

DESARROLLO, ADAPTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS APLICATIVOS
BASE DE DATOS NACIONAL Y FALLOS DENTRO DE LA HERRAMIENTA
RFTOOLS DE LA JEFATURA DE RF DE LA EMPRESA MOVISTAR

CAMILO EDUARDO TORO PIRACÓN

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES

BOGOTA D.C.

2015

DESARROLLO, ADAPTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS APLICATIVOS
BASE DE DATOS NACIONAL Y FALLOS DENTRO DE LA HERRAMIENTA
RFTOOLS DE LA JEFATURA DE RF DE LA EMPRESA MOVISTAR

CAMILO EDUARDO TORO PIRACÓN

Monografía presentada por modalidad de pasantía a la facultad de Ingeniería de
Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomas como requisito para obtener
el título de Ingeniero de Telecomunicaciones

Ingeniera Ángela Tatiana Zona
Tutor Académico

Ingeniero Javier Guillermo Pinto
Tutor Empresarial

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES

BOGOTA D.C.

2015

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS	iii
1 PROYECTO	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACION	3
1.3 OBJETIVO	4
1.3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	4
1.4 Metodología	5
2 TELEFONIA MOVIL CELULAR.....	7
2.1 SEGUNDA GENERACIÓN (2G)	8
2.1.1 ARQUITECTURA 2G.....	9
2.1.2 EVOLUCION A 3G	10
2.2 TERCERA GENERACIÓN (3G).....	12
2.2.1 ARQUITECTURA 3G.....	13
2.2.2 EVOLUCION A 4G	15
2.3 CUARTA GENERACION (4G)	16
2.3.1 ARQUITECTURA 4G.....	16
3 MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE UN SITIO	18
3.1 REQUERIMIENTOS TECNICOS POR PARTE DE LA CRC	19
3.2 BLOQUEO DE VOZ	21
3.3 ACCESS FAIL DE VOZ.....	23
3.4 SETUP FAILURE DE VOZ.....	24
3.5 DROP DE VOZ	26
3.6 FAIL CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back) DE VOZ EN 4G.....	28

4	PROCESO DE IDENTIFICACION DE FALLOS EN MOVISTAR	30
5	BND.....	37
5.1	INFORMACION CRÍTICA	37
5.2	DISEÑO INICIAL BND	39
6	IMPLEMENTACION	42
6.1	BND.....	45
6.2	FALLOS	49
7	CONCLUSIONES	53
8	REFERENCIAS.....	55

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología Proyecto	5
Figura 2. Evolución de las comunicaciones móviles	7
Figura 3. Arquitectura 2G	9
Figura 4. Evolución de GSM hasta UMTS.....	11
Figura 5. Arquitectura 3G	14
Figura 6. Evolución de las tecnologías de datos de UMTS a LTE.....	15
Figura 7. Arquitectura 4G	17
Figura 8. Estadística de bloqueo de voz para un sitio optimizado.....	22
Figura 9. Estadística de bloqueo de voz para un sitio que presenta fallas.....	22
Figura 10. Estadística de access fail de voz para un sitio optimizado.....	23
Figura 11. Estadística de access fail de voz para un sitio que presenta fallas	24
Figura 12. Estadística de setup failure de voz para un sitio optimizado	25
Figura 13. Estadística de setup failure de voz para un sitio que presenta fallas ...	25
Figura 14. Estadística optimizada de drop de voz.....	26
Figura 15. Estadística sin optimizar de drop de voz	27
Figura 16. Optimización en sitio con fallas en drop de voz	28
Figura 17. Estadística sin optimizar de fail CSFB de voz en LTE.....	29
Figura 18. Vista en diseño de una consulta en Access para bloqueo de voz de Huawei en 2G.....	30
Figura 19. Información en base de datos	31
Figura 20. Informe Bloqueo de voz Nokia para 3G	32
Figura 21. Sectores incidentes en Bloqueo de voz semana 20 localidad Suba	33
Figura 22. Sectores incidentes en Bloqueo de voz semana 21 localidad Barrios Unidos	34
Figura 23. Informe Access Fail de voz de Nokia para 3G	35
Figura 24. Informe Access Fail de voz de Huawei para 3G	36
Figura 25. Diagrama de Flujo funcionamiento Macro para aplicativo BND	40
Figura 26. Resultado inconsistencias de centros de radiación.....	40
Figura 27. Aplicativo resumen regional	43
Figura 28. Aplicativo KML	43

Figura 29. Aplicativo Datafill	44
Figura 30. Aplicativo TAC.....	45
Figura 31. Opciones de revisión aplicativo BND	46
Figura 32. Ejecución del aplicativo BND	47
Figura 33. Inconsistencias BND generales	47
Figura 34. Tilts y Azimuths incoherentes BND	48
Figura 35. Ejecución aplicativo fallos	50
Figura 36. Filtros aplicativo fallos	50
Figura 37. Valores por semana para Setup Failure de Nokia en 2G	51
Figura 38. Sectores incidentes en la semana 27 para Setup Failure de Nokia en 2G	52

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la telefonía móvil celular ha tenido un gran avance, en cuanto a diferentes tecnologías que se han desarrollado para satisfacer las necesidades de las personas por comunicarse con otros o conectarse (Voz y datos), el número de usuarios que tienen los diferentes operadores de comunicaciones móviles en Colombia crece cada vez más. Así mismo las exigencias por parte de entes reguladores en el país se van incrementando para garantizar que se preste adecuadamente el servicio que se le ofrece a los usuarios, si se incumplen estas exigencias, los operadores serán multados o sancionados.

Las exigencias por parte de entes reguladores no solo se enfocan en garantizar que se preste un buen servicio a los usuarios, también se enfocan en la exigencia de contribución por parte de los operadores para el desarrollo de proyectos como el de localización de personas por medio de información de bases de datos de los operadores. Específicamente movistar debe brindar para esto información sin errores de la BND (Base de datos nacional) de la jefatura de RF.

A nivel de control de fallos en Movistar específicamente en la ciudad de Bogotá, a finales del año 2014 y comienzos del 2015 se presentaron fallas relevantes en la red móvil de voz. Estas fallas conllevaron a que movistar estuviera a poco de ser sancionada por la comisión de regulación de comunicaciones, esto se debe a que no se tenía un mecanismo adecuado para la detección de las fallas, y si no se detectaban a tiempo no se lograrían optimizar de forma rápida previniendo sanciones (CRC, 2015).

Se debe desarrollar dos aplicativos, uno de ellos que se encargue de encontrar las inconsistencias que se presenten en la BND; y el otro, que prevenga posibles multas o sanciones por parte del estado debidas a las fallas que se presenten en la red móvil a nivel de voz. Para el desarrollo del aplicativo de fallos de red se deben conocer los requerimientos a nivel técnico, y para el aplicativo BND los requerimientos a nivel de información.

Teniendo en cuenta los requerimientos exigidos se diseñan las posibles soluciones, buscando inicialmente brindarle a la Jefatura de RF un proceso para detectar errores en su base de datos nacional e informar el estado de la red móvil de voz en la ciudad de Bogotá.

El aporte que se presenta al finalizar esta monografía es el desarrollo de los aplicativos en Visual Studio. Ya que de este manera se logra la centralización de la información, la facilidad de acceso y análisis de la misma y la velocidad de ejecución.

1 PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Telefónica Móviles Colombia actualmente cuenta aproximadamente con 13 millones de usuarios de telefonía móvil celular en Colombia. Como operador de telefonía móvil es regulada por diferentes entes, de los cuales los más importantes son la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones) y el MinTic (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

Los casos de abonado se relacionan directamente con las fallas que se presentan en la red, y se manifiestan generalmente por las quejas de los usuarios. Estas fallas se pueden ver como congestión de red por cantidad de usuarios, fallas en acceso en radio bases, fallas de Software o fallas de Hardware. Esto obliga a realizar un constante control de la red con el objetivo de realizar correcciones para mejorar la calidad, y así brindar al usuario final el servicio ofrecido. En el caso de Bogotá y Cundinamarca el número de casos de abonado es mayor que en otras regiones, esto debido a la cantidad de usuarios.

Las fallas que se generan en la Red Móvil afectan directamente la reputación de la organización, ya que los clientes pierden la confianza en el operador. También conlleva a sanciones económicas y disciplinarias por parte de entidades del estado como la CRC, que entre sus objetivos esta vigilar que los operadores presten un excelente servicio a los usuarios.

Una de las sanciones que plantea la CRC es retirar el derecho a la comercialización en la ciudad donde se presente una falla por tres meses seguidos. En el caso de Bogotá las medidas se hacen por Localidad, sin embargo, la sanción es para toda la ciudad. En ciudades pequeñas esta falla se analiza en la extensión del territorio de la misma. A finales del año pasado movistar estuvo a poco de ser sancionado por una falla en la localidad “Mártires”, que duró aproximadamente dos meses y medio.

Por esto, en la Jefatura de RF, se necesita implementar un aplicativo que informe a los ingenieros responsables el estado del servicio de sus respectivas localidades. Presentando información de manera resumida y periódica, basada en el comportamiento de las diferentes fallas, con el fin de permitir las optimizaciones necesarias para controlarlas.

A partir de esta situación se plantea la primera pregunta problema de esta monografía: ¿Cómo facilitar las consultas de fallas por localidades, para tomarlas medidas preventivas y evitar posibles sanciones por parte del Estado?

Por otra parte, ya que las comunicaciones móviles han tenido un crecimiento muy acelerado por los avances de las diferentes tecnologías, las redes de los operadores han crecido considerablemente. Telefónica Movistar posee una base de datos que almacena todas las características físicas, técnicas y geográficas de los sitios (Radio Bases) a nivel Nacional. Esta información es de gran relevancia interna para Movistar, también está siendo requerida por parte del estado para la realización de proyectos, tales como la localización de personas desaparecidas mediante una llamada desde su dispositivo móvil.

La información que se consigna en esta Base de datos Nacional (BND) de la jefatura de RF, posee inconsistencias ya que no se le ha brindado un adecuado control hasta el momento. Por esta razón, es necesario verificar la información existente. Actualmente, la jefatura de RF cuenta con una Macro en Excel que realiza comparaciones respecto a la BND, determinando inconsistencias. Sin embargo, este procedimiento consume tiempo de los ingenieros ya que deben revisar, actualizar y mejorar la macro.

Es necesario tener un aplicativo para reducir el tiempo en estas consultas de inconsistencias, y que cualquiera de las personas que trabajen en la Jefatura de RF tengan acceso al aplicativo de forma rápida y efectiva. Esto ayudaría a tener la BND sin errores, beneficiando directamente a Movistar y permitiendo el cumplimiento de los requerimientos exigidos por el estado.

Con respecto a lo anterior, la segunda pregunta problema de esta Monografía es: ¿Cómo identificar las inconsistencias de la BND de manera que todos en la jefatura de RF puedan consultarlas rápidamente para su corrección y actualización?

1.2 JUSTIFICACION

Actualmente la telefonía móvil es casi una necesidad para la sociedad. Debido al gran crecimiento del mercado, los entes gubernamentales tienen más presencia regulatoria en el sector con el objetivo de garantizar a los usuarios un excelente servicio.

En Telefónica Móviles Colombia, en la Jefatura de RF como se menciona en el Planteamiento del problema es necesaria la implementación de dos aplicativos. El primero orientado a prevenir posibles sanciones a la organización por la presencia de Fallos. El segundo busca corregir la información que en algún momento presentó inconsistencias en la base de Datos Nacional.

La jefatura de RF cuenta con una herramienta llamada RFTools, cuyo objetivo es integrar todos los aplicativos que gestionan los ingenieros para la optimización de la red, actualmente esta herramienta cuenta con 8 aplicativos. Los dos aplicativos a desarrollar se van a integrar como módulos de dicha herramienta.

El primer módulo a integrar es el Modulo BND. Este hace referencia a la Base de datos Nacional y cumplirá la función de encontrar toda inconsistencia que sea relevante para la organización o para entes regulatorios. El segundo Módulo es el de Fallos, que se enfoca en los diferentes fallos que se pueden presentar en las localidades de Bogotá. Se consideran fallos cuando se superan el 2% del promedio de las medidas de interés ya sea por sitio o localidad, el nombre técnico de estos fallos es KPI's (Key Performance Indicator) y se clasifican en Drop, SetupFailure, Bock, Access Fail y Fail CSFB como se verá en el apartado 3.

El desarrollo de los módulos BND y Fallos para la jefatura de RF son de gran importancia, ya que con estos se va tener un control de diferentes exigencias estatales que si no son cumplidas en su totalidad conllevaría a multas o afectaciones

más graves para la compañía. El de fallos específicamente facilita la toma de decisiones por parte de los Ingenieros, en cuanto a la acción que se deben tener frente a un fallo para que no sea recurrente y se controle de forma rápida y efectiva. Mientras el de BND facilita el trabajo de los Ingenieros, ya que acceden a la información actualizada de forma sencilla y no tienen que realizar procesos que les quitan tiempo.

La BND (Base de datos nacional) controlará todas las inconsistencias que se presenten en la base de datos de telefónica, el modulo Fallos brinda un seguimiento semanal de los diferentes KPI's a nivel de Voz (Drop, Access Fail, Setup Failure, Block y Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back)) para que no sobrepasen el porcentaje exigido por la Comisión de Regulación de Comunicaciones.

1.3 OBJETIVO

Desarrollar los aplicativos BND y Fallos como módulos dentro de la herramienta RFTools de la Jefatura de RF Regional Bogotá. Utilizando Visual Studio 2013, la información de la Base de datos de la Regional y los reportes de Centro Gestión.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Identificar los requerimientos técnicos para evitar sanciones relacionadas con inconsistencias en los datos de la red y los fallos dentro de la operación de la misma.
2. Determinar los fallos de voz mediante los indicadores de desempeño (KPI's).
3. Establecer la información crítica para la BND y Fallos, como también su fuente para que se tenga en cuenta la información necesaria para el desarrollo de los módulos.
4. Implementar en Visual Studio 2013 los aplicativos BND y Fallos como módulos dentro de la herramienta RFTools y verificar su funcionamiento.

1.4 Metodología

La Figura 1 muestra la metodología que se divide en cuatro etapas, cada una de las cuales es de gran relevancia.

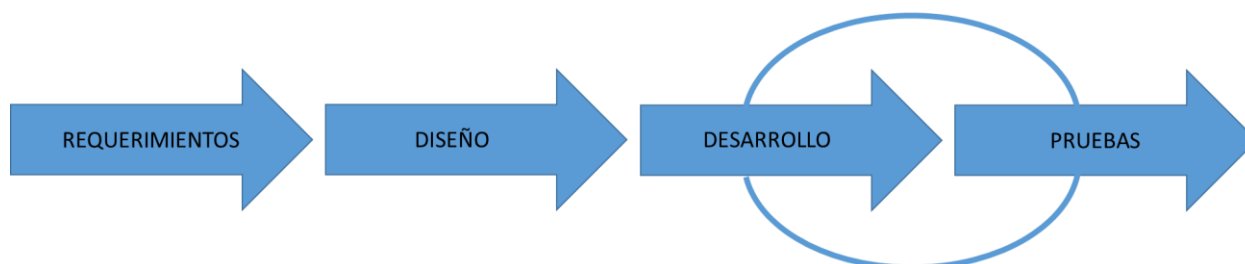


Figura 1. Metodología Proyecto

Fuente: El Autor

La etapa de requerimientos se basa en las exigencias de calidad y buen servicio que movistar debe cumplir según el estado. Este tipo de requerimientos son técnicos, legales y de veracidad de información. El incumplimiento de estos requerimientos puede llevar a que movistar incurra en sanciones. En esta Monografía se van a tener en cuenta los requerimientos técnicos y de veracidad de información.

En cuanto a los requerimientos técnicos, se exige que los sitios de movistar presten un buen servicio a los usuarios evitando tener fallas que afecten la calidad del servicio, como lo son el drop, bloqueo, setup failure y Access fail que se miden en todas las tecnologías, y el Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back) que se mide solo para LTE.

En cuanto a los requerimientos de información, se necesita tener actualizada y sin errores la información de la BND, ya que se va a utilizar por el estado. Como es el caso del proyecto para localización de personas, que se basa en la información técnica que está en la BND.

Para el diseño se utilizan diferentes herramientas como Excel, macros en Excel y bases de datos en Microsoft Access, para facilitar la identificación los procedimientos que se quieren conseguir mediante los aplicativos.

En el diseño del aplicativo de Fallos se utiliza una base de datos en Access. Esta base de datos reúne la información estadística de los sitios por falla y posteriormente hace un informe en Excel, que muestra gráficamente por semana el comportamiento de la red en la ciudad de Bogotá. Para el diseño del aplicativo BND se realiza una Macro que compara la información de la BND y detecta las inconsistencias presentes para su corrección.

La parte final de la metodología es el desarrollo y las pruebas. El desarrollo es la optimización del diseño mediante la implementación de los procedimientos identificados en Visual Studio, teniendo en cuenta los resultados en Excel, para conseguir aplicativos compactos y rápidos.

El aplicativo de fallos se desarrolla utilizando como fuente de información la base de datos de Access obtenida en el diseño. El código del aplicativo y las pruebas se hacen para un KPI antes de pasar al siguiente. El aplicativo incluye todos KPI's técnicos requeridos por el estado y genera gráficamente la información que se necesita revisar. La verificación y pruebas se hacen mediante comparación con los informes realizados en Excel.

El aplicativo BND se desarrolla optimizando el procedimiento de la Macro de Excel existente, para lograr una ejecución más rápida, de manera que el porcentaje de fallas o inconsistencias en la información sea menor.

.

2 TELEFONIA MOVIL CELULAR

Las etapas de evolución que ha tenido la telefonía móvil en las últimas décadas son denominadas generaciones. Desde el comienzo de la telefonía celular en 1979, las comunicaciones móviles se han convertido en un segmento de gran crecimiento e importancia dentro de las telecomunicaciones debido a la facilidad que brindan al ser humano contar con comunicación inalámbrica.

La Figura 2 muestra de forma resumida la evolución que ha tenido la Telefonía móvil, reflejada en las tecnologías actualmente operativas como son: 2G (GSM), 3G (UMTS) y 4G (LTE).

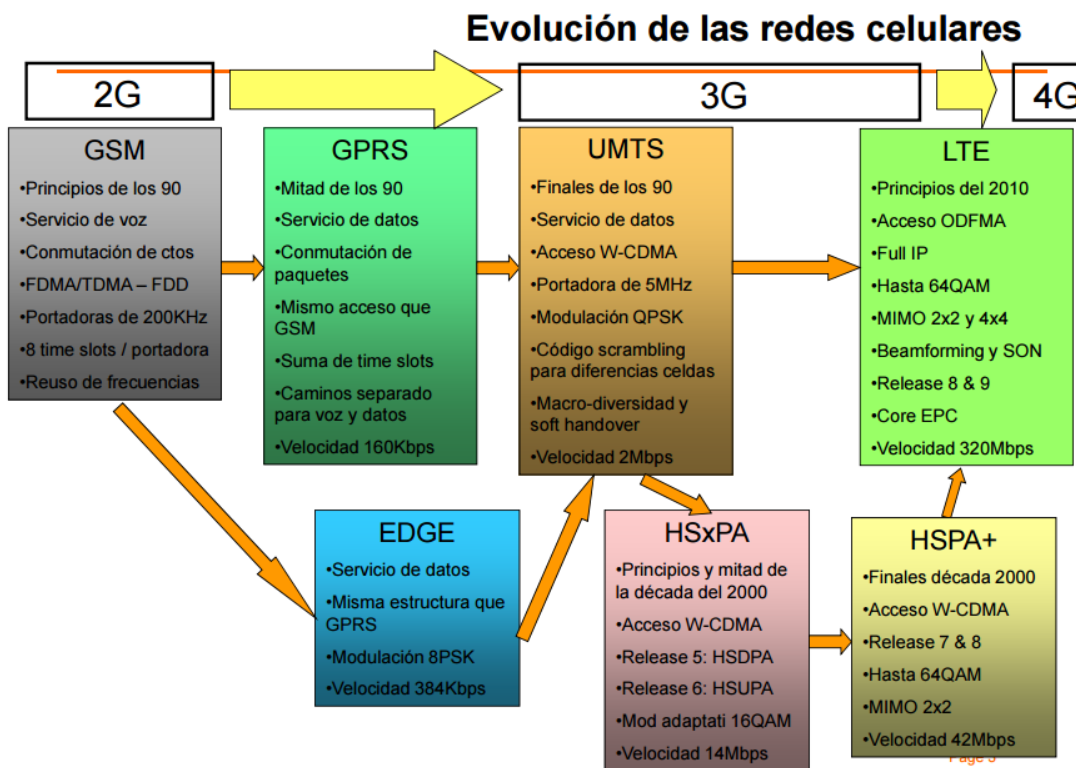


Figura 2. Evolución de las comunicaciones móviles

Fuente: Introducción a las comunicaciones móviles. Profesor Hugo Campos
http://moodle.usta.edu.co/pregrado/20142/pluginfile.php/322068/mod_resource/content/1/2G%20Cap1%20Introduccion%20comunica%20moviles.pdf

A principios de los 90's aparece la segunda generación de telefónica móvil celular (2G), que empezó a manejar datos en el mercado. Inicialmente con la tecnología

GPRS y posteriormente con EDGE. Estas dos tecnologías de datos sirvieron en el desarrollo de la tercera generación de telefonía Móvil (3G).

A principios del año 2000 aparece la 3G con beneficios como la diferenciación de celdas por medio de códigos y el aumento de la velocidad en los datos. Este aumento de velocidad se da por la necesidad de las personas de servicios multimedia, entonces se desarrollaron las tecnologías de datos HSPA y HSPA+.

Por último, en el 2010 sale a flote la cuarta generación (4G), una red completamente diferente a la acostumbrada en las dos generaciones anteriores, puesto que la red está basada completamente en el protocolo IP. Los datos alcanzan velocidades de 320 Mbps, permitiendo aplicaciones y servicios nuevos. Actualmente en Colombia, la red 4G solo maneja datos, y la voz se sigue manejando sobre la red 3G, mientras se logra implementar Voz LTE (Ramón Agusti, 2010).

2.1 SEGUNDA GENERACIÓN (2G)

La segunda generación trae reducción de costos, del tamaño de los equipos y de la potencia requerida en los dispositivos móviles, gracias a su característica digital. También trae servicios nuevos como los mensajes de texto cortos (SMS) y los mensajes de voz. Otro punto a destacar de los sistemas de segunda generación son los avances significativos en seguridad, calidad de voz y de roaming (Cardosa, 2003).

Luego de que en el continente europeo empezará la era de la telefonía celular con diferentes interfaces incompatibles entre sí, surgió la necesidad de estandarizar todos los sistemas en uno sólo con un roaming transparente entre los países. Es por esto que la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) en 1982 impulsó el desarrollo de un nuevo estándar para las comunicaciones móviles. Mediante un grupo llamado Groupe Spécial Mobile (GSM), acrónimo que luego cambió su significado por el de Global System for Mobile Communications, este grupo se encargó de especificar un sistema de comunicaciones móviles común para Europa en la banda de 900 MHz (Cardosa, 2003).

Los sistemas GSM usan una combinación de las técnicas de acceso múltiple FDMA y TDMA, en un espectro total de 25 MHz. FDMA divide esos 25 MHz en 124 frecuencias portadoras de 200 KHz cada una. Cada canal de 200 KHz es entonces dividido en 8 ranuras de tiempo utilizando TDMA. Bajo este esquema los sistemas GSM soportan velocidades de hasta 9.6 kbit/s. Los sistemas basados en GSM operan en la banda de 900 MHz y 1.8 GHz excepto en Estados Unidos donde se opera en la banda de 1.9 GHz (Zdenek Beevar, 2012).

2.1.1 ARQUITECTURA 2G

La Figura 3 muestra la arquitectura de 2G, que consiste en dos niveles uno acceso RF y otro de core.

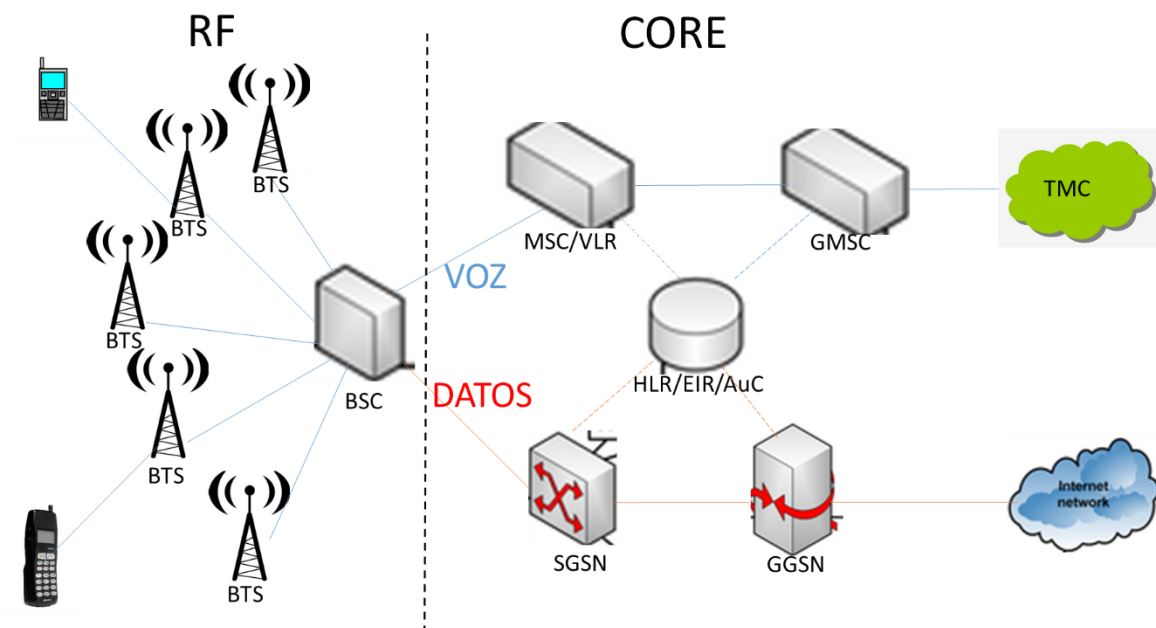


Figura 3. Arquitectura 2G

Fuente: El Autor

A nivel de core se cuenta con componentes de almacenamiento como el HLR (Home Location Register), EIR (Equipment Identity Register) y AuC (Authentication Center) que se encargan de tener las bases de datos de los usuarios, registros, claves y la parte de información de correo. Los equipos de core se dividen en voz y datos. En la parte de voz está el MSC (Mobile Switching Center) y el GMSC

(Gateway Mobile Switching Center) que se encargan de la asignación de recursos y de la interconexión con otras redes de telefonía, ya sean estas de otro operador móvil o redes de telefonía pública conmutada. En la parte de datos tiene dos componentes el SGSN (Serving GPRS Support Node) y GGSN (Gateway GPRS Support Node), que básicamente se encargan del enrutamiento IP.

A nivel de RF están los dispositivos móviles de los usuarios, las BTS (Base Transceiver Station) comúnmente conocida como sitio o torre, y la BSC (Base Station Controller) que se encarga de la administración y control de los diferentes sitios, y de conectarse con el Core tanto para voz como datos.

En la BTS se encuentran las antenas o sectores de 2G que le brindan cobertura a los usuarios, es aquí donde se hace específicamente la optimización de RF para corregir fallas, brindar un mejor servicio y conocer los datos de la red.

2.1.2 EVOLUCION A 3G

La generación 2G en principio solo prestaba servicios de voz en GSM. Gracias al avance de la tecnología y la aparición de internet, surge la necesidad de prestar servicios de datos en la telefonía móvil celular. Gran parte de los proveedores de servicios de telecomunicaciones evolucionaron hacia las redes 2.5G antes de entrar a la tercera generación.

Con las redes 2.5G aparecen en la arquitectura de 2G los equipos de core para datos (2.1.1). De modo que se permitía el tráfico de datos mediante conmutación de paquetes, ofreciendo al principio una velocidad máxima de transferencia de datos de 64 kbit/s y llegando a tasas de 384 kbit/s. Permitiendo la compatibilidad con la infraestructura y sistemas existentes.

Se empieza a utilizar CDMA, ya que además ofrece capacidades de seguridad y privacidad al incorporar un sistema criptográfico de autenticación, ya que no sólo hace uso de códigos pseudoaleatorios sino que agrega una máscara mediante el proceso de Scrambling para evitar interceptación de las señales. Este avance permite

ofrecer servicios de navegación por internet (de manera muy limitada, solo texto y sin formato) y de envío de mensajes de texto (SMS).

A diferencia del ancho de banda de los canales en los sistemas GSM y TDMA, en CDMA se utiliza un espectro de 1.25 MHz donde cada usuario tiene acceso. De manera que cada usuario cuenta con un código para poderse diferenciar del resto de los usuarios y optimizando de esta forma el uso del espectro. Por lo anterior, se incrementa la capacidad del sistema de 10 a 15 veces comparando con AMPS, y más de tres veces comparando con los sistemas basados en TDMA (Cardosa, 2003).

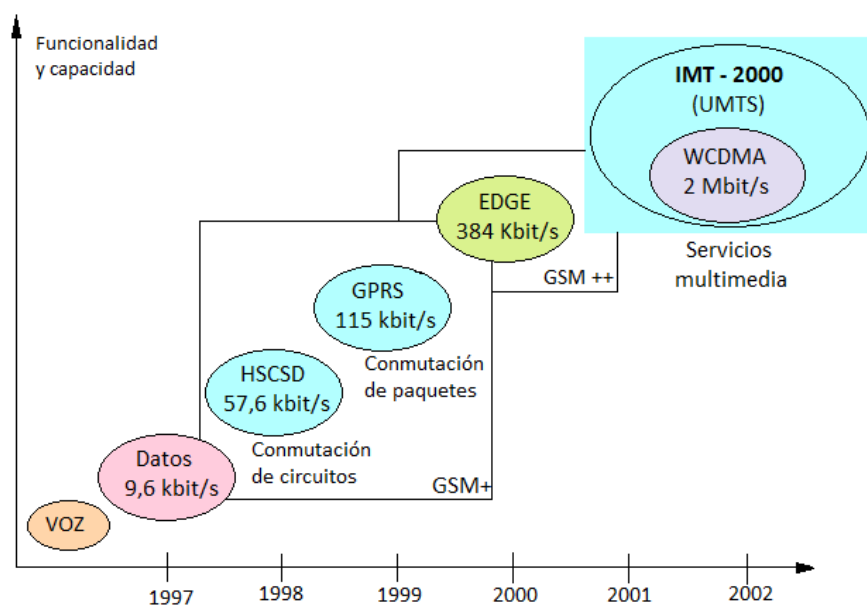


Figura 4. Evolución de GSM hasta UMTS

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/tecuanhuehue_r_j/capitulo1.pdf

En la Figura 4 se observa el avance de las tecnologías de datos que permitieron aumentar la velocidad de datos hasta la llegada de la tercera generación. En 1997 los datos eran muy limitados ya que no se tenía la suficiente velocidad como para lograr navegar en internet de una forma adecuada. En 1998 se empezó a utilizar HSCSD (High Speed Circuit - Switched Data), aumenta la capacidad de transmisión de GSM agrupando hasta 8 time-slots de un canal con velocidades de $N \times 9.6 \text{ kbit/s}$ con valores de N desde 1 hasta 8, pudiendo HSCSD transmitir hasta 57.6 kbit/s en

modo circuito conmutado. El número de time-slots utilizado puede ser variable dependiendo de la saturación de la celda donde se encuentre el móvil pero el ancho de banda no se utiliza eficientemente pues se trata de conmutación de circuitos (Fernando Lopez, 2002).

En 1999 aparece GPRS (General Packet Radio Service) lo que se denomina como tal 2.5G. Este servicio añade conmutación de paquetes a la red GSM agregando nuevas entidades funcionales (equipos de core). Con GPRS 8 usuarios pueden compartir un único time-slot que antes se asignaba sólo a uno, además cada usuario puede utilizar hasta 8 time-slots logrando 115 kbit/s teóricos (infotelcom, s.f.).

En el año 2000, se presenta EDGE (Enhanced Data-rates for GSM Evolution) como el último avance la red 2G a nivel de datos, también llamado 2.75G. EDGE alcanza una velocidad de transmisión de 384 kbit/s y tiene aplicación en ambientes urbanos con movimientos lentos o casi estacionarios (Zdenek Beevar, 2012).

2.2 TERCERA GENERACIÓN (3G)

Los diferentes sistemas comprendidos en la segunda generación de comunicaciones móviles se caracterizaron por dar soporte principalmente a comunicaciones de voz. Y a pesar de poder hacer transmisión de datos, no satisfacen los requerimientos de grandes volúmenes de información a altas velocidades, para aplicaciones como videoconferencia, conexión a internet, video y audio.

El crecimiento de los usuarios que buscan un servicio eficiente, no sólo de telefonía celular sino de acceso a servicios multimedia y transferencia de información, ha provocado la saturación en la capacidad de los sistemas. Es decir, puede llegarse a rechazar conexiones por que la cantidad de usuarios sobrepasan el ancho de banda disponible. Para atacar este problema de capacidad en un sistema se debe hacer uso de otras bandas del espectro, con el fin de alojar a un mayor número de usuarios. Este uso se hace mediante la división de las celdas existentes en otras más pequeñas, posibilitando el reuso de frecuencias. Dado que el espectro de radio

es un recurso limitado y la separación de celdas es costosa por la infraestructura que se necesita, la única opción viable es el desarrollo de nuevas tecnologías.

De esta forma, los sistemas de tercera generación buscan aumentar la capacidad de los sistemas respecto a las redes móviles de 2G, y el incremento de tráfico. Por lo que se necesita mayor espectro y optimización del mismo con el objetivo de dar servicio a más usuarios, y permitir la aparición de nuevos servicios. Servicios donde el internet y el aumento de aplicaciones multimedia generan un aumento significativo del tráfico.

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) es un estándar europeo desarrollado para redes móviles de tercera generación. Este estándar constituye la visión europea de sistemas con capacidades 3G, como parte de la familia de estándares IMT-2000. UMTS es la evolución lógica de la comunicad GSM a tercera generación (García, 2005).

UMTS tiene una estructura jerárquica en su composición de celdas, identificado por tres tipos de celdas: Macro Celda, Micro Celda y Pico Celda, con un mínimo de 5 MHz de ancho de banda por celda.

2.2.1 ARQUITECTURA 3G

La arquitectura de 3G físicamente es muy similar a la de 2G, se diferencian por algunos componentes que cambian algunas funciones en la parte de RF. Se divide en dos partes a nivel de Core, la de voz y la de datos. En la parte de voz está el 3G-MSC (3G - Mobile Switching Center) y el 3G-GMSC (3G – Gateway Mobile Switching Center), que se encargan de la asignación de recursos, la interconexión con otras redes de telefonía ya sea cualquier operador o la red de telefonía pública conmutada. En la parte de datos tiene dos componentes el 3G-SGSN (3G - Service GPRS Suport Node) y 3G-GGSN (3G – Gateway GPRS Suport Node) que al igual que en 2G se encargan del enrutamiento IP en la parte de datos. Para ambas partes el HLR (Home Location Register), EIR (Equipment Identity Register) y AuC

(Authentication Center), se encargan de tener las bases de datos de los usuarios, registros, claves y la parte de información de correo.

En esta tecnología la parte de RF está compuesta por los dispositivos móviles de los usuarios, la RNC (Radio Network Controller) y el nodo B. La RNC (Radio Network Controller) se encarga de la administración y control de los diferentes sitios o Nodos B, al igual del control del Handover, y se conecta con el Core de la red en voz y datos. El Handover es cuando un usuario se encuentra en movimiento y necesita conectarse a otro sitio o Nodo B. En UMTS el nodo B es equivalente a la BTS (Base Transceiver Station) de GSM, y puede dar servicio a una o más celdas. Este se encuentra en la capa física de la interfaz aérea. Dentro de las funciones ejecutadas por el nodo B están:

- El mapeo de los recursos lógicos del nodo B en los recursos de hardware.
- La transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo con el horario determinado por la RNC (Radio Network Controller).
- Reportar las mediciones de la interferencia en el enlace de subida y la información de la potencia en el enlace de bajada.
- Permitir la optimización de RF para corregir fallas y brindar un mejor servicio.

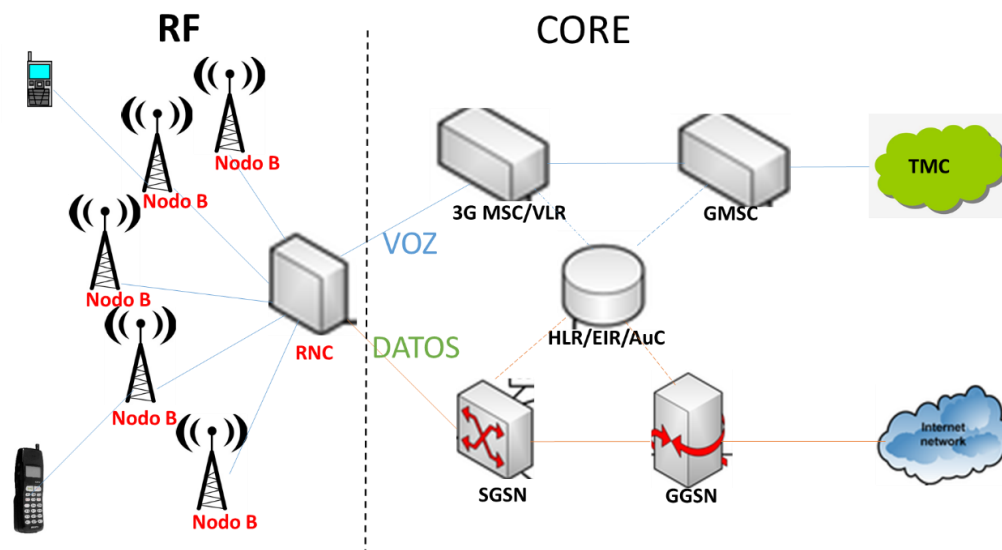


Figura 5. Arquitectura 3G

Fuente: El Autor

La Figura 5 muestra gráficamente la arquitectura de 3G.

2.2.2 EVOLUCION A 4G

A nivel de mejoras en 3G para la posterior evolución a 4G se desarrollaron tecnologías de datos como HSDPA, HSUPA y HSPA+ Figura 6. HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) es una tecnología móvil conocida como 3.5G que viene a ser una mejora de la tecnología UMTS de tercera generación. Esencialmente esta tecnología provee velocidades altas en el canal de bajada (Downlink), en teoría hasta 14.4 Mbps superando ampliamente los 384 kbps de UMTS, la velocidad de subida (Uplink) se mantuvo en 384Kbps (Zdenek Beevar, 2012).

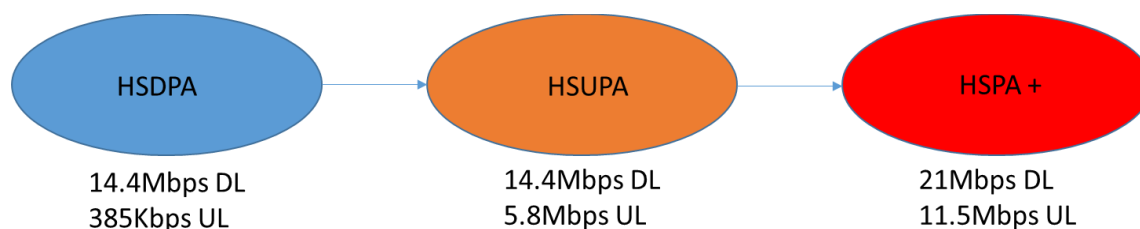


Figura 6. Evolución de las tecnologías de datos de UMTS a LTE

Fuente: El Autor

HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) es una tecnología móvil conocida como 3.7G, esencialmente esta tecnología provee velocidades altas en el canal de subida (Uplink) de hasta 5.8 Mbps, y en bajada (Downlink) se mantuvo los 14.4Mbps de HSDPA. HSUPA permite que los servicios en tiempo real en los dispositivos móviles, como VoIP, funcionaban perfectamente (Zdenek Beevar, 2012).

HSPA+ (High Speed Packet Access) es una tecnología móvil conocida como la tecnología de datos antecesora a LTE. Provee velocidades altas en el canal de subida (Uplink) de hasta 11.5 Mbps, y en el de bajada (Downlink) de 21Mbps. Estas velocidades de datos se consiguen gracias a la utilización de MIMO (Multiple Input Multiple Output), que utiliza varias antenas tanto en los dispositivos móviles como en los sitios para conexión de datos, aumentando la velocidad y mejorando la QoS (calidad de servicio).

2.3 CUARTA GENERACION (4G)

La cuarta generación es completamente diferente a las dos anteriores, ya que se basa exclusivamente en datos. En cuanto a los niveles de tráfico, este siempre en las dos generaciones anteriores era más alto en voz que en datos. Sin embargo, en la última década los usuarios han prefiriendo el uso de datos, esto lleva al desarrollo de la cuarta generación de la telefonía móvil. A nivel de datos se tendrán velocidades muy altas alcanzando hasta 10 veces más velocidad que en 3G y a nivel de voz se implementa la voz sobre LTE que es voz sobre IP.

Actualmente en Colombia, 4G está desplegado a nivel de datos únicamente y están en proceso de implementar la voz sobre LTE, en el momento la voz se realiza mediante la tercera generación.

2.3.1 ARQUITECTURA 4G

La arquitectura de 4G es completamente diferente a sus predecesoras, es más simplificada y está enfocada únicamente en los datos. Todos los componentes de la red son diferentes a los de 2G y 3G, esta nueva arquitectura reduce ampliamente los costos ya que tiene una poca cantidad de equipos.

La RNC en 3G desaparece y las funciones de esta se incluyen en el eNodeB, los eNodeB se comunican entre ellos como lo hacían las RNC en 3G. La tecnología MIMO (Multiple Input- Multiple Output) se utiliza para que los usuarios por medio de su dispositivo móvil empleen varias antenas a la vez, aumentando la cantidad de datos que se van a enviar o a recibir.

A nivel de Core, la arquitectura 4G se compone por todos los equipos que estén después de los eNodeB, como son MME, PGW, SGW y HSS. Se encuentra el MME (Mobility Management Element) donde se conectan todos los eNodeB, es un equipo con una gran capacidad y en el caso de Movistar solo hay 3 en Colombia. Entre sus funciones está dar la autenticación de usuarios, establecer portadoras y controlar la movilidad entre las redes 2G y 3G. También se encuentra el PGW (Packet Data Network Gateway) y SGW (Serving Gateway) son gateways que cumplen funciones

como la movilidad de los handovers entre los eNodeB, asignación de IP, conexión a las redes externas y filtrado de paquetes. Por último, el HSS (Home Subscriber Service) que es la base de datos donde se encuentra toda la información de los abonados.

En LTE la parte de RF se compone de los dispositivos móviles de los usuarios y los eNodeB. El eNodeB se encarga de la administración de los recursos de RF, el control de potencia, y el cifrado de los datos de usuario. El control de potencia permite el Handover gracias a la comunicación entre diferentes eNodeB.

La Figura 7 muestra gráficamente la arquitectura de 4G.

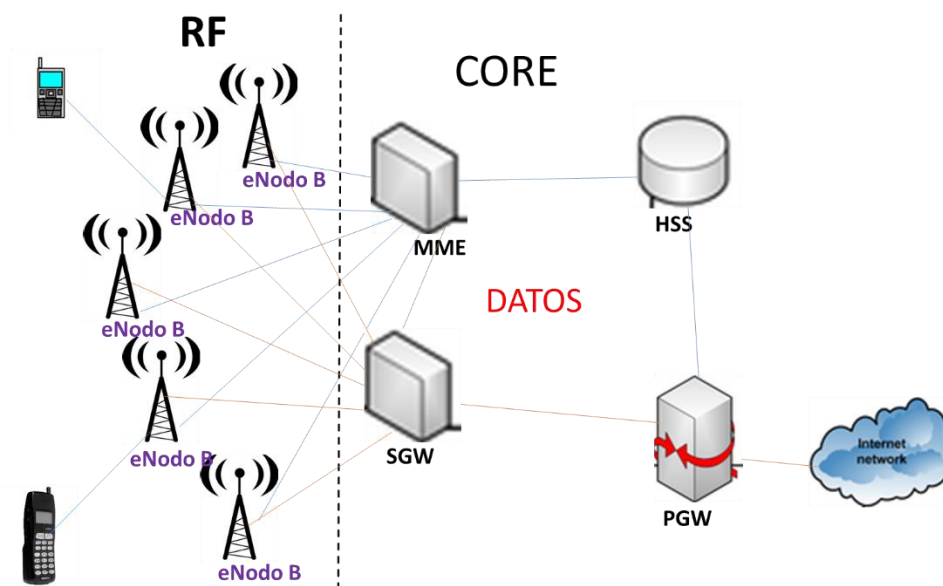


Figura 7. Arquitectura 4G

Fuente: El Autor

3 MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE UN SITIO

Actualmente la telefonía móvil celular está muy regulada por entidades del estado, esto se debe a que es un negocio que ha crecido enormemente en muy poco tiempo. Por esta regulación los operadores están teniendo un mayor control sobre el desempeño de la red móvil para asegurar la calidad del servicio.

El desempeño de la red móvil para esta monografía se analiza en función del comportamiento de indicadores de desempeño o KPI's en un rango de tiempo. Este desempeño indica que tan óptimamente funcionan los sitios de la red, localidades y la red móvil a nivel de voz en la ciudad de Bogotá.

Un indicador de desempeño o KPI, son valores estadísticos de diferentes factores que se miden en los sitios de la red móvil, estos valores relacionan la cantidad de intentos fallidos que puede llegar a tener un sitio en un día determinado, con el objetivo de mantener los sitios de la red móvil con un nivel de fallas controlado según lo que se exige por parte de los entes reguladores.

Una falla se define como el mal funcionamiento de algún indicador de desempeño, se presenta cuando algún KPI supera el 2% por más de 2 días, cuando no supera los dos días se consideran fallas que no necesitan de optimización o que son datos atípicos.

Los equipos de los Vendor (Nokia o Huawei) indican el valor de los indicadores de desempeño o KPI's dado por cada sector de un sitio. El 2% que se establece como valor para que exista una falla para todos los indicadores de desempeño (KPI's) lo calculan de la siguiente forma:

$$KPI = \frac{\text{cantidad de llamadas con (Access Fail o Bloqueo o SF o Drop)}}{\text{cantidad de llamadas o intentos de llamadas en 1 día}}$$

Los KPI's hacen referencia a los factores que tienen un impacto directo con la calidad que perciben los clientes. Son de vital importancia para la determinación de fallas y la posterior optimización de la red Móvil.

Al momento de realizar una optimización o un mejoramiento en el servicio que se le brinda al cliente, es necesario determinar qué tipo de fallas son las que se presentan para posteriormente enfocar los esfuerzos en mejorarlas. Estas fallas varían dependiendo del terreno, cantidad de usuarios, interferencias y tipo de edificaciones que se encuentran alrededor.

Existen distintas maneras de determinar los inconvenientes y fallas que se están presentando en la prestación del servicio, la más utilizada es por medio de estadísticas.

Se debe realizar un seguimiento de los indicadores de desempeño (KPIs), con el fin de determinar cuáles son las fallas presentadas en las BTS en 2G y nodos B en 3G, que afectan la percepción del servicio por parte del usuario. Existen distintos indicadores de desempeño los cuales determinan el proceso de optimización a realizar dependiendo de en cual se presenten las fallas, con el fin de mejorar este indicador. Dentro de los indicadores de desempeño que determinan las fallas de una red se resaltan: bloqueo de voz, Drop de voz, Setup Failure de voz y Access Fail de voz, estos cuatro como los más relevantes en 2G y 3G; para 4G está el indicador de desempeño Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back).

3.1 REQUERIMIENTOS TECNICOS POR PARTE DE LA CRC

El aplicativo Fallos se enfoca en algunas exigencias por parte de la CRC que se deben cumplir para evitar sanciones graves, los requerimientos técnicos que se exigen por parte de esta entidad son a nivel de sector y de localidad.

1. REQUERIMIENTOS A NIVEL SECTOR

Los operadores de telefonía móvil deben cumplir una serie de requerimientos por cada sector de un sitio, con el objetivo de prevenir posibles sanciones por parte de la CRC. Para garantizar un buen servicio a los usuarios el requerimiento de la CRC es no superar el 2% del valor porcentual de llamadas en cada uno de los sectores de un sitio 2G y 3G, para lo siguientes KPI's: Drop de Voz, Setup Failure de Voz, Bloqueo de Voz y Access Fail de Voz. En cuanto a LTE se debe bajar a 3G para cursar una llamada de voz, en este caso el KPI que no debe superar el 2% es Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back) de Voz.

2. REQUERIMIENTOS A NIVEL LOCALIDAD

Para garantizar los requerimientos a nivel localidad por parte de Movistar, se debe controlar en gran parte los requerimientos a nivel sector, ya que en general estos requerimientos son el promedio de todos los valores que se generan por KPI en cada uno de los sectores de una localidad específica. El valor porcentual en el mes de todos los sectores de una localidad no debe superar el 2% para los siguiente KPI'S: Drop de Voz, Setup Failure de Voz, Bloqueo de Voz y Access Fail de Voz. En caso que se supere este valor por 3 meses consecutivos se quitará la comercialización en la ciudad de Bogotá, por 6 meses. En cuanto a LTE, se exige la misma condición para Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back), sin embargo, no conlleva la misma sanción.

Teniendo en cuenta estos requerimientos, movistar deben mantener optimizados los siguientes indicadores de desempeño: Bloqueo de Voz, Access Fail de Voz, Setup Failure de Voz, Drop de Voz y Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back) para LTE. Cuando uno de estos valores supera el 2% durante menos de 3 días y se normaliza posteriormente, se considera un valor atípico debido a causas temporales no relacionadas con el servicio. Para que se reporte una falla que debe ser atendida

por el área de RF, debe presentarse un valor del indicador superior a 2% por al menos 3 días.

De manera general en 3G se puede decir que un sitio que tiene varias portadoras, cada una de ella tendrá asignada tres sectores identificados de manera ascendente, es decir, en un sitio con tres portadores. La primera portadora tiene los sectores 1, 2 y 3, a la segunda portadora les corresponden los sectores 4, 5, y 6, de modo que los sectores 7, 8 y 9 son de la tercera portadora.

3.2 BLOQUEO DE VOZ

Este KPI se representa como la falta de recursos en un sitio, cuando se presenta aún no hay una conexión de voz establecida. Se presenta por tres razones: Falta de licencias de software en datos, falta de recursos de hardware que son recursos de radio o RF (Radiofrecuencia), y sobrecarga a nivel de potencia que es cuando hay una cantidad alta de usuarios y consumen toda la potencia del sitio. El bloqueo se puede presentar tanto en el nodo B de 3G como la BTS de 2G,

En la Figura 8 se aprecia la gráfica estadística de un sitio 3G que esta optimizado, es decir, no presenta fallas de bloqueo en ninguno de sus sectores. Este tipo de graficas representan el valor promedio del KPI en un día, frente a al periodo de tiempo de observación. Este sitio tiene 2 portadoras y el valor máximo presentado de Bloqueo es de 0.13% para los sectores 1 y 2 en el rango de tiempo mostrado.

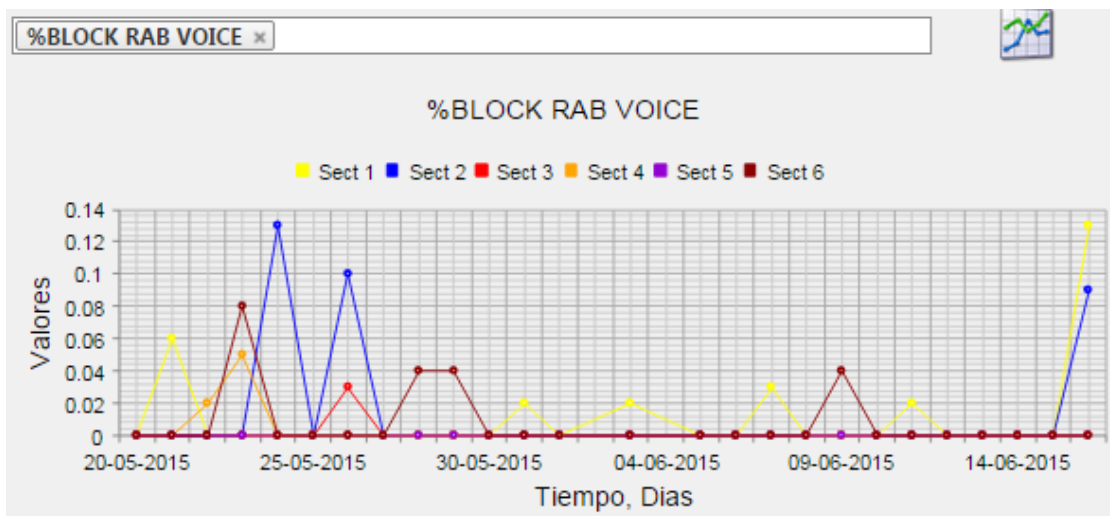


Figura 8. Estadística de bloqueo de voz para un sitio optimizado

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

La Figura 9 muestra un sitio que posee tres portadoras de 3G. Este sitio presenta un bloqueo de voz de 33% en el sector 9, durante los cuatro días en que los bloqueadores de señal de la cárcel picota de Bogotá estuvieron encendidos, una vez estos fueron apagados la estadística del nodo B se normalizó.

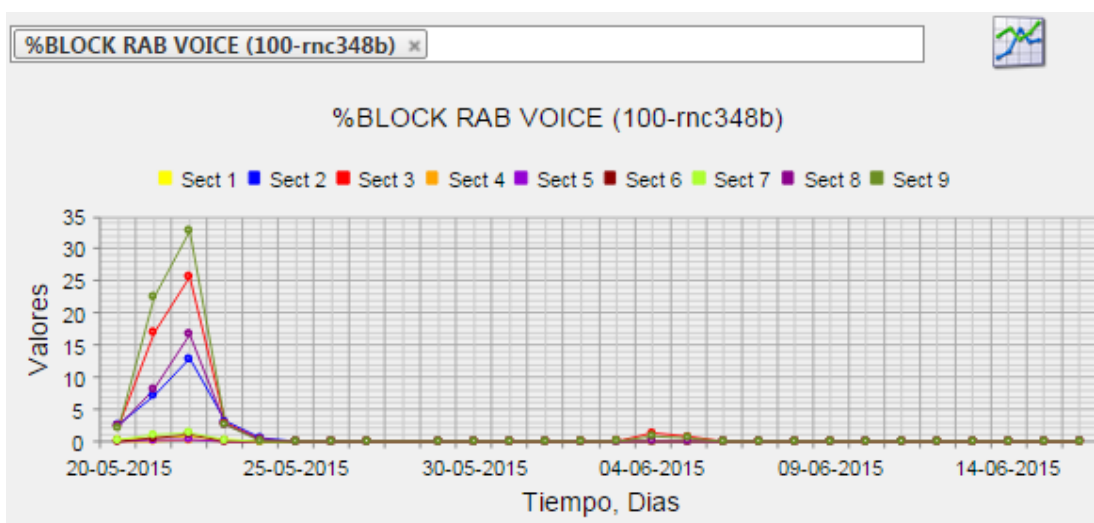


Figura 9. Estadística de bloqueo de voz para un sitio que presenta fallas.

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

3.3 ACCESS FAIL DE VOZ

Este indicador se presenta cuando existe una falta de acceso en el momento en que se intenta establecer una conexión de voz, esta falta de acceso se establece en la comunicación inicial que se da entre el UE (Equipo Terminal del usuario) y el sitio. Existen tres tipos de fallas de acceso: Fallas en el dispositivo móvil celular del usuario para establecer comunicación con el sitio por medio de los canales lógicos, fallas de acceso a causa de interferencias (Radio) de cualquier tipo y fallas en el sitio. El Access Fail de voz se puede presentar tanto en el nodo B de 3G como la BTS de 2G, y en los dispositivos móviles.

Un ejemplo de un sitio de 3G que no presenta Access fail en ninguno de sus sectores se observa en la Figura 10. Este sitio tiene 2 portadoras y el valor máximo presentado de Access Fail es de 0.46% para el sector 1 en el rango de tiempo mostrado.

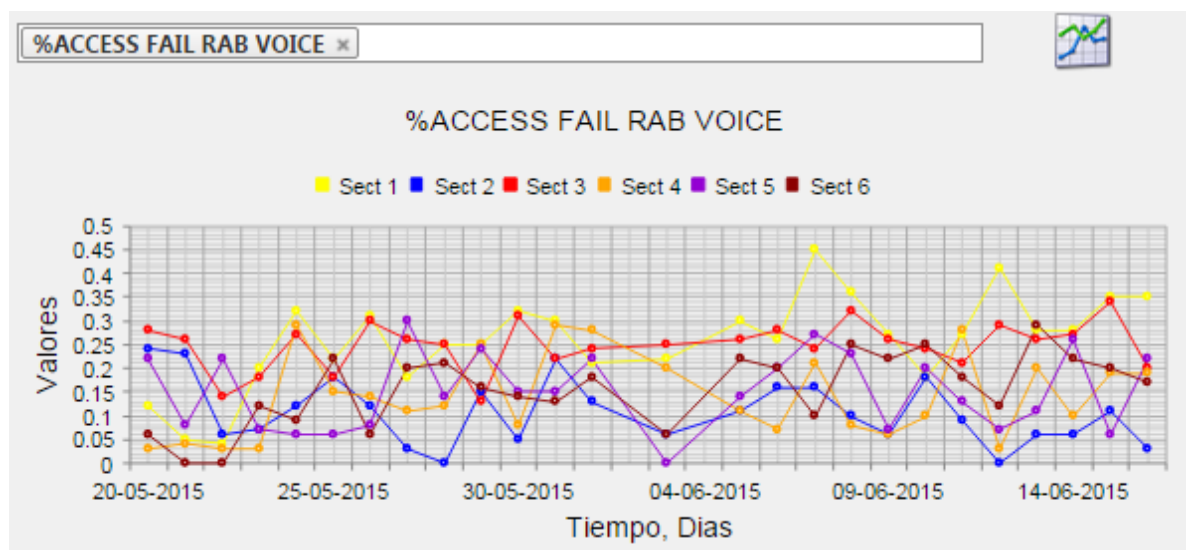


Figura 10. Estadística de access fail de voz para un sitio optimizado

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

La Figura 11 muestra un sitio que posee tres portadoras de 3G. Este sitio presenta un Access Fail de voz de 4% en el sector 1 de la primera portadora y del 3% en el sector 4 de la segunda portadora. Se observa que la falla duro 1 día, al ser un dato

atípico podría afirmarse que se debe a una posible reconfiguración del sitio, puesto que los niveles de Access Fail se normalizaron al día siguiente.

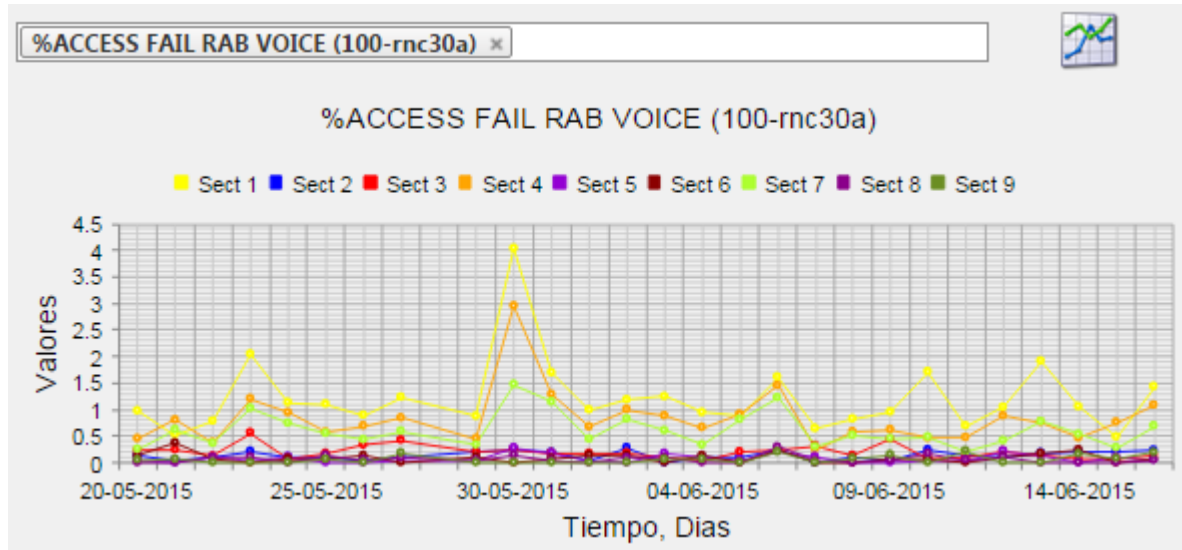


Figura 11. Estadística de access fail de voz para un sitio que presenta fallas

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

3.4 SETUP FAILURE DE VOZ

Este KPI indica el porcentaje por cada sector de un Sitio de las conexiones no exitosas al momento de intentar realizar una llamada. Se relaciona directamente con el Bloqueo de voz y el Access Fail de voz, ya que el Bloqueo de voz es una falla por falta de recursos, el Access Fail una falla de acceso y ambas se presentan antes de establecer la conexión. El Setup Failure de voz se puede definir como:

$$\text{SetupFailure} = \text{Access Fail} + \text{Bloqueo}$$

El Setup Failure de voz se puede presentar tanto en el nodo B de 3G como la BTS de 2G. Un ejemplo de un sitio de 3G que no presenta Setup Failure de voz en ninguno de sus sectores se muestra en la Figura 12. Específicamente, este sitio tiene 2 portadoras y el valor máximo presentado de Access Fail es de 0.46% para el sector 1 en el periodo de tiempo mostrado. Este sitio es el mismo que se observó en la Figura 10 para el Access Fail de voz, al comparar las dos figuras se encuentra gran similitud en el comportamiento, evidenciando la relación existente entre el

Access Fail de voz y el Setup Failure, de manera que se puede afirmar que el bloqueo de voz de este sitio debe ser muy bajo.

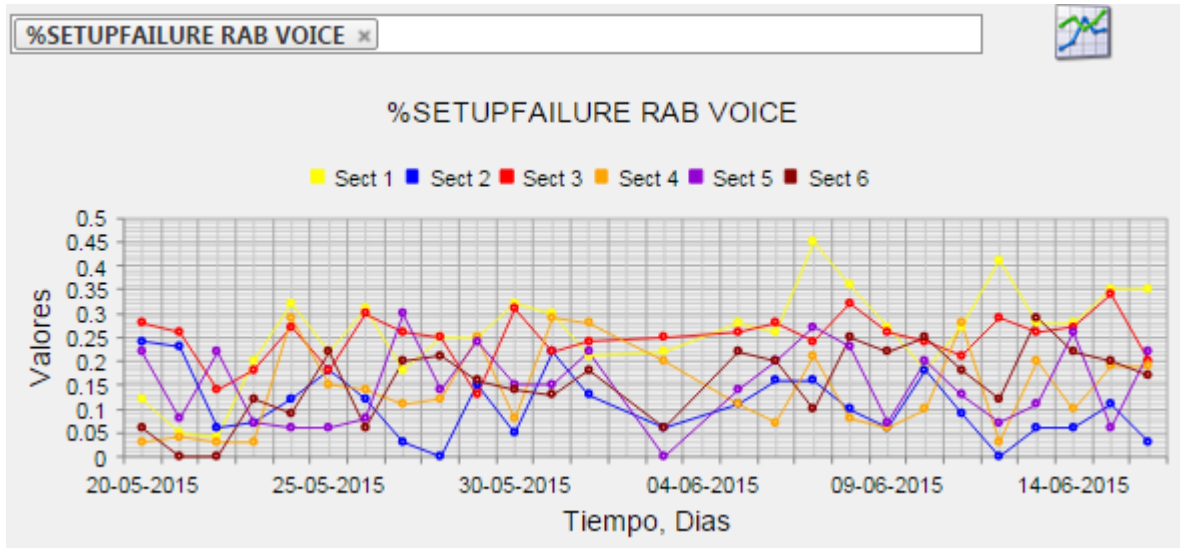


Figura 12. Estadística de setup failure de voz para un sitio optimizado

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

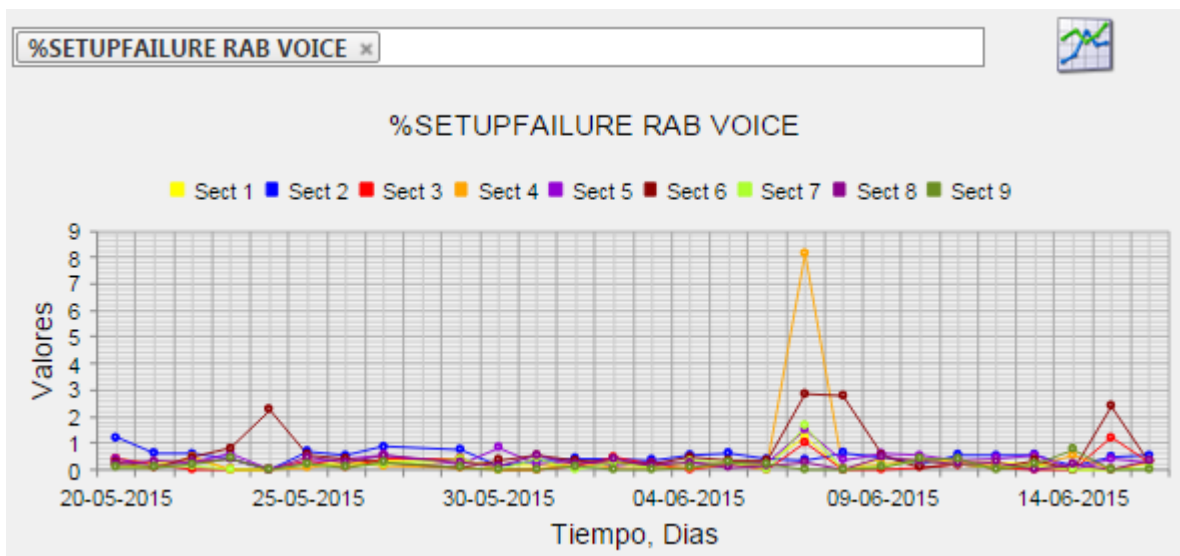


Figura 13. Estadística de setup failure de voz para un sitio que presenta fallas

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

La Figura 13 muestra un sitio que posee tres portadoras de 3G. Este sitio presenta un Setup Failure de voz de 8.2% en el sector 4 de la segunda portadora, falla que

duro 1 día y podría deberse a una falla a nivel de Hardware por falta de recursos de potencia que es un factor de Bloqueo de voz, ya que al día siguiente la falla se normalizó.

3.5 DROP DE VOZ

Este es el KPI's más importante puesto que es perceptible para los usuarios, presentando mayor número de quejas. Para que se presente esta falla no puede haberse presentado Setup Failure, Access Fail o Bloqueo, ya que se presenta cuando el recurso se asigna, es decir, el sitio posee recursos estableciendo una conexión de voz.

La falla se presenta cuando de forma repentina una llamada ya establecida se cae, y su control busca evitar la caída de llamadas en la zona. Se debe principalmente a la alta congestión del sitio, la falta de capacidad del mismo, interferencias o la falta de configuración de adyacencias que impiden la realización de handover. Las adyacencias son los sitios vecinos a los que se debe pasar el dispositivo móvil cuando está en movimiento.

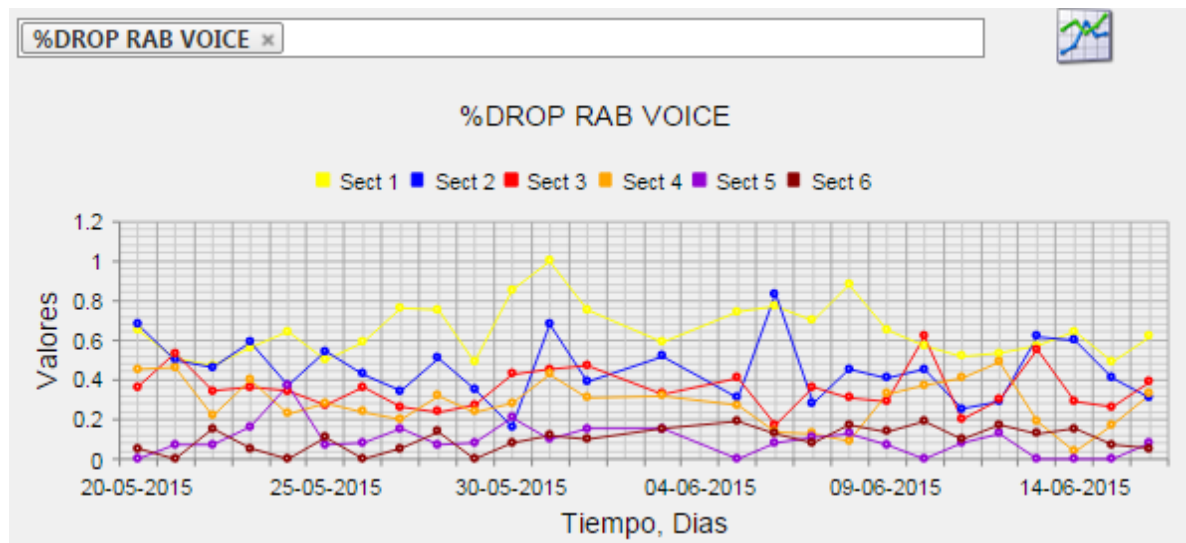


Figura 14. Estadística optimizada de drop de voz

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

La Figura 14 detalla el comportamiento del Drop en un sitio en 3G que presenta niveles estadísticos controlados, posee 6 sectores y dos portadoras.

Un ejemplo claro de difícil control de Drop de voz se evidencia en el sector de San Victorino en el centro de Bogotá, que presenta una gran cantidad de tráfico de voz. Las estadísticas de este sitio muestran en el sector 4 un valor de Drop de Voz por encima del 2% durante casi un mes (Figura 15). Este caso se presenta principalmente por falta de capacidad debida a la gran cantidad de usuarios, una de las posibles soluciones de optimización es colocar sitios nuevos cercanos que ayuden a disminuir el tráfico del sitio, permitiendo la normalización de los valores del KPI.

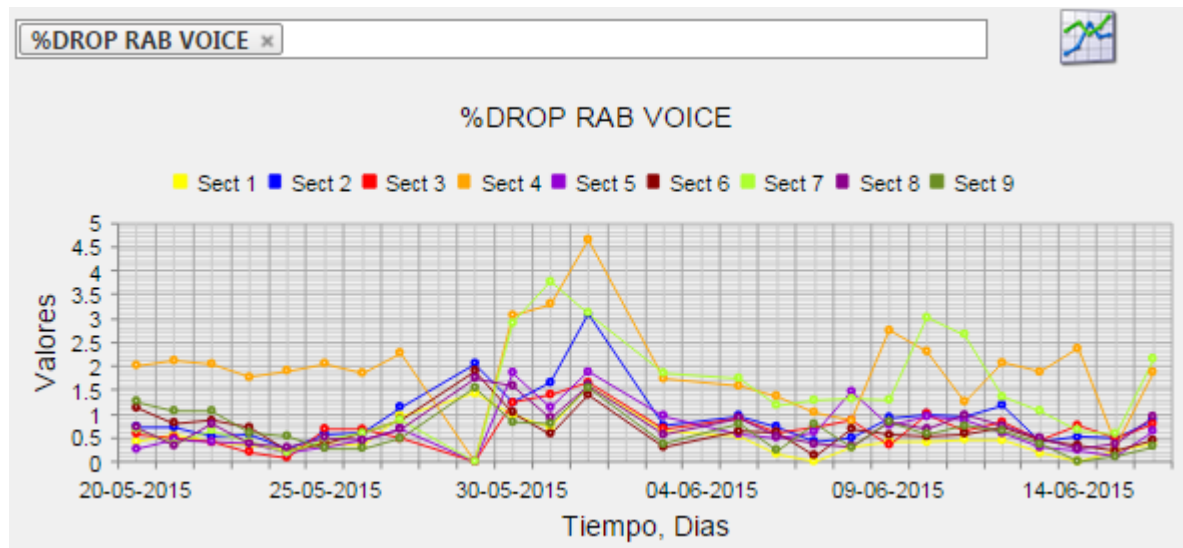


Figura 15. Estadística sin optimizar de drop de voz

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

Un ejemplo claro de este tipo de solución puede observarse en la Figura 16, donde los sectores 1 y 3 presentan un Drop de voz por casi 3 semanas. Para solucionar esta falla, el 6 de junio se coloca al aire un sitio nuevo que apunta a la misma zona de los sectores afectados, con lo cual el tráfico de voz se redistribuye y por lo tanto los niveles de Drop disminuyen.

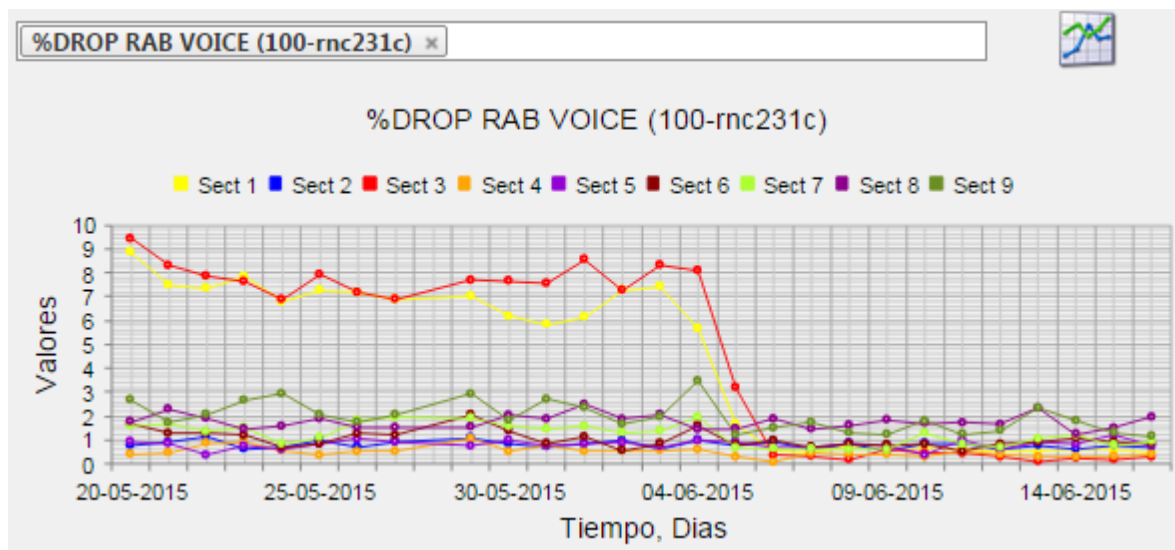


Figura 16. Optimización en sitio con fallas en drop de voz

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

3.6 FAIL CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back) DE VOZ EN 4G

Este KPI se observa únicamente en 4G, es similar al Setup Failure de voz ya que se mide para conexiones no establecidas. Ocurre cuando un móvil que se encuentra en 4G utilizando datos desea hacer una llamada de voz por 3G y no es posible hacer el cambio de tecnología. En Colombia para establecer una llamada de voz el dispositivo móvil celular debe pasarse a 3G, puesto que no está implementada la VoLTE (Voz sobre LTE).

Esta falla puede presentarse a nivel de core o RF. A nivel de core se presenta cuando el MME (Mobility Management Element) de 4G por su configuración no permite pasar la llamada a 3G. A nivel de RF se presenta por problemas de acceso del dispositivo móvil al eNodeB de 4G.

Aunque esta falla no conlleva a sanciones de la magnitud de los otros KPI's descritos, el operador debe garantizar a los usuarios de 4G establecer una llamada de la voz mediante las otras tecnologías. Es importante resaltar que una vez establecida la llamada en 3G, el KPI que se puede afectar es el Drop de voz.

La Figura 17 muestra un sitio de 4G, que presenta un Fail CSFB de voz de 3.7% en el sector 2 y de 3.5% en el sector 3. Se ha establecido que esta falla se debe a problemas de acceso y no de core, es decir, el dispositivo 4G no ha podido establecer la conexión con el eNodeB. Actualmente la prioridad de este KPI es baja, debido a que no conlleva a sanciones y puede decirse que los valores no generan una percepción mala de la red por parte del usuario. Esta es la razón por la que la falla no ha sido normalizada.

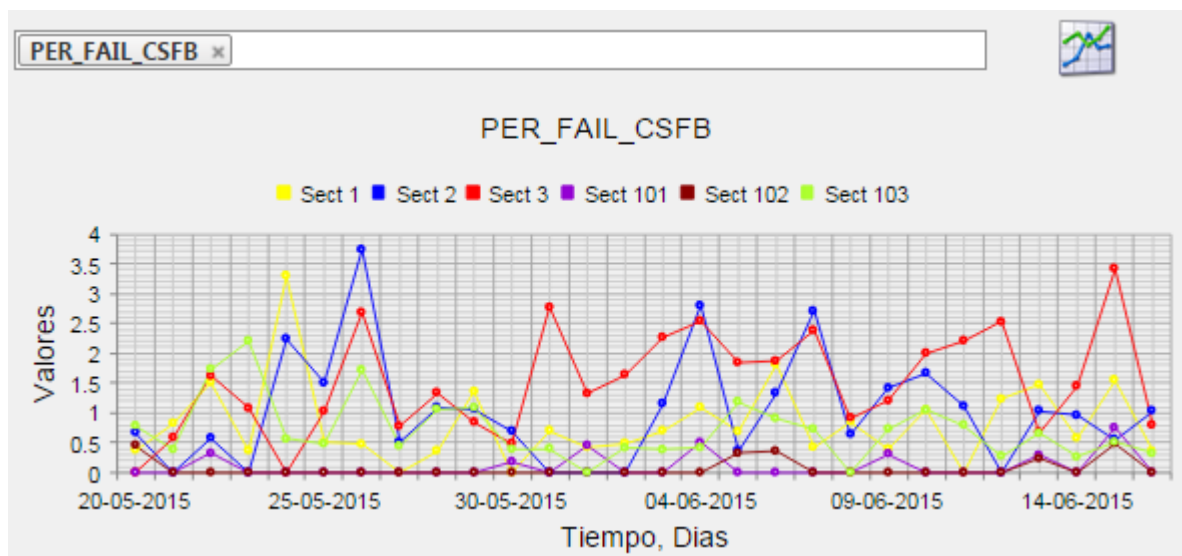


Figura 17. Estadística sin optimizar de fail CSFB de voz en LTE

Fuente: Herramienta de estadísticas Ingeniería RF Movistar

4 PROCESO DE IDENTIFICACION DE FALLOS EN MOVISTAR

La CRC establece una serie de requerimientos técnicos para garantizar un servicio de calidad a los usuarios a nivel de voz. Para cumplir con dichos requerimientos se necesita de un control adecuado de los KPI's tratados en el capítulo 3. Capítulo en el que los indicadores de desempeño o KPI's se miraban únicamente desde los sitios, en el capítulo 4 se busca controlar el desempeño de los KPI's a nivel de localidades. Para esto se desarrolló una base de datos con la información de todos los KPI's en la ciudad de Bogotá.

Esta base de datos proporciona información detallada que caracteriza semana a semana, el comportamiento de todas las localidades de la ciudad. Esta desarrollada en Access y realiza un cruce mediante el código del sector entre la BND de la jefatura de RF y los la información detallada obtenida, como se observa en la Figura 18.

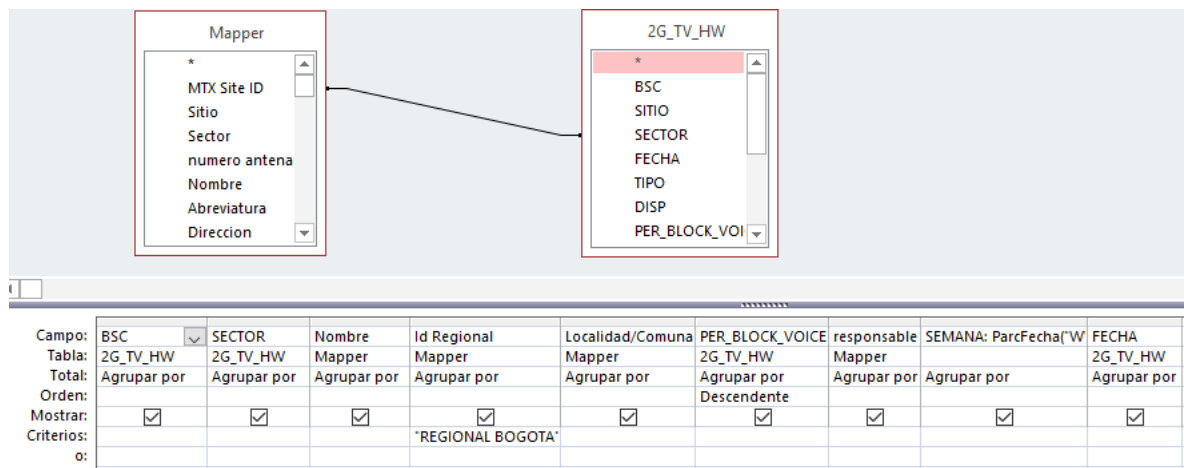


Figura 18. Vista en diseño de una consulta en Access para bloqueo de voz de Huawei en 2G

Fuente: Ingeniería RF Movistar

La información generada por la consulta de la figura 19 se almacena en la base de datos como se muestra en la Figura 19. De manera que, posteriormente se realice un informe grafico en Excel que muestre el comportamiento de la red en determinada semana.

HW_BLOCK_VOICE								
BSC	SECTOR	Nombre	Id Regional	Localidad/C	PER_BLOCK	responsable	SEMANA	
BSC04SB3	GB4763	FUNZA CENTR	REGIONAL BOC	UNICA	13,610	HJVELANDIAP/	16	
BSC04SB3	GB0081	AEROPUERTO	REGIONAL BOC	ENGATIVA	9,810	HJVELANDIAP/	26	
BSC04SB3	GB4761	FUNZA CENTR	REGIONAL BOC	UNICA	9,700	HJVELANDIAP/	11	
BSC04SB3	GB4732	EL RADAR BOG	REGIONAL BOC	FONTIBON	9,220	HJVELANDIAP/	27	
BSC04SB3	GB3391	MOSQUERA	REGIONAL BOC	UNICA	8,250	HJVELANDIAP/	24	
BSC04SB3	GB3945	SAN MARCOS	REGIONAL BOC	ENGATIVA	8,020	HJVELANDIAP/	25	
BSC04SB3	GB0423	KENNEDY	REGIONAL BOC	KENNEDY	7,200	HJVELANDIAP/	24	
BSC04SB3	GB3393	MOSQUERA	REGIONAL BOC	UNICA	7,010	HJVELANDIAP/	11	

Figura 19. Información en base de datos

Fuente: Ingeniería RF Movistar

Una vez se han realizado las consultas diseñadas, esta información se pasa a un archivo Excel. En donde con base a los valores de KPI's registrado semanalmente por el vendedor para cada uno de los sectores de los diferentes sitios de una localidad, se calcula el promedio semanal de los KPI's de una localidad y se muestra la totalidad de las localidades de manera gráfica para el análisis.

En total se maneja una base de datos por tecnología (2G, 3G y 4G), cada una de ellas se consulta por KPI y vendedor, para 2G y 3G se hace un total de 8 consultas, ya que movistar cuenta solo con dos vendedores y los KPI a consultar son 4. Mientras que en 4G todos los equipos son Huawei y solo se mide un KPI, por lo tanto solo se hace una consulta.

La consulta por vendedor es necesaria ya que las estadísticas de los sitios son generadas en diferentes formatos de información, y es importante apreciar cual vendedor tiene más afectaciones a nivel de fallas.

Las figuras que se mostraran a continuación reflejan la presentación de un informe de Excel, creado para cada tecnología y en donde se ve el comportamiento de los diferentes KPI's semanalmente en el año 2015. Cada informe tiene una gráfica por KPI y por vendedor. El tiempo en el que se ve el comportamiento de los KPI's va desde la semana 9 (Febrero 23 - Marzo1) hasta la semana 27 (Junio 29 - Julio 5)

En la Figura 20 se observa el informe de Bloqueo de voz en 3G de Nokia, se aprecia que a lo largo de las 18 semanas transcurridas el promedio de bloqueo semanal por encima del 2% en las localidades nunca se presenta durante dos semanas consecutivas, lo que refleja un control de red deseado, ya que se observa que se tiene un control semanal y las semanas en las que se presentó un bloqueo por encima del 2% se normalizaron a la semana siguiente.

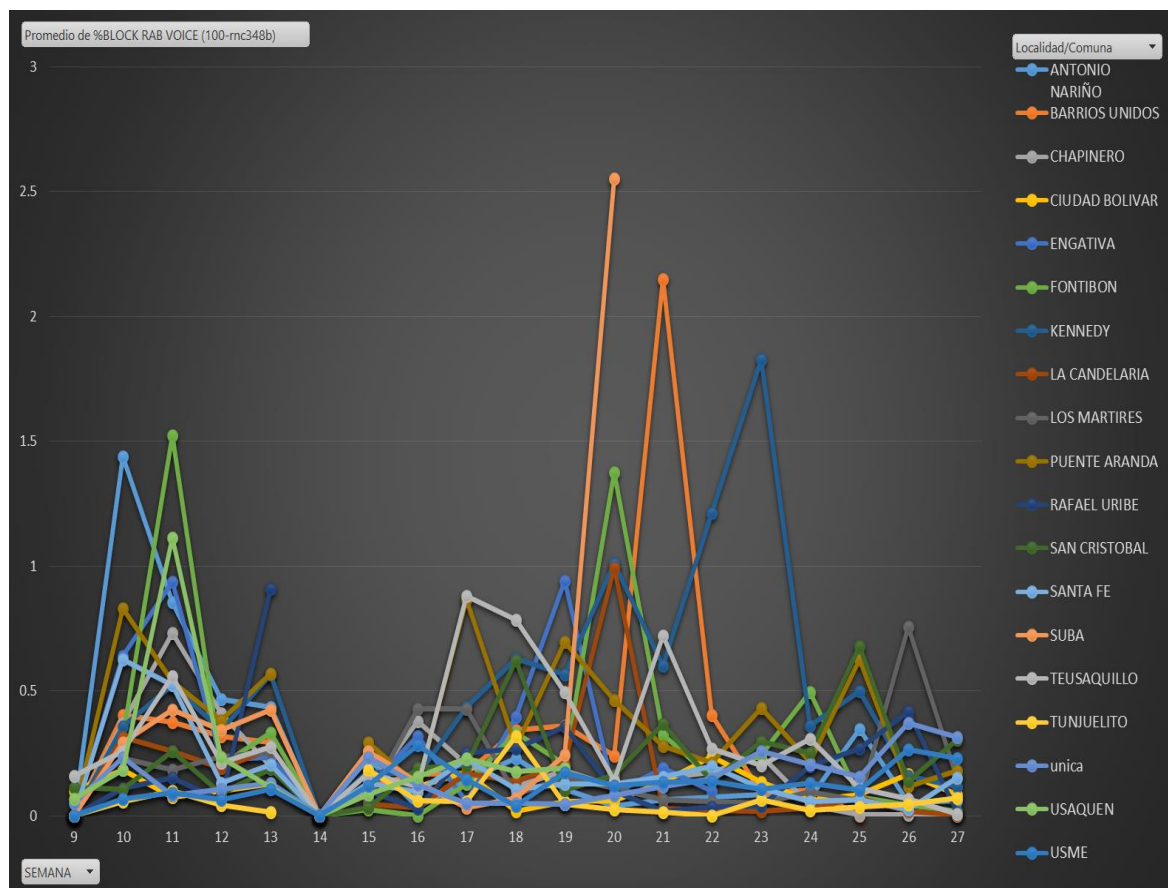


Figura 20. Informe Bloqueo de voz Nokia para 3G

Fuente: Ingeniería RF Movistar

Uno de los valores más altos de bloqueo en el año se presentaron en la localidad de Suba en la semana 20, el promedio de Bloqueo fue de 2.55% esta semana, la Figura 21 muestra los sectores que incidieron más en el promedio total de la localidad y básicamente es por solamente un sitio llamado CAFAM LA FLORESTA

en el sector 3 que presento un bloqueo de 32.64%. En la Figura 20 se observa que después de la semana 20 no hay datos de bloqueo para la localidad de Suba, esto se debe a que Suba cambio de Vendor en la semana 20 y en la semana 21 los equipos ya eran Huawei. El cambio de Vendor de Nokia a Huawei se le denomina SWAP y en telefónica a nivel de 3G en Bogotá se realizó este año SWAP en el 60% de la ciudad.

RNC	WBTS	Nombre	Id Region	calidad/Co	%BLOCK	espons	SEMANA
RNC09SB4	UE3883_CAF AM LA FLORESTA UMTS_3	CAFAM LA FLORESTA	REGIONAL BOGOTA	SUBA	32.64	EBRAVO LE	20
RNC09SB4	UE3882_CAF AM LA FLORESTA UMTS_2	CAFAM LA FLORESTA	REGIONAL BOGOTA	SUBA	1.68	EBRAVO LE	20

Figura 21. Sectores incidentes en Bloqueo de voz semana 20 localidad Suba

Fuente: Ingeniería RF Movistar

La otra localidad que presento Bloqueo por encima del 2% en alguna semana fue Barrios Unidos con un valor de 2.14% en la semana 21. Como se observa en la Figura 22 el sitio incidente en este valor de Bloqueo fue ICBF en los sectores 2, 4, 8 y 7 que presentaron niveles de hasta 38.83% en la semana 21. En la semana 22 este sitio ya se ha optimizado por parte del ingeniero responsable y el valor semanal de la localidad baja hasta 0.4% en la semana 22.

En cuanto a los vendor, es muy importante que los informes se generen por aparte ya que los archivos donde se encuentra la información de los sitios es diferente para cada uno de ellos (Huawei y Nokia) y así mismo es importante para comparar el rendimiento de cada uno de ellos a nivel de KPI's, observando cual tiene más fallas y dándoles un control por aparte.

RNC	WBTS	Nombre	Id Region	Calidad/Co	%BLOCK	espons	SEMANA
RNC09SB4	UC2558_ICB F BOGOTA_8	ICBF BOGOTA	REGIONAL BOGOTA	BARRIOS UNIDOS	38.83	EBRAVO LE	21
RNC09SB4	UC2557_ICB F BOGOTA_7	ICBF BOGOTA	REGIONAL BOGOTA	BARRIOS UNIDOS	33.53	EBRAVO LE	21
RNC09SB4	UC2552_ICB F BOGOTA_2	ICBF BOGOTA	REGIONAL BOGOTA	BARRIOS UNIDOS	32.43	EBRAVO LE	21
RNC09SB4	UC2554_ICB F BOGOTA_4	ICBF BOGOTA	REGIONAL BOGOTA	BARRIOS UNIDOS	31.10	EBRAVO LE	21

Figura 22.Sectores incidentes en Bloqueo de voz semana 21 localidad Barrios Unidos

Fuente: Ingeniería RF Movistar

Nokia es el vendor que se ha utilizado por más tiempo en Movistar, los datos estadísticos que brindan sus equipos hasta el momento han sido de confianza para la empresa y gracias a estos es fácil solucionar problemas técnicos que se puedan llegar a presentar en los diferentes sitios de la red en Bogotá. Huawei es relativamente un vendor joven que utiliza equipos que tienen un más bajo costo a comparación de Nokia, uno de los problemas de este vendor es la veracidad de la información que brindan sus equipos.

Para resaltar esta situación, en las siguientes figuras se muestra una comparación de Nokia y Huawei respecto al informe que se da de cada uno de los KPI's que se necesitan mantener controlados. En la Figura 23 está el informe a lo largo del año de Access Fail de voz de Nokia para 3G, se observa que las semanas que alguna localidad ha superado el 2%, se ha controlado la semana siguiente. Esto se corrige optimizando los sitios que más tienen influencia en el promedio de la localidad teniendo en cuenta la información brindada por los equipos de Nokia.

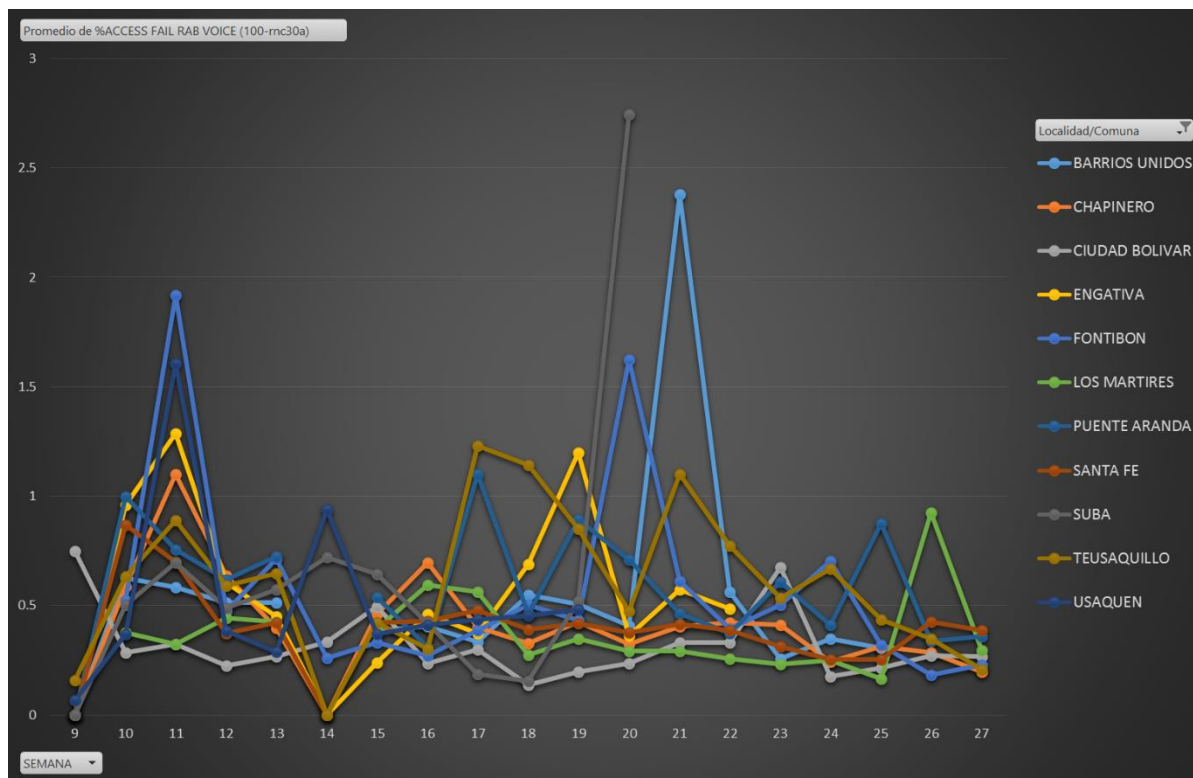


Figura 23. Informe Access Fail de voz de Nokia para 3G

Fuente: Ingeniería RF Movistar

En la Figura 24 se observa el comportamiento del Access Fail de Huawei para 3G a lo largo del año 2015, el valor promedio en las localidades de este KPI nunca ha superado el 2% para realizar posteriores optimizaciones para controlar las fallas, el promedio en general en las localidades está por debajo del 0.4% semanal. A simple vista Huawei presenta un mejor rendimiento que Nokia a nivel de Access Fail pero los usuarios presentan por lo general quejas en cuanto a la falta de acceso en zonas de la ciudad donde el vendor es Huawei y por esta razón los datos estadísticos que generan los equipos de Huawei no son fiables.

Este tipo de graficas son las que se generan en el informe en Excel para presentar la información. El informe está compuesto por tres archivos, uno por cada tecnología, para 2G y 3G hay un total de 8 graficas por archivo ya que son 4 KPI's y 2 vendors. Para 4G hay un total de 5 graficas ya que se muestran 5 KPI's del

vendor Huawei pero solo se tendrá en cuenta el KPI Fail CSFB (Fail Circuit Switching Fall Back).

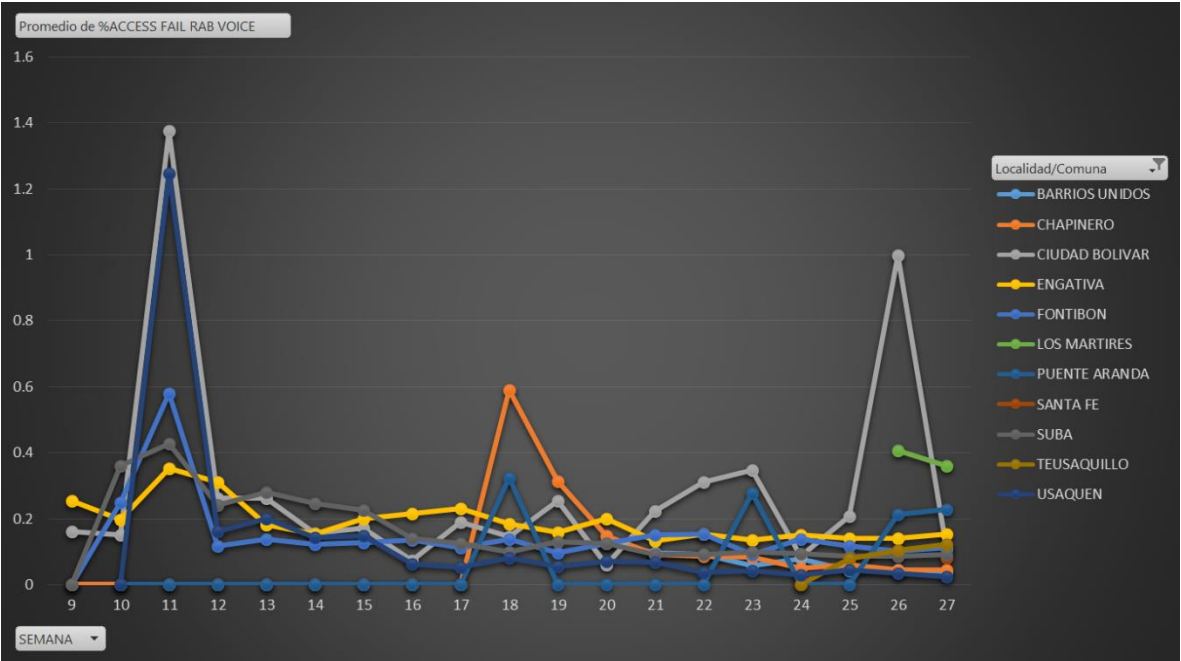


Figura 24. Informe Access Fail de voz de Huawei para 3G

Fuente: Ingeniería RF Movistar

5 BND

En Telefónica Movistar la BND es un archivo en Excel que posee todos los datos físicos, geográficos y técnicos de los sitios de la red a nivel nacional. Actualmente posee 54 columnas de diferente información que clasifica cada uno de los sitios sector a sector. Esta información es diligenciada por los diferentes Ingenieros y Técnicos en el momento en que: se ponen en servicio sitios nuevos; se hacen optimizaciones para mejora de calidad, cobertura o capacidad; y se implementan nuevas portadoras a sitios que ya están en servicio. La información no se ha diligenciado correctamente o en su totalidad como para fiarnos de su veracidad, lo cual ha generado inconsistencias.

Debe tenerse en cuenta la información crítica según los requerimientos de tipo informativos por parte de la CRC para implementar el aplicativo BND. De manera que se identifiquen más claramente las inconsistencias de la BND de Movistar en la regional de Bogotá y de forma más rápida.

5.1 INFORMACION CRÍTICA

Los requerimientos para el aplicativo BND se basan en información necesaria para llevar a cabo el proyecto de localización de personas por medio del establecimiento de una llamada que el estado exigió con la última subasta de espectro radioeléctrico.

El proyecto consiste en que por medio de datos internos de los operadores (BND) que contienen especificaciones geográficas, técnicas y físicas de los sitios que poseen, permitan encontrar a una persona con los datos almacenados en el Core de la red cuando se realiza un intento de llamada desde su Dispositivo Móvil Celular sin necesidad de establecer conexión con otro individuo. Para que no se presente un error en la localización al momento de poner en práctica el proyecto planteado, la CRC exige a los operadores tener la información de sus bases de datos en perfecto estado, en caso de errores, se aplicara una sanción o multa al operador.

Después de analizar la base de datos nacional de las 54 columnas se identificaron los siguientes datos como información crítica para el desarrollo del aplicativo, ya que tienen información influyente para el proyecto de localización de personas:

- **LOCALIDAD:** Hay sectores o sitios que no poseen Localidad en la BND, son las localidades que componen la ciudad de Bogotá, es muy importante saberla al momento de tratar de ubicar a la persona ya que se puede tomar como la primera información de ubicación.
- **DIRECCION:** Los sectores o sitios deben tener su respectiva dirección en la ciudad de Bogotá, se relaciona directamente con la localidad como fuentes de información primaria de ubicación.
- **TIPO DE ESTRUCTURA:** El tipo de estructura da la información física en la que se encuentra el sitio, puede ser un edificio, una casa, un mástil, diferentes tipos de torre, vallas, entre otros.
- **ANTENA:** La referencia de la antena que se tiene en cada uno de los sectores siempre debe estar en la BND ya que determina características técnicas que son importantes al momento de hacer una ubicación.
- **CENTRO DE RADIACION:** Es la altura que tiene la antena o sector respecto al suelo. Si se encuentra en un edificio el sitio también se cuenta la altura del edificio para determinar este dato. En el caso en que en la BND el centro de radiación sea 0 metros se debe corregir revisando el sitio.
- **EQUIPO:** Todo sitio, en cada uno de sus sectores, se le debe especificar el tipo de equipo que se utiliza, cuando el tipo de equipo no está en la BND, se necesita realizar una visita técnica al sitio y especificarlo.
- **COORDENADAS:** Las coordenadas en los sitios dan la ubicación geográfica exacta del mismo, sin estas la BND tendría una grave inconsistencia o vacío que deberá ser corregido inmediatamente.
- **OPERADOR:** Informa cuál es el dueño del sitio ya que Movistar no es una empresa de construcción de sitios. Los operadores pueden ser: Telefónica

Móviles Colombia, Claro, ATC, Avantel, Tigo, TOWERCO, TORRES ANDINA, entre otros.

- **SIN SECTORES:** Muestra el número de sector del sitio, si no se tiene este, la dirección a la que apunta el mismo es difícil determinarla y puede concurrir a errores.
- **ZONA REGIONAL:** La Zona Regional indica en que parte de Colombia se encuentra el sitio en el caso de la Jefatura de RF regional Bogotá, se van a tener en cuenta las zonas regionales Bogotá y Cundinamarca.
- **TILTS INCOHERENTES:** Las antenas poseen en sus especificaciones un determinado límite para asignar el Tilt eléctrico, este determina que tan grande va a ser el lóbulo de radiación del sector del sitio. Cuando el Tilt eléctrico supera el que se especifica en las características de la antena, es una inconsistencia en la BND que se debe revisar.
- **AZIMUTS INCOHERENTES:** Este es muy importante que este sin errores ya que indica en grados (de 0 a 360) la ubicación de los sectores de un sitio, los sectores deben tener el mismo azimuth de la siguiente manera: 1, 4, 7 con el mismo azimuth, 2, 5, 8 igual y por último los sectores 3, 6 y 9; si no son iguales hay una inconsistencia en la BND que debería ser corregida inmediatamente.
- **TRÁFICO LTE:** Movistar está desplegando LTE fuertemente en Bogotá, por esto los sitios que ya estén en la base de datos nacional deben estar al aire y así mismo tienen que tener tráfico. Los que aparezcan sin tráfico puede que tengan algún tipo de falla que debe ser corregida.
- **POR CREAR LTE:** Generalmente a diario salen sitios nuevos de LTE los cuales se deben crear en la BND, lo que se busca es detectar los sitios que están al aire pero en la BND no aparecen.

5.2 DISEÑO INICIAL BND

Al tener la información crítica a la que se le van a buscar inconsistencias, es necesario implementar algún programa que cumpla con esa función. Inicialmente

se hizo una Macro que lo que busca mostrar las diferentes inconsistencias que se quieren encontrar para corregirlas de forma inmediata y tener una BND sin errores.

En la Macro en general la estructura del código es parecida para realizar las consultas para encontrar inconsistencias. En la Figura 25, se muestra el diagrama de flujo que muestra el funcionamiento básico de la Macro para encontrar las inconsistencias en la BND, cuando se ejecuta la Macro, se establece una conexión con el archivo de Excel de la BND que posee la información crítica que se debe revisar, posteriormente se ejecutan operaciones de comparación entre los datos que hay en la BND (Información crítica establecida anteriormente) con el objetivo de encontrar inconsistencias, por último se muestran en diferentes hojas de Excel los datos que presentaron inconsistencias para posteriormente ser corregidas y se finaliza la ejecución de la Macro al terminar la revisión de los datos críticos de la BND.

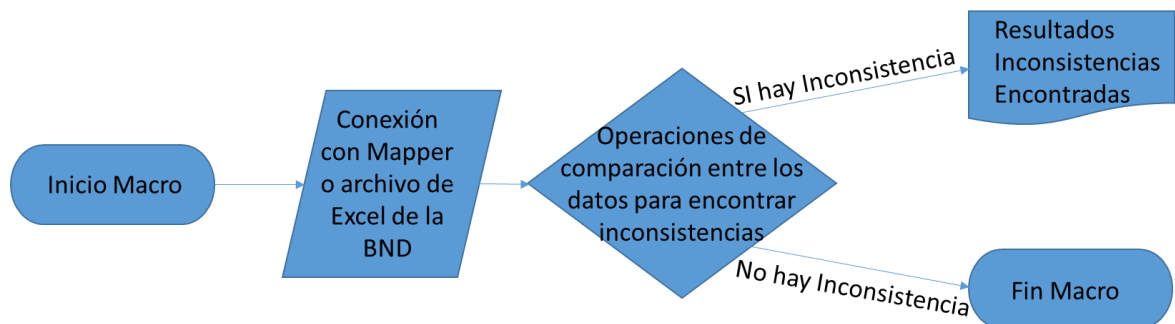


Figura 25. Diagrama de Flujo funcionamiento Macro para aplicativo BND

Fuente: El Autor

Un ejemplo de cómo se ven los resultados después de la ejecución de la Macro, se aprecia en la Figura 26, esta inconsistencia es del dato crítico Centro de radiación:

MTX Site ID	Sitio	Sector	Nombre	Depto	Munic	Cp	Latitud	Longitud	Estructura	Referencia Ant	Centro Radiación
HE1143_12	HE1143_1	2	CARACOL TV I.	BOGOTA	D.C-B		4,69402	-74,0729	EDIFICIO	DTV 1,9-12	

Figura 26. Resultado inconsistencias de centros de radiación

Fuente: Ingeniería RF Movistar

En la Figura 26, se observa que el sitio de código HE1143 en el sector 2 no posee Centro de Radiación por lo que es necesario ir al sitio por parte de un Técnico y determinar cuál es el valor del mismo.

Este procedimiento se realiza con toda la información crítica que se estableció anteriormente, pero este procedimiento requiere de mucho trabajo por lo que la Macro se debe modificar por parte de los ingenieros y a la vez ejecutar, esto hace que se pierda tiempo de trabajo y realmente no es a lo que los Ingenieros de RF se dedican.

6 IMPLEMENTACION

Después de cumplir con los tres primeros objetivos específicos de esta monografía, ya se van a implementar los aplicativos BND y Fallos como sub aplicativos de la herramienta utilizada en la jefatura de RF llamada RFTools, esto se va a realizar Visual Studio 2013.

RFTools es una herramienta que se encarga de facilitarle a los ingenieros que trabajan en la jefatura de RF su trabajo, ya que posee varios sub aplicativos que cumplen con funciones muy específicas y que optimizan la forma en que los ingenieros realizan su trabajo. Anteriormente a implementar los aplicativos BND y Fallos en RFTools, ya se tenían 9 sub aplicativos. A continuación se detalla un poco de algunos de estos.

La Figura 27 muestra el aplicativo “Resumen Regional”, este accede a bases de datos de la jefatura de RF que poseen información sobre toda la infraestructura de red móvil en la regional de Bogotá y Cundinamarca. Muestra la cantidad de sitios y sectores que hay en toda la regional, los clasifica por tecnología y por vendor, también informa la distribución de estos en las RNC y BSC que se tienen, incluye a su vez el estado de todos ya que hay sitios que aún son proyectos y no están en servicio. Básicamente este aplicativo es muy importante para tener control de toda la infraestructura de red móvil en la regional.

Otro aplicativo practico en la jefatura de RF es “KML”, la Figura 28 muestra este aplicativo, básicamente lo que hace es generar archivos .kml que son archivos que se abren en google Earth, grafican los puntos donde se encuentran todos los sitios de la regional, si se necesitan archivos .kml con menos información, es decir con una ciudad de Cundinamarca solamente o alguna tecnología en especifica se puede filtrar también.

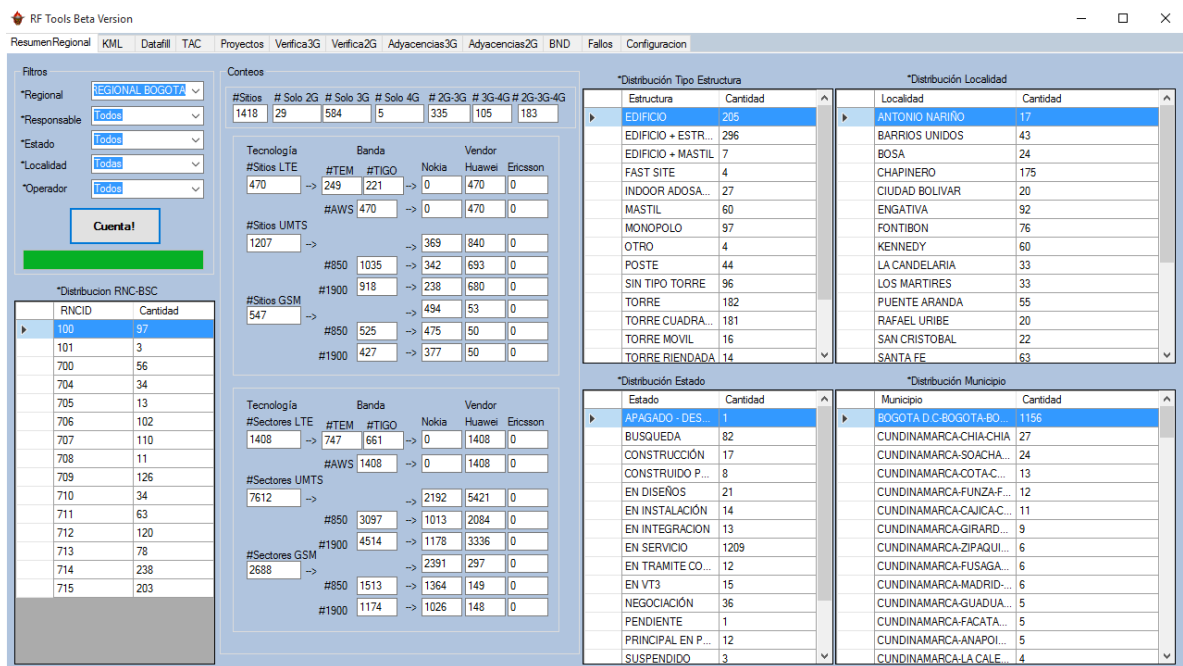


Figura 27. Aplicativo resumen regional

Fuente: Herramienta RFTTools

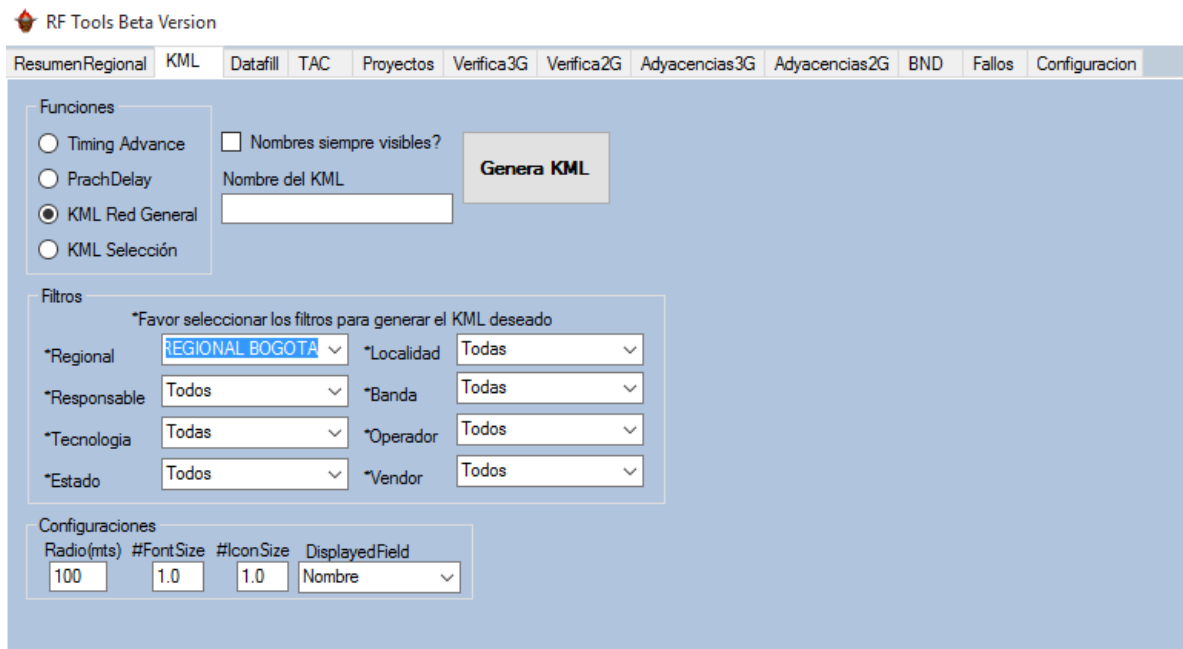


Figura 28. Aplicativo KML

Fuente: Herramienta RFTTools

El aplicativo “Datafill” que se puede observar en la Figura 29, se encarga de generar archivos de Excel llamados Datafill, estos se hacen cuando se quiere construir un sitio nuevo 3G, cuando se quiere colocar más infraestructura de red en un sitio 3G ya existente o cuando un operador diferente a movistar quiere colocar de su infraestructura 3G en un sitio movistar. Este archivo contiene las especificaciones técnicas de los sectores nuevos que se van a instalar, esta información es muy relevante ya que de esta depende que los sitios a nivel de Core queden bien configurados y no presenten problemas al momento de ponerlos al aire.

Como se observa se pueden crear Datafill dependiendo de la banda ya sea 850MHz o 1900 MHz, Datafill para metrocelas que son sitios que básicamente tienen un solo sector o sectores adicionales.

Figura 29. Aplicativo Datafill

Fuente: Herramienta RFTools

Otro de sus aplicativos es “TAC”, en la Figura 30 se observa este, se encarga de convertir el LAC (Location Area Code) que se utiliza en GSM y UMTS por TAC

(Tracking Area Code) que es el que se utiliza en LTE, estos códigos son importantes a nivel de configuración porque determina ubicación, para LTE este código es diferente y por esto se realizó este aplicativo con el objetivo de hacer tal conversión.

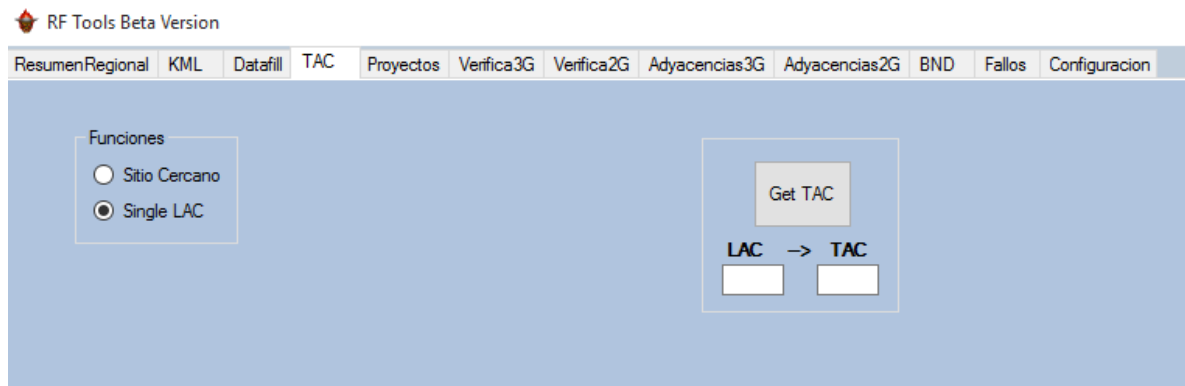


Figura 30. Aplicativo TAC

Fuente: Herramienta RFTools

Los anteriores son sub aplicativos que están integrados en RFTools, por ser la herramienta principal de trabajo en la jefatura de RF, se implementan los aplicativos BND y Fallos en este. El objetivo de la herramienta RFTools es proporcionar la información necesaria a los ingenieros de RF para la realización de sus tareas de forma eficiente y rápida.

6.1 BND

Este aplicativo se implementó en RFTools basándose en consultas, utiliza una metodología similar de ejecución a la mostrada en la Figura 25, lo que hace es mostrar la información que tiene inconsistencias en la BND de la jefatura de RF basándose en ciertas condiciones que se establecieron desde la creación de la Macro en Excel en el capítulo 5.

Como valor agregado, está la forma como va mostrar la información ya que la macro en Excel mostraba la información de una forma más compleja, utilizando una hoja de resultados por consulta de columna de la BND que se realizaba; el aplicativo BND en RFTools muestra toda esta información en solo un ambiente gráfico.

Adicionalmente tiene un menú de opciones para seleccionar específicamente lo que se quiere revisar, la macro solo tenía la opción de ejecutar todas las consultas. Posee también una jerarquización de información, ya que muestra un cuadro con inconsistencias generales y dos cuadros individuales con las inconsistencias que más relevancia tienen para la Jefatura de RF.

La centralización de la información es otro valor agregado, el aplicativo es el mismo para todas las personas que lo utilizan, en el caso de la macro, se podían presentar modificaciones por parte de los ingenieros haciendo que la información consultada no fuera la misma.

La Figura 31 muestra las diferentes consultas que se pueden hacer en el aplicativo, dependiendo de lo que necesite consultar cada uno de los ingenieros al momento de hacer una revisión de la BND.



Figura 31. Opciones de revisión aplicativo BND

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Un ejemplo de ejecución del aplicativo BND implementado en RFTolls se observa en la Figura 32, se escogieron todas las consultas posibles a excepción de Tráfico LTE y por crear LTE, esto ya que se necesita tener acceso a servidores en movistar que poseen la información estadística de los sitios de LTE.

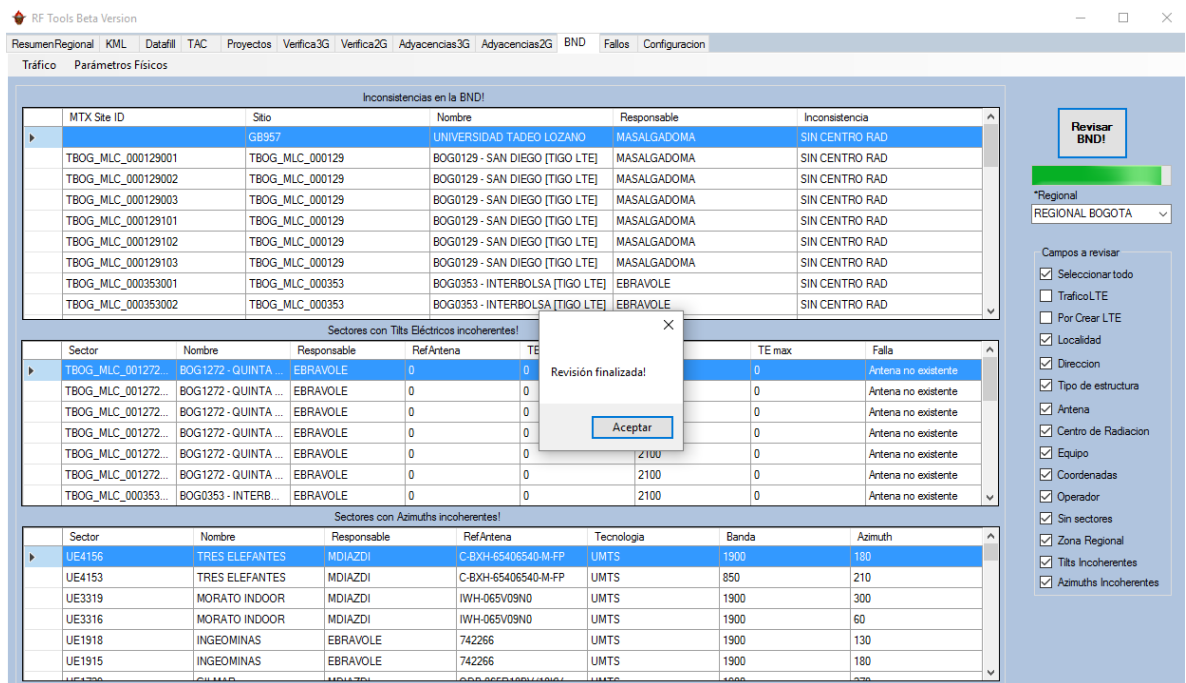


Figura 32. Ejecución del aplicativo BND

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Se aprecia que el resultado de la ejecución de este aplicativo se resume en tres grandes cuadros informativos. El primero de ellos es el de la Figura 33, en este se consignan todas las inconsistencias a excepción de los Tilts eléctricos incoherentes y azimuths incoherentes. Se aprecia que hay incoherencias por no tener centros de radiación establecidos y porque hay sectores que no poseen operador. Esta información se debe revisar y corregir para que cuando se ejecute de nuevo el aplicativo se evidencia que la BND posee menos inconsistencias.

Inconsistencias en la BND!				
MTX Site ID	Sitio	Nombre	Responsable	Inconsistencia
TBOG_MLC_001272003	TBOG_MLC_001272	BOG1272 - QUINTA CAMACHO 4 [T...	EBRAVOLE	SIN CENTRO RAD
TBOG_MLC_001272101	TBOG_MLC_001272	BOG1272 - QUINTA CAMACHO 4 [T...	EBRAVOLE	SIN CENTRO RAD
TBOG_MLC_001272102	TBOG_MLC_001272	BOG1272 - QUINTA CAMACHO 4 [T...	EBRAVOLE	SIN CENTRO RAD
TBOG_MLC_001272103	TBOG_MLC_001272	BOG1272 - QUINTA CAMACHO 4 [T...	EBRAVOLE	SIN CENTRO RAD
UC2471	UC247	ESCUELA MILITAR 80	EBRAVOLE	SIN OPERADOR
UC2472	UC247	ESCUELA MILITAR 80	EBRAVOLE	SIN OPERADOR
UC2473	UC247	ESCUELA MILITAR 80	EBRAVOLE	SIN OPERADOR
UC2474	UC247	ESCUELA MILITAR 80	EBRAVOLE	SIN OPERADOR
UC2475	UC247	ESCUELA MILITAR 80	EBRAVOLE	SIN OPERADOR

Figura 33. Inconsistencias BND generales

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

La Figura 34 muestra los otros dos cuadros informativos de inconsistencias, en el primero, se encuentran los sectores que poseen Tilts eléctricos incoherentes, se debe a que las antenas de estos sitios no están creadas en la BND y por lo tanto no tienen Tilts eléctricos asignados, también los sitios Skandia y Morato presentan inconsistencias ya que poseen un Tilt eléctrico establecido que es mayor al que se permite por las especificaciones de la antena. El tilt eléctrico es un valor que determina cobertura a nivel de sector y que si está mal asignado puede concurrir a interferencias con otros sitios cercanos.

El segundo cuadro muestra los sitios que poseen Azimuths incoherentes, en este caso se observan 3 sitios en los que el Azimuth debería ser el mismo para cada par de sectores, por ejemplo el sitio tres elefantes en los sectores 6 y 3 poseen azimuths de 180 grados y 210 grados respectivamente y por ser sectores que se encuentran apuntando hacia la misma dirección, el azimuth debe ser el mismo. A razón de esto se deben hacer visitas técnicas en los sitios y confirmar los azimuths reales que poseen.

Sectores con Tilts Eléctricos incoherentes!							
Sector	Nombre	Responsable	RefAntena	TE act	Banda	TE max	Falla
TBOG_MLC_000129...	BOG0129 - SAN DIE...	MASALGADOMA	0	0	2100	0	Antena no existente
TBOG_MLC_000129...	BOG0129 - SAN DIE...	MASALGADOMA	0	0	2100	0	Antena no existente
TBOG_MLC_000129...	BOG0129 - SAN DIE...	MASALGADOMA	0	0	2100	0	Antena no existente
	UNIVERSIDAD TAD...	MASALGADOMA	0	0	0	0	Antena no existente
UE2563	SKANDIA - BOG0045...	MDIAZDI	742266	8	850	7	TILT SUPERIOR
UE1141	MORATO	MDIAZDI	ODP-065R18BV/18KV	9	850	7	TILT SUPERIOR
Sectores con Azimuths incoherentes!							
Sector	Nombre	Responsable	RefAntena	Tecnologia	Banda	Azimuth	
UE4156	TRES ELEFANTES	MDIAZDI	C-BXH-65406540-M-FP	UMTS	1900	180	
UE4153	TRES ELEFANTES	MDIAZDI	C-BXH-65406540-M-FP	UMTS	850	210	
UE3319	MORATO INDOOR	MDIAZDI	IWH-065V09N0	UMTS	1900	300	
UE3316	MORATO INDOOR	MDIAZDI	IWH-065V09N0	UMTS	1900	60	
UE1918	INGEOMINAS	EBRAVOLE	742266	UMTS	1900	130	
UE1915	INGEOMINAS	EBRAVOLE	742266	UMTS	1900	180	

Figura 34. Tilts y Azimuths incoherentes BND

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Este es el funcionamiento básico del aplicativo BND implementado en RFTools, con esta información generada por el aplicativo, se corregirán las inconsistencias que

tenga la BND y se cumple con los requisitos de información que se exigen por parte del estado,

6.2 FALLOS

Este aplicativo se implementó en RFTools basándose en las consultas que se realizaron en Access en el Capítulo 4, se consigue personalizar el aplicativo, para que la información que se brinda a cada uno de los ingenieros sea lo más específica posible, anteriormente se realizaba un informe, eran 3 archivos en Excel que se creaban semanalmente para lograr observar el comportamiento de los diferentes KPI's en las localidades de Bogotá, para la realización de estos informes se necesitaba de al menos 1 hora de trabajo para la construcción de graficas en cada uno de los KPI's, el aplicativo Fallos en RFTools genera las gráficas en el mismo ambiente grafico del aplicativo.

El valor agregado se da a nivel de visualización, ya que el aplicativo muestra toda la información que se resaltaba en los 3 informes realizados en el capítulo 4, en un solo sitio, esto se debe a la gran cantidad de filtros y opciones de ejecución que tiene el aplicativo en RFTools, haciendo que la gráfica del KPI que se quiere observar sea lo más específica posible, dependiendo de las necesidades del ingeniero teniendo en cuenta la localidad que desee consultar, la tecnología y el vendor.

En la Figura 35 se observa el ambiente grafico del aplicativo fallos en RFTools al ser ejecutado, en este caso se ejecuta para la localidad Rafael Uribe en la tecnología 2G para observar el comportamiento del Setup Failure de voz. En la parte derecha se observa la gráfica de la consulta realizada, tiene las mismas características de las gráficas generadas en el capítulo 4, en el eje "Y" se da el valor porcentual del KPI y en el eje "X" la semana del año.

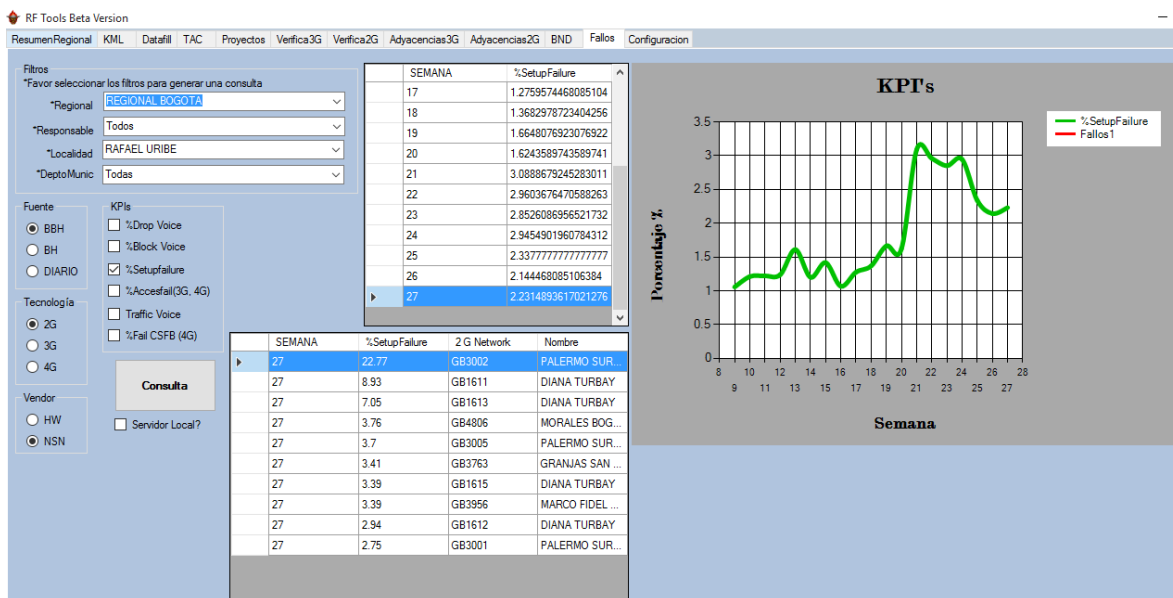


Figura 35. Ejecución aplicativo fallos

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Uno de los valores agregados de este aplicativo está en el diseño de ejecución por medio de filtros como se muestra en la Figura 36, cada ingeniero dependiendo de la zona de la ciudad que tenga a cargo buscara la información de la localidad que les interesa optimizar y mantener controlada, a la vez escoger el KPI de su interés, la tecnología y vendor.

Filtros

*Favor seleccionar los filtros para generar una consulta

*Regional: REGIONAL BOGOTÁ

*Responsable: Todos

*Localidad: RAFAEL URIBE

*DeptoMunic: Todas

Fuente:

☒ BBH

☐ BH

☐ DIARIO

Tecnología:

☒ 2G

☐ 3G

☐ 4G

Vendor:

☐ HW

☒ NSN

KPIs:

☐ %Drop Voice

☐ %Block Voice

☒ %SetupFailure

☐ %Accessfall(3G, 4G)

☐ Traffic Voice

☐ %Fail CSFB (4G)

Consulta

☐ Servidor Local?

SEMANA
27
27
27
27
27

Figura 36. Filtros aplicativo fallos

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Se reduce el tiempo al consultar información por los ingenieros, esto se debe a que ya no tienen tres informes diferentes que deben mirar individualmente, buscar la hoja específica del KPI y filtrar la localidad de su interés, esto para tener acceso los datos del desempeño de red.

Este aplicativo implementado en RFTools brinda también la información que es relevante al momento de realizar la consulta, primero como se observa en la Figura 37, da la información específica del valor promedio en este caso del Setup Failure de Nokia para 2G en cada una de las semanas, esta información indica si se está incumpliendo semana a semana y que tanto se ha optimizado la localidad a lo largo del año.

	SEMANA	%SetupFailure
	17	1.2759574468085104
	18	1.3682978723404256
	19	1.6648076923076922
	20	1.6243589743589741
	21	3.0888679245283011
	22	2.9603676470588263
	23	2.8526086956521732
	24	2.9454901960784312
	25	2.3377777777777777
	26	2.144468085106384
▶	27	2.2314893617021276

Figura 37. Valores por semana para Setup Failure de Nokia en 2G

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Así mismo se muestra la información de los datos que tienen influencia en el valor del KPI en la última semana que se consulte. En la Figura 38, se muestran los sectores que tienen incidencia en el Setup Failure de voz en Nolia de 2G para la localidad Rafael Uribe en la semana 27, datos que para mostrarla por medio de los informes que se realizaban en el capítulo 5, se necesitaba de más tiempo ya que se

debería buscar manualmente en el archivo la información de este KPI realizando los filtros necesarios por medio de Excel.

	SEMANA	%SetupFailure	2 G Network	Nombre
►	27	22.77	GB3002	PALERMO SUR...
	27	8.93	GB1611	DIANA TURBAY
	27	7.05	GB1613	DIANA TURBAY
	27	3.76	GB4806	MORALES BOG...
	27	3.7	GB3005	PALERMO SUR...
	27	3.41	GB3763	GRANJAS SAN ...
	27	3.39	GB1615	DIANA TURBAY
	27	3.39	GB3956	MARCO FIDEL ...
	27	2.94	GB1612	DIANA TURBAY
	27	2.75	GB3001	PALERMO SUR...

Figura 38. Sectores incidentes en la semana 27 para Setup Failure de Nokia en 2G

Fuente: Herramienta RFTools / El Autor

Este aplicativo actualmente se utiliza en la Jefatura de RF por las prestaciones que brinda a las personas que lo utilizan, desde su implementación, movistar no se ha visto reportada por la CRC para aplicarle una posible sanción a nivel de fallos de voz por localidad en la ciudad de Bogotá.

7 CONCLUSIONES

El aplicativo Fallos muestra las fallas presentadas en la red de Movistar en la ciudad de Bogotá identificando localidades. De manera que para cada localidad se muestra de forma gráfica el promedio de todos sus sectores por KPI, permitiendo al ingeniero responsable identificar de forma rápida y eficiente, los sectores que deben ser optimizados para evitar posibles sanciones o multas, por parte de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, relacionadas con la calidad del servicio de voz.

El aplicativo BND identifica fácilmente las inconsistencias que se presentan en los datos almacenados en la Base de Datos Nacional de la Jefatura de RF, permitiendo identificar al ingeniero responsable de subsanarlas. El objetivo de este aplicativo es contar con todos los datos críticos de la BND actualizados, para facilitar el proyecto de localización de personas.

En la Resolución 4734/2015 de la CRC se especifica que los indicadores de desempeño (KPI's) de voz, no deben superar el 2% mensualmente en ninguna localidad de Bogotá. El aplicativo Fallos permite hacer un seguimiento semanal de los KPI's, para garantizar este requerimiento.

Se identificaron 12 datos críticos de la BND para el proyecto de localización de personas. Estos datos son: Referencia de la Antena, Coordenadas, Centro de Radiación, Dirección, Tipo de estructura, Referencia Equipo de Radio, Localidad, Azimut, Operador, Sectores, Tilts y Zona Regional.

El aplicativo Fallos permite que cada ingeniero consulte solamente la información relacionada con su localidad, elimina el informe semanal con los datos de los indicadores de desempeño por vendor y tecnología, y reduce considerablemente el número de filtros y tablas que debe consultar el ingeniero para la identificación de los fallos en su localidad.

La optimización de la red móvil es una tarea constante dentro de la Jefatura de RF de la empresa Movistar. Teniendo en cuenta que hay desplegadas tres tecnologías

diferentes (2G, 3G y 4G), se trabaja con 2 vendor distintos (Nokia y Huawei), se cuenta con aproximadamente 500 sitios que brindan cobertura a 20 localidades de la ciudad de Bogotá, y que la Jefatura de RF cuenta con 8 Ingenieros para hacer la optimización de la red; la cantidad de datos que se deben manejar para realizar esta tarea hacen necesario que los procesos de manejo de información sean eficientes, facilitando la identificación de fallos y la toma de decisiones para tener una capacidad de respuesta y prestar un buen servicio a los usuarios.

8 REFERENCIAS

- Cardosa, A. H. (2003). *Operación de una radio base celular cuando coexisten GSM & IS-54, IS-136*. Puebla, Mexico.
- CRC. (15 de Mayo de 2015). Resolución 4734 de 2015. Republica de Colombia.
- Fernando Lopez, A. G. (2002). *Telefonia Móvil, Transmisión y Redes de Datos*.
- García, J. L. (2005). *Simulación de Tramas de Comunicación para UMTS*. Puebla, Mexico.
- infotelcom. (s.f.). Obtenido de <http://infotelecommil.webcindario.com/librostelecom/Sistemas%20de%20Comunicaciones%20Moviles.pdf>
- Ramón Agustí, F. B.-R. (2010). *LTE: NUEVAS TENDENCIAS EN COMUNICACIONES MOVILES*. Barcelona: Fundación Vodafone.
- Zdenek Beevar, P. M. (2012). *Redes Moviles*.