

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



ELABORACION DE TECHNICAL SITE SURVEY PARA SISTEMAS 3G

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

PETER ELMER NINAQUISPE QUIROZ.

PROMOCION 2005 - I.

LIMA- PERU

2010

ELABORACION DE TECHNICAL SITE SURVEY PARA SISTEMAS 3G.

Dedicado a mis padres que con mucho esfuerzo, cariño y trabajo me dieron la oportunidad de conseguir mis metas.

SUMARIO

El presente trabajo consiste en realizar el estudio de campo de 300 estaciones bases celulares instaladas en Lima, en las cuales están instalados diferentes tecnologías de telefonía celular y se requiere implementar el sistema de telefonía celular de la tercera generación, conocido como UMTS.

La elaboración del informe consiste en mencionar que sistemas se encuentran instalados en las EBC, conformado por los equipos instalados en sala celular, y el sistema radiante, que comprenden las antenas y los cables alimentadores.

Así mismo se mencionan los problemas mas frecuentes que se encuentran en las EBC, tales como la falta de espacio disponible en las salas celulares; los cruces de acimuts de las antenas instaladas; y la saturación de los cables alimentadores.

Para los problemas mencionados se da la solución adecuada, teniendo en consideración los conocimientos sobre antenas, fibra óptica, cables coaxiales; los criterios de instalación; y los requerimientos que indica el fabricante para la instalación de los equipos de 3G, para que tengan un funcionamiento adecuado.

INDICE

Introducción	1
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	
1.1. Conceptos teóricos.....	2
1.2. Requerimientos de un sistema de tercera generación.....	2
1.3. Parámetros de la antena usada en sistema 3G.....	3
1.4. Tipos de instalación de los módulos del sistema de 3G.....	4
1.4.1.Instalación de módulos en salas celulares con techo.....	5
1.4.2.Instalación de módulos en salas celulares sin techo.....	6
CAPITULO II	
PLANTEAMIENTO TECNICO DEL PROBLEMA	
2.1. Introducción.....	8
2.2. Saturación de cables alimentadores.....	9
2.2.1.Caso de instalación en torres auto soportadas.....	9
2.2.2.Caso de instalación en torres ventadas.....	11
2.2.3.Caso de instalación en torres monopolos.....	12
2.2.4.Caso de instalación en sitios camuflados.....	13
2.3. La distribución de las antenas instaladas en las plataformas de las torres.....	14
CAPITULO III	
SOLUCION DEL PROBLEMA PLANTEADO	
3.1. La distribución de las antenas instaladas en las plataformas de las torres.....	17
3.1.1.Plataformas con antenas de los sistemas TDMA,CDMA 1X,CDMA IS-95 y GSM..	17
3.1.2.Plataformas con antenas de los sistemas de CDMA 450 MHz,1X y GSM.....	22
3.2. Saturación de cables alimentadores.....	26
3.3. Falta de espacio para la instalación de los equipos 3G en salas celulares.....	30
3.3.1.Salas celulares con techo.....	30
3.3.2.Salas celulares sin techo.....	38
3.4. Falta de barras de aterramiento.....	40
ESTIMACION DE COSTOS	42
CONCLUSIONES	48
ANEXOS	49

GLOSARIO DE TERMINOS.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51

INTRODUCCION

La elaboración de un reporte técnico de campo para el sistema de telefonía de 3G, es la parte principal antes de iniciar con los trabajos de la implementación de dicho sistema en las estaciones bases celulares (EBC) que forman parte de la red del operador, en las cuales se encuentran en servicio otros sistemas de telefonía móvil; el cual permite conocer como están distribuidos los equipos en las salas celulares, así como los elementos que forman parte del sistema radiante, conformado por los cables alimentadores y las antenas.

El propósito general del estudio consistió primero en determinar los problemas que se presentaban en las EBC para la instalación de los módulos que forman parte del sistema de 3G; y luego indicar la solución a dichos problemas, los cuales debían consistir en realizar los mínimos requerimientos y necesarios que permitan el funcionamiento del sistema 3G, y así puedan ser aprobados por el operador.

El informe consta de tres capítulos que se detallan a continuación:

El capítulo I corresponde al marco teórico, en el cual se da una breve introducción al sistema de 3G; a los parámetros de la antena seleccionada para dicho sistema por el operador; así como los diferentes tipos de instalación de los módulos de 3G.

El capítulo II corresponde al planteamiento técnico del problema, en el cual se mencionan los problemas que se encontraron en las EBC, tales como la saturación de los cables alimentadores instalados en las diferentes estructuras existentes, como torres autosoportadas, torres ventadas, torres monopolos y en sitios camuflados; así como también la distribución de las antenas instaladas en las plataformas de las torres.

El capítulo III corresponde a las soluciones de los problemas mencionados en el capítulo II, para los cuales se consideran los requerimientos necesarios y mínimos para la instalación y funcionamiento de los módulos que forman parte del sistema 3G.

Así mismo se mencionan los costos y el presupuesto con el que se contó para desarrollar las tareas y cumplir con el plazo indicado por el operador.

Para finalmente llegar a las conclusiones que nos llevó el informe desarrollado.

CAPITULO I MARCO TEORICO.

1.1. Conceptos teóricos.

El Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles(UMTS) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación (3G, también llamado W-CDMA), sucesora de la tecnología GSM.

Los sistemas 3G soportan velocidades de transmisión de 2Mbps, los operadores ya están concibiendo una amplia gama de nuevos servicios, ya sea de acceso por MODEM o por acceso rápido en tiempo real a la red, juegos en línea y video conferencias mediante los dispositivos portátiles con pantallas grandes.

El propósito de la tercera generación consiste en superar las limitaciones técnicas de las tecnologías precedentes. La tercera generación es tipificada por la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet

1.2. Requerimientos de un sistema de tercera generación.

- Alta velocidad en transmisión de datos, hasta 144 Kb/s, velocidad de datos móviles (vehicular); hasta 384 Kb/s, velocidad de datos portátil (peatonal) y hasta 2 Mb/s, velocidad de datos fijos (terminal estático).
- Transmisión de datos simétrica y asimétrica.
- Servicios de conmutación de paquetes y de conmutación de circuitos, tales como tráfico internet (IP) y video en tiempo real.
- Calidad de voz comparable con la calidad de voz ofrecida por sistemas alámbricos.

- Mayor capacidad y mejor eficiencia del espectro con respecto a los sistemas actuales.
- Capacidad de proveer servicios simultáneos a los usuarios finales y terminales.
- Incorporación de sistemas de segunda generación y posibilidad de coexistencia e interconexión con servicios móviles por satélite.
- Itinerancia internacional entre operadores (roaming internacional).

Los sistemas de tercera generación deberán proveer soporte para aplicaciones como:

- Voz en banda estrecha a servicios multimedia en tiempo real y banda ancha.
- Apoyo para datos a alta velocidad para navegar por la World Wide Web (WWW), entregar información como noticias, tráfico y finanzas, así como acceso remoto inalámbrico a internet e intranets.
- Servicios unificados de mensajes como correo electrónico y multimedia.
- Aplicaciones de comercio electrónico móvil, que incluye compras móviles y operaciones bancarias.
- Aplicaciones de audio y video en tiempo real, tales como, video teléfono, video conferencia interactiva, audio y música, así como las aplicaciones multimedia especializadas como telemedicina y supervisión remota de seguridad.

1.3. Parámetros de la antena usada en el sistema 3G.

Para la implementación de la red 3G- UMTS a realizarse en la ciudad de Lima ,el operador determinó usar la antena: AMPHENOL ANTEL C-BXA-80065/8-M, cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

- Frecuencia de operación: 806 – 960 Mhz.
- Polarización: +/- 45°.
- Ganancia: 17dBi.
- Impedancia: 50Ω.
- Half-power beamwidth: H- Plane : 66°
E- Plane: 7.5°.
- Máxima potencia de entrada: 400Watts.
- Relación Front to back ≥ 25 dB.
- VSWR ≤ 1.5 dB.

1.4. Tipos de instalación de los módulos del sistema 3G.

Para realizar el estudio de campo de las celdas en la cual se va a implementar el nuevo sistema de telefonía celular de 3G, hay que tener en consideración los diferentes tipos de instalaciones, entre las cuales tenemos, a los equipos que se instalan en salas celulares, denominados SYSTEM MODULE y a los equipos que se instalan en la parte externa de la sala celular, generalmente en las plataformas de las torres, denominados RF MODULE. Para la instalación de los equipos que van en la sala celular, se presentan los siguientes casos:

1.4.1. Instalación de módulos en salas celulares con techo (indoors), aquí se presentan 3 casos:

- a) Instalación en el piso.
- b) Instalación en gabinetes (FCIA).
- c) Instalación en la pared.

1.4.2. Instalación de módulos en salas celulares sin techo (outdoors).

Para la instalación de los equipos que se ubicarán en la parte externa de la sala celular, (plataforma de las torres), hay que considerar la distribución actual de las antenas y los requerimientos para la instalación de los módulos del nuevo sistema de telefonía celular, para su funcionamiento y mantenimiento respectivo.

Otro punto a considerar es el espacio disponible en las escalerillas internas y externas de la sala celular, así como el recorrido de los cables alimentadores (feeders) a lo largo de la estructura existente, para instalar el cableado de la fibra óptica y el cableado de energía, que van desde el SYSTEM MODULE ubicado en la sala celular, hasta los RF MODULE que se encuentran en las plataformas de las torres, dichos cableados son necesarios para el funcionamiento de los RF MODULE.

Así mismo se debe contar con un sistema de pozo a tierra, hacia los cuales se deben aterrar las barras que se encuentran en el interior de las salas celulares, para aterrar los SYSTEM MODULE, y las barras de aterramiento que se encuentran en la parte externa de las salas celulares, para aterrar los RF MODULE.

Por otro lado para energizar los equipos se requiere contar con un punto asignado por el operador, el cual dependerá de lo disponible en las salas celulares, que pueden ser una toma de AC o una toma de DC; en cuanto a la toma de AC se instalará el módulo Flexi Power Module (FPMA); en cuanto a DC, el equipo requiere -48V, y se usa el módulo Flexi Rectifier Module (FRMx), cuando la toma asignada por el operador es de -24V, y no se usa dicho módulo cuando la toma asignada por el operador es de -48V, conectándose directamente a dicha toma.

1.4.1. Instalación de módulos en salas celulares con techo (indoors).

Se presentan 3 casos:

a. Instalación de módulos en el piso.

La instalación de los módulos del sistema de 3G en el piso, depende del espacio disponible en la sala, en el cual se procede a instalar las bases del equipo anclado al piso, llamado **plinth**, teniendo en consideración, las distancias mínimas que indican los fabricantes para la instalación, y así realizar el mantenimiento adecuado.

El plinth debe estar aterrado a un punto de tierra ubicado en la sala celular y los módulos instalados sobre el plinth, se deben aterrar a dicho punto.

La cantidad de módulos que se pueden instalar sobre el plinth depende del tipo de zona, es decir que se instalarán 5 módulos como máximo si la zona es sísmica y 9 módulos como máximo en una zona antisísmica.

Luego de aterrar los módulos, se proceder a energizarlos y para ello se requiere un punto de energía asignado por el operador.

Posteriormente se realizan las conexiones internas entre los módulos, y se requiere 4 puntos en el equipo de radio (microondas), para realizar la integración de la celda, el cual se logra cuando hay sincronismo con la central, que se denomina RNC (Radio Network Controller).

b. Instalación de módulos en gabinetes (FCIA).

Otra forma de instalar los módulos del sistema de 3G es en gabinetes denominados FCIA, Flexi Cabinet for Indoor, la cual requiere un espacio disponible en la sala celular que nos permita realizar el mantenimiento adecuado cuando se presente algún percance.

La letra "A", que aparece en la sigla FCIA, Flexi Cabinet for Indoor, significa que es de la primera versión, el cual es propio de la empresa que fabrica los equipos.

La instalación se inicia con el anclaje del gabinete en el espacio disponible, luego se aterriza dicho gabinete a una barra de aterramiento, ubicada en la sala celular; luego se instalan los módulos y se realizan las conexiones internas.

Posteriormente se energizan los módulos hacia el punto asignado por el operador; y se realiza el cableado (E1) que permite la integración de la celda, y para ello se requiere la asignación de 4 posiciones en el equipo de radio (microondas), ubicado en la sala celular. Finalmente se realiza la integración de

la celda, es decir que esta se comuniquen con la central, denominada RNC (Radio Network Controller).

Las dimensiones mínimas que se requieren para instalar el FCIA, son de 1.35 mt x 1.00 mt.

c. Instalación de módulos en la pared.

La instalación de los módulos en la pared, se realiza en las salas celulares que no cuentan con espacio disponible en el piso, pero existe espacio en pared, para la cual se debe tomar en cuenta la distancia apropiada para instalar escalerillas internas por donde se realizará el cableado de la energía, del cableado (E1) que permita la integración de la celda, del cable de aterramiento de los módulos, del cableado de la Fibra óptica y para los OVP (Over voltage protection); la distancia mínima es aproximadamente de 1.60 mt x 2.00 mt y una distancia de 1.00 mt de separación con equipos que se encuentren al frente de su ubicación para realizar el mantenimiento adecuado de los módulos.

1.4.2. Instalación de módulos en salas celulares sin techo (outdoor).

Este tipo de instalación de los módulos del sistema 3G, se realizó en salas celulares que no tienen techos, conocidas como salas celulares outdoors, y para ello se instala el gabinete Flexi Cabinet for Outdoor, conocido como FCOA, el cual cumple con la protección del módulo principal del sistema, del módulo de extensión y del módulo de energía, los cuales se instalaron dentro del gabinete y este soporta las condiciones ambientales que se mencionan en el manual de instalación y que el fabricante garantiza.

El procedimiento para su instalación se inicia con el anclaje de unas vigas fabricadas en forma de "H" y unas rieles sobre el cual se fija el gabinete FCOA, luego se procede a aterrarlas, tanto las vigas como el gabinete a una barra de aterramiento, instalada en la sala celular.

Luego se procedió a instalar los módulos del sistema, se realizaron las interconexiones internas, se prosiguió con el energizado de los módulos y se deja listo para la integración de la celda, esto se consigue cuando se logre sincronizar con el RNC (Radio Network Controller).

Para que la integración sea completa, se requiere que los RF MODULE, se encuentren instalados, energizados y aterrados a una barra instalada cerca de sus posiciones, así como las antenas del sistema a implementar.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de los diferentes tipos de instalación para el sistema de 3G.

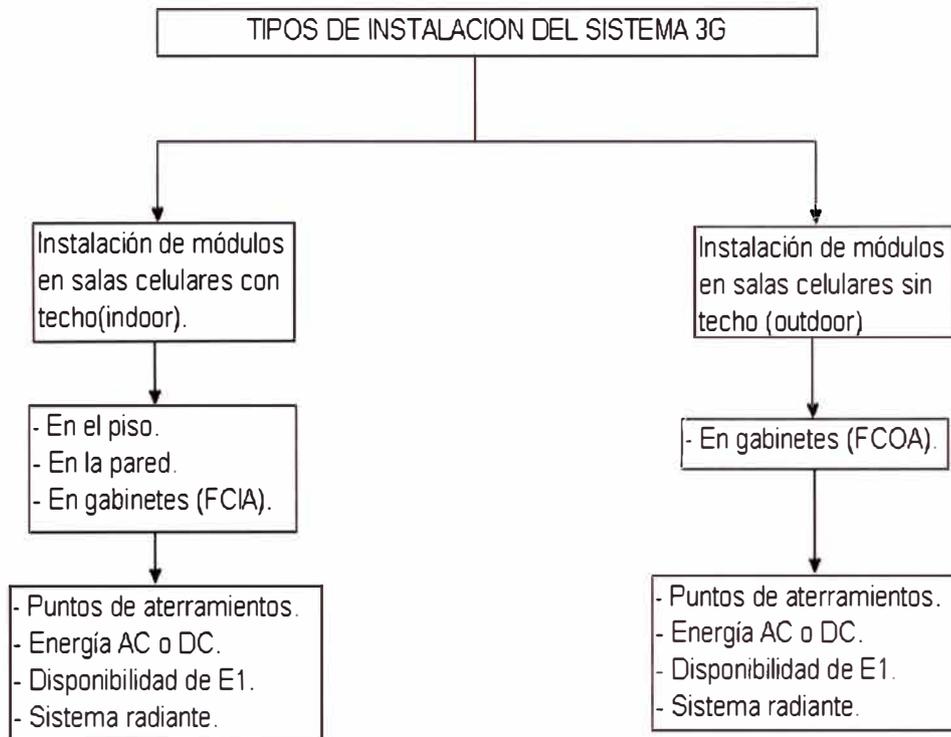


Figura 1.1 Diagrama de Flujo.

CAPITULO II PLANTEAMIENTO TECNICO DEL PROBLEMA.

2.1. Introducción.

La tecnología UMTS (Sistema Universal de las Telecomunicaciones móviles, Universal Mobile Telecommunications System) representa el sistema de la tercera generación (3G). Esta tecnología representa un importante avance para las telecomunicaciones, ya que permite disponer de nuevos servicios multimedia caracterizados por una alta calidad de imagen y una elevada velocidad en la transmisión de datos.

Así mismo, con el avance de la tecnología celular, los equipos, llámese, BTS también han ido evolucionando, es decir, con las tecnologías precedentes al sistema 3G, los equipos eran grandes y pesados, pero para el nuevo sistema, los equipos son más pequeños y más livianos, y se le conoce como NODO B.

Antes de realizar la implementación del sistema de telefonía celular, en las estaciones bases celulares, se realiza un estudio técnico de campo (TSSR, Technical Site Survey Report) para la toma de datos de todos los sistemas existentes en dichos lugares e indicar los diferentes problemas que se presentarán en cada estación base, así como también indicar las soluciones para la instalación del nuevo sistema de telefonía celular, en este caso la tecnología de 3G, conocido como UMTS.

Los problemas más frecuentes que se presentan para la instalación de los sistemas 3G son los siguientes:

- En las plataformas de las torres existentes se encuentran instalados antenas de los sistemas de TDMA, CDMA 1X, CDMA IS-95, CDMA 450 MHz y GSM.
- Las torres se encuentran saturadas de cables alimentadores, que impiden la instalación de los cables de energía y de la Fibra óptica que se usa para el funcionamiento de los equipos de 3G.
- El cruce de acimuts de las antenas instaladas para los diferentes sistemas existentes con los acimuts asignados para las antenas del sistemas 3G.
- En la sala de equipos no hay espacio necesario para la instalación de los módulos usados para la nueva tecnología de 3G.

No existen barras de aterramiento en las estaciones bases; o las barras están instaladas, pero no están conectadas al pozo de tierra, por lo que no cumplen con la función de aterrizar los módulos del sistema de 3G, y que son necesarias para que los módulos puedan funcionar.

Procedemos a detallar los problemas que se presentan para la instalación del nuevo sistema de telefonía celular.

2.2. Saturación de cables alimentadores.

Estos problemas se presentan en estaciones bases celulares, donde se encuentran en funcionamiento los sistemas de TDMA (Time division multiple access, acceso múltiple por división de tiempo), CDMA (Code division multiple access, acceso múltiple por división de códigos), CDMA IS-95, 1X, CDMA 450 MHz y GSM (Global system for communications mobile, sistema global para las comunicaciones móviles), en la cual algunos sistemas instalados no están en funcionamiento, lo que implica que las antenas instaladas en la plataforma de las torres, y los cables alimentadores que se encuentran instalados en el recorrido de las escalerillas de las torres, están ocupando espacios que se destinarán para la instalación del cableado de la fibra óptica y del cableado de energía que requieren los módulos de radiofrecuencia del nuevo sistema de telefonía celular de 3G.

Dependiendo del tipo de torre instalada, se tienen los siguientes casos:

2.2.1. Caso de instalación en torre Auto soportada.

2.2.2. Caso de instalación en torre ventada.

2.2.3. Caso de instalación en torre Monopolo.

2.2.4. - Caso de instalación en mástiles ubicados en salas celulares camufladas.

2.2.1. Caso de instalación en torre auto soportada.

Para este tipo de estructura los cables alimentadores (feeders), van asegurados por unas grapas en las escalerillas instaladas, desde la sala celular, donde están los equipos hasta las plataformas de las torres, en donde se encuentran las antenas; otro tipo de instalación de los cables alimentadores, cuando no hay escalerillas para dichos cables, es instalarlos fijándolos con grapas a lo largo de las estructuras de las torres.

El problema en este tipo de torres, es que conforme la tecnología avanzaba, se han ido instalando los nuevos sistemas, pero dejando en las salas celulares los equipos que dejaban de funcionar, así como sus cables alimentadores, produciendo una saturación de cables alimentadores y ahora que se requiere instalar los elementos necesarios para el funcionamiento de los equipos del sistema 3G, no hay espacio disponible para

instalar los cables que energizan a los RF MODULE y el cable de fibra óptica, los cuales provienen desde el SYSTEM MODULE instalado en la sala celular.

En la figura 2.1 se muestra una torre auto soportada usada para la instalación del sistema de 3G, en la cual hay instalados sistemas existentes:



Figura 2.1. Torre auto soportada.

2.2.2. Caso de instalación en torre ventada.

Este tipo de estructura tiene la forma de un prisma de base triangular y presenta los problemas de instalación de los cables alimentadores (feeders), los cuales van instalados por dentro de la torre o por fuera de esta, dicha estructura no cuenta con escalerillas a lo largo del recorrido de los cables alimentadores, que llegan a las plataformas de las torres, por lo que son asegurados con grapas a lo largo de su distribución en la torre.

Esta saturación de los cables alimentadores en la estructura es un inconveniente para la instalación de los elementos que se requieren para el funcionamiento del sistema de telefonía celular 3G.

En la figura 2.2 se muestra un modelo de torre ventada utilizada para la instalación de los equipos de 3G y sus elementos necesarios.



Figura 2.2. Torre ventada.

2.2.3. Caso de instalación en torre monopolo.

Este tipo de estructura es de forma tubular y en este caso el recorrido de los cables alimentadores, es por dentro de la estructura, en la cual se fijan los cables en la parte superior con grapas, en el interior de la estructura los cables van libres, hasta la salida de la torre, en donde se colocan nuevamente grapas, hasta la sala celular en donde se conectan a los equipos de cada sistema instalado; también los cables alimentadores pueden ir instalados por fuera de la estructura, cuando esta disponible la escalerilla, para colocar las grapas y estas sirvan para fijar a los cables alimentadores.

El problema es cuando todos los cables alimentadores van por dentro de la estructura y no hay espacio por donde instalar el cable que energizan a los RF MODULE y al cableado de la fibra óptica, para la cual se requiere tener un cuidado especial, debido a que se puede golpear y dicha fibra óptica se tendría que cambiar porque ya no sería útil para el sistema.

En la figura 2.3 se muestra un modelo de torre monopolo utilizada para la instalación de los equipos de 3G.

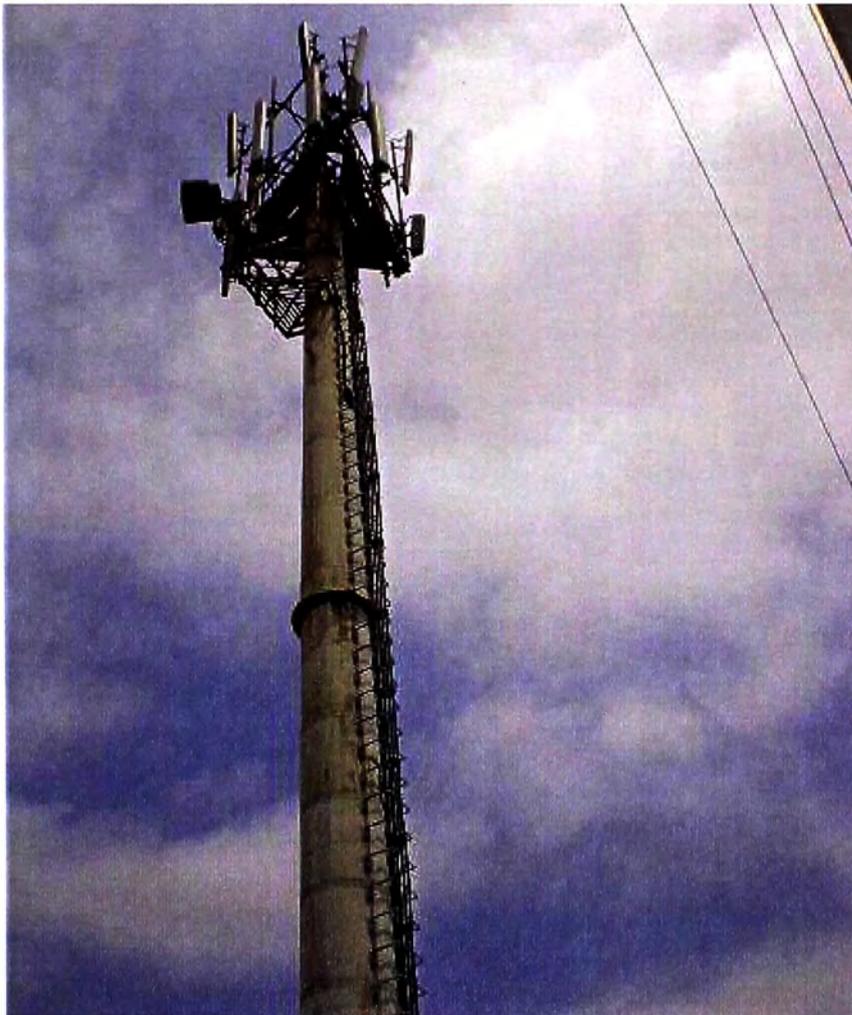


Figura 2.3. Torre monopolo.

2.2.4. Caso de instalación en sitios camuflados (salas celulares mimetizadas).

Este tipo de salas celulares empezó a utilizarse con la implementación del sistema GSM, en zonas de Lima, donde no había una buena cobertura de la señal celular y porque era un requerimiento del área de planificación de radio; en dichas zonas se presentaron problemas con la población o para no malograr el medio ambiente, se fabricaron salas celulares con material de dry wall, para pasar desapercibidas a la población.

En este tipo de salas celulares, el problema son los espacios reducidos para instalar los equipos pertenecientes al nuevo sistema de telefonía celular; debido a que están instalados juntos y/o en salas contiguas, tanto los equipos como el sistema radiante, pertenecientes al sistema instalado de 2G y que están conformados por las antenas y los cables alimentadores.

En la figura 2.4 se muestra un modelo de salas celulares camufladas o más conocidas como salas celulares mimetizadas.



Figura 2.4. Sala celular camuflada.

En la figura 2.5 se muestra una torre auto soportada de una estación base, en donde se aprecia la saturación de los cables alimentadores, que se encuentran instalados por la parte externa de la estructura.



Figura 2.5. Saturación de cables alimentadores.

2.3. La distribución de las antenas instaladas en las plataformas de las torres.

Como la implementación de la nueva tecnología celular de la tercera generación, se va a realizar en estaciones bases, en las cuales se encuentran implementadas otras tecnologías precedentes al sistema 3G; los problemas más comunes son:

Antenas que se encuentran instaladas en las plataformas, pero que no están en servicio, pertenecientes a la tecnología TDMA, CDMA IS-95.

Sistemas que usan dos antenas para su funcionamiento, una antena para transmisión (TX) y otra antena para recepción (RX).

Antenas instaladas con cruces de acimuts.

Se tienen estos problemas debido a que no se ha seguido un criterio de instalación para los sistemas anteriores y tampoco se había planificado la instalación de nuevos

sistemas, es por ello que en el reporte técnico, se presentaron varias alternativas, y es el operador quien decidía cual era la más viable, o cual de ellas estaba dentro de su presupuesto.

En la figura 2.6 se muestra como era la distribución de las antenas en la plataforma de una torre ventada, antes de instalarse el sistema 3G.

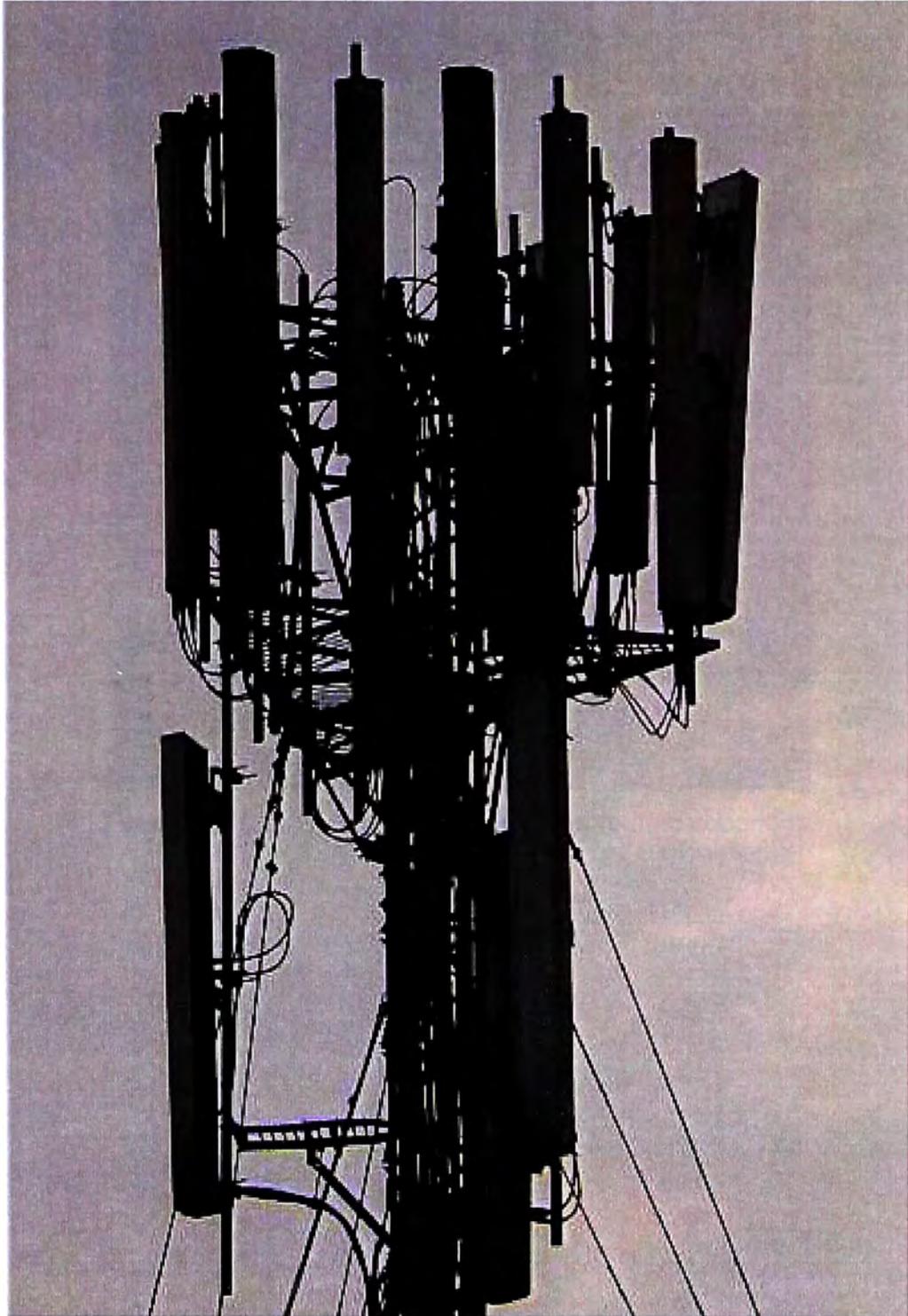


Figura 2.6. Distribución de antenas en torre ventada.

En la figura 2.7 se muestra la distribución de las antenas en la plataforma de una torre auto soportada, incorporando el sistema de CDMA 450 MHz para la telefonía fija, el cual se ha instalado en los conos de la capital.



Figura 2.7. Distribución de antenas en torre auto soportada.

CAPITULO III SOLUCION DEL PROBLEMA PLANTEADO.

En el siguiente desarrollo del trabajo se procede a dar solución de los problemas planteados en la sección anterior.

3.1. La distribución de las antenas instaladas en las plataformas de las torres.

Cuando se presenta este tipo de problemas en la plataforma de la torre de una estación base, en donde se encuentran instaladas antenas de los diferentes sistemas de telefonía celular como TDMA, CDMA 1X, CDMA IS-95, CDMA 450 MHz y GSM, se debe tener en cuenta la separación vertical y la separación horizontal que debe existir entre las antenas existentes con respecto a la nueva antena a instalar, para el sistema de telefonía celular de 3G, las cuales deben cumplir con una distancia mínima de separación, para mantener el aislamiento entre los sistemas y evitar la degradación de la calidad de servicio de dichos sistemas.

Las soluciones para estos problemas dependen de los sistemas instalados en las salas celulares, y a la distribución de sus antenas ubicadas en las plataformas de las torres, tenemos 2 casos:

- Plataformas con antenas de los sistemas TDMA, CDMA 1X, CDMA IS-95 y GSM.
- Plataformas con antenas de los sistemas 1X, GSM y CDMA 450 MHz.

3.1.1. Plataformas con antenas de los sistemas TDMA, CDMA 1X, CDMA IS-95 y GSM.

Esta distribución de antenas en las plataformas de las torres, en donde se encontraban instalados los sistemas TDMA, CDMA 1X, CDMA IS-95 y GSM, es la que se encontró en la mayoría de las estaciones bases celulares, en la cual se planificó instalar el sistema de telefonía de 3G, y en donde se encontró que algunos sistemas ya no se encontraban en servicio comercial, por lo cual se optó por la solución adecuada, para evitar la degradación de la calidad de servicio, que brindan los sistemas en funcionamiento y del sistema 3G a implementarse.

En la figura 3.1 se muestra la plataforma de una torre ventada, en donde se implementó el sistema de 3G y se encontraban instaladas las antenas de los sistemas TDMA, CDMA 1X, CDMA IS-95 y GSM.

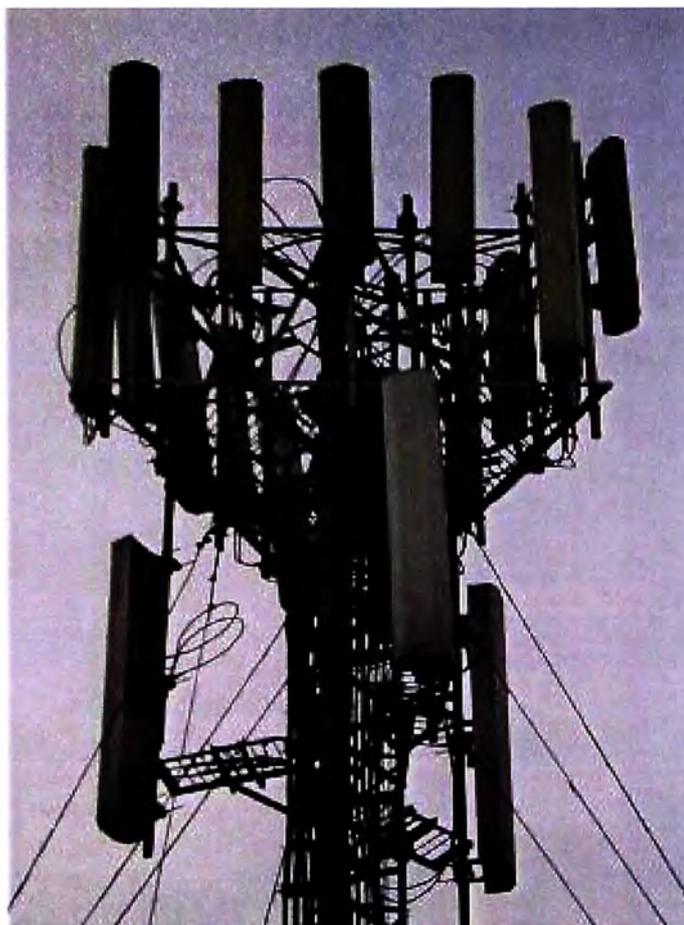


Figura 3.1.

La solución planteada al operador para la distribución de las antenas de los 3 sectores que se encontraban instaladas en dicha plataforma, se muestra en la figura 3.2 y consiste en lo siguiente:

- La antena GSM mantuvo su posición, y está identificada con el número 1.
- La antena identificada con el número 2 corresponde al sistema CDMA IS-95, el cual no se encontraba en servicio, por lo que se solicitó su desmontaje, así como de su soporte, que generan una carga a la estructura.
- Las antenas etiquetadas con los números 3 y 5 correspondían al sistema TDMA, la antena 3 era para la transmisión y la antena 5 era para la recepción, dicho sistema también se encontró apagado, por lo que se solicitó el desmontaje de la antena identificada con el número 3, pero no de su soporte, debido a que este fue usado para el replanteo de la antena del sistema 1X ubicada en dicho sector de la plataforma, al igual que se solicitó el desmontaje de la antena identificada con el

número 5, para proceder a instalar 2 brazos expansores de 20 cm cada uno e instalar un soporte (mástil) de 3 mt de altura y de 2.5" de diámetro para instalar la antena del sistema 3G.

La instalación de los 2 brazos expansores que se solicitó para instalar la antena de 3G fué para obtener el acimut solicitado por el área de planificación de radio.

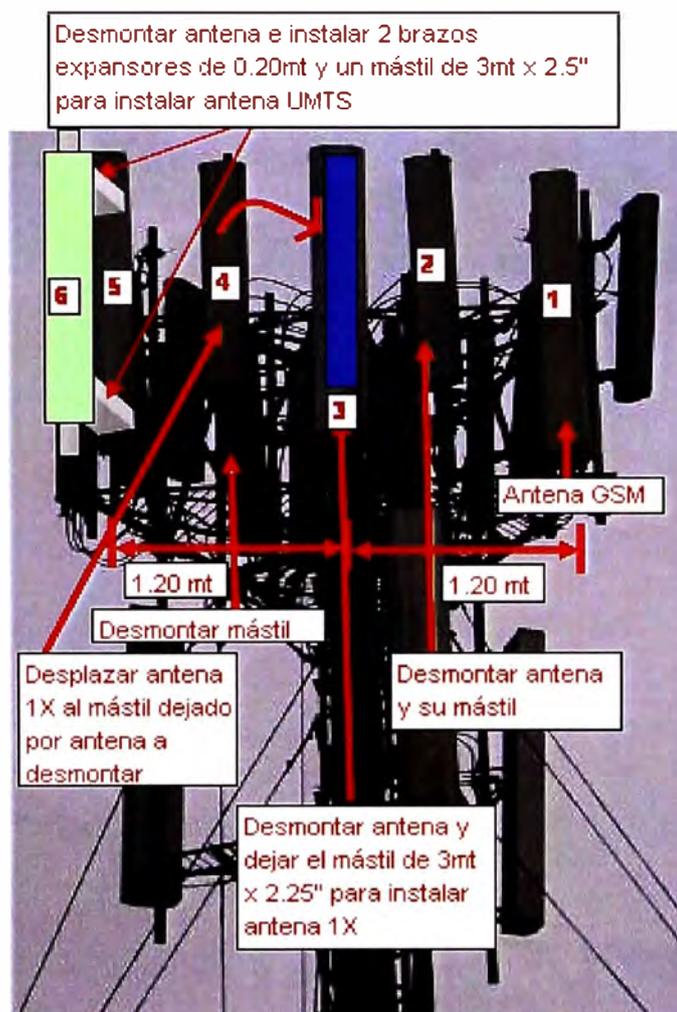


Figura 3.2.

- La antena identificada con el número 4 corresponde al sistema 1X, dicha antena fué reubicada en la posición dejada por la antena identificada con el número 3 y así se cumplió con la distancia de separación horizontal que debe existir entre antenas de diferentes sistemas, pertenecientes a la misma banda en la cual funcionan. El soporte dejado por la antena 4 también fué desmontado.
- Los módulos de RF para el sistema de 3G conocidos como RF MODULE fueron instalados lo más cercano a las antenas, generalmente en el mismo soporte donde se instaló dicha antena.

Para ello se cuenta con 2 tipos de RF module como son:

RF MODULE SINGLE: Este módulo cuenta con 2 conectores usados para conectar un sector, mediante el uso del cable coaxial de 1/2" hacia la antena que se usa para el sistema 3G.

En la figura 3.3 se muestra el RF module single instalado en un soporte colocado en la estructura de la plataforma de la torre.

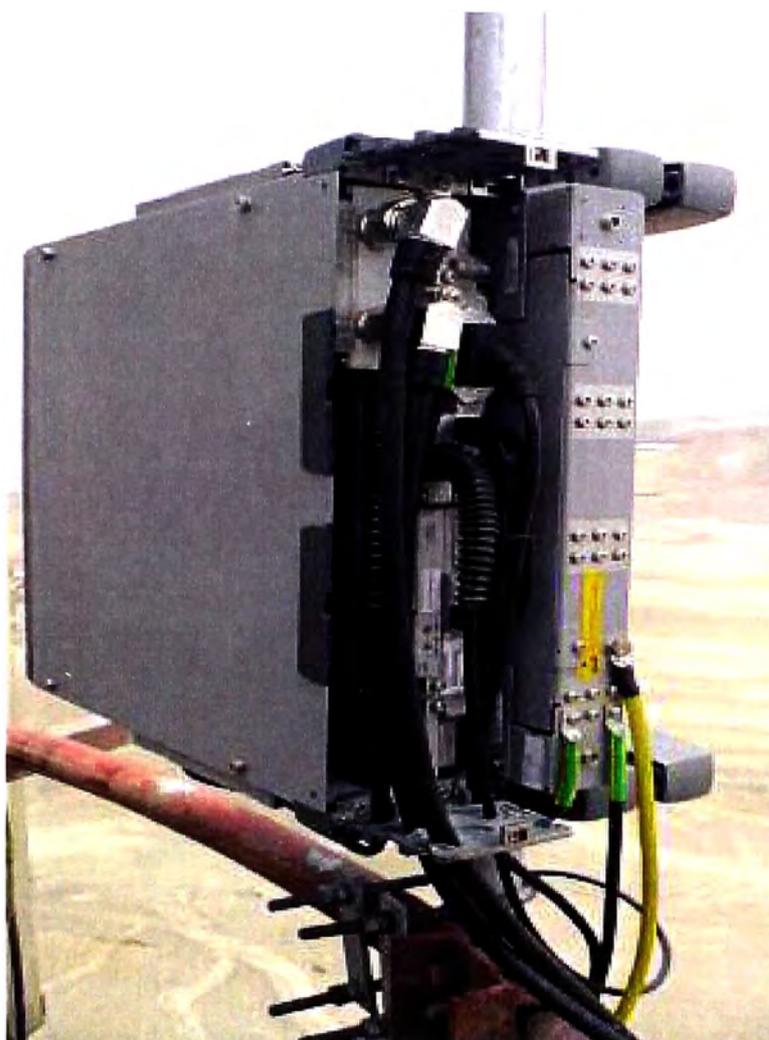


Figura 3.3. RF Module single.

RF MODULE DUAL: Este módulo es usado para conectar 2 sectores, mediante el uso de cables coaxiales de 1/2". Este módulo cuenta con 4 conectores, 2 de los cuales se usan para un sector y los otros 2 conectores se usan para el siguiente sector.

Para realizar la comunicación entre el SYSTEM MODULE que se encuentra en sala de equipos y los RF MODULES que se encuentran cerca a las antenas, se utiliza FIBRA OPTICA y para energizar dichos equipos se utiliza cable de energía, que va desde la sala celular hasta la ubicación de los RF MODULES.

En la figura 3.4 se muestra el RF module dual que se usa para la implementación del sistema de telefonía celular de 3G.



Figura 3.4. RF Module dual.

A continuación se presenta la figura 3.5, en donde se muestra la disposición final de las antenas de los sistemas en funcionamiento, luego de realizar todos los cambios mencionados anteriormente y la ubicación de las antenas del sistema de 3G.

Así mismo se muestra que en el 1er sector se ha instalado el RF MODULE SINGLE, del cual salen 2 latiguillos de cable coaxial de 1/2" que van conectados hacia su antena respectiva y en el 3er sector se ha instalado el RF MODULE DUAL, del cual salen 2 latiguillos de cable coaxial de 1/2" conectados hacia la antena instalada en el 2do sector y 2 latiguillos de cable coaxial de 1/2" conectados hacia la antena instalada en el 3er sector, y los RF MODULE se instalaron en los mástiles donde se encuentran las antenas del sistema 1X, para realizar el mantenimiento adecuado.

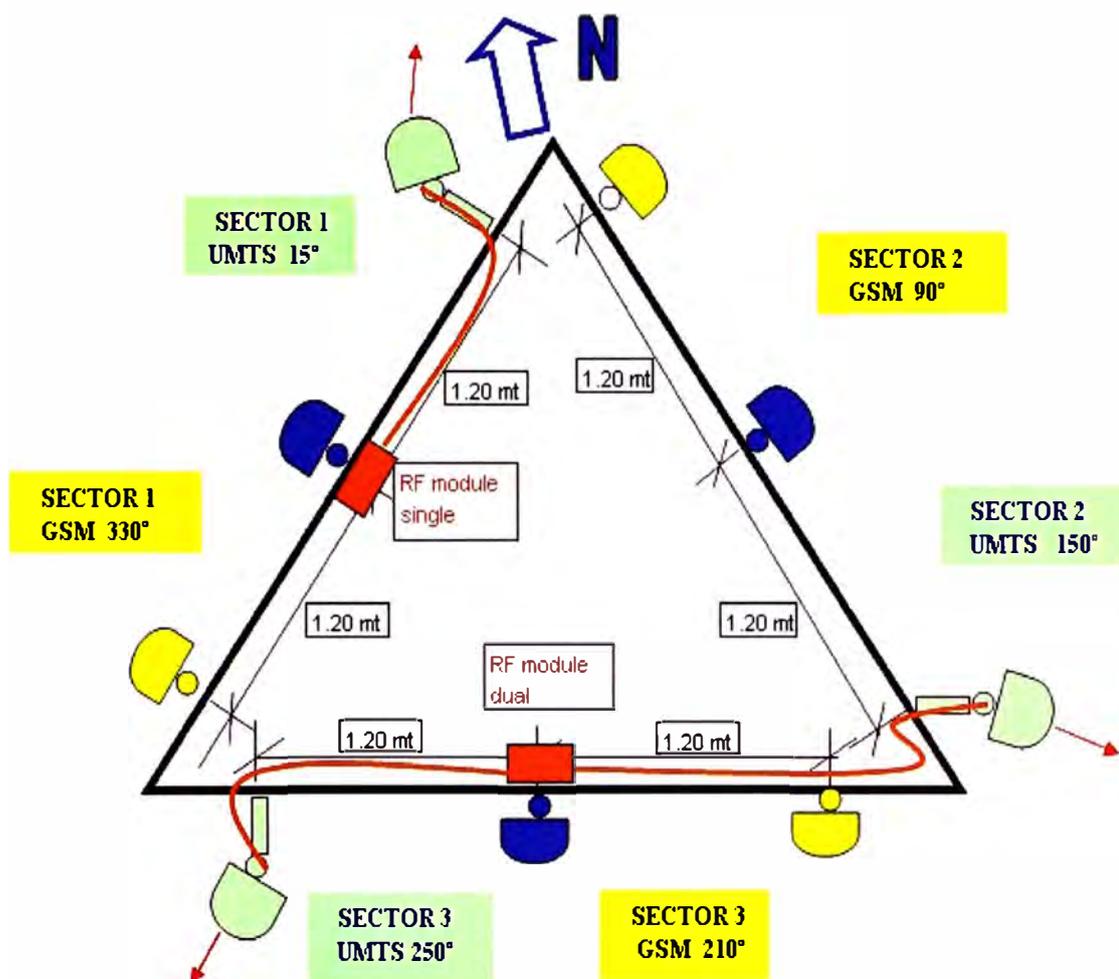


Figura 3.5. Disposición final de las antenas en plataforma.

3.1.2. Plataformas con antenas de los sistemas de CDMA 450 MHz, 1X y GSM.

Esta distribución de antenas instaladas en las plataformas de las torres, en la que se encuentran los sistemas 1X, GSM y CDMA 450 MHz, la cual corresponde a la telefonía fija inalámbrica, es la que se encuentra en estaciones bases instaladas en los distritos populares de la capital, que cuentan con una densa población y en las cuales se instaló el sistema de 3G.

El concepto principal que se consideró para realizar el reporte técnico, respecto a la distribución de antenas es la distancia de separación tanto en la vertical como en la horizontal que deben existir entre las antenas, para evitar la degradación de la calidad de servicio, que brindan los sistemas en funcionamiento y del sistema 3G a implementarse.

La instalación de las antenas del sistema 3G tienen una altura definida por el área de planificación de radio (Radio Planning), la cual generalmente coincide con la ubicación de las antenas del sistema GSM, pero dichas alturas pueden variar dependiendo del lugar y de la distribución de antenas en las plataformas de las torres.

En la figura 3.6 se muestra una plataforma de una torre auto soportada, en la cual están presentes antenas de los sistemas 1X, CDMA 450MHz y GSM, antes de implementarse el sistema de 3G.

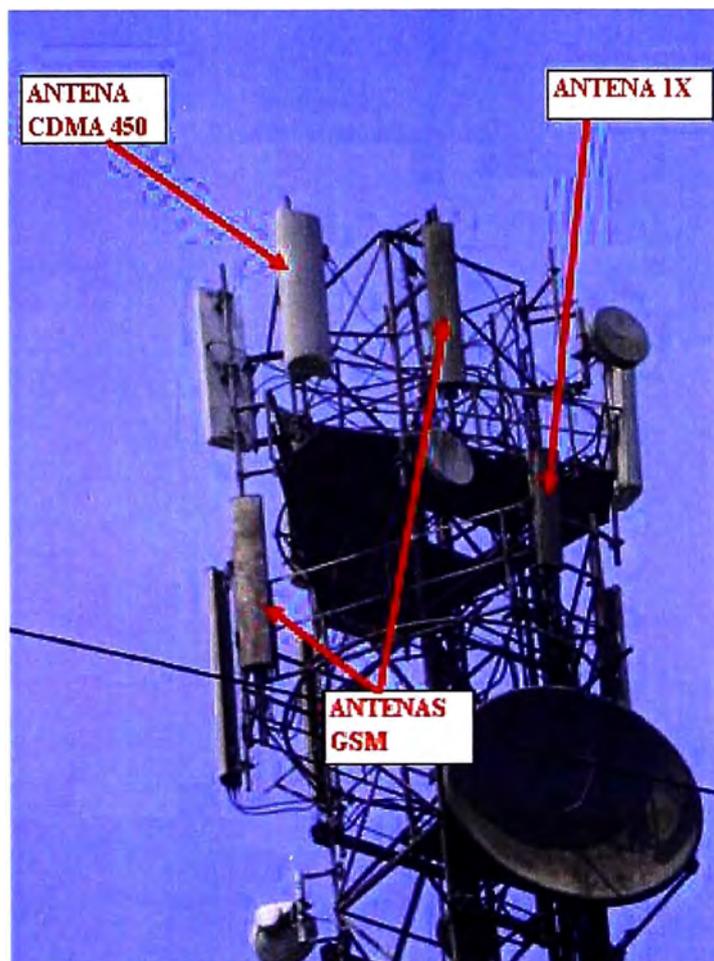


Figura 3.6. Plataforma con antenas .

Para la estación base celular se presentó la siguiente solución en lo referente a la distribución de antenas en la plataforma de la torre:

La figura 3.6 corresponde a las antenas instaladas en el 2do sector de la plataforma y se presentó el inconveniente de los cruces de acimuts de las antenas, debido a que el área de planificación de radio solicitó que la antena del sistema de 3G se instale con un acimut de 90° , pero encontramos que la antena GSM se encuentra a 75° y la antena del sistema CDMA 450 MHz se encuentra a 50° y en el espacio disponible que había en dicha plataforma se podía instalar la antena del sistema 3G, pero si se realizaba esta instalación se iba a producir un cruce de acimuts con las antenas de los otros sistemas instalados, produciendo interferencias entre dichos sistemas, originando la degradación de la calidad de servicio, por lo que se recomendó al área de planificación de radio cambiar la antena del sistema CDMA 450 MHz al espacio libre que existía en ese mismo sector de la plataforma y luego instalar la antena del sistema 3G en la posición dejada por dicha

antena, y así resolver este problema de cruces de acimuts, pero esta solución no fue aprobada por el área de planificación de radio, debido a que el sistema CDMA 450 MHz era considerado por el operador como un sistema inamovible, por lo que se tuvo que encontrar otra solución al respecto, llegando a la conclusión de instalar un soporte de antena de 6 mt de altura y de 2.5" de diámetro para instalar la antena del sistema de 3G, lo cual si fue aceptada tanto por el operador como del área de planificación de radio. En la figura 3.7 se muestra la solución aceptada:

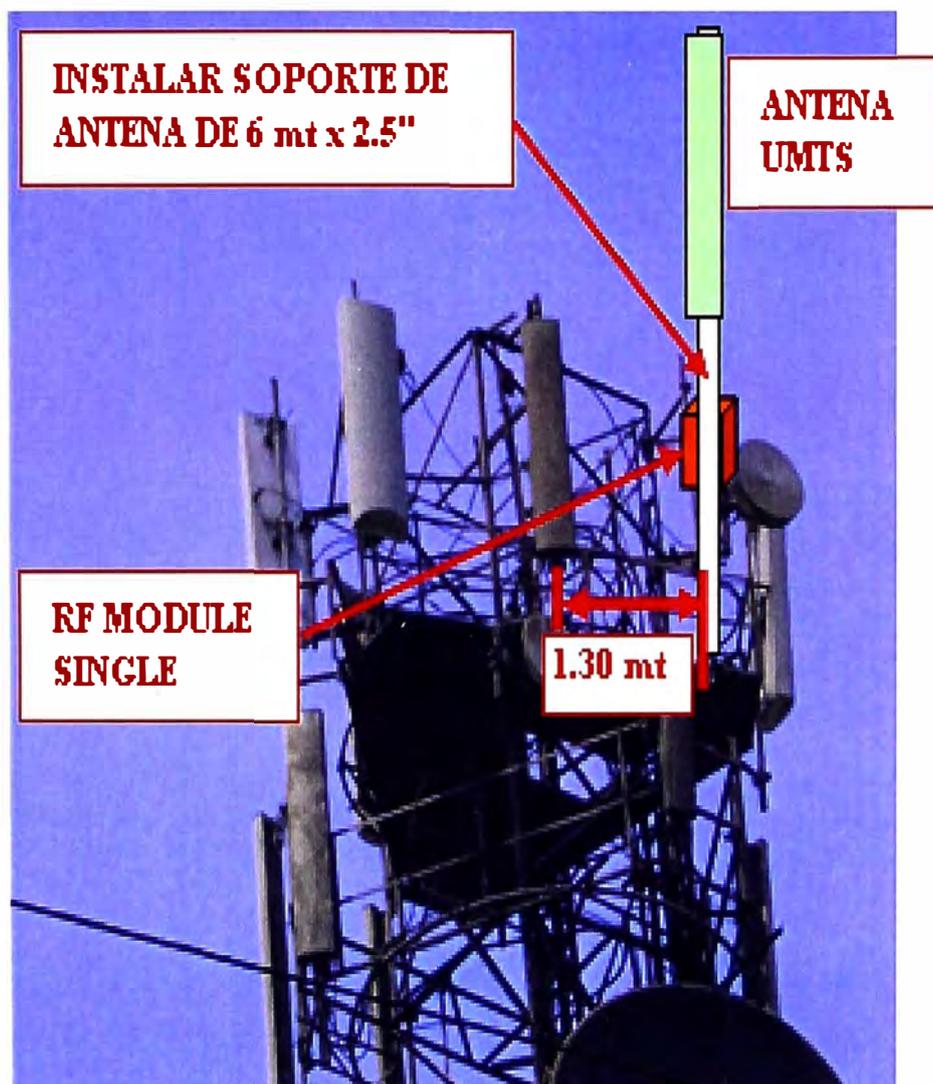


Figura 3.7. Solución del problema.

Luego de ser aceptada la solución, tanto por el área de planificación de radio, como por el operador, se muestra el diagrama de la distribución de antenas ubicadas en la plataforma superior de la torre auto soportada, perteneciente al 2do sector (figura 3.8), y en donde se instaló el módulo de radio frecuencia (RF MODULE SINGLE) en el soporte de antena del sistema de 3G, con las dimensiones de 6 mt x 2.5"

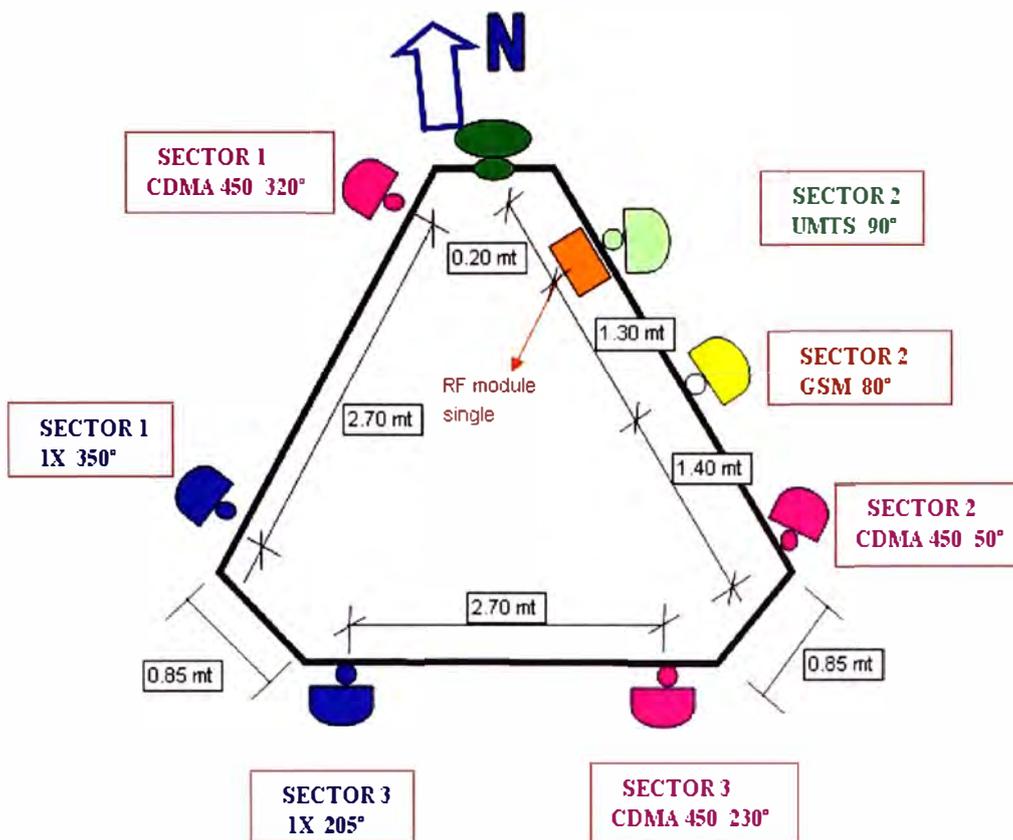


Figura 3.8. Solución del 2do sector.

Para el 1er sector y el 3er sector se muestra en la figura 3.9 la solución del sistema radiante en la plataforma intermedia:

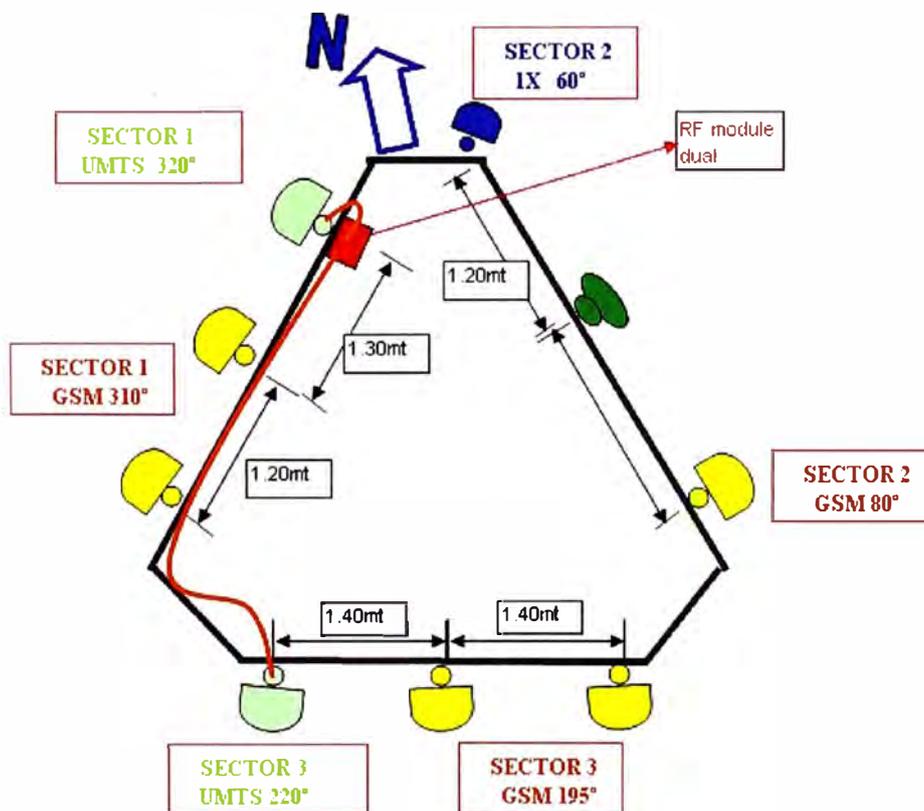


Figura 3.9. Solución para el 1er sector y el 3er sector.

3.2. Saturación de cables alimentadores.

La saturación de los cables alimentadores se presentan en estaciones bases celulares en las cuales se encuentran instalados los diferentes sistemas de telefonía celular ,los cuales han ido evolucionando con el transcurso de los años,instalándose cables coaxiales (alimentadores) en las escalerillas instaladas a lo largo de toda la estructura de las torres,o adosadas a las mismas estructuras;así mismo algunos sistemas como el 1X y el GSM han requeridos ampliaciones de sus sistemas,debido al aumento del tráfico de las llamadas,para brindar una mejor calidad de servicio.

Pero sistemas instalados como el TDMA,que se encontraban fuera de servicio,no habían sido retirados de las estaciones bases,es decir,tanto los equipos como el sistema radiante, conformado por antenas y cables alimentadores continuaban ocupando espacio que se requería para instalar nuevos equipos,conforme avanzaba la tecnología.

En la figura 3.10 se muestra la saturación de los cables alimentadores,instalados en una torre auto soportada,por la parte externa de la estructura.



Figura 3.10. Saturación de cables alimentadores.

En las figuras 3.11 y 3.12 se muestra la saturación de cables alimentadores en una torre ventada, notándose que de las 3 caras que tiene la estructura, 2 de ellas se encontraban ocupadas, así como el interior de la estructura, quedando libre una cara y es por donde se sube a dicha estructura, por lo que no tenemos espacio disponible para instalar la fibra óptica y el cable de energía que usan los RF Module para su funcionamiento.



Figura 3.11. Saturación de cables alimentadores.



Figura 3.12. Saturación de cables alimentadores.

Las soluciones recomendadas cuando hay saturación de cables alimentadores, para instalar los cables de energía y los cables de fibra óptica son:

- Desmontar los cables alimentadores de los sistemas que no se encuentran en funcionamiento.
- Reacomodar los cables alimentadores, es decir reagruparlos con las grapas adecuadas.
- Cuando no se pueda desmontar los cables alimentadores, se solicita la instalación de soportes en forma de "L" a lo largo de las escalerillas instaladas.

En la figura 3.13 se muestra una de las alternativas de solución a la saturación de cables alimentadores, cuando no es posible desmontarlos:

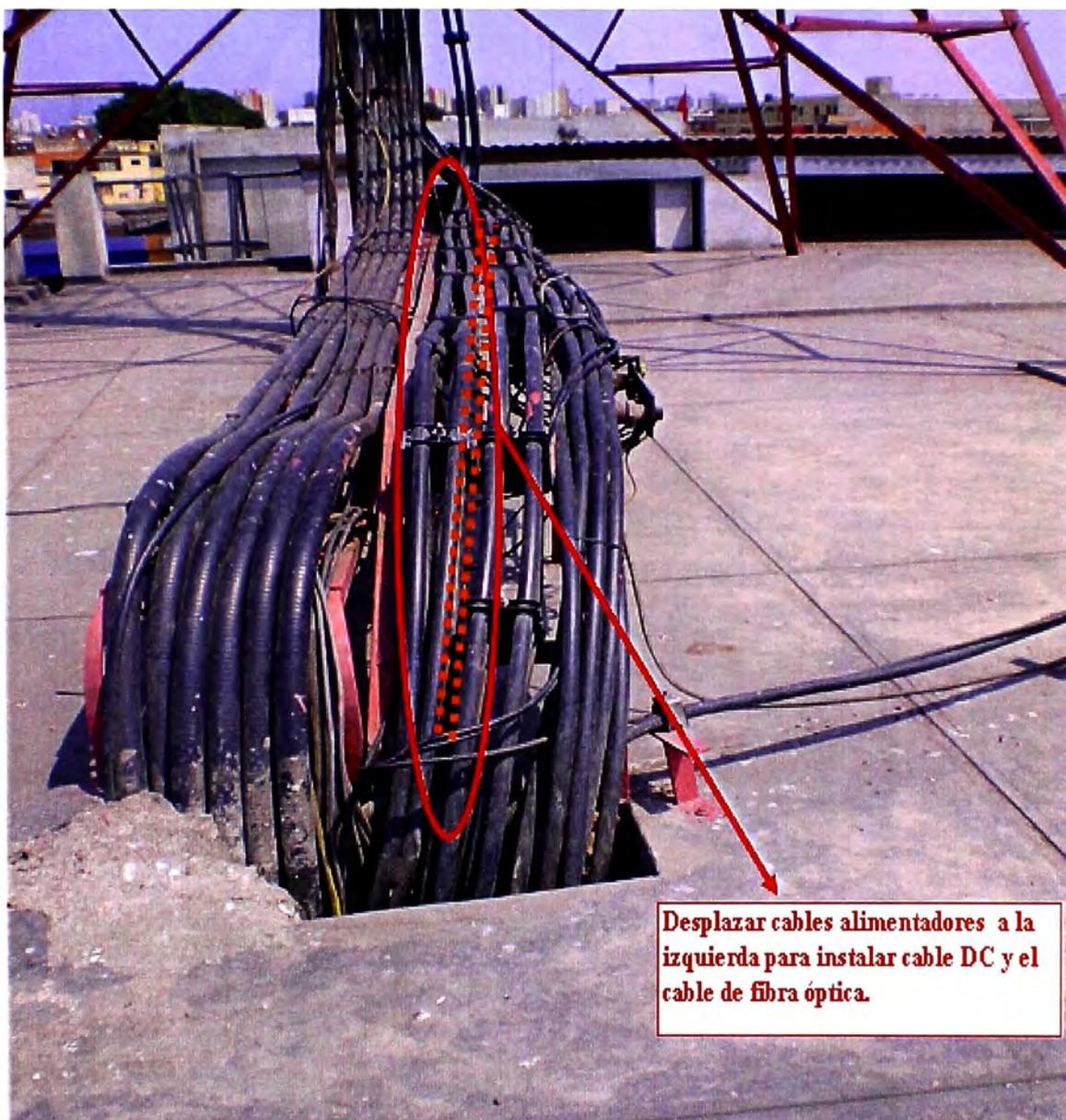


Figura 3.13. Solución para realizar cableado correspondiente al sistema 3G.

En la figura 3.14 y 3.15 se muestra el recorrido de los cables alimentadores, luego de realizar el reacomodo de dichos cables.



Figura 3.14. Recorrido de cables alimentadores.



Figura 3.15. Recorrido de cables alimentadores.

En la figura 3.16 se muestra el recorrido del cableado de energía y de la fibra óptica, en el espacio libre, luego de reacomodar los cables alimentadores.



Figura 3.16. Recorrido de cables de energía y F.O

3.3. Falta de espacio para instalación de los equipos de 3G en salas celulares.

El problema de espacio para la instalación de equipos de 3G en las salas celulares se presentan en los siguientes casos:

- 3.3.1. Salas celulares con techo (indoor).
- 3.3.2. Salas celulares sin techo (outdoor).

3.3.1. Salas celulares con techo.

El problema en este tipo de sala celular se debe a la falta de espacio disponible, en donde se encuentran instalados los equipos de las diferentes tecnologías que existen, muchos de los cuales ya no están en funcionamiento y están ocupando espacio que se usaron para la instalación de los equipos de 3G, los cuales se pueden instalar de 3 formas: en pared, en piso o en mástiles.

a. Instalación de equipos en piso.

En este caso no hay espacio disponible en la sala celular, debido a que se encontraban instalados equipos pertenecientes a sistemas que se encontraban fuera de servicio, que en este caso eran los equipos Lucent Technologies que corresponden al sistema TDMA. Por lo que se solicitó desmontar dichos equipos para disponer de espacio e instalar los equipos de 3G, como son el SYSTEM MODULE, su extensión y si es necesario instalar el módulo de energía, que puede ser un convertidor de AC/DC, cuando se utiliza la toma de un tablero de energía de 220V; un convertidor de DC/DC cuando se utiliza una entrada DC a -24V; o ya no es necesario cuando se utiliza una entrada DC a -48V; la figura 3.17 muestra los equipos que fueron desmontados (desinstalados).

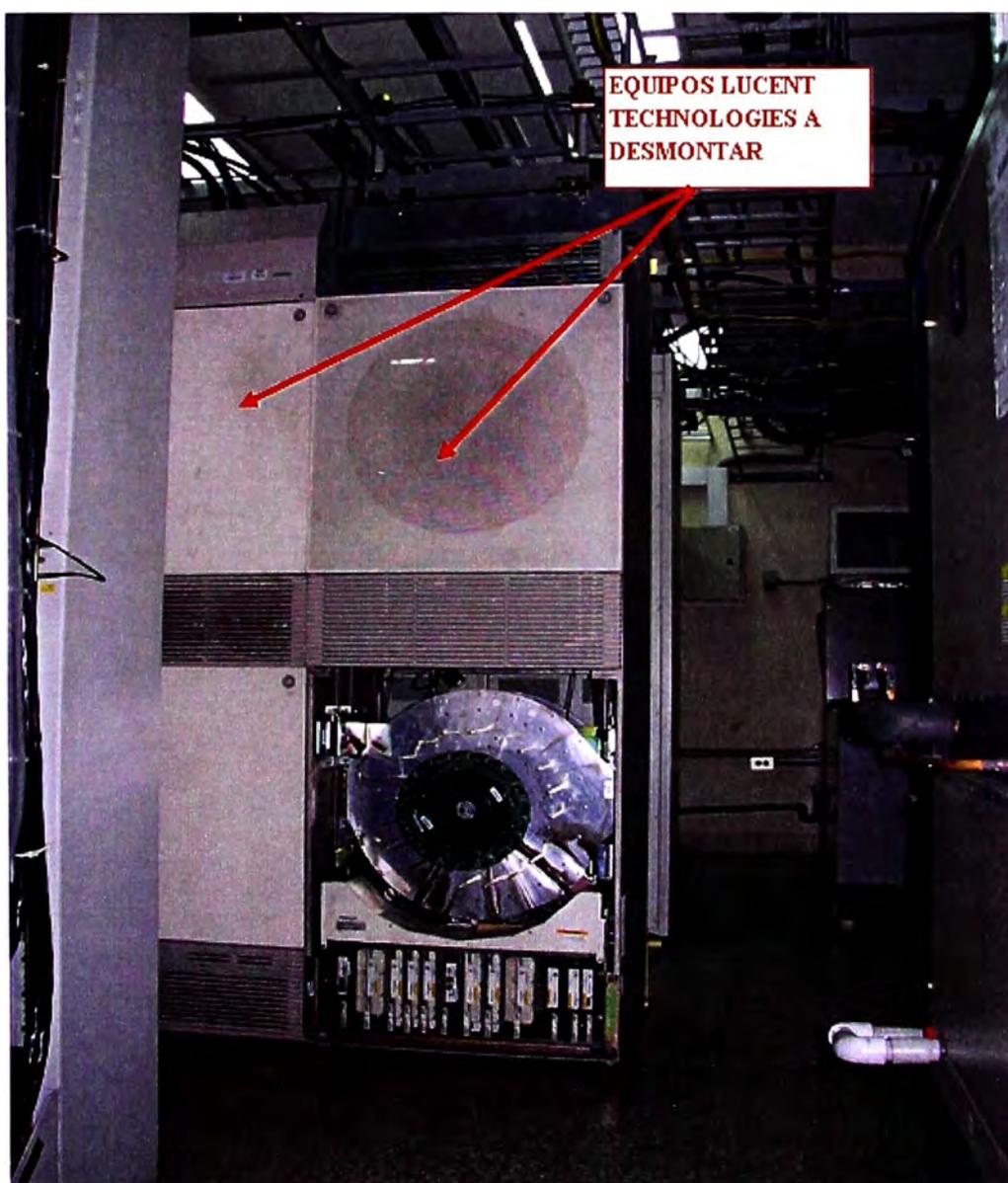


Figura 3.17. Sala celular .

Luego de desmontar los equipos se muestra la ubicación de los módulos de 3G en la posición de los equipos desinstalados y además se solicitó la instalación de una escalerilla vertical colocada a 0.20 mt de los equipos, para que por esta se realice el cableado de energía, el cableado del medio de transmisión (conocido como E1), el aterramiento de los equipos, el cableado de la fibra óptica, la cual va dirigida a los RF module que se encuentran en la plataforma de las torres.

La solución se presenta en la figura 3.18.

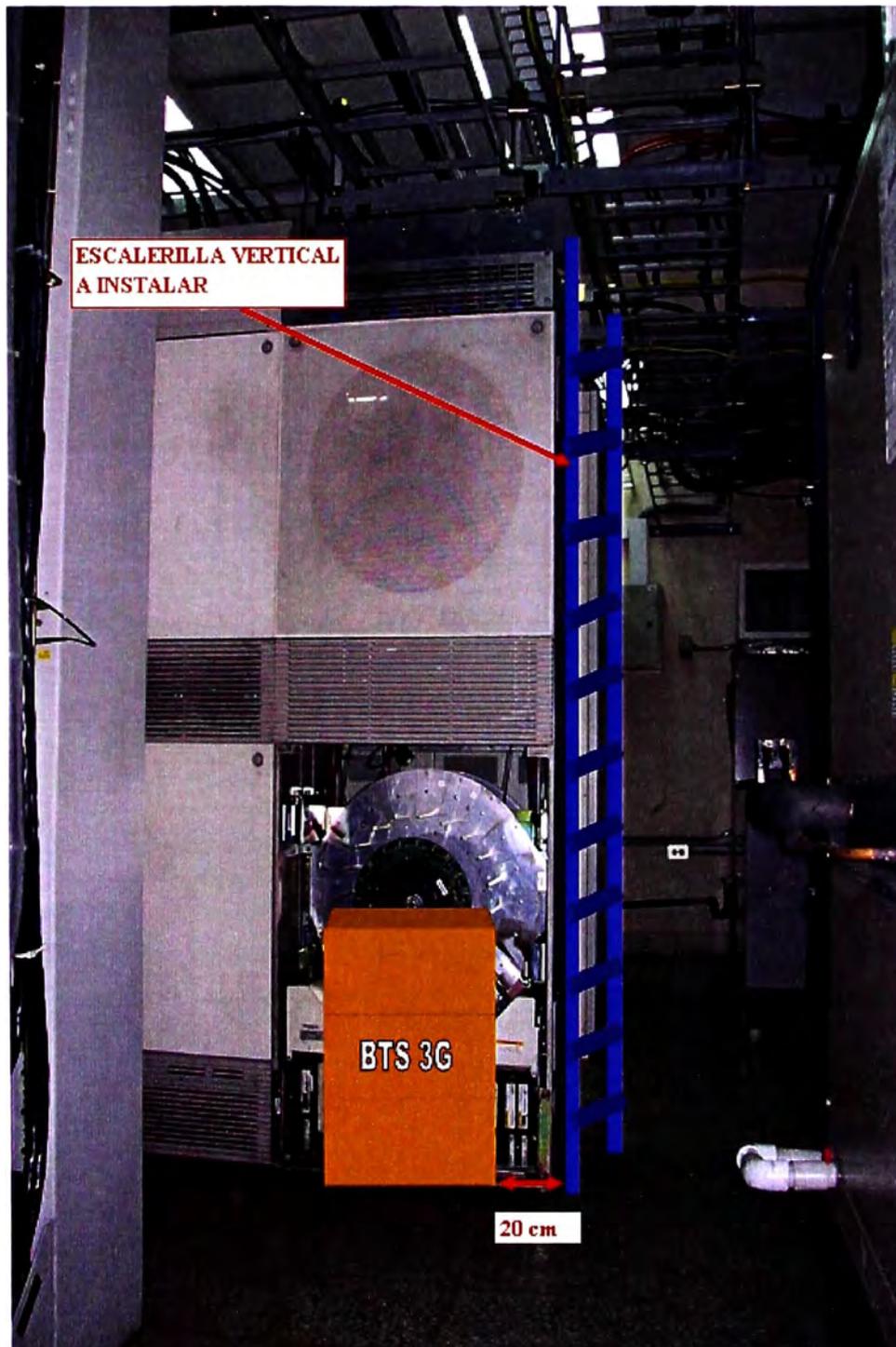


Figura 3.18. Solución a la falta de espacio en sala celular.

b. Instalación de equipos en pared.

Cuando en una sala celular no hay espacio disponible en el piso y tampoco se tenga equipos que desmontar, la opción para instalar los módulos de 3G, es en la pared, pero para ello se requiere tener distancias mínimas para realizar un mantenimiento adecuado. En la figura 3.20 se muestra la forma de instalación de los módulos en la pared, en la cual se solicitó la instalación de una escalerilla vertical y una escalerilla horizontal, para realizar el cableado de energía, el cableado de la fibra óptica, el cableado de aterramiento de los módulos y el cableado del medio de transmisión (E1).

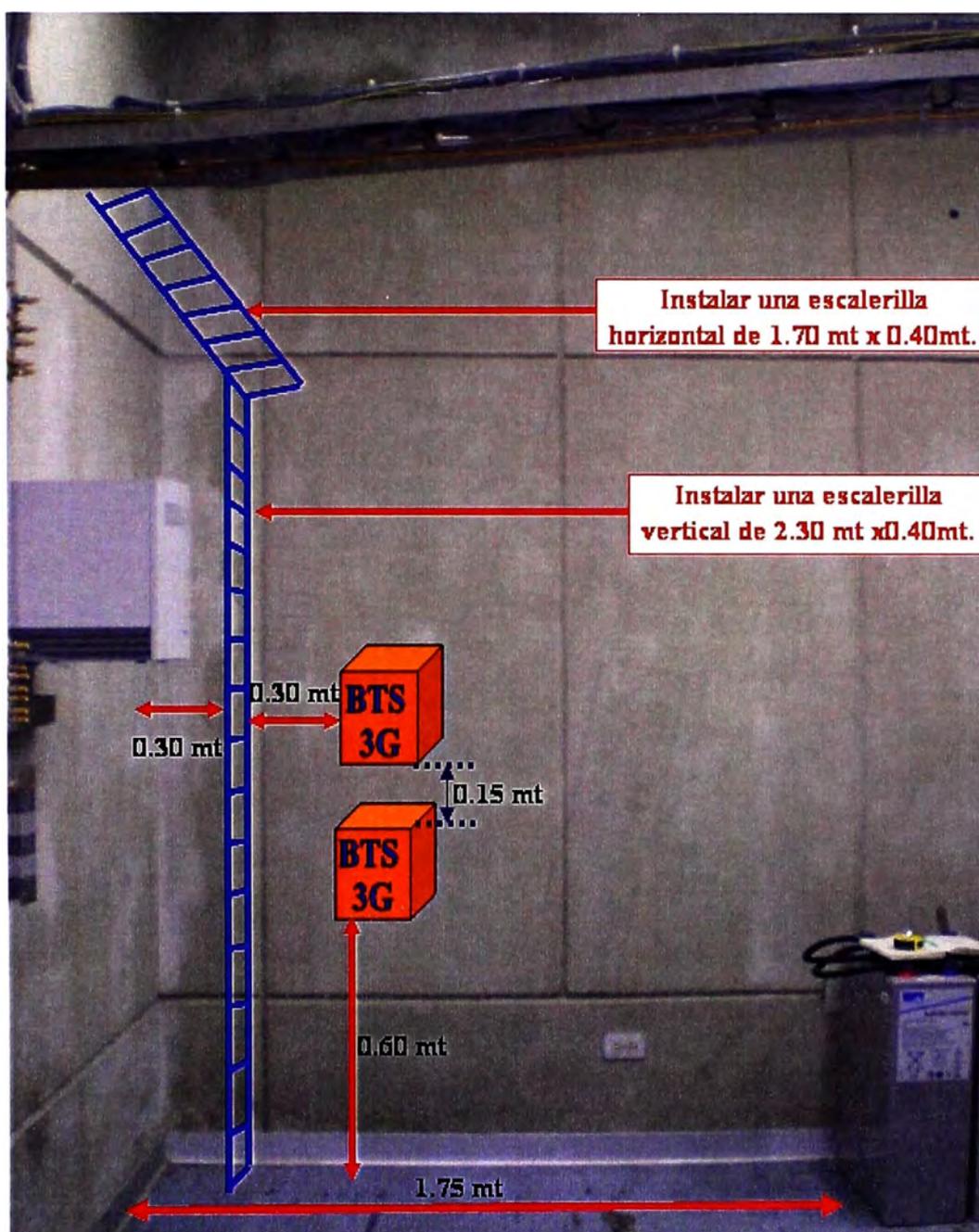


Figura 3.20. Instalación de módulos en la pared.

En la figura 3.21 se muestra el plano de distribución de los equipos en la sala celular, considerando a los módulos de 3G y su cableado respectivo en dicha sala:

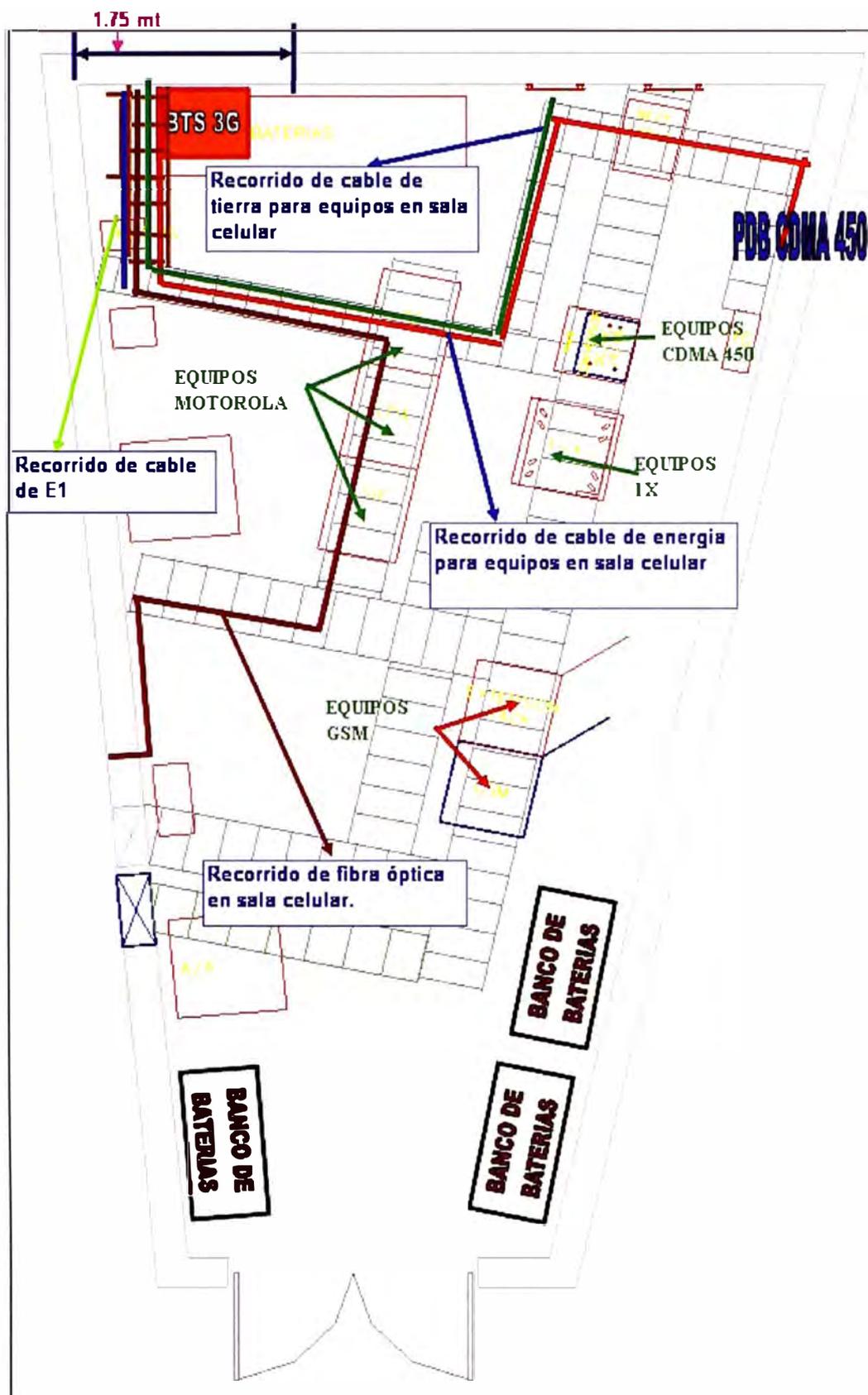


Figura 3.21. Plano de distribución de equipos en sala celular.

A continuación en la figura 3.22, se muestra el equipo de 3G instalado en la pared de una sala celular:

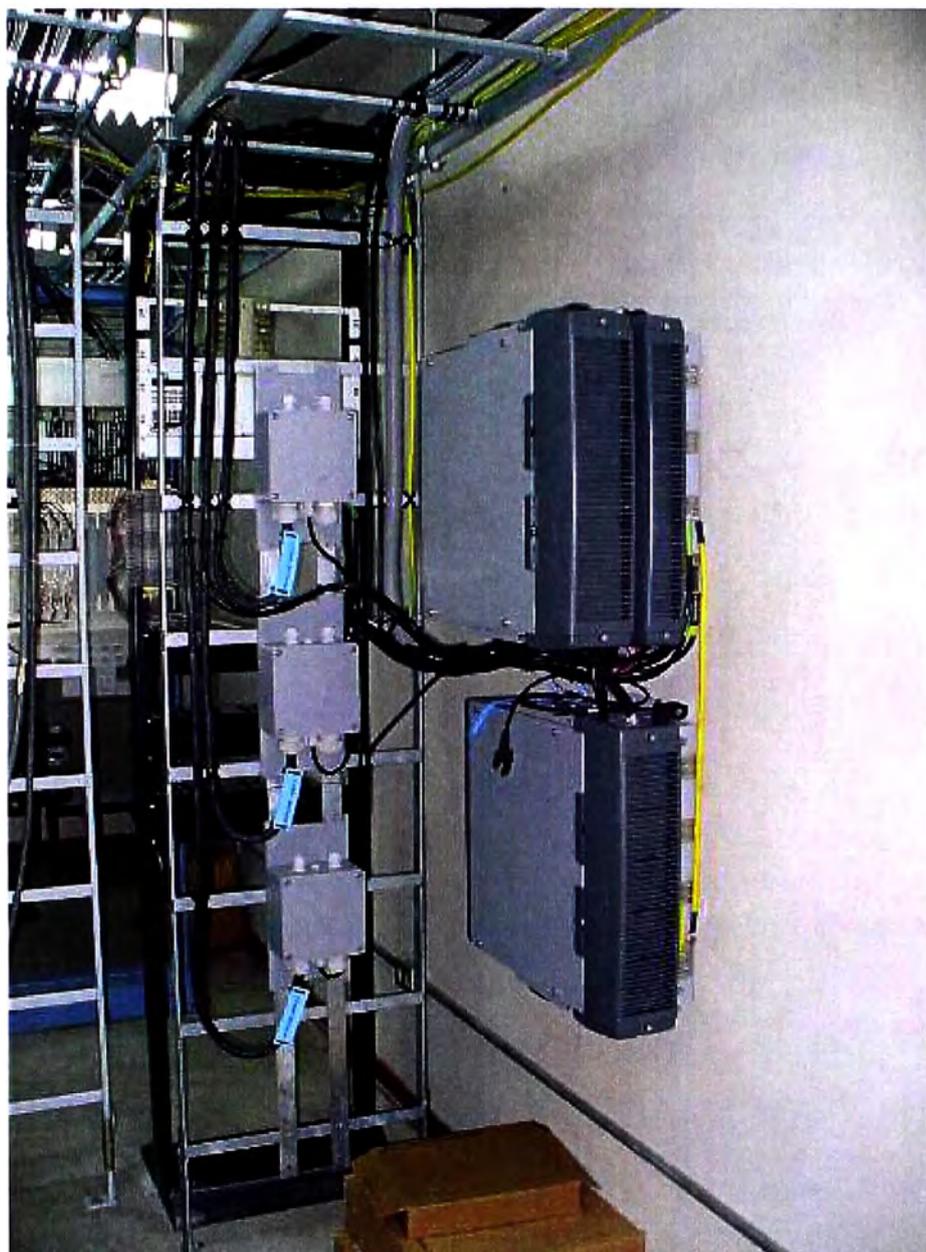


Figura 3.22. Módulos del sistema 3G instalados en pared.

c. Instalación de equipos en mástil.

Este tipo de instalación se realiza generalmente en salas celulares con camuflaje, debido al poco espacio disponible para instalar los equipos de 3G. En dichas salas celulares se encuentran instalados equipos pertenecientes al sistema de 2G (GSM).

La instalación de los módulos del sistema de 3G en un mástil representa su flexibilidad, para adaptarse a diferentes situaciones que se presentan en las estaciones bases.

En la figura 3.23 se presenta la solución para la instalación de equipos en mástil:

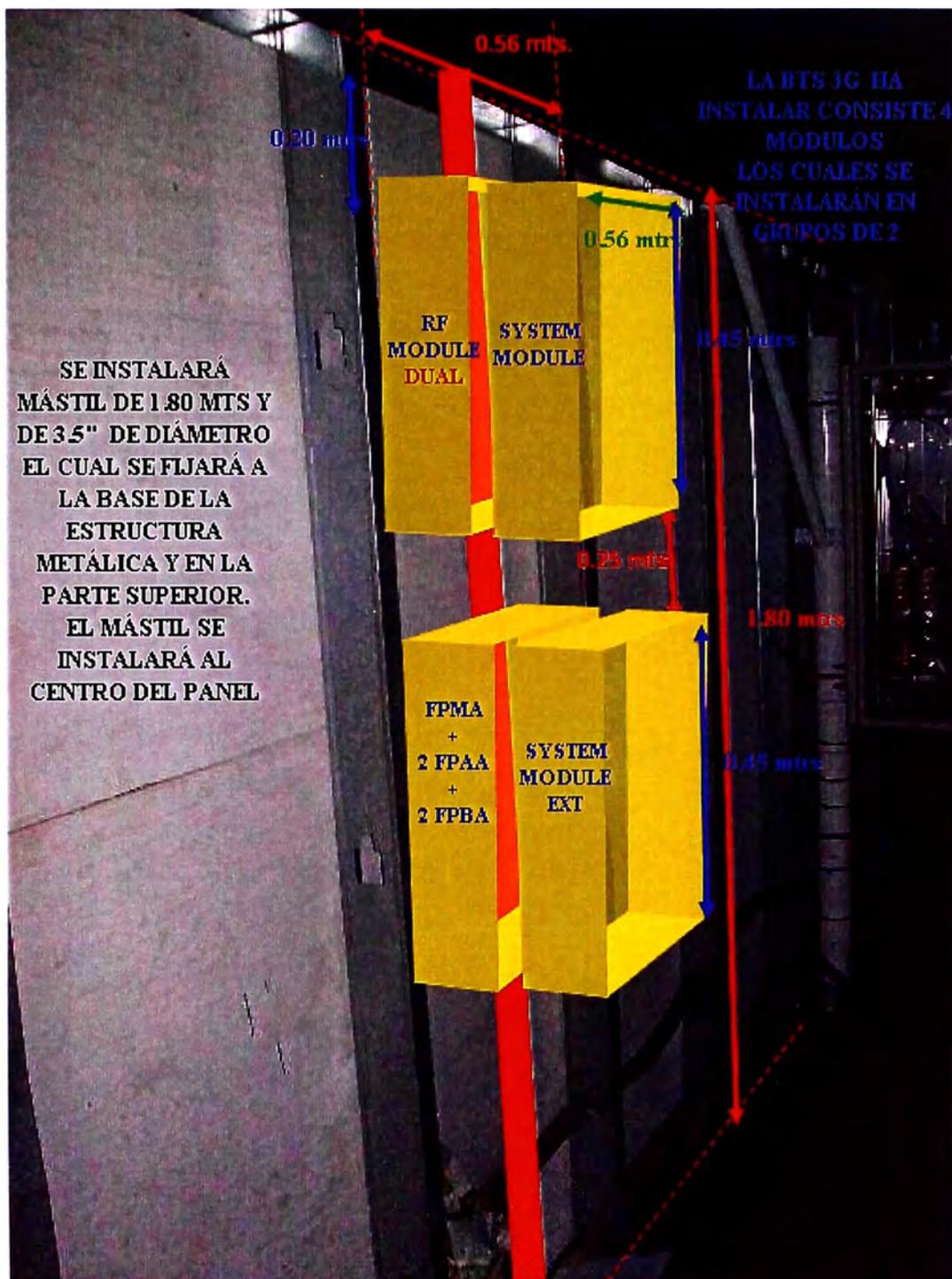


Figura 3.23. Solución para instalar equipos en mástil.

Para dicha instalación se solicitó fijar el mástil de 1.80 mt de alto y de 3.5" de diámetro, en la parte inferior y superior de las bases, con unas planchas de metal. En dicho mástil se instaló el módulo correspondiente a la energía (FPMA), el módulo del sistema y su extensión, así como el módulo de RF.

En la figura 3.24 se muestra los equipos 3G instalados:



Figura 3.24. Equipos 3G instalados en mástil.

3.3.2. Salas celulares sin techo.

Para la instalación de los equipos de 3G en salas celulares sin techo, se presentaba el problema de la falta de adecuaciones, por lo que en el reporte a realizar se plantearon todos los requerimientos necesarios para proceder a la instalación de dicho sistema.

Para explicar el caso se muestra en la figura 3.25 una sala celular sin techo, en donde se encontraron instalados equipos del sistema 2G, y en la figura 3.26 se plantea los requerimientos para instalar el gabinete FCOA, en el cual se instalarán los módulos en su interior; por lo que se solicitó ampliar la losa para instalar el gabinete; así mismo realizar ductos para el cableado de energía; ducto para aterrar el equipo y las rieles, sobre el cual se instalará el gabinete; el cableado de la fibra óptica y del cable de energía que se requiere para los módulos de RF (RADIO FRECUENCIA) que se encuentran en la plataforma de la torre.

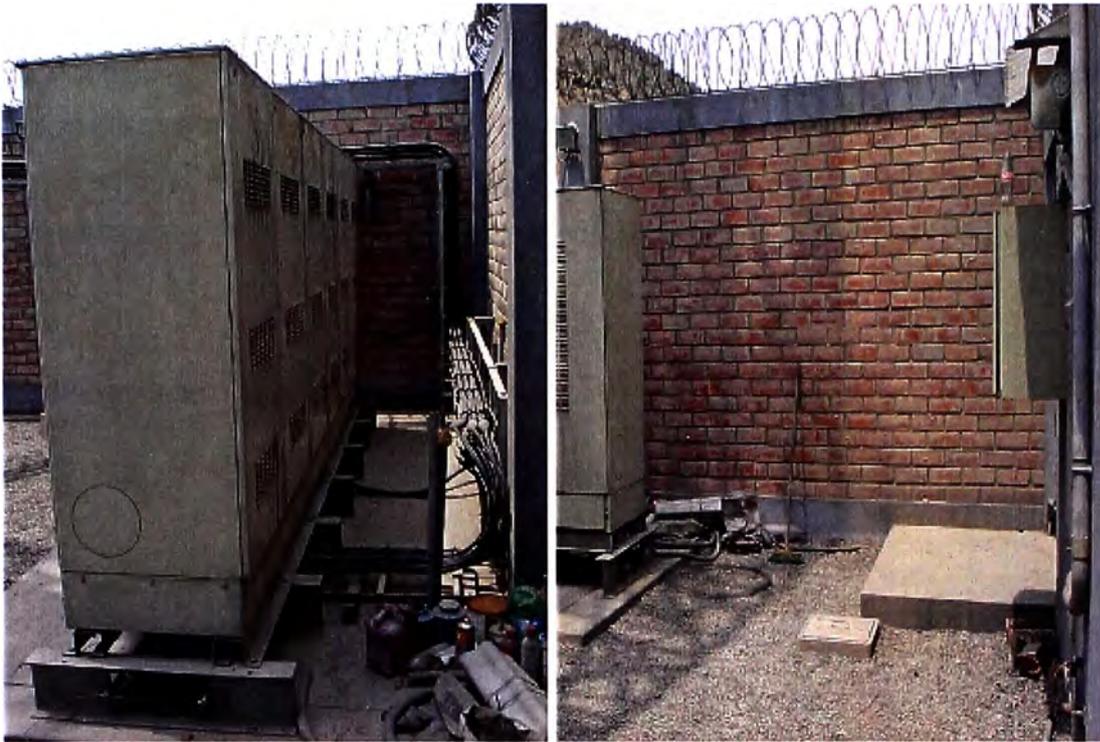


Figura 3.25. Sala celular sin techo.

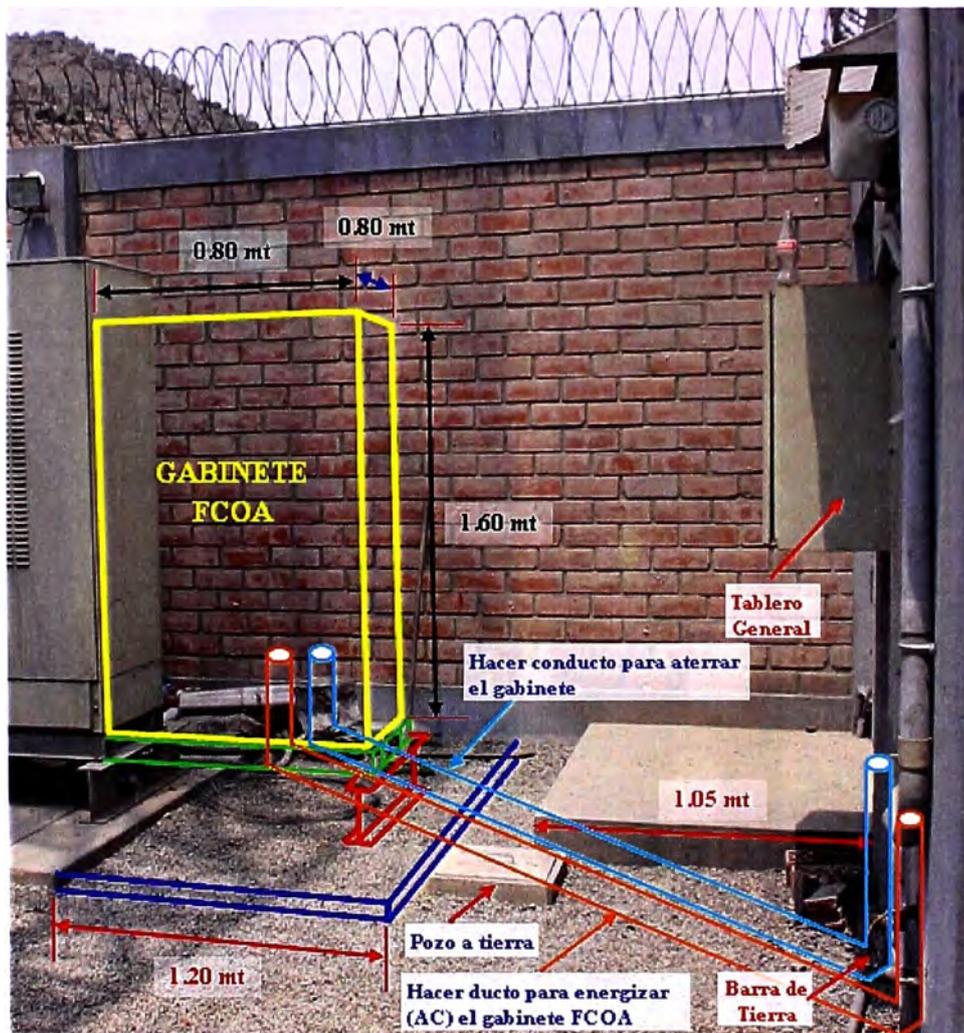


Figura 3.26. Solución para sala celular sin techo.

3.4. Falta de barras de aterramiento.

Este problema se presentó en gran parte de las estaciones bases, en las cuales no hay barras de aterramiento o en su defecto están instaladas pero no se encuentran aterradas hacia un pozo a tierra y esto es necesario para aterrar el módulo del sistema principal instalado en la sala celular y los módulos de RF que se encuentran en plataformas de las torres.

En la figura 3.27 se muestra el módulo de radio frecuencia que fué aterrado a una barra de aterramiento instalada en la torre.

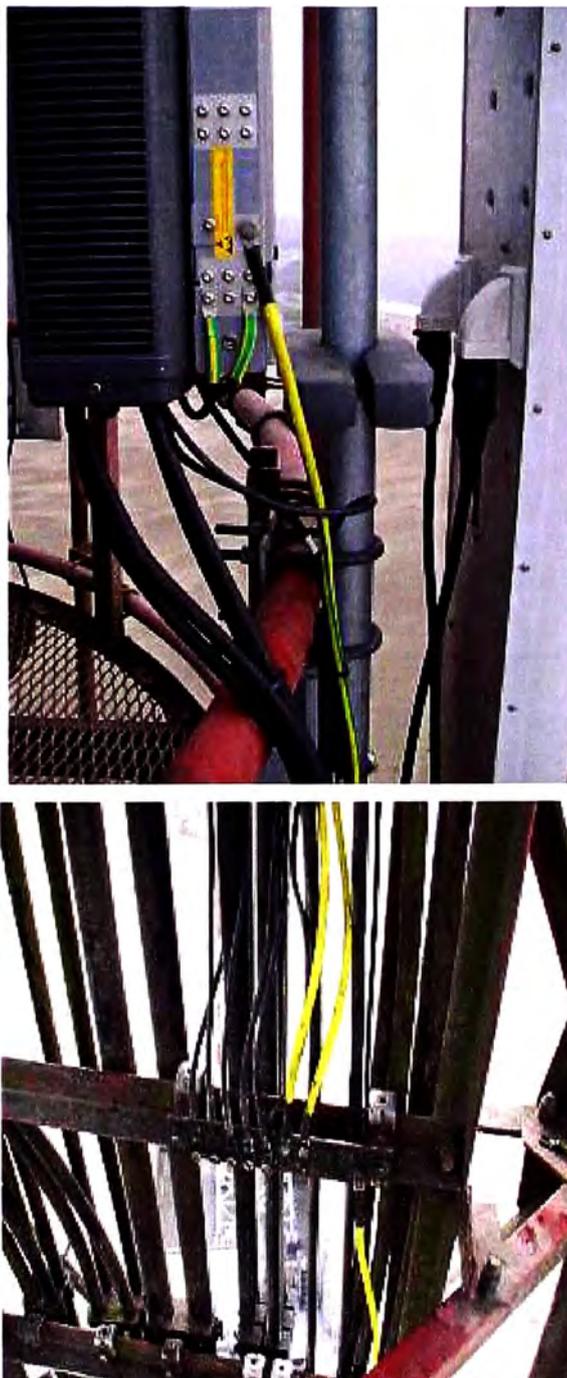


Figura 3.27. Aterramiento de RF Module a una barra de aterramiento.

En la figura 3.28 se presenta el diagrama de flujo, en el cual se enumeran los pasos a seguir para la instalación del sistema 3G en celdas ya existentes.

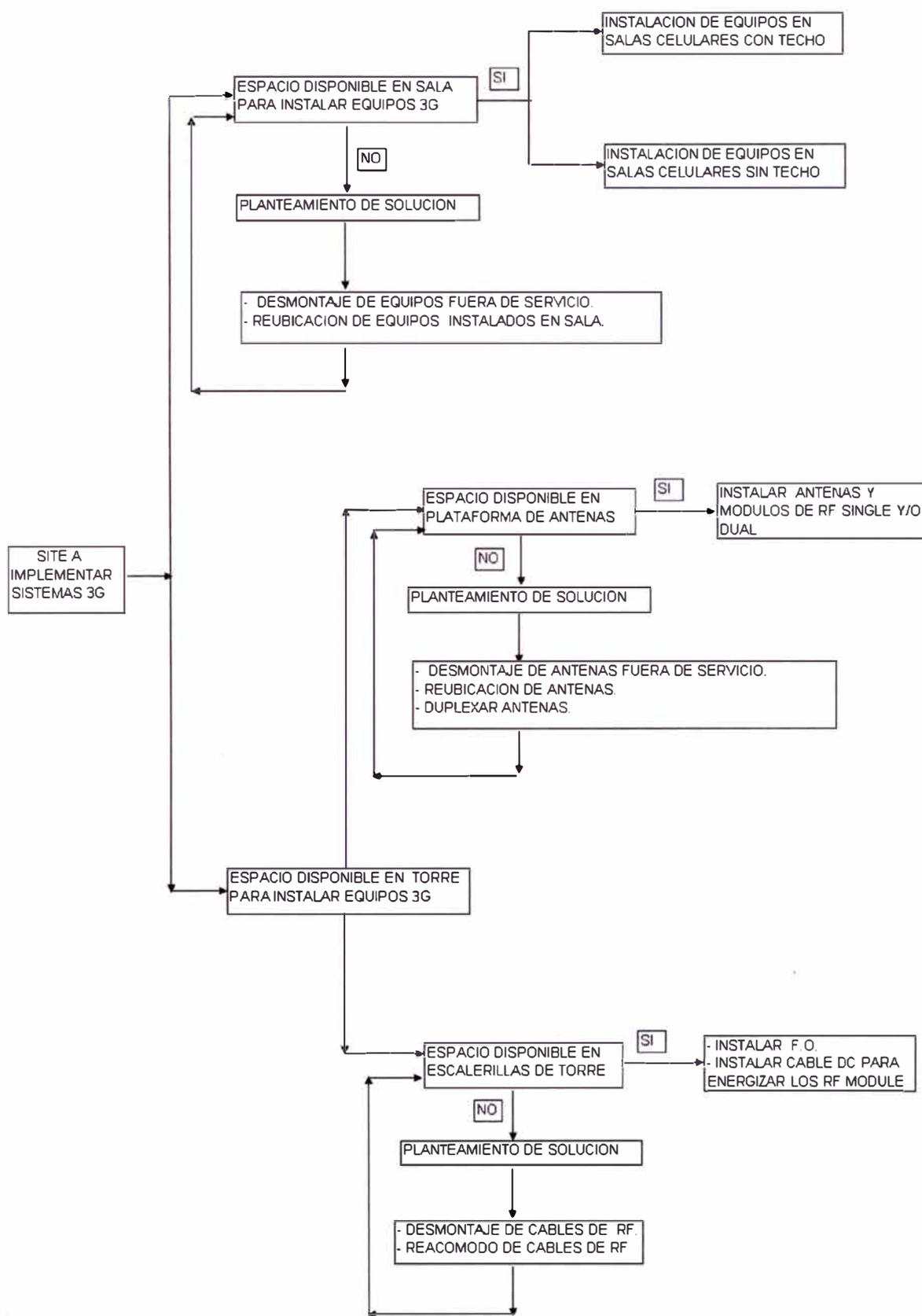


Figura 3.28. Diagrama de Flujo.

3.5. Estimación de costos.

La elaboración del estudio de campo para la implementación del sistema de telefonía celular de 3G es la primera parte importante del proyecto, ya que de este depende el mejor planteamiento y solución de todos los problemas encontrados en las diferentes estaciones bases celulares (celdas) que forman parte de la red del operador.

Para esta primera etapa se realizó el estudio de 300 celdas ubicadas en la ciudad de Lima, en un tiempo estimado de tres (03) meses.

Los costos relacionados a la realización del estudio técnico de campo para el sistema de telefonía celular de 3G tienen que ver con diversos factores, entre los cuales tenemos:

- El uso de materiales con los cuales se realizó la adquisición de datos necesarios para elaborar el informe.
- El personal técnico y los ingenieros de RF, que realizaron el trabajo de campo.
- El desplazamiento del personal que intervinieron en las visitas a las celdas que formaron parte de la red implementada por el operador a través de sus contratistas, es decir empresas que realizaron las labores designadas por el operador.
- El seguro contra todo tipo de riesgo para el personal que realizaron los trabajos de altura.

Los materiales utilizados en la adquisición de datos son los siguientes:

- **Laptop**, ordenador portátil en el cual se guardan todos los datos obtenidos de las visitas realizadas a las estaciones bases y que luego se usaron para realizar el reporte técnico de los sites visitados

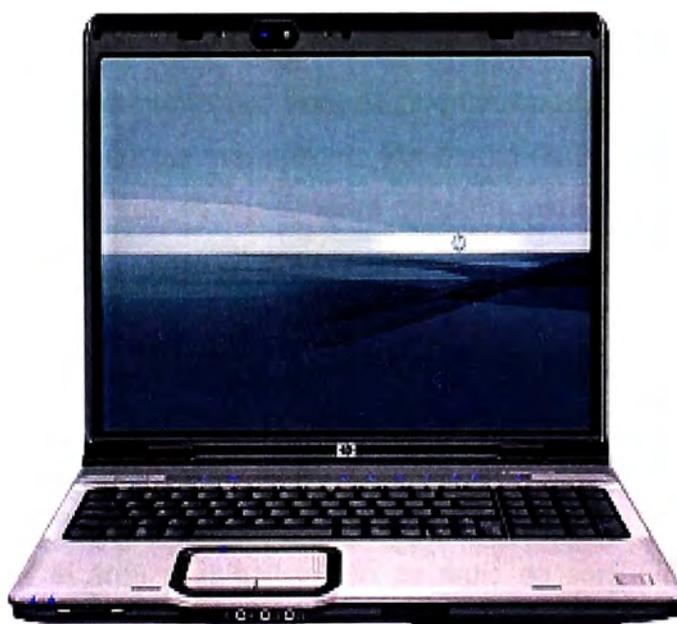


Figura 4.1 Laptop.

Multímetro, denominado también multi tester, es un instrumento de medida que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes. Las más comunes son las de voltaje AC/DC, amperaje y ohmiaje. Es utilizado frecuentemente por personal en toda la gama de electrónica y electricidad, Este instrumento lo usamos para verificar las medidas de los voltajes que se encuentran en las salas celulares y que estén dentro del rango permitido para el funcionamiento de los equipos de telefonía celular de 3G.



Figura 4.2 Multímetro digital.

Brújulas, es un instrumento que sirve de orientación, que tiene su fundamento en la propiedad de las agujas magnéticas. Por medio de una aguja imantada señala el Norte magnético, que es ligeramente diferente para cada zona del planeta, y distinto del Norte geográfico. Utiliza como medio de funcionamiento el magnetismo terrestre. La aguja imantada indica la dirección del campo magnético terrestre, apuntando hacia los polos norte y sur. Únicamente es inútil en las zonas polares norte y sur, debido a la convergencia de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. Este instrumento lo usamos para obtener los acimuts con el cual se instalarán las antenas del sistema de telefonía celular de 3G, los cuales fueron planteados por el área de planificación de radio en conjunto con el operador y verificar algún cruce de acimuts con los sistemas existentes o si hubiera obstáculos en su trayectoria.



Figura 4.3 Brújula.

GPS, Global positioning system, conocido como el sistema de posicionamiento global, que permiten determinar la posición, velocidad, altura sobre el nivel del mar y tiempo de un usuario, este instrumento lo usamos para determinar las coordenadas de los sites que fueron implementados.



Figura 4.4 GPS.

Arnés de seguridad, el cual es utilizado por el personal para realizar trabajos de altura en las torres, en las cuales se instalaron las antenas de telefonía celular de 3G y los equipos denominados RF Module.



Figura 4.5 Arnés de seguridad y deslizador.

Para completar los implementos usados en las labores ,tenemos el casco de seguridad, para la protección de la cabeza del técnico; las botas con puntas de acero; el overol, usado como ropa de trabajo;la línea de vida, para la protección del técnico cuando realiza trabajos en torre; la wincha métrica,para tomar las longitudes de los cables de energía, cable de fibra óptica y cables para aterrizar los equipos ; y los guantes.



Figura 4.6 Implementos a utilizarse por el personal.

Cámara Fotográfica, para realizar las tomas respectivas de los sectores de las antenas a instalarse,así como del espacio disponible para la instalación de los equipos en sala y del espacio disponible en el recorrido de la torre para instalar los cables de energía y de la fibra óptica.



Figura 4.7 Cámara fotográfica.

Todos los implementos mencionados corresponden a una parte de la realización de los estudios de campo y también del número de personas que formaron parte de la toma de los datos para elaborar los reportes; así como del tiempo disponible para hacer la entrega de todos los reportes al operador, realizar la sustentación de los informes y su aprobación por parte del operador ;para luego empezar con la implementación de la red de telefonía celular de 3G.

Para este trabajo el operador estimó un plazo de 3 meses, para terminar con las 300 celdas que formaron parte de este proyecto, solo para el departamento de Lima y sus provincias.

Para ello se realizó un presupuesto para 5 grupos, dirigido cada grupo por, un ingeniero de RF, para realizar el trabajo a tiempo completo, el detalle se muestra en la tabla 4.1.

Cada grupo cuenta con un ingeniero de RF y un técnico para realizar las labores.

Tabla 4.1 Gastos realizados en el proyecto

Descripción	cantidad	Precio unitario	Precio total
LAPTOPS	5	S/. 4 165	S/. 20 825
MULTIMETROS	5	S/. 416.5	S/. 2 082.5
GPS	5	S/. 476	S/. 2 380
CAMARA DIGITAL	5	S/. 952	S/. 4 760
ARNES DE SEGURIDAD E IMPLEMENTOS	5	S/. 1 428	S/. 7 140
BRUJULAS	5	S/. 297.5	S/. 1 487.5
ALQUILER DE OFICINAS(3 meses)	1	S/. 1 500	S/. 4 500
CARROS/TAXI(3 meses)	5	S/. 1 200	S/. 18 000
GASTOS MATERIALES		SUB-TOTAL	S/. 61 178
Personal			
Ingenieros RF	5	S/. 3 200	S/. 16 000
Técnicos	5	S/. 1 500	S/. 7 500
GASTOS POR MES		S/. 4 700	S/. 23 500
GASTOS POR 3 MESES		SUB-TOTAL	S/. 70 500
		GASTOS TOTALES	S/. 131 678

A continuación se muestra la tabla 4.2, en la cual se menciona el cronograma de tiempos en la cual se realizó el proyecto, empezando por las visitas a las estaciones bases celulares, para la toma de datos, hasta la entrega de los TSSR en un CD aprobados por el operador.

TABLA 4.2 Cronograma de tiempo.

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES			
	1	2	3	4
Visita a celdas para realizar TSSR (Toma de datos)				
Presentación y sustentación de informes al cliente para su aprobación				
Entrega final de informes en CD al cliente.				

CONCLUSIONES

Del trabajo realizado tenemos las siguientes conclusiones:

1. El desarrollo del presente informe se basa principalmente en los requerimientos para la instalación de los equipos del sistema de telefonía celular de 3G en estaciones bases celulares, en la cual se cuentan con sistemas de telefonía celular y/o telefonía fija existente.
2. La necesidad de obtener una mayor velocidad, para la transmisión de datos y los servicios multimedia ha llevado a la creación de sistemas 3G. En un esfuerzo por integrar los entornos móviles incompatibles existentes, en una red mundial uniforme y la coexistencia de los 2 sistemas de telefonía celular, es decir de la tecnología de 2G ya instalada y la tecnología de 3G a implementarse, para brindar servicios mejorados para los usuarios
3. Las consideraciones realizadas para los diversos tipos de instalación de los equipos en salas celulares y del sistema radiante depende de la disposición de espacio y de las recomendaciones que se debe tener para realizar la instalación de los módulos sin tener que afectar a otros sistemas existentes en funcionamiento.
4. Realizar las sugerencias mínimas y necesarias al operador para proceder a implementar su red.
5. Tener en claro las definiciones de las antenas y su comportamiento con sus patrones de radiación y los posibles problemas a presentarse si se produce las interferencias.
6. Contar el personal adecuado para realizar el trabajo de la toma de los datos y su posterior elaboración del informe técnico para su presentación, sustentación y su posterior aprobación por parte del cliente; así como contar con todos los materiales e instrumentos necesarios para realizar las labores.

**ANEXOS
GLOSARIO**

GLOSARIO DE TERMINOS.

- BTS Estación base transceptora (Base Transceiver Station).
- CDMA Acceso múltiple por división de códigos (Code Division Multiple Access)
- FCIA Gabinetes para módulos que se instalan en salas celulares con techo (Flexi Cabinet for Indoor).
- FCOA Gabinetes para módulos que se instalan en salas celulares sin techo (Flexi Cabinet for Outdoor).
- FPMA Módulo de energía para el sistema 3G (Flexi Power Module).
- FRMx Módulo rectificador para el sistema 3G (Flexi Rectifier Module).
- GPS Sistema de posicionamiento global (Global Positioning System).
- GSM Sistema global para comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communications).
- IP Protocolo de internet (Internet Protocol).
- OVP Protección sobre voltaje (Over Voltage Protection).
- PLINTH Base para fijar los módulos de 3G.
- RF Radio frecuencia (Radio Frequency).
- RF SINGLE Módulo de radio frecuencia usado para conectarse a un sector.
- RF DUAL Módulo de radio frecuencia usado para conectarse a dos sectores.
- RNC Controlador de la red de radio UMTS (Radio Network Controller).
- SYSTEM MODULE Módulo principal del sistema 3G.
- TDMA Acceso múltiple por división de tiempo (Time Division Multiple Access)
- TSSR Estudio técnico de campo (Technical Site Survey Report).
- UMTS Sistema Universal de las Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunications System).
- VSWR Relación de Onda estacionaria de voltaje (Voltage Standing Wave Ratio).
- W-CDMA Acceso múltiple por división de códigos de banda ancha (Wideband Code Division Multiple Access).

BIBLIOGRAFIA.

1. <http://www.nokiasiemensnetworks.com/global/>
2. www.siemens.com.
3. Installing Flexi WCDMA BTS Modules for Stack, Wall, and Pole Configurations.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation , V.3;Junio 2008.
4. Installing Flexi Cabinet for Indoor.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation, V.3;Junio 2008.
5. Flexi WCDMA BTS RF Module 2000 (FRJA/B) Description.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation, V.3;Junio 2008.
6. Flexi WCDMA BTS Description.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation, V.3;Junio 2008.
7. Flexi WCDMA BTS System Module Description.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation, V.3;Junio 2008.
8. Installing Flexi Cabinet for Outdoor.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation, V.3;Junio 2008.
9. Requirements for Flexi WCDMA BTS Installation and Operation.
Nokia Flexi WCDMA Base Station, Rel. Flexi WBTS 4.0 AND Flexi WBTS4.5, Product Documentation, V.3;Junio 2008.