o flexible con uniones y curvas mostrado en la figura 35. También se emplea cajas de paso para que al momento de pasar el cable sea más cómodo realizar este trabajo, estas cajas de paso se instalarán cuando se junten tres puntos en común como se observa en la figura 36.

Figura 35

Vista del recorrido de la tubería instalada sostenida por los espárragos y gotas desde el techo



Fuente: Elaboración propia

Figura 36

Caja de paso con tres puntos en común



Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Instalación de las PRRU

Las PRRU van instaladas en techo sobre el cielo raso del edificio, primero se debe ubicar la posición donde ira la antena PRRU según el plano de ubicación de los anexos, luego se retira las baldosas del techo para poder taladrar el techo. Se taladra dos orificios en el techo y se coloca dos espárragos cortados a una altura determinada como se muestra en la figura 37. Se realiza dos perforaciones en las baldosas del cielo raso para que sobresalgan los espárragos así se empernara el soporte que sostendrá la antena y pueda ser instalada.

Figura 37

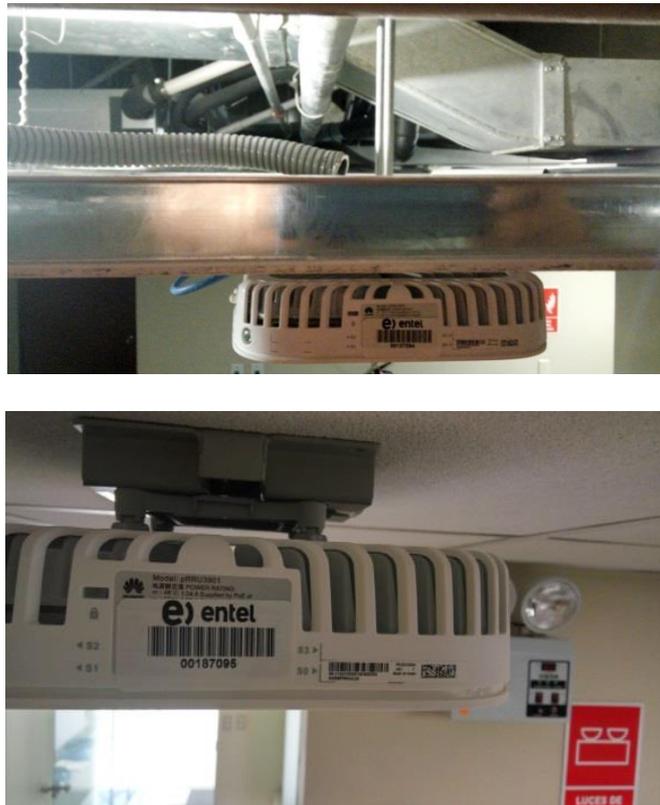
Espárragos instalados en techo para sostener la antena Prru



Fuente: Elaboración propia

Figura 38

Antena PRRU instalada con el soporte emperrado a los espárragos



Fuente: Elaboración propia

3.2.7 Cableado de la Fibra óptica

La fibra óptica va cableada desde la BBU en la tarjeta LBBP, cada sector se instala en un puerto. La fibra va por el canalizado previamente instalado pasando por la montante hasta el cuarto de telecomunicaciones según la figura la fibra se conecta a los RHUB del sector 1 ubicado en el piso 4, el RHUB del sector 2 ubicado en el piso 3 y el RHUB del sector 3 ubicado en el sótano 1.

Figura 39

Fibra óptica conectada desde la RRU hasta el RHUB



Fuente: Elaboración propia

3.2.8 Cableado del cable UTP Cat 6A

El cableado del cable UTP Cat 6A se realiza para los 33 puntos donde ubica las antenas PRRU hacia los RHUB, se debe seguir los planos del anexo para ver la distancia aproximada de cable a utilizar. Se pasa el cable desde el cuarto de telecomunicaciones hacia la caja de paso y seguirá por el canalizado previamente instalado hasta donde se encuentra cada antena PRRU. En caso la antena se ubique en un piso diferente de la sala de telecomunicaciones, el cable deberá pasar por el montante como se observa en la figura 40 para que llegue al RHUB que se le asignó. La figura 41 muestra el cable conectado a la RHUB y la antena PRRU.

Figura 40

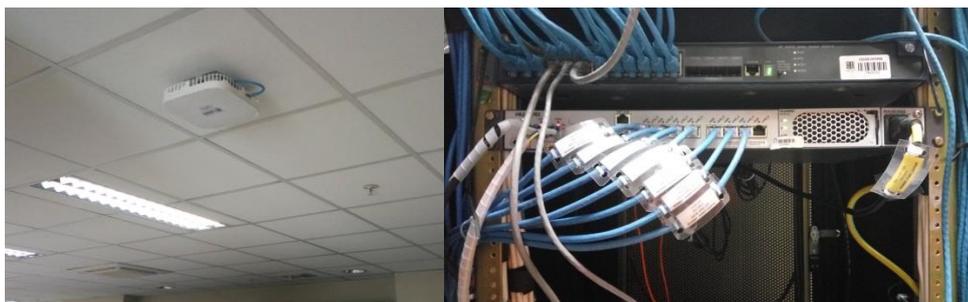
El cable UTP a través del montante



Fuente: Elaboración propia

Figura 41

Antena PRRU conectada al RHUB



Fuente: Elaboración propia

3.2.9 Instalación del enlace microondas

3.2.9.1 Antena microondas en el Poder Judicial

Para la instalación de la antena microondas primero se debe colocar un mástil de 2 metros de alto donde se sujetará la OMT soportando la antena. El soporte se emperna en la pared de la azotea como se observa en la figura 43. Luego la OMT se emperna a la antena luego del mismo modo se empernan las ODUS en la parte posterior de la OMT. Las ODUS se ubican de forma que queden polarizadas en vertical y horizontal tal como indica el anexo 2. La figura 42 muestra la antena lista para instalarla en el soporte.

Figura 42

Antena microondas conectada con el OMT y las ODUS



Fuente: Elaboración propia

Una vez lista la antena se fija al mástil de 2 metros, pero teniendo en cuenta las indicaciones del link Budget la antena se instala a una altura total de 22.50 metros de alto considerando la altura del edificio.

Figura 43

Antena instalada en el soporte



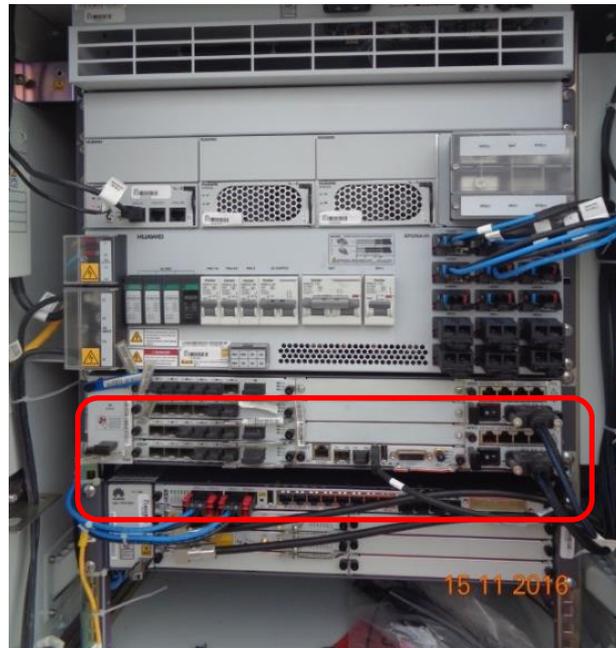
Fuente: elaboración propia

3.2.9.2 Instalación de la IDU

La IDU se rackea en el gabinete APM debajo de la BBU como se observa en la figura 44. La IDU va energizada en dos breaker uno será el main y el otro el stand by, el stand by es una reserva en caso la main presente problemas la IDU seguirá energizada y funcionando.

Figura 44

IDU en rack de gabinete APM



Fuente: Elaboración propia

En las tarjetas 3 y 5 se conecta el cable coaxial que va hacia las ODUS. En la tarjeta 3 se conecta el cable hacia la ODU de polarización vertical (MAIN) y la tarjeta 5 se conecta hacia la ODU de polarización horizontal (STAND BY) como se muestra en la figura 45.

Figura 45

Cableado de ODUS en IDU



Fuente: Elaboración propia

3.2.9.3 Vulcanizado y aterrado de las ODUS

En la figura 46 se observa las conexiones del cable coaxial en ambas ODUS vulcanizadas. Para ello, primero en el conector del cable en la ODU se envuelve con cinta negra cubriendo una parte del cable y el conector completo. Luego se le coloca una capa de sikaflex, el cual es un adhesivo y sellante transparente esto protege al conector de las condiciones ambientales a las que está expuesto el enlace.

Las ODUS van aterradas con un cable a tierra cada una de color verde y amarillo hacia la barra a tierra ubicada en el PDP como se mencionó antes. En la figura 47 muestra el aterramiento de las ODUS.

Figura 46

Vulcanizado de ODUS



Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Aterramiento de las ODUS



Fuente: Elaboración propia

3.2.9.4 Recorrido del Cableado en el Poder judicial

El cableado que va desde las ODUS hasta la IDU es canalizado y es el mismo recorrido de la fibra tal como se observa en la figura 47, solo que por otra tubería para que este separado la canalización de la cobertura INDOOR y el enlace microondas.

3.2.9.5 Cableado de interconexión

El cableado de interconexión se realiza desde la BBU hacia la IDU por el puerto Ethernet FE/GE para la gestión y data de servicios. Se emplea cable UTP categoría 6^a y conectores RJ45.

3.2.9.6 Antena microonda en el site Plaza Grau

La antena microonda a instalarse en el site Plaza Grau ira en una torre arriostrada ya existente. Al igual que en Poder judicial la antena se ubicará en la azotea de un edificio más la torre y según el link budgent del anexo 2, la altura que debe ir es a 23 metros como se observa

en la figura 49. El proceso de armado de la antena es el mismo que el de la antena microonda del Poder Judicial.

Figura 48

Antena microonda instalada en torre



Fuente: Elaboración propia

3.2.9.7 Instalación de tarjetas en IDU

En este caso no se instaló IDU ya que hay una existente en el gabinete. Solo se insertó tarjetas en los slots 4 y 6.

La tarjeta 4 ira conectada a la ODU de polarización vertical (MAIN) y en la tarjeta 6 ira conectada con la ODU de polarización horizontal (STAND BY) como se observa en la Figura 50.

Al tener una IDU existente ya se encuentra energizada y funcionando.

Figura 49

Tarjetas instaladas en IDU (4 y 6) conectada con las ODUS según su polarización



Fuente: Elaboración propia

3.2.9.8 Vulcanizado y aterrado de las ODUS

El vulcanizado de las ODUS es el mismo antes mencionado en el vulcanizado de las ODUS en el Poder Judicial. Ya que también debe estar con cinta negra y cubierta con sikaflex para proteger los conectores. El vulcanizado se muestra en la siguiente figura 51.

Las ODUS se aterran a una barra a tierra que se ubica en la torre como se observa en la siguiente figura 52.

Figura 50

Vulcanizado de ODUS en el site Plaza Grau



Fuente: Elaboración propia

Figura 51

Aterramiento de ODUS



Fuente: Elaboración propia

3.2.9.9 Recorrido del cableado en el site Plaza Grau

El cable coaxial que va desde la antena hacia la IDU toma la trayectoria de la escalerilla vertical de la torre y baja hasta el gabinete siguiendo una trayectoria horizontal para luego conectarse a las tarjetas de la IDU. La figura 53 muestra el recorrido total del cableado que va por tubería conduit ya existente en el site.

Figura 52

Recorrido total del cable coaxial



Fuente: Elaboración propia

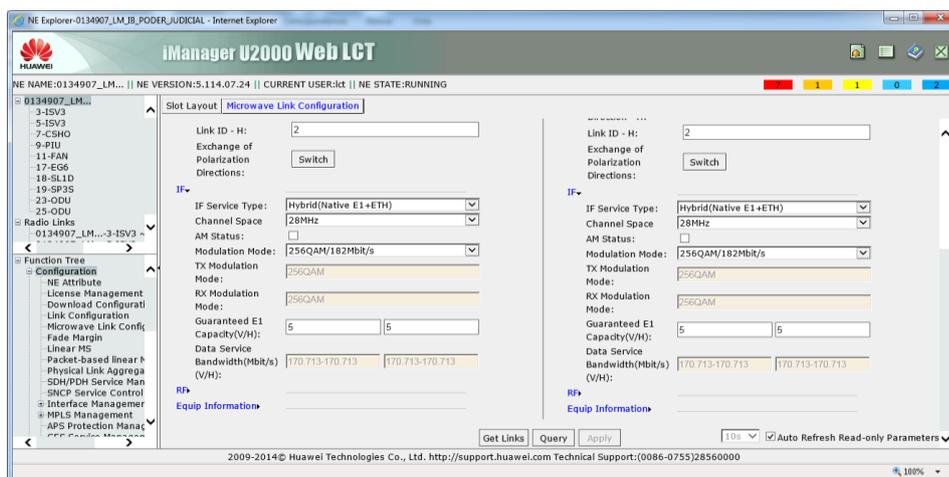
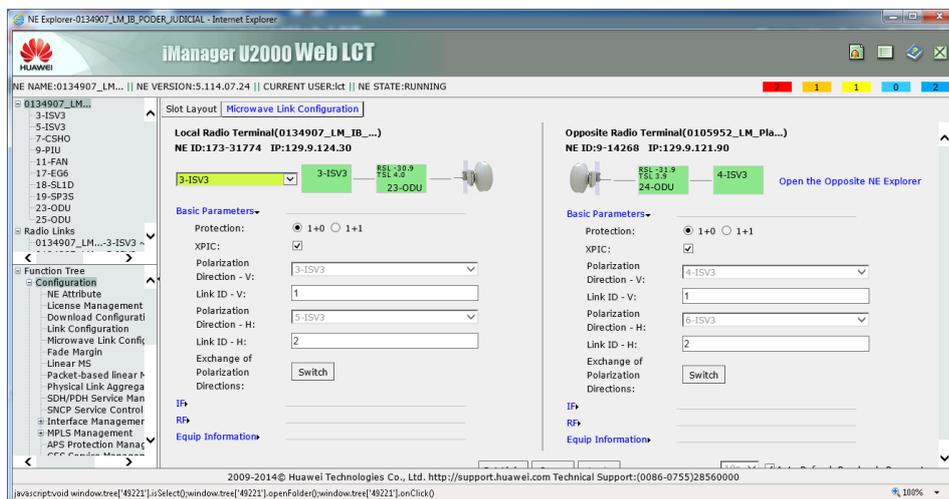
3.2.10 Configuración del enlace microondas

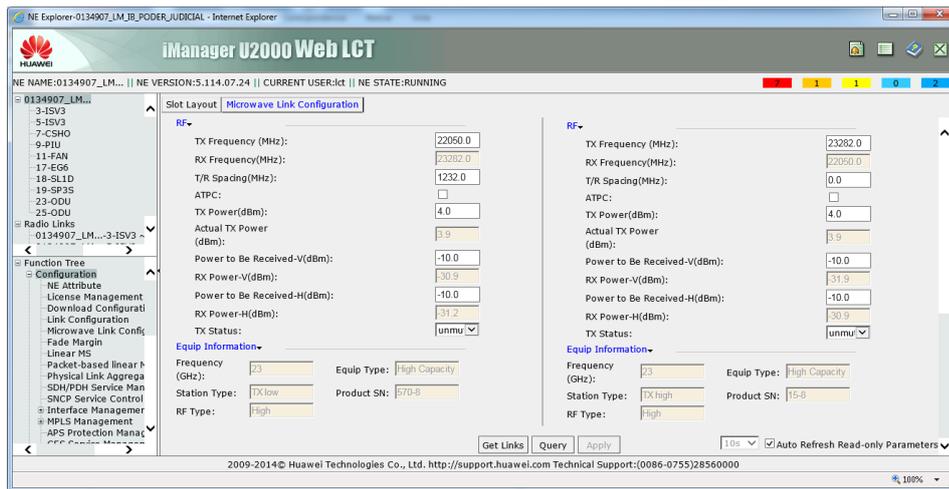
3.2.10.1 Configuración en el Poder Judicial

La configuración del enlace microonda en el Poder Judicial se basa en los parámetros del LinkBudget donde se indica la frecuencia de transmisión, recepción, canal, modulación, la potencia de transmisión los cuales deben ser reflejarse en las pantallas de la configuración de la figura 54.

Figura 53

Pantallas de Configuración del enlace microonda en el Poder Judicial





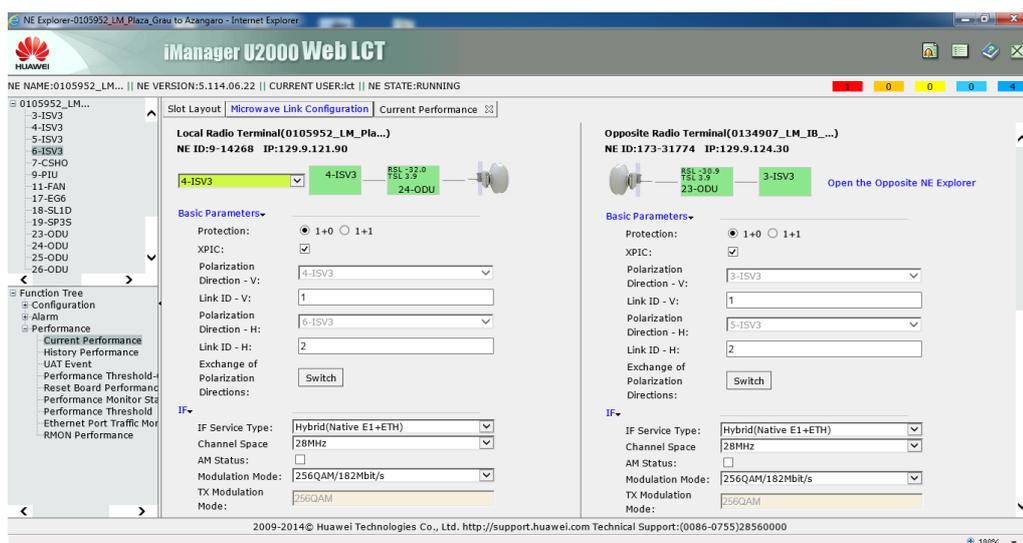
Fuente: Elaboración propia

3.2.10.2 Configuración en el Site Plaza Grau

Del mismo modo realizada la configuración en el Poder Judicial es necesario configurar en enlace microonda en el extremo del site Plaza Grau cumpliendo los parámetros solicitados en el Linkbudget. La configuración realizada en el site Plaza Grau se observa en la figura 55.

Figura 54

Pantallas de Configuración del enlace microonda en el site Plaza Grau



NE Explorer-0105952_LM_Plaza_Grau to Azangaro - Internet Explorer

iManager U2000 Web LCT

NE NAME:0105952_LM... || NE VERSION:5.114.06.22 || CURRENT USER:ldt || NE STATE:RUNNING

0105952_LM...
 3-ISV3
 4-ISV3
 5-ISV3
 6-ISV3
 7-CSHO
 9-PIU
 11-FAN
 17-EG6
 18-SL1D
 19-SP3S
 23-ODU
 24-ODU
 25-ODU
 26-ODU

Function Tree
 Configuration
 Alarm
 Performance
 Current Performance
 History Performance
 UAT Event
 Performance Threshold
 Reset Board Performance
 Performance Monitor Sta
 Performance Threshold
 Ethernet Port Traffic Mon
 RMON Performance

Slot Layout | **Microwave Link Configuration** | Current Performance

Modulation Mode: 256QAM/182Mbit/s
 TX Modulation Mode: 256QAM
 RX Modulation Mode: 256QAM
 Guaranteed E1 Capacity(V/H): 5 5
 Data Service Bandwidth(Mbit/s) (V/H): 170.713-170.713 170.713-170.713

RF

TX Frequency (MHz): 23282.0
 RX Frequency(MHz): 22050.0
 T/R Spacing(MHz): 0.0
 ATPC:
 TX Power(dBm): 4.0
 Actual TX Power (dBm): 3.9
 Power to Be Received-V(dBm): -10.0
 RX Power-V(dBm): -32.0
 Power to Be Received-H(dBm): -10.0
 RX Power-H(dBm): -30.9
 TX Status: unmu

Equip Information

2009-2014© Huawei Technologies Co., Ltd. http://support.huawei.com Technical Support:(0086-0755)28560000

NE Explorer-0105952_LM_Plaza_Grau to Azangaro - Internet Explorer

iManager U2000 Web LCT

NE NAME:0105952_LM... || NE VERSION:5.114.06.22 || CURRENT USER:ldt || NE STATE:RUNNING

0105952_LM...
 3-ISV3
 4-ISV3
 5-ISV3
 6-ISV3
 7-CSHO
 9-PIU
 11-FAN
 17-EG6
 18-SL1D
 19-SP3S
 23-ODU
 24-ODU
 25-ODU
 26-ODU

Function Tree
 Configuration
 Alarm
 Performance
 Current Performance
 History Performance
 UAT Event
 Performance Threshold
 Reset Board Performance
 Performance Monitor Sta
 Performance Threshold
 Ethernet Port Traffic Mon
 RMON Performance

Slot Layout | **Microwave Link Configuration** | Current Performance

Data Service Bandwidth(Mbit/s) (V/H): 170.713-170.713 170.713-170.713

RF

TX Frequency (MHz): 23282.0
 RX Frequency(MHz): 22050.0
 T/R Spacing(MHz): 0.0
 ATPC:
 TX Power(dBm): 4.0
 Actual TX Power (dBm): 3.9
 Power to Be Received-V(dBm): -10.0
 RX Power-V(dBm): -32.0
 Power to Be Received-H(dBm): -10.0
 RX Power-H(dBm): -30.9
 TX Status: unmu

Equip Information

Frequency (GHz): 23 Equip Type: High Capacity
 Station Type: TX high Product SN: 15-B
 RF Type: High

Get Links Query Apply 10s Auto Refresh Read-only Parameters

2009-2014© Huawei Technologies Co., Ltd. http://support.huawei.com Technical Support:(0086-0755)28560000

Fuente: Elaboración propia

3.2.11 Consideraciones

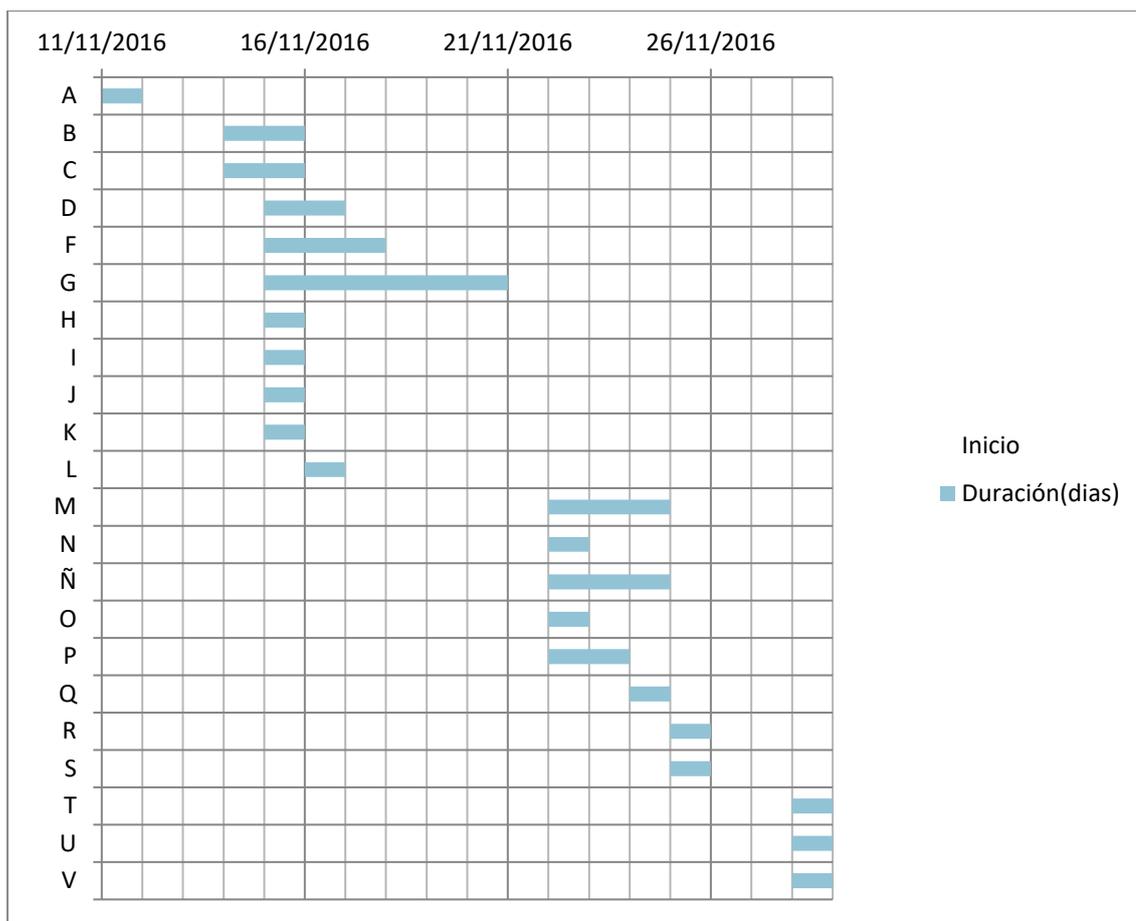
Se tuvo en cuenta el plazo estimado para la realización de las actividades de la implementación de proyecto. En el siguiente diagrama de Gantt de la Figura 56 se observa la duración de las actividades desde el inicio hasta la culminación.

Figura 55

Diagrama de Gantt de las actividades de la implementación del proyecto

	Activades
A	Delivery de materiales
B	Instalación de APM
C	Instalación de PDB
D	Instalación de canalizado de FO
F	Instalación de canalizado UTP
G	Instalación de RHUB
H	Instalación de BBU e IDU
I	Cableado de interconexión (BBU-IDU)
J	Cableado IF en Poder Judicial
K	Instalación del MW en Poder Judicial
L	Vulcanizado y aterrado de ODUS en Poder Judicial
M	Instalación de las PRRU
N	Cableado de FO
Ñ	Cableado de UTP
O	Instalación de tarjetas en site Plaza Grau
P	Instalación de MW en site Plaza Grau
Q	Vulcanizado y aterrado de ODUS en Site Plaza Grau
R	Etiquetado de equipamiento según estándar Poder Judicial
S	Etiquetado de equipamiento según estándar Plaza Grau
T	Configuración de IDU Poder Jucial
U	Configuración de IDU Site Plaza Grau
V	Pruebas de alineamiento de TX Y RX enlace MW

Actividades	Inicio	Duración(días)	Fin
A	11/11/2016	1	11/11/2016
B	14/11/2016	2	15/11/2016
C	14/11/2016	2	15/11/2016
D	15/11/2016	2	17/11/2016
F	15/11/2016	3	18/11/2016
G	15/11/2016	6	22/11/2016
H	15/11/2016	1	15/11/2016
I	15/11/2016	1	15/11/2016
J	15/11/2016	1	15/11/2016
K	15/11/2016	1	15/11/2016
L	16/11/2016	1	16/11/2016
M	22/11/2016	3	24/11/2016
N	22/11/2016	1	22/11/2016
Ñ	22/11/2016	3	24/11/2016
O	22/11/2016	1	22/11/2016
P	22/11/2016	2	23/11/2016
Q	24/11/2016	1	24/11/2016
R	25/11/2016	1	26/11/2016
S	25/11/2016	1	26/11/2016
T	28/11/2016	1	28/11/2016
U	28/11/2016	1	28/11/2016
V	28/11/2016	1	28/11/2016



Fuente: Elaboración propia

Para la realización de los trabajos se debe tener en cuenta:

El personal a cargo debe usar Equipos de protección personal ya que en algunos casos se realiza trabajos en altura, trabajos a desnivel, trabajo con partes energizadas, empleo de materiales que pueden causar daños a las personas si nos usados debidamente como taladros y esmeril.

Los equipos deben ir aterrados ya sea a una barra a tierra o al mismo gabinete entre ellos la BBU, IDU y ODUS para evitar la disipación de corriente y protegerlos para el buen funcionamiento.

Para las canalizaciones en el Poder Judicial al ser trabajos a desnivel se emplea escaleras de aluminio tipo tijera, al realizar el trabajo dentro de un edificio y en sus oficinas y pasadizos

se debe señalar el lugar donde se está realizando esta labor, ya que se pueden caer herramientas y dañar a personas que no posean Equipos de protección personal ya que son ajenas a la implementación.

Para la implementación en el site Plaza Grau se debe contar con equipos de protección personal para trabajos en altura, es decir se debe contar con arnés, línea de vida, estrobo y ganchos de anclaje para que la persona a cargo de realizar esta labor pueda desplazarse en la torre con seguridad.

Los equipos outdoor instalados en el enlace microondas en la pernería de la antena, OMT y ODUS deben ir engrasadas según solicitud del cliente por estándar.

Las etiquetas a colocar deben tener el nombre del equipo a conectarse ya sea el caso de la fibra óptica hacia los RHUB, el cable UTP hacia las antenas PRRU y el cable coaxial hacia las ODUS. En el caso del equipamiento debe tener el nombre del equipo y el logo de la empresa o marca del equipo.

Para el aterramiento también se debe colocar etiquetas al inicio y al término del aterrado.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Resultados fotográficos de la implementación INDOOR

Se observa en la tabla 5 cómo queda el trabajo finalizado en la implementación del sistema INDOOR a solicitud del cliente cumpliendo los estándares requeridos.

Tabla 5

Resultado de la implementación INDOOR Poder Judicial

Implementación INDOOR Poder Judicial



RHUB con etiquetas del cableado de FO, cableado UTP y del energizado

RHUB con etiqueta: nombre del RHUB y a qué sector pertenece con logo del operador



Tubería del canalizado con etiquetas debe contener el nombre de la antena a llegar y desde que RHUB viene el cableado

Antena PRRU con Etiqueta: nombre de la antena y sector al que pertenece. Con el logo del operador



Breaker y tomacorriente del energizado de RHUB: etiquetas indicando el nombre de RHUB a energizar y al sector al que pertenece

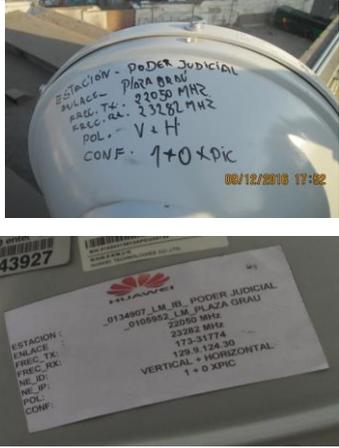
Aterramiento de RHUB: etiqueta indicando el nombre del RHUB y sector al que pertenece

3.3.2 Resultados fotográficos de la implementación del Enlace microondas

En el Poder Judicial la implementación según estándar del cliente quedo finalizada según la tabla 6.

Tabla 6

Resultado de la implementación Poder Judicial

Implementación del Poder Judicial	
	
<p>El gabinete APM: debidamente etiquetado identificando cada conexión y equipo (IDU y BBU)</p>	<p>Engrasado de la pernería soporte de la OMT.</p>
	
<p>Etiquetado de la ODU indicando polarización y frecuencia de trabajo</p>	<p>Rotulado de la antena con datos de Linkbudget como frecuencia de transmisión y recepción nombre del enlace</p>



Aterramiento de las ODUS con sus respectivas etiquetas



Aterramiento de la IDU

En la tabla 7 se observa la implementación finalizada en el site Plaza Grau con el estándar según la solicitud del cliente.

Tabla 7

Resultado de la implementación de enlace microondas Plaza Grau

Implementación de enlace microondas Plaza Grau



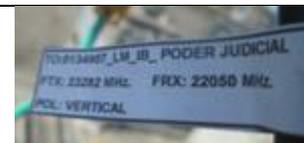
Etiquetado de las tarjetas 4 y 6 colocadas en la IDU



Engrasado de la pernería soporte de la OMT



ODUS con etiquetas indicando MAIN y STAND BY. También el tipo de polarización y frecuencia de transmisión y recepción.





Etiquetado y engrasado del aterramiento de las ODUS

Rotulado de la antena con datos de Linkbudget como frecuencia de transmisión y recepción nombre del enlace

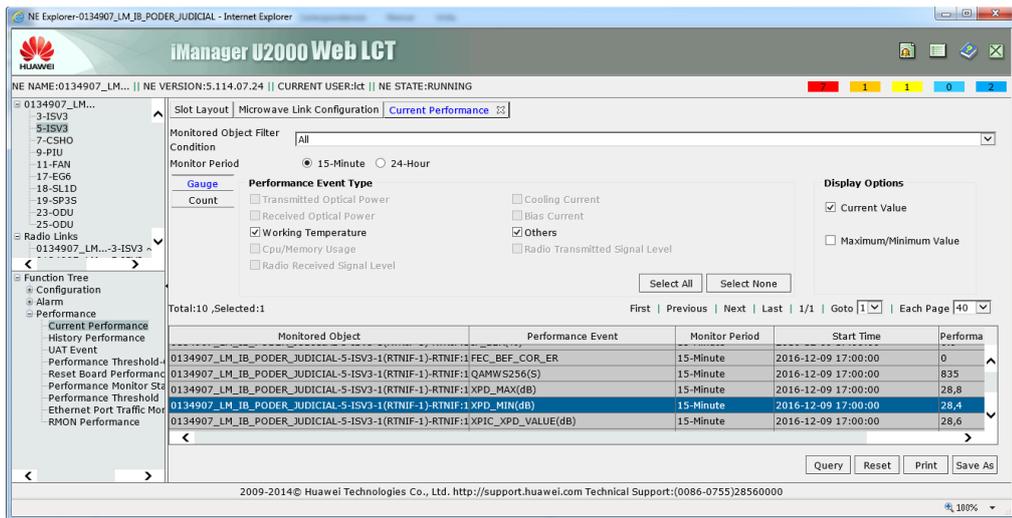
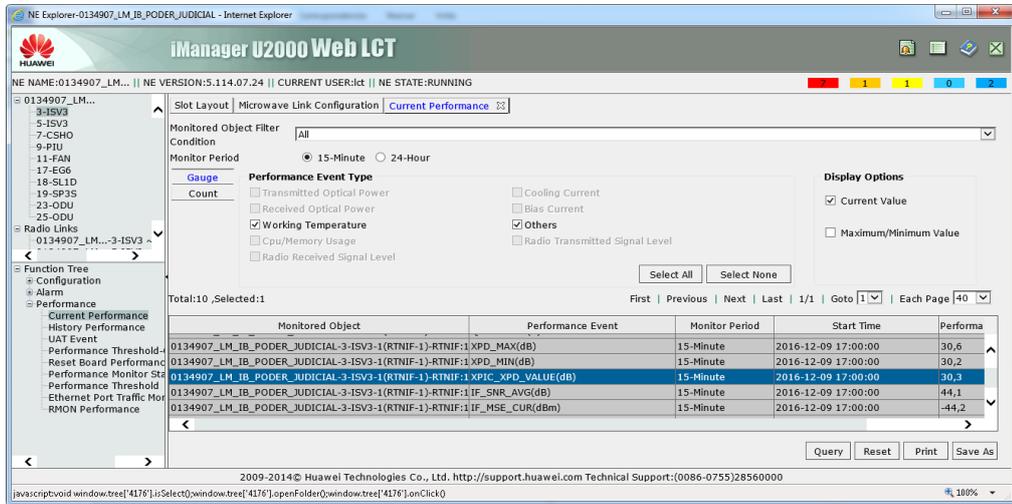
3.3.3 Rendimiento del enlace microondas

3.3.3.1 Rendimiento en el Poder Judicial

El alto rendimiento obtenido se debe al nivel de XPIC el cual la antena al tener polarización horizontal y vertical permite cancelar la interferencia de las señales recibidas y extraer las señales originales sin perturbaciones. En la figura 56 se observa los niveles de rendimiento obtenidos.

Figura 56

Rendimiento del enlace en el Poder Judicial



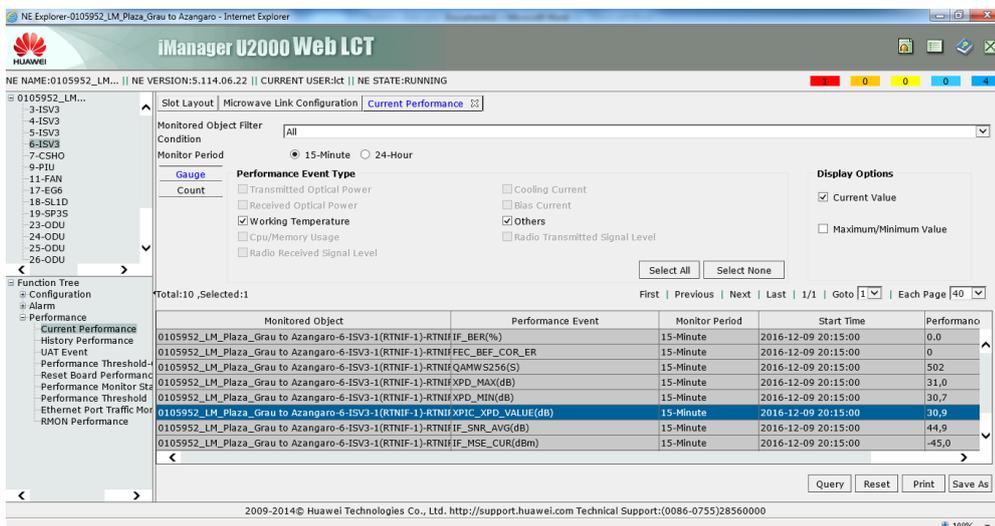
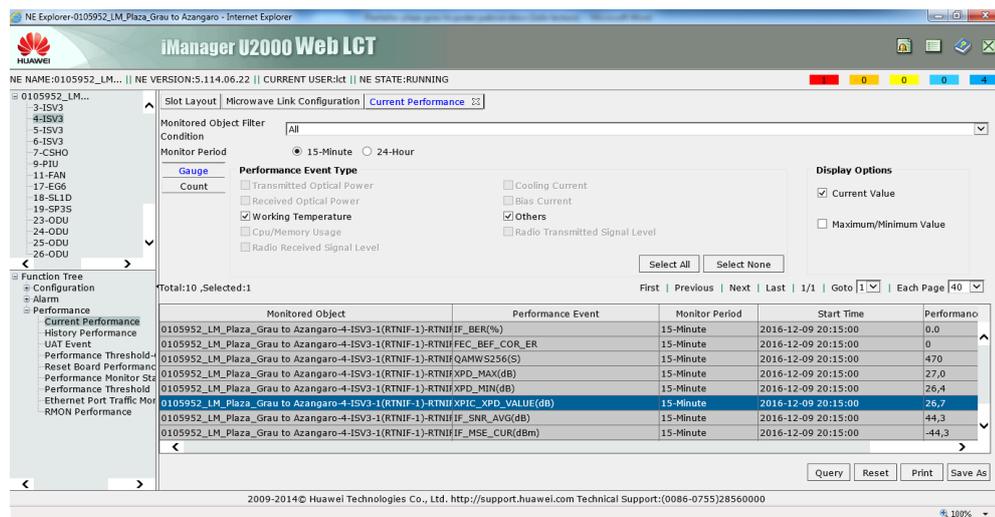
Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2 Rendimiento en el Site Plaza Grau

El rendimiento obtenido en el site Plaza Grau muestra valores altos y se puede observar en la figura 57, el cual muestra valores similares a los obtenidos en el Poder Judicial

Figura 57

Rendimiento del enlace en el site Plaza Grau



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La implementación INDOOR en Poder Judicial permite a los usuarios mejorar la cobertura 3G y 4G y establecer conexiones a altas velocidades.

La implementación INDOOR no funcionaría si no estuviera conectado al enlace microondas ya que sin el enlace no se podrá dar los servicios de cobertura.

La implementación del enlace microondas permite el funcionamiento de la cobertura INDOOR para la transmisión de datos a través de la red del operador Entel, debido al alto rendimiento que se obtuvo en su configuración las señales transmitidas llegan casi sin ninguna interferencia obteniendo así una mejor cobertura de entrega de datos para un servicio óptimo.

La solución LampSite INDOOR es de fácil implementación e instalación por lo que facilita la construcción de ingeniería dentro de la edificación.

Se debe usar equipos de la misma marca ya que solo son compatibles entre ellos para el correcto funcionamiento de la implementación INDOOR y del enlace microondas. El operador Entel emplea Equipos HUAWEI al ser los únicos que ofrecen la solución LampSite.

El cableado UTP Cat 6A funcionará adecuadamente solo si se emplea conectores y cables de la misma marca. En este caso Entel emplea cables y conectores PANDUIT ya que al ser certificados se cuenta con más años de garantía y asegura el correcto funcionamiento en sus conexiones.

RECOMENDACIONES

Los trabajos de implementación del sistema INDOOR se deben realizar en la madrugada ya que se produce ruido por el uso de taladros y esmeril que puede perturbar las labores realizadas en el poder Judicial ya sea en las oficinas, salas de audiencias, auditorios o pasadizos. En este caso no se dieron los permisos correspondientes por tener una seguridad estricta en cuanto el uso de las instalaciones y solo se pudo realizar la implementación hasta una cierta hora.

Se recomienda realizar las instalaciones de las antenas PRRU según el diseño de los planos para no variar modificaciones del mismo. Salvo lo indique el cliente.

Tanto los equipos como el cableado de las conexiones del sistema INDOOR deben estar debidamente identificados para mantener una administración adecuada.

Para el enlace microondas se debe tener en cuenta los estudios previos de línea de vista para no tener obstáculos que puedan presentar interferencias en el enlace.

Para la implementación de los extremos del enlace microondas se deben seguir los parámetros establecidos del Link Budget.

Todos los trabajos de implementación se deben realizar con personal que cuente con un seguro complementario de riesgo SCTR.

BIBLIOGRAFIA

[1] Tecnologías Móviles – Profesor Alejandro Salazar

Guerrero.<http://cursos.aiu.edu/Tecnologias%20Moviles/PDF/Tema%201.pdf>

[2] Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones móviles - material didáctico del Máster Universitario en Desarrollo de Software para Dispositivos Móviles Universidad de Alicante.

https://mastermoviles.gitbooks.io/tecnologias2/content/sistemas_de_telefonia_y_comunicaciones_moviles.html

[3] Curso de Comunicaciones – H. Venancio B. Cañon.

http://www.bdigital.unal.edu.co/131/11/61_-_10_Capi_9.pdf

[4] Introducción Antenas. <http://www.bandasaltas.com.ar/files/Introduccion%20Antenas.pdf>

[5] Pagina Huawei Carrie Producto Lampsite <http://carrier.huawei.com/en/products/wireless-network/small-cell/lampsite>

[6] Huawei's Lasmpsite - Zahid Ghadialy. <http://smallcells.3g4g.co.uk/2014/07/huaweis-lampsite.html>

[7] AtomCell9.0 LampSite SolutionWhite Paper - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

[8] EXFO Telecom Test and Service Assurance – Glosary Baseband Unit

<http://www.exfo.com/es/glosario/baseband-unit>

[9] BBU3900 Description - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

[10] Radio Enlaces Terrestres - Microondas

http://www.redtauros.com/Clases/Medios_Transmision/04_Radioenlaces_Terrestres_Microondas_.pdf

[11] Sistema de propagación y diseño de antenas enfocado al enlace de comunicaciones –

Ing. Cayetano Lozano Garcia. <http://eprints.uanl.mx/5135/1/1020147454.PDF>

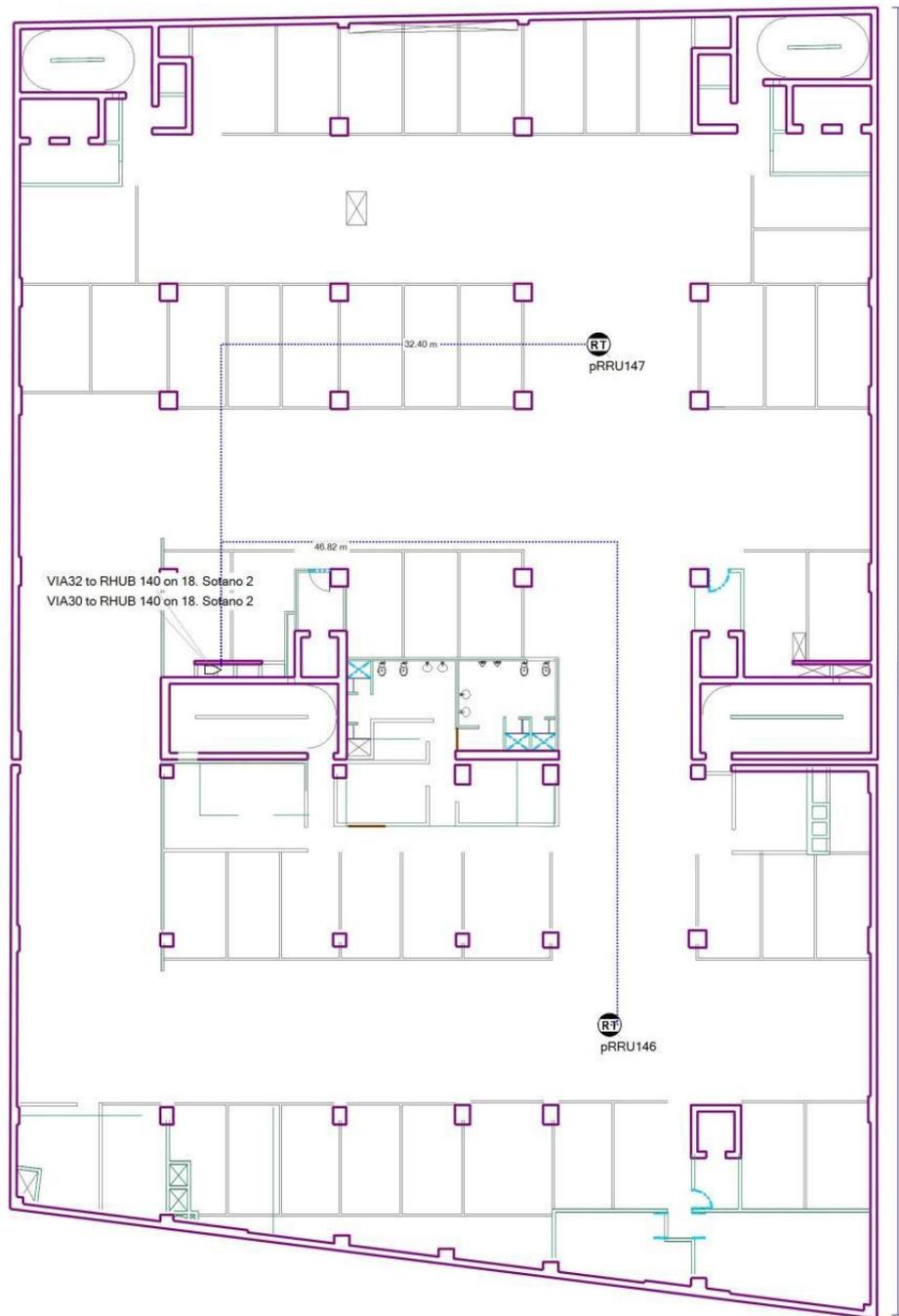
[12] Digital-Microwave-Communication-Principles-V1-0 - HUAWEI TECHNOLOGIES
CO., LTD.

[13] OptiX RTN 950 Radio Transmission System - HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

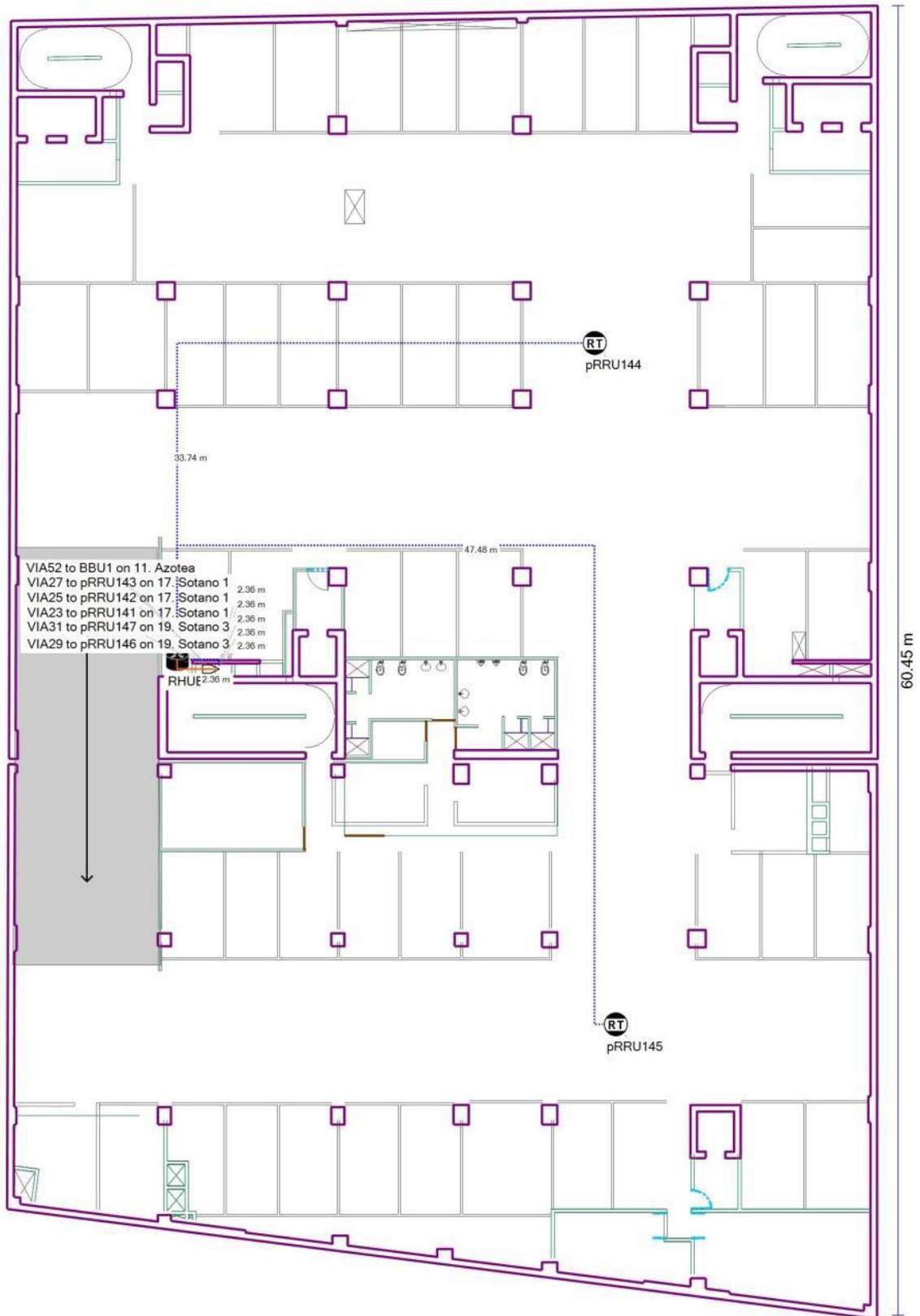
ANEXOS

Anexo 1

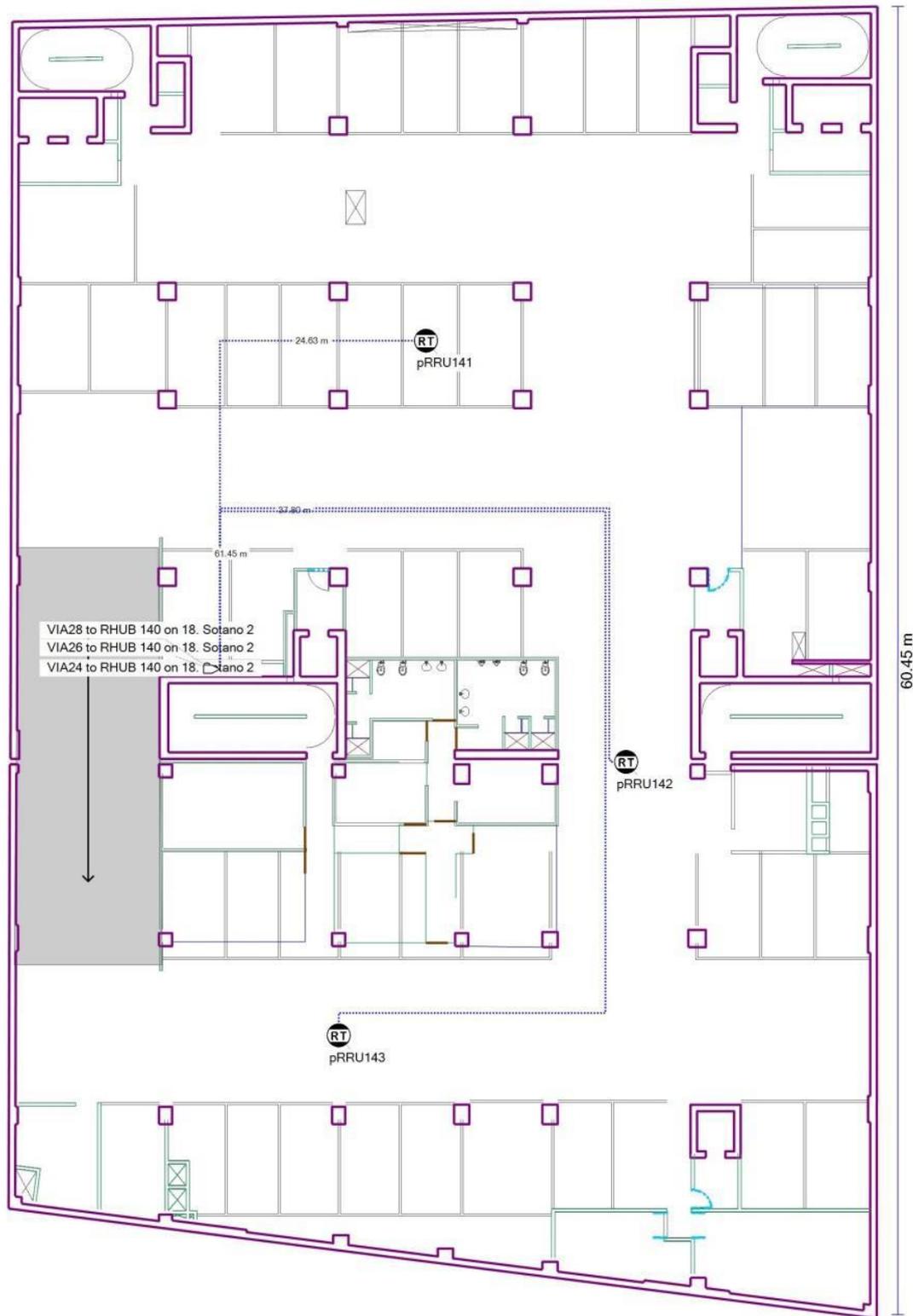
Planos de la ubicación de las antenas PRRU



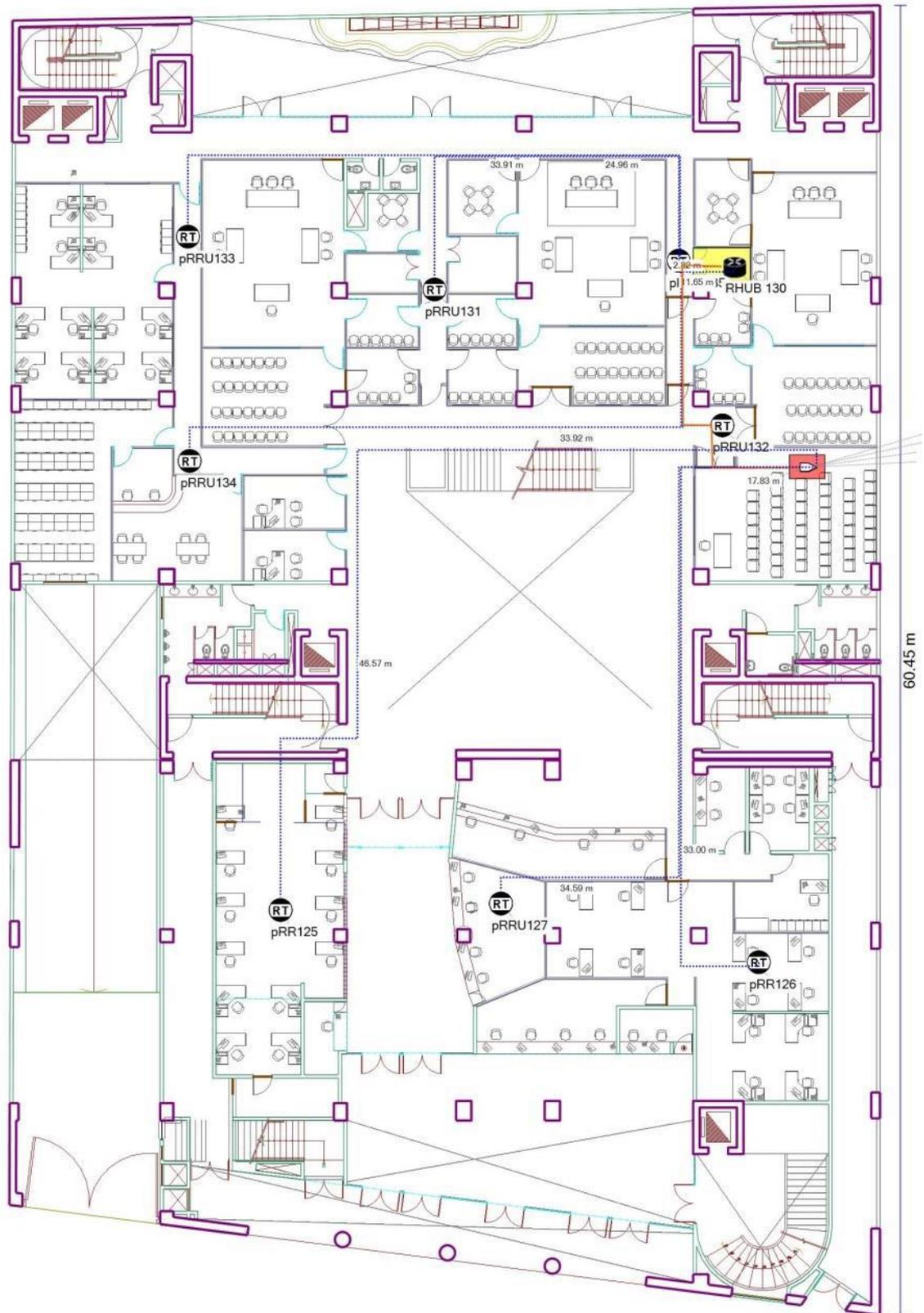
POSICION DE LAS ANTENAS SOTANO 3



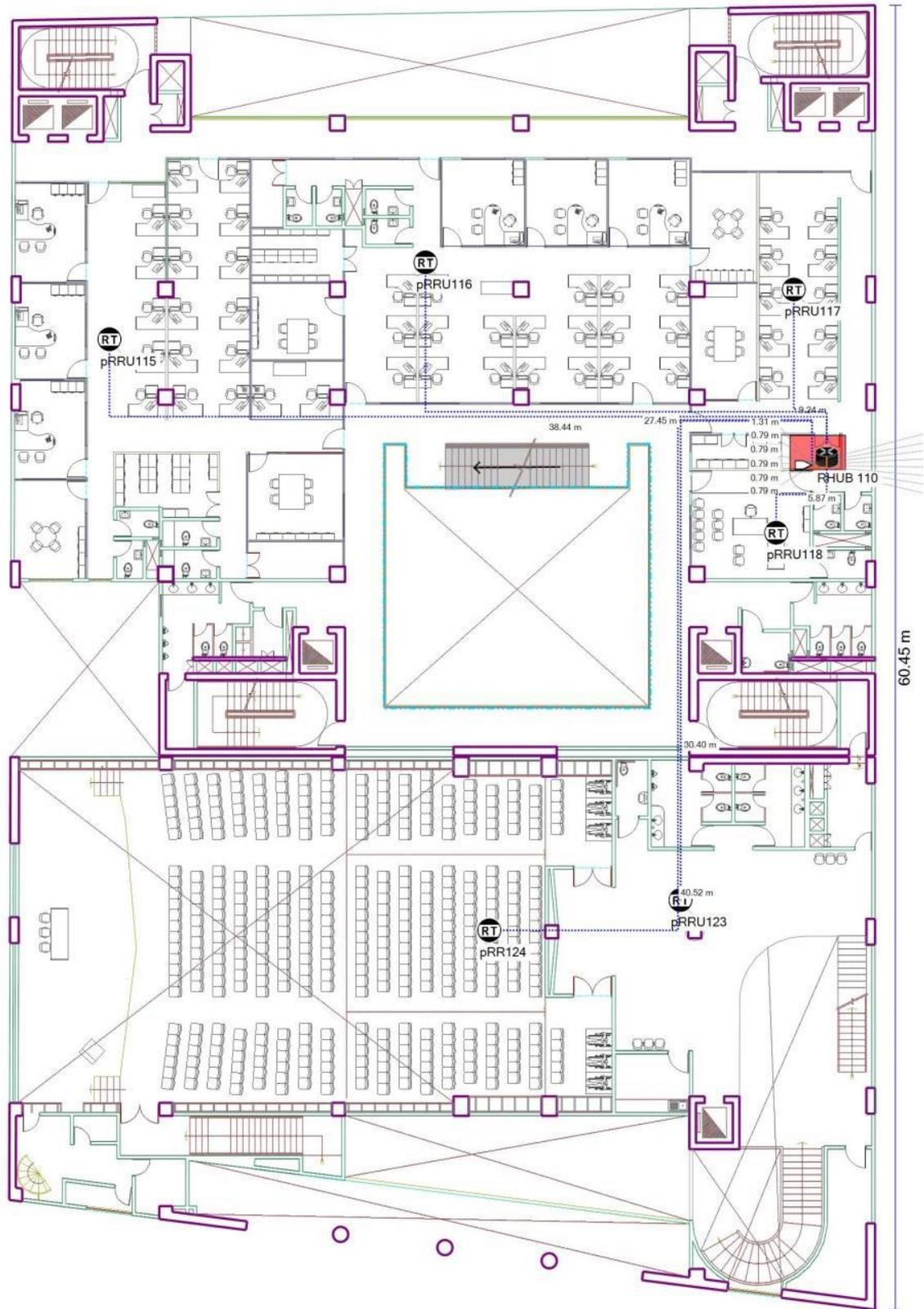
POSICION DE LAS ANTENAS SOTANO 2



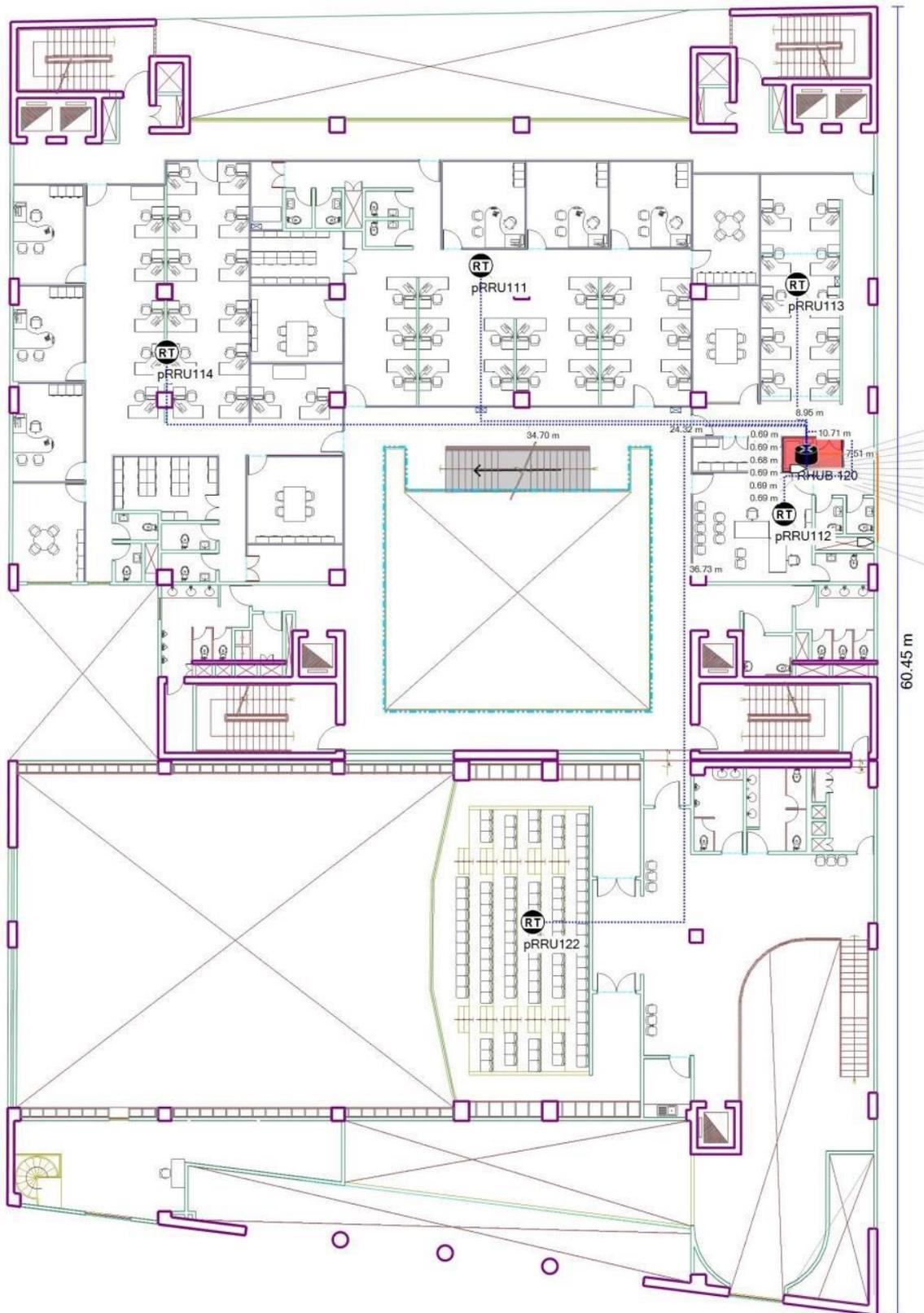
POSICION DE LAS ANTENAS SOTANO 1



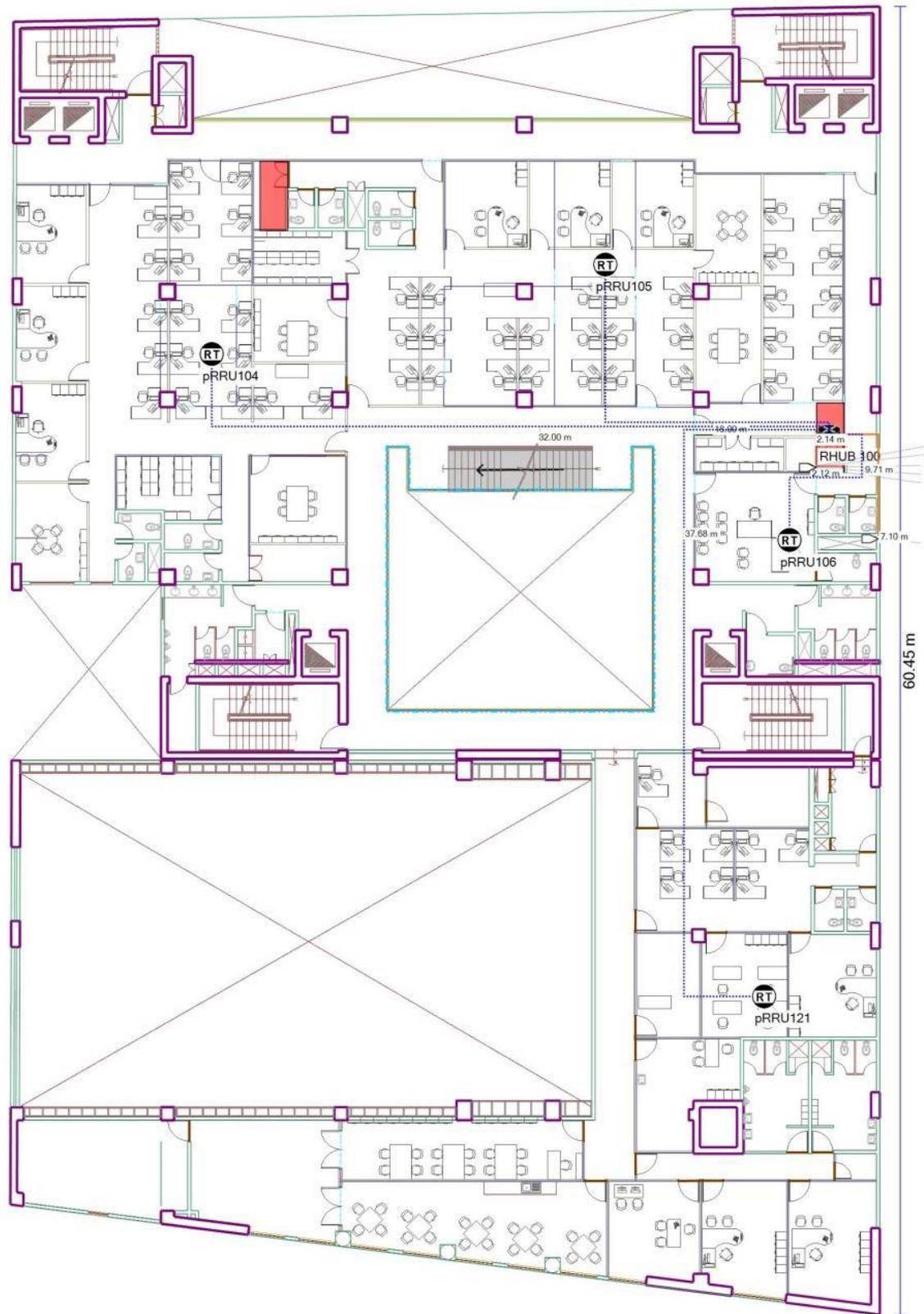
POSICION DE LAS ANTENAS PISO 1



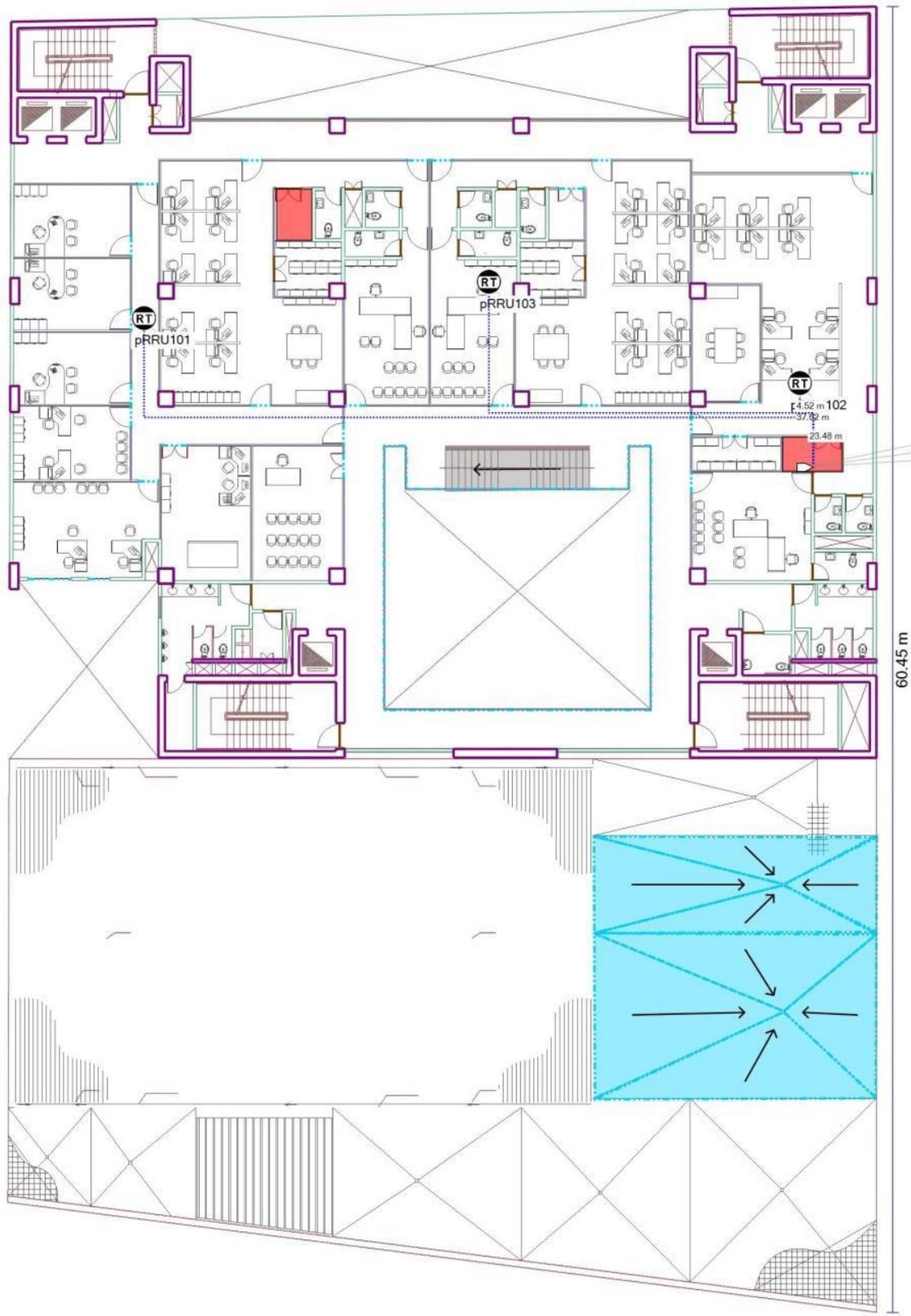
POSICION DE LAS ANTENAS PISO 2



POSICION DE LAS ANTENAS PISO 3



POSICION DE LAS ANTENAS PISO 4



POSICION DE LAS ANTENAS PISO 5

Anexo 2

LINK BUDGET PODER JUDICIAL – PLAZA GRAU

Transmission details (0134907_LM_IB_Poder_Judicial-0105952_LM_Plaza_Grau.pl5)

	0134907_LM_IB_Poder_Judicial	0105952_LM_Plaza_Grau
Latitude	12 03 30.89 S	12 03 36.15 S
Longitude	077 02 04.42 W	077 02 01.54 W
True azimuth (°)	151.67	331.67
Vertical angle (°)	-0.27	0.27
Elevation (m)	145.43	144.05
Antenna model	A23D03HAC (TR)	A23D03HAC (TR)
Antenna file name	a23d03hac	a23d03hac
Antenna gain (dBi)	34.70	34.70
Antenna height (m)	22.50	23.00
Connector loss (dB)	0.50	0.50
Circulator branching loss (dB)	1.00	1.00
Frequency (MHz)	22666.00	
Polarization	V+H	
Path length (km)	0.18	
Free space loss (dB)	104.85	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.04	
Net path loss (dB)	38.49	38.49
Configuration	1+0 XPIC	1+0 XPIC
Radio model	23G_XMC2_256Q_28M_182M	23G_XMC2_256Q_28M_182M
Radio file name	23gxmc2256q28mx	23gxmc2256q28mx
TX power (dBm)	4.00	4.00
Emission designator	28M0D7W	28M0D7W
EIRP (dBm)	37.20	37.20
TX channel assignments	CH30L 22050.00V CH30L 22050.00H	CH30H 23282.00V CH30H 23282.00H
RX threshold criteria	1E-6 BER	
RX threshold level (dBm)	-68.50	-68.50
Receive signal (dBm)	-34.49	-34.49
Thermal fade margin (dB)	34.01	34.01
XPD fade margin - multipath (dB)	26.92	26.92
Flat fade margin - multipath (dB)	26.15	26.15
Dispersive fade margin (dB)	54.27	54.27
Dispersive fade occurrence factor	2.00	
Effective fade margin (dB)	26.13	26.13
Geoclimatic factor	2.802E-006	
Path Inclination (mr)	4.77	

	0134907_LM_IB_Fodler_Judicial	0105952_LM_Plaza_Grau
Average annual temperature (°C)	11.40	
Fade occurrence factor (Po)	8.654E-011	
Worst month multipath availability (%)	100.00000	100.00000
Worst month multipath unavailability (sec)	0.00	0.00
Annual multipath availability (%)	100.00000	100.00000
Annual multipath unavailability (sec)	0.00	0.00
Annual 2 way multipath availability (%)	100.00000	
Annual 2 way multipath unavailability (sec)	0.00	
Polarization	V+H	
0.01% rain rate (mm/hr)	25.16	
Flat fade margin - rain (dB)	33.50	
Annual rain availability (%)	100.00000	
Annual rain unavailability (min)	0.00	
Annual rain + multipath availability (%)	100.00000	
Annual rain + multipath unavailability (min)	0.00	

Multipath fading method - Rec. ITU-R P.530-7/ 8
Rain fading method - Rec. ITU-R P.530-8/13 (R837-3)

Características y apariencia de los equipos

Anexo 3

PRRU 3901

Figure 3-9 Appearance of the pRRU3901

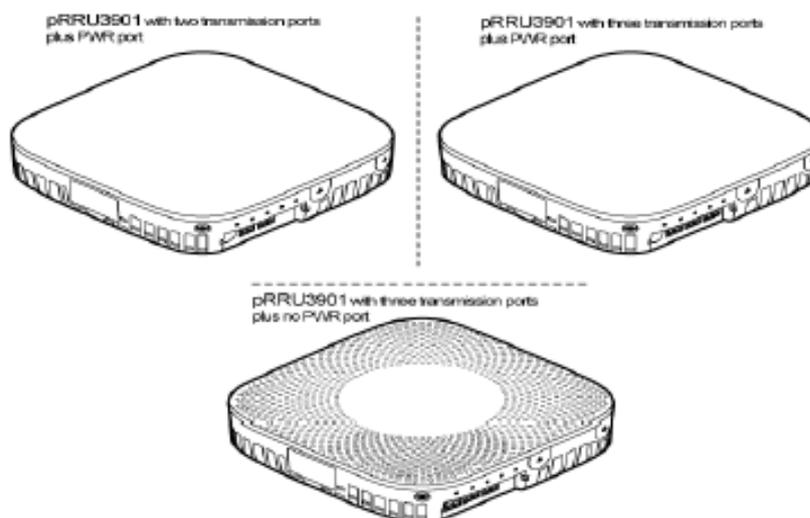


Table 1-1 Difference in the three exteriors

Name	Difference	
	Transmission Port	Power Supply Port
pRRU3901 with two transmission ports plus PWR port	CPRI_E0, CPRI_E1	CPRI_E0, PWR (reserved)
pRRU3901 with three transmission ports plus PWR port	CPRI_E0, CPRI_E1, GE	CPRI_E0, PWR (reserved)
pRRU3901 with three transmission ports plus no PWR port	CPRI_E0, CPRI_E1, GE	CPRI_E0

This section uses the pRRU3901 with three transmission ports plus no PWR port as an example. Figure 1-2 shows the ports and the indicator on the pRRU3901.

Figure 1-2 Ports and the indicators on the pRRU3901

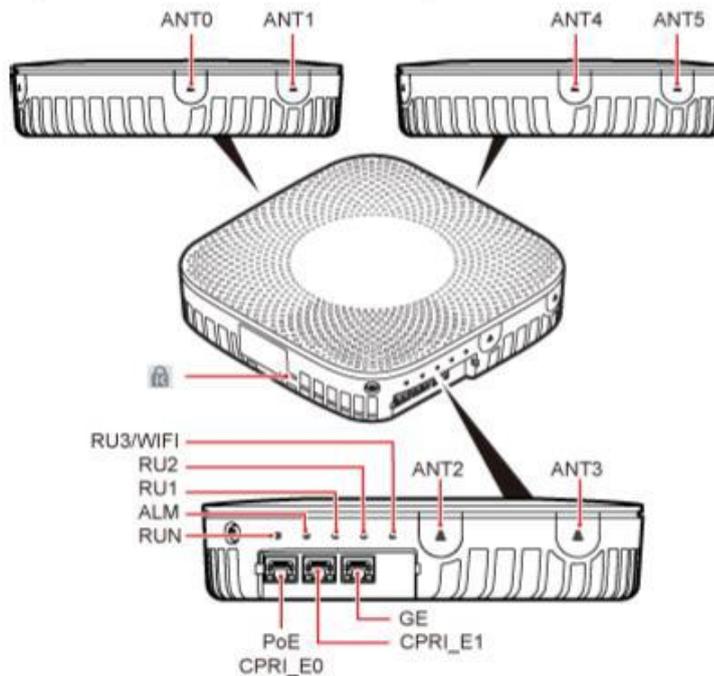


Table 2-1 pRRU3901 Capacity

Mode	Capacity
GSM	4 carriers
UMTS	2 carriers
LTE	1 carrier. The bandwidth per carrier is 5, 10, 15, or 20 MHz for LTE FDD and 10 or 20 MHz for LTE TDD.

Frequency Band

Table 1-3 lists the frequency bands and modes supported by the pRRU3901.

Table 1-3 Frequency bands and modes supported by the pRRU3901

Frequency Band	Mode	RX Frequency Band (MHz)	TX Frequency Band (MHz)	IBW(MHz)
1.8 GHz full band	LTE FDD and GSM	1710 to 1785	1805 to 1880	20
2.1 GHz	UMTS and LTE FDD	1920 to 1980	2110 to 2170	20
2.6 GHz	LTE FDD	2500 to 2570	2620 to 2690	20
AWS	UMTS and LTE FDD	1710 to 1755	2110 to 2155	20
PCS	UMTS and LTE FDD	1850 to 1910	1930 to 1990	20
1.9 GHz	LTE TDD	1900 to 1920	1900 to 1920	20
2.5 GHz	LTE TDD	2545 to 2575	2545 to 2575	20
2.3 GHz	LTE TDD	2327.5 to 2347.5	2327.5 to 2347.5	20

Input Power

Table 2-6 Input power

Item	Specification
Input power	PoE: - 48V DC

Equipment Specifications

Table 2-7 Equipment specifications

Item	Specification
Dimensions (H x W x D)	230 mm x 230 mm x 50 mm
Weight	≤ 2.4 kg

Environment Specifications

Table 2-8 Environment Specifications

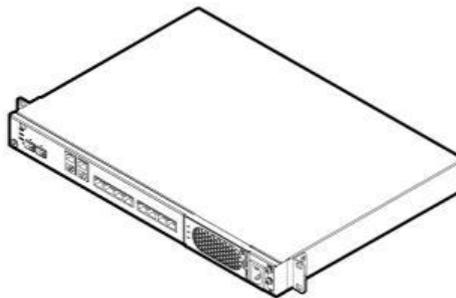
Item	Specifications
Operating temperature	-5°C to +40°C
Storage temperature	-40°C to +70°C
Relative humidity	5% RH to 95% RH
Absolute humidity	1 g/m ³ to 30 g/m ³
Operating pressure	70 kPa to 106 kPa
Protection rate	IP20
Operating environment	EUROPEAN ETS 300 019-1-3 Temperature-controlled locations Class 3.2
Storage environment	ETSI EN300019-1-1 V2.1.4 (2003-04) class1.2 "Weather protected, not temperature-controlled storage locations"
Transport environment	ETSI EN300019-1-2 V2.1.4 (2003-04) class 2.3 "Public transportation"
Anti-seismic performance	IEC 60068-2-57 (1999-11) Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history method YD5083-99: Interim Provisions for Test of Anti-seismic Performance of Telecommunications Equipment (telecom industry standard in the People's Republic of China) GR63 5.4.1 zone4: NEBS™ Requirements: Physical Protection
Protection from damp, mold, and salt-spray fog	Class B

Anexo 4

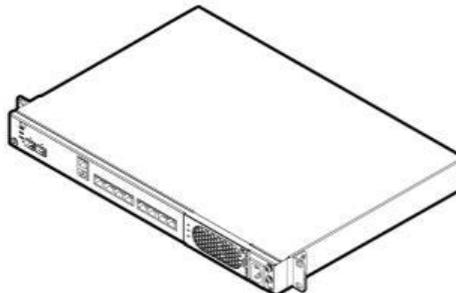
RHUB

Figure 1-1 RHUB exterior

RHUB with electrical transmission ports



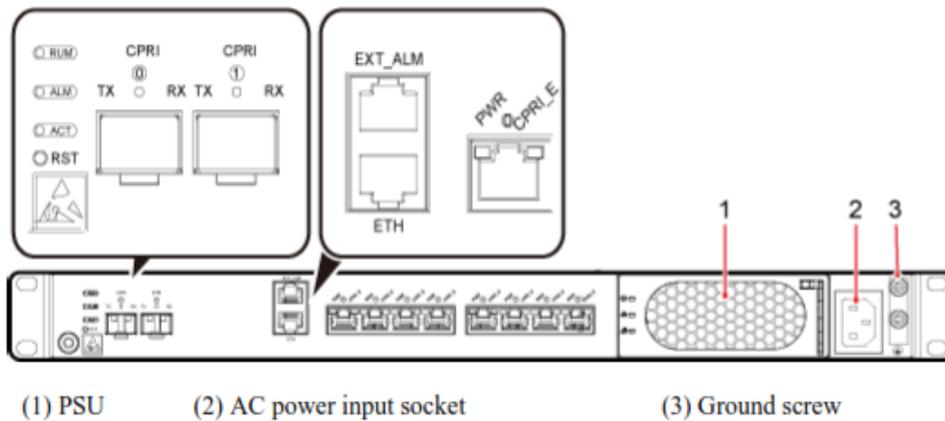
RHUB with no electrical transmission ports



Name	Electrical Transmission Port
RHUB with no electrical transmission ports	None

Figure 1-2 shows the ports and indicators on an RHUB with electrical transmission ports as an example.

Figure 1-2 RHUB panel



Power Consumption

Table 2-1 RHUB3908 power consumption

Mode	Power Consumption
UMTS	< 45 W
LTE	

Input Power

Table 2-2 Input power

Item	Specification
Input power	100 V AC to 120 V AC; 200 V AC to 240 V AC

Equipment Specifications

Table 2-3 Equipment specifications

Item	Specification
Dimensions (H x W x D)	43.6 mm x 482 mm x 310 mm
Weight	≤ 6 kg
Power supply	8x90 W: A CPRI_E provides a power supply of 90 W.

Environment Specifications

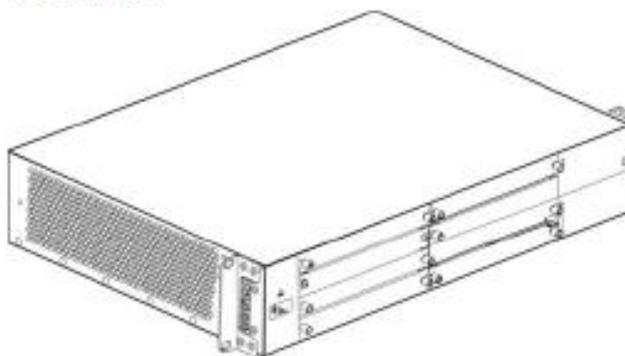
Table 2-4 Environment Specifications

Item	Specifications
Operating temperature	-5°C to +50°C
Storage temperature	-40°C to +70°C
Relative humidity	5% RH to 95% RH
Absolute humidity	1 g/m ³ to 30 g/m ³
Operating pressure	70 kPa to 106 kPa
Protection rate	IP20
Operating environment	EUROPEAN ETS 300 019-1-3 Temperature-controlled locations Class 3.2
Storage environment	ETSI EN300019-1-1 V2.1.4 (2003-04) class 1.2 "Weather protected, not temperature-controlled storage locations"
Transport environment	ETSI EN300019-1-2 V2.1.4 (2003-04) class 2.3 "Public transportation"
Anti-seismic performance	IEC 60068-2-57 (1999-11) Environmental testing – Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history method YD5083-99: Interim Provisions for Test of Anti-seismic Performance of Telecommunications Equipment (telecom industry standard in the People's Republic of China) GR63 5.4.1 zone4: NEBS™ Requirements: Physical Protection
Protection from damp, mold, and salt-spray fog	Class B

Anexo 5

BBU

Figure 1-1 BBU3900



1.3 BBU3900 Boards

The following boards can be installed in the BBU3900:

- LMPT and UMPT
- LBBP
- UTRP
- USCU
- UELP and UFLP
- UPEU
- UEIU
- FAN

2.1 Capacity

Table 2-1 Capacity

Item	Specifications
Maximum number of cells	4T4R beamforming: 18 cells with a bandwidth of 10 MHz or 20 MHz for each cell 4 x 2 MIMO: 18 cells with a bandwidth of 5 MHz or 10 MHz or 20 MHz for each cell 2 x 2 MIMO: 18 cells with a bandwidth of 5 MHz or 10 MHz or 20 MHz for each cell
Maximum throughput per cell with the 20 MHz bandwidth	Downlink data rate at the Media Access Control (MAC) layer: 130 Mbit/s (4 x 2 MIMO and 2 x 2 MIMO)
Maximum throughput per eNodeB	Sum of uplink and downlink data rates at the MAC layer: 1500 Mbit/s
Maximum number of UEs in RRC_CONNECTED mode in an eNodeB	10,800
Data radio bearer (DRB)	Eight DRBs per user equipment (UE)

2.2 Transmission Ports

Table 2-2 Transmission ports

Board	Specifications
LMPT	Two FE/GE electrical ports, two FE/GE optical ports, or one FE/GE optical port + one FE/GE electrical port

Board	Specifications
UMPT	One FE/GE electrical port, one FE/GE optical port, and one DB36 port transmitting four links of E1/T1 signals
UTRP4	Two DB36 port transmitting a total of eight links of E1/T1 signals
UTRPe	Four FE/GE electrical ports and two FE/GE optical ports

2.3 Input Power

Table 2-3 Input power

Item	Specifications
Input power	-48 V DC (voltage range: -38.4V DC to -57V DC)

2.4 Physical Specifications

Table 2-4 Physical specifications

Item	Specifications
Dimensions (height x width x depth)	86 mm x 443 mm x 310 mm (3.46 in. x 17.40 in. x 12.20 in.)
Weight	≤ 12 kg (26.46 lb) (in full configuration)

2.5 Environmental Specifications

Table 2-5 Environmental specifications

Item	Specifications
Working temperature	-20°C to +50°C (-4°F to +122°F) (long term) +50°C to +55°C (122°F to 131°F) (short term)
Relative humidity	5% RH to 95% RH
Ingress Protection (IP) rating	IP20

Anexo 6

ODU E IDU

Dimensions

Table 5-18 Dimensions

Component	Dimensions
IDU	442 mm (W) x 88 mm (H) x 220 mm (D)
ODU	< 280 mm (W) x 280 mm (H) x 92 mm (D)

Weight

Table 5-19 Typical weight

Component	Typical Weight
IDU	5.4 kg, (1+0 non-protection) 6.2 kg, (1+1 protection)
ODU	< 4.6 kg

Power Consumption

Table 5-20 Typical power consumption

No.	Radio Link Form	Configuration (Service Interface, RF Configuration)	Typical Power Consumption (IDU+ODU)
1	SDH radio link	2xSTM-1, 1+0 non-protection (1xC5H+1xIF1+1xSL1D+1xFAN +1xPIU+1xXMC-2 ODU)	72 W
2	SDH radio link	2xSTM-1, 1+1 HSB protection (1xC5H+2xIF1+1xSL1D+1xFAN +1xPIU+2xXMC-2 ODU)	95 W
3	Intergrade IP radio link	4xFE+2xGE, 1+0 non-protection (1xC5H+1xIFU2+1xEM6F+1xFAN +1xPIU+1xXMC-2 ODU)	91 W
4	Intergrade IP radio link	4xFE+2xGE, 1+1 HSB protection (1xC5H+2xIFU2+1xEM6F+1xFAN +1xPIU+2xXMC-2 ODU)	125 W

Power Supply

Table 5-21 Power Supply

Component	Performance
IDU	<ul style="list-style-type: none"> ● Compliant with ETSI EN300 132-2 ● Supports two -48 V/-60 V (-38.4 V to -72 V) DC power inputs (mutual backup) ● Supports the backup of the 1+1 3.3 V power units.

Component	Performance
ODU	<ul style="list-style-type: none"> ● Compliant with ETSI EN300 132-2 ● Supports one -48 V (-38.4 V to -72 V) DC power input that is provided by the IDU

Anexo 7

PRESUPUESTO ESTIMADO DE EQUIPOS

Precios estimados de Equipos Indoor Poder Judicial

ACTIVOS				
Descripción	Marca	Modelo	Cantidad	PRECIO
BBU	HUAWEI	WD2B000BBU01	1	USD 2,950.00
UMPT	HUAWEI	WD2DUMPTB101	1	USD 710.00
LBBP	HUAWEI	WD2DLBBPD200	1	USD 1,400.00
APM30H	HUAWEI	APMB303D2201	1	USD 1,380.00
BATERIA	HUAWEI	12TD100F4	8	USD 1,750.08
MODULO MINIRECT	HUAWEI	R4850G	2	USD 200.00

MEDIDOR	SCORPIO N	2013E262-33	1	USD 180.00
TOTAL ACTIVOS				USD 8,570.08
PASIVOS				
Descripción	Marca	Modelo	Cantida d	PRECIO
rHUB	HUAWEI	WD6M39RHUB02	5	USD 1,500.00
PRRU	HUAWEI	WD6MPRRUUL0 0	33	USD 6,600.00
TOTAL PASIVOS				USD 8,100.00
TOTAL				USD 16,670.08

Precio estimado de los equipos del enlace microondas Poder Judicial

Poder Judicial Equipamiento del enlace microondas				
Descripción	Nombre de Marca	Nombre de Modelo	Cantidad	PRECIO
Antena_MW_NE	HUAWEI	A23D03HAC	1	USD 1,631.30
ODU_V_MW_NE	HUAWEI	XMC-2-23G	1	USD 2,122.64
ODU_H_MW_NE	HUAWEI	XMC-2-23G	1	USD 2,122.64
IDU RTN 950	HUAWEI	SLF1CSHO	1	USD 3,569.05
OMT_NE	HUAWEI	OMT18AC-S2D	1	USD 384.40
ISV3_MAIN_NE	HUAWEI	SL91ISV3	1	USD 1,427.80
ISV3_STAND BY_NE	HUAWEI	SL91ISV3	1	USD 1,427.80
TOTAL				USD 12,685.63

Precio estimado de los equipos del enlace microondas Plaza Grau

Plaza Grau Equipamiento del enlace microondas				
Descripción	Nombre de Marca	Nombre de Modelo	Cantidad	PRECIO
Antena_MW_FE	HUAWEI	A23D03HAC	1	USD 1,631.30

ODU_V_MW_FE	HUAWEI	XMC-2-23G	1	USD 2,122.64
ODU_H_MW_FE	HUAWEI	XMC-2-23G	1	USD 2,122.64
OMT_FE	HUAWEI	OMT18AC-S2D	1	USD 384.40
ISV3_MAIN_FE	HUAWEI	SL91ISV3	1	USD 1,427.80
ISV3_STAND BY_FE	HUAWEI	SL91ISV3	1	USD 1,427.80
TOTAL				USD 9,116.58

Precio Total del Equipamiento	USD 38,472.29
-------------------------------	------------------