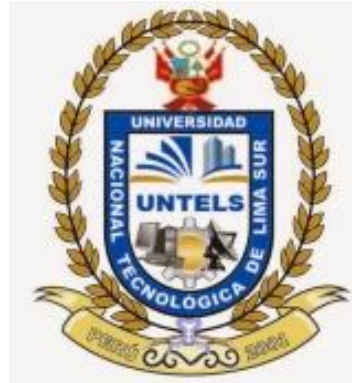


UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL
CARRERA PROFESIONAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN eNODO B CON TECNOLOGÍA 2G, 3G, 4G LTE
DEL OPERADOR ENTEL-PERÚ EN EL DISTRITO DE SANTA TERESA-
CUSCO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RIVERA GUADAMUR, LEYDI ELENA

Villa El Salvador
2016

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional y por ser mis guías en este largo camino, por sus sabios consejos y sobre todo por alentarme a seguir adelante para cumplir mis sueños.

A una persona muy especial que ha sido el motor y motivo para seguir adelante y luchar por mis sueños.

A mi familia por todo su apoyo para cumplir mis metas, por ser los cómplices de todos mis logros.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por ser el guía a lo largo de toda mi carrera profesional.

A mi madre, Maritza Roxana Guadamur Olaechea, por haberme inculcado una buena educación, por ser una madre ejemplar, por enseñarme a ser perseverante con lo que me propongo.

A mi familia y amigos, por darme motivos para seguir adelante cumpliendo con mis objetivos y metas.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	04
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	05
1.2. Justificación del Problema.....	05
1.3. Delimitación del Proyecto.....	05
1.3.1 Conceptual y teórico.....	06
1.3.2 Espacial.....	07
1.3.3 Temporal.....	07
1.4. Formulación del Problema.....	08
1.4.1 Problema central.....	08
1.4.2 Problemas específicos.....	08
1.5. Objetivos.....	09
1.5.1 Objetivo General.....	09
1.5.2 Objetivos Específicos.....	09
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1 Evolución de la tecnología móvil.....	15
2.2.2 Historia de la tecnología LTE.....	23

2.2.3 LTE 4G?.....	27
2.2.4 Comparación de LTE con sus predecesores.....	28
2.2.5 Estaciones base y red inalámbrica.....	30
2.2.6 Estaciones Base.....	31
2.2.7 Unicación de estaciones Base.....	31
2.2.8 Tipos de estaciones Base	21
2.2.9 Potencia de los niveles CEM del ambiente cerca de una estación Base.....	32
2.2.10 Niveles CEM de las estaciones Base.....	34
2.2.11 Funcionamiento de las estaciones Base.....	34
2.2.12 Seguridad RF en la proximidad de estaciones base y antenas.....	35
2.2.13 Infraestructura de una estación Base.....	35
2.2.14 UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network).....	41
2.2.15 E-UTRAN (Evolved Utran).....	43
2.2.16 Evolución a LTE.....	45
2.2.17 Nodo B.....	46
2.3 Marco Conceptual.....	55

CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN DE UN NODO B CON TECNOLOGÍA 2G, 3G, 4G LTE DEL OPERADOR ENTEL-PERÚ EN EL DISTRITO DE SANTA TERESA-CUSCO.....56

3.1 Análisis de la red de telefonía móvil de 2de, 3era, 4ta Generación.....	57
---	----

3.1.1 Descripción del Proyecto.....	57
3.1.2 Distrito de Santa Teresa.....	59
3.2 Construcción de la red de la telefonía móvil de 2da, 3era, 4ta Generación.....	63
3.2.1 Estudio Técnico del site (TSS) e implementación.....	63
I. Estudio e instalación en sala.....	63
A. Dimensiones.....	65
B. Distribución.....	66
C. Módulos rectificadores.....	69
D. Módulo de alarmas	70
E. Módulo SMU02B.....	72
1. Instalación de Gabinetes.....	74
A. Distribución de equipos en gabinete TP48200A- HX09A6.....	77
2. Distribución de Cableado Interno.....	80
3. Aterramiento de Gabinetes.....	84
4. Energizado AC de Gabinete.....	85
5. distribución DC.....	85
6. Instalación de sensores.....	87
7. Energizado de TCUA.....	92
8. Instalación de Cableado de Baterías (02 bancos).....	92
9. Estándar general de instalación de la BBU3900.....	97
10. Diagrama de etiquetado.....	99

II. Estudio e instalación en torre.....	101
1. Torre.....	101
2. Soportes para las Antenas y RRU's.....	102
3. Instalación de Antenas Sectoriales y RRU 3832.....	103
4. Instalación de las RRU 3942.....	116
5. Etiquetado para Antena y RRU's.....	124
6. Recorrido del Cableado de F.O y Cable DC.....	125
7. Estándar de encintado de colores por tecnología y Sector.....	134
8. Etiquetado General.....	135
3.3 Revisión y Consolidación de Resultados.....	140
3.3.1 Fotos Finales de Instalación.....	140
3.3.2 Proceso de la irradiación de la Señal.....	142
3.3.3 Ventajas de la Red 2G, 3G, 4G LTE en el distrito de Santa Teresa.....	143
CONCLUSIONES.....	144
RECOMENDACIONES.....	145
BIBLIOGRAFÍA.....	146
ANEXOS.....	151
ANEXO N°01.....	151
ANEXO N°02.....	155
ANEXO N°03.....	157
ANEXO N°04.....	158

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1-1: Ubicación del Site Santa Teresa – Cusco.....	21
FIGURA 2-1: Handie Talkie H12-16, Fabricado por Motorola.....	30
FIGURA 2-2: Nordic Mobile Telephony, Fabricado por Ericsson.....	32
FIGURA 2-3: Celular GSM, fabricado por Motorola y Nokia.....	33
FIGURA 2-4: Celular UMTS, fabricado por Apple.....	35
FIGURA 2-5: Celular LTE, Fabricado por Apple.....	36
FIGURA 2-6: Evolución de las tecnologías.....	38
FIGURA 2-7: Línea de tiempo de las tecnologías.....	43
FIGURA 2-8: Red inalámbrica.....	44
FIGURA 2-9: Sistema celular.....	50
FIGURA 2-10: Arquitectura General de las redes móviles actuales.....	50
FIGURA 2-11: Arquitectura de la Red GSM.....	51
FIGURA 2-12: Arquitectura general GPRS.....	52
FIGURA 2-13: Arquitectura del UMTS.....	53
FIGURA 2-14: Arquitectura General de Sistemas Celulares.....	54
FIGURA 2-15: Arquitectura de la Red LTE.....	55
FIGURA 2-16: UTRAN.....	56
FIGURA 2-17: E-UTRAN.....	57
FIGURA 2-18: E-UTRAN.....	58
FIGURA 2-19: Evolución a LTE.....	59
FIGURA 2-20: IMS.....	59

FIGURA 2-21: eNODO B.....	61
FIGURA 3-1: FOTO PANORAMICA DEL SITE SANTA TERESA.....	72
FIGURA 3-2 Ubicación del Site Santa Teresa – Cusco.....	75
FIGURA 3-3: Posición donde se instalará el gabinete Huawei TP48200 A y gabinetes TBC300A en el site Santa Teresa.....	78
FIGURA 3-4: Gabinete Huawei TP48200 A y Gabinetes TBC300A.....	79
FIGURA 3-5: Gabinete Huawei TP48200 A y Gabinetes TBC300A puerta abierta.....	79
FIGURA 3-6: Distribución de Energía en el Gabinete Huawei TP48200 A.....	80
FIGURA 3-7: Distribución en el Gabinete TBC300A.....	82
FIGURA 3-8: Módulos rectificadores y sus partes.....	83
FIGURA 3-9: Instalación de los módulos Rectificadores.....	83
FIGURA 3-10: Módulos Rectificadores, Site Santa Teresa.....	84
FIGURA 3-11: Módulos de Alarmas.....	85
FIGURA 3-12: Conexión del Cable de Monitoreo del Módulo rectificador a la BBU.....	86
FIGURA 3-13: Módulo SMU02B.....	86
FIGURA 3-14: Módulo SMU02B.....	87
FIGURA 3-15: Instalación de Gabinetes Huawei.....	88
FIGURA 3-16: Pasos para colocar correctamente los gabinetes.....	89
FIGURA 3-17: Sellados entre Gabinetes, Site Santa Teresa.....	90
FIGURA 3-18: Foto actual de Gabinetes instalados en el Site Santa Teresa.....	91
FIGURA 3-19: Distribución de equipos dentro del Gabinete TP48200A-HX09A6 en el Site Santa Teresa.....	92

FIGURA 3-20: Barra de aterramiento interno.....	93
FIGURA 3-21: Barra de aterramiento interno.....	94
FIGURA 3-22: Cableado interno completo dentro de los gabinetes TP Y TBC.....	94
FIGURA 3-23: Pasamuro interno de Gabinetes, Site Santa Teresa.....	96
FIGURA 3-24: Pasamuro de los Gabinetes en el site Santa Teresa.....	97
FIGURA 3-25: Aterramiento de Gabinetes.....	98
FIGURA 3-26: Energizado AC en Gabinete.....	99
FIGURA 3-27: Distribución DC.....	99
FIGURA 3-28: Distribución DC en el Site Santa Teresa.....	100
FIGURA 3-29: Distribución breakers en el DCDU.....	100
FIGURA 3-30: DCDU en el Site Santa Teresa.....	100
FIGURA 3-31: Conexiones Barra 0V.....	101
FIGURA 3-32: Conexión de los sensores.....	102
FIGURA 3-33: Sensor de Humo.....	102
FIGURA 3-34: Sensor de Agua.....	103
FIGURA 3-35: Sensor de Temperatura y Humedad.....	103
FIGURA 3-36: Instalación de la lámpara de la mano en el site Santa Teresa.....	104
FIGURA 3-37: Instalación de los bancos de baterías.....	105
FIGURA 3-38: Banco de baterías en el site Santa Teresa.....	105
FIGURA 3-39: Energizado del TCUA en el site Santa Teresa.....	106
FIGURA 3-40: Banco de baterías, Site Santa Teresa.....	107
FIGURA 3-41: BUSBARS, Site Santa Teresa.....	108
FIGURA 3-42: Conexión de cables (-).....	109

FIGURA 3-43: Conexión de cables (+).....	110
FIGURA 3-44: Slots en la BBU3900.....	111
FIGURA 3-45: Configuración de tarjetas en BBU, Site Santa Teresa.....	111
FIGURA 3-46: Torre del Site Santa Teresa.....	115
FIGURA 3-47: Antenas y RRU´s instalados Back to Back del Site Santa Teresa en los 3 soportes.....	116
FIGURA 3-48: Dimensiones de la Antena.....	118
FIGURA 3-49: Forma correcta de asegurar la Antena y RRU 3832.....	119
FIGURA 3-50: Elevación de carga con Wincher (Motor eléctrico) y sin Wincher.....	120
FIGURA 3-51: Dimensiones y patrón de radiación Sectorial de la Antena.....	120
FIGURA 3-52: Instalación de Antena y RRU 3942 en torre.....	121
FIGURA 3-53: Tilt Mecánico, Site Santa Teresa.....	122
FIGURA 3-54: Braket inferior de antena. Tilt Mecánico.....	123
FIGURA 3-55: Línea de Vista de los 3 sectores de las Antenas.....	124
FIGURA 3-56: Cableado de RRU interna, Site Santa Teresa.....	125
FIGURA 3-57: Cableado completo de la Antena a la RRU, Site Santa Teresa...	126
FIGURA 3-58: Conectores DIN (Jumpers de la Antena), Site Santa Teresa.....	126
FIGURA 3-59: Conectorizado de FO RRU 3832, Site Santa Teresa.....	128
FIGURA 3-60: Conectorizado del cableado RRU 3832.....	129
FIGURA 3-61: Configuración RF6.....	129
FIGURA 3-62: Dimensiones de la RRU, peso 25 Kg.....	130
FIGURA 3-63: Instalación de la RRU en soporte.....	131

FIGURA 3-64: Configuración RF5.....	132
FIGURA 3-65: Instalación de la RRU en el Braket.....	132
FIGURA 3-66: Posición conector pressfit en RRU, Site Santa Teresa.....	133
FIGURA 3-67: Forma correcta de asegurar la RRU para subirlo a la torre.....	134
FIGURA 3-68: Forma correcta de asegurar y subir el cableado de FO.....	134
FIGURA 3-69: Forma correcta de asegurar y subir el cableado DC.....	135
FIGURA 3-70: RRU 3942, Site Santa Teresa.....	135
FIGURA 3-71: 1: Cable de GND 2: Cable Jumper 3: Cables de FO 4: Cable DC, Site Santa Teresa.....	136
FIGURA 3-72: 3G y 2G.....	137
FIGURA 3-73: Cableado general con el peinado correcto.....	140
FIGURA 3-74: Separación de cables, Cable de señal: Es todo tipo de cable que transmite datos. Ejemplos: Cable UTP, Cable de E1, Coaxial, etc.....	141
FIGURA 3-75: Cableado Horizontal, Site Santa Teresa.....	142
FIGURA 3-76: Curva de Drenaje, Site Santa Teresa.....	142
FIGURA 3-77: Clamp para cableado de F.O. y energía, Site Santa Teresa.....	143
FIGURA 3-78: Cable de energía y FO.....	145
FIGURA 3-79: Jumpers.....	146
FIGURA 3-80: Excedente de Fibra Óptica, Site Santa Teresa.....	147
FIGURA 3-81: Etiquetado en la BBU, Site Santa Teresa.....	149
FIGURA 3-82: Etiquetado en la DCDU, Breakes, Site Santa Teresa.....	150
FIGURA 3-83: Etiquetado en las barras de aterramiento, Site Santa Teresa.....	151

FIGURA 3-84: Etiquetado en la TCUA y Baterías, Site Santa Teresa.....	152
FIGURA 3-85: Conexiones 2G 3G RF y aterramientos.....	152
FIGURA 3-86: Conexiones 4G RF, conectores Q-DIN.....	153
FIGURA 3-87: Fotos panorámicas en sala (Outdoor).....	154
FIGURA 3-88: Fotos panorámicas en torre de los 3 sectores.....	155

LISTADO DE TABLAS

TABLA 3-1: Distribución de Energía en el Gabinete Huawei TP48200 A.....	81
TABLA 3-2: Distribución en el Gabinete TBC300A.....	82
TABLA 3-3: Módulos de Alarmas.....	85
TABLA 3-4: Módulo SMU02B.....	87
TABLA 3-5: Slots BBU.....	112
TABLA 3-6: Etiquetado General "Sala".....	114
TABLA 3-7: Información de las Antenas Sectoriales.....	123
TABLA 3-8: Etiquetado General "Torre".....	139
TABLA 3-9: Encintado por Tecnología y sector.....	148
TABLA 3-10: Coordenadas del Site Santa Teresa.....	165
TABLA 3-11: Ficha técnica de la BBU3900.....	170
TABLA 3-12: Ficha técnica de la RRU 3942.....	171
TABLA 3-13: Ficha técnica de la RRU 3832.....	172

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia han existido diferentes situaciones en las que ha sido necesaria una comunicación a distancia, como en la guerra o en el comercio. Sin embargo, la base académica para el estudio de estos medios, como la teoría de la información, datan de mediados del siglo XX.

Conforme las distintas civilizaciones empezaron a extenderse por territorios cada vez mayores fue necesario un sistema organizado de comunicaciones que permitiese el control efectivo de esos territorios. Es más que probable que el método de telecomunicaciones más antiguo sea el realizado con mensajeros, personas que recorrían largas distancias con sus mensajes. Lo que sí que sabemos seguro es que ya las primeras civilizaciones como la sumeria, la persa, la egipcia o la romana implementaron diversos sistemas de correo postal a lo largo de sus respectivos territorios. El mantenerse comunicado siempre ha sido necesario es por eso que las personas siempre han buscado un medio por el cual comunicarse, es ahí el comienzo de las

telecomunicaciones proveniente del prefijo tele "distancia" y del latín comunicare, una telecomunicación es toda transmisión y recepción de señales de cualquier naturaleza, típicamente electromagnéticas, que contengan signos, sonidos, imágenes o en cualquier tipo de información que se desee comunicar a cierta distancia.

Nos enfocaremos en las telecomunicaciones inalámbricas explicando como con el pasar de los años han ido evolucionando desde las redes móviles GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, HSPA, LTE. La preferencia de las personas hoy en día es de utilizar una telefonía móvil que te ofrece mucho más beneficios que una telefonía fija.

Se implementará en el sitio ("site") del distrito de Santa Teresa las tecnologías 2G, 3G, 4G LTE, Al igual que en otras generaciones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) creó un comité para definir las especificaciones. Este comité es el IMT-Advanced y en él se definen los requisitos necesarios para que un estándar sea considerado de la generación 4G. Entre los requisitos técnicos que se incluyen hay uno muy claro: las velocidades máximas de transmisión de datos deben estar entre 100 Mbit/s para una movilidad alta y 1 Gbit/s para movilidad baja.

La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema y una red, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cable e inalámbricas. Esta tecnología podrá ser usada por módems inalámbricos, móviles inteligentes y otros dispositivos móviles.

El WWRF (Wireless World Research Forum) pretende que 4G sea una fusión de tecnologías y protocolos, no sólo un único estándar, similar a 3G, que actualmente incluye tecnologías como lo son GSM y CDMA.

El concepto de 4G trae unas velocidades mayores a las de 301 Mbit/s con un radio de 8 MHz; entre otras, incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como MIMO y OFDM. Dos de los términos que definen la evolución de 3G, siguiendo la estandarización del 3GPP, será LTE para el acceso radio, y SAE (“Service Architecture Evolution”) para la parte núcleo de la red.

Con la implementación de las tecnologías en el distrito de Santa Teresa la población dispondrá de una zona de cobertura amplia con las ventajas de obtener mayor velocidad de datos, transferencia de archivos, mantenerse conectado a las redes sociales, comunicación de alta calidad y servicio, confiabilidad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este primer capítulo se realizará un planteamiento de los problemas que motivaron a la realización del proyecto. En primer lugar se hará una presentación de la descripción de la problemática donde se realizó la ejecución de este proyecto. En segundo lugar se realizara un planteamiento indicando los objetivos de la implementación del proyecto luego se presentara la justificación del problema para que finalmente se pueda evaluar algunas limitaciones que se presentaron en la implementación del proyecto.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El distrito de Santa Teresa es uno de los trece distritos de la Provincia de La Convención, ubicada en el Departamento del Cusco, bajo la administración el Gobierno regional del Cusco. Su capital es la ciudad de Nuestra Señora de Santa Teresa de Jesucristo Redentor que está a 1511 msnm, sobre la margen derecha del río Vilkanota, ubicado entre los ríos Saqsara, Salkantay y Vilkanota en el cerro Chilkapata.

El distrito de Santa Teresa actualmente no cuenta con telefónica móvil 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTE-PERU. La implementación de telefónica móvil 2G, 3G, 4G LTE tienen un propósito el cual es dar a conocer señal a todo el Perú. Este es un nuevo paso hacia una experiencia de navegación móvil cada vez más rápida, así todos la población del distrito de Santa Teresa pueda tener acceso a esta red móvil que nos ofrecerá un ancho de banda tan grande que podemos navegar hasta 10 veces más rápido que con 3G, lo que nos permite acceder a aplicaciones más complejas y a una mayor demanda de recursos.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Implementando una red de telefonía móvil 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTEL-PERU en el distrito de SANTA TERESA la población contará con muchas mejoras como la calidad del servicio, un ancho de banda mayor, mejor cobertura, podrán utilizar equipos móviles de cualquiera de las 3 generaciones ya sea 2G, 3G y 4G

LTE del operador ENTEL-PERÚ, contarán también con servicio multimedia como transferencia de imágenes, video y audios.

Esto permitirá que todos los usuarios vivan mejor conectados, así contribuir responsablemente a transformar nuestra sociedad estando informado con lo que suceda a nivel nacional e internacional en tan solo segundos.

1.3 DELIMITACIONES DEL PROYECTO

1.3.1 CONCEPTUAL Y TEÓRICO

Este proyecto tiene principalmente como base, el área de cobertura de la red móvil, la teoría, uso de los equipos que utilizaran en la implementación de la red de 2da, 3era y 4ta Generación y el proceso de instalación. Se comenzará con el funcionamiento de los equipos que se instalarán en sala en este caso es una estación ("site") Outdoor y el funcionamiento de los equipos que se instalarán en torre.

Teniendo en cuenta los protocolos de seguridad antes de comenzar la instalación y respetando la guía de instalación y estándar de calidad por parte de ENTEL-PERÚ.

1.3.2 ESPACIAL



FIGURA 1-1: Ubicación del Site Santa Teresa - Cusco

FUENTE: "Google Earth"

Esta implementación se desarrolla en el departamento de CUSCO, Provincia de La Convención, distrito de Santa Teresa. La estación ("site") esta designada por ENTEL-PERÚ.

1.3.3 TEMPORAL

Este proyecto de implementación se desarrolló el 7 de Julio del 2015 culminándose el 17 de Julio del 2015.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Se podrá implementar la nueva red de telefónica móvil de 2da, 3era y 4ta Generación del operador ENTEL-PERÚ en el distrito de Santa Teresa-Cusco?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Se tendrá realizado un estudio de campo (TSS) y cobertura del Site Santa Teresa antes de realizar la instalación de la red de telefonía móvil 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTEL- PERÚ?

¿Se tendrá alguna guía o estándar para realizar una instalación y configuración adecuada siguiendo los protocolos del operador ENTEL-PERÚ dentro del site Santa Teresa para la puesta en servicio del 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTEL-PERÚ?

¿La población del distrito de Santa Teresa conseguirá nuevos beneficios con la nueva instalación de la nueva red móvil del 2G,3G,4G LTE del operador ENTEL-PERÚ en comparación a los demás operadores?

¿La instalación de la nueva red móvil del 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTEL-PERÚ tendrá algún impacto ambiental?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar en el distrito de Santa Teresa la nueva red móvil 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTEL-PERÚ y dar a conocer los beneficios que no brinda la tecnología en la actualidad.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Plantear los requerimientos que se necesitan para la instalación de los equipos en el Site Santa Teresa de acuerdo al área especificada por ENTEL-PERÚ.

Ejecutar la instalación de los equipos de acuerdo a los protocolos de instalación del Operador ENTEL-PERÚ y su puesta ON AIR del 2G, 3G, 4G LTE.

Evaluar los beneficios que nos brindara la tecnología del operador ENTEL-PERÚ en comparación a los distintos operadores.

Identificar cual es el impacto ambiental que se obtendrá con la instalación de la red móvil 2G, 3G, 4G LTE del operador ENTEL-PERÚ hacia la población del distrito de Santa Teresa en el departamento de Cusco.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En la actualidad en el distrito de Santa Teresa en el departamento de Cusco existe gran cantidad de demanda por parte de los usuarios ya que es un distrito del Departamento más visitado a nivel mundial por ser turístico y la competencia entre operadores es inmensa.

En este segundo capítulo, se presentan algunos antecedentes previa a mi investigación, se desarrollará los antecedentes que tiene el proyecto, por consiguiente bases teóricas y Marco conceptual para finalizar el capítulo II.

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A Medida de profundizar mi proyecto, encontré algunas tesinas que me sirvieron de ayuda para culminar con este trabajo.

GOFFARD MOLINA PABLO FELIPE (2007), **DESCARGA DE DATOS A ALTA VELOCIDAD CON HSDPA SOBRE UMTS**. “La presente tesis tiene como objetivo general estudiar la tecnología de la 3era Generación de telefónica móvil, HSDPA, tanto en un contexto técnico como en sus implicancias sobre los usuarios, y en particular, sobre el mercado chileno, para analizar su ingreso a este. En Chile la tecnología que predomina actualmente en las redes de telefónica móvil y en el mundo es GSM, tecnología de segunda generación, o 2G, que han sido un gran impulsor rápido de crecimiento de este mercado. Y junto con un crecimiento en el número de usuarios, también se crean nuevos servicios, y se hace necesaria una nueva tecnología que permita tasas de transferencia de datos suficientes para, entre otras cosas, la video-telefónica o la navegación en internet a velocidades comparables con accesos fijos de banda ancha. UMTS marca la evolución de GSM hacia la tercera generación, también llamada 3G, y ya es usada cerca de cien millones de usuarios alrededor del mundo...”

NUÑEZ CORAL JIMMY ALEXANDER (2013), **DISEÑO DE UNA RED DE NUEVA GENERACIÓN LTE-A PARA UNA ZONA URBANA EN BOGOTÁ BAJO EL ESTÁNDAR 3GPP Y LA RECOMENDACIÓN ITU- R M.1457** “ La tesis en

mención trata de La industria de las telecomunicaciones, a nivel mundial y vista desde la perspectiva sus principales actores, operadores, fabricantes y distribuidores, atraviesa por una serie de cambios relacionados con el despliegue de la banda ancha inalámbrica y la entrada del All IP y muchos servicios embebidos tras estos desarrollos tecnológicos. Estos cambios implican desafíos y aplican a cualquier mercado, donde esté establecido un operador móvil o un prestador de servicios móvil. Siendo el reto más importante migrar sus redes basadas en circuitos conmutados a redes All IP, el uso masificado de terminales móviles cada vez más sofisticadas y robustas hacen que el usuario demande más servicios. Por ende la implantación de la tecnología LTE hace que cubra todas las expectativas de velocidad tanto para los usuarios como para los operadores móviles.

CARRIÓN INTRIAGO ANGEL OSWALDO (2009), PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES Y CONECTIVIDAD PARA EL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA. “La tesis en mención trata de la problemática de la Provincia de Loja y sobre todo en al ámbito de telecomunicaciones, he creído pertinente realizar este proyecto de tesis al que lo he denominado “SOLUCIÓN INTEGRAL DE CONECTIVIDAD Y TELECOMUNICACIONES (SICT)”, con el único objetivo de poder llegar hasta los sectores más alejados, y abandonados esto es sus parroquias, y cantones.

Con este propósito he logrado integrar a los fabricantes más grandes y serios en tecnología para poder ofrecer servicios como: ciudad segura, video vigilancia, televisión por cable (IPTV), video conferencia, telefonía, Internet, entre otros

presentar la mejor solución en conectividad y telecomunicaciones. Este proyecto se ha presentado al Gobierno Provincial de la Provincia de Loja, quien ha mostrado su interés y se ha comprometido a ejecutarlo en el año 2010, para lo cual ya lo ha considerado dentro del presupuesto asignado...”

CHIMBO RODRÍGUEZ MARITZA CECIBEL (2012), **ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE EVOLUCIÓN DE REDES 3G Y SU CONVERGENCIA A LA TECNOLOGÍA 4G PARA REDES DE TELEFONÍA MÓVIL.** “La tesis en mención trata de La Corporación Nacional de Telecomunicaciones, CNTS.A nace el 30 de octubre del 2008 habiendo sido fusionadas Andinatel S.A y Pacifictel S.A actualmente extintas. El 4 de febrero de 2010 se convierte en empresa pública pasando a ser la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública, de telecomunicaciones del Ecuador. Con casi tres años entre las empresas ecuatorianas tiene la finalidad de brindar un mejor servicio a todos los ecuatorianos, y conectar a todo el país con redes de telecomunicaciones; por ello constantemente trabaja para satisfacer la demanda de los consumidores ávidos de las nuevas posibilidades de prestaciones de servicios de banda ancha y convertirse en una excelente alternativa en el mercado. Consciente la CNT EP, de que se encuentra a la vista la tecnología 4G con nuevas características en las arquitecturas de red, la misma que despliega servicios basados en IP y pretende mejorar la experiencia de banda ancha móvil para los clientes, trabaja constantemente para optimizar la actual 3G y emprender el camino migratorio hacia 4G, con ello se proyecta a integrar los sistemas para ofrecer un servicio estable en cualquier parte del mundo con el mismo

terminal móvil, aumentando considerablemente la velocidad, y así ofrecer una gama más amplia de servicios y facilidades...”

MONSERRAT DEL RÍO JOSE FRANCISCO (2007), **MEJORA DE LA ARQUITECTURA DE ACCESO RADIO UMTS MEDIANTE MULTINODOS B.** “La tesis en mención trata de la creciente demanda de servicios multimedia en movilidad, las operadoras de telefonía móvil necesitan aumentar constantemente la capacidad de sus sistemas. En ocasiones la única solución posible para mejorar las prestaciones del sistema es incrementar el número de transmisores, siendo ésta una solución costosa. Además, en UMTS utilizar más emplazamientos macro-celulares no siempre garantiza una mayor capacidad del sistema, por los grandes problemas de interferencia mutua que sufren dos macro-celdas si se encuentran demasiado próximas. La única solución que se puede adoptar en estos casos es hacer uso de redes jerárquicas celulares, añadiendo micro celdas que utilicen una frecuencia de portadora distinta...”

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL

En el año 1940, la industria de la guerra se dio cuenta de que las comunicaciones fiables y directas al campo de batalla podían determinar su destino. Para ello, el código Morse se había demostrado insuficiente en acciones rápidas, así que se pusieron a la obra e intentaron transmitir señal de voz a través de frecuencias de radio de onda corta. La radio doméstica ya había sido inventada hacía bastante, así que su traslación a un equipo portátil fue bastante directa. Llegó el timófono móvil. Entre ellos el más famoso fue el Motorola Handie Talkie H12-16. Capaz de transmitir en un solo canal hasta 3km de distancia, usaba frecuencias de 60Mhz basadas en AM y FM. Fue el padre del famoso Walkie Talkie, y debido a su tamaño, sólo se podía instalar en vehículos y pesadas mochilas, con una emisora de radio completa instalada en su interior. American Bell System Service, funcionó como tele operador de esta tecnología desde 1946 hasta 1985 (con lógicas actualizaciones tecnológicas).



FIGURA 2-1: Handie Talkie H12-16, Fabricado por Motorola

FUENTE: "Generaciones de Teléfonos Móviles" [Molina, Gonzalo 2014]

I) 1G: EL COMIENZO DE LAS GENERACIONES EN LA TELEFONÍA MÓVIL

Los sistemas de comunicaciones móviles de primera generación o 1G representan al conjunto de estándares celulares que emplean tecnologías analógicas, por lo que comúnmente se habla indistintamente de sistemas analógicos o 1G.

Se trataba de sistemas pioneros que introducían por primera vez una característica revolucionaria para los servicios de comunicación comerciales de los años 80, como era la movilidad. Por ello a pesar de que sus prestaciones fueron ampliamente superadas por sistemas más modernos (de 2G), significaron un punto de partida de éxito para el posterior desarrollo de las comunicaciones móviles.

La principal característica de estos sistemas era su capacidad para ofrecer servicios de comunicación de voz sobre conmutación de circuitos. Además de la voz, permitían la transmisión de datos empleando módems analógicos convencionales, aunque con una capacidad muy limitada (difícilmente superaban los 4800 bps). Una de las limitaciones de esta tecnología es que la señalización se realizaba "en banda", por lo que, además de ser perceptible por el usuario, no permitía el uso de telefax y módems.

Dentro la familia genérica de sistemas 1G, cabe destacar los siguientes estándares:

- AMPS (Advanced Mobile Phone System) operaba en 800 MHz y fue utilizado en buena parte de América, África, Europa del Este y Rusia.
- ETACS (Extended Total Access Communications System) fue desplegado principalmente en Europa, y utilizaba la banda de 900MHz.
- NMT (Nordic Mobile Telephone) operaba en la banda de 900 MHz. Cuya versión, en la banda de 450 Mhz se utilizó en la telefonía móvil pública de España, aún en la época de monopolio. Con dicho motivo en 1983 se estableció en Zamudio, Vizcaya, un fabricante de terminales y estaciones base, Indelec, que fabricó equipos NMT hasta que, cuando Philips cesó su

actividad de fabricante de equipos y estaciones base NMT, fue adquirido por Ericsson.



FIGURA 2-2: Nordic Mobile Telephony, Fabricado por Ericsson

FUENTE: "Generaciones de Teléfonos Móviles" [Uriel Nuñez, Alberto 2013]

II) 2G: El nacimiento de las redes GSM y GPRS

A inicios de los 90' se introdujeron al mercado los teléfonos 2G con el despliegue de la tecnología GSM. El Sistema Global para las comunicaciones Móviles, o GSM, que utiliza modulación digital para mejorar la calidad de la voz, pero los servicios que ofrece la red son limitados.

Mientras la demanda por los celulares aumentaba, los proveedores de 2G continuaban mejorando la calidad de transmisión y la cobertura. Estos también comenzaron a ofrecer servicios adicionales, como fax, mensajes de textos y buzón de voz.

Una fase intermedia conocida como 2.5G fue introducida a finales de los 90'. Esta fase utilizaba el estándar GPRS, el cual permitía a los usuarios enviar datos con imágenes y/o gráficos. La importancia de este servicio creció conjuntamente con el desarrollo del Internet y los Protocolos de Internet (IP). La red EDGE es un ejemplo de tecnología 2.5G, sin esta red los Smartphone no existirían, incluyendo los Blackberry.



FIGURA 2-3: Celular GSM, fabricado por Motorola y Nokia

FUENTE: “Generaciones de Teléfonos Móviles” [Contreras, Alejandra 2010]

III) 3G: El verdadero uso del Internet Móvil

La revolución del 3G permitió a los usuarios el uso de aplicaciones de audio, imágenes y vídeo. A través del 3G es posible ver vídeo en streaming (en tiempo real, sin que el vídeo se detenga) y hacer uso de las vídeollamadas, aunque realmente ya en la práctica este tipo de actividades se ven restringidas por los cuellos de botella en la red y el alto uso (exagerado) de esta red por parte los usuarios.

Uno de los principales objetivos del 3G era estandarizar las redes en un único protocolo de red global. El 3G ofrece velocidades hasta 2Mbps, pero sólo bajo las mejores condiciones y en modo estacionario (usándolo con un router en nuestra casa). Si el 3G se utiliza a grandes velocidades, por ejemplo en la carretera, el ancho de banda puede ser reducido hasta a 145Kbps.

Los servicios celulares 3G, también conocidos como UMTS, sostienen mayores velocidades de datos y abren el camino a aplicaciones al estilo del Internet. El 3G soporta voz y data al mismo tiempo, a excepción de cuando se utiliza en redes CDMA (pero ya esto ha ido cambiado poco a poco), también se puede utilizar con un grupo de estándares alrededor del mundo, siendo compatible con una amplia variedad de dispositivos móviles. Y gracias a la tecnología UMTS ya existe la posibilidad de roaming global, con acceso potencial al Internet desde cualquier parte del mundo.

Según ha pasado el tiempo al 3G se le hicieron algunas modificaciones, una de las más importantes fue la actualización de la tecnología UMTS, haciendo llegar la misma a velocidades de hasta 14Mbps, en sus mejores condiciones. A esta actualización se le dio el nombre de HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access), la cual también se conoce como 3.5G, o 3G+.



FIGURA 2-4: Celular UMTS, fabricado por Apple

FUENTE: “Generaciones de Teléfonos Móviles” [Fernandez, Diego 2015]

IV) 4G: Las redes de Alta Velocidad

La generación actual de telefonía móvil, 4G ha sido creado con el objetivo de proveer tasas de transmisión hasta unos 20Mbps mientras, simultáneamente, hace

uso de las características de la Calidad de Servicio (QoS*). El QoS permitirá a ti y a tu proveedor de servicio priorizar el tráfico de datos dependiendo del tipo de aplicación que esté utilizando tu ancho de banda, ajustando las necesidades dependiendo del momento.

El despliegue de las redes 4G ayuda a mejorar la funcionalidad de las videoconferencias. Las redes 4G hace entrega de mayores ancho de banda en vehículos o móviles moviéndose a altas velocidades dentro del área de cobertura.



FIGURA 2-5: Celular LTE, Fabricado por Apple

FUENTE: “Generaciones de Teléfonos Móviles”[Ramirez, Fernanda 2014]

2.2.2 HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA LTE

La tecnología no ha dejado de evolucionar, ha desarrollado mayores capacidades y características, las tecnologías están evolucionando hasta actualmente la cuarta generación (4G), dentro de la cuarta generación se encuentra a la tecnología WIMAX y la LTE, la tecnología LTE se perfila como la tecnología dominante.

LTE es una tecnología que nació para ocupar el lugar de 4G, con el reciente aumento del uso de datos móviles y la aparición de nuevas aplicaciones y servicios como MMOG (Juegos Masivos Multijugador Online), televisión móvil, web 2.0, flujo de datos de contenidos han sido las motivaciones por el que 3GPP desarrollase el proyecto LTE.

Poco antes del año 2010, las redes UMTS llegan al 85% de los abonados de móviles. Es por eso que LTE 3GPP quiera garantizar la ventaja competitiva sobre otras tecnologías móviles. De esta manera, se diseña un sistema capaz de mejorar significativamente la experiencia del usuario con total movilidad, que utilice el protocolo de Internet (IP) para realizar cualquier tipo de tráfico de datos de extremo a extremo con una buena calidad de servicio (QoS) y, de igual forma el tráfico de voz, apoyado en Voz sobre IP (VoIP) que permite una mejor integración con otros servicios multimedia.

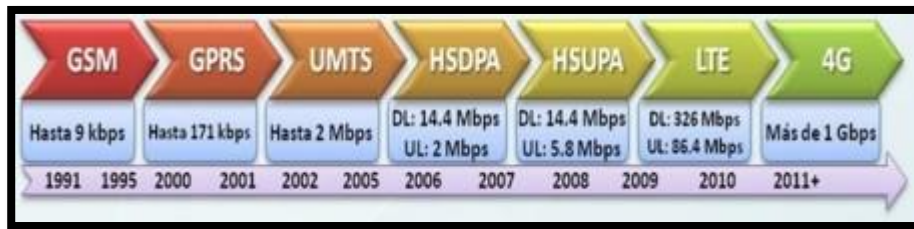


FIGURA 2-6: Evolución de las tecnologías

FUENTE: “La cuarta Generación de las comunicaciones móviles” [Ramirez, Fernanda 2014]

Que es LTE?: LTE significa Long Term Evolution. Es un estándar de comunicaciones móviles desarrollado por la 3GPP, la asociación que desarrolló y mantiene GSM y UMTS. El interfaz radio (nivel físico) del sistema LTE es algo completamente nuevo, así que LTE es una nueva generación respecto a UMTS (tercera generación o 3G) y a su vez GSM (segunda generación o 2G).

Características de LTE: LTE es una tecnología muy buena y estable con tres características principales:

- A.- Permite altas tasas de bits con baja latencia.
- B.- Es barato y fácil de desplegar por los operadores.
- C.-Evita la fragmentación por el tipo de duplicación.

Operación de la tecnología LTE: La arquitectura de LTE es llamada SAE (System Architecture Evolution) y tiene como objetivo permitir la migración de los sistemas 3GPP como UMTS/HSPA a velocidades mayores, con baja latencia, y dando soporte a múltiples RAT (radio access technology). Esta arquitectura es totalmente

IP y es lógico que no tenga dominio de circuitos, sólo dominio de paquetes que soportará los servicios de voz vía VoIP además de los servicios de datos. SAE también promete soportar otras redes de acceso como WiMAX y Wi-Fi.

Operación de la tecnología LTE: En cuanto a las técnicas de acceso al medio, en el downlink se usaría OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access), mientras que en el uplink usaría Single Carrier – Frequency Division Multiple Access (SCFDMA). Con relación a las técnicas de modulación se usarían esquemas de QPSK, 16QAM, y 64QAM para el downlink, mientras BPSK, QPSK, 8PSK and 16QAM serían empleados para el uplink.

Características del Downlink y Uplink Downlink: OFDMA, Uplink: SC-FDMA Alta eficiencia espectral Robusto frente a la frecuencia selectividad, interferencia de multitrayecto Soporta despliegue ancho de banda flexible Facilita el dominio de la frecuencia de programación Muy adecuado para las técnicas avanzadas de MIMO

Velocidades para LTE es una tecnología muy estable con tres características principales: permite altas tasas de bits con baja latencia, es barato y fácil de desplegar por los operadores, y evita la fragmentación, Las tasas de descarga y subida, que es lo que más interesa de esta tecnología, puede alcanzar velocidades de pico de 173Mbps de bajada y 86 Mbps de subida, con 2 antenas en la estación base y 2 en el terminal (y hasta 300Mbps de bajada con 4x4 antenas).

Velocidades para LTE: Se utilizará la siguiente analogía para comprender el trabajo que se realiza con LTE, imaginemos que queremos transmitir un libro de 500

páginas que tiene un promedio de 40 líneas por página y cada línea tiene un promedio de 60 caracteres, si cada carácter lo representamos por un byte (8 bits), entonces este libro tendría unos 9.6 Mb. Si usamos uno de los enlaces actuales disponibles a 100 Kbpsy sin considerar ningún overhead, este archivo de libro lo transmitiríamos en 96 seg (1.6 minutos). Si usaríamos LTE con velocidades pico de 100 Mbps, entonces lo enviaríamos en 96 mseg., lo que significa una reducción de 1, 000 veces en el tiempo de transmisión en este caso.

Frecuencias para LTE: Con LTE se podrían usar espectros variables de 1.4MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz y20MHz. Si usamos espectros de 20 MHz, entonces podríamos tener velocidades de 100 Mb/s en el down link (en la cede la estación base al móvil), y de 50 Mb/s en el up link (enlace del móvil a la estación base), que nos da una eficiencia espectral 5bps/Hz y 2.5 bps/Hz respectivamente.

Frecuencias para LTE: Las bandas más usadas actualmente y que ya existen dispositivos móviles son las siguientes:

A.- Una banda LTE empleada en Japón. Banda.

B.-Otra banda empleada por U.S. Banda.

C.-Banda LTE empleada en Australia (una de ellas, pues ahí también utilizan BC7 y BC20); y utilizada en Asia.

Frecuencias para LTE Banda:

D.- Se compone de 1700Mbps para upload y 2100Mbps para download). Usada principalmente para el LTE de AT&T, y que según documentos en la red, empleará Telcel para su LTE, así como numerosos carriers en el resto de América.

E.- Banda LTE empleada en Asia, principalmente en Korea.

F.- Otra banda LTE empleada en Japón.

G.- La banda LTE más usada en Europa y Australia, aunque algunos carriers Americanos también implementaran LTE en BC7.

2.2.3 LTE 4G?

Paso de LTE a LTE-Advanced LTE-Advanced o LTE-Avanzado es la décima versión del estándar de la 3GPP. Básicamente es una mejora de LTE para que cumpla las especificaciones de IMT-Advanced y sea considerado un sistema de cuarta generación. Alcanzan tasas de datos hasta 10 veces mejores que las teóricas de LTE. Como dato adicional, se puede resaltar que Ericsson cree que los servicios comerciales de LTE-Advanced llegarán en 2013, mientras que la ITU piensa que su despliegue no llegará hasta 2016.

Comparación de LTE con sus predecesores: El primer estándar de banda ancha móvil llegó con UMTS en 2001; nació el 3G. En 2007 hablábamos de 3,5G con los nuevos estándares HSPA. UMTS alcanza una velocidad máxima teórica de 2 Mbps; HSPA los 14,4Mbps, LTE los 325 Mbps y LTE-Advanced más de 1000Mbps.

2.2.4 COMPARACIÓN DE LTE CON SUS PREDECESORES

Competencias entre UMTS, HSPA, LTE y LTE-Advanced Por ponerlos en perspectiva: para descargar una canción de 5 MB, con UMTS se tardaría 20 segundos y con HSPA 3 segundos, mientras que con LTE y LTE-Advanced se tendría inmediatamente. Si en cambio se descarga una película de 700 MB, con UMTS se tendría que esperar 50 minutos, con HSPA 7 minutos, con LTE unos 20 segundos y con LTE-Advanced 6 segundos.

Diferencias con WIMAX. WIMAX requiere su propia red independiente, a diferencia de LTE que funciona sobre una versión evolucionada de infraestructura UMTS. LTE posee menores tiempos de latencia, esto lo hace ligeramente superior a WIMAX en el servicio de información multimedia. A las empresas de telecomunicaciones bien establecidas, les interesa más LTE (no se pueden dar el lujo de cambiar toda una red de infraestructura), mientras que a las nuevas compañías les interesará más ofrecer WIMAX (por costes de implementación y las ventajas de ser abierto). Si pensamos a futuro, es necesaria una evolución hacia la implantación de voz y datos a través de redes IP, por ello se puede notar una tendencia a crear una tarifa plana de voz y datos por parte de las compañías de telefonía móvil, las cuales se encuentran más cercanas a LTE que a WIMAX, mientras que WIMAX se acerca más una tecnología para usuario doméstico, similar al caso del WI-FI.

La tecnología 4G está basada completamente en el protocolo IP, el cual es un protocolo no orientado a la conexión, es decir que se puede enviar mensajes de un

punto a otro punto sin un acuerdo previo LTE tecnología 4G es extremadamente rápida, eficiente e inteligente 4G es un sistema de sistemas y una red de redes que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cables e inalámbricas, esta tecnología podrá ser usada por módems inalámbricos, celulares inteligentes y otros dispositivos móviles. La diferencia entre las anteriores generaciones es la capacidad para proveer velocidades de acceso que supere los 100MBPS, y 1GBPS en reposo.

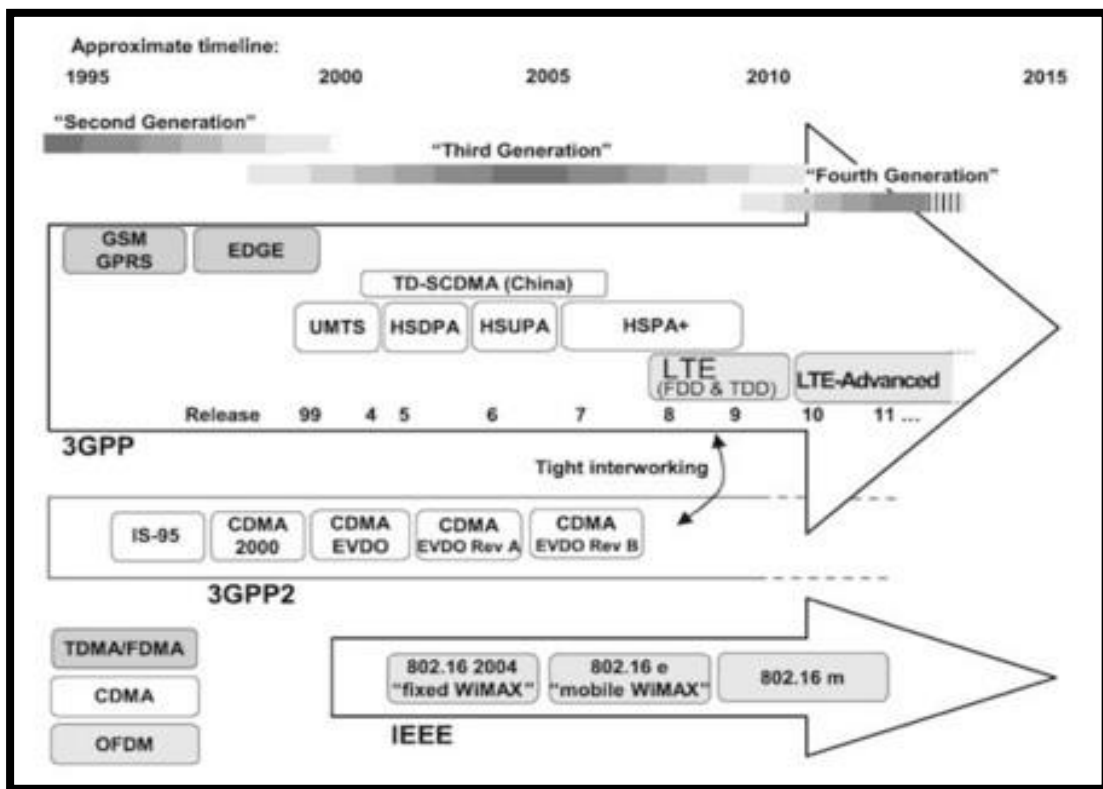


FIGURA 2-7: Línea de tiempo de las tecnologías

FUENTE: "La evolución de las comunicaciones móviles" [Reyes Vasquez, Virgilio2012]

2.2.5 ESTACIONES BASE Y RED INALAMBRICA

Los sistemas inalámbricos utilizan una red de radio-estaciones base para dar servicio a los teléfonos móviles y otros dispositivos inalámbricos. Las estaciones base envían y reciben señales de radio de baja potencia a y de teléfonos móviles, y proporcionan la conexión con la red principal de telefonía. Una red móvil en general está configurada en formato de cuadrícula celular.

Las estaciones base deben estar ubicadas cerca de los usuarios de teléfonos móviles para proporcionar buena calidad de recepción



FIGURA 2-8: Red inalámbrica

FUENTE: "Red inalámbrica con superposición de cuadrícula celular"[Armas Montes, Tulio 2014]

2.2.6 ESTACIONES BASE:

Las estaciones base en general constan de un pequeño gabinete o casilla para el equipamiento y antenas montadas sobre una estructura de soporte.

La estructura de soporte de las antenas puede variar considerablemente. Los ejemplos típicos son:

- Edificios
- Postes de luz
- Torres o mástiles

Las antenas de estaciones base en general se colocan en la estructura más conveniente que se encuentre en la zona, por ejemplo, un edificio, torre o estructura existente. A veces se necesita una torre o un mástil nuevo cuando no hay estructuras existentes. Cada estación base está conectada con la red principal de telefonía ya sea mediante un enlace de microonda utilizando una pequeña antena de disco o a través de un cable de fibra óptica.

2.2.7 UBICACIÓN DE ESTACIONES BASE

Para proporcionar un servicio de telefonía móvil de buena calidad, las estaciones base debe estar emplazadas donde la gente usa sus teléfonos móviles. Una red móvil generalmente se diseña en base a una “cuadrícula celular” que cubre un área geográfica. Las estaciones base se colocan ya sea en el centro de cada celda o en el vértice de un grupo de celdas. La cantidad de estaciones base requeridas para

un área dada dependerá del terreno y la cantidad de personas que utilicen teléfonos móviles.

Las señales de radio que transmiten las antenas de las estaciones base se transmiten principalmente desde el centro de la antena hacia fuera. Esto significa que las antenas deben estar colocadas en lugares donde no haya obstrucciones, tales como los techos de edificios y mástiles.

En áreas muy edificadas y áreas montañosas con muchos edificios, árboles y obstrucciones, es probable que se necesiten más estaciones base para atender a la comunidad local. En áreas rurales con menos obstrucciones, se necesitarán menos estaciones base.

2.2.8 TIPOS DE ESTACIONES

Las estaciones base se dividen principalmente en las siguientes categorías:

- Macro células – torres, mástiles y postes que proporcionan cobertura de área amplia.
- Micro células – antenas pequeñas al nivel de la calle que proporcionan cobertura de área local.
- Pico células – antenas muy pequeñas que proporcionan puntos de cobertura dedicados.
- En sistemas de edificios – pequeñas antenas dentro de un edificio que proporcionan cobertura dedicada.

2.2.9 POTENCIA DE LOS NIVELES CEM DEL AMBIENTE CERCA DE UNA ESTACION BASE

Los transmisores de estación base usan una potencia relativamente baja. Los estudios de CEM ambientales realizados en muchos países del mundo han demostrado que los niveles CEM de fondo igualmente son muy bajos.

La Organización Mundial de la Salud revisó los niveles CEM de fondo de los sistemas inalámbricos y declara:

“Estudios recientes demostraron que las exposiciones a RF provenientes de estaciones base van de 0,002% a 2% de los niveles fijados por las normas internacionales de exposición, según una variedad de factores, tales como la proximidad a la antena y el ambiente circundante. Esto es menor o comparable a las exposiciones de RF de las transmisoras de radio o televisión.”

Específicamente acerca de los niveles CEM en áreas públicas la OMS declara:

“Una serie de estudios recientes ha puesto de manifiesto que la exposición a RF de las estaciones de base y tecnologías inalámbricas en lugares de acceso público (incluidos hospitales y escuelas) suele ser miles de veces inferior a los límites establecidos por las normas internacionales.”

2.2.10 NIVELES CEM DE LAS ESTACIONES BASE

Las redes móviles están específicamente diseñadas para usar la potencia más baja posible de estaciones base y teléfonos móviles necesarios para prestar servicios de voz o datos de alta calidad. La red ajusta automáticamente la potencia del transmisor de la estación base según la distancia a la que se encuentren los usuarios de telefonía móvil.

Con un diseño de red óptimo, las estaciones base están ubicadas cerca de los usuarios de teléfonos móviles y producen el campo electromagnético más bajo posible.

Cuanto más alejadas se encuentren las estaciones base de los usuarios de teléfonos móviles, mayor es la potencia requerida, lo cual redundaría en mayores niveles CEM.

2.2.11 FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES BASE

Las estaciones base funcionan a baja potencia. Estudios independientes han demostrado que el nivel CEM de fondo en la comunidad recibido de las estaciones base es muy bajo, y similar a los niveles CEM ambientales provenientes de las transmisoras de radio y televisión.

La Organización Mundial de la Salud monitorea la investigación científica sobre CEM y concluye:

“Teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones obtenidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de RF procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud.”

2.2.12 SEGURIDAD RF EN LA PROXIMIDAD DE ESTACIONES BASE Y ANTENAS

MMF y GSMA han preparado un documento que proporciona orientación práctica sobre seguridad de RF para el personal que trabaja en lugares donde se encuentran emplazados las estaciones base y antenas.

2.2.13 INFRAESTRUCTURA DE UNA ESTACIÓN BASE:

A) SISTEMA CELULAR:

Las redes de telefónica móvil se basan en el concepto de celdas. La idea del sistema celular es la división de la ciudad en pequeñas células o celdas. Esto permite la reutilización de frecuencias a través de la ciudad, con lo que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo.

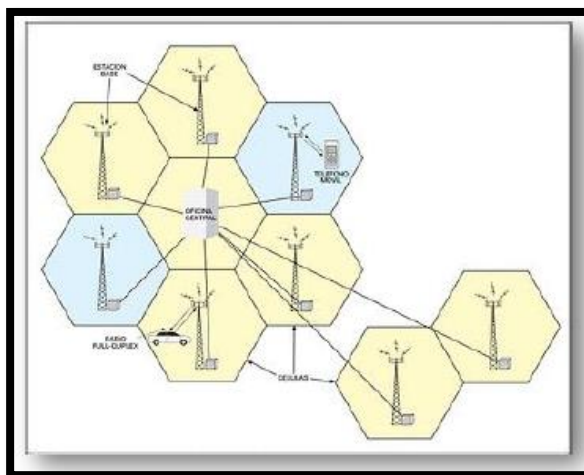


FIGURA 2-9: Sistema celular

FUENTE: “Sistema celular de la telefonía móvil” [ARO2013]

B) ARQUITECTURA DE LAS REDES MOVILES

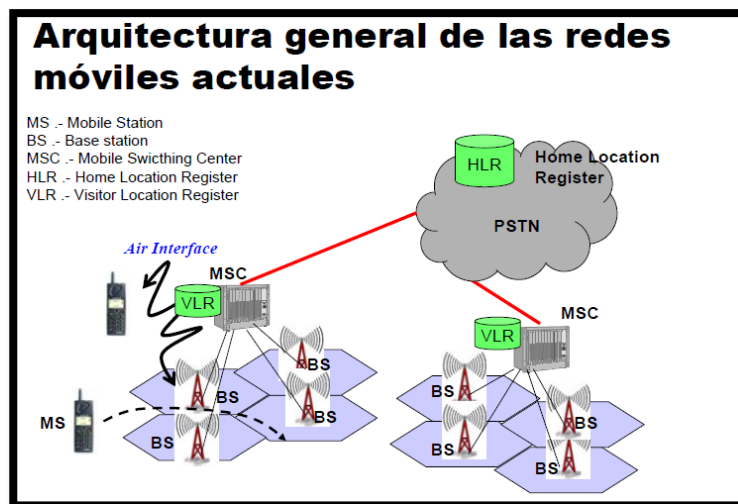


FIGURA 2-10 Arquitectura General de las redes móviles actuales

FUENTE: “Arquitectura de las Redes móviles” [Nuñez, Oscar 2014]

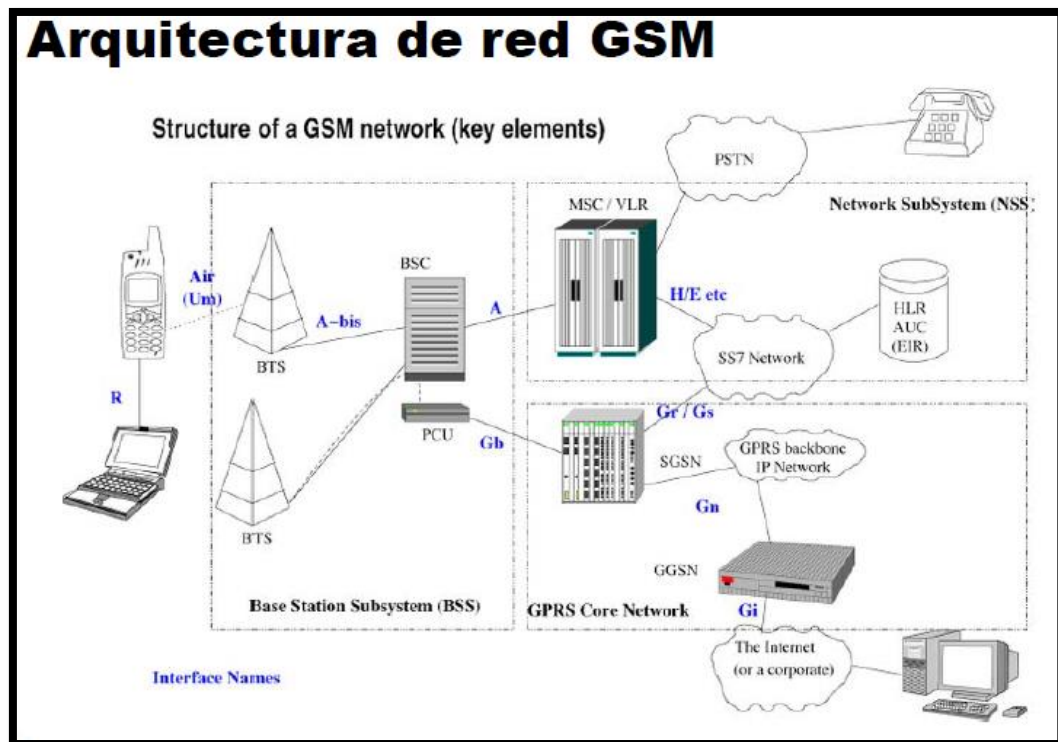


FIGURA 2-11: Arquitectura de la Red GSM

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Nuñez, Oscar 2014]

I) IDENTIDAD GSM

Tarjeta SIM

- Además de contactos, almacena:
 - Identidad
 - Claves de acceso
 - Área de ubicación actual
 - IMSI (International Mobile Subscriber Identity)
- Se usa mediante código:
 - PIN (4 dígitos)

– PUK (8 dígitos)

II) GESTIÓN DE LA MOVILIDAD

- Roaming

- Un usuario móvil pasa de un sistema móvil (e.g.Telefónica móviles) a otro (e.g. Orange).

- Requiere que el sistema origen sea informado de la nueva localización del usuario para poder ofrecerle los servicios

- Handoff o handover

- Un usuario móvil durante una sesión activa se mueve del área de cobertura de una BS a otra BS.

C) ARQUITECTURA GENERAL GPRS

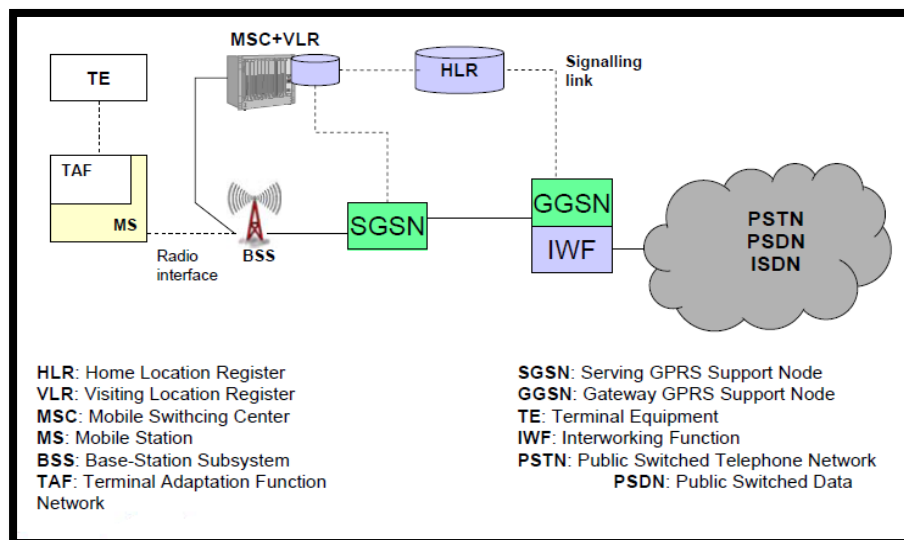


FIGURA 2-12: Arquitectura general GPRS

FUENTE: “Arquitectura de las Redes móviles” [Nuñez, Oscar 2014]

I) ENVÍO DE DATOS CON GPRS

- ¿Por qué surge GPRS?

- Los servicios de datos en GSM son difíciles de acceder, ofrecen poco ancho de banda y muy caros

- Se ofrecen servicios de dato extremo a extremo sobre la infraestructura GSM

- 1994 Comienza su estandarización en ETSI

- 1997 Se aprueba el conjunto principal de normas

- 1999 Se completa la estandarización

- 2000 Se desarrollan productos y comienza su puesta en marcha

- GPRS se convertirá en la base de partida de la telefonía móvil de 3ª Generación.

D) ARQUITECTURA GENERAL UMTS

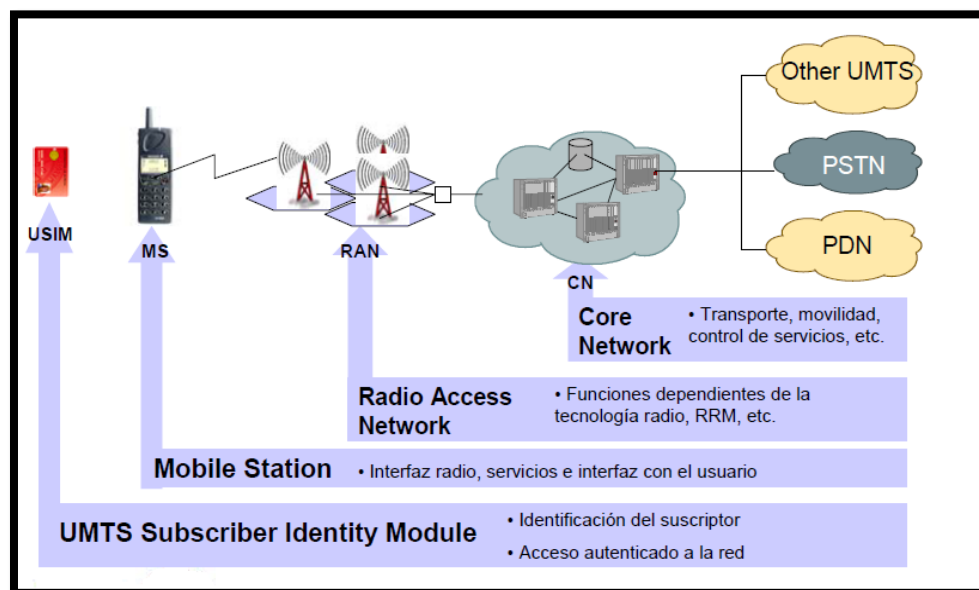


FIGURA 2-13: Arquitectura del UMTS

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Nuñez, Oscar 2014]

I) USER EQUIPMENT (UE)

Interacción con nodo B

Corrección de errores (FEC), Modulación, control de potencia, medidas radio (S/N, quality, etc)

Interacción RNC

Señalización para establecimiento de sesión, ejecución de handovers, cifrado y descifrado, etc.

Interacción con la CN

Envío de información sobre área, negociación de la QoS, solicitud de servicios, etc.

E) ARQUITECTURA GENERAL DE SISTEMAS CELULARES

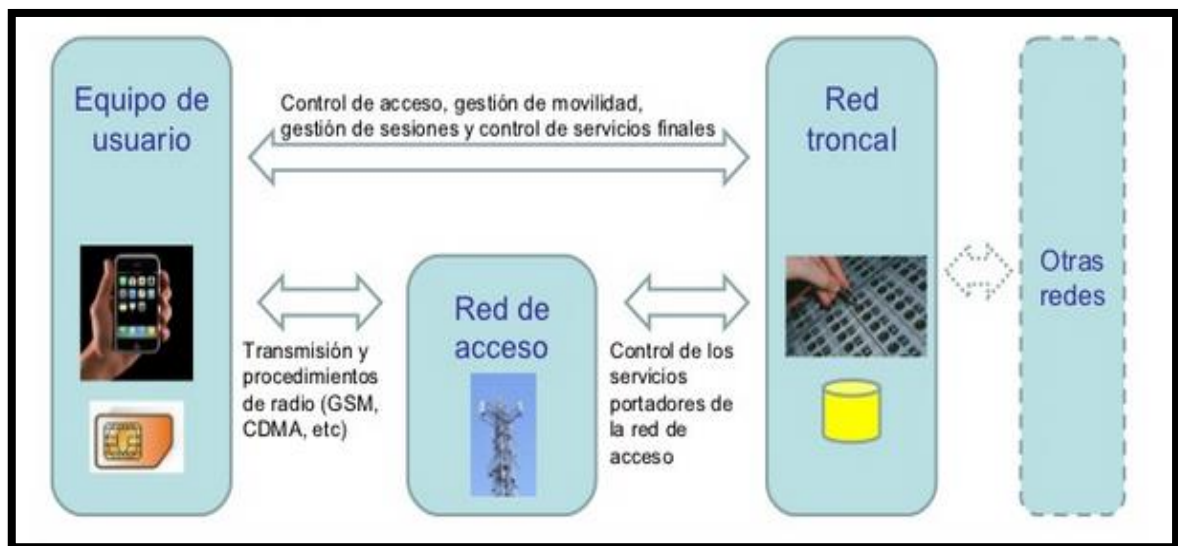


FIGURA 2-14: Arquitectura General de Sistemas Celulares

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Aranda, Manuel 2012]

F) ARQUITECTURA DE LA RED LTE

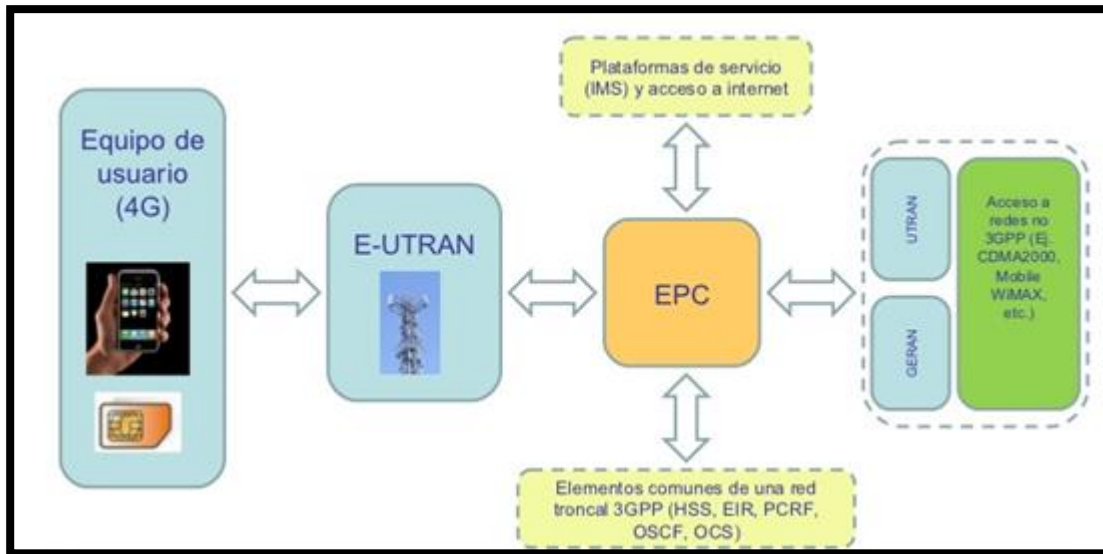


FIGURA 2-15: Arquitectura de la Red LTE

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Aranda, Manuel 2012]

2.2.14 UTRAN (UMTS TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK)

- En primer lugar una parte de la tecnología de comunicación móvil 3G y se define como un término colectivo para el BTS y controladores de red de radio que componen la red de acceso radio UMTS.

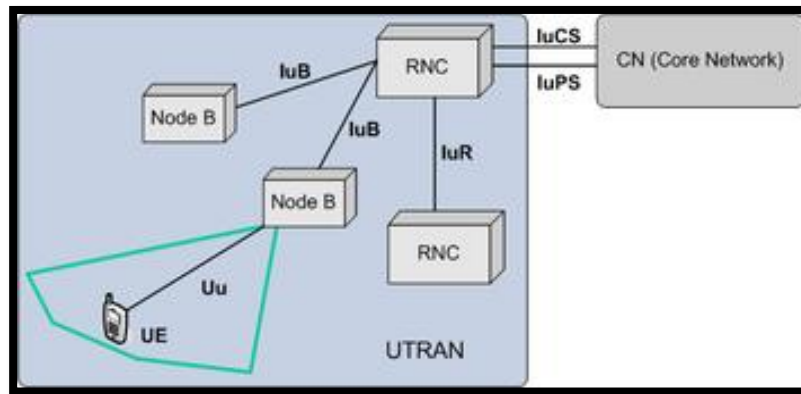


FIGURA 2-16: UTRAN

FUENTE: “UMTS Terrestrial Radio Access Network” [Aranda, Manuel 2012]

- Puede llevar a muchos tipos de tráfico de tiempo real con conmutación de circuitos a paquetes IP basados en conmutación.
- La UTRAN permite la conectividad entre el UE (equipo de usuario) y la red central.
- La UTRAN contiene las estaciones base, que son llamados Nodos B y controladores de red de radio (RNC). El RNC proporciona funcionalidades de control para uno o más Nodos B. Un Nodo B y un RNC pueden ser el mismo dispositivo,
- Hay cuatro interfaces que conectan la UTRAN interna o externamente a otras entidades funcionales: Iu, Uu, IuB y IuR. La interfaz Iu es una interfaz externa que conecta el RNC a la red central (CN). El Uu también es externo, la conexión del nodo B con el Equipo de Usuario (UE). El IuB es una interfaz interna que conecta el RNC con el Nodo B. Y por último hay la interfaz IuR que es una interfaz interna con mayor parte del tiempo, pero puede,

excepcionalmente ser una interfaz externa demasiado para algunas arquitecturas de red. El Iur conecta dos RNC entre sí.

2.2.15 E-UTRAN (EVOLVED UTRAN)

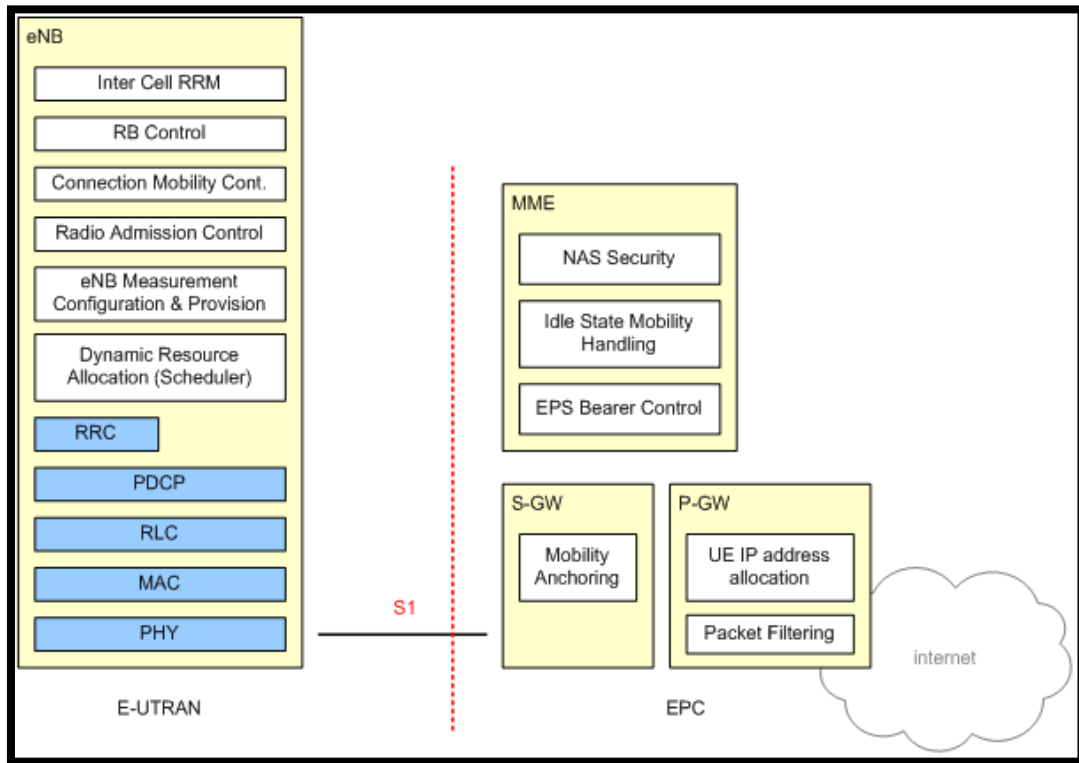


FIGURA 2-17: E-UTRAN

FUENTE: “Arquitectura de las Redes móviles” [Aranda, Manuel 2012]

E-UTRAN es la arquitectura de red definida por la interfaz de radio E-UTRA como una parte de especificación de la capa física 3GPP LTE.

- La E-UTRAN consta de BTS (nodo-B de), proporcionando al usuario plano E-UTRA (PDCP / RLC / MAC / PHY) y terminaciones de protocolos del plano de control (RRC) hacia el UE.

- Las BTS están interconectados entre sí por medio de la X2 interfaz. También están conectados por medio de la interfaz S1 a la EPC (Evolved Packet Core), más específicamente a la MME (Mobility entidad de gestión) por medio de la S1-MME y a la pasarela de servicio (S-GW) por medio de la S1-T.

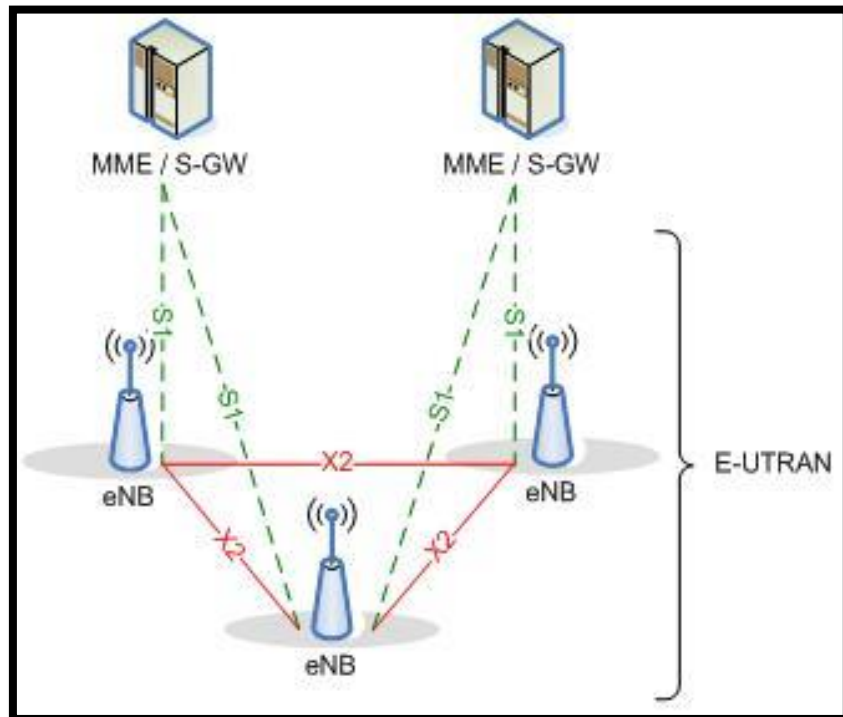


FIGURA 2-18: E-UTRAN

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Díaz, Cesar 2015]

2.2.16 EVOLUCION A LTE

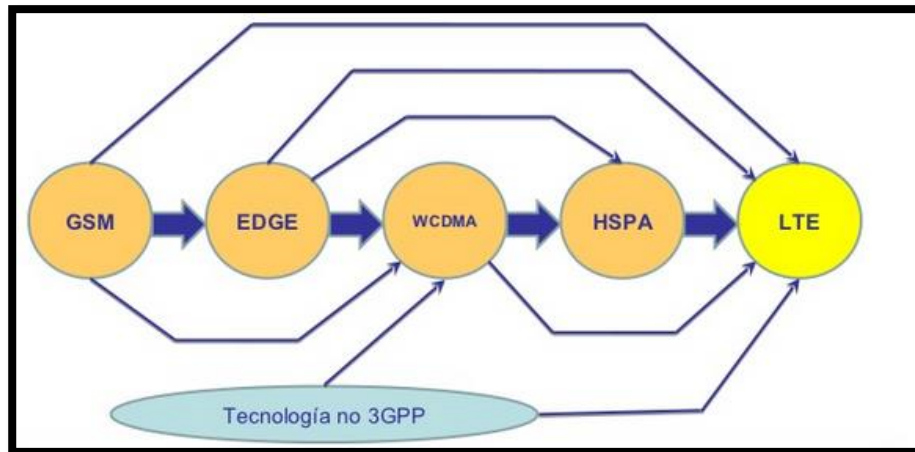


FIGURA 2-19: Evolución a LTE

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Elvio, Ernesto 2016]

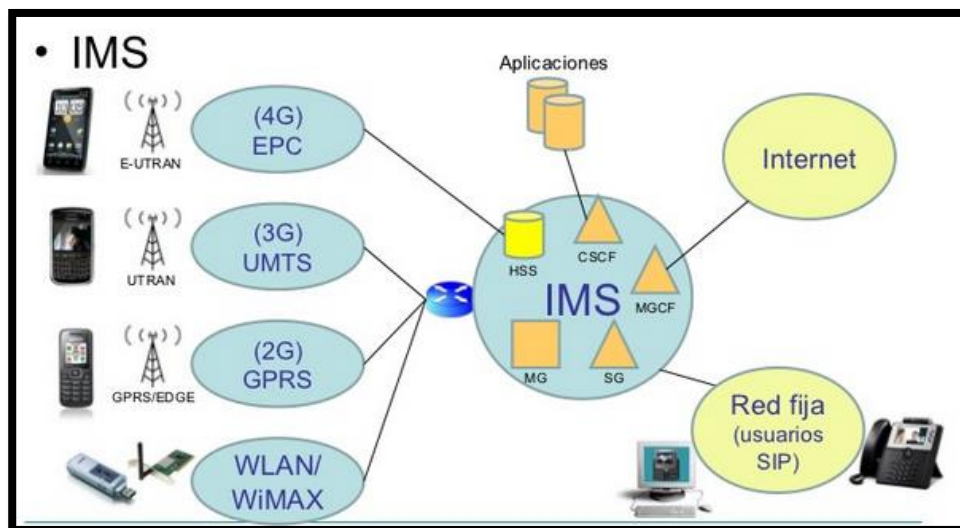


FIGURA 2-20: IMS

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Durand, Giancarlo 2008]

2.2.17 NODO B

Es el equivalente a la BTS en la tercera generación. Los nodos B son equipos situados en la caseta de los emplazamientos conectados a las antenas que emiten y reciben las señales 3G. Al igual que el elemento BTS un nodo B maneja todas las celdas del emplazamiento donde está instalado.

A) RNC

Siglas de "Radio Network Controller". El elemento RNC realiza una función similar al elemento BSC en la tercera generación. ¿Por qué se han utilizado siglas y elementos separados? La razón está en que las tecnologías 2G y 3G son muy diferentes y las funciones a realizar también son muy diferentes. Hoy en día se está implantando el concepto de Single RAN que intenta unificar las generaciones 2G y 3G en un único controlador que hace las funciones de BSC y RNC. Al igual que la BSC la RNC discrimina entre conexiones de voz y de datos que, a partir de ella, siguen caminos separados.

B) SGSN

Siglas de "Serving GPRS Support Node". Es el elemento que recibe las comunicaciones de datos tanto de las BSCs como de las RNCs. Sus funciones son la distribución de los paquetes de datos y la localización y gestión de los usuarios conectados en el área gestionada. Por ejemplo una de las funciones del SGSN es enviar la conexión hacia el país de origen del usuario cuando este es de otro país.

Con el despliegue de las redes 4G el SGSN se comunica con los elementos MME y SGW para facilitar y hacer más rápidos los cambios entre la tecnología 3G y 4G cuando se pierde la cobertura de esta última.

C) GGSN

Siglas de "Gateway GPRS Support Node". Recibe las comunicaciones de los usuarios desde los SGSNs. Los GGSNs no controlan los SGSNs por lo que pueden recibir comunicaciones de cualquier SGSN incluso en otro país. Las comunicaciones que se reciben son las de los usuarios pertenecientes al operador estén en el país que estén. Este elemento es el final de la red móvil en cuanto a datos. A partir de él las comunicaciones son iguales a las de cualquier operador de internet pudiéndose unir a las comunicaciones de una red fija en una red fijo-móvil unificada. El elemento GGSN realiza también funciones de control y de tarificación. Todos los datos necesarios para la facturación son enviados desde este elemento.

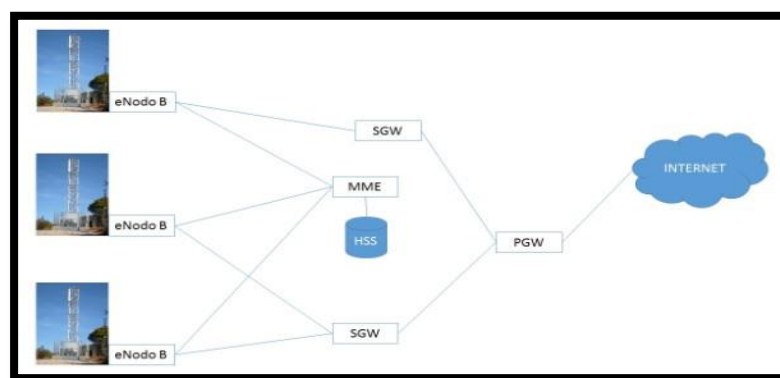


FIGURA 2-21: eNODO B

FUENTE: "Arquitectura de las Redes móviles" [Zapata, Alexander 2013]

En la figura anterior se muestra un esquema de una red LTE. Como se observa es bastante simple comparado con las anteriores tecnologías. Solo contempla conexiones de datos, no hay conexiones de voz que actualmente se realizan en 2G o 3G pero que, en poco tiempo, se realizarán con la tecnología VoLTE o Voz sobre LTE.

D) eNode B

"Enhanced Node B" es el elemento situado en cada emplazamiento de cuarta generación o LTE. En este caso incorpora las funciones del elemento RNC por lo que no hay ningún controlador. El elemento eNode B se conecta directamente a una red TCP/IP (similar a Internet) pero particular del operador. Aun así, al ser una red similar a internet, existen el riesgo de que se puedan espiar las conversaciones por lo que la comunicación se encrypta. Toda la comunicación es TCP/IP por lo que no hay llamadas de voz y el teléfono tiene que pasar a 2G o 3G para realizar una llamada de voz. En el futuro se implantará las llamadas en VoLTE o VoIP (voice over IP) para permitir conexiones de voz y datos en 4G.

E) HSS

Siglas de "Home Subscriber Server". Es la evolución del elemento HLR utilizando en las redes 4G o LTE. Al igual que el HLR almacena los datos estáticos de los usuarios así como los servicios que tienen activados. Actualmente los operadores tienen separados los HLR y los HSS por lo que es necesario dar de alta a un usuario en los dos sitios. La evolución de estos dos elementos será en el futuro una única

base de datos con la información de todos los abonados con una capa sobre ella que ofrezca tanto un interfaz HLR como un interfaz HSS

F) MME

Siglas de "Mobility Management Entity". Es el elemento que gestiona una red de cuarta generación. Aunque los eNodes B no necesitan de un controlador es necesario un elemento común que gestione la red y que se encargue de las funciones que son comunes. Las labores de este elemento van desde el control del dispositivo móvil realizando la identificación del usuario en combinación con el HSS hasta la elección del elemento SGW que va a gestionar la comunicación,

G) SGW

Siglas de " Serving Gateway". Es el elemento que recibe las comunicaciones de datos de los eNodes B. Aísla al elemento PGW de la movilidad de la red. Cuando un dispositivo móvil se mueve a lo largo de la red cada cambio de un eNode B a otro implica un gran número de comunicaciones solamente en la gestión del cambio para que se produzca de una manera fluida. El elemento SGW aísla toda esta gestión para que no llegue al elemento PGW ya que una red móvil tiene unos pocos PGWs que no soportarían todo el tráfico de gestión que implica los movimientos de los dispositivos en la red.

H) PGW

Siglas de "Packet Data Network Gateway. Sustituye al GGSN y, al igual que este, es la frontera entre la red móvil y la red TCP/IP del operador. Es el elemento que asigna las direcciones IP que utiliza cada usuario por lo que, cara a la red, es como si los datos partieran de él. Además realiza tareas de control de los datos y de tarificación. Toda la información necesaria para la facturación parte de este elemento.

I) BTS

Siglas de "Base Transceiver Station". Es el elemento que se conecta a las antenas de telefonía móvil en la segunda generación. La BTS se instala en la caseta que solemos ver a los pies de la torre de un emplazamiento. De la BTS salen los cables que emiten y reciben las señales y que se conectan a las antenas situadas en lo alto de la torre. Normalmente hay una BTS por emplazamiento que se conecta a varias antenas. Cada antena da cobertura a un sector circular al que denominamos celda. Por lo tanto una BTS gestiona todas las celdas de un emplazamiento.

J) BSC

Siglas de "Base Station Controller". El elemento BSC controla un determinado número de BTSs de un area. Todas las BTSs de dicho area se conectan a la BSC y, a través de ella, pasa todo el flujo de comunicaciones. El elemento BSC controla el correcto funcionamiento de las BTSs conectadas, maneja la configuración de

cada una de ellas e incluso participa activamente cuando un usuario móvil pasa de una BTS a otra (hand-over). Con las generaciones 2.5 y 2.75 el elemento BSC diferencia el tráfico de voz y de datos ya que, a partir de ella, siguen caminos separados.

K) MSC

Siglas de "Mobile Switching Center". Son las centrales de comunicación que establecen las llamadas de voz en las redes móviles. A este elemento se conectan tanto las BSCs como las RNCs aunque solo reciben las llamadas de voz. Las llamadas de datos siguen un camino diferente. La tecnología utilizada por estas centrales es la misma que la empleada en las centrales de telefonía fija. Aun así el software que las controla es bastante más complejo ya que tiene que permitir la conexión de usuarios que están en movimiento y que pueden conectarse desde cualquier lado.

L) HLR

Siglas de "Home Location Register". Es el elemento de la red que almacena los datos de los usuarios. Para dar de alta un usuario en una red móvil se deben introducir los datos en el HLR correspondiente. En una red móvil suele haber un HLR por cada millón de abonados. Por lo tanto los elementos de la red móvil que consultan la información del usuario deben saber, según el usuario, cual es el HLR que contiene su información. La información almacenada es toda la información estática relativa al usuario como los desvíos o los servicios activados.

M) VLR

Siglas de "Visitor Location Register". Aunque lógicamente es un elemento diferente realmente es parte de la MSC. En él se almacena la información de los abonados que están conectados en dicha MSC. Este elemento permite no tener que estar preguntando continuamente al HLR por la información de un abonado. Además contiene información particular relativa a su posición en la red y su estado actual.

N) EIR

Siglas de "Equipment Identification Register". Este elemento no es imprescindible y, de hecho, al principio no se ponía. Su función es comprobar el identificador del dispositivo o IMEI (international mobile equipment identification). Todos los dispositivos tienen un identificador IMEI único en el mundo. El operador tiene registrado nuestro IMEI si hemos comprado el teléfono a través de él o también si le informamos cuando compramos un nuevo teléfono. Si nuestro teléfono es robado podemos informar al operador y este pone el IMEI de nuestro teléfono en la lista negra del EIR. Si el EIR detecta una llamada con nuestro teléfono la interrumpe aunque la SIM sea distinta por lo que el teléfono queda inoperativo. El EIR admite también una lista gris en la que la llamada no se interrumpe pero envía un aviso informando de su uso. Algunos operadores tienen acuerdos para intercambiar el contenido de sus listas para impedir el uso de teléfonos robados aunque se cambie de operador.

O) AuC

Siglas de "Authetication Center". Es un elemento complementario del HLR. Para mantener la confidencialidad en las comunicaciones e identificarnos con seguridad se utilizan unas claves particulares para cada SIM. Estas claves también están almacenadas en el AuC. Por seguridad estas claves no se almacenan en ningún otro sitio de la red y el AuC las mantiene protegidas.

P) ANTENA

Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma energía eléctrica en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

Existe una gran diversidad de tipos de antenas. En unos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas, otras veces deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios.

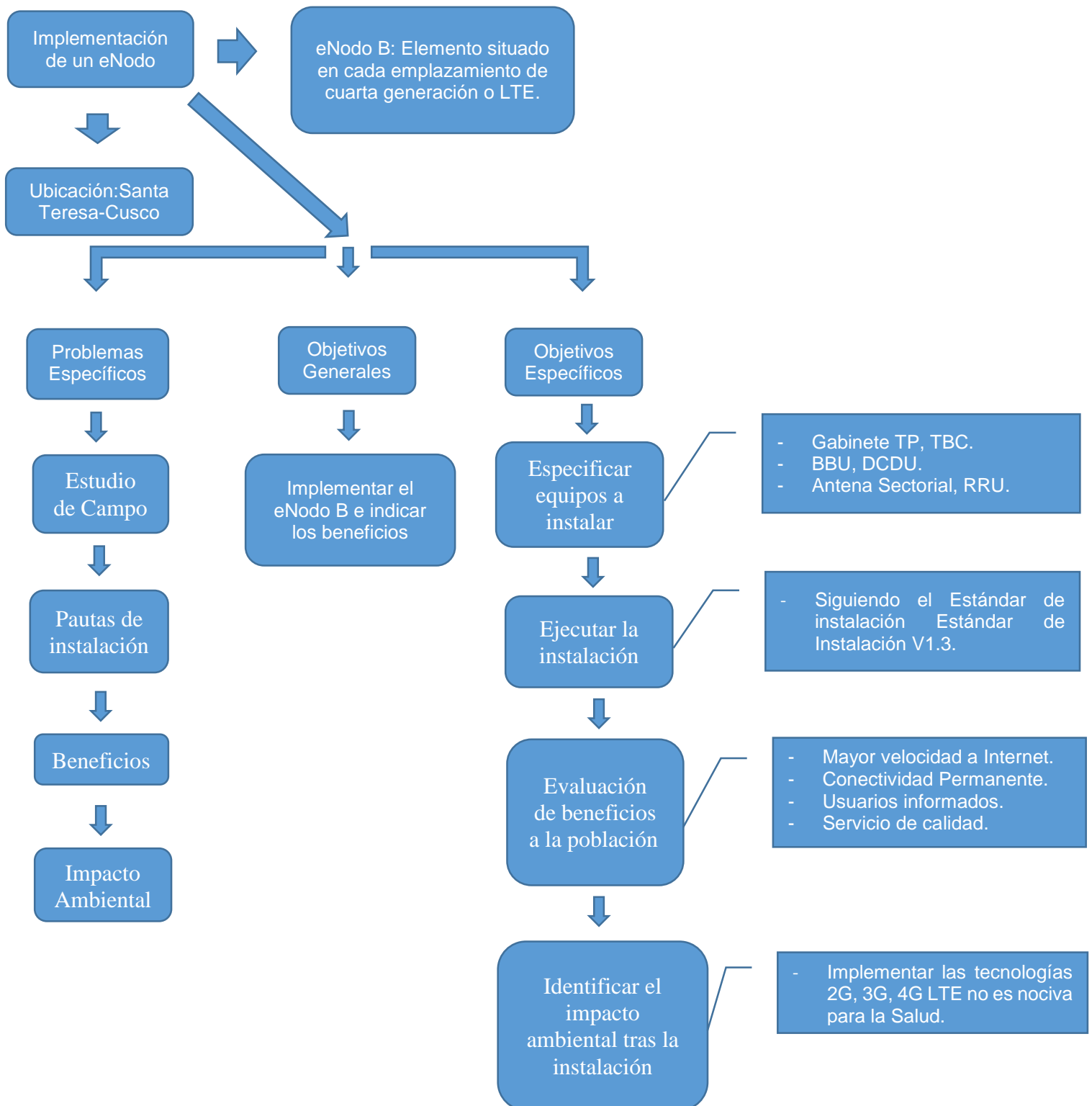
Q) T.M: Tilt Mecánico

Es la inclinación de la antena, a través de accesorios específicos en la misma, sin cambiar la fase de la señal de entrada, se modifica el diagrama y en consecuencia las direcciones de propagación de la señal

R) T.E: Tilt Eléctrico

Este puede ser un valor fijo o variable, generalmente ajustado a través de un accesorio tipo varilla o perno con marcas (números). Este ajuste puede ser manual o remoto, como en el caso del cable RET (Remote Electrical Tilt).

2.3 MARCO CONCEPTUAL



CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE UN NODO B CON TECNOLOGÍA 2G, 3G, 4G LTE DEL OPERADOR ENTEL-PERÚ EN EL DISTRITO DE SANTA TERESA-CUSCO

En el siguiente capítulo se realizará la descripción del proyecto, el estudio, la implementación, la ejecución, los beneficios y ventajas que trae consigo la instalación de un Nodo B de 2da, 3era y 4ta Generación implementada en el distrito de Santa Teresa.

Así se desarrollará un breve análisis del distrito, una teoría de los equipos a implementar describiendo el proceso de implementación paso a paso de la tecnología de 2da, 3era y 4ta Generación.

3.1 ANALISIS DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE 2DA, 3ERA, 4TA GENERACIÓN

3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo implementar en el distrito de Santa Teresa (CS_0132777) una nueva red de telefonía móvil basada en las tecnologías 2G, 3G, 4G LTE, Para el operador ENTEL-PERÚ, los sites en los cuales implementa sus tecnologías tienen un ID el cual los diferencia por departamentos y números, para el site Santa Teresa tiene el siguiente ID: CS_0132777.

Para la implementación utilizaremos equipos que pertenecen a la compañía internacional HUAWEI quien ofrece sus equipos y diversas soluciones en telecomunicaciones.

La instalación de estas tecnologías se centra en el distrito de Santa Teresa, Provincia de la Convención, departamento de Cusco, esta estación fue elegida y asignada a la empresa de telefonía móvil ENTEL-PERÚ, en el distrito de Santa Teresa existe una mayor demanda del servicio de telefonía móvil y esto genera nuevas necesidades en la población ya que además es un centro turístico, en el distrito de Santa Teresa no hay red móvil existente de ENTEL-PERÚ y es esa la razón de la implementación en dicho distrito de poner en servicio la cobertura de ENTEL-PERÚ con sus tecnologías 2G,3G,4G LTE, previamente a la instalación se realizaran breves estudios físicos de factibilidad, de acceso y espacio de esa forma

saber si es posible realizar la instalación de la red 2G,3G,4G LTE en la banda 1900 Mhz para la 2G, 3G y 2100 Mhz para la 4G LTE.



FIGURA 3-1: FOTO PANORAMICA DEL SITE SANTA TERESA

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

3.1.2. DISTRITO DE SANTA TERESA

El distrito peruano de Santa Teresa es uno de los trece distritos de la Provincia de La Convención, ubicada en el Departamento del Cusco, bajo la administración el Gobierno regional del Cusco. Su capital es la ciudad de Nuestra Señora de Santa Teresa de Jesucristo Redentor que está a 1511 msnm, sobre la margen derecha del río Vilkanota, ubicado entre los ríos Saqsara, Salkantay y Vilkanota en el cerro Chilkapata. La población censada en el año 2007 en el distrito es de 15000 habitantes. Hay dos maneras de llegar:

- Por carretera, desde Ollantaytambo, pasando por la Reserva Privada Abra Málaga (4.350 msnm), rodeando el Nevado Urubamba, pasando por Ipal. Son 152 km que se hacen en unas 5 horas.
- Por tren, desde Ollantaytambo, pasando por Machupicchu, hasta la estación final llamada Hidroeléctrica de Santa Teresa. Este recorrido se hace en solo 3 horas.

Fue creado mediante Ley 12849 del 11 de octubre de 1957 durante el gobierno del Presidente Manuel Prado Ugarteche. Desde tiempos pre incas e incas el distrito de Santa Teresa estuvo poblado por agricultores y en la época inca se enfatizó el cultivo de la coca. En la época de la invasión española se desempeñó la actividad minera en las zonas de Yanama y Totorá un claro ejemplo es la mina Victoria. Durante la república en este distrito se gestó la lucha campesina contra los hacendados que dio paso a la expulsión de los mismos y el nacimiento de la reforma agraria.

En 1998 un huayco bajó por el río Aobamba y arrasó por completo con la antigua capital, en ese entonces ubicado al pie de la confluencia de los ríos Salkantay, Saqsara y Vilkanota. Luego de esa tragedia se reconstruyó el pueblo 50m más arriba en una zona más llana y segura.

Santa Teresa, se ha convertido en los últimos años en una ruta alternativa para visitar Machu Picchu cruzando por las plantaciones de cacao y de café. Está a solo 14 km de Machupicchu.

Baños termales de Cocalmayo, compuesto de 3 piscinas de diferentes tamaños, temperaturas y profundidad. Tiene duchas, vestidores y kioscos de madera y piedra labrada que respeta el entorno natural. Ubicadas a solo 10 min en colectivo del centro. Hay lugares de camping en la zona y está abierto las 24 horas.

Choquequirao, el complejo arqueológico de Choquequirao se ubica en el distrito de Santa Teresa esta imponente construcción inca se denomina la hermana melliza de Machupicchu.

El Nevado del Salkantay, este es el nevado más alto de la región de Cusco y se ubica en el distrito de Santa Teresa, en los últimos años llama el interés de los turistas ya que este nevado es un gran atractivo para realizar andinismo así mismo para contemplar la belleza de este nevado.

A) UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Está ubicada en la provincia de La Convención, se ubica a 130 km al noroeste de Cusco; entre los paralelos geográficos $13^{\circ} 14'$ y $13^{\circ} 34'$ y los meridianos $75^{\circ} 68'$ y $73^{\circ} 22'$. Su capital es la ciudad de Nuestra Señora de Santa Teresa de Jesucristo Redentor que está a 1511 msnm, sobre la margen derecha del río Vilkanota, ubicado entre los ríos Saqsara, Salkantay y Vilkanota en el cerro Chilkapata. La población censada en el año 2007 en el distrito es de 15000 habitantes.



FIGURA 3-2 Ubicación del Site Santa Teresa - Cusco

FUENTE: "Google Earth"

B. RELACIONES ECONÓMICAS

La estructura económica del distrito de Santa Teresa está centrada en el turismo como principal ingreso de la población del distrito.

- Santa Teresa, se ha convertido en los últimos años en una ruta alternativa para visitar Machu Picchu cruzando por las plantaciones de cacao y de café. Está a solo 14 km de Machupicchu.
- Baños termales de Cocalmayo, compuesto de 3 piscinas de diferentes tamaños, temperaturas y profundidad. Tiene duchas, vestidores y kioscos de madera y piedra labrada que respeta el entorno natural. Ubicadas a solo 10 min en colectivo del centro. Hay lugares de camping en la zona y está abierto las 24 horas.
- Choquequirao, el complejo arqueológico de Choquequirao se ubica en el distrito de Santa Teresa esta imponente construcción inca se denomina la hermana melliza de Machupicchu.
- El Nevado del Salkantay, este es el nevado más alto de la región de Cusco y se ubica en el distrito de Santa Teresa, en los últimos años llama el interés de los turistas ya que este nevado es un gran atractivo para realizar andinismo así mismo para contemplar la belleza de este nevado.

La población en el último censo proyectado al 2014 en el distrito de Santa Teresa es de 6607 habitantes.

3.2 CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL DE 2da, 3era, 4ta GENERACIÓN

Para la implementación de la red 2G, 3G, 4G LTE en el site Santa Teresa, se debe realizar un estudio de campo para saber si en el site Santa Teresa existe factibilidad para instalar los nuevos equipos o realizar adecuaciones. Después de realizar el estudio de campo se procede con la implementación de los nuevos equipos y todo el proceso de instalación en el site.

3.2.1 ESTUDIO TÉCNICO DEL SITE (TSS) E IMPLEMENTACIÓN

I. ESTUDIO E INSTALACIÓN EN SALA

Al ingresar al site Santa Teresa se debe considerar el espacio para instalar un nuevo gabinete, también se debe considerar el espacio para realizar el cableado horizontal para tender nuestra Fibra Óptica y cable de energía desde el gabinete hacia las antenas y RRU's.

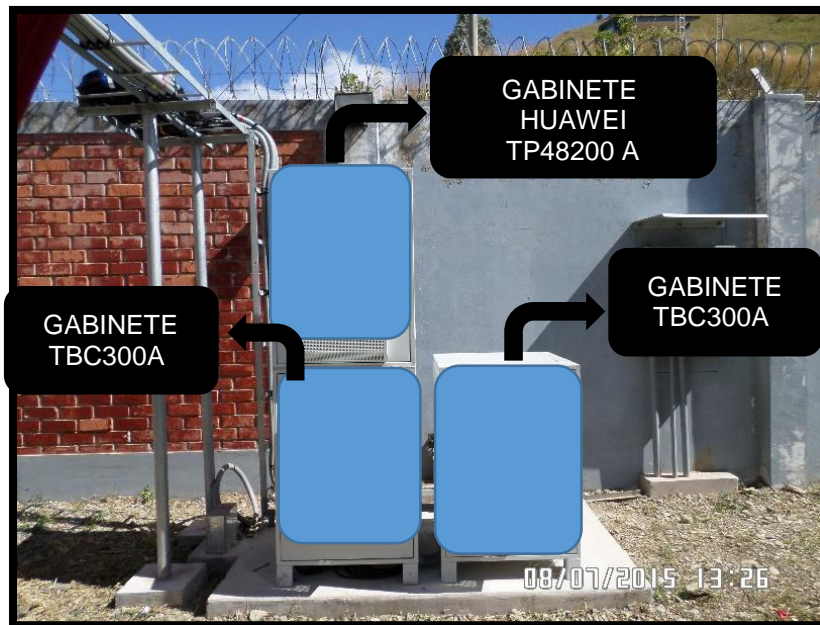


FIGURA 3-3: Posición donde se instalará el gabinete Huawei TP48200 A y gabinetes TBC300A en el site Santa Teresa

FUENTE: "Elaboración Propia"

El gabinete TP48200A modelo HX09A6 y TBC300A modelo TCA300A tienen las siguientes dimensiones:

- La base de los gabinetes ,1000 mm x 650 mm x 650mm (no se considera la parte sobresaliente de la puerta).
- Se considerará que en ambos tipos de gabinetes, las puertas abren hacia la derecha por lo que se deberá tener una separación mínima de 4cm.
- Se usará un breaker principal para energizar el gabinete TP48200A (Energía AC), dicho breaker será instalado por ENTEL-PERÚ, y tendrá una capacidad de 40 Amperios en el tablero de distribución principal.

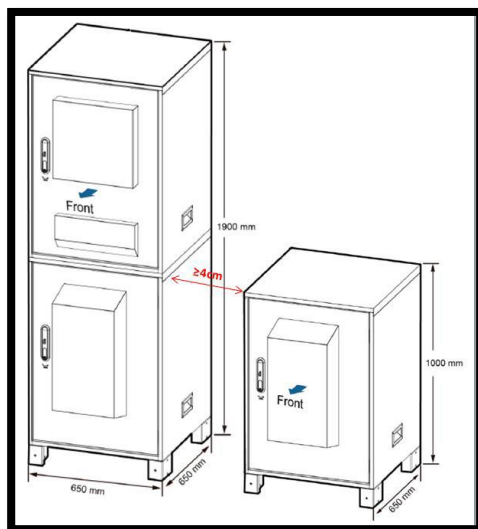


FIGURA 3-4: Gabinete Huawei TP48200 A y Gabinetes TBC300A

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

A) DIMENSIONES

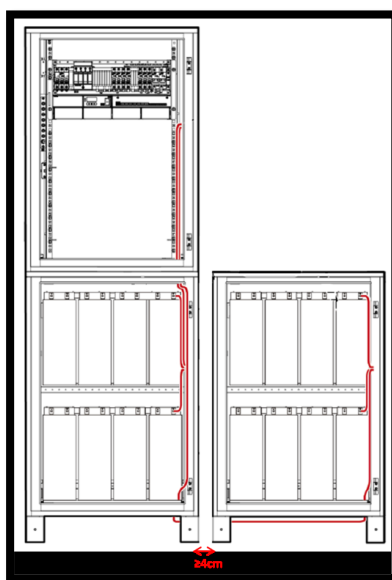


FIGURA 3-5: Gabinete Huawei TP48200 A y Gabinetes TBC300A puerta abierta

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

B) DISTRIBUCIÓN

A) Gabinete de Energía TP48200A-HX09A6

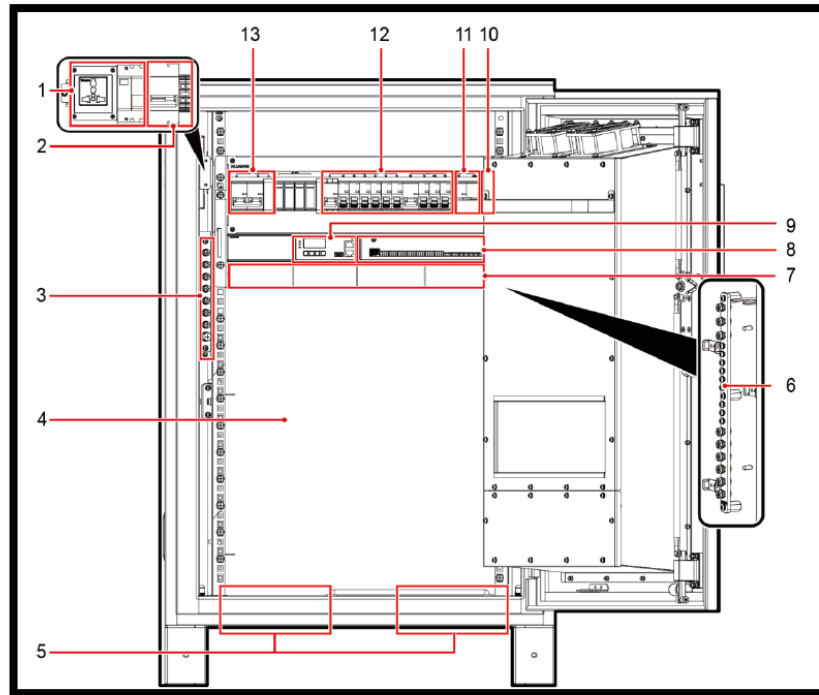


FIGURA 3-6: Distribución de Energía en el Gabinete Huawei TP48200 A

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

1	Socket de mantenimiento y breaker
2	Breaker de salida AC
3	Barra de aterramiento
4	Espacio para equipos (IDU , BBU , DCDU , 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 (DCDU , TCUA , IDU, etc)
13	Breaker general de entrada de energía AC

TABLA 3-1: Distribución de Energía en el Gabinete Huawei TP48200 A

FUENTE: "Elaboración Propia"

B) Gabinete de Baterías TBC300A-TCA300A

En este Gabinete TBC modelo 300A, van ubicados los bancos de baterías, en el site se instalan 2 TBC en los cuales en cada uno van instalados 2 bancos de baterías y un banco de baterías respectivamente, cada banco de baterías consta de 4 baterías. Dichos bancos de baterías son energizados desde los breakers que vienen del gabinete de Transmisión.

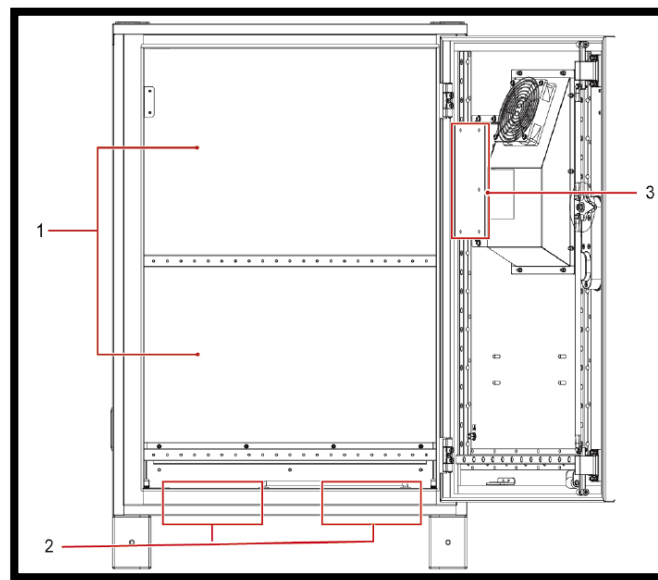


FIGURA 3-7: Distribución en el Gabinete TBC300A

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

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

TABLA 3-2: Distribución en el Gabinete TBC300A

FUENTE: "Elaboración Propia"

C) MÓDULOS RECTIFICADORES

Se instalarán 04 Módulos Rectificadores R4850G2 1U 3000W, similares al modelo inicial TP 48200^a (Minishelter).

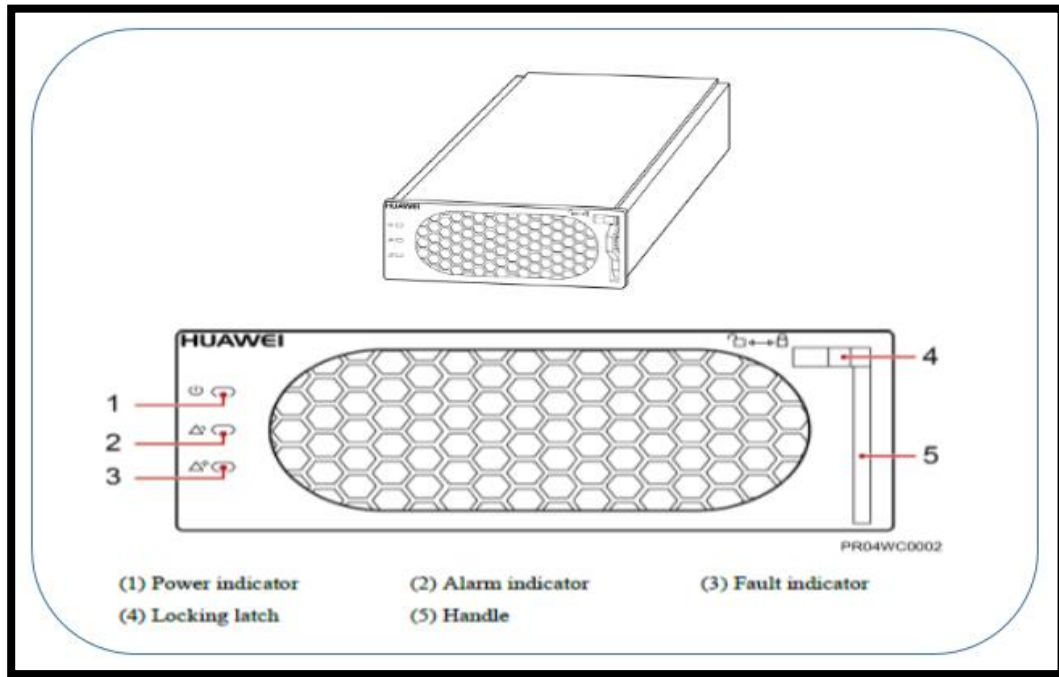


FIGURA 3-8: Módulos rectificadores y sus partes

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

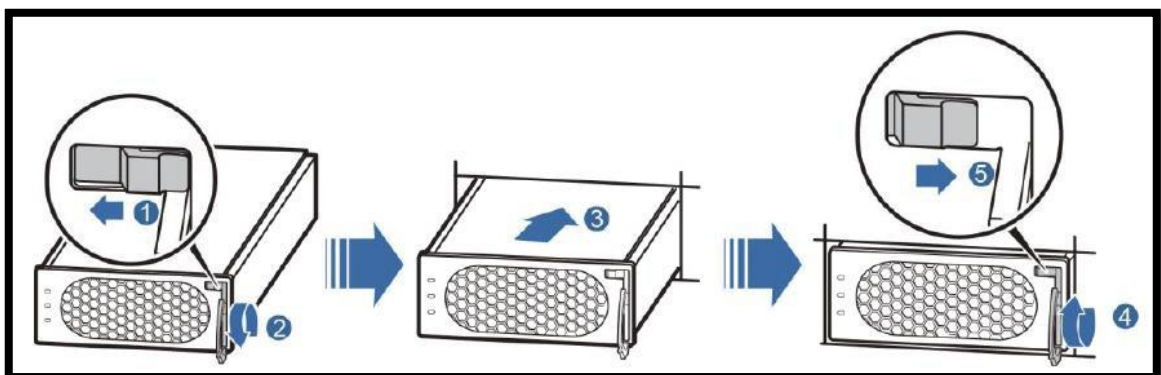


FIGURA 3-9: Instalación de los módulos Rectificadores

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "



FIGURA 3-10: Módulos Rectificadores, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

D) MÓDULO DE ALARMAS

Se instalará el UIM02C y SMU02B, similares al modelo inicial TP 48200A (Minishelter).

Módulo SMU02B:

Unidad de monitoreo de la estación, este módulo se encargará de supervisar las alarmas gestionadas por el gabinete TP. Para el conexionado del cable de monitoreo se usará el puerto RS485 del SMU hacia el puerto MON 1 del módulo UPEU en el equipo BBU3900.

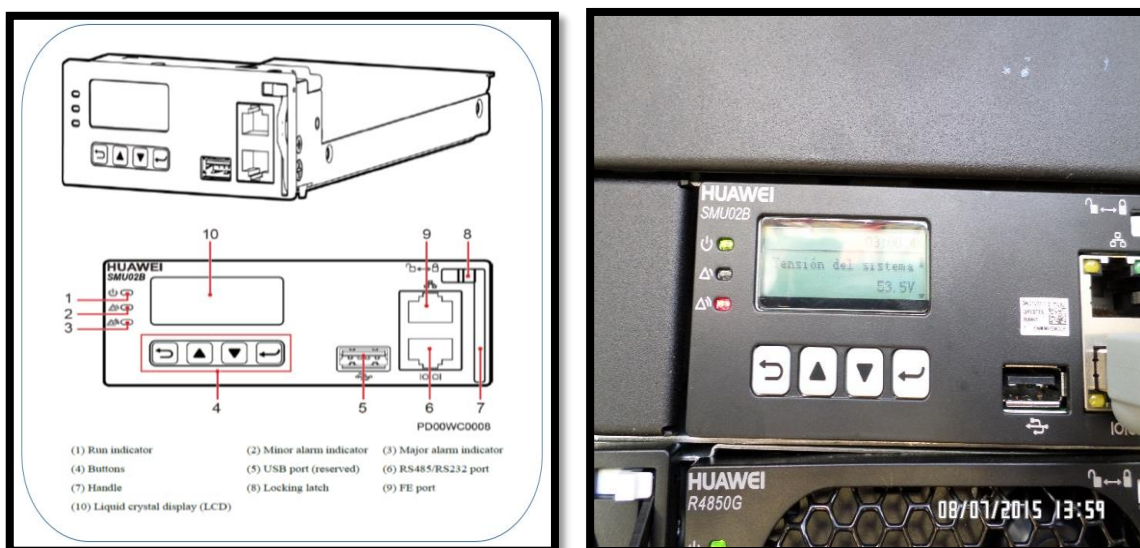


FIGURA 3-11: Módulos de Alarmas

FUENTE: "Elaboración Propia"

1.	Run Indicator
2.	Indicador de Alarma Menor
3.	Indicador de Alarma Mayor
4.	Botones
5.	Puerto USB (Reservado)
6.	Puerto RS485/RS232
7.	Handle
8.	Pestillo de Bloqueo
9.	Puerto FE
10.	Pantalla de Cristal Líquido (LCD)

TABLA 3-3: Módulos de Alarmas

FUENTE: "Elaboración Propia"

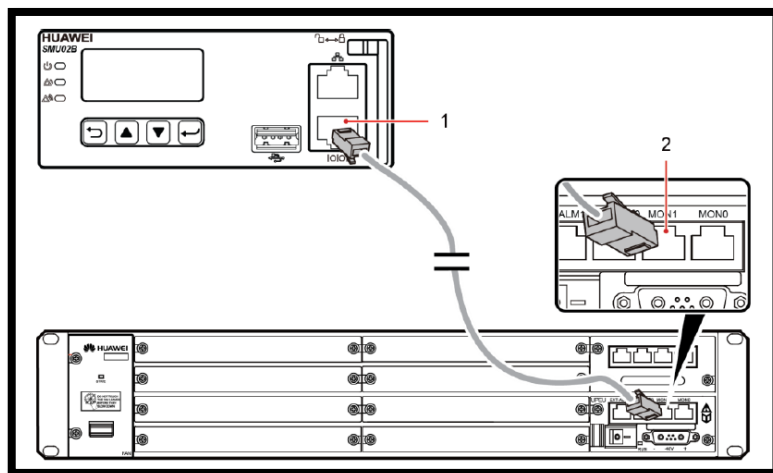


FIGURA 3-12: Conexión del Cable de Monitoreo del Módulo rectificador a la BBU

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

E) MÓDULO SMU02B:

Unidad encargada de distribuir los terminales de conexión de alarmas internas. Para el conexionado del cable de monitoreo se usará el puerto COM del UIM02C hacia el puerto COM_IN del TCUA_TP.

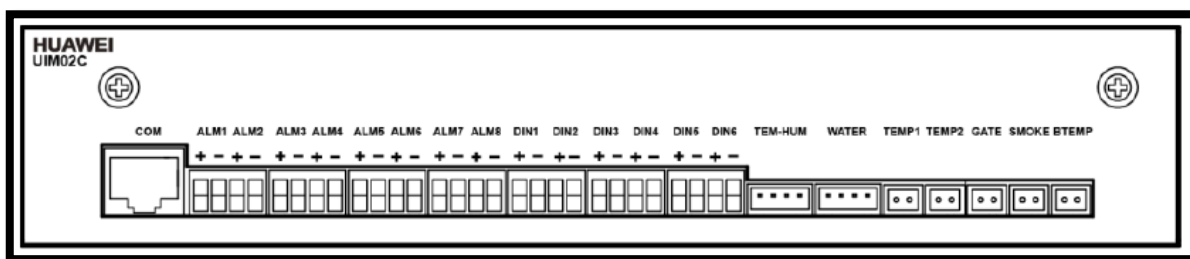


FIGURA 3-13: Módulo SMU02B

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

Port Type	Silk Screen	Description
Sensores de Puertos	TEM-HUM	temperatura ambiente y sensor de humedad
	WATER	Sensor de Agua
	TEMP1	Sensor de Temperatura de ambiente
	TEMP2	Sensor de Temperatura de ambiente
	GATE	Sensor de Puerta
	SMOKE	Sensor de Humo
	BTEMP	Sensor de Temperatura de Baterías
Comunicación de Puertos	COM	RS485 Port

TABLA 3-4: Módulo SMU02B

FUENTE: "Elaboración Propia"

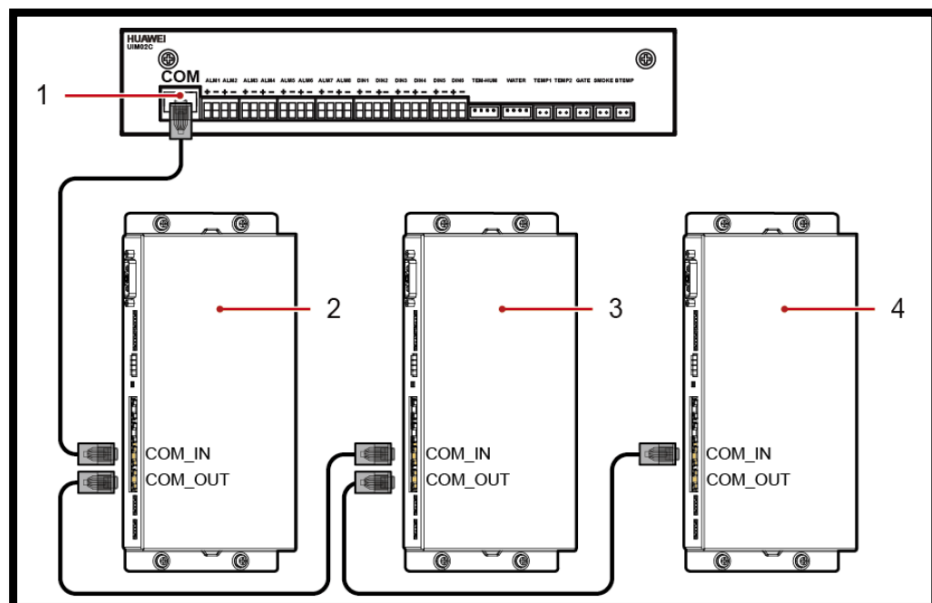


FIGURA 3-14: Módulo SMU02B

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

1.INSTALACIÓN DE GABINETES

Para la correcta instalación de los gabinetes TP48200A-HX09A6 y TBC300A-TCA3 se deberá seguir las siguientes indicaciones:

Instalación de gabinetes:

La configuración de posición de los gabinetes tendrá la siguiente forma:

- Gabinete de energía apilado en el 1er gabinete de baterías, al lado derecho se instalara el 2do gabinete de baterías.
- Se deberá considerar el espacio mínimo de 4 cm de separación entre gabinetes.

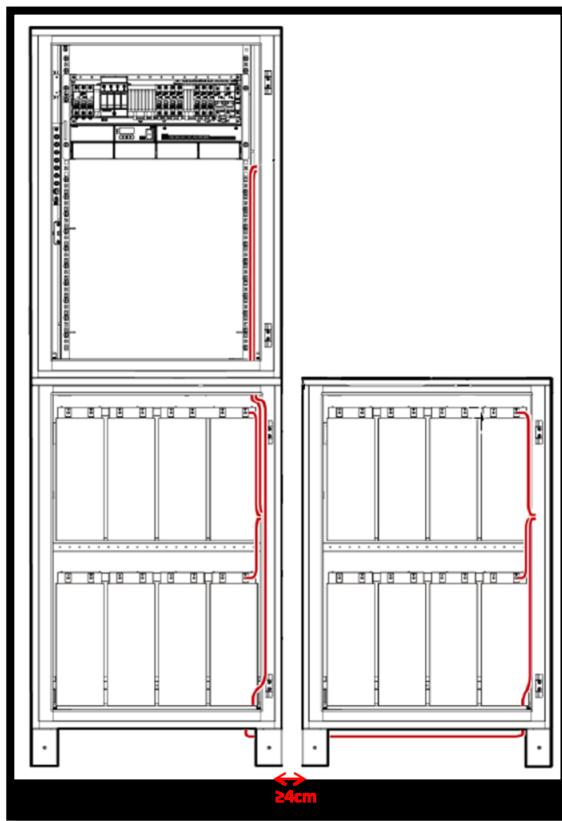


FIGURA 3-15: Instalación de Gabinetes Huawei

FUENTE: Estándar de Instalación V1.3 "

- Los gabinetes (TBC300A-TCA3) estarán soportados en una base de concreto o una base metálica, los cuales estarán asegurados por pernos de fijación. Para mayor facilidad en el montaje la caja de los gabinetes tiene una plantilla de montaje.
- Una vez instalados los gabinetes (TBC300A-TCA3) se procederá a la instalación del gabinete de energía TP48200A-HX09A6.
- Se retirarán los sujetadores de agujeros de montaje y los agujeros de cable en la parte superior del TBC300A-TCA3.
- Reclinar el TP48200A-HX09A6 y retirar los soportes de apoyo para suelo.
- Izar el TP48200A-HX09A6 por encima de TBC300A-TCA3 y asegurarse de que encaje correctamente.

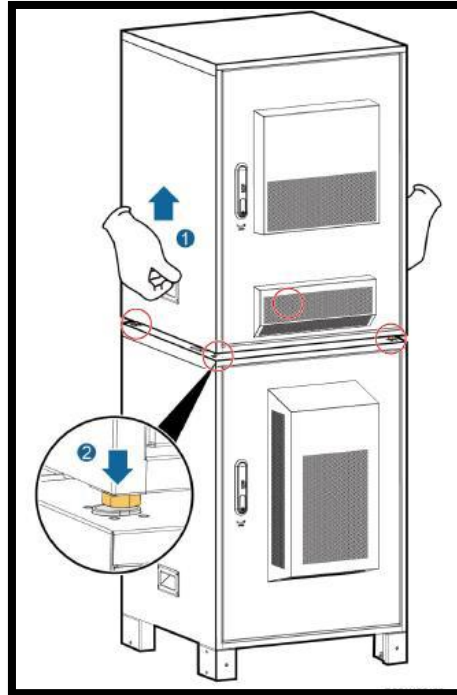


FIGURA 3-16: Pasos para colocar correctamente los gabinetes

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

- Abrir la puerta del TBC300A-TCA3 y ajustar los pernos como se muestra en la figura, considerando el sellado entre gabinetes con Sikalfex Gris.

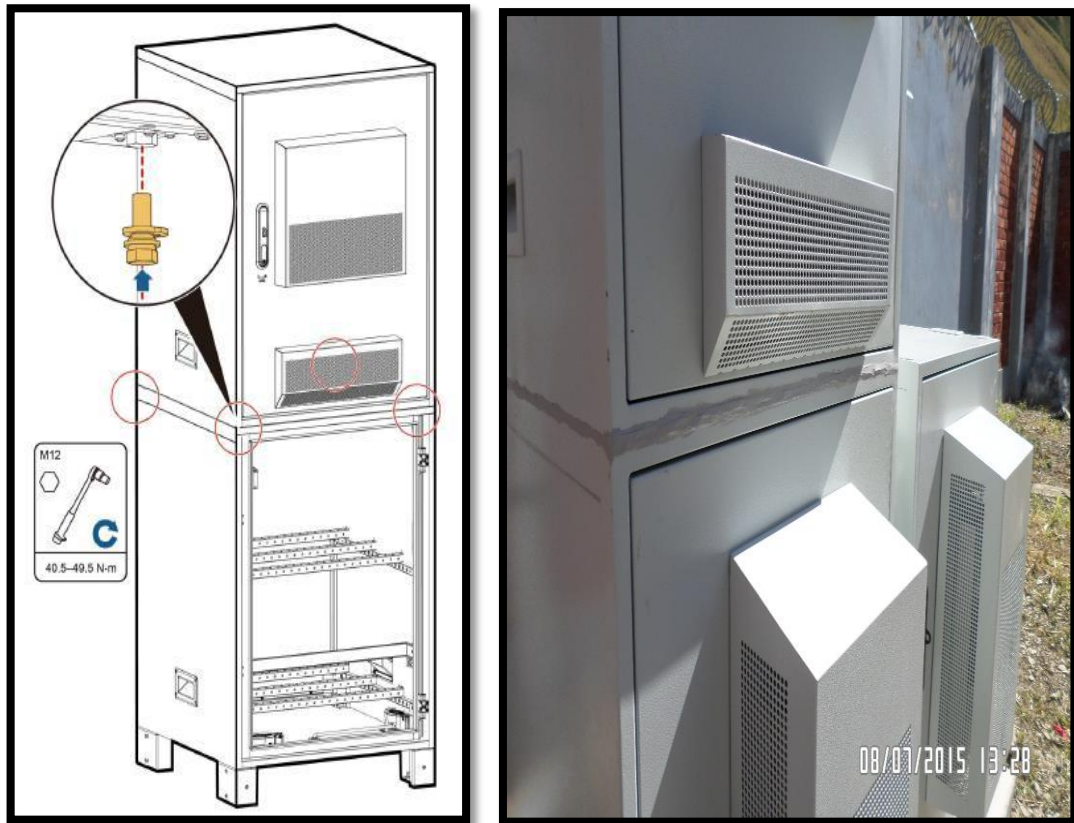


FIGURA 3-17: Sellados entre Gabinetes, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

- Instalar y asegurar el 2do gabinete de baterías, considerando una separación mínima de 4cm.



FIGURA 3-18: Foto actual de Gabinetes instalados en el Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

A) **DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN GABINETE TP48200A-HX09A6**

Se deberán respetar los espacios predefinidos para la versión inicial del TP48200A (minishelter) en relación a BBU y RTN.

- DCDU (unidad de distribución de energía): ocupa 1 unidad de rack (3 orificios), la cual debe ser instalada terminando los módulos rectificadores sin dejar espacio entre las dos.

- Para el aterramiento del DCDU, BBU, IDU y Gabinete de Energía, se deberá usar la barra ubicada en el lado superior izquierdo del gabinete de energía. El aterrado del DCDU, BBU y IDU debe ser con cable amarillo/verde de 6mm y terminales OT.

Aquí el detalle de la conexión:

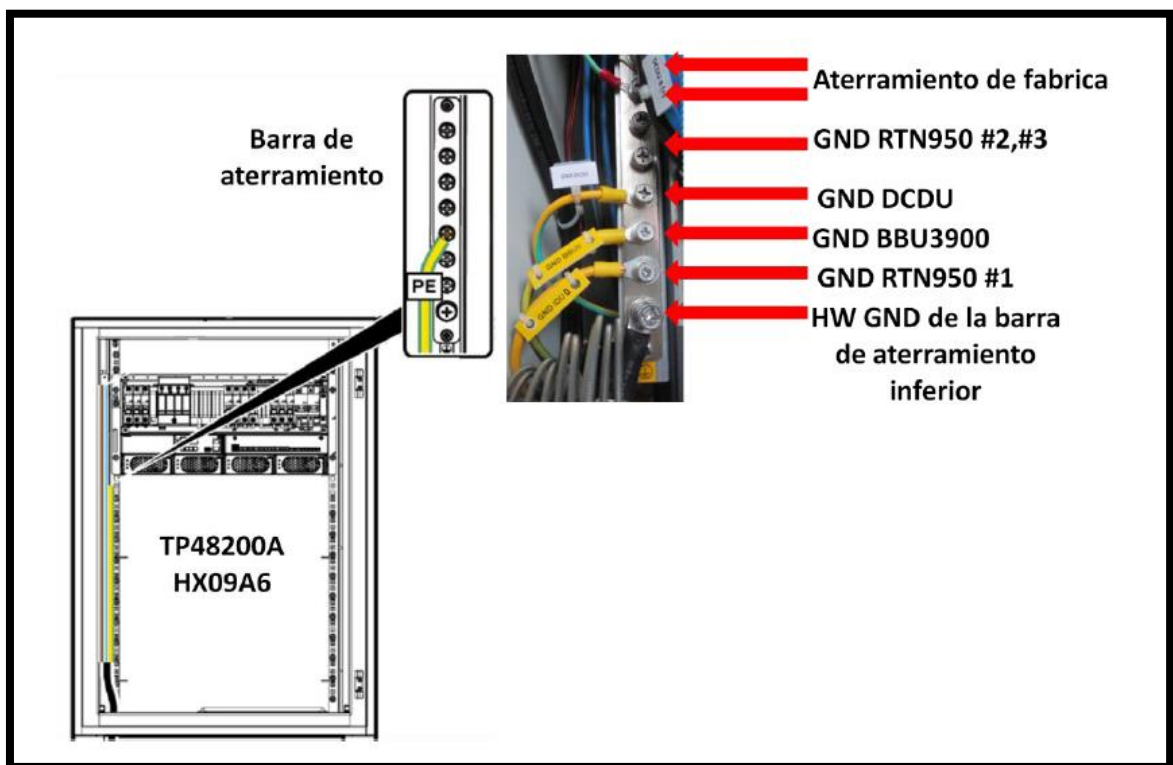


FIGURA 3-20: Barra de aterramiento interno

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

- Para el aterramiento de los cables DC RRU se debe usar cable amarillo/verde de 6mm con terminales OT donde el empalme debe ser protegido con manga termocontraible.

Se usaran los puntos designados en el lado derecho del gabinete como se muestra a continuación:

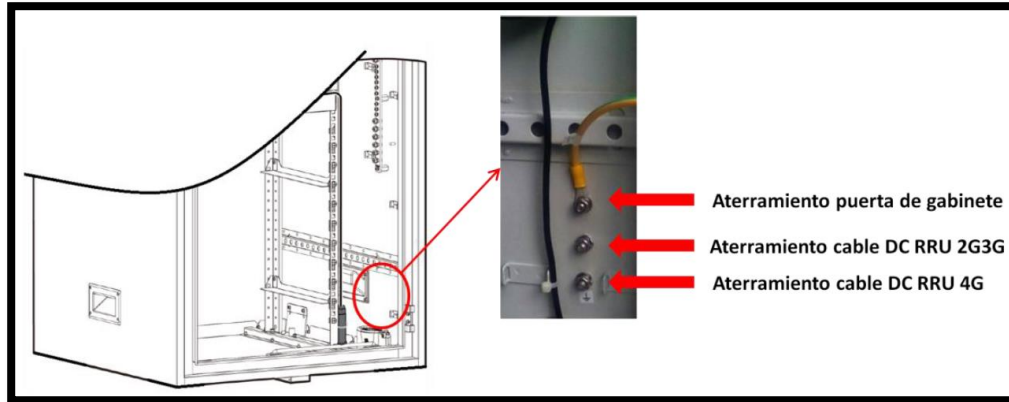


FIGURA 3-21: Barra de aterramiento interno

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

2.DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO INTERNO

Entrada de cableado del gabinete TP48200A-HX09A6:

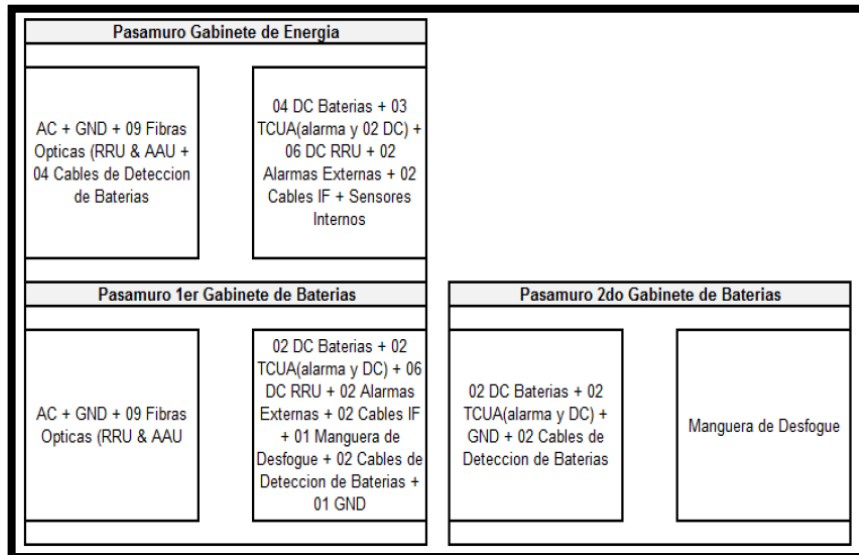


FIGURA 3-22: Cableado interno completo dentro de los gabinetes TP Y TBC

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

Pasamuro inferior 2do gabinete de baterías:

- Izquierda: Cableado de batería (2 DC), TCUA (alarma y DC), cable de tensión media (2 cable de detección de batería) y cable de aterramiento de gabinete.
- Derecha: Manguera de desfogue.

Pasamuro inferior 1er gabinete de baterías:

- Izquierda: Cableado AC, GND Y F.O (RRU3942 y RRU3832).
- Derecha: Cableado de batería (2 DC), TCUA (alarma y DC), cableado DC (3 RRU3942 y 3 de RRU3842), alarmas externas (2 cable UTP), manguera de desfogue, cable de tensión media (2 cable de detección de batería) y cable de aterramiento de gabinete.

Pasamuro superior gabinete de energía:

- Izquierda: Cableado AC, GND Y F.O (RRU3942 y RRU3832) y cable de tensión (4 cables de detección de batería).
- Derecha: Cableado de batería (2 DC), TCUA (alarma y DC), cableado DC (3 RRU3832 y 3 de RRU3942), alarmas externas (2 cable UTP), cable if (dos por enlace) manguera de desfogue, cable de tensión media (2 cable de detección de batería) y cable de aterramiento de gabinete.

Los módulos de entrada de los gabinetes TBC300A deben ser ajustados para completar el sellado.

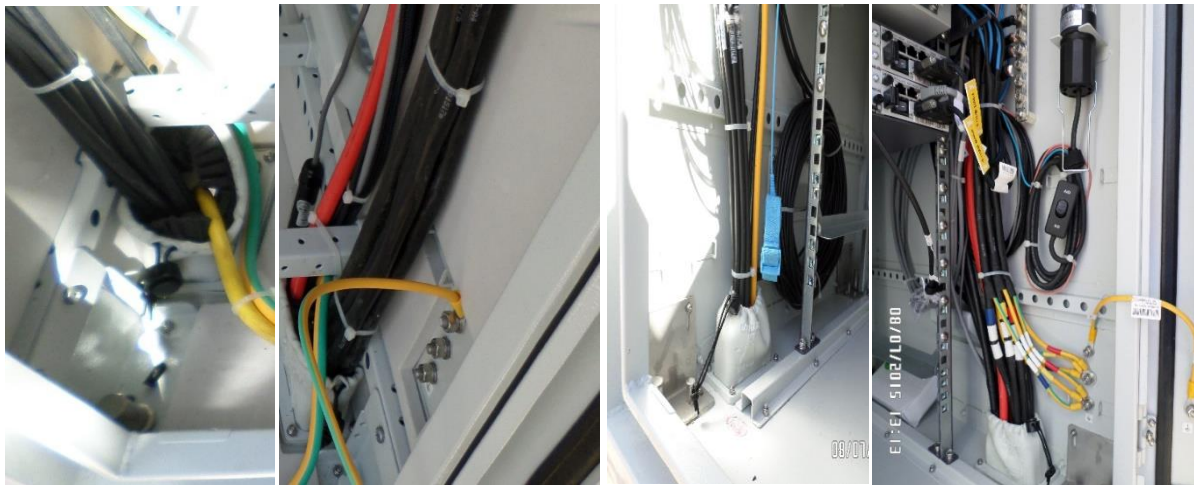


FIGURA 3-23: Pasamuro interno de Gabinetes, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

Considerar la siguiente distribución en tuberías conduit para las conexiones entre 1er y el 2do gabinete de Baterías.

- 01 Tubería Conduit 1": 02 DC Baterías.
- 01 Tubería Conduit 1": 02 TCUA (Alarma y DC) + GND + 02 Cables de Monitoreo de Baterías.

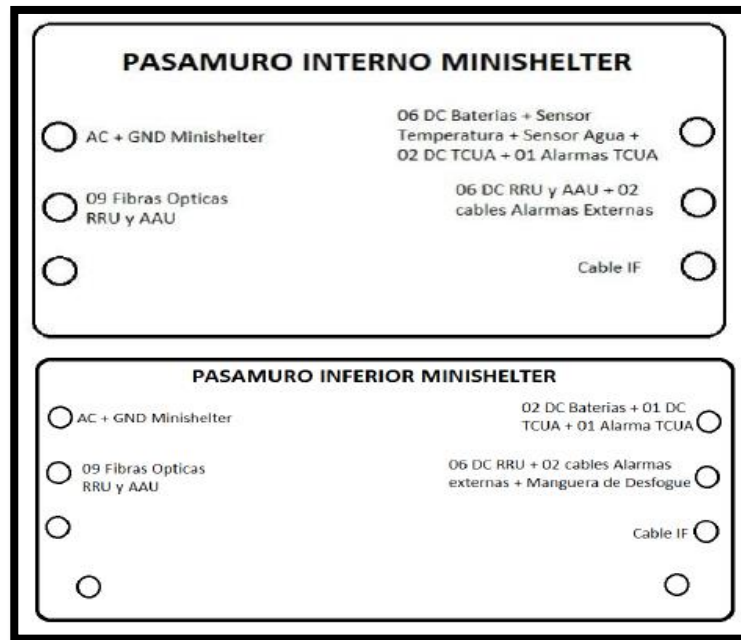


FIGURA 3-24: Pasamuro de los Gabinetes en el site Santa Teresa

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

- Recordar que a los gabinetes no deberá ingresar las tuberías conduit. Los tubos conduit protegen a los cables hasta antes del ingreso al gabinete, en donde son sellados con Sikaflex Gris a excepción de aquellos que contengan Fibra Óptica, estos deberán ser Vulcanizados.
- Se recomienda que los tubos conduit de F.O y DC estén ubicados cerca al pasamuro inferior izquierdo para que la F.O no esté expuesta.

3. ATERRAMIENTO DE GABINETES

Los gabinetes se aterraran con cable de 25mm de la siguiente manera:

- El gabinete de energía se aterrara al gabinete de baterías_1 ubicado en la parte inferior.
- El gabinete de baterías_2 se deberá aterrar al gabinete de baterías_1.
- Solo el gabinete de baterías_1 se aterrara a la barra en sala.

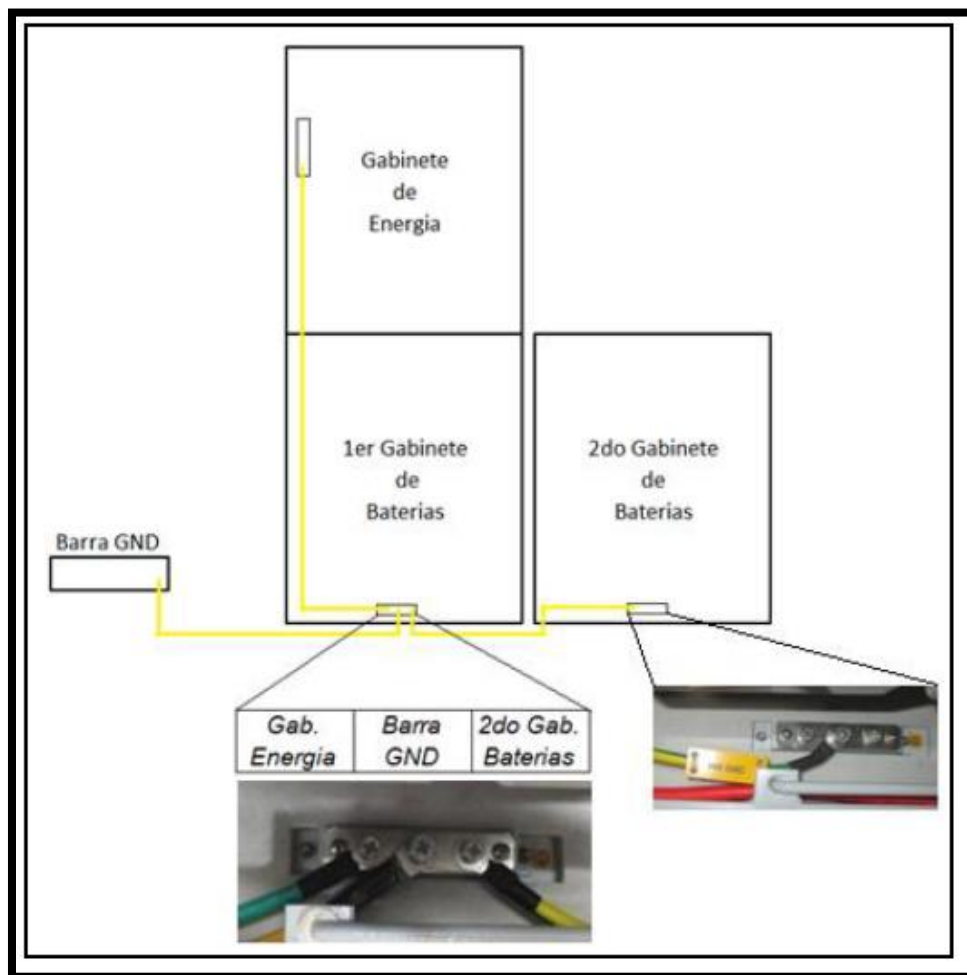


FIGURA 3-25: Aterramiento de Gabinetes

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

4.ENERGIZADO AC DE GABINETE

El energizado se realizará con cable de 10mm por el lado izquierdo del gabinete.
Se conectara según el diagrama:

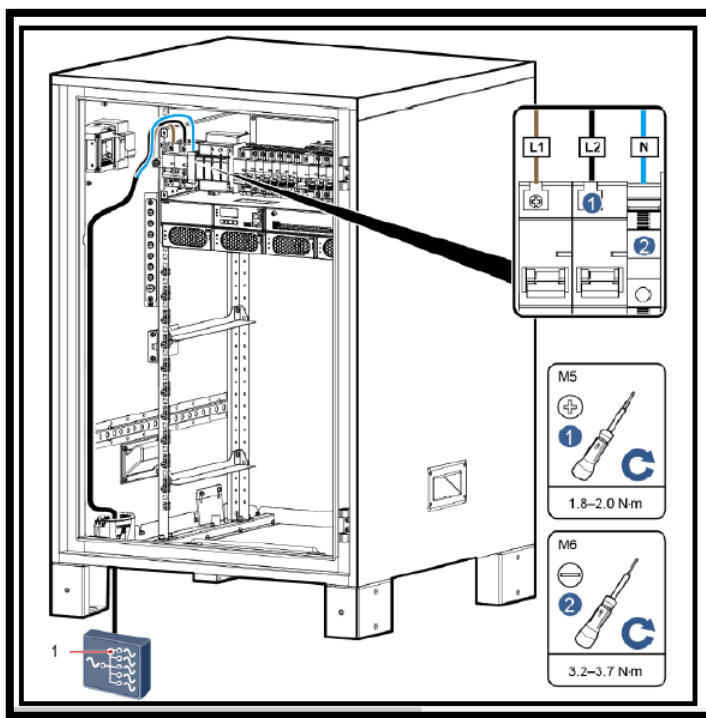


FIGURA 3-26: Energizado AC en Gabinete

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

5.DISTRIBUCIÓN DC

El gabinete cuenta con un PDU, el cual se distribuirá de la siguiente manera:

DCDU	DCDU	IDU1_A	IDU1_B	TCUA_1	LAMP	IDU2_A	IDU2_B	TCUA_2	BAT1	BAT2	Free
80A	80A	16A	16A	10A	80A	16A	16A	10A	125A	125A	125A

FIGURA 3-27: Distribución DC

FUENTE: " Elaboración Propia "

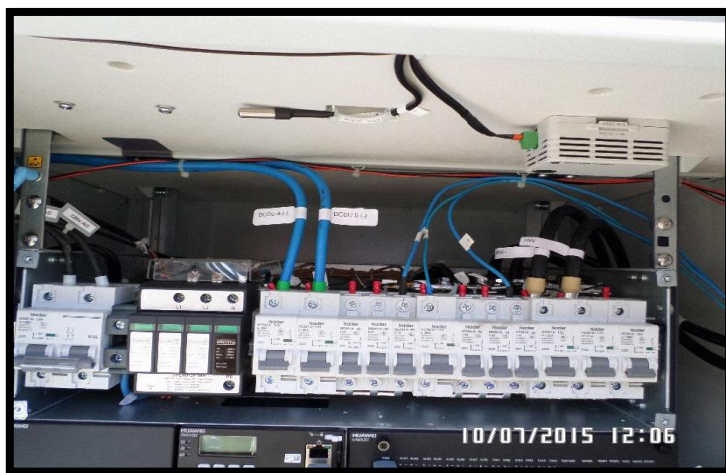


FIGURA 3-28: Distribución DC en el Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

La asignación de breakers en el DCDU será:

DCDU Switch	SW0	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	SW9
Amp	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Equipo	RRU0	RRU1	RRU2	RRU3	BBU	BBU	AAU0	AAU1	AAU2	AAU3

FIGURA 3-29: Distribución breakers en el DCDU

FUENTE: " Elaboración Propia "



FIGURA 3-30: DCDU en el Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

En el gabinete de energía se cuenta con una barra 0V para las conexiones eléctricas ubicadas en el lado superior derecho. Aquí se detalla las conexiones a realizarse:

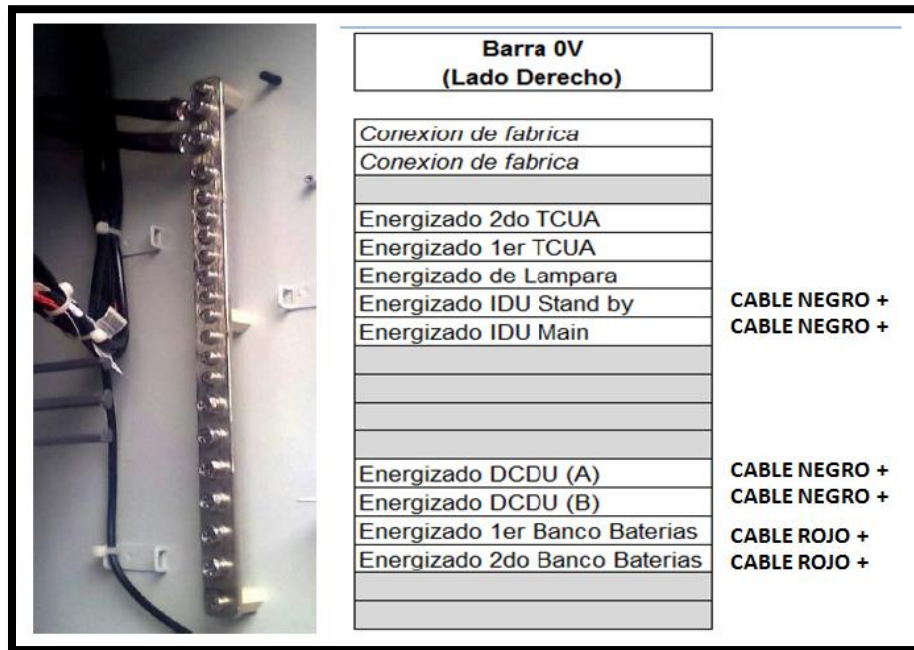


FIGURA 3-31: Conexiones Barra 0V

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

6.INSTALACIÓN DE SENSORES

Aquí se detalla la instalación de los sensores internos:

- Sensor de humo.
- Sensor de agua.
- Sensor de temperatura.
- Sensor de humedad.

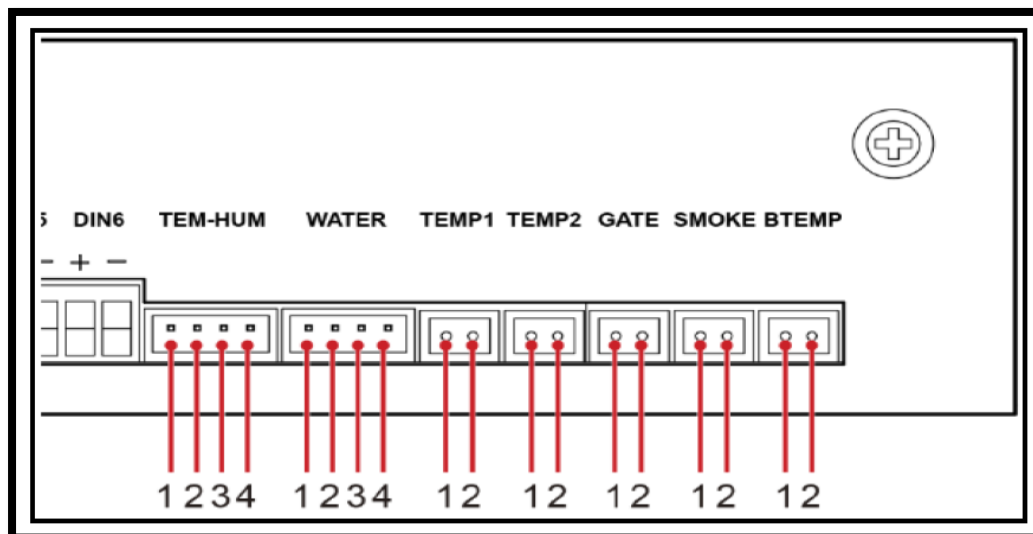


FIGURA 3-32: Conexión de los sensores

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

A) SENSOR DE HUMO

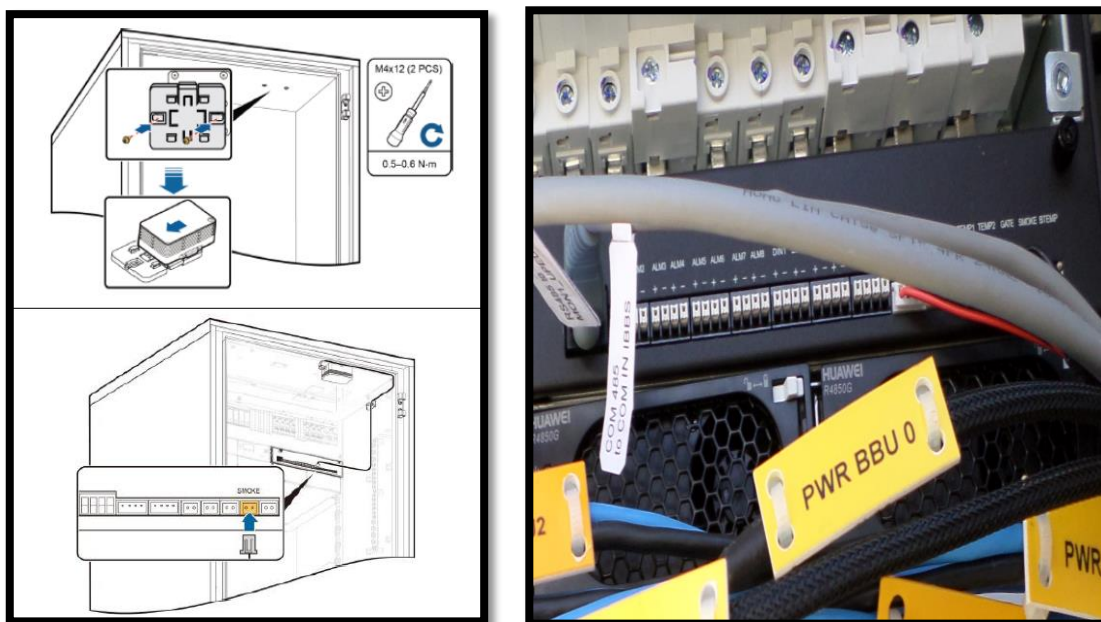


FIGURA 3-33: Sensor de Humo

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

B) SENSOR DE AGUA

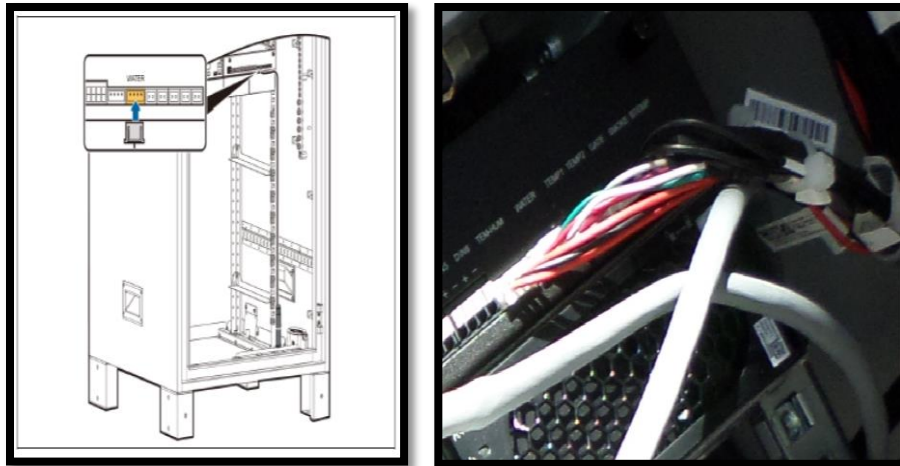


FIGURA 3-34: Sensor de Agua

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

C) SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Se podría tener 02 tipos de sensores, aquí se detalla la instalación de ambos:

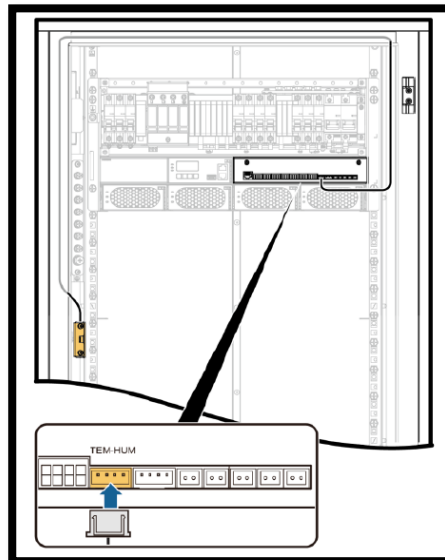


FIGURA 3-35: Sensor de Temperatura y Humedad

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

La lámpara de mano que acompaña al gabinete debe ser instalada en la siguiente ubicación según la imagen y Debe ser energizado el breaker correspondiente a la distribución del PDU.

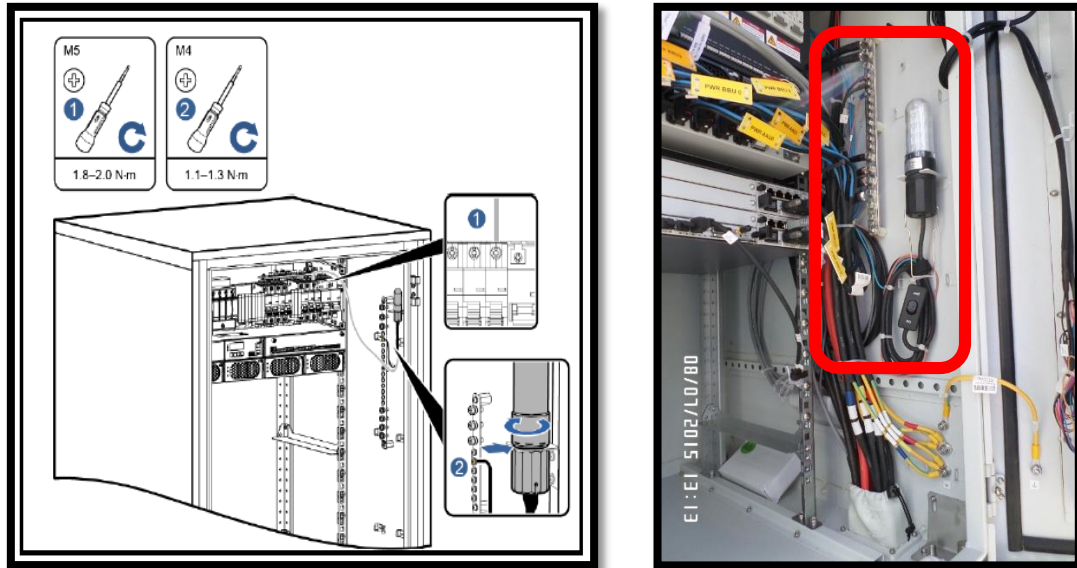


FIGURA 3-36: Instalación de la lámpara de la mano en el site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

D) SENSOR DE DETECCIÓN DE BATERÍAS

Se cuenta con 04 cables de Detección de baterías los cuales deberán ser conectados en cada uno de los bancos instalados y se ubicaran en la bornera positiva (+) de la 2da baterías contando de izquierda a derecha. Para ubicar el cable en el banco respectivo deberá guiarse del etiquetado de fábrica:

- BAT1_MD : 1er Banco de Baterías
- BAT2_MD : 2do Banco de Baterías
- BAT3_MD : 3er Banco de Baterías

- BAT4_MD: Se deberá dejar el cable en la parte inferior del 2do Gabinete de Baterías, enrollado de manera ordenada.

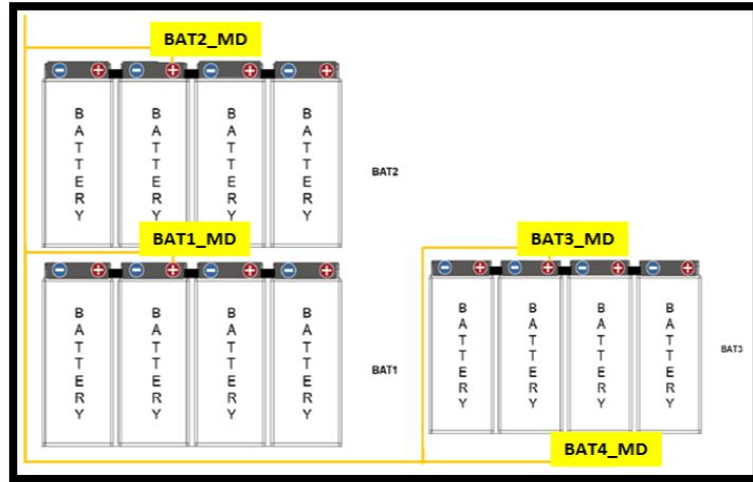


FIGURA 3-37: Instalación de los bancos de baterías

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "



FIGURA 3-38: Banco de baterías en el site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

7.ENERGIZADO DE TCUA

Los TCUA 1 y 2 de los gabinetes de baterías deberá ser energizado, según se detalla:

La figura es referencial, solo muestra la conexión en el TCUA en el breaker y barra.

En la siguiente imagen se observa el recorrido de ambos cables.

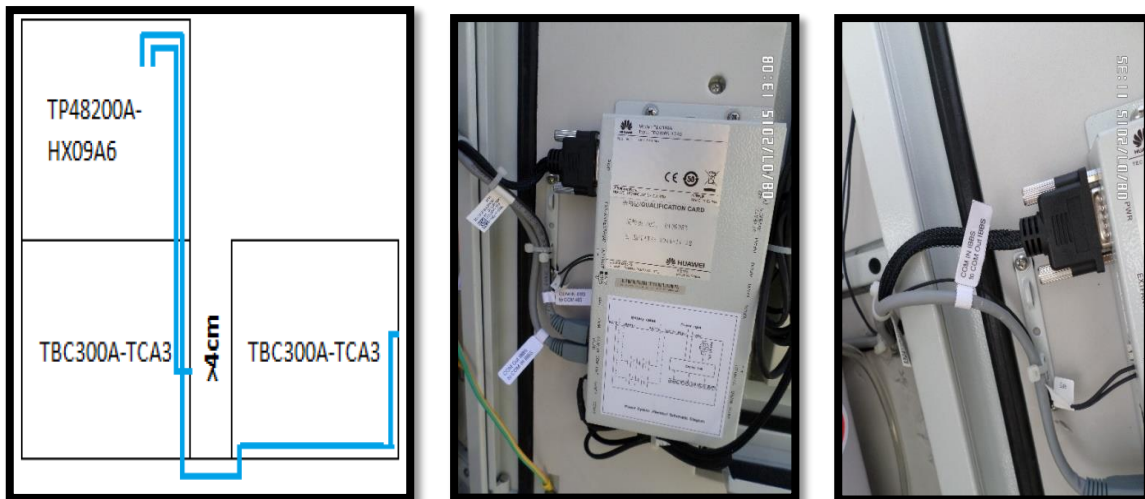


FIGURA 3-39: Energizado del TCUA en el site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

8.INSTALACIÓN DE CABLEADO DE BATERÍAS (02 BANCOS)

El cableado de batería pasará por los dos gabinetes, el gabinete de baterías_1 albergará 02 bancos de baterías y el gabinete de baterías_2 solo 01 banco ubicado en la parte inferior.



FIGURA 3-40: Banco de baterías, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

Conexión de cables negativos (-) de baterías:

- Remover los tornillos de la posición e instalar los bus bar. Instale 01 busbar negativo en el lado izquierdo y 01 busbar positivo en el lado derecho por cada gabinete de baterías.



FIGURA 3-41: BUSBARS, Site Santa Teresa

FUENTE: "Elaboración Propia"

A) Primero se procederá a la instalación de los 02 cables negativos que salen de los breakers hacia los busbar negativos (posición intermedia en barra) de cada gabinete de baterías.

B) La instalación de baterías se iniciará desde la parte inferior del gabinete, ascendiendo al nivel superior.

Luego se instalará las barras de acoplamiento entre borneras de las baterías.

Las mangueras de desfogue de gases deben ser instaladas de izquierda a derecha, liberando los gases en la parte en la parte derecha e inferior del gabinete.

C) Luego se conectará los 03 cables negativos de los bancos de la siguiente manera: los 02 cables del 1er gabinete y el 2do gabinete en el busbar respectivo.

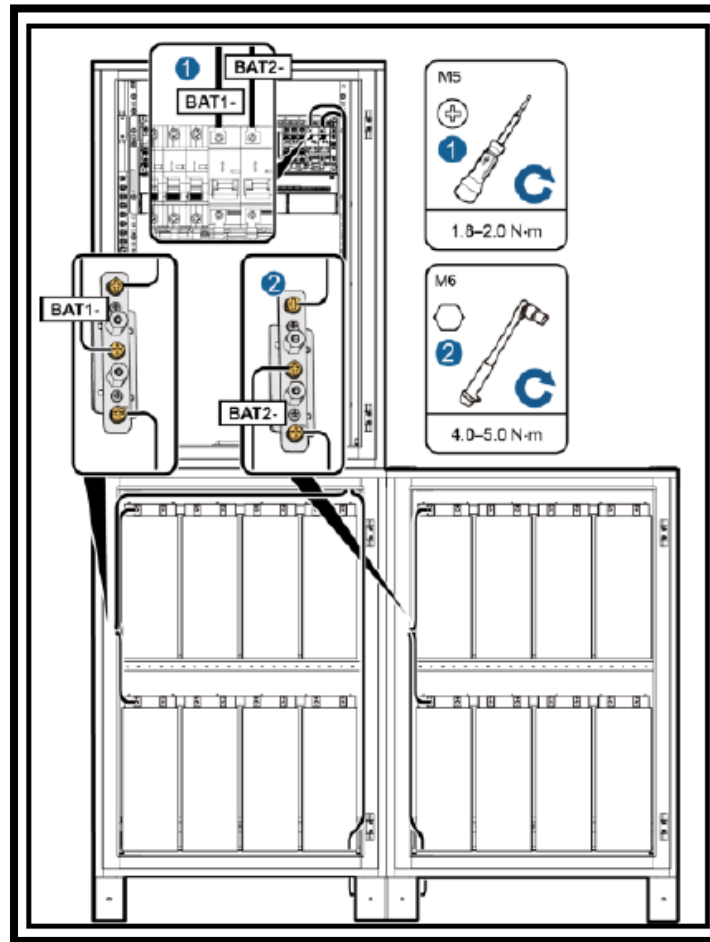


FIGURA 3-42: Conexión de cables (-)

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

Conexión de cables positivos (+) de baterías:

A) Se procederá a la instalación de los 02 cables positivos del busbar RTN+ en el gabinete de energía (ubicado en el lado derecho) hacia los busbar positivos (posición intermedia en barra) de cada gabinete de baterías.

B) Luego se conectará los 03 cables positivos de los bancos, los 02 cables del 1er gabinete de baterías y el 2do gabinete en los busbar respectivo.

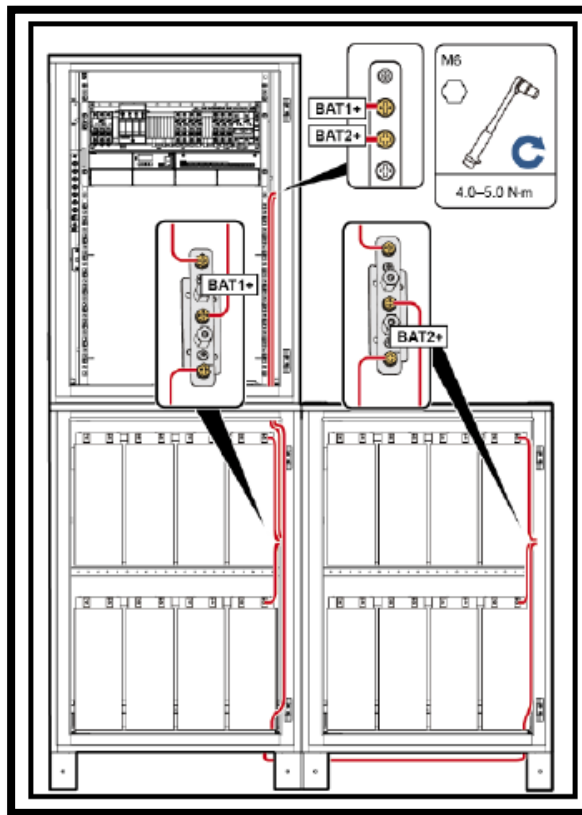


FIGURA 3-43: Conexión de cables (+)

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

C) Una vez finalizada la instalación de los cables de baterías, se deberá colocar los protectores aislantes.

9. ESTÁNDAR GENERAL DE INSTALACIÓN DE LA BBU3900

Distribución de Slots de BBU3900:

Slot 16	Slot 0	Slot 4	Slot 18
	Slot 1	Slot 5	
	Slot 2	Slot 6	Slot 19
	Slot 3	Slot 7	

FIGURA 3-44: Slots en la BBU3900

FUENTE: " Elaboración Propia "

Configuración típica del MBTS3900 LTE/UMTS/GSM:

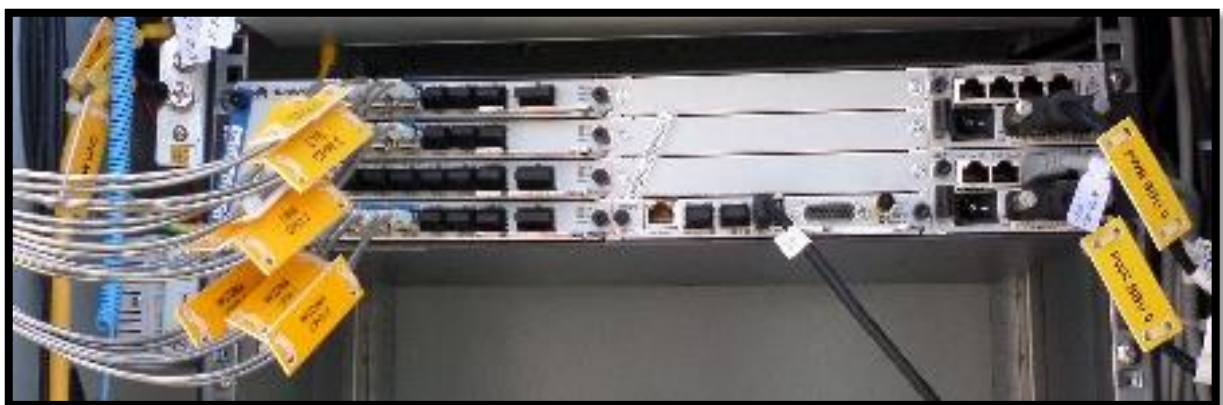
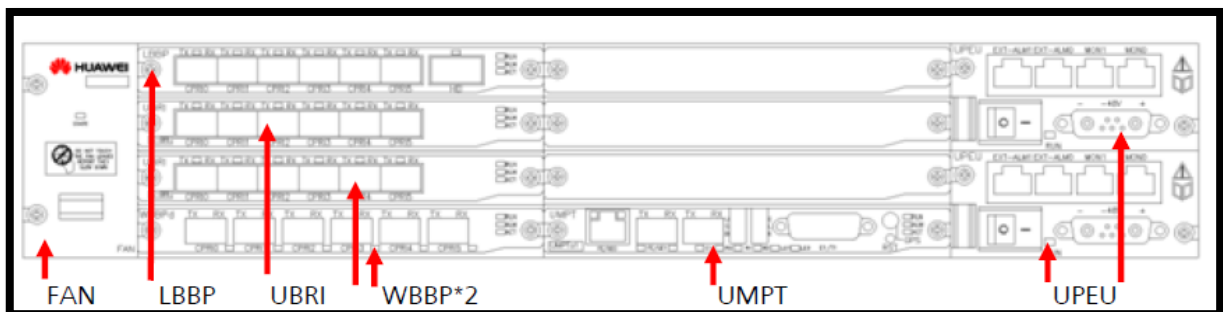


FIGURA 3-45: Configuración de tarjetas en BBU, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

Asignación de slots para tarjetas de BBU3900 Modo LTE

Board	Optional or Mandatory	Maximum Quantity	Slot	Remarks
UMPT	Mandatory	1	Slot 7	A single UMPT is configured in slot 7.
LBBP	Mandatory	6	Main: Slot 0 Slots 0 to 5	A single LBBP is preferentially configured in slot 0.
UBRI	Mandatory	1	Main: Slot 1 Slot 1 or slot 2	It is preferentially configured in slot 1.
WBBP	Mandatory	6	Main: Slot 2 y 3 Slots 2 to 5	A single WBBP is preferentially configured in slot 3.
FAN	Mandatory	1	Slot16	Configured only in slot 16
UPEU	Mandatory	2	Slot 18 & 19	The UPEU are configured in slot 18 and 19

TABLA 3-5: Slots BBU

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3"

10. DIAGRAMA DE ETIQUETADO

El etiquetado del gabinete TP48200A-HX09A6 y TBC300A-TCA3 debe ser conforme al estándar de WL.

UBICACIÓN	Uso Específico	Leyenda	Cantidad	Tamaño	Color
BBU	Energía y aterramiento de BBU	PWR BBU0	4	55X20	Amarillo
		GND BBU0	2	40X20	Amarillo
	Alarma UPEU/BBU	ALM0 BBU0	1	40X10	Amarillo
		ALM1 BBU0	1	40X10	Amarillo
	Cable gestión BBU-IDU	Hacia IDU0 FE0	1	Sticker	Blanco
	En regleta Krone	Alarmas Externas 0	2	Sticker	Blanco
		Alarmas Externas 1	2	Sticker	Blanco
TP48200A-HX09A6 + TBC300A	DC Power Supply earthing	HW GND	4	55X20	Amarillo
	cable de batería color rojo	HW +	6	Sticker	Blanco
	cable de batería solo negro	HW -	6	Sticker	Blanco
	breaker de 32amp y TCUA_TP	DC TCUA TP48200A	2	Sticker	Blanco
	breaker de 32amp y TCUA_TBC	DC TCUA TBC300	2	Sticker	Blanco
	Del SMU02B to UPEU	RS485 to MON1_UPEU	1	Sticker	Blanco
	Del UPEU to SMU02B	MON1 to RS485_SMU A02	1	Sticker	Blanco
	cable de alarmas del TCUA_TP to TCUA_TBC	COM_IN to COM_UIM02 C	1	Sticker	Blanco

	Uso Específico	Leyenda	Cantidad	Tamaño	Color
	cable de alarmas del TCUA_TBC to TCUA_TP	COM to COM_IN_TC UA_TP	1	Sticker	Blanco
	Energía AC en breaker TP y breaker tablero general	220 VAC	4	Sticker	Blanco
	Del DCDU y barra (cable negro)	DCDU A(+)	2	Sticker	Blanco
	DCDU y breaker de 80amp	DCDU A(-)	2	Sticker	Blanco
	Del DCDU y barra (cable negro)	DCDU B(+)	2	Sticker	Blanco
	Del DCDU y breaker de 80amp	DCDU B(-)	2	Sticker	Blanco
Alarmas Externas	En regleta Krone	Puerta TTM	1	Sticker	Blanco
		Puerta TD0	1	Sticker	Blanco
		Puerta principal	1	Sticker	Blanco

TABLA 3-6: Etiquetado General "Sala"

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3"

II. ESTUDIO E INSTALACIÓN EN TORRE

Se debe realizar un estudio previo de seguridad de la torre, si cuenta con los estándares de seguridad. Luego corroborar si los soportes donde irán instaladas las Antenas y RRU's están a la altura indicada por ENTEL-PERÚ. Después de corroborar los datos se procede con la instalación, tendido de la Fibra Óptica y Cable de Energía en todo el tramo horizontal y vertical hasta llegar a las antenas y RRU's instalados en Torre.

1. TORRE

En el site SANTA TERESA se encuentra una torre del tipo autosoportada de 48m de altura. Esta torre está constituida por 9 cuerpos (3 de 6m + 6 de 5m) y está señalizada por los colores Rojo y Blanco.



FIGURA 3-46: Torre del Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

2. SOPORTES PARA LAS ANTENAS Y RRU's

En estos 3 soportes se instalarán las 3 Antenas y 3 RRU's respectivamente Back to Back. Antena modelo 3910 y RRU modelo 3942.

Estos soportes deben tener la siguiente característica, deben ser ubicados en 3 sectores y poder cubrir así una curvatura de 360°.



FIGURA 3-47: Antenas y RRU's instalados Back to Back del Site Santa Teresa en los 3 soportes

FUENTE: " Elaboración Propia "

3. INSTALACIÓN DE ANTENAS SECTORIALES Y RRU'S 3832

Es un dispositivo pasivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio, convirtiendo la onda guiada por línea de transmisión en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional y su intensidad o alcance es mayor que la omnidireccional pero menor que la direccional.

Se detallará la instalación de las AAU's de modo que se faciliten las labores de operación y mantenimiento.

El tipo de Antena es AAU3910 Modelo AU10ld marca HUAWEI.

Para la instalación de las 3 antenas se utilizará brújula para ubicar así ubicamos las antenas por sector a una altura de 45m con azimuth de 120°, 280°, 350° respectivamente por sector.

El eNodo B distribuido presenta la facilidad de instalar sus unidades en mástil, en esta instalación tenemos las AAU (Unidad de antena activa) las cuales se ubicaran de manera distribuidas y por tal motivo se debe de tener en cuenta las dimensiones necesarias para su instalación:

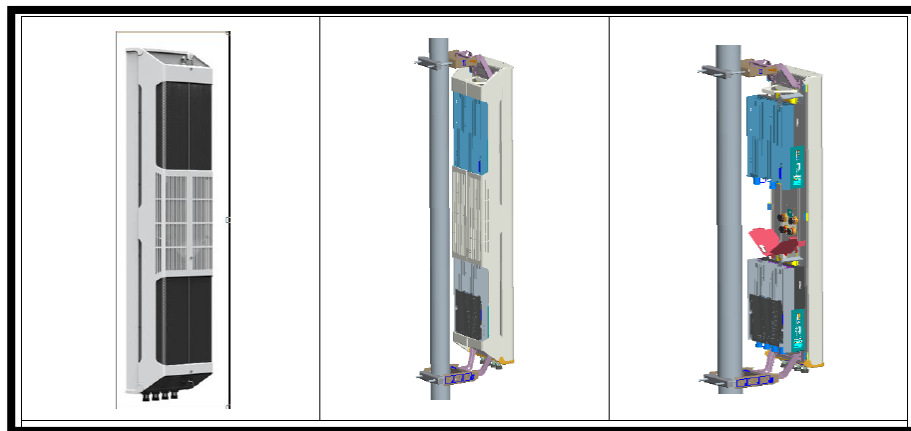


FIGURA 3-48: Dimensiones de la Antena

FUENTE: " Elaboración Propia "

A) CRITERIOS PARA LA INSTALACIÓN DE AAU EN TORRE

- La ubicación de la AAU no debe impedir el acceso a las unidades instaladas arriba de ellas.
- Ninguna AAU debe estar ubicada en la cara lateral donde se ubican los cables de RF.

B) ELEVACIÓN DE CARGA PARA LA AAU

Para una correcta elevación de carga se deberá considerar las siguientes normas:

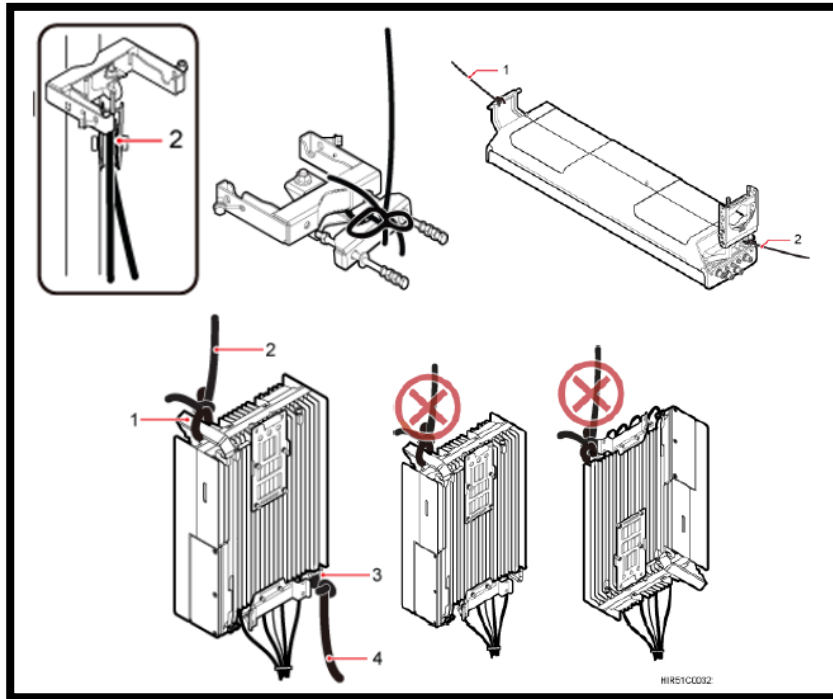


FIGURA 3-49: Forma correcta de asegurar la Antena y RRU 3832

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

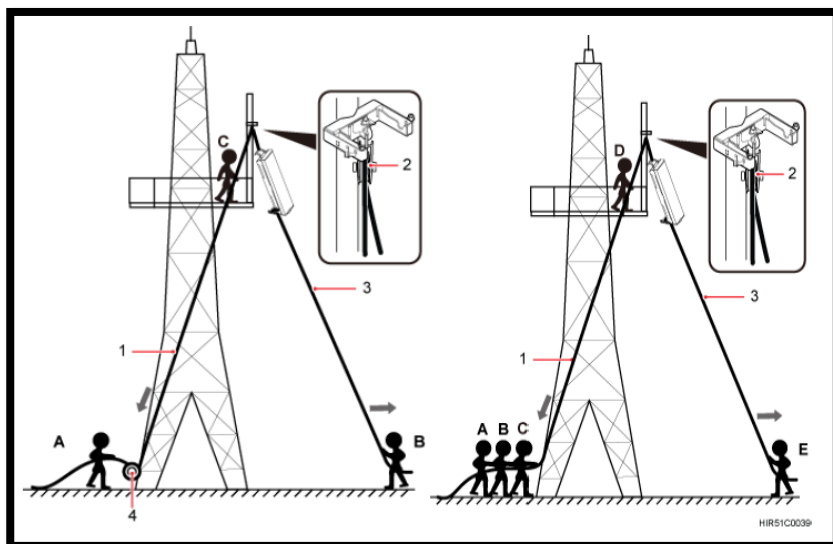


FIGURA 3-50: Elevación de carga con Wincher (Motor eléctrico) y sin Wincher

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

C) ESPACIO LIBRE RECOMENDADO PARA INSTALACIÓN DE AAU

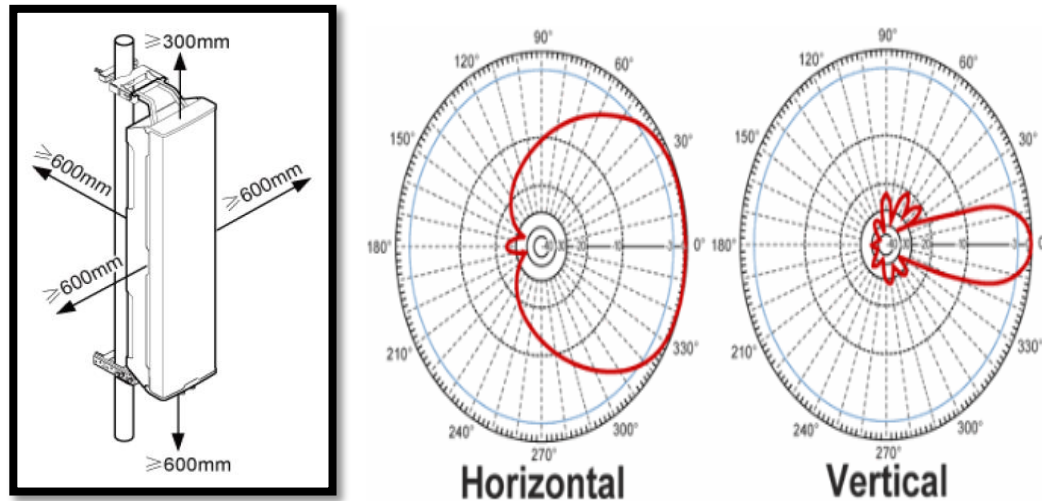


FIGURA 3-51: Dimensiones y patrón de radiación Sectorial de la Antena

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

**D) INSTALACIÓN Y DIMENSIONES DE LA ANTENA EN TORRE
AUTOSOPORTADA**

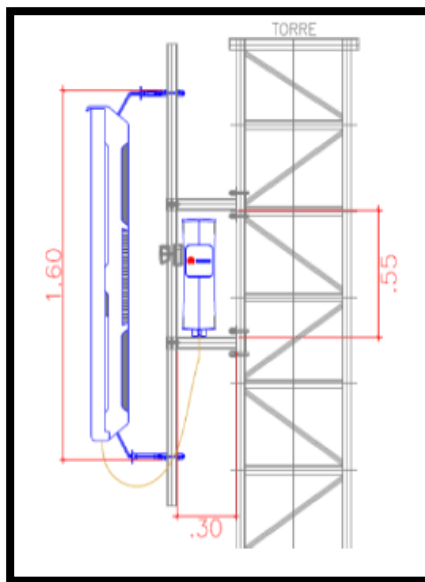


FIGURA 3-52: Instalación de Antena y RRU 3942 en torre

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

E) INSTALACIÓN DE LOS BRAKETS DE LA ANTENA EN LOS SOPORTES

Cómo deberán quedar instaladas las Antenas en los soportes metálicos, se muestra en la siguiente imagen:

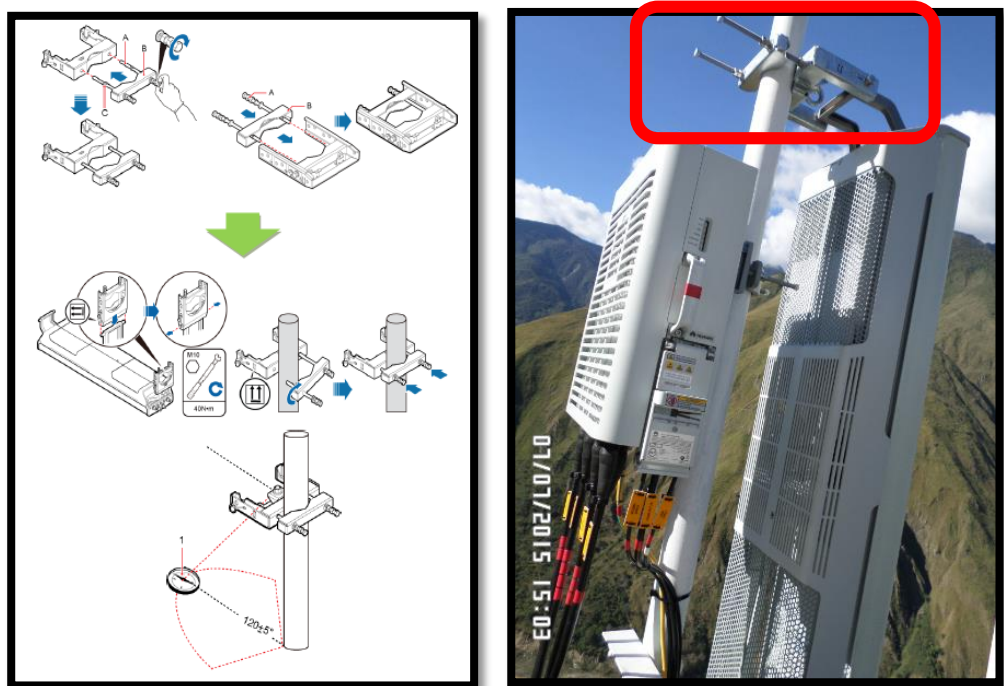


FIGURA 3-53: Tilt Mecánico, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

F) MANEJO DEL TILT MECÁNICO

El Tilt Mecánico de las Antenas, se regularán en el braket inferior, con grados pre-definidos de -1.5 a +3 grados, El Tilt eléctrico es regulado por la RNC, usando el sistema RET.

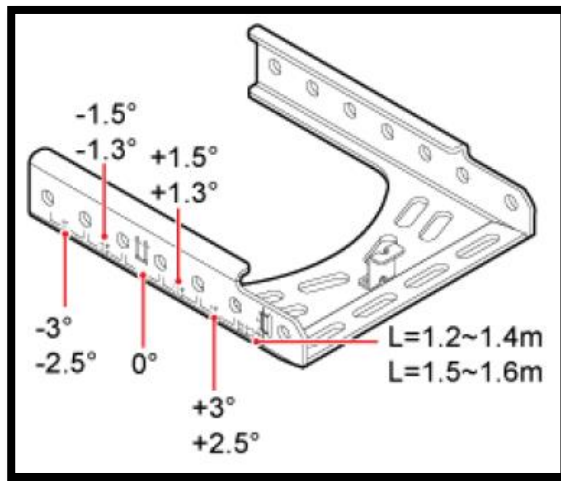


FIGURA 3-54: Braket inferior de antena. Tilt Mecánico

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

G) AZIMUTH, TILT ELÉCTRICO, TILT MECÁNICO

Cuando las antenas esten instaladas en el soporte se procederá a orientarlas con el azimuth, T.M, T.E asignado por ENTEL-PERÚ. Este procedimiento será para los 3 sectores.

Sector	Altura Antena	Azimut	Tilt Mecánico	Tilt Eléctrico	Marca	Modelo	Feeder	Longitud feeder
0	45.0	120	0	0	Huawei	AAU3910	1/2" SF	4x3m
1	45.0	180	0	0	Huawei	AAU3910	1/2" SF	4x3m
2	45.0	350	0	0	Huawei	AAU3910	1/2" SF	4x3m

TABLA 3-7: Información de las Antenas Sectoriales

FUENTE: " Elaboración propia "

H) VISTA PANORÁMICA

La vista panorámica es la línea de vista que posee la antena que ha sido instalada, hacia donde está apuntando la antena y exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia para esto se requiere que la línea de vista sea limpia (sin obstrucciones).



FIGURA 3-55: Línea de Vista de los 3 sectores de las Antenas

FUENTE: " Elaboración Propia "

I) CABLEADO DE RRU INTERNA

La RRU interna que contiene la Antena es una RRU de la tecnología 4G. A continuación se detallan sus cableados.

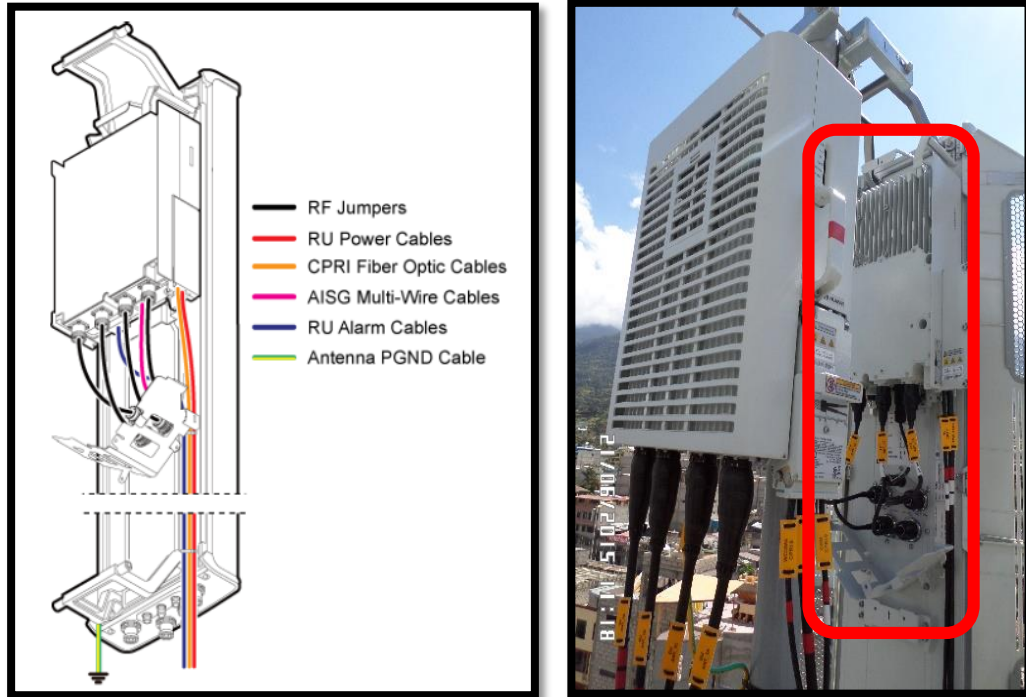


FIGURA 3-56: Cableado de RRU interna, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

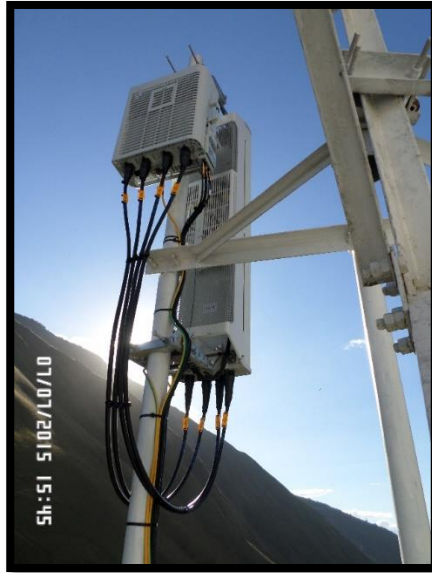


FIGURA 3-57: Cableado completo de la Antena a la RRU, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

J) CONFIGURACIÓN RF PARA LTE

Las antenas internamente están conectorizadas con la RRU en configuración 2T4R con 4 cables jumpers:



FIGURA 3-58: Conectores DIN (Jumpers de la Antena), Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

K) CONECTORIZADO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Se considerará la conexión de una fibra óptica para el servicio de LTE, en el puerto CPRI0 de la RRU 3832.

El CPRI0 es donde irá conectado a un Transceptor Ópticos SFP son conectores de medios compactos e intercambiables en caliente que proporcionan conectividad de Fibra instantánea a su equipo de red. Los SFP proporcionarán flexibilidad necesaria para ampliar su velocidad y/o distancia (Fast Ethernet y 1,10 o 40 Gigabit; de 220m a 80Km).

Al CPRI0 es la Fibra Óptica la cual es un medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos y telecomunicaciones, consiste en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede provenir de un láser o un diodo led.

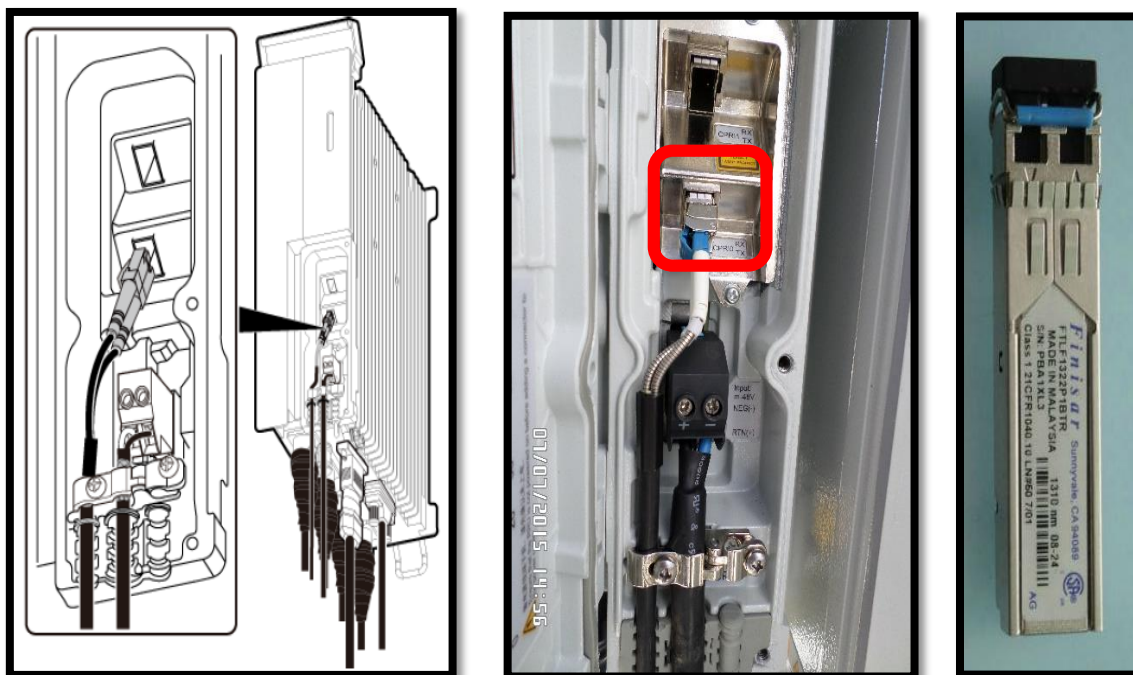


FIGURA 3-59: Conectorizado de FO RRU 3832, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

L) CONECTORIZADO DEL CABLEADO DE RRU 3832

La RRU 3832, cuenta con los siguientes puertos de conexión:

- La conectorización de los puertos para la solución GUL (GSM/UMTS/LTE) debe ser de la siguiente manera:

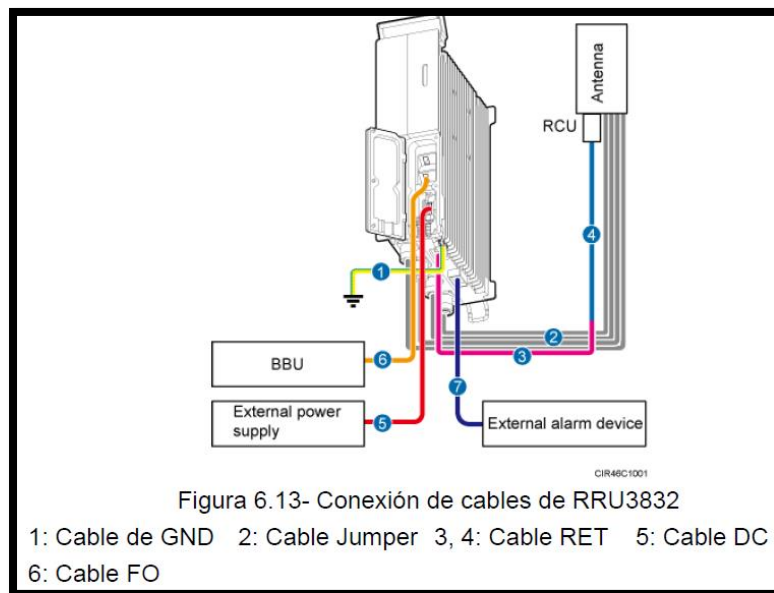


FIGURA 3-60: Conectorizado del cableado RRU 3832

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

M) CONFIGURACIÓN RF RECOMENDADAS

La RRU 3832 cuenta con 2 amplificadores conectados a 4 puertos DIN (A-C-D-B), de los cuales se recomienda utilizar los puertos A-B, para un mejor aprovechamiento de toda la capacidad del equipo.

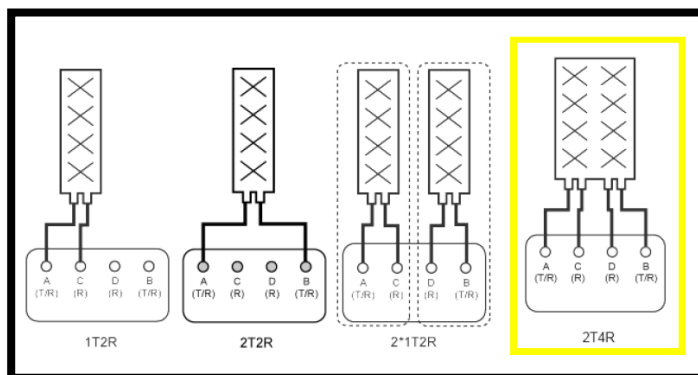


FIGURA 3-61: Configuración RF6

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

4. INSTALACIÓN DE LAS RRU3942

Unidad de Radio Remota (RRU) puede ser configurado para comunicarse con una unidad de banda base (BBU 3900) a través de un enlace de comunicación físico y también puede comunicarse con un dispositivo móvil inalámbrico a través de una interfaz de aire.

Se detallará la instalación de las RRU's de modo que se faciliten las labores de operación y mantenimiento.

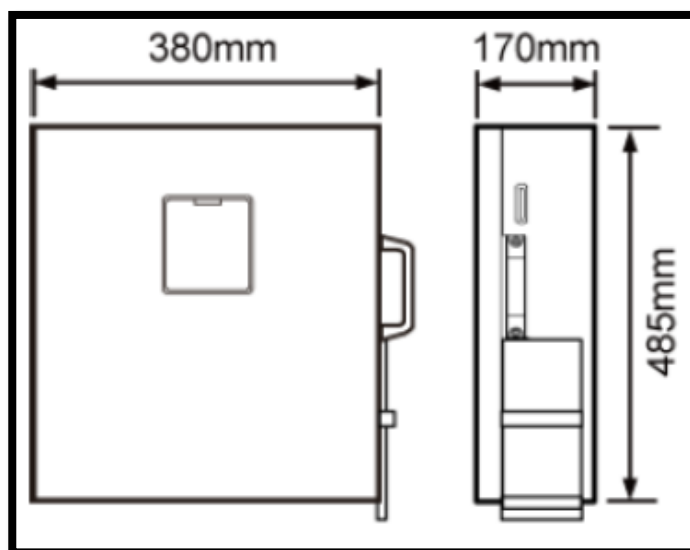


FIGURA 3-62: Dimensiones de la RRU, peso 25 Kg

FUENTE: " Elaboración Propia "

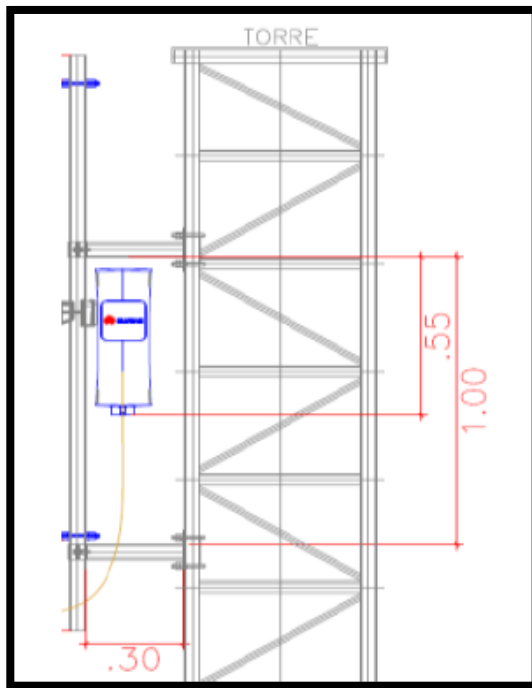


FIGURA 3-63: Instalación de la RRU en soporte

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

A) CONFIGURACIÓN RF RECOMENDADAS

La RRU 3942 cuenta con 2 amplificadores conectados a 4 puertos DIN (A-C-D-B), de los cuales se recomienda utilizar los puertos A-B, para un mejor aprovechamiento de toda la capacidad del equipo.

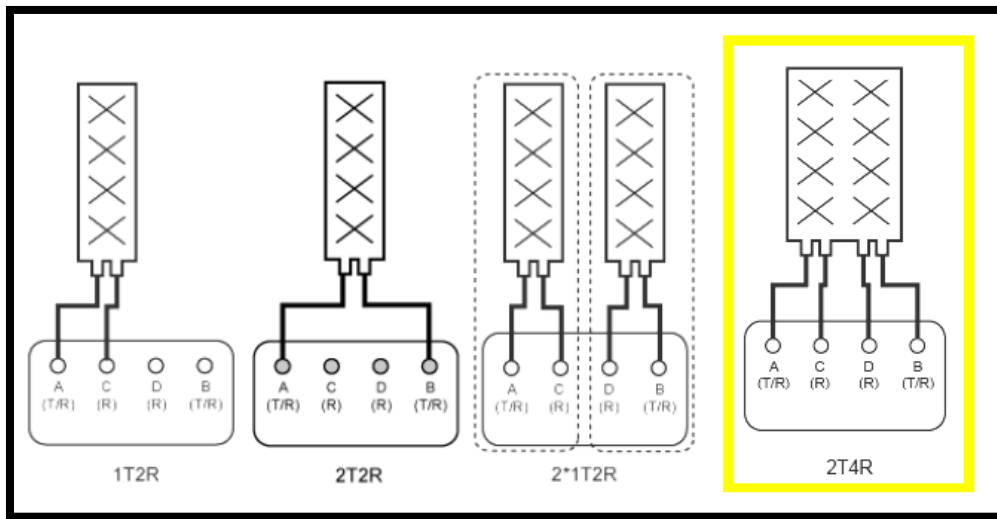


FIGURA 3-64: Configuración RF5

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

B) Instalación de los brakets de la RRU en los soportes

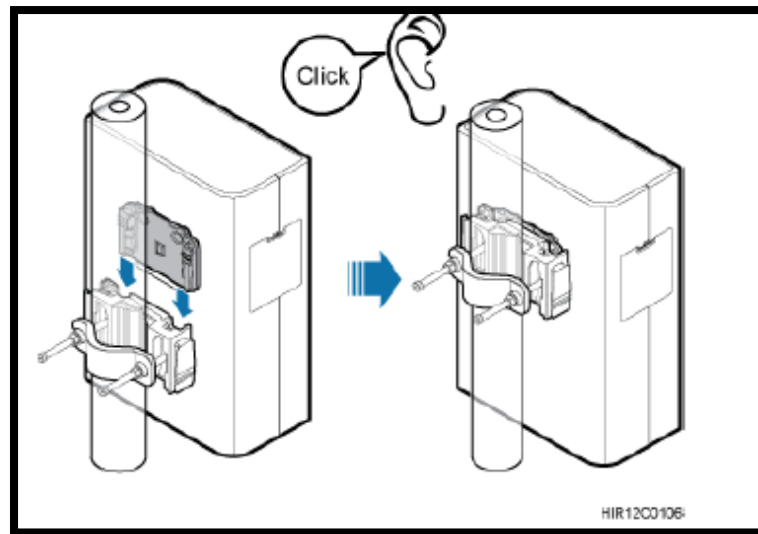


FIGURA 3-65: Instalación de la RRU en el Braket

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

B) CONECTORIZADO Y ATERRAMIENTO CABLE DC

El cable de alimentación DC de la RRU 3832 se aterrará tanto en el lado de la RRU interna como en el lado de la BBU, de forma similar que la RRU 3942:

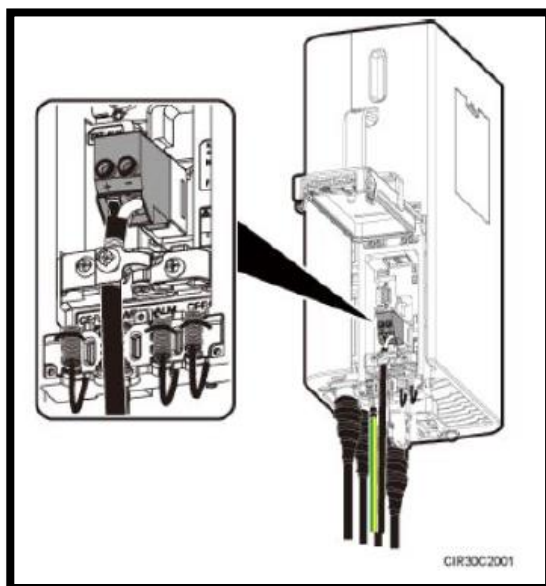


FIGURA 3-66: Posición conector pressfit en RRU, Site Santa Teresa

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

C) ELEVACIÓN DE CARGA – RRU

Para elevar las RRU a la torre, se deberá tener las siguientes consideraciones:

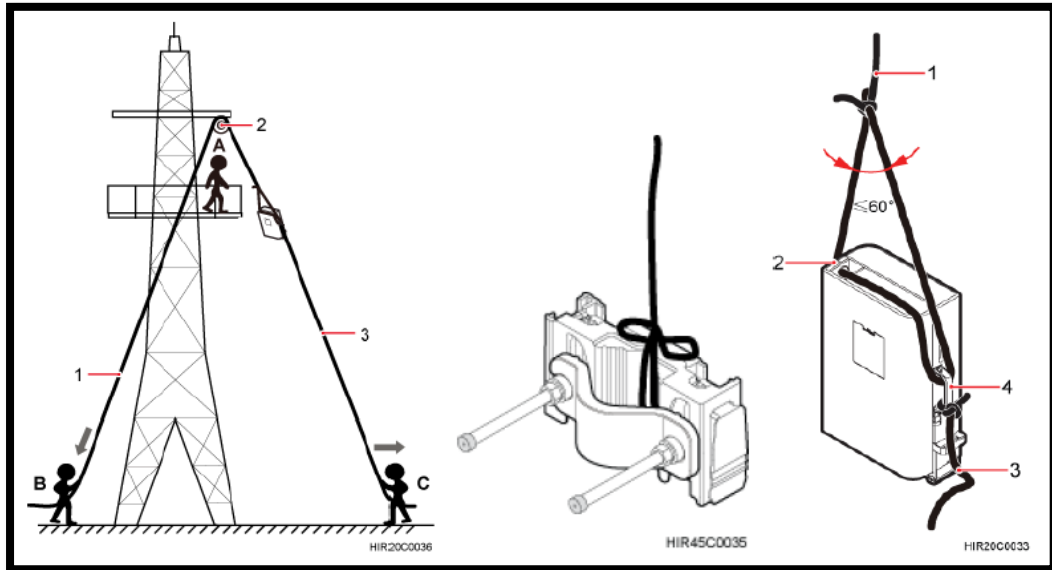


FIGURA 3-67: Forma correcta de asegurar la RRU para subirlo a la torre

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

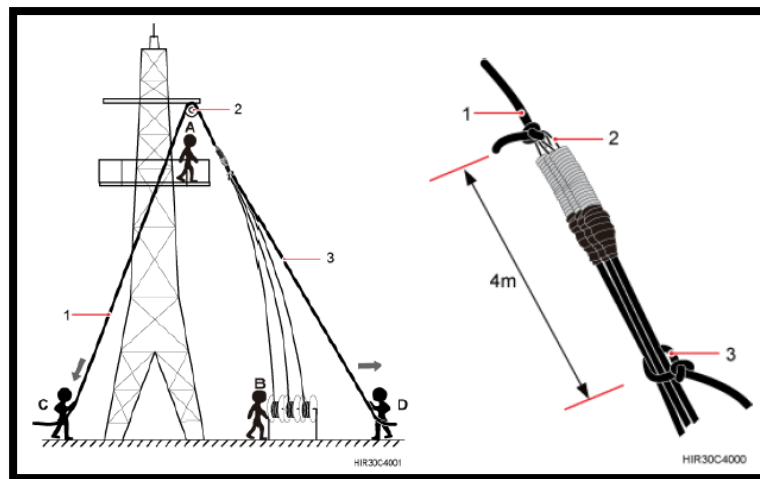


FIGURA 3-68: Forma correcta de asegurar y subir el cableado de FO

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

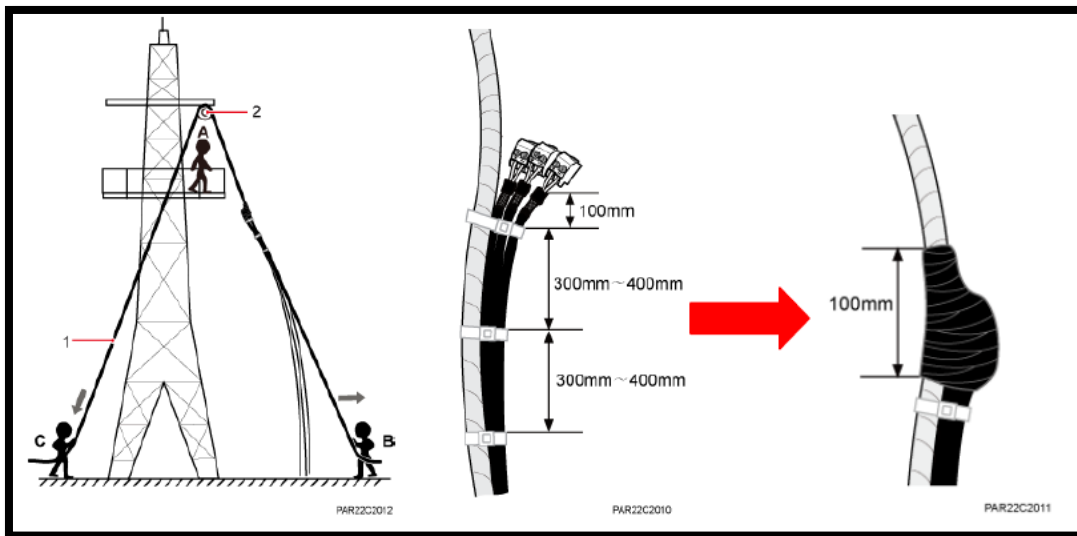


FIGURA 3-69: Forma correcta de asegurar y subir el cableado DC

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

D) CONECTORIZADO DEL CABLEADO DE RRU

La RRU 3942, cuenta con los siguientes puertos de conexión:

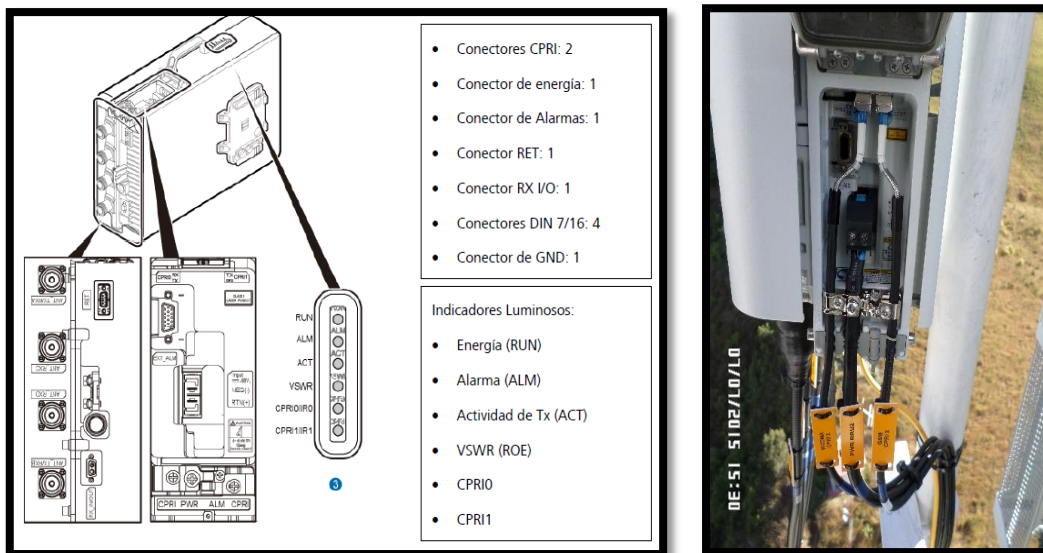


FIGURA 3-70: RRU 3942, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

La conectorización de los puertos para la solución GUL (GSM/UMTS/LTE) deberá ser de la siguiente manera:

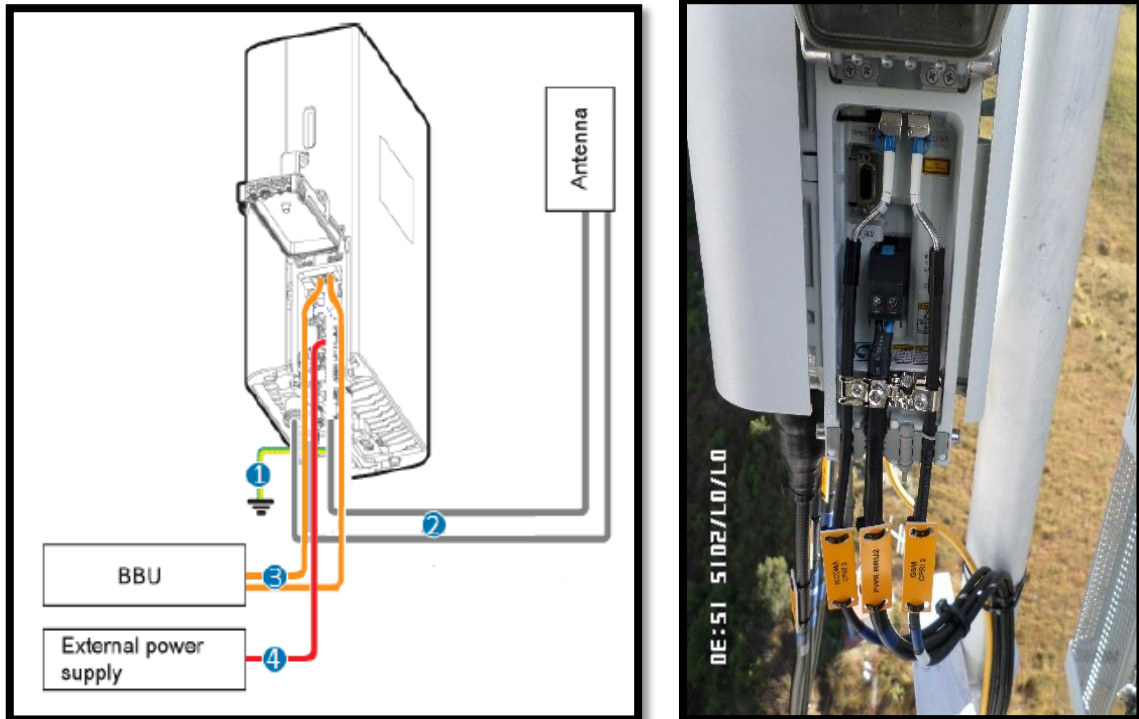


FIGURA 3-71: 1: Cable de GND 2: Cable Jumper 3: Cables de FO 4: Cable DC,

Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

Para los cables de FO, se deberá considerar los puertos CPRI0 y CPRI1, para las tecnologías de UMTS (3G) y GSM (2G) respectivamente: (Chaqueta de cable de FO tiene una porción aproximada de 4cm luego del punto de sujeción) .

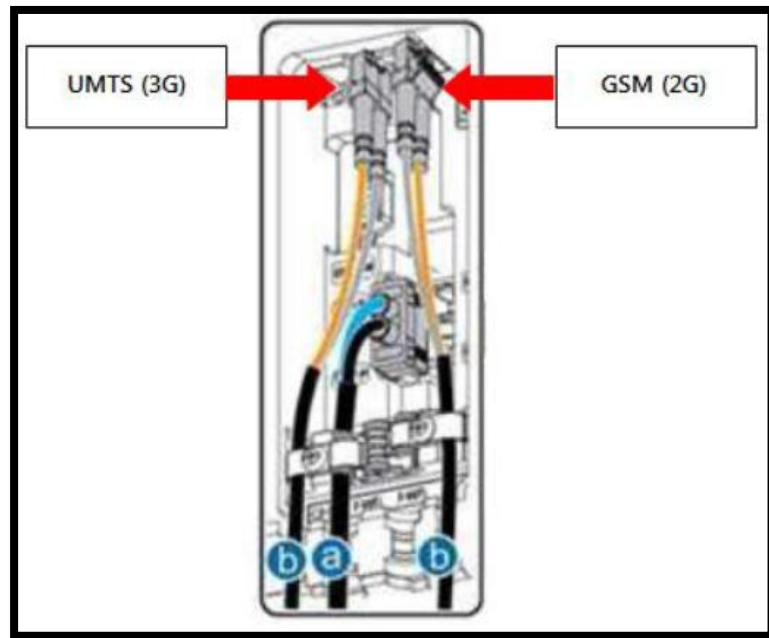


FIGURA 3-72: 3G y 2G

FUENTE: "Elaboración Propia"

5. ETIQUETADO PARA ANTENA Y RRU'S

Los jumpers de las antenas y RRU's van etiquetado con etiquetas amarillas y cintas de colores.

UBICACION	ETIQUETA	QTY	MEDIDA	UBICACIÓN	ETIQUETA	QTY	MEDIDA
RRUs 3942	PWR RRU0	2	55x20	AAU 3910	LTE ANT_1 ^a	1	55x20
	PWR RRU1	2	55x20		LTE ANT_1B	1	55x20
	PWR RRU2	2	55x20		LTE ANT_1C	1	55x20
	GND RRU0	2	55x20		LTE ANT_1D	1	55x20
	GND RRU1	2	55x20		LTE ANT_2 ^a	1	55x20
	GND RRU2	2	55x20		LTE ANT_2B	1	55x20
	WCDMA CPRI0	2	55x20		LTE ANT_2C	1	55x20
	GSM CPRI0	2	55x20		LTE ANT_2D	1	55x20
	WCDMA CPRI1	2	55x20		LTE ANT_3 ^a	1	55x20
	GSM CPRI1	2	55x20		LTE ANT_3B	1	55x20
	WCDMA CPRI2	2	55x20	LTE ANT_3C	1	55x20	
	GSM CPRI2	2	55x20	LTE ANT_3D	1	55x20	
	GU ANT_1A	2	55x20	PWR AAU0	2	55x20	
	GU ANT_1B	2	55x20	PWR AAU1	2	55x20	
	GU ANT_1C	2	55x20				
	GU ANT_1D	2	55x20				

UBICACION	ETIQUETA	QTY	MEDIDA	UBICACIÓN	ETIQUETA	QTY	MEDIDA
	GU ANT_2A	2	55x20		PWR AAU2	2	55x20
	GU ANT_2B	2	55x20		LTE CPRI0	2	55x20
	GU ANT_2C	2	55x20		LTE CPRI1	2	55x20
	GU ANT_2D	2	55x20		LTE CPRI2	2	55x20
	GU ANT_3A	2	55x20		AAU0 GND	2	55x20
	GU ANT_3B	2	55x20		AAU1 GND	2	55x20
	GU ANT_3C	2	55x20		AAU2 GND	2	55x20
	GU ANT_3D	2	55x20				

TABLA 3-8: Etiquetado General "Torre"

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

6. RECORRIDO DEL CABLEADO DE F.O Y CABLE DC

A) EL CABLEADO DEBERÁ REALIZARSE TENIENDO EN CUENTA LOS SIGUIENTES CRITERIOS

- El cableado debe ser realizado lo más lineal posible.
- Evitar cualquier tipo de cruce en el recorrido del cableado y/o tuberías entre sí.
- Los cables de un mismo tipo deben mantenerse juntos durante su recorrido sin conduit de protección.

- Todos los cables deben estar sujetos correctamente, según sea el caso con Clamps o bridas (cintillos).
- Los cintillos de ajuste de los cables deben instalarse en forma de cruz.
- Todos los cables tienen que etiquetarse / Rotularse en ambos extremos.

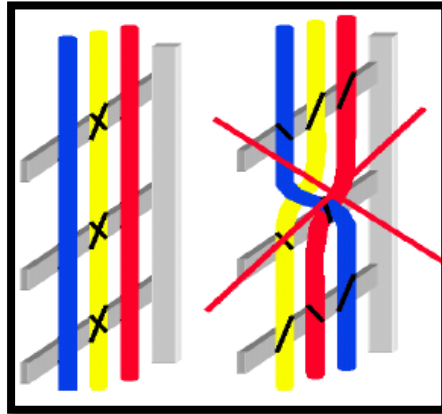


FIGURA 3-73: Cableado general con el peinado correcto

FUENTE: " Elaboración Propia "

B) POSICIONAMIENTO DEL CABLE EN ESCALERILLAS

- El cableado estará ubicado sobre la escalerilla outdoor y ajustado con cintillos blancos. La distribución de los cables se realiza según el tipo: teniendo a un extremo, los cables de energía (AC), al centro los cables de tierra (GND) y finalmente los cables de Señal (E1s, Ethernet, IF) al extremo opuesto del cable de energía.
- Los cables deberán ser fijados a la escalerilla en cada paso de ésta (min. 30 cm.).

- Los cables de energía AC serán protegidos con tubería flex conduit en todo el recorrido. La tubería flex conduit será ajustada con cintillos (T-35) a la escalerilla en forma de cruz.
- El tendido de cable y/o flex conduit debe mantener la linealidad durante el recorrido horizontal y/o vertical.
- Los cables de señal y de energía deben tener una separación mínima de 3cm para evitar problemas de interferencia entre ellos. Excluye el cable de fibra óptica.

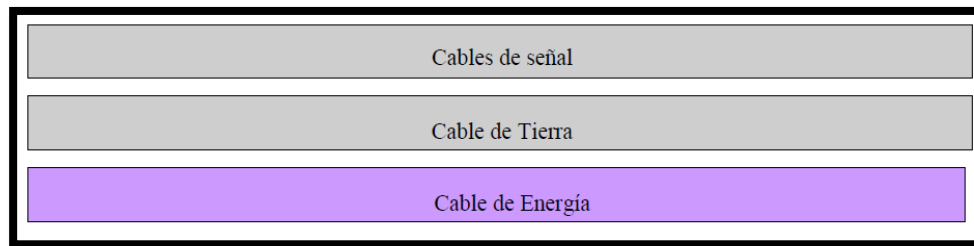


FIGURA 3-74: Separación de cables, Cable de señal: Es todo tipo de cable que transmite datos. Ejemplos: Cable UTP, Cable de E1, Coaxial, etc.

FUENTE: " Elaboración Propia "

C) CABLEADO HORIZONTAL SOBRE ESCALERILLA – AMBIENTE TIPO EXTERIOR “OUTDOOR”

Los cables de F.O., Energía DC y Transmisiones (Cables IF) serán protegidos en su recorrido desde el gabinete hasta la curva de drenaje con tubería flex conduit de una pulgada de diámetro y ajustados en los pasos de la escalerilla.

Las tuberías Conduit serán selladas con Sikaflex de color Gris y protegidas con vulcanizantes.



FIGURA 3-75: Cableado Horizontal, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

D) CURVA DE DRENAJE

El tramo del cableado entre el recorrido horizontal y vertical, debe realizarse por medio de una curva de drenaje, que asegurará la impermeabilidad de las tuberías; evitar tener 90 grados entre los recorridos Horizontal y vertical.



FIGURA 3-76: Curva de Drenaje, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

E) CABLEADO VERTICAL EN TORRE

El cableado será instalado en forma externa a la torre usando Clamps. Clamps cada 1 metro en Cable Rack o montante.

Los Clamps o grapas son de acero inoxidable para fijar los cables coaxiales y fibra óptica. Están compuestos de acero anti-ácido de alta calidad y gran protección a la corrosión bajo extremas condiciones climáticas.

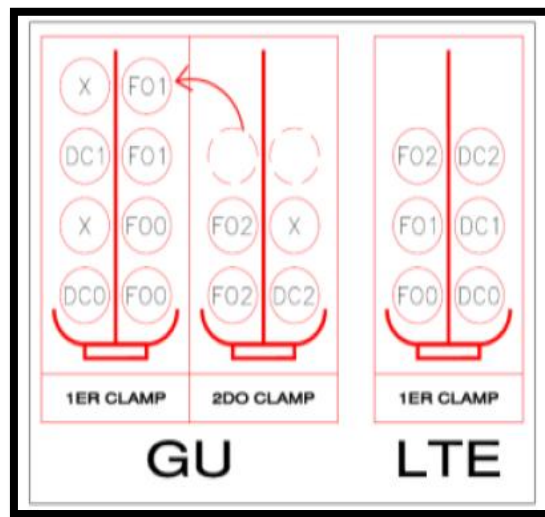


FIGURA 3-77: Clamp para cableado de F.O. y energía, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

F) DESCRIPCIÓN DE CABLES USADOS

BBU:

- 02 cable de energía -48VDC.

Conector tipo: 3V3 (propietario)

- Cables de PGND: cable de PGND de la BBU (de 6mm² colores: Amarillo/verde y Verde).

Conector tipo: Terminal OT (M4 y M8)

- 01 cable UTP categoría 5E para el puerto físico Fast Ethernet entre BBU y el equipo de transmisiones (De fábrica).
- 02 cable UTP categoría 5, para la gestión de alarmas.
- 09 cables de Fibra óptica (3 cables de Fibra Óptica por sector)

RRU3942, RRU3832 y AAU3910:

- 02 cables de RRU Power2 por sector, puede ser de los siguientes calibres: 5.3 mm² (0.008 pul.² - 10 AWG), 8.2 mm² (0.013 pul.² - 8 AWG) que cumplen con el estándar Europeo de protección para exteriores. Se considerará 2 cables DC por sector.

Conector tipo: pressfit

- 3 cables de fibra óptica³ por sector, con chaqueta outdoor de 7mm de diámetro externo cada uno. Para un site de 3 sectores

Conector tipo: DLC

- 02 Cables de PGND⁴ por sector: cable de PGND (de 16mm² colores: Amarillo/verde y Verde). Para RRU y para Antena.

Conector tipo: Terminal OT (M6 y M8)

G) DISTRIBUCIÓN DE CABLES DE ENERGÍA Y FO EN TUBERÍAS

CONDUIT

Se utilizarán 02 ductos de diámetro igual a 1”.

- Un ducto con 02 cables Fibra óptica y 1 de energía DC para RRU 3942.
- Un ducto con 01 cable de Fibra óptica y 1 de energía DC para AAU3910.



FIGURA 3-78: Cable de energía y FO

FUENTE: " Elaboración Propia "

H) CABLES JUMPER DE RF O FEEDER DE ½”

Son líneas de transmisión que se utilizan para transferir señales de RF de un punto a otro, dicha conectividad se produce desde el transmisor a la antena.

Los Jumpers de RF o feeder ½” son los cables que van conectados desde la Antena hacia la RRU.



FIGURA 3-79: Jumpers

FUENTE: " Elaboración Propia "

Características de los Jumpers:

- Diámetro: 1/2 mm
- Longitud: 2 metros y 3 metros.
- Conector DIN 1/2.

I) CABLES DE AC

- Cable doble núcleo: Negro - Negro
- Terminal OT
- Dimensión: 10 mm²

- Protección: Tubería PVC durante su recorrido

J) UBICACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EXCEDENTE

Los cables de fibra óptica deberán ser los más exactos posibles, para evitar excedentes voluminosos. Los estándares de fabricación de fibras ópticas Huawei son 20m, 40m, 60m, 80m y 100m. En el site Santa Teresa se utilizará la F.O de 60m.

Los excedentes de fibra óptica se ubicarán en escalerillas auxiliares de un metro de longitud a lo largo de la ruta horizontal del cableado; la misma que deberá estar debidamente aterrada en cada punto de contacto a las escalerillas existentes.



FIGURA 3-80: Excedente de Fibra Óptica, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

7) ESTÁNDAR DE ENCINTADO DE COLORES POR TECNOLOGÍA Y

SECTOR

Se llevará un estándar de encintado por colores para cada sector y cintas blancas para diferenciar las tecnologías implementadas en sitio para diferenciar las tecnologías y sectores que pasan por cada conduit para cuando la F.O y D.C salen de conduit desnudos también se encinta para que esta sea diferenciada de igual manera por sector y tecnología. Esto aplicará tanto para los jumpers de las Antenas y RRU's.

GSM	1 Cinta de Color + 1 Cinta Blanca
WCDMA	1 Cinta de Color
LTE	1 Cinta de Color + 2 Cintas Blancas

Sector	Color
Sector 0	Rojo
Sector 1	Amarillo
Sector 2	Azul

TABLA 3-9: Encintado por Tecnología y sector

FUENTE: " Estándar de Instalación V1.3 "

8) ETIQUETADO GENERAL

A) BBU CONFIGURACIÓN GUL

En el site Santa Teresa etiquetaremos las Fibras Ópticas y el energizado de la BBU.

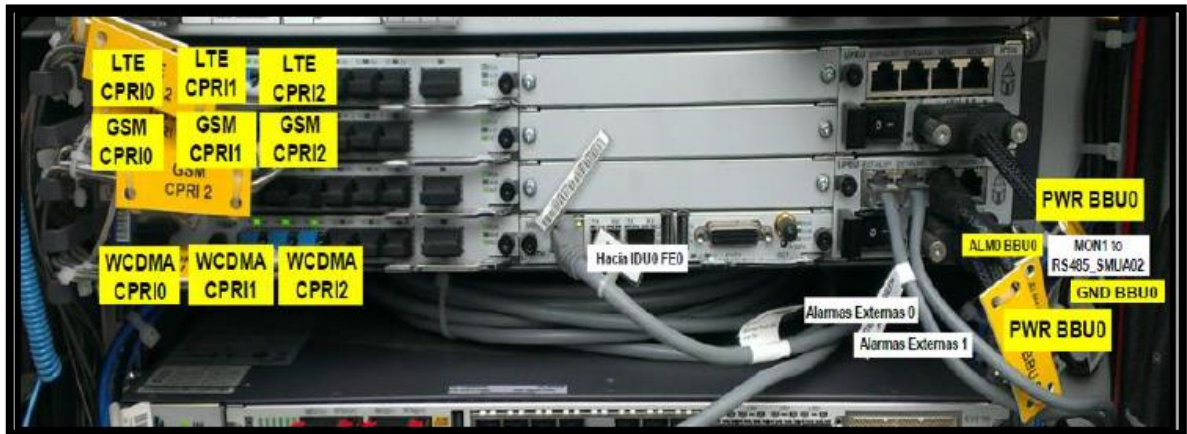


FIGURA 3-81: Etiquetado en la BBU, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

B) DCDU, BREAKERS, ALARMAS

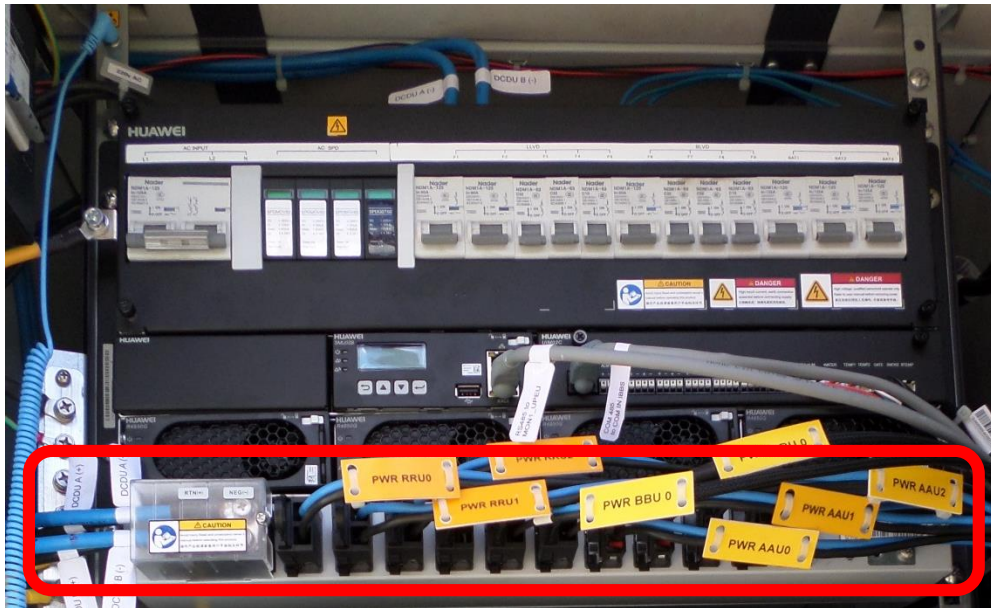
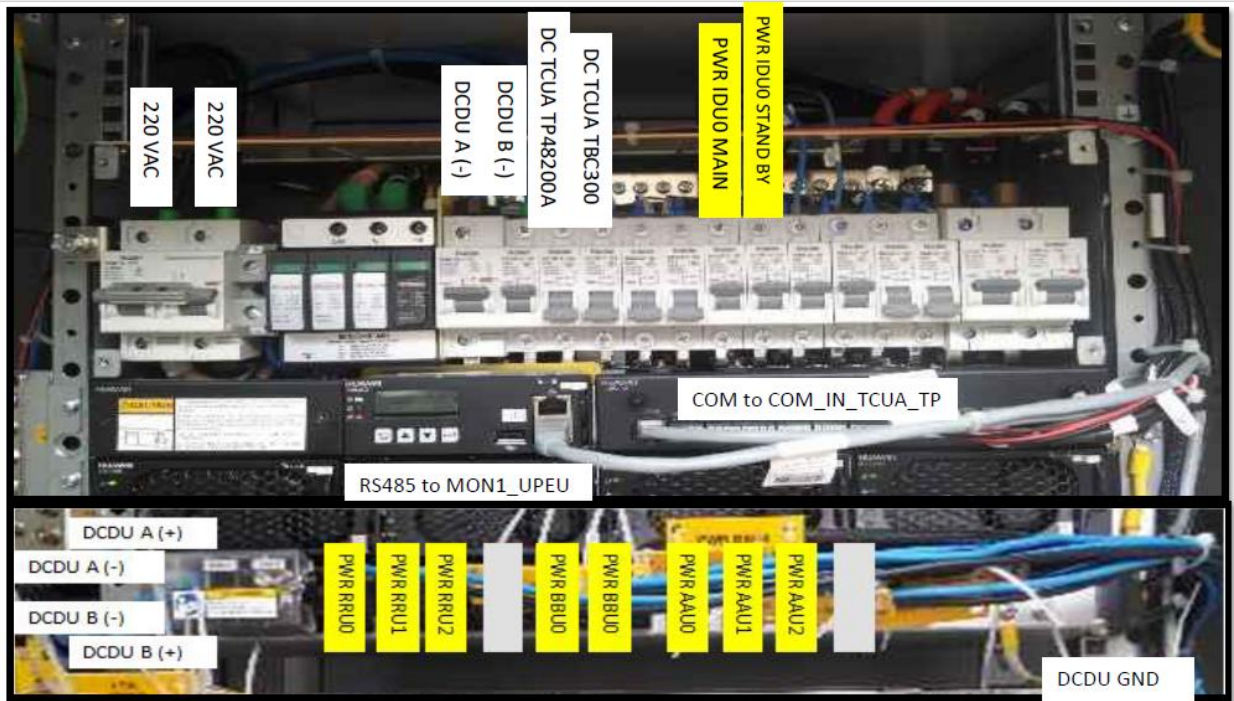


FIGURA 3-82: Etiquetado en la DCDU, Breakes, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

C) ETIQUETADO DE ATERRAMIENTO DEL GABINETES TP Y TBC

Todos los gabinetes TP, TBC y equipos instalados dentro del gabinete serán aterrados a una barra interna de los gabinetes. Los gabinetes TP y TBC también son aterrados a una barra de tierra exterior del Site.



FIGURA 3-83: Etiquetado en las barras de aterramiento, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

D) ETIQUETADO TCUA Y BATERÍAS

Se colocarán etiquetas adhesivas al TCUA y a los cables de las baterías.



FIGURA 3-84: Etiquetado en la TCUA y Baterías, Site Santa Teresa

FUENTE: " Elaboración Propia "

E) ETIQUETADO EN LA RRU, ANTENA Y ATERRAMIENTOS

Cuando se culmine con la instalación de las antenas y RRU's en los 3 sectores estos equipos deben ser aterrados con el fin de ser protegidos ante cualquier tipo de descarga externa. Estos equipos van aterrados a una barra de cobre de la torre y los puntos de aterramiento deben ser engrasados con grasa conductiva dieléctrica en ambos extremos del cable GND.

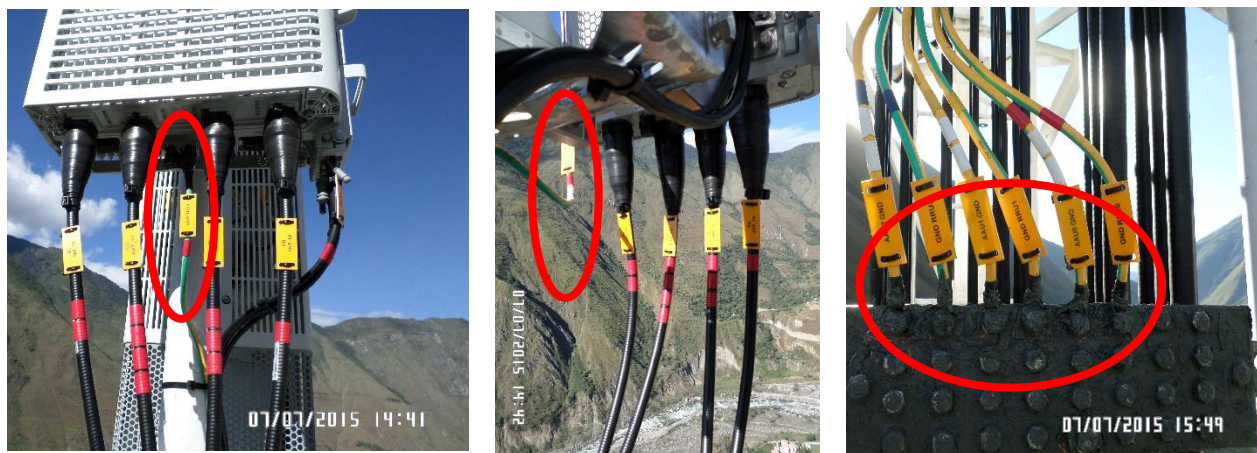


FIGURA 3-85: Conexiones 2G 3G RF y aterramientos

FUENTE: " Elaboración Propia "

F) ETIQUETADO RRU 3832

Dentro de la antena AAU 3910 se encontrará una RRU interna en ella está la tecnología 4G que también irá etiquetada como se observa en las imágenes.

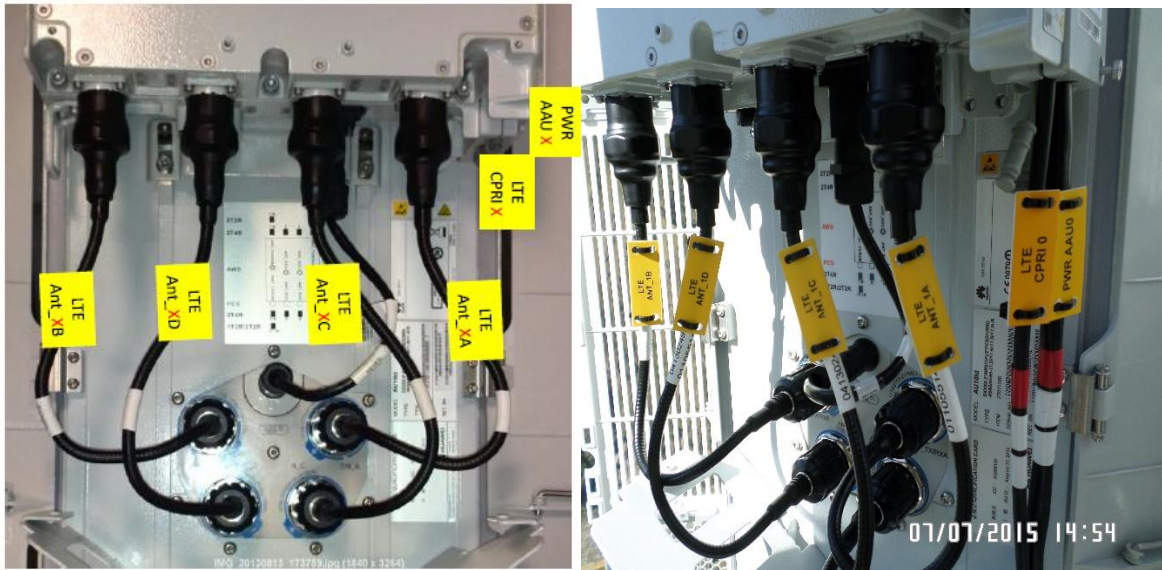


FIGURA 3-86: Conexiones 4G RF, conectores Q-DIN

FUENTE: " Elaboración Propia "

3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

3.3.1 FOTOS FINALES DE INSTALACIÓN

Al finalizar la implementación de la red 2G, 3G, 4G LTE tanto en sala como en torre deberá quedar de la siguiente manera:



FIGURA 3-87: Fotos panorámicas en sala (Outdoor)

FUENTE: " Elaboración Propia "

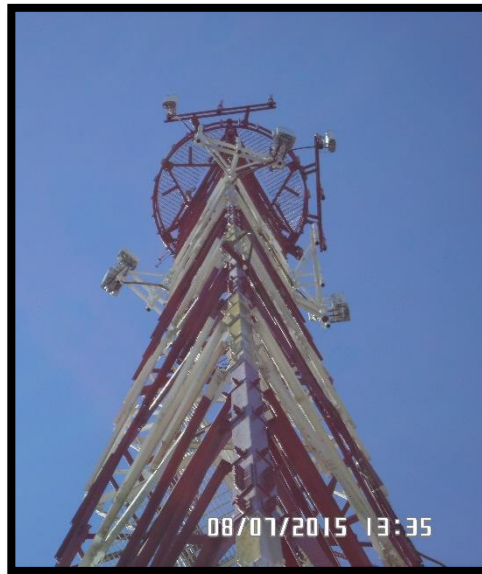
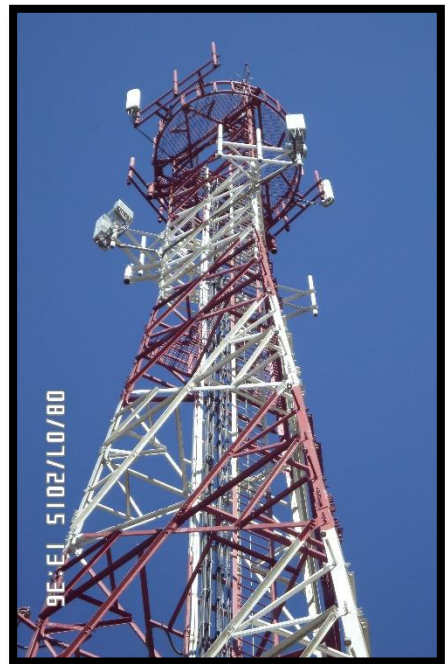
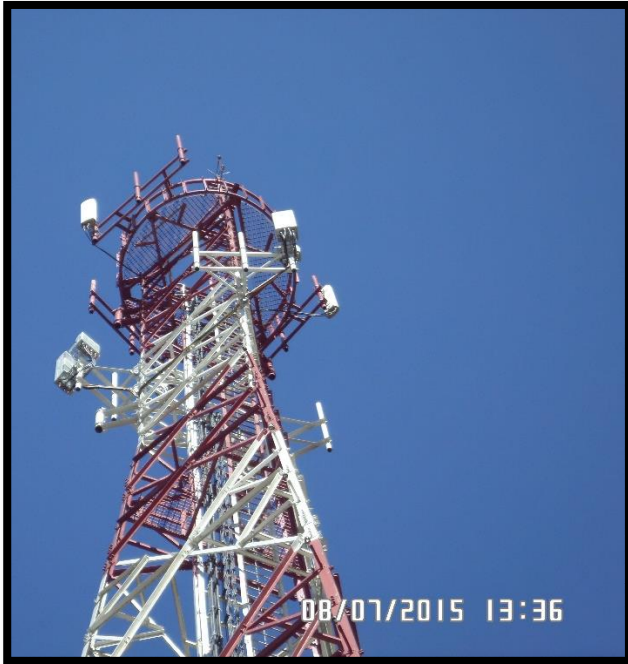


FIGURA 3-88: Fotos panorámicas en torre de los 3 sectores

FUENTE: "Elaboración Propia"

3.3.2 PROCESO DE LA IRRADIACIÓN DE LA SEÑAL

En el Gabinete TP se encuentran los breakers de 100 A y 63 A que energizan la DCDU la cual a su vez energiza las RRU's 3942 de las tecnologías 2G y 3G con 30 A (Los cables que energizan las RRU's son PWR RRU) y las RRU's internas de las antenas sectoriales de la tecnología 4G LTE con 30 A. Las RRU's 3942 de 2G y 3G utilizan la frecuencia 1900 Mhz y las RRU's 3832 utilizan la frecuencia 2100 Mhz para la 4G LTE.

Para la irradiación de las antenas sectoriales las tecnologías de dichas RRU's 3942 llegan a la antena conectado por unos jumpers (Conectores DIN) que van conectados desde la RRU 3942 hacia la antena sectorial, cada RRU a cada Antena sectorial, mientras que las RRU's 3832 van conectadas internamente hacia la antena sectorial por unos conectores Q-DIN (Jumpers especiales a prueba de agua), realizada las conexiones hacia la antena sectorial por cada sector, ésta comenzará a irradiar las 3 tecnologías 2G, 3G, 4G LTE.

3.3.3 VENTAJAS DE LA RED 2G, 3G, 4G LTE EN EL DISTRITO DE SANTA

TERESA

La nueva red 2G, 3G, 4G LTE instalada en el distrito de Santa Teresa traerá nuevos servicios:

- La población de Santa Teresa podrá acceder a sus correos electrónicos desde sus equipos móviles, logrando estar más interconectados con el mundo ya que podrán enviar y recibir e-mails de cualquier parte del mundo. Lo mismo con las redes sociales los pobladores estarán más conectados e informados.
- La población tendrá acceso al servicio de internet con una mayor velocidad de transferencia de información en cualquier parte del distrito.
- La carga y descarga de datos será con mayor confiabilidad y seguridad, más eficiente y rápido.
- Tendrán una muy buena calidad y fiabilidad del servicio ya que la velocidad de Tx y Ancho de Banda son mucho más rápidas.

CONCLUSIONES

1. Antes de realizar la implementación en el site Santa Teresa de las tecnologías 2G, 3G, 4G LTE existe un estudio de campo (TSS) del site.
2. Se concluye la posibilidad y factibilidad de implementación de una red de telefonía móvil de 2da, 3era, 4ta Generación en el distrito de Santa Teresa. Esta red móvil consigue que toda la población del distrito se mantengan informados con cualquier parte del mundo.
3. La tecnología 4G beneficiará a todos los usuarios en el distrito de Santa Teresa, ya que es una red evolucionada, la cual te permite un mejor acceso a internet, esto implica que los usuarios contarán con una conectividad permanente para mantenerse conectados en cualquier momento.
4. El impacto ambiental que produce la red móvil instalada en el site Santa Teresa no es nociva para la salud, No solo la telefonía funciona con radiación, también lo hace la radio, la televisión, el microondas, el control remoto; y esa radiación genera lo que es el campo electromagnético, que son radiaciones eléctricas y magnéticas, ambas radiaciones son naturales, la tierra las genera, los elementos naturales las genera. Las radiaciones que son perjudiciales son las ionizantes y aun así se utilizan pero con medidas preventivas, como los rayos X, a los que no se puede estar expuestos más de cierto tiempo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda instalar las RRU's y AAU's de acuerdo al estándar de instalación de modo que se faciliten las labores de operación y mantenimiento.
2. Se recomienda un mantenimiento preventivo de las RRU's y AAU's instaladas cada 6 meses, también de la revisión de los ventiladores del Gabinete TP los cuales deben estar libres de impurezas y polvo cada 6 meses.
3. Se recomienda revisar todos los pernos de ajuste que se realizaron en la instalación y así comprobar que todo esté con el ajuste correcto y/o en perfectas condiciones después de la instalación.
4. Se recomienda realizar la implementación de expansión en el Site Santa Teresa ya que en algunos años el crecimiento de la población impulsará gran demanda del servicio de la red móvil 2G, 3G, 4G LTE.
5. Se recomienda al operador ENTEL-PERÚ implementar la red 5G en el distrito de Santa Teresa ya que los servicios de tecnología móvil tienen una gran demanda por los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

Goffard Molina, Pablo 2007

Descarga de Datos a Alta velocidad con HSDPA sobre UMTS.

URL: www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/goffard_p/pdf/goffard_p.pdf

Nuñez Coral, Jimmy 2013

Diseño de una red de nueva generación LTE-A para una zona urbana en Bogotá bajo el estándar 3gpp y la recomendación ITU- R M.1457.

URL: www.bdigital.unal.edu.co/11717/1/2300612.13.pdf

Carrión Intriago, Angel 2009

PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES Y CONECTIVIDAD PARA EL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA.

URL: repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1061/1/95057.pdf

Chimbo Rodriguez, Maritza 2012

ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE EVOLUCIÓN DE REDES 3G Y SU CONVERGENCIA A LA TECNOLOGÍA 4G PARA REDES DE TELEFONÍA MÓVIL.

URL: edu.ec/bitstream/123456789/2072/13/UPS-CT002379.pdf

Montserrat del Rio, José 2007

Mejora de la Arquitectura de Acceso Radio UMTS mediante Multinodos B.

URL: <https://riunet.upv.es/handle/10251/1937?show=full>

Molina, Gonzalo 2014

Generaciones de Teléfonos Móviles. Historia y evolución del teléfono portátil es tan extensa como la de las computadoras y ordenadores personales.

URL: www.blog.alosmandos.net/2013/01/18/generacionesde.../comment-page-1/

Uriel Nuñez, Alberto 2013

Clasificación de los sistemas de comunicaciones móviles y modo de funcionamiento.

URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6hHre7DCrZkJ:datateca.unad.edu.co/contenidos/208003/MODULO_EN_LINEA/clasificacin_de_los_sistemas_de_comunicaciones_mviles_y_modos_de_funcionamiento.html+%&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&client=firefox-b-a

Contreras, Alejandra 2010

Tecnología Móvil. Evolución de la tecnología móvil.

URL: <https://aletecnologiasweb.wordpress.com/tecnologia-movil/>

Fernandez, Diego 2015

COMUNIDAD - Evolución de la Tecnología Móvil: 1G, 2G, 3G, 4G.

URL:<http://fidsystem.blogspot.pe/2015/03/comunidad-evolucion-de-la-tecnologia.html>

Ramirez, Fernanda 2014

Nueva telefonía. Información y definiciones de temas sobre tecnología aplicada en conjunto con contenido multimedia, noticias y páginas de referencia sobre dichas temáticas.

URL: <https://sites.google.com/site/mediosinteractivosayv/home/nueva-telefonía>

Reyes Vasquez, Virgilio 2012

Desarrollo de las tecnologías de cuarta generación en las comunicaciones móviles
4g

URL:<http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/340/1/Desarrollo%20de%20as%20tecnologias%20de%20cuarta%20generacion%20en%20las%20comunicaciones%20moviles%204g.pdf>

Armas Montes, Tulio 2014

Estación base y una red inalámbrica. Las estaciones base deben estar ubicadas cerca de los usuarios de teléfonos móviles para proporcionar buena calidad de recepción.

URL: <http://www.emfexplained.info/spa/?ID=24794>

Alvarez Ramirez, Oscar 2013

SISTEMAS MOVIL-CELULAR. Introducción a la variedad de sistemas de telefonía celular, sus principales características y una clasificación por aplicaciones.

URL: <http://robertoares.com.ar/wp-content/uploads/2010/06/Seccion-7.pdf>

Nuñez, Oscar 2014

ARQUITECTURA GENERAL DE LOS SISTEMAS. Diseño de una red de transmisión de acceso.

URL: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11901/fichero/capitulo2.pdf>

Aranda, Manuel 2012

Integración de Comunicaciones: Interoperabilidad de las Comunicaciones.

URL: http://www.desca.com/latam/index.php/soluciones/soluciones_comunicaciones

Diaz, Cesar 2015

Acceso de radio terrestre universal evolucionado E-UTRAN y red de acceso terrestre universal evolucionado E-UTRAN.

URL: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4836/3/josefernandorestrepopedrahit.2011.parte3.pdf>

Elvio, Ernesto 2016

1G, 2G, GSM, 3G, EDGE, HPSA, 4G y LTE: La evolución de las conexiones móviles

URL: <http://www.informatica-hoy.com.ar/soluciones-moviles/1G-2G-GSM-3G-EDGE-HPSA-4G-LTE-evolucion-conexiones-moviles.php>

Durand, Giancarlo 2008

Concepto IMS. IMS (IP Multimedia Subsystem) es una manera completamente nueva de distribuir multimedia (voz, video, datos, etc.)

URL: <http://imstecnologia.blogspot.pe/2009/07/concepto-ims.html>

Zapata, Alexander 2013

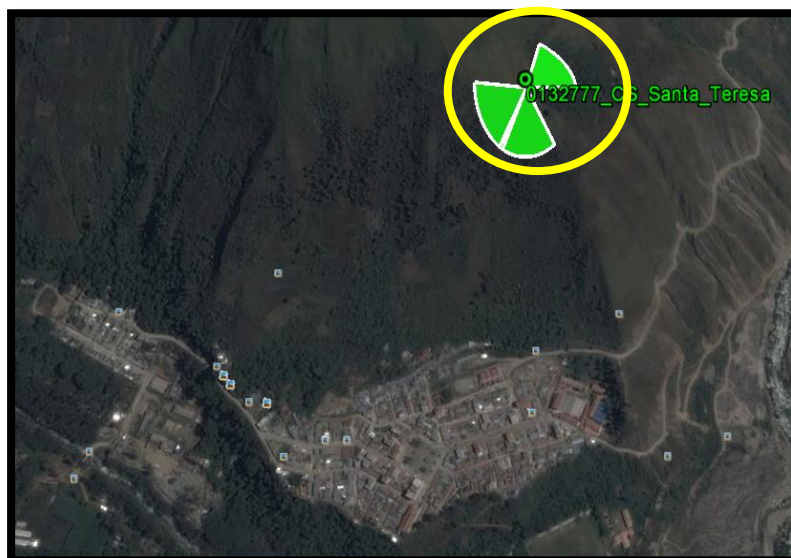
SGSN: es un Nodo de servicio GPRS (General Packet Radio Service, en español es una arquitectura para redes de área amplia (WAN)) que tiene como función principal dar acceso a los terminales móviles (teléfonos celulares) hacia la red de datos que puede ser internet o una red corporativa.

URL: <http://entelsec.blogspot.pe/2012/08/redes-3g-y-4g.html>

ANEXO N°01

PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS INSTALADOS DENTRO DEL SITE SANTA TERESA

I. LOCALIZACIÓN

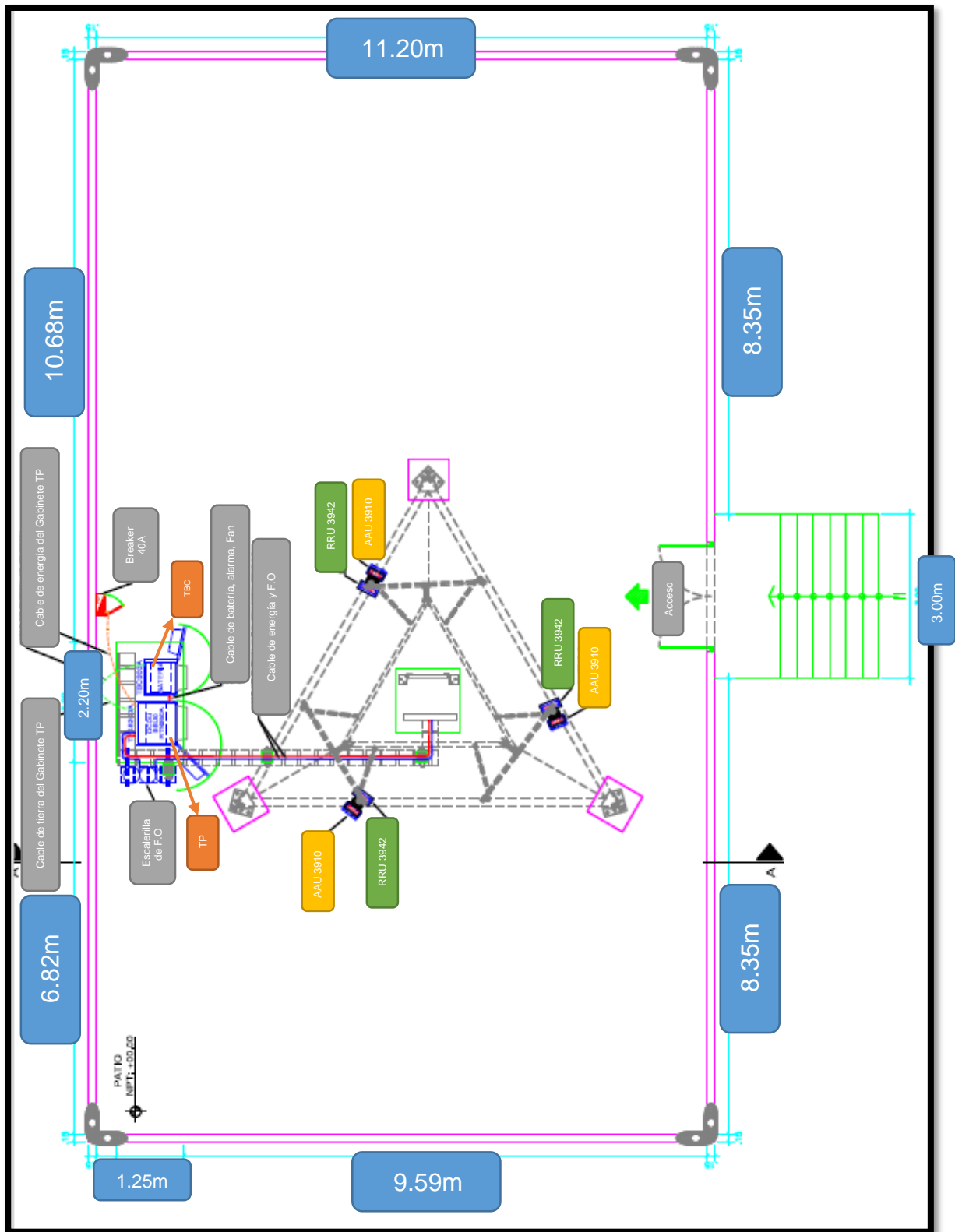


COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM WGS84)
LATITUD: 13°7'35.72"
LONGITUD: 72°35'50.17"
ALTITUD: 1792 m.s.n.m.

TABLA 3-10: Coordenadas del Site Santa Teresa

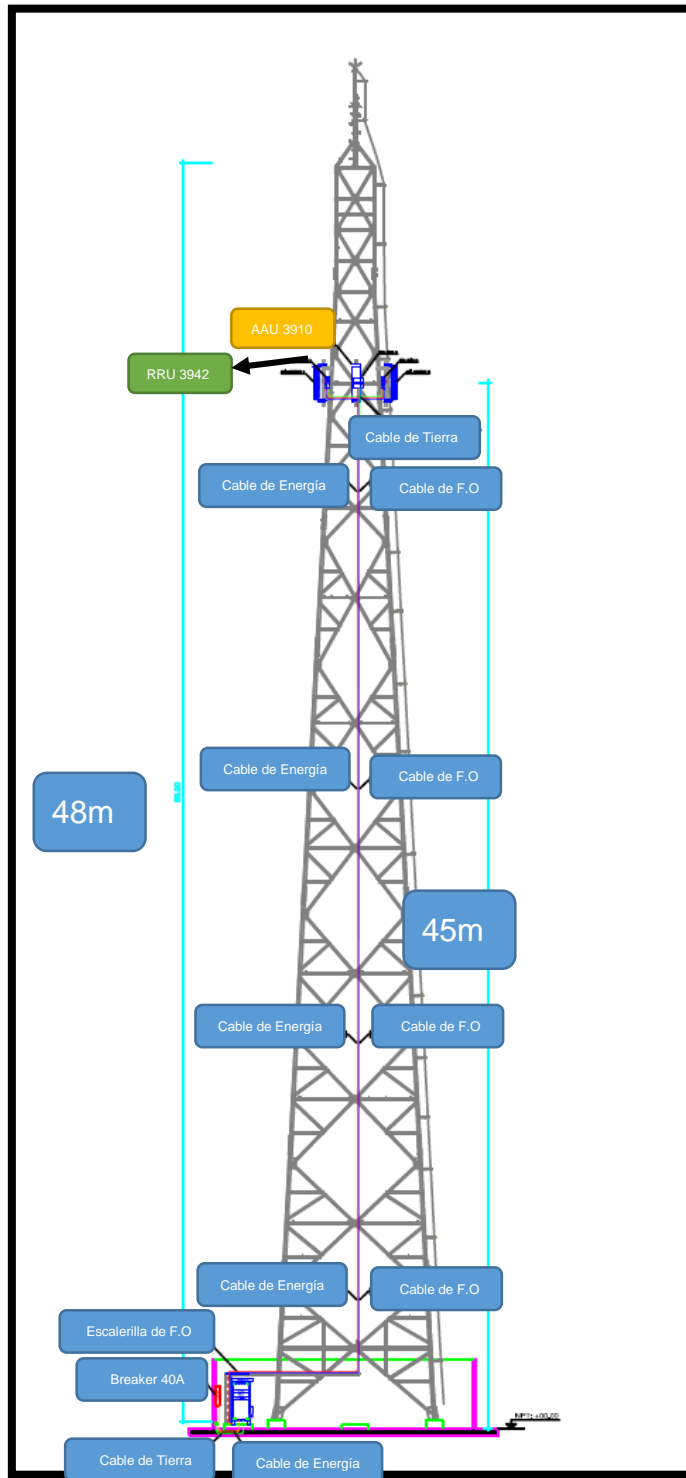
FUENTE: "Elaboración Propia"

II. PLANTA GENERAL ESCALA 1/50





III. ELEVACIÓN GENERAL ESCALA 1/50



ANEXO N°02

FICHA TÉCNICA DE LA BBU3900

MARCA: HUAWEI

Parámetros	Especificaciones
Bandas de frecuencia de operación	876 a 880 MHz y 921 a 925 MHz 880 a 915 MHz y 925 a 960 MHz 1710 a 1785 MHz y 1805 a 1880 MHz 1900 Mhz a 2100 Mhz
Capacidad	Una BBU admite seis RRU. Cada RRU admite un máximo de seis niveles de conexión en cascada. Cada RRU admite dos portadoras.
Networking	Se permite un máximo de 12 subsitios por celda. Cada subsitio admite tres RRU.
Potencia de transmisión	918 MHz a 925 MHz: 2 x 60 W 925 MHz a 960 MHz: 2 x 80 W
Sensibilidad de recepción	918 MHz a 925 MHz: Una antena: -112,5 dBm Dos antenas: -115,5 dBm 925 MHz a 960 MHz: Una antena: -113,4 dBm Dos antenas: -116,4 dBm
Tamaño de la BBU3900 (altura x ancho x profundidad)	86 mm x 442 mm x 310 mm
Peso de la BBU3900	Típico: 7 kg; máximo: 12 kg

Parámetros	Especificaciones
Potencia de entrada de la BBU3900	-48 VCC; rango de tensión: -38,4 VCC a -57 VCC -24 VCC; rango de tensión: +21,6 VCC a +29 VCC
	-48 VCC; rango de tensión: -36 VCC a -57 VCC
Presión atmosférica	70 kPa to 106 kPa
Máximo número de celdas	4T4R la formación de haz: 18 celdas con un ancho de banda de 10 MHz o 20 MHz para cada célula. 4 x 2 MIMO : 18 células con un ancho de banda de 5 MHz o 10 MHz o 20 MHz para cada célula. 2 x 2 MIMO : 18 células con un ancho de banda de 5 MHz o 10 MHz o 20 MHz para cada célula.
Rendimiento máximo por celda con el ancho de banda 20 MHz	velocidad de datos de enlace descendente en el Control de Acceso al Medio(MAC) de la capa: 130 Mbit / s (4 x 2 MIMO y 2 x 2 MIMO)
Rendimiento máximo por eNodoB	Suma de las velocidades de datos enlace ascendente y descendente en el MAC capa : 1500 Mbit / s
Número máximo de UE en modo CONECTADO de RRC en una eNodoB	10,800
Portador de radio de datos (DRB)	Ocho DBR por el equipo de usuario (UE)

TABLA 3-11: Ficha técnica de la BBU3900

FUENTE: Estándar de Instalación V1.3

ANEXO N°03

FICHA TÉCNICA DE LA RRU 3942

MARCA: HUAWEI

Parámetro	Descripción
Voltaje de entrada	-48 V DC; voltaje rango: -36 V DC to -57 V DC
Dimensión	485 mm x 380 mm x 170 mm (with the shell)
Peso	25Kg (with the shell)
Temperatura de Operación	-40 to +50°C (without solar radiation) -40°C to +45°C (with solar radiation)

TABLA 3-12: Ficha técnica de la RRU 3942

FUENTE: Estándar de Instalación V1.3

ANEXO N°04

FICHA TÉCNICA DE LA RRU 3832

MARCA: HUAWEI

Parámetro	Descripción
Voltaje de entrada	-48 V DC; voltaje rango: -36 V DC to -57 V DC
Dimensión	400 mm x 300 mm x 120 mm
Peso	14Kg
Temperatura de Operación	-40 to +50°C (without solar radiation) - 40°C to +45°C (with solar radiation)

TABLA 3-13: Ficha técnica de la RRU 3832

FUENTE: Estándar de Instalación V1.3