

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA



TESINA:

INGENIERÍA DE DISEÑO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Que para obtener el título de:

Licenciado en Electrónica

Presenta:

Christian Ramírez Pintle

Asesor:

M.C. Ricardo Álvarez González

Puebla-México

Marzo 2020

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme en el transcurso de mi carrera profesional y culminar la meta trazada. El apoyo incondicional de mis dos madres, hermano y familia que con sacrificio, paciencia y amor lograron iluminarme y llenar de sabiduría para culminar mis estudios. A mi esposa por estar al pendiente mí, ser mi soporte y compartir todo este tiempo junto a mí. A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por ser una institución que además de inculcar conocimientos, valores espirituales, éticos y morales para ser mejores profesionales en la sociedad. A los docentes por brindarme durante toda mi carrera los conocimientos y enseñanzas aplicados en la vida profesional. De igual manera, expreso un agradecimiento al M.C Ricardo Álvarez González, mi asesor de Tesis, por toda su colaboración y entrega para guiarme en la culminación de este proyecto. A mis familiares, amigos y compañeros por sus consejos, compañía y apoyo incondicional en las diferentes etapas de la carrera. Gracias por su amistad.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a mis queridas madres M. Cristian Pintle Vargas y María del Pilar Ramírez Pintle, por su inagotable paciencia, comprensión y apoyo durante mi formación académica, así como en todas las etapas de mi vida. A ti Alejandra, por ser mi pareja de vida y enseñarme a crecer todos los días. A toda mi familia en general, mis suegros, mis amigos y compañeros de trabajo con los cuales logré compartir emociones, pero sobre todo aprendí experiencias de cada uno que me ayudo a ser una persona de bien.

Mil gracias a cada uno del cual fue participe de este gran logro....

Christian Ramírez Pintle

ÍNDICE

Índice General.....	I
Índice de Figuras.....	V
Índice de Tablas.....	VI
Índice de Anexos.....	VII
Glosario.....	VIII

CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA

1.1. Introducción.....	8
1.2. Objetivo.....	10
1.2.1 Objetivo general.....	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.3. Justificación.....	11

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Históricos.....	12
2.1.1. Antecedentes Históricos de la Compañía.....	12
2.1.2. Plataforma de la Compañía.....	13
2.2. Generaciones de telefonía móvil.....	14
2.2.1. Red de comunicación móvil de primera generación(1G).....	14
2.2.2. Red de comunicación móvil de segunda generación(2G).....	14
2.2.3. Red de comunicación móvil de tercera generación(3G).....	15
2.2.4. Red de comunicación móvil de cuarta generación(4G).....	15
2.2.5. Red de comunicación móvil de cuarta generación(5G).....	16
2.3. Análisis de Antenas	17
2.4. Análisis de Unidad de Radio Remoto (RRU)	18
2.5. Análisis de Unidad de Banda Base (BBU)	19
2.6. Normas y estándares para campos de medidas.....	20
2.6.1. NOM-088/1-SCT1-2002.....	20
2.6.2. CISPR-16-14.....	20
2.6.3. Asociación EIA/TIA.....	20
2.6.4. Construcción de torres.....	22

CAPÍTULO III: CRONOGRAMA DE CONOCIMIENTOS Y DIAGRAMA DE CONEXIONES EN INGENIERÍA

3.1. Cronograma de conocimientos para la realización de levantamiento de información en sitio.....	23
3.2. Explicación del diagrama de conexiones de un sistema de telecomunicaciones.....	24

CAPÍTULO V: PROCESO DE INGENIERÍA

4.1. Destalles del Proceso de ingeniería.....	26
4.1.1. Asignación de sitios para cooperadores	26
4.2. Información que se debe obtener en una visita al sitio.....	26
4.2.1. Información a recabar en planta.....	26
4.2.2. Información a recabar en torre.....	31
4.3. Verificación de información en plataforma ISDP.....	33
4.4. Verificación de las propuestas por parte de las demás áreas	33
4.4.1. Área de RF.....	34
4.4.2. Área de Wireless.....	34
4.4.3. Área de Ran.....	35
4.5. Creación del diseño.....	36
4.5.1. Dibujo e información plasmada en el diseño de planta.....	36
4.5.2. Dibujo e información plasmada en el diseño de alzado.....	40
4.5.3. Dibujo e información de propuesta en el diseño de planta y alzado.....	43
Conclusiones.....	46
Recomendaciones.....	47
Anexos.....	48
Bibliografía.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plataforma de prestación de servicios integrados.....	13
Figura 2 ISDP celular.....	13
Figura 3 Dispositivos que interactuaron con 1ra generación de telefonía móvil.....	14
Figura 4 Dispositivos que interactuaron con 2da generación de telefonía móvil.....	14
Figura 5 Dispositivos que interactuaron con 3ra generación de telefonía móvil.....	15
Figura 6 Dispositivos que interactuaron con 4ta generación de telefonía móvil.....	16
Figura 7 Antenas Radiofrecuencia, Antenas de microondas, Antenas para sitios.....	17
“Inbuilding”, Antenas microondas a gran frecuencia.	
Figura 8 Unidad de Radio Remoto (RRU).....	18
Figura 9 Unidad de Banda Base(BBU).....	19
Figura 10 Cronograma de Conocimientos de Levantamiento en sitio.....	23
Figura 11 Cronograma de Conocimientos de Diseño.....	23
Figura 12 Diagrama de conexiones de un sistema de telecomunicaciones(Radiofrecuencia).....	25
Figura 13 Información y fotografías generales del sitio.....	27
Figura 14 Información y fotografías de torre-estructura, Energía-Tierras y Transmisión del sitio.....	28
Figura 15 Información y fotografías de equipo en gabinete, recorridos de cableados del sitio.....	29
Figura 16 Información y fotografías del plano dibujado a mano.....	30
Figura 17 Vista de antenas y alturas de antenas.....	31
Figura 18 Información general de los equipos en torre de los tres sectores.....	32
Figura 19 Verificación de información en plataforma iSDP.....	33
Figura 20 Archivo Excel del departamento de Ran.....	35
Figura 21 Comparación de información .de Radiofrecuencia con Información.....	36
de levantamiento en sitio y simulación de antenas.	
Figura 22 Comparación de información de Wireless acerca a la Información de levantamiento sitio	
Figura 23 Comparación de información de conexiones respecto a la Información.....	37
de levantamiento en sitio.	
Figura 24 Información del sitio.....	38
Figura 25 Distribución de equipos del sitio en plano de planta.....	39
Figura 26 Plano de Planta de equipos existente.....	41
Figura 27 Plano de alzado de equipos existente.....	42
Figura 28 Plano de Planta de equipos propuestos (color rojo).....	44
Figura 29 Plano de Alzado de equipos propuestos (color rojo).....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de sitios que se envía por correo para hacer visita a sitio.....	26
Tabla 2 Archivo Excel del departamento de radiofrecuencia.....	34
Tabla 3 Archivo Excel del departamento de Wireless.....	35
Tabla 4 Información de las antenas single band existentes.....	40
Tabla 5 Parámetros de propuesta de Radiofrecuencia	43

ÍNDICE DE ANEXOS

A) Tipologías de sitios.....	48
1.1 Roof top nuevo.	
1.2 Roof top existente.	
1.3 Rowland/Greenfield existente.	
1.4 Rowland/Greenfield nuevo.	
1.5 Camuflaje/Espectaculares.	
1.6 Cow.	
B) Análisis de Torres.....	52
2.1 Torre autosoportada.	
2.2 Torre Arriostrada.	
2.3 Torre Monopolo.	
2.4 Torre Mástiles.	
2.5 Torre Espectaculares	
C) Lectura de etiquetado de la antena.....	57
D) Tipos de antenas	61
5.1 Antena Omnidireccional.	
5.2 Antena Single Band o Cross Pole.	
5.3 Antena Quad Pole.	
5.4 Antena Dual Band.	
5.5 Antena Six Pole.	
5.6 Antena Three Pole.	
5.7Antena Octa Pole.	
5.8 Antena Ten Pole.	
5.9 Antena Dual Band.	
E) Conexiones de RRUs.....	67
6.1 Diagrama de conexión de una RRU.	
6.2 Modelos de RRU más usados.	
F) Dispositivos Auxiliares en antenas.....	69
G) Gabinetes.....	71
H) Equipo dentro de Gabinetes.....	74
I) BBU y Tarjetas.....	76
J) Tipos de Cables.....	79

GLOSARIO

AUTOCAD--- Software de diseño

Azimut--- Orientación

BBU--- (Base Band Unit) Unidad de banda base

Cable UTP--- (Unshielded Twisted Pair) Par trenzado no blindado

CPRI--- Puertos en una tarjeta

DCDU--- Unidad de distribución de corriente directa

Departamento de Wireless--- Departamento encargado de la logística de equipos y configuración.

Departamento de RAN--- Departamento encargado de la logística de conexiones y equipos

Departamento de Survey y Diseño--- Departamento encargado de la recolección de información de sitio y desarrollo de ingeniería

Digital Video Broadcasting (DVB)--- Es una organización que promueve estándares de televisión digital

Equipo ATN--- Es una tarjeta de transmisión de mayor capacidad

GSM--- Sistema global para las comunicaciones móviles

ID--- Asignación de matrícula

IEC--- (International Electrotechnical Commission). Comisión Electrotécnica Internacional

IFT--- Instituto Federal de Telecomunicaciones

Indoor--- Interior

IP--- (Internet Protocol) Protocolo de internet

ISDP--- Plataforma de prestación de servicios integrados)

ISO--- (International Organization for Standardization) Organización Internacional de Estandarización

Hertz--- En el sistema SI es el número de ciclos por segundo de una forma de onda

Jumpers--- Cable de interconexión entre antena y RRU(unidad de radio remota)

LTE--- Evolución a largo plazo

NOM--- Norma Oficial Mexicana

Norte Magnético--- En telecomunicaciones es la referencia 0 grados de la cual se usa para orientaciones de antenas

Open Wireless Architecture (OWA)--- Una capa virtualizada de arquitectura inalámbrica abierta

Outdoor---Al aire libre

Ret--- Unidad de control remota

RRU---(Remote radio Unit) Unidad de radio remoto

Roof top/ Rowland-Greenfield/ Inbuilding --- Sitio instalado en azotea / Sitio instalado en piso/Dentro de centro comercial o Estadios

Splitter--- Dispositivo que permite dividir una entrada de señal de RF en dos o más salidas

Survey--- Visita de un sitio para realizar un levantamiento de información completa del sitio

TIC--- Tecnologías de la información y la comunicación

Tilt mecánico/ Tilt eléctrico --- Inclinación mecánica de la antena / Inclinación interna de la antena

Tipologías--- Acorde en donde se instalará el equipo, es la denominación que se le asigna al sitio

TX--- Transmisión

UMTS--- Sistema universal de telecomunicaciones móviles

Wifi--- Es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos.

3GPP---(3rd Generation Partnership Project) Proyecto Asociación de Tercera Generación

CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA

1.1. Introducción

La palabra Telecomunicaciones incluye el prefijo griego tele, que significa “distancia” o “lejos”. Por lo tanto, la telecomunicación es una técnica que consiste en la transmisión de un mensaje desde un punto hacia otro, usualmente con la característica adicional de ser bidireccional. Las Telecomunicaciones también se pudieran definir como el Conjunto de medios de comunicación a distancia o transmisión de palabras, sonidos, imágenes o datos en forma de impulsos o señales electrónicas o electromagnéticas. [4]

Se trata de un conjunto de técnicas que permiten la comunicación a distancia, lo que puede referirse a la habitación de al lado o a una nave espacial situada a millones de kilómetros de distancia. Los orígenes de las telecomunicaciones se remontan a muchos siglos atrás, pero es a finales del siglo XIX, con la aplicación de las tecnologías emergentes en aquel momento, cuando se inicia su desarrollo acelerado. Ese desarrollo ha ido pasando por diferentes etapas que se han encadenado de forma cada vez más rápida: telegrafía, radio, telegrafía sin hilos, telefonía, televisión, satélites de comunicaciones, telefonía móvil, banda ancha, Internet, fibra óptica, redes de nueva generación y otras muchas páginas que aún quedan por escribir.

Desde el punto de vista del usuario, su utilización se basa en una serie de terminales (teléfonos fijos, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, ordenadores, tabletas, etc.) mediante los cuales accede a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones fijos o móviles, de voz o de datos. Como elemento complementario de los terminales, y para que sea posible disfrutar de los servicios, existe un conjunto de redes de telecomunicación que son creadas y mantenidas por los operadores y proveedores de servicios.

Aunque para el usuario final no es importante en muchas ocasiones el conocimiento de la existencia de las redes y de cuál está utilizando, son las que hacen posibles los servicios. Esas redes cuentan hoy en día con las tecnologías más avanzadas como la movilidad, la banda ancha, los protocolos de Internet (IP), la fibra óptica, los satélites de comunicaciones, los cables submarinos, etc. A partir de ellas es posible ofrecer al usuario lo que demanda: poder conectarse cuando quiera y donde quiera para acceder a la información y los servicios que quiera.

Las telecomunicaciones sirven para transmitir información, pero esa información puede adquirir infinitas formas o empaquetarse de múltiples maneras, que se encuadran bajo el concepto de contenidos. Las redes y servicios de telecomunicación manejan los contenidos que pueden ser de cualquier naturaleza: películas, música, cursos de formación, páginas web, documentos, fotografías, vídeos o simple voz. Con las posibilidades tecnológicas actuales esos contenidos pueden estar almacenados en un servidor situado en cualquier lugar y ser accesibles desde todos los lugares del planeta. Es decir, están almacenados en la “nube”, lo que permite disponer de ellos con todo tipo de dispositivos y estés donde estés. [17]

Desde la aparición hace ya bastantes años de Internet, la Red es el mejor ejemplo de lo que significan las telecomunicaciones del siglo XXI, en cuanto a posibilidades, disponibilidad de contenidos e interés de acceso universal. Internet, junto a las redes sociales, la banda ancha y la movilidad, son los pilares de un elemento que está transformando la sociedad y llevándola a una sociedad de la información y del conocimiento y a un nuevo mundo digital.

En la actualidad las telecomunicaciones son algo imprescindible para las personas, las empresas y las Administraciones Públicas y su importancia se multiplica con el número de usuarios. Cuanto más usuarios haya conectados a los sistemas de telecomunicaciones mayores son las posibilidades y las necesidades de comunicación.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Mostrar en un diseño la planificación, desarrollo e instalación de una propuesta de ingeniería para sitios nuevos o cambios de tecnologías “GSM, UMTS, LTE”.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Realizar una revisión minuciosa en la información recaudada en el levantamiento de la visita a sitio, de esta forma, dar la aprobación al cooperador y al mismo tiempo obtener la aprobación del cliente.
2. Verificar que sean coherentes las propuestas proporcionadas por los “Departamentos de Radiofrecuencia, Wireless y Ran”.
3. Realizar una ingeniería de diseño con la calidad, claridad y datos requeridos por el cliente.
4. Entregar la carga completa de archivos de la Ingeniería realizada para obtener la aprobación por el cliente.

1.3. Justificación

Las Telecomunicaciones han llegado a ser uno de los pilares de la sociedad hoy en día, puesto que resulta complicado entender el mundo de hoy sin un mínimo de comunicación. Es por eso que detrás de la intercomunicación de un equipo a otro como lo ve el usuario hay un enorme equipo de trabajo que hace posible este proceso.

Para tener la conexión de un punto a otro, en primera instancia debemos saber que es necesario construir un sitio de telecomunicación, en donde tu podrás encontrar una torre la cual cumple ciertos estándares para su construcción y es utilizada para instalar diversos equipos electrónicos como antenas, "RRU", cableados, dispositivos etc. Esto es, para que la intercomunicación entre antenas sea posible y tu como usuario puedes tener acceso al punto donde quieras comunicarte. Este proceso de radiación entre antenas en específico lo ve del departamento de radiofrecuencia, el cual debe seguir ciertos procedimientos y seguir estándares o normas.

Continuando en la parte de piso tu podrás encontrar diversos equipos como gabinetes, tarjeterías, tableros eléctricos, tableros de fibra, canalizaciones, esta información es proporcionada por el "departamento de Wireless". Una vez adquirida toda la información se realiza el proceso de propuesta de nuevos equipos y el "Departamento de RAN" es el encargado de hacer las conexiones entre equipos de nuevos y existentes. El departamento de diseño es el encargado de entender todos estos conocimientos y plasmarlos en dibujos en un software de diseño como lo es el AutoCAD. Una vez concluida la ingeniería es entregada al cliente buscando su aprobación de ella.

Ya aprobada por cliente la ingeniería, este plano es el apoyo inmediato para la cuadrilla que va a realizar la instalación de los equipos en sitio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes históricos

2.1.1. Antecedentes históricos de la compañía

Huawei Technologies Co. Ltd. comenzó como una compañía especializada en el desarrollo, producción y ventas de productos. Es decir, equipamiento para telecomunicaciones. Fundada en 1988 por Ren Zhengfei, hoy por hoy se convirtió en una de las compañías más ricas de China.

Huawei es una empresa privada multinacional china de alta tecnología especializada en investigación y desarrollo (I+D), producción electrónica y mercado de equipamiento de comunicaciones. Además, es un proveedor líder en el mercado mundial de infraestructuras de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y dispositivos inteligentes. Gracias a las soluciones integradas en los cuatro dominios claves (redes de telecomunicaciones, tecnología de la información, dispositivos inteligentes y servicios en la nube).

Hoy por hoy la compañía es el actor clave de las Telecomunicaciones, sin dejar a un lado, Huawei es una de las empresas más importantes del mundo, con la responsabilidad de tener más de 100,000 empleados en todo el mundo

Tiene centros de investigación y desarrollo en Shenzhen, Shanghái, Pekín, Nankín, Xi'an, Chengdu y Wuhan en China; así como en Suecia, Estados Unidos, Ecuador, Irlanda, Colombia, México, India y Rusia.

En octubre del 2015, Huawei realizó una fuerte inversión por 1,500 millones de dólares en Querétaro, que fueron utilizados para la construcción de nuevas instalaciones estratégicas que sirven para operaciones en México y Latinoamérica. En la cual cuenta con un Centro Regional de Capacitación Técnica en el que se instruirá tanto a clientes como a empleados de Huawei, además de un Centro Regional de alojamiento de Datos que albergará información importante para la propia empresa y para clientes de la Región Norte de América Latina.

2.1.2. Plataforma de la compañía

ISDP (Plataforma de prestación de servicios integrados) es una plataforma creada por Huawei para obtener información, asignar tareas, cargar imágenes en su sistema en la nube. (Ver figura 1)

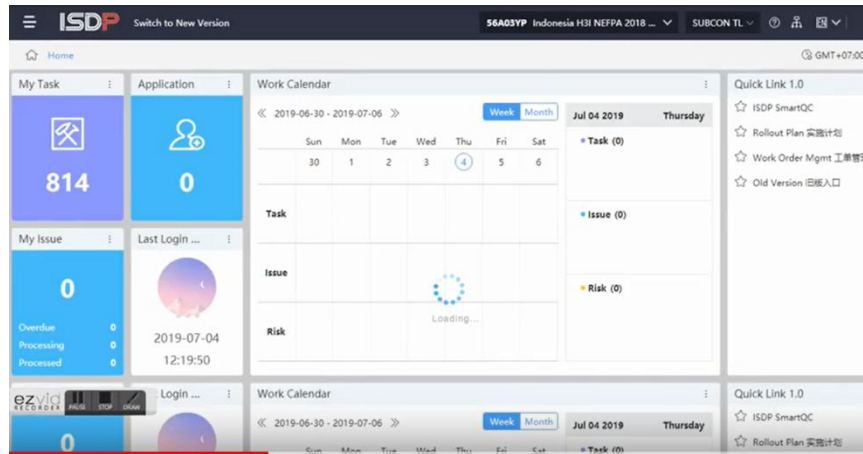


Figura 1 Plataforma de prestación de servicios integrados.

Esta aplicación también es cargada en celulares, la cual es proporcionada al cooperador para subir todo el levantamiento de información recabada en la visita de sitio. (Ver figura 2)



Figura 2 ISDP celular.

ISDP también es utilizada como medio de comunicación con cliente, ya que el cliente de manera remota puede ver en tiempo real toda la información cargada en la nube, al mismo tiempo aprobar la ingeniería o rechazarla y solicitar la información necesaria hasta ser aprobada.

2.2. Generaciones de telefonía móvil

2.2.1. Red de comunicación móvil de primera generación (1G)

La primera red de comunicación móvil automatizada comercial fue lanzada en Japón en 1979, seguida por el lanzamiento del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT) en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, en 1981. [5] (Ver Figura 3)

- Año - 1970 - 1980
- Estándares – “AMPS (Advanced Mobile Phone System)”.
- Servicios - Sólo voz o texto
- Tecnología - analógica



Figura 3 Dispositivos que interactuaron con 1ra generación de telefonía móvil.

2.2.2. Red de comunicación móvil de segunda generación (2G)

La tecnología GSM fue la primera en facilitar voz y datos digitales, así como accesibilidad internacional permitiendo al cliente ir de un lugar a otro. [5] (Ver Figura 4)

- Año - 1980 -1990
- Estándares – “GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), IS-95 (CDMA) - utilizado en América y partes de Asia), JDC (Celular Digital Japonés), utilizado en Japón, iDEN , red de comunicación propietaria utilizado por Nextel en los Estados Unidos”.
- Servicio - Tecnología digital, transmite voz y texto
- Tecnología – Digital.



Figura 4 Dispositivos que interactuaron con 2da generación de telefonía móvil.

2.2.3. Red de comunicación móvil de tercera generación (3G)

El objetivo de los sistemas 3G fue ofrecer aumento de las tasas de datos, facilitar el crecimiento, mayor capacidad de voz y datos, soporte a diversas aplicaciones y alta transmisión de datos a bajo coste. Las llamadas de voz se traducen mediante conmutación de circuitos. [5] (Ver Figura 5)

- Año - 2000
- Estándares:
“UMTS (WCDMA) basado en GSM Global Systems for Mobil) infraestructura del sistema 2G, estandarizado por el 3GPP.”
- Servicios - telefonía móvil de voz, acceso a Internet de alta velocidad, acceso fijo inalámbrico a Internet, llamadas de video, chat y conferencias, televisión móvil, vídeo a la carta, servicios basados en la localización, telemedicina, navegación por Internet, correo electrónico, buscapersonas, fax y mapas de navegación, juegos, música móvil, servicios multimedia, como fotos digitales y películas. servicios localizados para acceder a las actualizaciones de tráfico y clima, servicios móviles de oficina, como la banca virtual.
- Tecnología - Tecnología digital, transmite voz, texto y datos



Figura 5 Dispositivos que interactuaron con 3ra generación de telefonía móvil.

2.2.4. Red de comunicación móvil de cuarta generación (4G)

El sistema móvil de cuarta generación está basado totalmente en IP. El objetivo principal de la tecnología 4G es proporcionar alta velocidad, alta calidad, alta capacidad, seguridad y servicios de bajo coste para servicios de voz y datos, multimedia e internet a través de IP. Para usar la red de comunicación móvil 4G, los terminales de los usuarios deben ser capaces de seleccionar el sistema inalámbrico de destino. Para proporcionar servicios inalámbricos en cualquier momento y en cualquier lugar, la movilidad del terminal es un factor clave en 4G. [5] (Ver Figura 6)

- Inicio - años de 2010. En 2008, la UIT-R especifica los requisitos para los sistemas 4G
- Estándares – “Long-Term Evolution Time-Division Duplex (LTE-TDD y LTE-FDD) estándar WiMAX móvil (802.16m estandarizado por el IEEE)”
- Bandas de frecuencia: - LTE cubre una gama de diferentes bandas. En América del Norte se utilizan 700, 750, 800, 850, 1900, 1700/2100 (AWS), 2300 (WCS) 2500 y 2600 MHz (bandas 2, 4, 5, 7, 12, 13, 17, 25, 26, 30, 41); 2500 MHz en América del Sur; 700, 800, 900, 1800, 2600 MHz en Europa (bandas 3, 7, 20); 800, 1800 y 2600 MHz en Asia (bandas 1, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 40) 1800 MHz y 2300 MHz en Australia y Nueva Zelanda (bandas 3, 40).
- Servicios - acceso móvil, telefonía IP, servicios de juegos, TV móvil de alta definición, videoconferencia, televisión 3D, computación en la nube, gestión de flujos múltiples de difusión y movimientos rápidos de teléfonos móviles, “Digital Video Broadcasting (DVB)”, acceso a información dinámica, dispositivos portátiles.
- Tecnología - Tecnología digital, transmite datos de banda ancha de 40Mhz

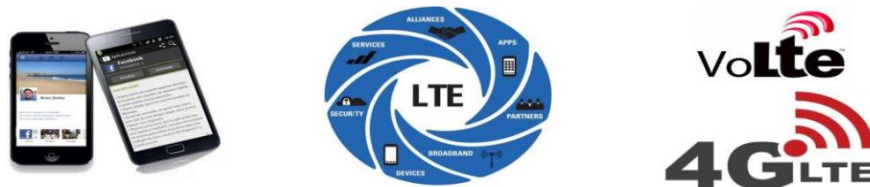


Figura 6 Dispositivos que interactuaron con 4ta generación de telefonía móvil.

2.2.5. Red de comunicación móvil de quinta generación (5G)

Inicio año - 2015

El 5G o 5ª Generación, supone un avance en la tecnología de red inalámbrica que permite comunicarnos mejor. Una evolución en términos de velocidad de conexión (unas 40 veces mejor que el 4G), de cobertura (alcanzado el 100%), de latencia baja, permitiendo una sincronización en tiempo real con los servicios en la nube, entre otras mejoras.

Servicios: - personas y dispositivos conectados en cualquier lugar en cualquier momento. Su aplicación hará que el mundo real sea una “zona Wi Fi”. Señal de radio también a mayor altitud. Múltiples servicios paralelos, con los que se puede saber el tiempo meteorológico y en tu posición geográfica mientras hablas. La educación será más fácil. Un estudiante que se sienta en cualquier parte del mundo puede asistir a la clase. Un Médico puede tratar al paciente situado en la parte remota del mundo. El seguimiento será más fácil, una organización gubernamental y otros investigadores pueden monitorear cualquier parte del mundo. Se hace posible reducir la tasa de criminalidad. La visualización del universo, galaxias y planetas serán posibles. Posible también detectar más rápidamente desastres naturales incluyendo tsunamis, terremotos, etc.

2.3. Análisis de Antenas

¿QUE SON Y PARA QUE SIRVEN LAS ANTENAS?

La antena es el dispositivo destinado a emitir y a recibir o captar las ondas electromagnéticas. Véase en la parte de anexos. [19] (Ver Figura 7)

CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS

- Ganancia de una antena. Es el parámetro que indica la capacidad de emisión de una antena. La antena suele emitir en todas las direcciones del espacio, aunque algunas lo hacen preferentemente en una sola dirección. Si se compara la potencia emitida en la dirección preferente con la potencia media emitida en todas las direcciones, se obtiene el valor de la ganancia en una antena. Si la antena emite igualmente en todas direcciones, se denomina antena isotrópica y su ganancia es la unidad.
- Longitud de antena. Las dimensiones de la antena dependen de la longitud de onda (o, lo que es lo mismo, de la frecuencia) de la señal a emitir o recibir. Para emitir una señal electromagnética de forma eficaz, las antenas han de tener unas dimensiones, como mínimo, del orden de una décima parte de la longitud de onda de la señal.
- Ancho de banda de la antena. Es el rango de frecuencias en las que la antena opera de forma satisfactoria.
- Eficiencia de una antena. Es la relación entre la potencia emitida por la antena y la potencia captada por la antena receptora. Resulta un parámetro indicativo de las pérdidas que se producen en el proceso de transmisión.



Figura 7 A) Antenas Radiofrecuencia, B) Antenas de microondas, C) Antenas para sitios "Inbuilding", D) Antenas microondas a gran frecuencia.

2.4. Análisis de Unidad de Radio Remoto (RRU)

La RRU es la unidad de radio remota, encargada de procesar la señal en banda base, la señal RF en GSM, la Señal RF en UMTS y la señal RF en LTE. Además, integra duplexores y unidades transceptoras. Las RRU acorde a su tipo y modelo pueden estar configuradas de las siguientes maneras:
Véase en la parte de anexos [9] (Ver Figura 8)

- GU (GSM/UMTS)
- GO (GSM ONLY)
- UO (UMTS ONLY)
- GUL (GSM/UMTS/LTE)

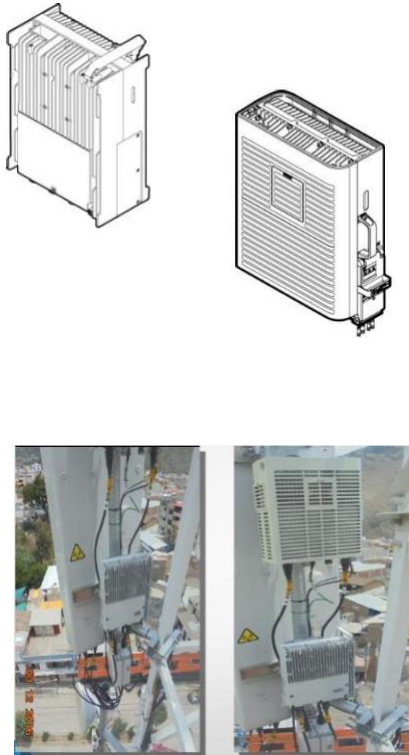


Figura 8 Unidad de Radio Remoto (RRU).

2.5. Análisis de Unidad de Banda Base (BBU)

La BBU (Unidad de Banda Base) es la unidad de control de banda base de transfiere las señales. También se conoce como el corazón de la comunicación porque sirve para el enlace de comunicación entre dos usuarios finales. Véase en la parte de anexos. [9] (Ver figura 9)

- Proporciona puertos de interfaz de radio pública común (CPRI) o enlaces ópticos para la comunicación con RRU y procesa las señales de banda

- Proporciona puertos de reloj para la sincronización del reloj, puertos de monitoreo de alarmas para la monitorización del entorno y un puerto de bus serie universal (USB) para la puesta en servicio mediante una unidad flash USB.

- Gestiona el eNodeBa través de la operación y el mantenimiento y el procesamiento del mensaje de señalización. Comúnmente la BBU consiste de varias ranuras donde se insertan las tarjetas como por ejemplo FAN, LBBP, UMPT, UPEU.etc.



Figura 9 Unidad de Banda Base(BBU).

2.6. Normas y estándares para campos de medidas

2.6.1. NOM-088/1-SCT1-2002.

Es la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones que deben cumplir los equipos de radiocomunicación a utilizar en un sistema de radio acceso múltiple por medio de enlaces de microondas punto a punto y/o punto a multipunto en la banda de 2,300 MHz – 2,450 MHz y sus correspondientes métodos de prueba.

Las pruebas descritas en la NOM verifican la correcta separación entre canales de transmisión y recepción la cual debe de ser de 77 MHz. Para simplicidad, en este documento a la norma NOM088/1-SCT-2002 se le denominará como “NOM”. La norma describe que las pruebas deben ser efectuadas en un sitio de pruebas con condiciones de operación normalizadas. Esta es la razón de la construcción y estudio del área de pruebas área abierta. Las dimensiones y proporciones que debe cumplir el área abierta, el procedimiento de validación, el rango de frecuencias especificado para el estudio del área abierta y los requerimientos para conocer la atenuación normalizada del sitio (ANS), son descritas a todo detalle en la NOM. [2]

2.6.2. CISPR-16-14.

La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) es una organización mundial para la estandarización, la cual cuenta con su consejo técnico que fue el encargado de la elaboración de este estándar. El objetivo de la CEI es promover la cooperación en todo lo relacionado con la estandarización electrónica y de campo eléctrico. La CEI publica estándares internacionales, especificaciones técnicas, reportes técnicos y guías. Las publicaciones de la CEI tienen el carácter de recomendaciones para su uso internacional, por lo cual la CEI no se hace responsable de la manera en que se utilizan o cualquier interpretación por cualquier usuario final. La CISPR 16-14-4 es un estándar preparado por el sub comité de la CISPR A: métodos de medida estadísticos y de radio interferencia. Esta publicación ha sido escrita de acuerdo a las directivas de la ISO y la IEC. La ISO colabora de cerca con la IEC para la publicación de acuerdo a condiciones establecidas por las dos organizaciones.

Esta parte de la CISPER 16 especifica las características y rendimiento de los equipos para la medición de las perturbaciones radiadas en el rango de 9 kHz a 18 GHz. Incluye en apartados auxiliares especificaciones para: antenas y sitios de pruebas. [3]

2.6.3. ASOCIACION EIA/TIA.

La Asociación de Industrias Electrónicas (EIA, “Electronic Industries Alliance”) y la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA, “Telecommunications Industry Association”)

Son asociaciones de comercio que desarrollan y publican juntas una serie de estándares que abarcan el

cableado estructurado de voz y datos para las LAN. Estos estándares de la industria evolucionaron después de la desregulación de la industria telefónica de los EE.UU. en 1984, que transfirió la responsabilidad del cableado de las instalaciones al dueño del edificio. Antes de eso, AT&T utilizaba cables y sistemas propietarios.

Aunque hay muchos estándares y suplementos, los siguientes son los que los instaladores de cableado utilizan con más frecuencia:

TIA/EIA-568-A es el estándar de Edificios Comerciales para Cableado de Telecomunicaciones. Este estándar especifica los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento de los aparatos de conexión y medios, y los conectores y asignaciones de pin. Existen varios suplementos que cubren algunos de los medios de cobre más nuevos y rápidos. Este estándar ha sido reemplazado por TIA/EIA-568-B.

TIA/EIA-568-B es el Estándar de Cableado. Este estándar especifica los requisitos de componentes y de transmisión según los medios. TIA/EIA- 568-B.1 especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soporta un entorno de varios productos y proveedores.

TIA/EIA-568-B.3 especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica.

TIA/EIA-569-A es el estándar de Edificios Comerciales para Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones. El estándar especifica las prácticas de diseño y construcción dentro de los edificios, y entre ellos, que admiten equipos y medios de telecomunicaciones. Los estándares específicos se dan para salas o áreas y recorridos en los que se instalan equipos y medios de telecomunicaciones.

TIA/EIA-606 es el estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales e incluye estándares para la rotulación del cableado. El estándar especifica que cada unidad de conexión de hardware debe tener una identificación exclusiva. El identificador debe estar marcado en cada unidad de conexión de hardware o en su etiqueta. Cuando se utilizan identificadores en áreas de trabajo, las conexiones de estaciones deben tener una etiqueta en la placa, en el bastidor o en el conector propiamente dicho. Todas las etiquetas deben cumplir los requisitos de legibilidad, protección contra el deterioro y adhesión especificados en el estándar UL969.

TIA/EIA-607 es el estándar de Requisitos de Conexión a Tierra y Conexión de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales que admite un entorno de varios proveedores y productos, así como las prácticas de conexión a tierra para distintos sistemas que pueden instalarse en las instalaciones del cliente. El estándar especifica los puntos exactos de interfaz entre los sistemas de conexión a tierra del edificio y la configuración de la conexión a tierra de los equipos de telecomunicaciones, y determina las configuraciones de conexión a tierra del edificio necesarias para admitir estos equipos.

TECNOLOGÍAS

- PRIMERA GENERACIÓN – Estándares – “AMPS (Advanced Mobile Phone System)”.
- SEGUNDA GENERACIÓN – Estándares – “GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), IS-95 (CDMA) utilizado en América y partes de Asia), JDC (Celular Digital Japonés), utilizado en Japón, iDEN , red de comunicación propietaria utilizado por Nextel en los Estados Unidos”.
- TERCERA GENERACIÓN – Estándares – “UMTS (WCDMA) basado en GSM (Global Systems for Mobile) infraestructura del sistema 2G, estandarizado por el 3GPP.”
- CUARTA GENERACIÓN – Estándares – “Long-Term Evolution Time-Division Duplex (LTE-TDD y LTE-FDD) estándar WiMAX móvil (802.16m estandarizado por el IEEE)”.

2.6.4. CONSTRUCCIÓN DE TORRES.

Todas las torres se diseñan de acuerdo con los últimos estándares norteamericanos (EIA, UBE, CSA), europeos e internacionales. Estos incluyen la edición más reciente del estándar 222 de la asociación de la industria electrónica (EIA) y la asociación canadiense de los estándares (CSA), la Sociedad Americana de la soldadura(AWS), el instituto concreto americano (ACI) e instituto americano de los estándares de acero de la construcción (AISC). Los materiales se conforman con la sociedad americana siguiente para los estándares de la prueba y de los materiales (ASTM).

MANUAL de Construcción en Acero IMCA. (Manual IMCA)

Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad Diseño por Viento 93. (Manual CFE Viento) Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad Diseño por Sismo 93. (Manual CFE Sismo) “American Institute Steel Construction”. (AISC) ASTM A-325 Tornillería galvanizada.

Una vez concluida la fabricación toda la estructura y sus accesorios en zinc caliente con un espesor mínimo de 70µm, y de acuerdo a las normas de la dirección de aviación civil se entrega pintada con los colores reglamentarios. [15]

CAPÍTULO III: CRONOGRAMAS DE CONOCIMIENTOS Y DIAGRAMA DE CONEXIONES EN INGENIERÍA

3.1. Cronogramas de conocimientos para la realización de una ingeniería

En los siguientes cronogramas se muestran los conocimientos que se debe tener para poder hacer un levantamiento de sitio o la realización de un diseño. Véase en la parte de anexos. (Ver Figura 10 y 11)

Para tener un conocimiento más detallado de cada casillero, esto puede encontrarse en la parte de anexos.

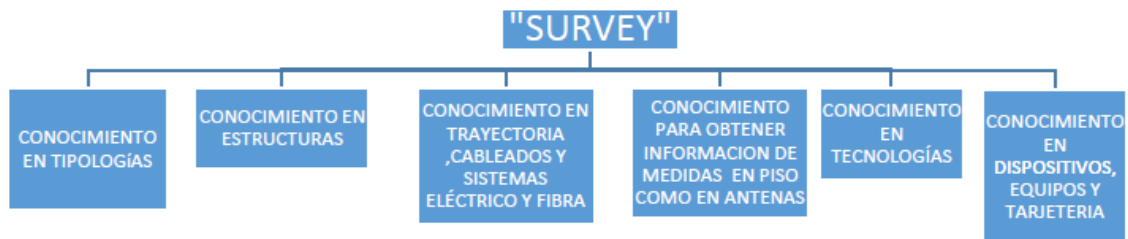


Figura 10 Cronograma de Conocimientos de Levantamiento en sitio.



Figura 11 Cronograma de Conocimientos de Diseño.

3.2. Explicación del diagrama de conexiones de un sistema de telecomunicaciones

En un sistema de telecomunicaciones tenemos un conjunto de interconexiones en las cuales cada uno desenvuelve una tarea.

En primer lugar, se tiene el principal equipo del sistema de telecomunicaciones, la "BBU", es el equipo encargado de recibir, procesar y transmitir señales. [18] (Ver figura 12)

Las señales de entrada que tendrá son las siguientes:

- a) Conexión de TX: esta conexión es la encargada de proporcionar la transmisión interconectada por medio de un cable fibra o cable UTP desde una tarjeta de transmisión, un equipo ATN, un gabinete de transmisión o incluso desde una estación del cliente.
- b) Conexión de alarmas: Esta conexión es entre el equipo de alarmas del gabinete interconectado con la "BBU", esto es en caso de que se tenga algún fallo en general del equipo.
- c) Conexión de energía: Todo equipo en general debe estar energizado con -48v DC, esta energización deberá estar conectada hacia una DCDU (Multicontacto) y una rejilla de interruptores, de esta forma la "BBU" debe estar interconectada con un interruptor de la rejilla o un Gabinete de energización en la cual se debe conectar con un interruptor de 5AMP hasta 15AMP. Además de tener un respaldo de baterías interconectado con la "BBU".
- d) Al mismo tiempo también se debe energizar la "RRU" del mismo modo, solo que esta utiliza interruptores de 25AMP.
- e) Tarjetas: En la "BBU" se instalarán varias tarjetas dependiendo la tecnología a instalar en el sitio.

Las señales de salida que tendrá la "BBU" son las siguientes:

- f) Conexión de fibra óptica Para interconectar la "BBU" con la "RRU" es necesario conectar en un puerto "CPRI" una fibra óptica y esta interconectar al puerto de la "RRU". Dependiendo la cantidad de sectores que se instalaran en sitio y la cantidad de tarjetas con tecnologías a utilizar será la cantidad de fibras que se instalaran.

La "RRU" es el segundo principal equipo, este es el encargado de recibir señales de la "BBU" por medio de una fibra óptica, este equipo las analiza y por medio de un jumper conectado a la antena le indica que tecnología y frecuencia debe radiar la antena.

- g) Conexión de Jumper: Esta interconexión es entre la “RRU” y la antena por medio de un jumper, a veces es necesario utilizar un filtro, si es así, se deberá solicitar el doble de “jumper”.
- h) Conexión Cable “AISG”: Esta conexión es entre la “RRU” y la Antena por medio de un “cable AISG” conectado con un dispositivo llamado “RET”, este estará conectado a un puerto de la antena. Esta interconexión es para realizar movimientos del “tilt” eléctrico de la antena de manera remota.

La Antena es el tercer principal equipo, este es el encargado de radiar toda la información proporcionada por la “BBU” y la “RRU”.

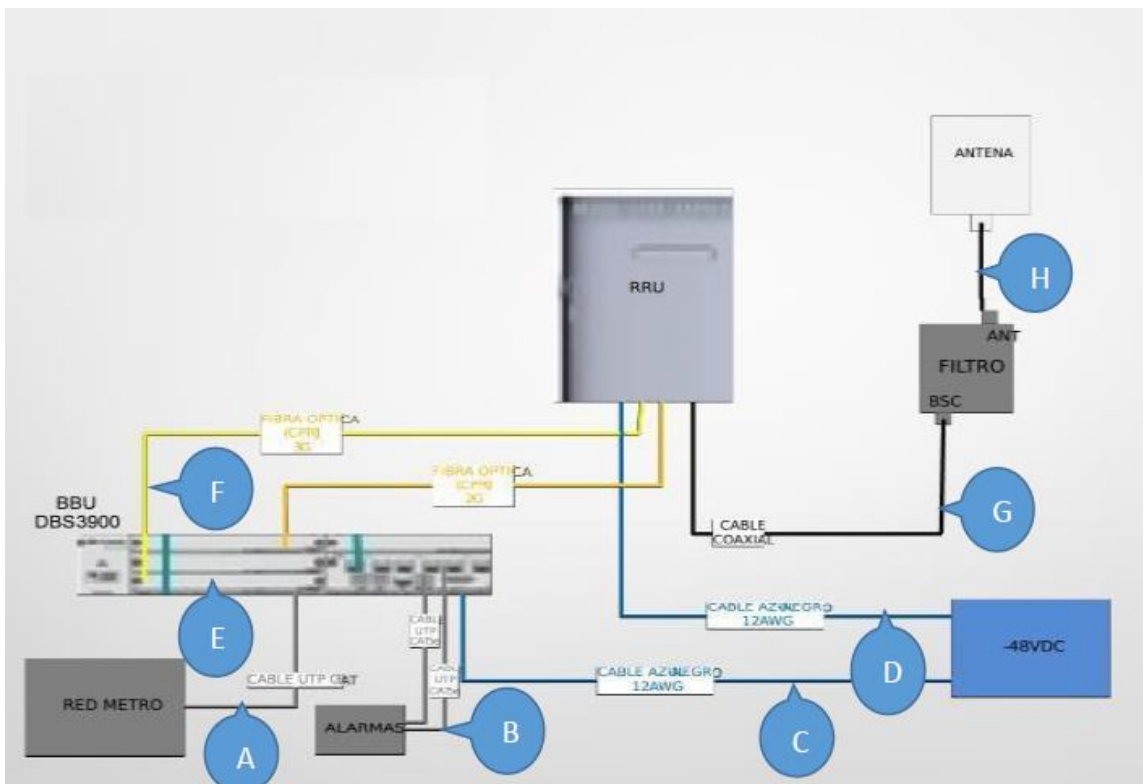


Figura 12 Diagrama de conexiones de un sistema de telecomunicaciones(Radiofrecuencia).

CAPÍTULO V: PROCESO DE INGENIERÍA

4.1. Detalles del proceso de Ingeniería

Para la realización de una ingeniería, es un proceso de diversos pasos y de un gran trabajo en equipo de varios departamentos, en las cuales se ven involucradas el “Departamento de Wireless”, el “Departamento de Radiofrecuencia”, el “Departamento de RAN”, el “Departamento de Survey y Diseño”, este último el encargado de obtener la aprobación de la ingeniería por parte del cliente.

El “Departamento de Survey y Diseño”, es el encargado de proporcionar toda la información del sitio ya sea sitio existente o sitio nuevo y también de realizar un análisis de la información obtenida por todos los departamentos para realizar una propuesta de ingeniería, la cual se verá plasmada en un dibujo realizado en AUTOCAD, adjuntando una serie de archivos con toda la información de la ingeniería.

4.1.1. Asignación de sitios para cooperadores

El inicio del proceso de la ingeniería, es la asignación en sistema de los sitios que el cooperador deberá realizar la visita en el sitio para la obtención de información.

Se manda por correo al cooperador un archivo en el cual el podrá encontrar el nombre del sitio, el “ID” del sitio, las coordenadas del sitio. [7] (Ver Tabla 1)

DU ID	Site ID	Site Name	TIPO	SECTOR AL QUIE AYUDA	AREA	Latitud	Longitud	DIRECCION
499DRQL+MED2005+MIMO-SA	MED2005	MED_PALACE	SA MIMO CM	TMED_MLD_012005_102	NW	6,2513	-75,5671	CR 50 # 52-50 CENTRO COMERCIAL UNION PLAZA.
499DRQL+MED0219+MIMO-SA	MED0219	MED_CAMILO_TORRES	SA MIMO CM	TMED_MLD_010219_103	NW	6,28779	-75,5483	CR 39 # 95 A- 68
499DRQL+MED1040+MIMO-SA	MED1040	MED_AVENIDA_ORIENTAL	SA MIMO CM	TMED_MLD_011040_101	NW	6,248725	-75,564614	CL 51 # 45-93 CLINICA SOMA - MEDELLIN.
499DRQL+MED1041+MIMO-SA	MED1041	MED_BOSTON	SA MIMO CM	TMED_MLD_011041_103	NW	6,248889	-75,5594	CR 40 # 54-19 ED TORRE CARACAS - MEDELLIN.

Tabla 1 Tabla de sitios que se envía por correo para hacer visita a sitio.

4.2. Información que se debe obtener en una visita al sitio.

4.2.1. Información a recabar en planta.

El cooperador una vez estando en sitio, de debe obtener todos los datos posibles. A continuación, se mostrará y explicará un ejemplo de ingeniería.

La información que se debe recaudar en piso es la siguiente. Para tener una mejor referencia se muestra en tablas y fotografías lo solicitado. (Ver figura 13,14,15 y 16)

- * Información general del sitio como Coordenadas, nombre, dirección, estado físico del sitio, etc.
- * Cuantos gabinetes y que marca hay en sitio existentes.
- * Que tarjetas y tecnología están activadas.
- * Que energización cuenta el sitio.
- * Tipologías del sitio.
- * Recorridos de cableado de sitio.
- * Realizar medición de torre existente.
- * Realizar un dibujo con las medidas exactas de cada espacio en el sitio, incluyendo los equipos.

ID Sitio	Nombre de Sitio		Provincia	Fecha
PA132	CANON		Panamá	
1. INFORMACION GENERAL / GENERAL INFORMATION				
Ubicación de sitio	Rooftop	Duena del sitio	Privado	
Ubicación de Equipar	outdoor	Alcance de instalación	Macro Overlay 700	
Tipo de acceso	Permiso	Contacto de acceso	migracion	
Ubicación de Hava	migracion			
Coordenador / Coordinador (WGS84)	Lat.	9.0116	N	Comentarios
	Long.	-79.32022	W	
Foto Ruta de acceso al sitio		Foto Ruta de acceso al sitio		
				
				
Fotos generales (4 equipos)		Fotos generales (4 equipos)		
				

Figura 13 Información y fotografías generales del sitio.







2. TORRE / ESTRUCTURA					
Tipo de estructura	Mastil	Altura de estructura	30mtrs	Geometria de estructura	Tubular
Comentario de estructura					
Soportes disponibles	0	Cantidad	0	Largo de soportes disponibles (mt)	N/A
El sitio presenta robo? Reportar a Huawei, incluir fotos.	No	Elementos vandalizados	No		
Foto del sector A desde el piso (mensula completa)			Foto del sector A desde el piso con zoom (mensula completa)		
					
3. Energia y Tierras					
Panel AC existente	Si	Breakers disponibles	NO	Capacidad de breaker disponible	N/A
Espacios disponibles para nuevos breakers	Si	Distancia (mt) entre Panel AC y equipo existente	3mtrs	Comentarios	
Existe barras de tierra para gabinetes	Si	Existe barra de tierra para RRUs	Si	Distancia (mt) entre barra de tierras y gabinete existente	4mtrs
Foto suministro de AC			Foto de barra de tierra existente para gabinetes		
					
5. Transmision					
Tipo de transmision del sitio	FO		Modelo de equipo de transmision	ODF	
Ubicacion del equipo de transmision	bbu		Donde esta conectada la transmision existente? (BBU, Small cell, otro equipo)	BBU	
Distancia entre equipo de transmision y gabinete existente	3m				
Foto del equipo de transmision			Foto del equipo de transmision (lado del gabinete)		
					

Figura 14 Información y fotografías de torre-estructura, Energía-Tierras y Transmisión del sitio.

6. Wireless					
Tipo Gabinete /Rack	APM30	Cantidad de BBUr	2	Cantidad de DCDUr	1
El gabinete tiene carexe externa (Gabinete raju) de proteccion?	No		El gabinete tiene tapa interna de proteccion?		No
disponible en capacidad Breaker	Si	Cantidad de breakers disponible	2	Capacidad de breaker disponible	2
disponible en DCDU existente	Si	Cantidad de breakers disponible en DCDU	7	Capacidad de breaker disponible en DCDU	30A
Especie disponible dentro del gabinete	Si	"U" disponibles	2	Especie disponible para nueva tuberia LT en zocalo del gabinete existente.	Si
Foto de gabinete abierto (incluye gabinete de Antenas TX1.1)			Foto de gabinete abierto (incluye gabinete de Antenas TX1.2)		
					
Foto de breaker del rectificador existente			Foto de breaker del DCDU existente		
					
Lunqitud de cable DC existente sector A	20m	Lunqitud de cable F.O. existente sector A	20m		
Lunqitud de cable DC existente sector B	20m	Lunqitud de cable F.O. existente sector B	20m		
Lunqitud de cable DC existente sector C	20m	Lunqitud de cable F.O. existente sector C	20m		
Lunqitud de cable DC existente sector D		Lunqitud de cable F.O. existente sector D			
Foto de Cables de DC y F.O. existente Sector A			Foto de Cables de DC y F.O. existente Sector B		
					
Foto de Cables de DC y F.O. existente Sector C			Foto de Cables de DC y F.O. existente Sector D		
					

Figura 15 Información y fotografías de equipo en gabinete, recorridos de cableados del sitio.

8. Mano alzada



Figura 16 Información y fotografías del plano dibujado a mano.

4.2.2. Información a recabar en torre.

La información que se debe recaudar en torre es la siguiente. Para tener una mejor referencia se muestra en tablas y fotografías lo solicitado. (Ver figura 17 y 18)

- * Especificar qué tipos de antenas hay en torre.
- * Mencionar que equipo existente hay, si es por medio de "RRU" o "equipo BTS".
- * Verificar que tecnologías están radiando en cada antena existente.
- * Obtener información de las antenas, "tilt eléctrico", "tilt mecánico", "Azimut".
- * Verificar si hay algún combinador o "splitter" existente.

7. RF					
Soportes disponibles	•	Cantidad de soportes disponibles	•	Lugares de soportes disponibles	M/A
Foto Altimetro Sector A					
Antena 1		Antena 2		Antena 3	
					
Foto de parte trasera de las antenas Sector A (Mirando completa)					
					
Foto de parte trasera de las antenas Sector B (Mirando completa)					
					
Foto de parte trasera de las antenas Sector C (Mirando completa)					
					

Figura 17 Vista de antenas y alturas de antenas

7.1 Antenas Existentes										
Nº.	Sector	Tipo de Antena	Transología	Ru	Alt	YE	TN	Puertos	Modelo	Observa.
1	A	Single	U850	50			1	10	AD451807r01	
2	A	Single	LTE700	50			0	3	A7004516RQ	
3	A	Single	G850	50			3	10	ATREIN74226	
4										
5	B	Single	G850	140			2	10	Katrein 74226	
6	B	Single	U850	140			2	10	AD451807Y0	
7	B	Single	LTE700	140			2	10	A7004516RQ	
8										
9	C	Single	G850	220			1	10	Katrein 74226	
10	C	Single	U850	220			1	10	AD451807r01	
11	C	Single	LTE700	220			1	10	A704516RQ	
12										
13										
14										
15										
7.2 Fotos										
Foto del soporte de la Red 1			Foto de etiqueta Red 1			Foto de Puertos Red 1				
Foto del soporte de la Red 2			Foto de etiqueta Red 2			Foto de Puertos Red 2				
Foto de RRU2			Foto de etiqueta RRU2			Foto de Puertos RRU2				

Figura 18 Información general de los equipos en torre de los tres sectores.

4.3. Verificación de información en plataforma ISDP.

Una vez obtenida la información, el cooperador sube a “ISDP” toda la información actual del sitio, de esta forma ingenieros especializados dan su aprobación o rechazo de ella. Una vez revisada la información y aprobada en sistema al cooperador, esta se manda al cliente para su verificación y aprobación. En caso de que el sitio sea rechazado por falta de información se mostrara un mensaje, esta deberá ser actualizada y mandar nuevamente al cliente para obtener aprobación. (Ver figura 19)

The screenshot displays the ISDP eSurvey TSS web application interface. The top navigation bar includes 'Home', 'My Workspace', and 'Project Setting'. The main content area shows a form for 'Propuesta RF' (RF Proposal) with two sections: 'Sector1' and 'Sector2'. Each section contains various input fields for antenna parameters such as Azimuth, Tilt Electric, Tilt Mecanico, Antenna Height, Support Depth, and Support Width. There are also dropdown menus for 'Antenna Support' and 'To Install On'. A 'Comentarios Sector 1' field contains a comment: 'para el sector 1 se requiere instalar un mastil d...'. The interface also shows a sidebar with 'Propuesta RF' (43/43) and 'Materiales' (17/17) counts.

Figura 19 Verificación de información en plataforma iSDP.

4.4. Verificación de las propuestas por parte de las demás áreas.

Obtenida la aprobación del cliente del levantamiento de información realizado en sitio, esta se manda a los “Departamentos de Wireless, Radiofrecuencia y Ran”, de esta forma cada departamento realizará su respectivo análisis del sitio y posteriormente mandará la información para realizar la propuesta de ingeniería.

Una vez mandada la información a los demás departamentos, se debe continuar con la creación del archivo excel, donde se mostrará toda la información y fotografías recolectadas, esta servirá para la realización de la propuesta de ingeniería, ya mostrada en la sección anterior.

Una vez que los departamentos ya hicieron su análisis, cada área manda un formato con la información a proponer de sus respectivas áreas.

4.4.1. Área de RF.

El departamento de RF envía un archivo excel con las propuestas de “azimut”, “tilt eléctricos” y “tilt mecánicos”, tecnologías y frecuencias que llevara cada antena. De acuerdo a las siguientes normas:

- PRIMERA GENERACIÓN – Estándares – “AMPS (Advanced Mobile Phone System)”.
- SEGUNDA GENERACIÓN – Estándares – “GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), IS-95 (CDMA) utilizado en América y partes de Asia), JDC (Celular Digital Japonés), utilizado en Japón, iDEN , red de comunicación propietaria utilizado por Nextel en los Estados Unidos”.
- TERCERA GENERACIÓN – Estándares – “UMTS (WCDMA) basado en GSM (Global Systems for Mobile) infraestructura del sistema 2G, estandarizado por el 3GPP.”
- CUARTA GENERACIÓN – Estándares – “Long-Term Evolution Time-Division Duplex (LTE-TDD y LTE-FDD) estándar WiMAX móvil (802.16m estandarizado por el IEEE)”.

El departamento de RF se basa para realizar sus cálculos y propuestas de tecnologías.

De color amarillo es el sitio PA132, es el que se pondrá como ejemplo de ingeniería. (Ver Tabla 2)

ID	NOMBRE	BANDA	GSM CEL DAS	UMTS CEL DAS	LTE CEL DAS	CONFIGURACION GSM					CONFIGURACION UMTS					CONFIGURACION LTE													
						MODELO DE	LA	AZIMU	ALTU	MECANIC	ELECTRIC	ESTAT US	MODELO DE	LA	AZIMUT	ALTURA	MECANIC	ELECTRIC	ESTAT US	MODELO DE	LA	AZIMUT	ALTURA	MECANIC	TILT	ELECTRICO	ESTAT US		
MI864	LA COR	850 A				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	100	5	0	1	OK	0	0	DXX	100	5	0	0	OK
MI864	LA COR	850 A				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	230	5	0	1	OK	0	0	DXX	230	5	0	0	OK
MI864	LA COR	850 B		A		0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	100	5	0	1	OK	0	0	DXX	100	5	0	0	OK
MI864	LA COR	850 B			A	0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	230	5	0	1	OK	0	0	DXX	230	5	0	0	OK
MI864	LA COR	1900 A				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	100	5	0	1	OK	0	0	DXX	100	5	0	0	OK
MI864	LA COR	1900 A		A		0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	230	5	0	1	OK	0	0	DXX	230	5	0	0	OK
MI864	LA COR	1900 B			A	0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	100	5	0	1	OK	0	0	DXX	100	5	0	0	OK
MI864	LA COR	1900 B				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	230	5	0	1	OK	0	0	DXX	230	5	0	0	OK
PA132	Canon	850 A		A		0	0	f		50	30	-1	6	NO	0	0	SX	50	30	0	7	OK							
PA132	Canon	850 B		A		0	0	f		140	30	0	5	NO	0	0	SX	140	30	0	7	OK							
PA132	Canon	850 C		A		0	0	f		220	30	1	0	NO	0	0	SX	220	30	0	1	OK							
PA132	Canon	700 A			A	0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0								QXX	50	30	0	7	OK	
PA132	Canon	700 B			A	0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0								QXX	140	30	0	7	OK	
PA132	Canon	700 C			A	0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0								QXX	220	30	0	6	OK	
PA132	Canon	1900A				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	50	30	0	7	OK	0	0	DXX	50	30	0	7	OK
PA132	Canon	1900 B				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	140	30	0	7	OK	0	0	DXX	140	30	0	7	OK
PA132	Canon	1900 C				0	0	f	X	X	X	X	NO	0	0	DXX	220	30	0	10	OK	0	0	DXX	220	30	0	10	OK

Tabla 2 Archivo Excel del departamento de radiofrecuencia.

4.4.2. Área de Wireless.

El departamento de Wireless envía un archivo excel con las propuestas de los modelos de gabinete que se instalaran, las tarjetas que serán instaladas, el equipo que llevara dentro del gabinete, que tipo de RRU y antenas serán instaladas. De acuerdo la norma CISPER 16 que especifica las características y rendimiento de los equipos para la medición de las perturbaciones radiadas. Incluye en apartados auxiliares de especificaciones para: antenas y sitios de pruebas. El Departamento de Wireless toma en cuenta esta norma para realizar sus cálculos sobre los equipos a utilizar. (Ver Tabla 3)

POP	Panama ID	Site Name	Latitude	Longitude	Owner	Type	Status AOP218	Technologie s AOP218	RESULTING LTE BAND 218	Status AOP219	Technologie s AOP219	RESULTING LTE BAND 219	Technologie s AOP22	ADDITIONAL LTE BAND 22	RESULTING LTE BAND 22	PROJECT TYPE COMBINED	Priority
IBO16	IBO16	NACIONAL DE	8.96206	-79.542217	CWC	Indoor			0			0	3G_4G	B2	B2	3G/LTE MACRO ON NEW IBS/DAS	P10
HOED1	HOED1	NAL EL DORAC	9.00692	-79.53278	CWC	Indoor ION-B	Enabled	3G	0	Enabled		0	3G_4G	B2	B2	SWAP ERICSSON + LTE TO EXISTING IBS/DAS	P6
HOEXF1	HOEXF1	ral la Expos	8.96822	-79.53583	CWC	Indoor ION-B	Enabled	3G	0	Enabled		0	3G_4G	B2	B2	SWAP ERICSSON + LTE TO EXISTING IBS/DAS	P6

Tabla 3 Archivo Excel del departamento de Wireless.

4.4.3. Área de Ran.

El departamento de ran envía un archivo PDF con la propuesta de conexiones de equipos existentes y a instalar. Acorde a la norma NOM-088/1-SCT1-2002, que es la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones que deben cumplir los equipos de radiocomunicación a utilizar en un sistema, el Departamento de RAN realiza sus propuestas, cálculos y equipos a utilizar. (Ver Figura 20)

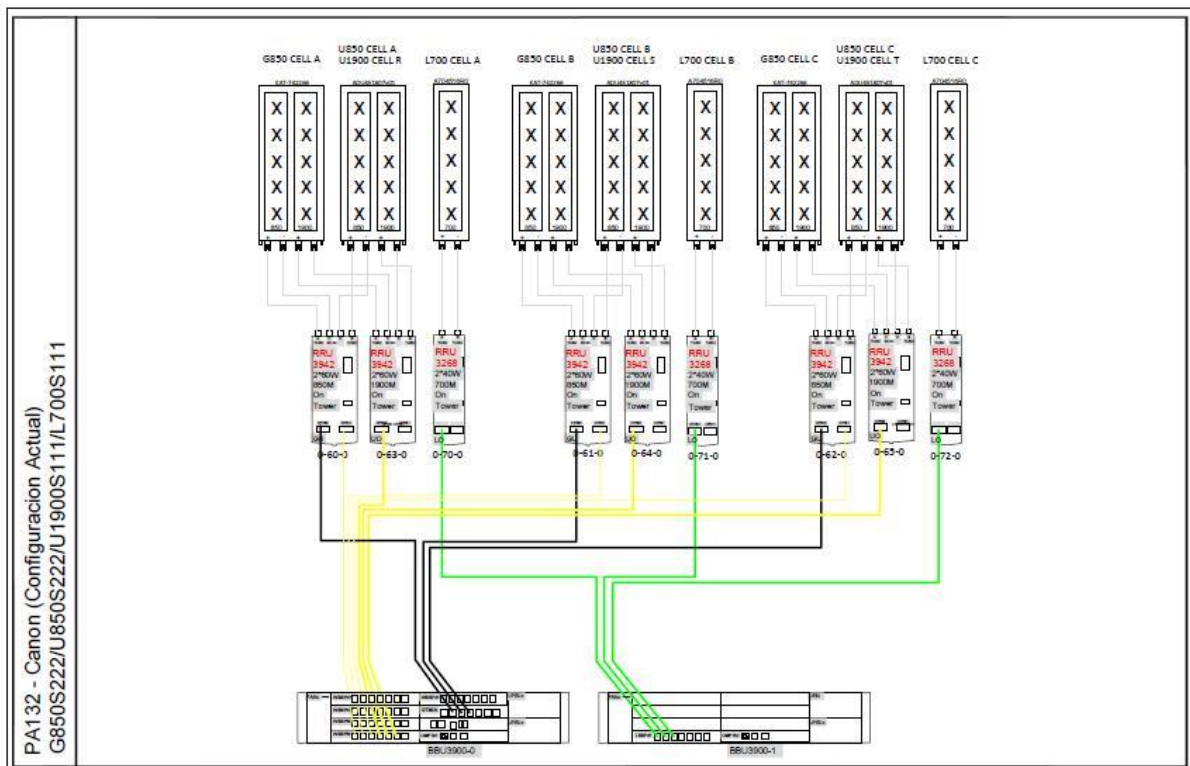


Figura 20 Archivo Excel del departamento de Ran.

4.5. Creación del Diseño.

4.5.1. Dibujo e información plasmada en el diseño de planta.

El siguiente paso es para el departamento de diseño, la cual consistió en la realización de un análisis de toda la información recaudada por cada área a comparar con el levantamiento en sitio.

Para el departamento de Radiofrecuencia fue necesario realizar una simulación de antenas para verificar si la información del “departamento de radiofrecuencia” es correcta y verificar si no hay sombras con los “Azimuts” propuestos, que las alturas propuestas no estorben alguna otra antena existente, si hay disponibilidad en los puertos existentes de las antenas (en caso de reutilizar), los “tilt eléctricos/tilt mecánicos” sean coherentes. (Ver Figura 21)

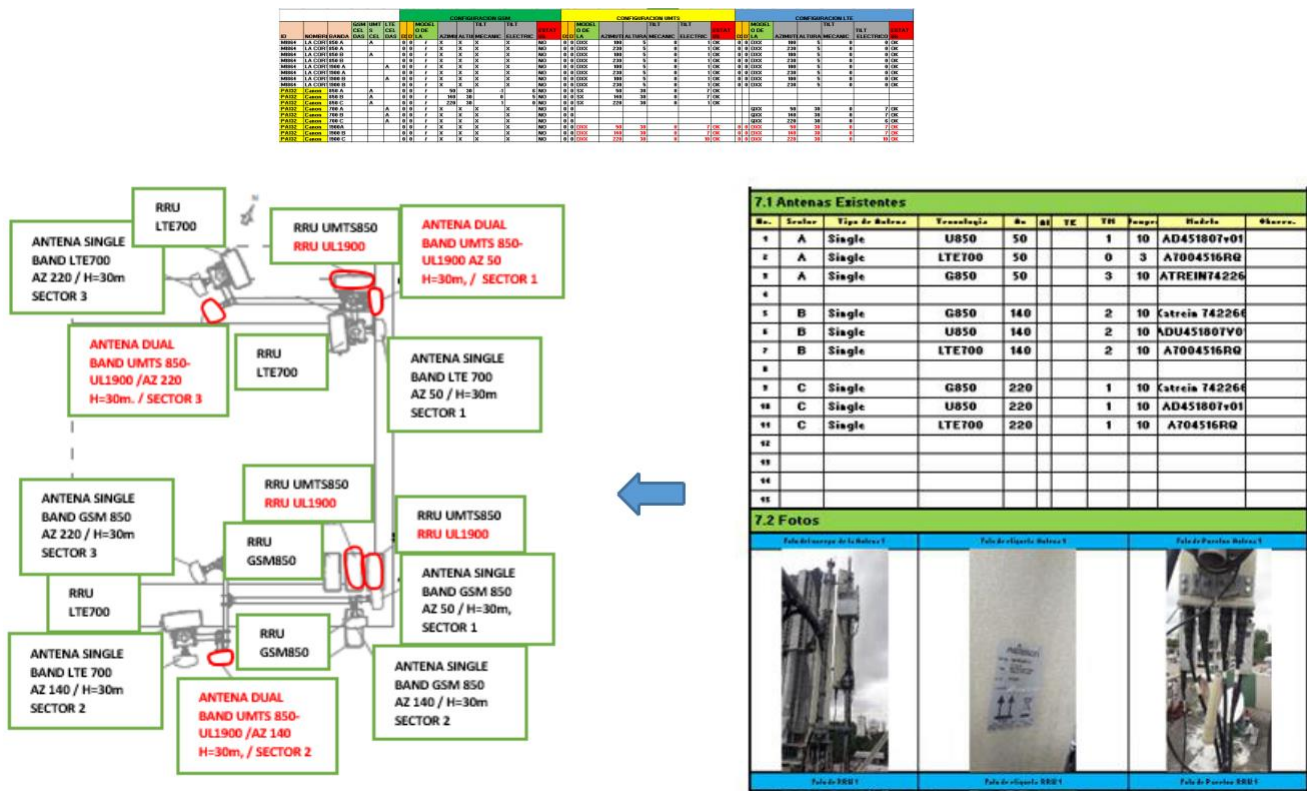


Figura 21 Comparación de información .de Radiofrecuencia con Información de levantamiento en sitio y simulación de antenas

Para el “departamento de Wireless” fue necesario verificar el equipo propuesto, el modelo correcto de “RRU” y de Antenas, el correcto modelo de gabinete a instalar, verificar la parte “eléctrica DC” propuesta para energización de todos los equipos, propuesta de accesorios de obra civil como soportes, mástiles, rejillas, tuberías, etc. (Ver Figura 22)

COMENTARIOS

SE REQUIERE RETIRAR ANTENAS SINGLE BAND DE UMTS 850

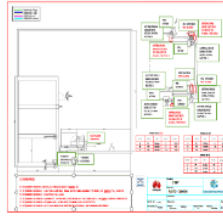
SE REQUIERE INSTALAR 3 NUEVAS ANTENAS DUAL BAND PARA RADIAR TECNOLOGÍA UMTS 850 / U1900.

SE REQUIERE INSTALAR 3 NUEVAS RRU 1900.

SE REQUIERE REUTILIZAR GABINETE EXISTENTE E INSTALAR NUEVAS FIBRAS EL LOS CPRI CORRESPONDIENTES.

SE REQUIERE REUTILIZAR EQUIPO DE LAS DEMÁS TECNOLOGÍAS EXISTENTES

SE REQUIERE REUTILIZAR LA CANALIZACIÓN EXISTENTE DE FIBRA Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA



6. Wireless					
Tipo Gabinete (Ran)	APM10	Cantidad de BBU's	2	Cantidad de DCDU's	1
El gabinete tiene como sistema (Gabinete ran)	Ma	El gabinete tiene tapa interna de protección?		No	
Disponibilidad de espacio	Si	Cantidad de breaker disponible	2	Capacidad de breaker disponible	2
Disponibilidad de espacio en DCDU existente	Si	Cantidad de breaker disponible en DCDU	7	Capacidad de breaker disponible en DCDU	30A
Espacio disponible dentro del gabinete	Si	"N" disponible	2	Espacio disponible para nueva tubería y en su caso del gabinete existente.	Si
Foto de gabinete abierto (incluye gabinete de Antenas TRP)	Foto de gabinete abierto (incluye gabinete de Antenas TRP)		Foto de gabinete abierto (incluye gabinete de Antenas TRP)		
Foto de breaker del ventilador existente	Foto de breaker del ventilador existente		Foto de breaker del ventilador existente		

Figura 22 Comparación de información de Wireless respecto a la Información de levantamiento en sitio.

Para el "departamento de Ran" fue necesario verificar las interconexiones entre equipos, el número y modelo correcto de equipos comparado con la información de Radiofrecuencia y Wireless, cantidad correcta de jumper a instalar, verificar tarjetas correctas a instalar o existentes. (Ver Figura 23)

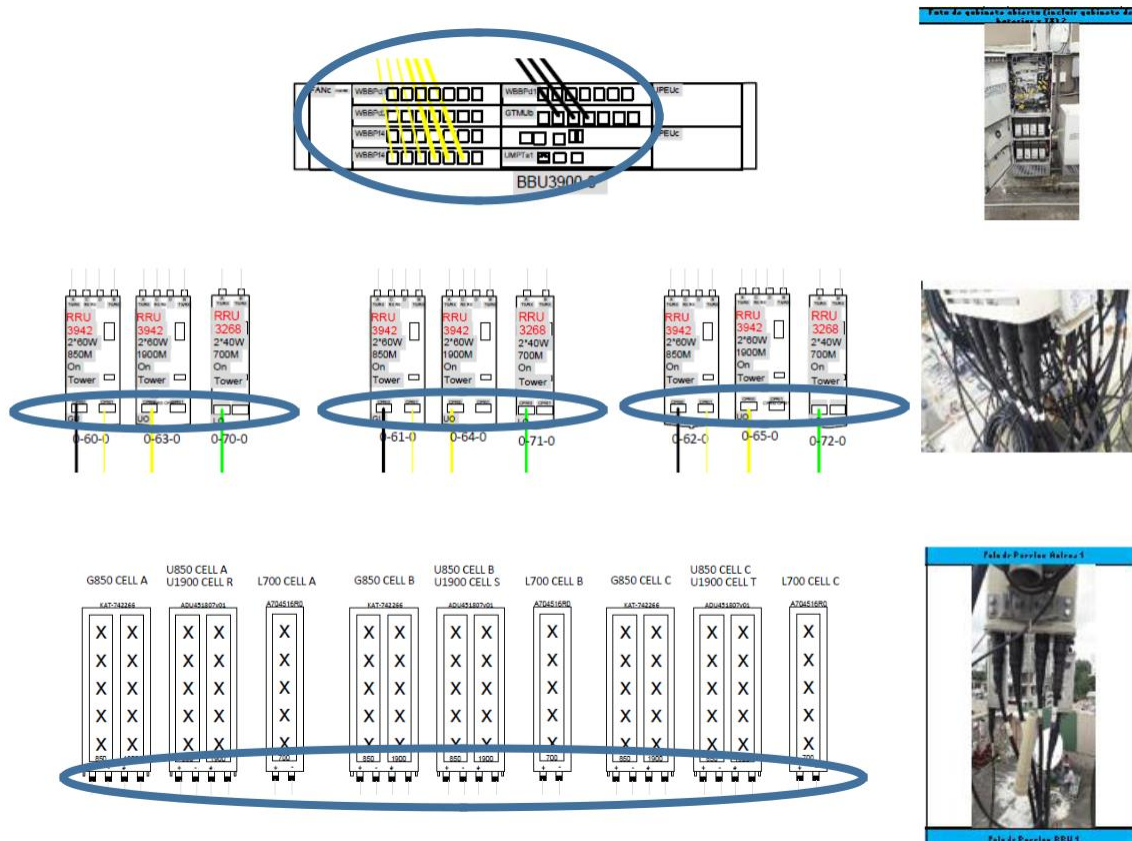


Figura 23 Comparación de información de conexiones respecto a la Información de levantamiento en sitio.

Una vez que la información está completa, el siguiente paso es la realización del dibujo en un programa de diseño, en este caso se utiliza "AUTOCAD", en él se debe mostrar la propuesta de plano de planta y plano de alzado. En esta propuesta, el equipo se basó en las siguientes normas y estándares para la realización del dibujo. TIA/EIA-568-A, TIA/EIA-569-, TIA/EIA-568-B.3 y del estándar 222 de la asociación de la industria electrónica (EIA), las cuales nos apoyan para las canalizaciones de cableados como de fibra, la propuesta de torre, la parte eléctrica.

A continuación, se mostrará ejemplo de plano de planta y plano de alzado.

PLANO DE PLANTA ("OUTDOOR")

En el plano de planta se dibujará todo equipo existente en piso (como si se estuviera viendo desde el cielo con la vista dirigida hacia el piso), esto debe llevar medidas ya que para realizar una propuesta se deberá verificar si hay espacios disponibles y también acorde a la propuesta de equipos por parte del "departamento wireless".

Es necesario mostrar el norte magnético en el plano, ya que de ahí parte el giro en las orientaciones de las antenas.

También se debe mostrar las antenas existentes y propuesta con sus respectivas orientaciones, además de anexar etiquetados especificando el modelo de antena y tecnología que radiarán, y de este modo verificar en el dibujo si no hay contradicción.

En la parte de comentarios se deberá explicar todo el equipo nuevo a proponer además de alguna modificación al equipo existente.

Se pondrán tablas con la información de las antenas (altura, orientación, "tilts mecánicos y eléctricos") Además, en el plano en la parte inferior se deberá anotar toda información del sitio como nombre, dirección, Se realizan por lo regular dos dibujos de planta, los equipos existentes y el otro dibujo el de equipo propuesto

A continuación, se explicará con mayores detalles el procedimiento para la realización de una ingeniería

A cada sitio se le anexa un nombre y un "ID", esto es para tener una organización interna por el cliente, misma que ellos hacen llegar. (Ver Figura 24)

		Proyecto: CWP		
		Estación: PA132 CANON		
Contenido:				
Hecho por:	almsa	Dirección:	Pag:	
Revisado por:	almsa	Fecha:	Alcortara	Version:
			1	Tipo de Sítio:
			er	Escala:
				Indicada
				1:4

Figura 24 Información del sitio

De acuerdo a la información del levantamiento en la visita del sitio, se puede mencionar que este sitio ya cuenta con equipo existente en sitio.

Al verificar las medidas proporcionadas, y de acuerdo a la norma se empieza a realizar el plano del sitio, en el cual se plasmarán las ubicaciones de todo lo existente en piso. (Ver Figura 25)

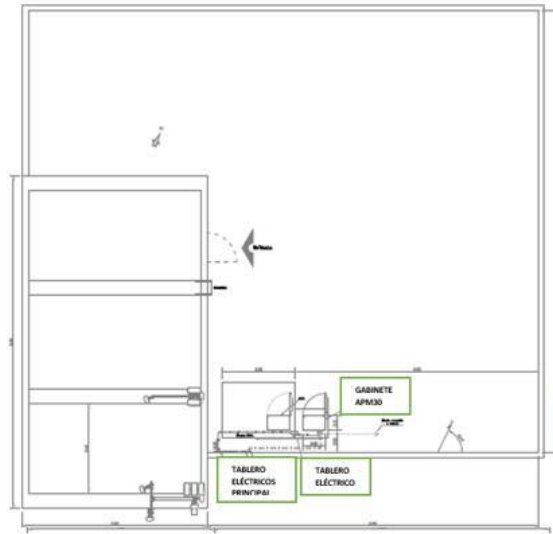


Figura 25 Distribución de equipos del sitio en plano de planta.

Nuestro norte magnético indica que está a 30 grados de nuestro eje de referencia, entonces a partir de ahí se estabiliza nuestro norte magnético como 0 para iniciar la rotación de nuestras antenas.

En el sitio, se encuentra cuatro mástiles de 6 metros de longitud.

En este sitio ya cuenta con gabinete existente y dentro de él la tarjetería.

La parte de energización, ya está instalada, por lo tanto, se da por hecho que se puede energizar un nuevo equipo.

Este sitio hay equipo existente con tecnología "GSM" con frecuencia 850, tecnología "UMTS" con frecuencia 850MHz y tecnología "LTE" con frecuencia de 700MHz.

Este sitio está radiando:

SECTOR 1- "UMTS" 850Mhz (Antena Single Band interconectado a una "RRU" 3942-850Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de "UMTS" instalada en el gabinete). "GSM" 850Mhz (Antena Single Band interconectado a una "RRU" 3942-850Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de "GSM" instalada en el gabinete). "LTE" 700Mhz (Antena Single Band interconectado a una "RRU" 3268-700Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de "LTE" instalada en el gabinete).

SECTOR 2- "UMTS" 850Mhz (Antena Single Band interconectado a una "RRU" 3942-850Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de "UMTS" instalada en el gabinete). "GSM" 850Mhz (Antena Single Band interconectado a una "RRU" 3942-850Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de "GSM" instalada en el gabinete). "LTE" 700Mhz (Antena Single Band interconectado a una "RRU" 3268-700Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de "LTE" instalada en el gabinete).

SECTOR 3- “UMTS” 850Mhz (Antena Single Band interconectado a una “RRU” 3942-850Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de “UMTS” instalada en el gabinete). “GSM” 850Mhz (Antena Single Band interconectado a una “RRU” 3942-850Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de “GSM” instalada en el gabinete). “LTE” 700Mhz (Antena Single Band interconectado a una “RRU” 3268-700Mhz, esta es conectada por medio de fibra a la tarjeta de “LTE” instalada en el gabinete). (Ver Tabla 4)

ANTENAS GSM/UMTS/LTE	Azimuth (grados)	Altura(metros)	Tilt Eléctrico	Tilt Mecánico
Sector 1	50 / 50 /50	30 / 30 /30	6 / 7 /7	-1 / 0 /0
Sector 2	140 / 140 /140	30 / 30 /30	5 / 6 /7	0 / 0 /0
Sector 3	220 / 220 /220	30 / 30 /30	0 / 10 /6	1 / 0 /0

Tabla 4 Información de las antenas single band existentes

La figura 26 muestra el dibujo de planta con toda la información recolectada de los equipos existentes.

4.5.2. Dibujo e información plasmada en el diseño de alzado.

En el plano de alzado se dibujará todo equipo existente sobre la torre (como si se estuviera viendo las caras de torre de frente), esto debe llevar medidas de altura donde esta cada equipo existente, ya que para realizar una propuesta se deberá verificar con esto si hay espacios disponibles en torre.

También se debe mostrar las antenas existentes con medidas a escala para verificar los espacios, además de anexar etiquetados especificando el modelo de antena y tecnología que radian. En la parte de comentarios se deberá explicar todo el equipo nuevo a proponer además de alguna modificación al equipo existente. Se pondrán tablas con la información de las antenas (altura, orientación, “tilts mecánicos y eléctricos”).

La figura 27 muestra el dibujo de alzado con toda la información recolectada de los equipos existentes.

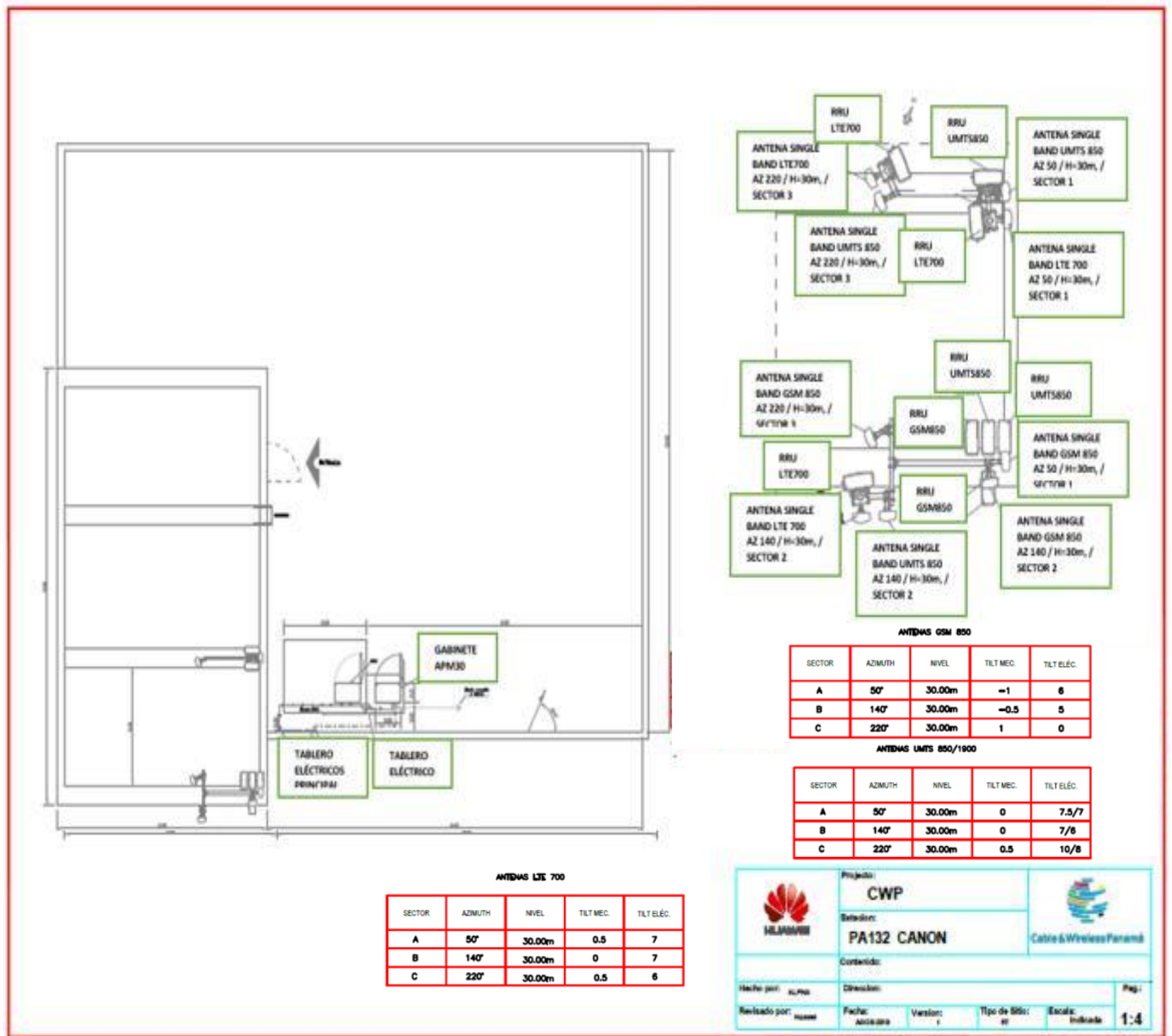


Figura 26 Plano de Planta de equipos existente.

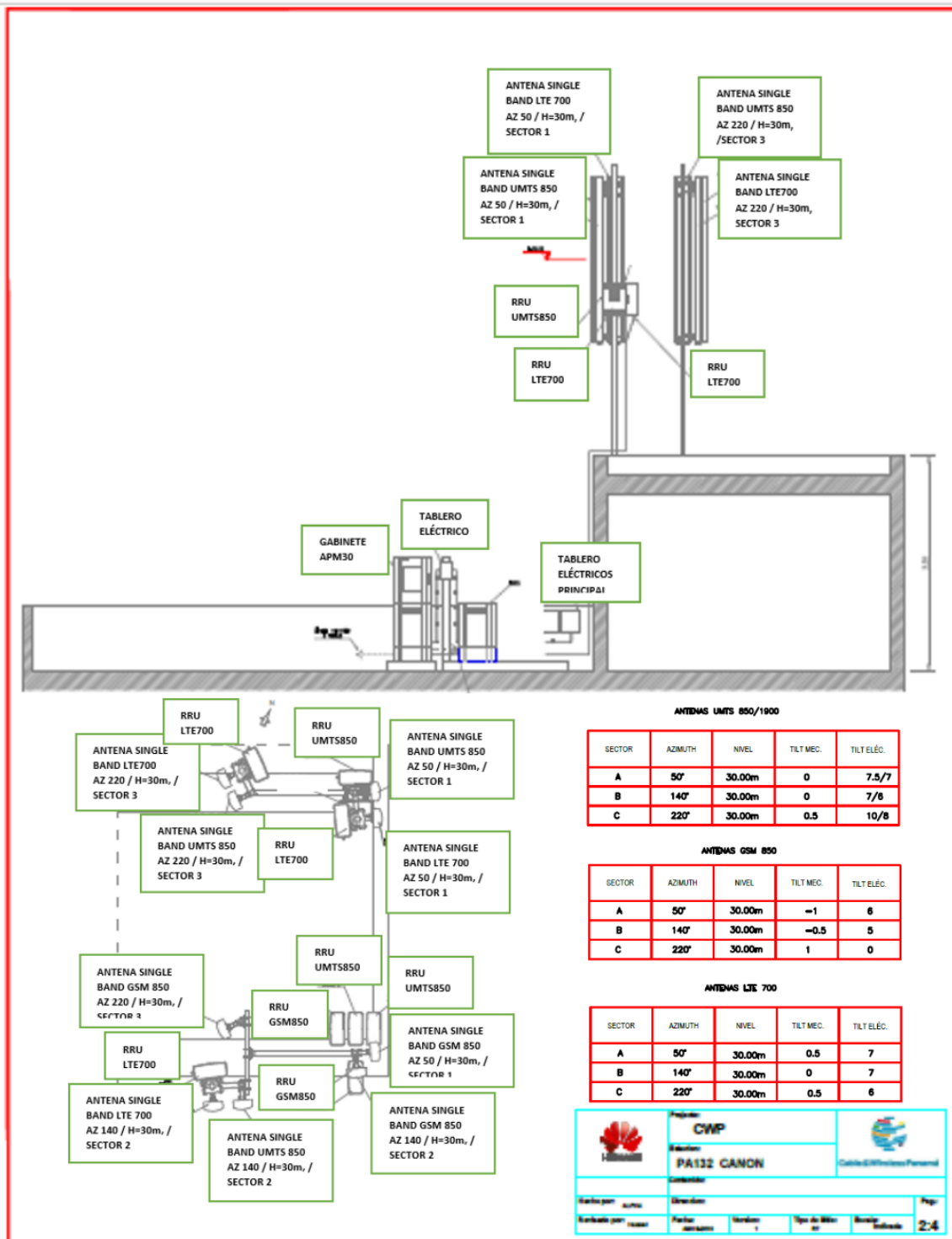


Figura 27 Plano de alzado de equipos existente.

4.5.3. Dibujo e información de propuesta en el diseño de planta y alzado.

Por tema de pesos se propone cambiar la antena "Single Band" con tecnología "UMTS" de 850Mhz existente por una nueva antena "Dual Band" ADU4518R8V06 850Mhz/1900Mhz. Se requiere instalar tres nuevas "RRU" 3942 UL1900

Se requiere reutilizar la "RRU" 3268-700 Mhz , "RRU" 3942 850 Mhz

Se requiere conectar las "RRU" en la nueva antena "RRU"3942 UL1900 y "RRU" 3942 U850 Mhz

Los parámetros se muestran en la siguiente tabla y el dibujo de propuesta de ingeniería de planta y alzado de muestra en el siguiente dibujo. [20] (Ver Tabla 5)

La figura 28 muestra el dibujo de planta con toda la información recolectada de los equipos existentes y equipos propuestos.

La figura 29 muestra el dibujo de alzado con toda la información recolectada de los equipos existentes y equipos propuestos.

ANTENAS	Azimuth (grados)	Altura(metros)	Tilt Eléctrico	Tilt Mecánico
GSM850/UMTS850- UL1900/LTE 700				
Sector 1	50 / 50 /50	30 / 30 /30	6 / 7 /7	-1 / 0 /0
Sector 2	140 / 140 /140	30 / 30 /30	5 / 7 /7	0 / 0 /0
Sector 3	220 / 220 /220	30 / 30 /30	0 / 10 /6	1 / 0 /0

Tabla 5 Parámetros de propuesta de Radiofrecuencia

Una vez concluida la ingeniería, el líder encargado del proyecto, va a las oficinas del cliente en búsqueda de su aprobación de toda la ingeniería. De esta forma una vez aprobada la ingeniería, se puede dar inicio a la construcción y la instalación correcta de los equipos como lo muestra la ingeniería realizada.

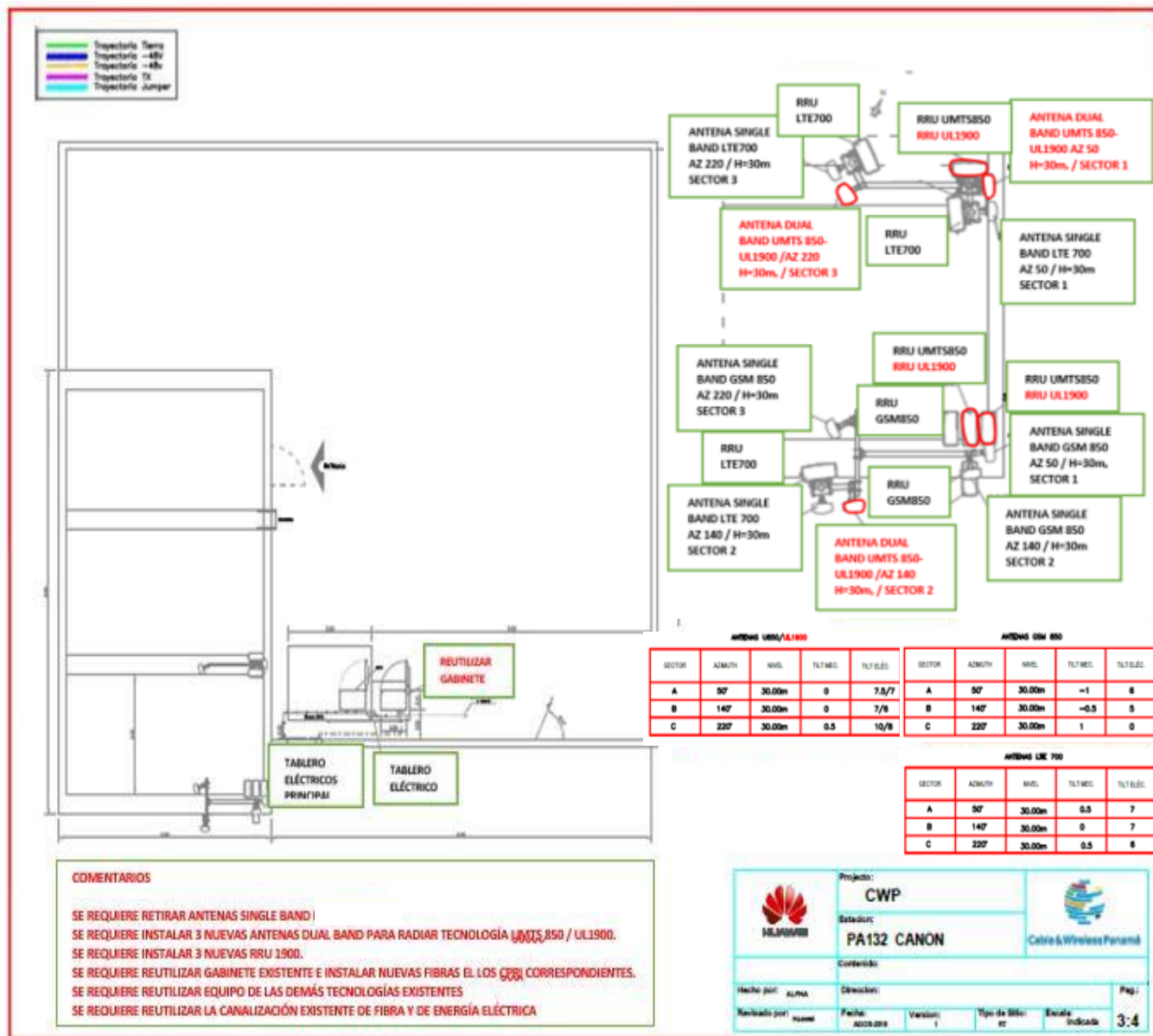


Figura 28 Plano de Planta de equipos propuestos (color rojo)

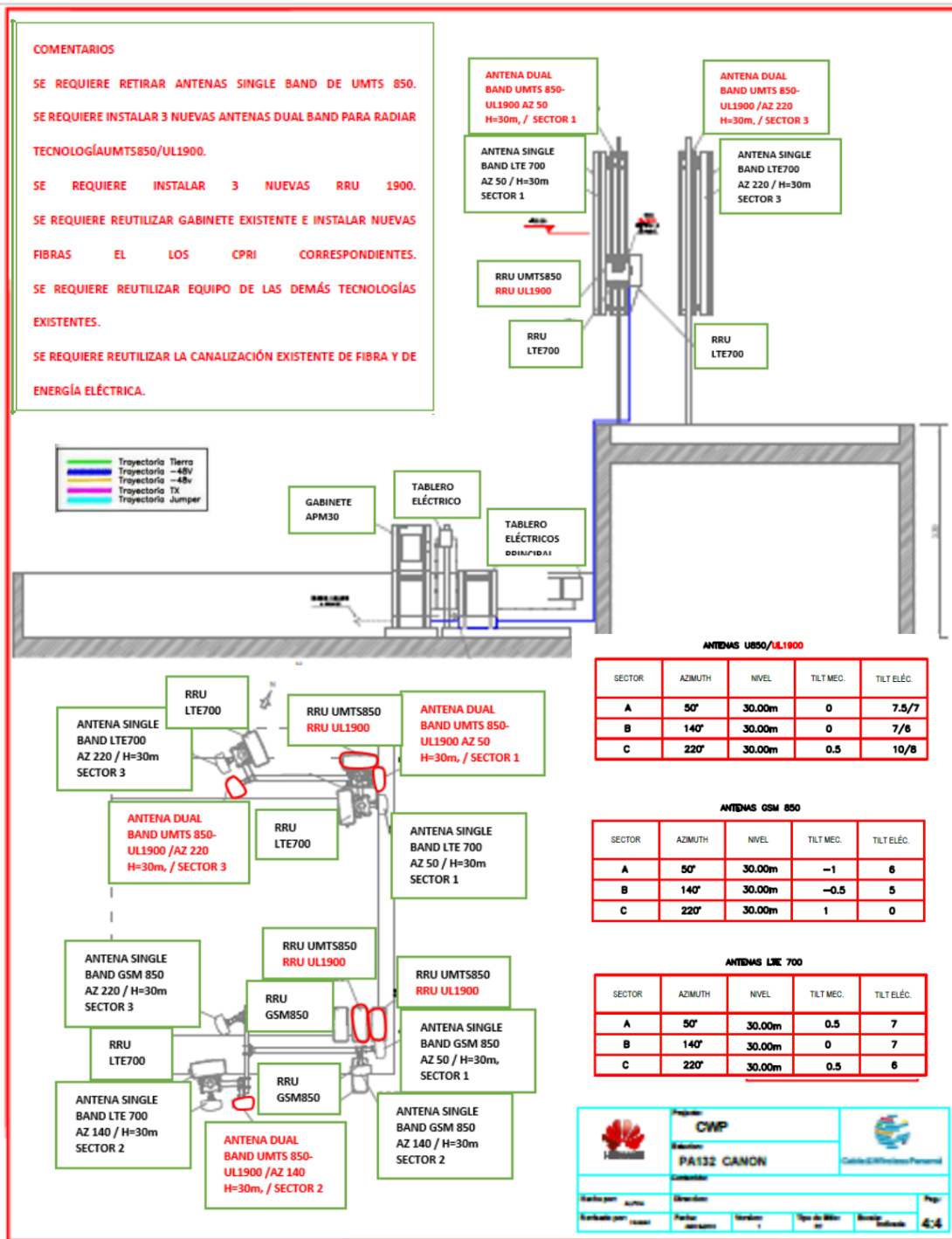


Figura 29 Plano de Alzado de equipos propuestos (color rojo)

CONCLUSIONES

Este reporte, es la muestra del conocimiento teórico adquirido en la universidad uniéndolo con el conocimiento práctico de la experiencia laboral adquirida en una de las ramas más importantes de hoy en día y el futuro en el mundo, el sector de las telecomunicaciones.

El principal objetivo del “departamento de survey y diseño” es mostrar en un diseño la planificación, desarrollo e instalación de una propuesta de ingeniería para sitios nuevos o cambios de tecnologías “GSM, UMTS, LTE” en cada proyecto.

En cada uno de los proyectos a realizar se hace una minuciosa revisión de la información recaudada en el levantamiento de la visita a sitio, logrando en primera estancia la aprobación del cliente. Obtenida la información actualizada, correcta y aprobada por el cliente, “el líder de survey y diseño”, manda a cada departamento esta información. Una vez recibidas las propuestas de los departamentos, estas son analizadas. Una vez después elegida la propuesta más viable, se da inició con la creación de la ingeniería, esta se realiza en un software de diseño, cumpliendo con la calidad, claridad e información requerida por el cliente.

Cada una de las ingenierías entregadas a cliente, son verificadas detalladamente por su equipo de trabajo, logrando tener como resultado la aprobación inmediata de cada una de la ingeniería.

Puedo mencionar que, a través de un aprendizaje constante, se logró adquirir diversas habilidades en cada proyecto, como: dominio en gestión de proyectos, administración de un proyecto, interacción de negocio con cliente, control de trabajo de equipo, habilidad de dar respuestas inmediatas y con solución viable, saber trabajar bajo presión, toma de decisiones, tener seguridad personal y profesional, así como la infinidad de conocimientos aprendidos con la práctica.

En la parte de ingeniería, se adquiere un mayor aprendizaje practico en la parte la conexión de diagramas eléctricos en AC y DC, Funcionamiento de multiplexores, convertidores, rectificadores, configuraciones de equipos, conocimientos de espectros y bandas(antenas), conocimientos de cableados y fibras ópticas, además de tener un dominio en software de diseño como: “AUTOCAD, CATIA, SCKETCHUP” y programas de cálculo como EXCEL y MATLAB.

Gracias a todo el conocimiento adquirido en la universidad y en la vida profesional, logré cumplir todas mis objetivos y metas trazadas, es así, que logré participar en más de diez proyectos de América Latina, en los cuales cinco de ellos fui líder de proyecto, además de realizar estancias internacionales.

RECOMENDACIONES

Para el sector de telecomunicaciones, en todas las áreas antes de hacer algún movimiento se requiere de la realización de simulaciones

El área de diseño se especializa en la realización de diseños de infraestructura, equipos, espacios, orientaciones e información, los cuales se les hace llegar a los instaladores, de esta forma ellos pueden realizar una instalación más clara y correcta en el sitio.

En mi experiencia, el hecho de estudiar electrónica y entender el funcionamiento del área desde lo más elemental hasta un panorama complejo, me ayudo a crecer profesionalmente, y de esta forma entender otras áreas como radiofrecuencia, configuraciones en Wireless, circuitos AC/DC.

Al integrar la parte teórica de nuestra formación con la experiencia laboral nos convierte en profesionistas más competitivos en el sector.

Mi principal recomendación para la universidad es tener materias o cursos de normas y estándares de diversas áreas para que el egresado este familiarizando y tenga un mayor entendimiento de las normas que conlleva cada proyecto.

Tener dentro de la universidad certificaciones de mejoras continuas, de procesos, para que el alumno adquiera habilidades, que podrá implementar en su vida profesional.

Es necesario tener conocimientos administrativos y dominio de softwares administrativos, por lo cual será necesario llevar como optativa una materia en el plan de estudios de la facultad.

Hoy en día las empresas son trasnacionales por lo cual requieren un nivel de inglés avanzado y un segundo idioma optativo por lo cual es necesario poner énfasis en esto.

Realizar una evaluación en el plan de estudios que no vaya enfocado tanto a lo teórico-científico, ya que cada vez la demanda profesional requiere de personal más práctico.

Destacar, que nuestra universidad gracias a su gran trabajo realizado con los alumnos, es una de las universidades mejor evaluadas y de gran prestigio, lo cual es de gran atractivo en la industria al momento de seleccionar a su equipo de trabajo.

ANEXOS

A) TIPOLOGÍAS DE SITIOS

En telecomunicaciones, existen varias tipologías, acorde en donde se instalará el equipo, es la denominación que se le asigna al sitio. A continuación, se explicará más a detalle estas tipologías

“ROOF TOP NUEVO”

Los sitios “roof top” nuevos son todos aquellos que se van a construir en azoteas de casas o edificaciones donde se puedan colocar las antenas, ya sea algún tipo de torre o sobre la misma estructura de la edificación. (Ver figura A1)



Figura A1 Sitio Roof Top nuevo

“ROOF TOP EXISTENTE”

Estos sitios son todos aquellos en donde existen equipos/torre en azotea, y se realizara una expansión o sustitución de equipos. (Ver Figura A2)



Figura A2 Sitio Roof Top existente

“ROWLAND/GREENFIELD EXISTENTE”

Se les nombra sitios de colocación a todos aquellos sitios donde existe una torre o edificación la cual está construida sobre campo. (Ver Figura A3)



Figura A3 Sitio Rowland-Greenfield Existente

“ROWLAND/GREENFIELD NUEVO”

Se les nombra sitios de colocación a todos aquellos sitios donde se instalará una torre o edificación sobre campo. (Ver Figura A4)



Figura A4 Sitio Rowland-Greenfield Nuevo

“ROWLAND/GREENFIELD EXISTENTE”

Se les nombra sitios de colocación a todos aquellos sitios donde existe una torre o edificación la cual está construida sobre campo. (Ver Figura A3)



Figura A3 Sitio Rowland-Greenfield Existente

“ROWLAND/GREENFIELD NUEVO”

Se les nombra sitios de colocación a todos aquellos sitios donde se instalará una torre o edificación sobre campo. (Ver Figura A4)



Figura A4 Sitio Rowland-Greenfield Nuevo

“COW”

Se le nombra COW a todo sitio en el cual todo el equipo de telecomunicaciones está en un carrito de traslado (gabinetes, mástiles, cableado, antenas, “RRU” y torre. (Ver Figura A8)



Figura A8 Sitio COW

B) ANÁLISIS DE TORRES

TORRE AUTO SOPORTADA [6]

- Medida de torre completa (se debe de medir desde la placa base de la torre hasta la parte superior de la última sección)
- Modelo de torre triangular o cuadrada
- Numero de secciones
- Diámetro o medida de espesor por pierna y sección
- Inclinación de torre
- Apertura entre piernas parte inferior
- Apertura entre piernas parte superior
- Para todos los casos de deben de medir la altura de plataformas, barras de tierras

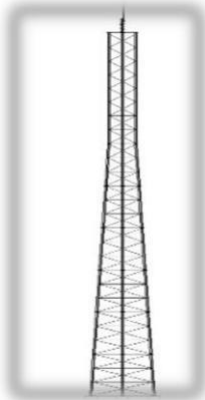


Figura B1



Figura B2



Figura B3

Figura B1 Vista de cara de Torre Triangular Autoportada con Sección Recta y Pierna Tubular
Figura B2 Vista de cara de Torre Triangular Autoportada con Pierna Angular
Figura B3 Vista de cara de Torre Cuadrada Autoportada con Pierna Angular

x



Figura B1



Figura B2



Figura B3

TORRE ARRIOSTRADA

- Medida de torre completa (se debe de medir desde la parte inferior del tramo cero hasta la parte superior de la última sección)
- Modelo de torre triangular, cuadrada o tubular
- Medidas desde el tramo cero hasta cada uno de los triangulos estabilizadores
- Numero de secciones
- Diámetro de pierna
- Apertura entre piernas parte inferior
- Apertura entre piernas parte superior
- Apertura de los tensores
- Dimensiones de dados de concreto
- Para todos los casos de deben de medir la altura de plataformas, barras de tierras.

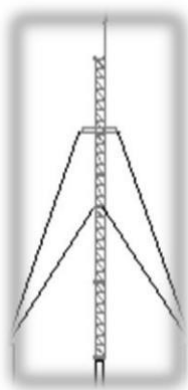


Figura B4



Figura B5

Figura B4 Vista de cara de Torre Triangular o cuadrada arriostrada

Figura B5 Vista de cara de Torre Tubular arriostrada



Figura B4



Figura B5

TORRE MONOPOLO

- Medida de monopolo completo (se debe de medir desde la parte inferior del tramo cero hasta la parte superior de la última sección)
- En el caso de ser seccionado se debe de medir cada tramo
- Numero de secciones
- Diámetro de cada sección
- En los casos de los monopolos cónicos diámetro inferior y superior
- Para todos los casos de deben de medir la altura de plataformas, barras de tierras.



Figura B6



Figura B7

Figura B6 Vista de cara Monopolo seccionado

Figura B7 Vista de cara Monopolo Cónico



Figura B6



Figura B7

TORRE MÁSTILES

- Medida de mástil completo (se debe de medir desde la parte inferior del tramo cero hasta la parte superior de la última sección)
- En el caso de ser seccionado se debe de medir cada tramo
- Numero de secciones
- Diámetro de cada sección
- Para todos los casos de deben de medir la altura de barras de tierras
- Separación de atizador y mástil
- En el caso de mástiles multiantena la separación entre mástiles horizontalmente.

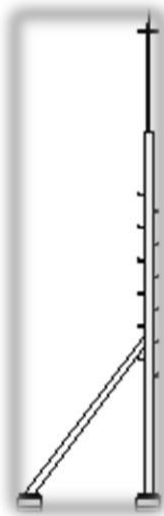


Figura B8 Vista de cara mástil



Figura B8 Vista de cara mástil

TORRE ESPECTACULARES

- Medida del monopolo desde el nivel de banqueta hasta la altura de los equipos o inicio del espectacular
- Diámetro del Poste o Monopolo
- Altura del espectacular
- Para todos los casos se deben de medir la altura de barras de tierra
- Para algunos sitios, hay un mástil que se desplanta a la altura del espectacular, se debe de tomar total de las antenas

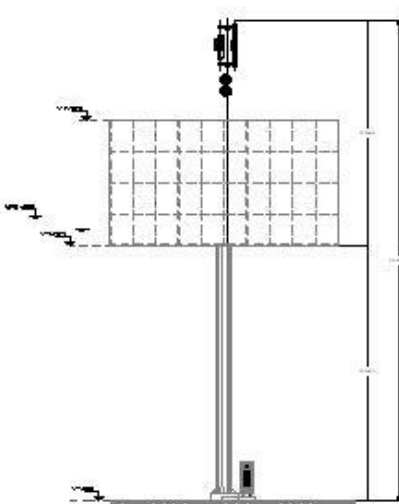


Figura B9 Vista de cara mástil



Figura B9 Vista de cara Monopolo camuflaje

C) LECTURA DEL ETIQUETADO DE LA ANTENA

¿COMO LEER EL ETIQUETADO DE LAS ANTENAS? [8]

ETIQUETADO

El primer paso para poder leer las características que tiene cada antena, es por comenzar a leer el etiquetado de izquierda a derecha. Cada guion separa un dato diferente que tiene la antena. A continuación, se explicará qué datos contienen las antenas y de este modo saber identificarlas. Ver figura C1

Antenna Type Naming Rule

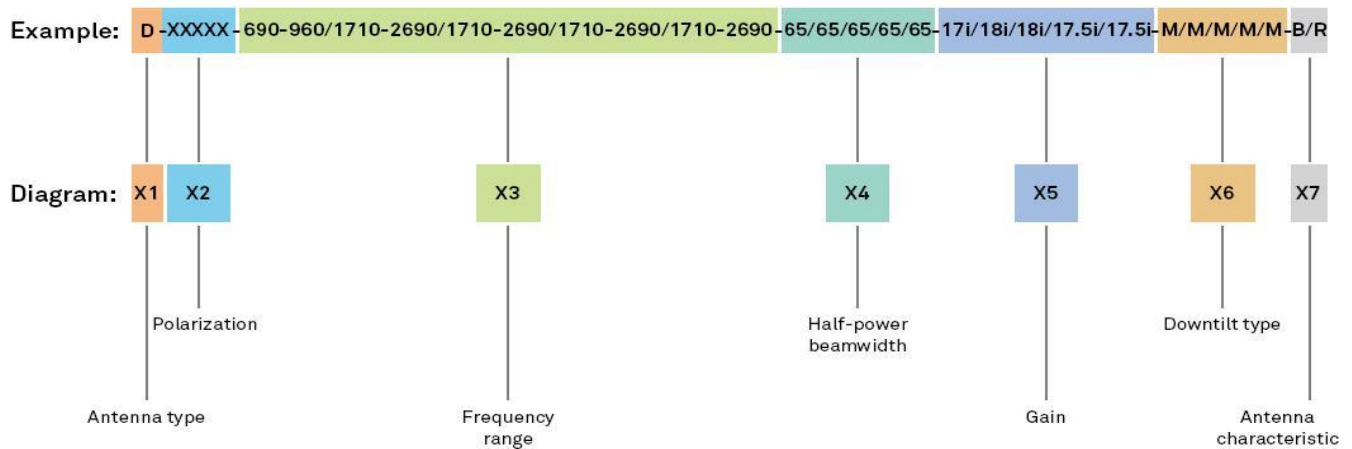


Figura C1 Etiquetado de Antenas

Dato 1 (TIPO DE ANTENA)

En el primer dato se podrá identificar ¿Qué tipo de antena es? Acorde a la inicial que se tenga, será el tipo de antena. Ver figura C2

Dato 2 (POLARIZACIÓN)

En el segundo dato se podrá identificar ¿Qué tipo de polarización es? Acorde a la letra inicial que se tenga, será el tipo de polarización. Además, saber ¿Cuál es el número de tecnologías que se podrán conectar? Acorde a la cantidad de letras que se tenga se puede saber el número de tecnologías. Ver figura C2

Dato 3 (FRECUENCIA)

En el tercer dato se podrá identificar ¿Qué frecuencia(as) tiene la antena? Se mostrará entre que rangos de frecuencia radiará la antena. Ver figura C2

Dato 4 (ANCHO DE HAZ)

En el cuarto dato se podrá identificar ¿Qué ancho de haz de media potencia tendrá? Se mostrará el ancho que tiene la antena. Ver figura C2

Dato 5 (GANANCIA)

En el quinto dato se podrá identificar ¿Qué ganancia tiene la antena? Se mostrará en decibeles que ganancia tiene la antena. Ver figura C2

Dato 6 (TILT ELÉCTRICO)

En el sexto dato se podrá identificar ¿Qué rango de tilt eléctrico tiene la antena? Ver figura C2

Dato 7 (DATO EXTRA)

Es opcional, solo si la antena cuenta con un dispositivo integrado, se anexará una letra para tener conocimiento de ello. Ver figura C2

X1	D	Directional
	O	Omni-directional
	C	Cluster
	I	Indoor
	Number + M	Multi Beam, 3M means three beams
	CP	Camouflage Pipe
	CS	Camouflage Square Column
X2	X	X Polarization
	V	Vertical Polarization
	H	Horizontal Polarization
	C	Circular Polarization

Figura C2 Etiquetado de Antenas

X3	Number	Frequency Bandwidth
X4	Number	Half-power Beam Width
X5	Number	Gain(dBi)
X6	Number + Letter	0F: Fixed Downtilt
	Letter	M: Electrical Downtilt

Figura C2 Etiquetado de Antenas

X7	C	Combiner Integrated
	B	Bias Tee Integrated
	T	TMA Integrated
	R	RCU Integrated
	AS	Azimuth Steering
	HE	High Efficiency
	ESLS	Enhanced Side Lobe Suppression
	AISU	Antenna Information Sensor Unit

Figura C2 Etiquetado de Antenas

CARACTERES EN LOS TIPOS DE ANTENAS Y COLORES PARA IDENTIFICAR EL RANGO DE FRECUENCIAS

Notes for frequency characters:

45: Single-band antennas (450-470 MHz)
70: Single-band antennas (690-960 MHz)
79: Single-band antennas (790-960 MHz)
19: Single-band antennas (1710-2200 MHz or 1710-2170 MHz)
26: Single-band antennas (1710-2690 MHz)
DU: Dual-band antennas
TR: Tri-band antennas
QU: Quad-band antennas
PE: Penta-band antennas
SI: Six-band antennas
HP: Hepta-band antennas
OC: Octa-band antennas
TD: TDD antennas
MB: Multi-beam antennas

Figura C3 Etiquetado de Antenas

Upper Band Edge Range	Assigned Colour Code
700MHz to 1000MHz	RAL 3020
1001MHz to 1700MHz	RAL 6029
1701MHz to 2300MHz	RAL 5015
2301MHz to 4000MHz	RAL 1023

Figura C4 Etiquetado de Antenas

D) TIPOS DE ANTENAS

En general, como todo dispositivo tecnológico, se tiene un catálogo de diferentes equipos los cuales se divide por gamas y diferentes capacidades a desempeñar. A continuación, se mostrará los tipos de antenas usados.

ANTENA OMNIDIRECCIONAL

Una antena omnidireccional es aquella antena que radia al espacio potencia de forma uniforme en todas las direcciones.

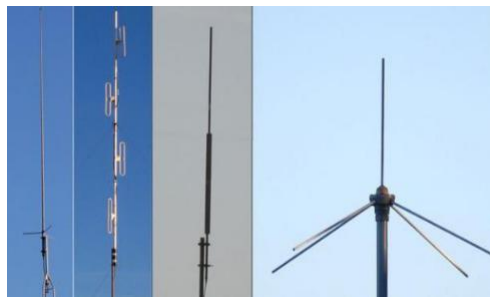


Figura D1 Antenas Omnidireccionales

ANTENA SINGLE BAND O CROSS POLE

- Admite solo 1 tecnología
- Admite solo 1 frecuencia

Antenna Specifications

Electrical Properties				
Frequency range (MHz)	690 - 960			
	690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960
Polarization	+45°, -45°			



Figura D2 Antena Single Band o Cross Pole

ANTENA QUAD POLE

- Admite solo 2 tecnología
- Admite solo 1 frecuencia

Antenna Specifications

Electrical Properties				
Frequency range (MHz)	2 x (690 - 960)			
	690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960
Polarization	+45°, -45°			



Figura D3 Antena Quad Pole

ANTENA DUAL BAND

- Admite solo 2 tecnología
- Admite solo 2 frecuencias

Electrical Properties						
Frequency range (MHz)	790 - 960			1710 - 2180		
	790 - 862	824 - 894	880 - 960	1710 - 1880	1850 - 1990	1920 - 2180
Polarization	+45°, -45°					



Figura D4 Antena Dual Band

ANTENA SIX POLE

- Admite solo +2 tecnología
- Admite solo 1 frecuencia

Electrical Properties		
Frequency range (MHz)	1710 - 2200	
	1710 - 1990	1920 - 2200
Polarization	+45°, -45°	

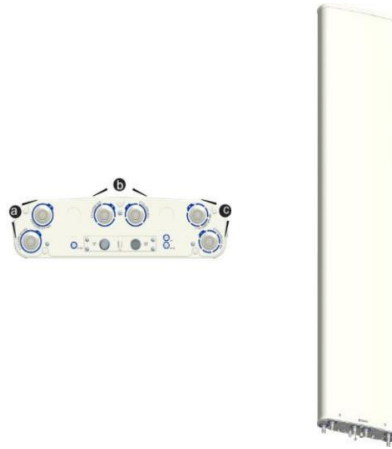


Figura D5 Antena Six Pole

ANTENA THREE POLE

- Admite solo +2 tecnología
- Admite solo +2 frecuencias

Electrical Properties						
Frequency range (MHz)	790 - 960			2 x (1710 - 2180)		
	790 - 862	824 - 894	880 - 960	1710 - 1880	1850 - 1990	1920 - 2180
Polarization	+45°, -45°					

Electrical Properties								
Frequency range (MHz)	690 - 960				2 x (1695 - 2690)			
	690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960	1695 - 1990	1920 - 2200	2200 - 2490	2490 - 2690
Polarization	+45°, -45°							



Figura D6 Antena Three Pole

ANTENA OCTA POLE

- Admite solo +3 tecnología
- Admite solo +3 frecuencias

Antenna Specifications

Electrical Properties			
Frequency range (MHz)	2 x (1710 - 2200)		
	1710 - 1880	1850 - 1990	1920 - 2200
Polarization	+45°, -45°		

Electrical Properties							
Frequency range (MHz)	690 - 960				1427 - 2200		
	690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960	1427 - 1518	1695 - 1990	1920 - 2200
Polarization	+45°, -45°				+45°, -45°		

Frequency range (MHz)	2 x (1695 - 2690)			
	1695 - 1990	1920 - 2200	2200 - 2490	2490 - 2690
Polarization	+45°, -45°			

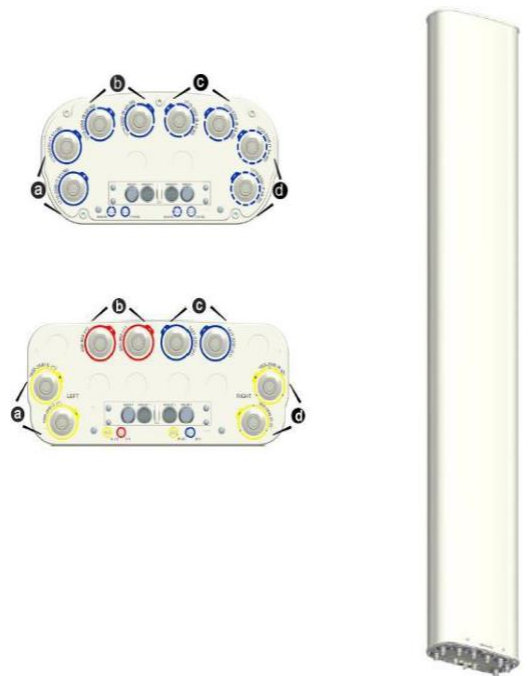


Figura D7 Antena Octa Pole

ANTENA TEN POLE

- Admite solo +3 tecnología
- Admite solo +3 frecuencias

Electrical Properties							
Frequency range (MHz)	690 - 960				2 x (1695 - 2200)		2 x (2490 - 2690)
	690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960	1695 - 1920	1920 - 2200	
Polarization	+45°, -45°						

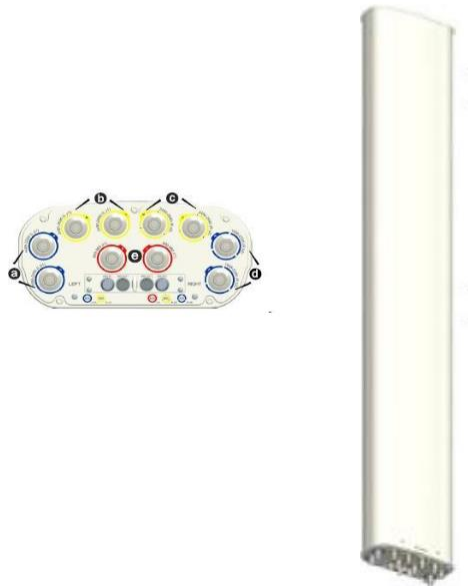


Figura D8 Antena Ten Pole

E) CONEXIONES DE RRU

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE UNA RRU (Radio Remote Unit)

Todo dispositivo electrónico, en este caso una "RRU", debe tener un seriado de conexiones como, por ejemplo, alimentación, aterrizaje, interconexión con otro dispositivo, alarmas, etc. Estas se mostrarán en el siguiente diagrama. Ver figura E1

- A) Conexión de cable de tierra.
- B) Conexión entre "RRU" y antena("Jumper").
- C) Conexión de cableado para alimentación "DC".
- D) "CPRI" Cable Óptico (Fibra Óptica).
- E) Interconexión de cable "AISG" (Auxiliar de tilt eléctrico para antena)
- F) Interconexión de cable "AISG" (Auxiliar de tilt eléctrico para antena)

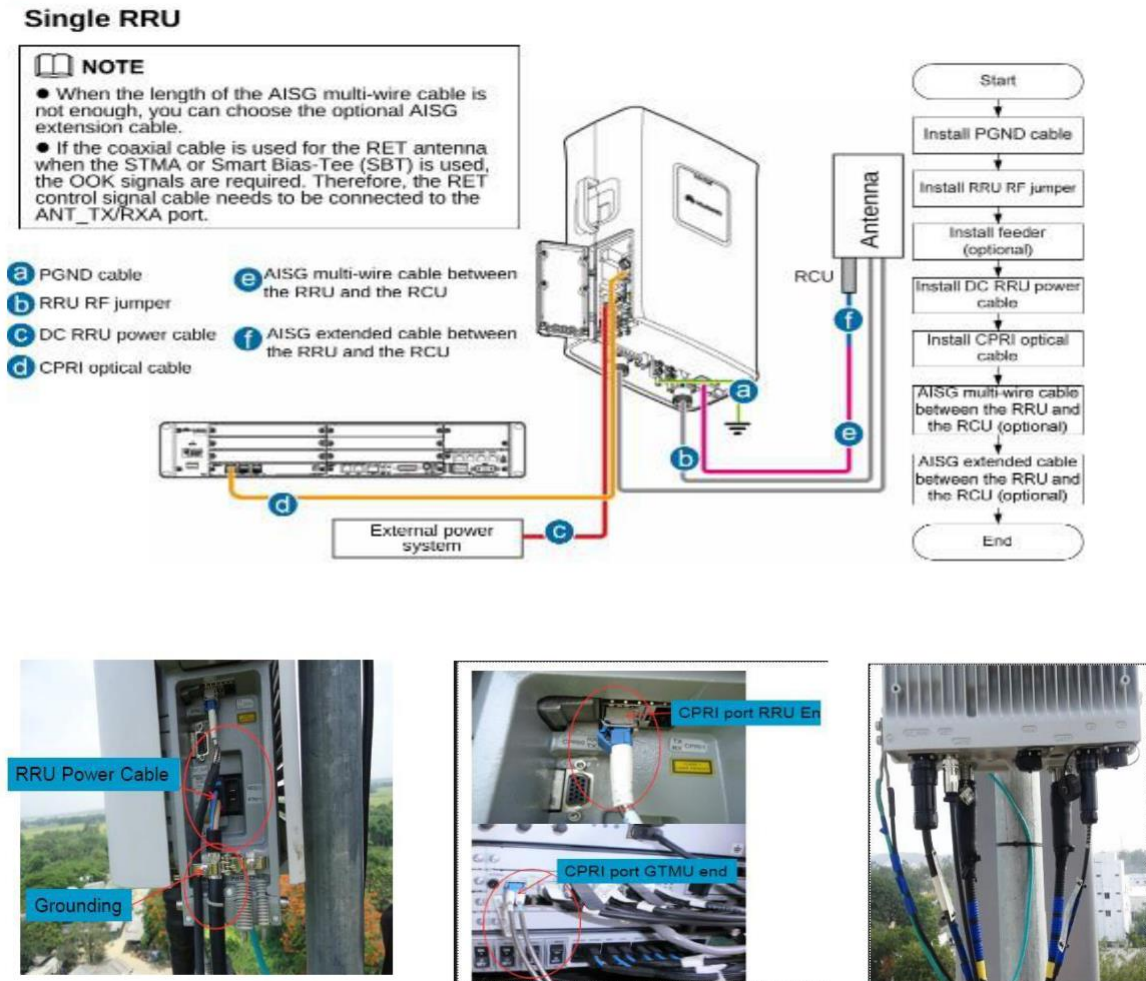


Figura E1 Radio Remote Unit(RRU)

MODELOS DE RRU MAS USADOS

A continuación, se muestra la siguiente tabla con los modelos de “RRU” más utilizados, la tecnología que puede soportar y la cantidad de puertos disponibles.

Modelo	Tecnología	Puertos
3804	GSM/UMTS	2 Puertos
3936	GSM/UMTS	2 Puertos
3942	GSM/UMTS/LTE	2 Puertos
3942	GSM/UMTS/LTE	4 Puertos
3952	GSM/UMTS/LTE	4 Puertos
3953	GSM/UMTS/LTE	4 Puertos
3808 (2X40)	LTE AWS	4 Puertos
3841 (2X40)	LTE AWS	4 Puertos
3841 (2X60)	LTE AWS	4 Puertos
3262 (2T4R) 2x40	LTE 700	4 Puertos
3262 (2T4R) 2x60	LTE 700	4 Puertos
3832 (2T4R) 2x40	LTE AWS	4 Puertos
3832 (2T4R) 2x60	LTE AWS	4 Puertos
3971 (4T4R)	LTE AWS	4 Puertos
5301 (4T4R)	LTE 700	4 Puertos



Figura E2 RRU 2 Puertos

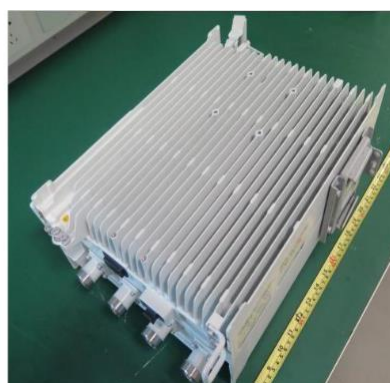


Figura E3 RRU 4 Puertos

F) DISPOSITIVOS AUXILIARES EN ANTENAS

UNIDAD DE CONTROL REMOTA

Este dispositivo multifuncional se conecta por cable y se puede usar para monitorear los resultados de las mediciones y cambiar las configuraciones en tiempo real.

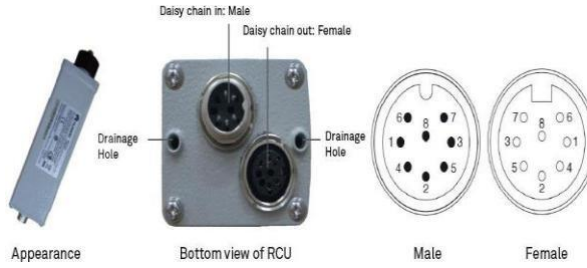


Figura F1 Unidad de Control Remota

CABLE AISG

Este cable sirve como interconexión entre la "RRU" y el "RET" instalado en la antena

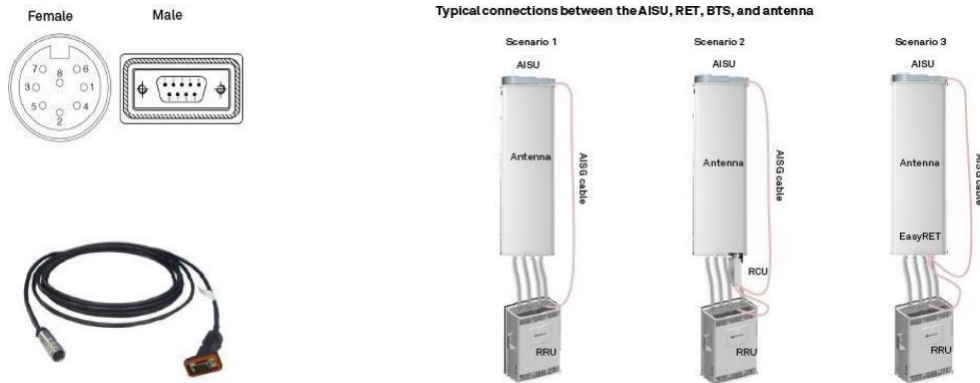


Figura F2 Cable AISG

COMBINADOR

El combinador de RF se utiliza por lo tanto en aplicaciones donde es necesario transmitir múltiples señales sobre un solo medio.



Figura F3 Combinadores

SPLITTER

Divisor de RF Dispositivo que permite dividir una entrada de señal de RF en dos o más salidas



Figura F4 Splitter

G) GABINETES

Los gabinetes de telecomunicaciones (también llamados gabinetes para servidores o para redes) son elementos que permiten y facilitan dicha administración o acomodo; no obstante, la configuración de cada gabinete es única, pues está considerada para cubrir las necesidades específicas de una red determinada.

GABINETE TP48200A

DIMENSIONES

La base de los gabinetes es 1000 mm x 650 mm x 650mm (no se considera la parte sobresaliente de la puerta).

Se tiene que considerar que, en ambos tipos de gabinetes, las puertas abren hacia la derecha por lo que se deberá tener una separación mínima de 4cm. [8]

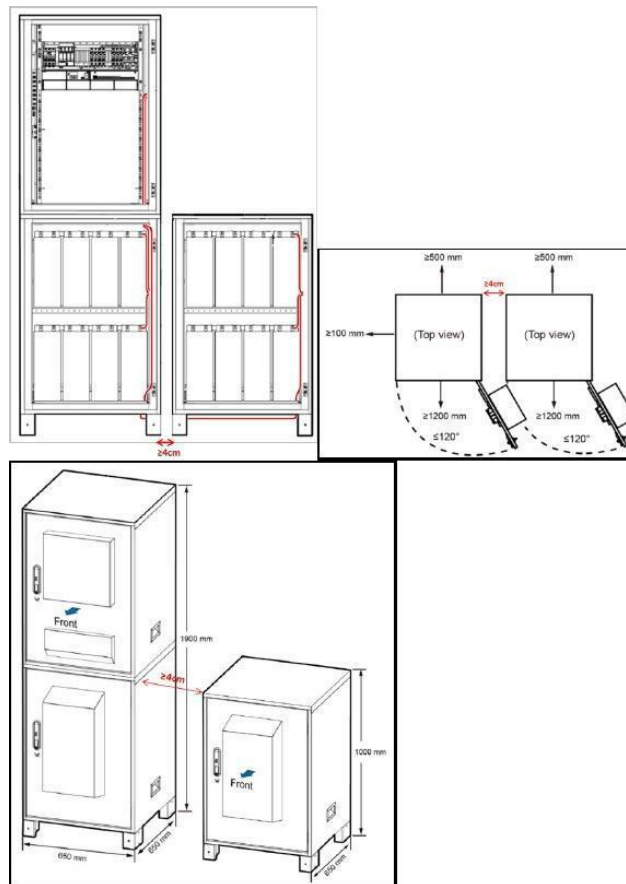
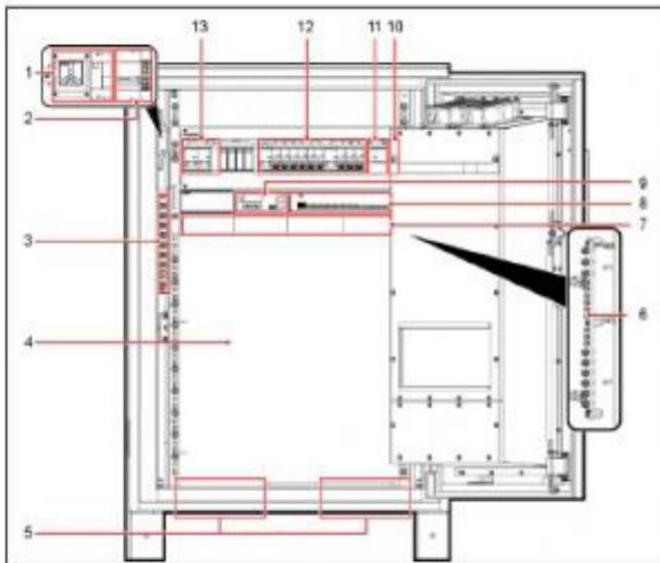


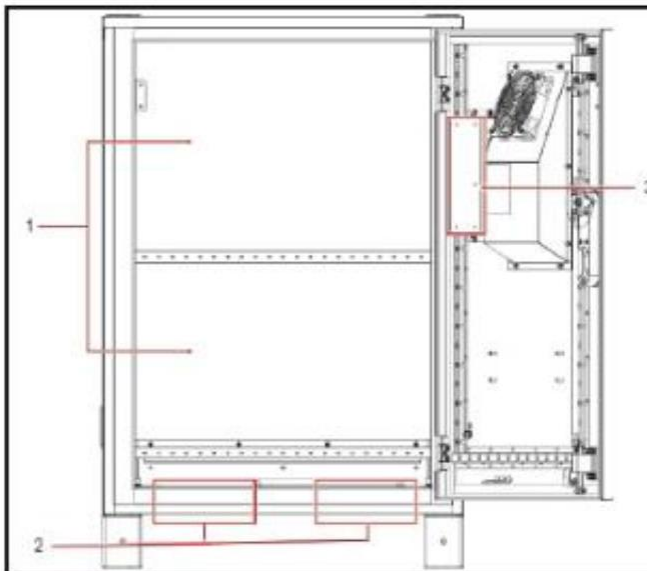
Figura G1 Medidas Gabinete TP48200A

DISTRIBUCIÓN INTERNA



1	Socket de mantenimiento y breaker
2	Breaker de salida AC
3	Barra de aterramiento
4	Espacio para equipos (IDU , BBU , DCU , ETC)
5	Módulos de entrada
6	Barra +0v
7	Espacio para instalación de rectificadores
8	UIM02C
9	SMU02B
10	3er breaker de batería
11	Breaker de batería (TP48200A y TBC300A)
12	Breaker de carga (DCU , TCUA , IDU , etc)
13	Breaker general de entrada de energía AC

Figura G2 Distribución interna parte superior Gabinete TP48200A



1	Espacio para instalación de baterías
2	Módulos de entrada
3	TCUC

Figura G3 Distribución interna parte inferior Gabinete TP48200A

A continuación, se mostrará imágenes de los 3 gabinetes más usados en un sitio de telecomunicaciones

GABINETE TP48200A



Figura G4 Gabinete TP48200A

GABINETE APM30



Figura G5 Gabinete APM30

GABINETE APM30



Figura G6 Gabinete APM200

H) EQUIPO DENTRO DE GABINETE

RECTIFICADORES

Este equipo es el encargado de rectificar la señal de energía “AC”. De esta forma la onda sea convertida a - 48DC.

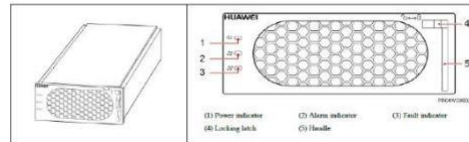


Figura H1 Tipos de rectificadores

REJILLA CON INTERRUPTORES

Este equipo es el encargado de proteger cargas de cualquier equipo a instalar en el sitio. Contiene interruptores instaladas con diferentes amperajes ya que cada equipo tiene una resistencia asignada



Figura H2 Rejilla de breakers

DCDU

Este equipo es el encargado de proteger cargas de cualquier equipo a instalar en el sitio. Este dispositivo se utiliza exclusivamente para conectar “RRU” y “BBU”.



Figura H3 DCDU

EQUIPO DE TRANSMISIÓN

Este equipo es el encargado proporcionar la transmisión al nuevo equipo. Este equipo es conectado a la "BBU". EN caso de que la transmisión provenga de las antenas microondas, es descartado.



Figura H4 Equipo de transmisión

BBU

La BBU3900 de Huawei está basada en un diseño modular mediante el cual se puede configurar una estación base según nuestras necesidades de manera fácil, añadiendo simplemente nuestras tarjetas, ya sea para ampliar la capacidad de transmisión, la de proceso o para implementar una nueva tecnología en un nodo ya existente



Figura H5 BBU

BATERÍAS

Cada gabinete en sitio instalado debe llevar 2 líneas de baterías de repuesto por cualquier problema eléctrico que pueda suceder en el sitio. Estas son instaladas en la parte inferior del gabinete



Figura H6 Baterías

I) BBU Y TARJETAS

Instalación de BBU3900

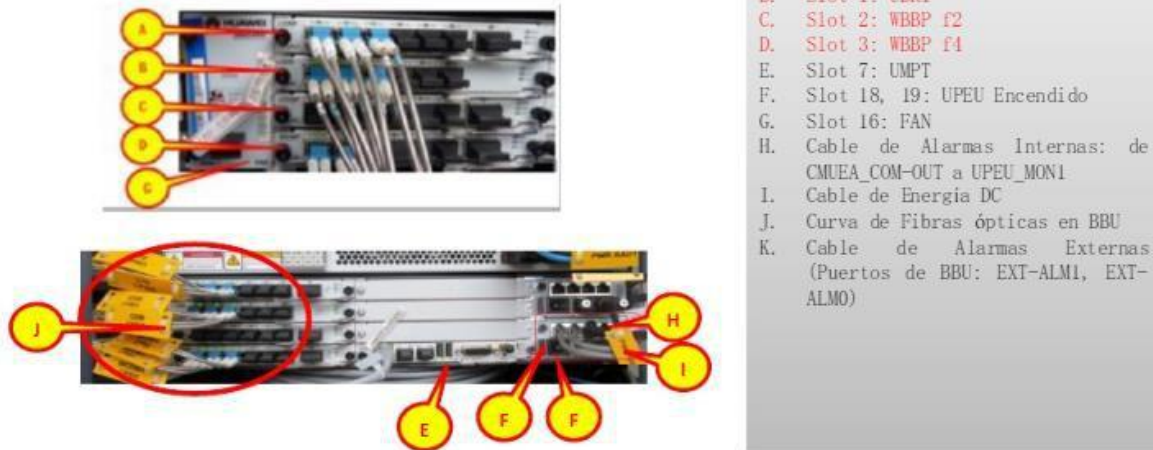


Figura I1 BBU con configuración de tarjeterías

TARJETERÍA

TARJETAS DE CONTROL

NOMENCLATURAS

- GSM Timing and Management (GTMU)
- WCDMA Main Processing and Transmission Unit (WMPT)
- LTE Main Processing and Transmission Unit (LMPT)
Universal Main Processing and Transmission Unit (LMPT)

GSM (GTMU)

La tarjeta GTMU es la entidad básica de transmisión y control de la "BBU" para la parte 2G. Es la Unidad fundamental encargada del control y transmisión del BBU3900 en el modo GSM.

WCDMA (WMPT)

La tarjeta WMPT es la Unidad fundamental encargada del control y transmisión del BBU3900 en el modo WCDMA. La tarjeta WMPT se encarga de procesar las señales y gestiona los recursos para las demás tarjetas de la parte 3G.

UMPT

Esta tarjeta realiza gestión de configuración de equipos, supervisión de rendimiento, procesamiento de señales y gestión de recursos de radio, también controla todas las tarjetas del sistema. Proporciona el reloj del sistema y el puerto de transmisión

UBFA

Es la unidad de ventilación del BBU3900

FAN

Controla la velocidad de los ventiladores y reporta el estado de los mismos a la tarjeta de control principal, monitorea la temperatura de la unidad y disipa el calor de la "BBU"

UPEU

Esta tarjeta es obligatoria ya que se encarga de transformar de -48v a +12v de corriente continua en la señal de entrada. Además, proporciona 2 puertos de entrada y 2 puertos para 8 señales de tipo Boolean

UEIU

Esta tarjeta se encarga de transmitir las señales de alarma y monitorización de los dispositivos externos a la tarjeta de control principal.

TARJETERÍAS DE PROCESADO DE BANDA BASE

NOMENCLATURAS

- Universal BaseBand Radio Interface Board (UBRI)
- WCDMA BaseBand Processing Unit (WBBP)
- LTE Base Band Processing Unit (LBBP)

UBRI

La tarjeta UBRI proporciona 6 puertos “CPRI” adicionales para facilitar la convergencia, distribución y transmisión de diferentes tecnologías entre la “BBU” y las “RRU” 900MHZ. Por lo regular los 3 primeros puertos se configuran para el despliegue de U900, mientras que los últimos tres se configuran para la tecnología “GSM CPRI” (1 modulo por sector)

WBBP

Es la unidad de procesamiento en banda base en el modo “UMTS”. La tarjeta WBBP es la encargada de procesar señales en banda base, además de proveer de los puertos “CPRI” necesarios para la comunicación con la “RRU”. En la tarjeta WBBP se insertan los módulos ópticos “CPRI” (1 modulo por sector).

LBBP

Es la unidad de procesamiento en banda base en el modo “LTE”. La tarjeta LBBP es la encargada de procesar señales en banda base, además de proveer de los puertos “CPRI” necesarios para la comunicación con la “RRU”. En la tarjeta LBBP se insertan los módulos ópticos “CPRI” (1 modulo por sector).

J) TIPOS DE CABLES

JUMPER

Este cable sirve como interconexión entre la “RRU” y la antena. Ver figura 14.1



Figura J1 Jumper

FIBRA ÓPTICA(Interconexión)

Este cable sirve como interconexión de un centro de transmisión del cliente, este cableado viene aéreo por los postes o subterráneo hasta interconectarse con algún equipo de transmisión. Ver figura 14.2



Figura J2 Fibra de interconexión

FIBRA ÓPTICA(Gabinete)

Este cable sirve como interconexión del equipo transmisión dentro de un gabinete, este es el que se interconecta con la “BBU”. Ver figura 14.3



Figura J3 Fibra de gabinete

FIBRA ÓPTICA(RRU)

Este cable sirve como interconexión del equipo transmisión dentro de un gabinete, este es el que se interconecta con la “BBU”. Ver figura 14.3



Figura J4 Fibra para RRU

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ANSI C63.4-2001. CISPER 16-1-4.
- [2] NOM-088/1-SCT1-2002. , Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Equipos de microondas sistemas para del servicio fijo multicanal punto a punto y punto a multipunto-parte I: Radio acceso multiple , 4 de marzo de 2003
- [3] CISPER 16 -1 -4: 2004, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods.
- [4]. Telecomunicaciones. Tecnologías, Redes y Servicios. 2ª Edición Actualizada. José Manuel Huidobro Moya. Ra-Ma S.A. Editorial Y Publicaciones.
- [5]. Comunicaciones móviles. Sistemas GSM, UMTS y LTE. José Manuel Huidobro Moya Editorial Ra-Ma
- [6]. Infraestructuras Comunes de Telecomunicación en Viviendas y Edificios. J. Esteban M. LÓpez. Editorial Inforbooks.
- [7]. Gestión de proyectos de instalación de telecomunicaciones. Ramón Ramírez Luz Editorial Paraninfo
- [8]. Manuales generales de Antenas Huawei <https://forum.huawei.com/enterprise/es/index.html>
- [9]. Manuales de equipos Huawei <https://forum.huawei.com/enterprise/es/index.html>.
- [10]. Estándar de Instalación Huawei -Modernización V1.4. JoseLuisMoralesInoñan . <https://es.scribd.com/document/372624698/Estandar-de-Instalacion-Huawei-Modernizacion-V1-4>
- [11]. Diccionario Enciclopédico de Términos Técnicos (1995) - Javier L. Collazo - Editorial McGraw Hill.
- [12]. Ley Federal de Metrología y Normalización y su Reglamento, Cámara de diputados H. Congreso de la Unión, Secretaria General, Secretaria de Servicios Parlamentarios, Publicada en el Diario Oficial de la federación 14 de Enero de 1999, Ultima Reforma 28 de noviembre de 2012.
- [13]. NOM-022-STPS-2008(Electricidad Estática en los Centros de Trabajo-Condiciones de Seguridad e Higiene)
- [14]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/8395/1/CARACTERIZACION%20DE%20UN%20CAMPO%20DE%20MEDIDAS%20DE%20ANTENAS.pdf>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1358/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-12.pdf>.
- [15]. Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones en Viviendas y Edificios (Ciclos Formativos) Juan Carlos MartíN Castillo; JosÉ MaríA Alba Carrascosa; JoaquíN ÁNgel VerdÚAroca · Editorial Editex
- [16]. Ingeniería de telecomunicaciones. Conceptos básicos, Autor: Jairo Restrepo Angulo, Editorial: U. de Medellín, Año de Edición: 2014
- [17]. Fundamentos de telecomunicaciones José Manuel Huidobro EDICIONES PARANINFO, A.A.
- [18]. Instalaciones de telecomunicaciones, Antonio Perez Luna Editorial Paraninfo.
- [19]. Calculo de Antenas, Armando Garcia, Dominguez, Editorial AlfaOmega.
- [20]. Técnicas y procesos en infraestructuras de telecomunicaciones, El autor, Juan M. Millán, Editorial Parainfo.
- [21]. Instalaciones de telecomunicaciones. Prácticas y ejercicios, Los autores, Tomás Hidalgo Iturralde y Luis Miguel Cerdá Filiu, Editorial Parainfo.