



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ANÁLISIS DE PARÁMETROS (INITIAL TUNING) Y OPTIMIZACIÓN DE ESTACIONES BASE CELULARES EN ENTORNOS REALES EN REDES DE TELECOMUNICACIONES

NORMA ELIZABETH BENALCÁZAR ALVAREZ



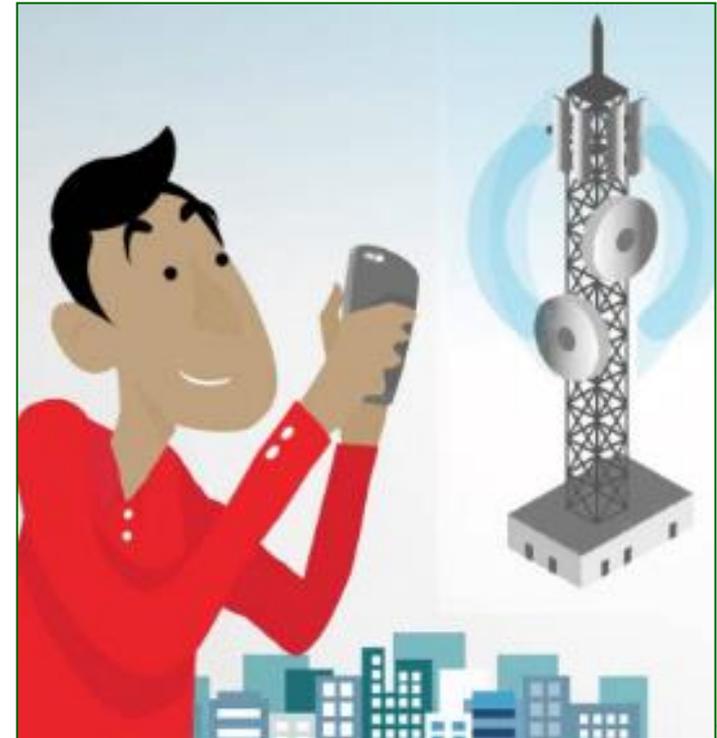
AGENDA

1. INTRODUCCIÓN.
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.
3. MARCO TEÓRICO.
4. PROTOCOLO DE INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN DE ESTACIONES BASE CELULARES UMTS.
5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.
6. RESULTADOS.
7. CONCLUSIONES.



1. INTRODUCCIÓN

Conscientes de la necesidad de mejorar y garantizar el servicio de las telecomunicaciones, día a día la ciencia desarrolla procesos y mecanismos que permiten captar, analizar y renovar la señal brindada por cada una de las operadoras. Señal que debe ser transmitida de forma continua, regular y eficiencia.



2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

- Analizar los parámetros de Initial Tuning y optimización para garantizar el correcto desempeño eficiente de estaciones celulares en entornos reales mediante la elaboración de una metodología estandarizada.



2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivos Específicos

- Realizar el estudio del estado del arte de cada una de las etapas que comprende el proceso de Initial Tuning, así como los parámetros de mayor influencia para su desarrollo.
- Diseñar, establecer y crear una metodología concreta del proceso Initial Tuning.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivos Específicos

- Desarrollar el proceso de Initial Tuning y optimización en la estación base celular ESMERALDAS PARAISO mediante la recolección de información del comportamiento de dicho nodo.
- Verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad y desempeño de la estación celular ESMERALDAS PARAISO.

3. MARCO TEÓRICO

➤ *Initial Tuning*

Proceso

- Técnica de optimización de redes celulares, comprende pruebas de análisis, cambios físicos y lógicos necesarios para la puesta a punto de una estación celular nueva en una red.

Propósito

- Cumplir con los objetivos de diseño de estaciones celulares.
- Corregir problemas de instalación
- Mejorar disponibilidad de servicio, movilidad y velocidad recibida.

3. MARCO TEÓRICO

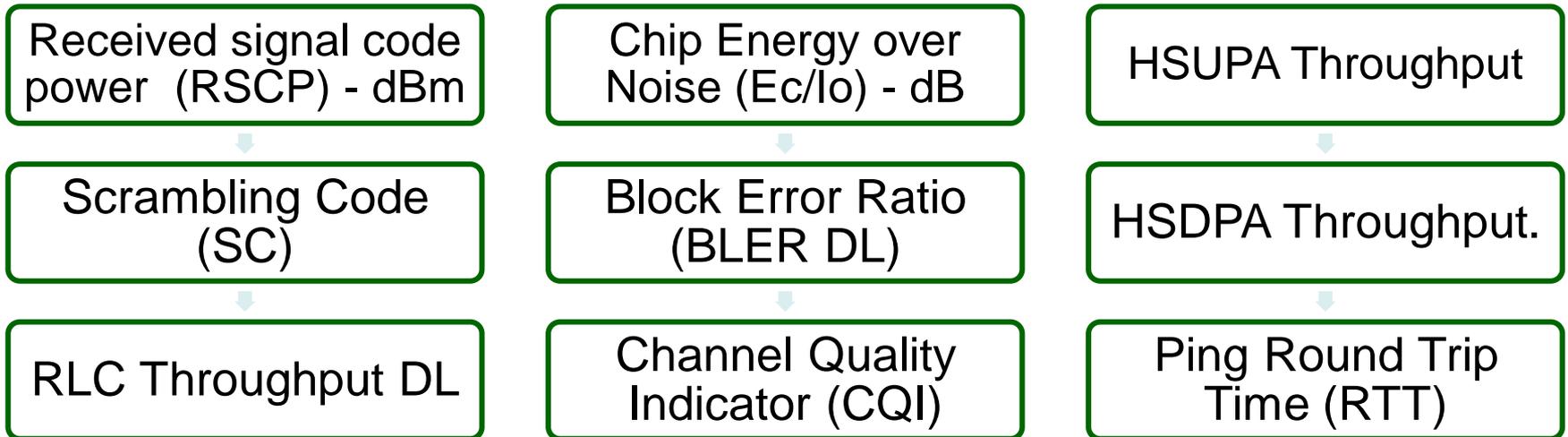
➤ *Drive Test*



- Evaluación realizada en campo mediante un recorrido en vehículo enfocado en la toma de muestras basada en parámetros relevantes de la red.

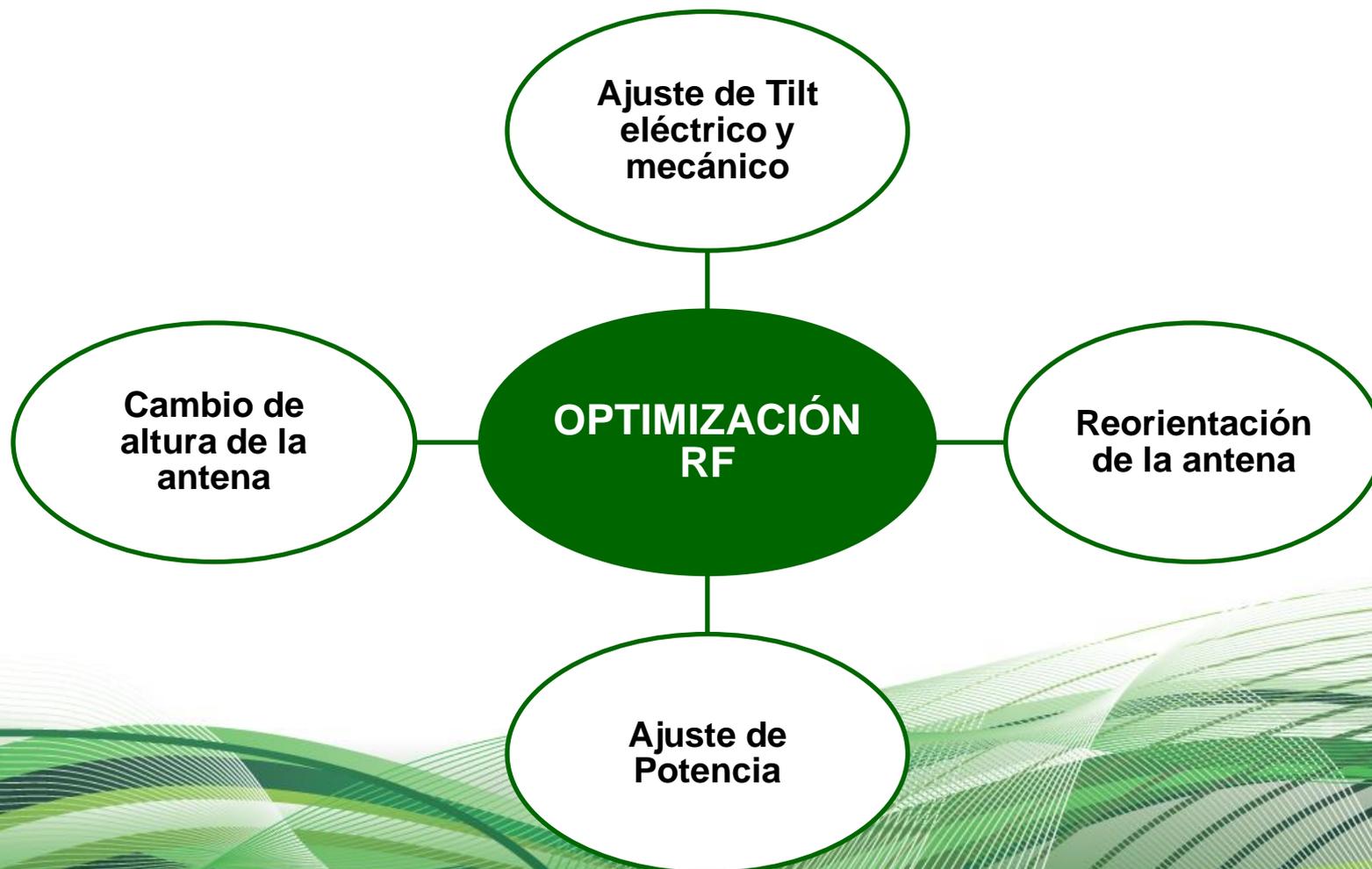
3. MARCO TEÓRICO

- ***Parámetros UMTS relevantes en las mediciones de drive test***



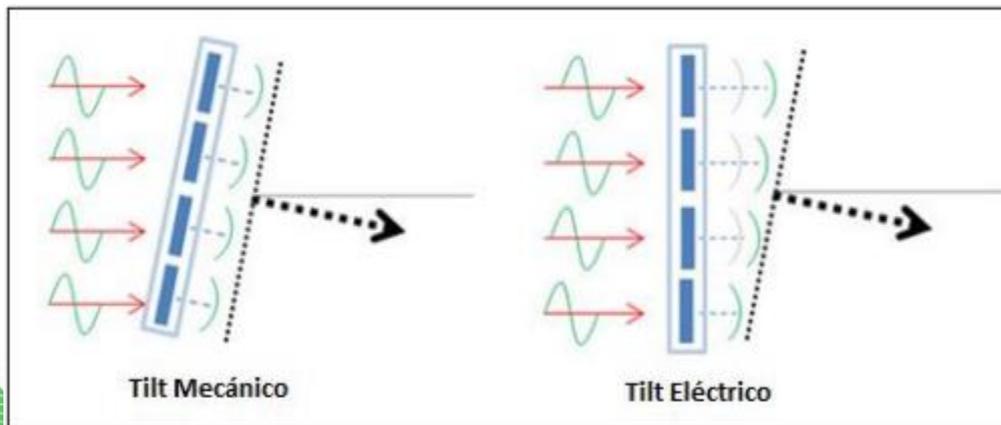
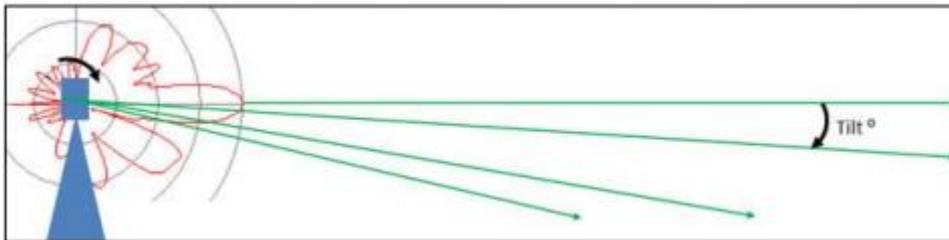
3. MARCO TEÓRICO

➤ *Optimización de redes celulares*



3. MARCO TEÓRICO

- *Optimización física de una estación base celular.*



3. MARCO TEÓRICO

➤ *Indicadores de desempeño de la red celular – KPI*

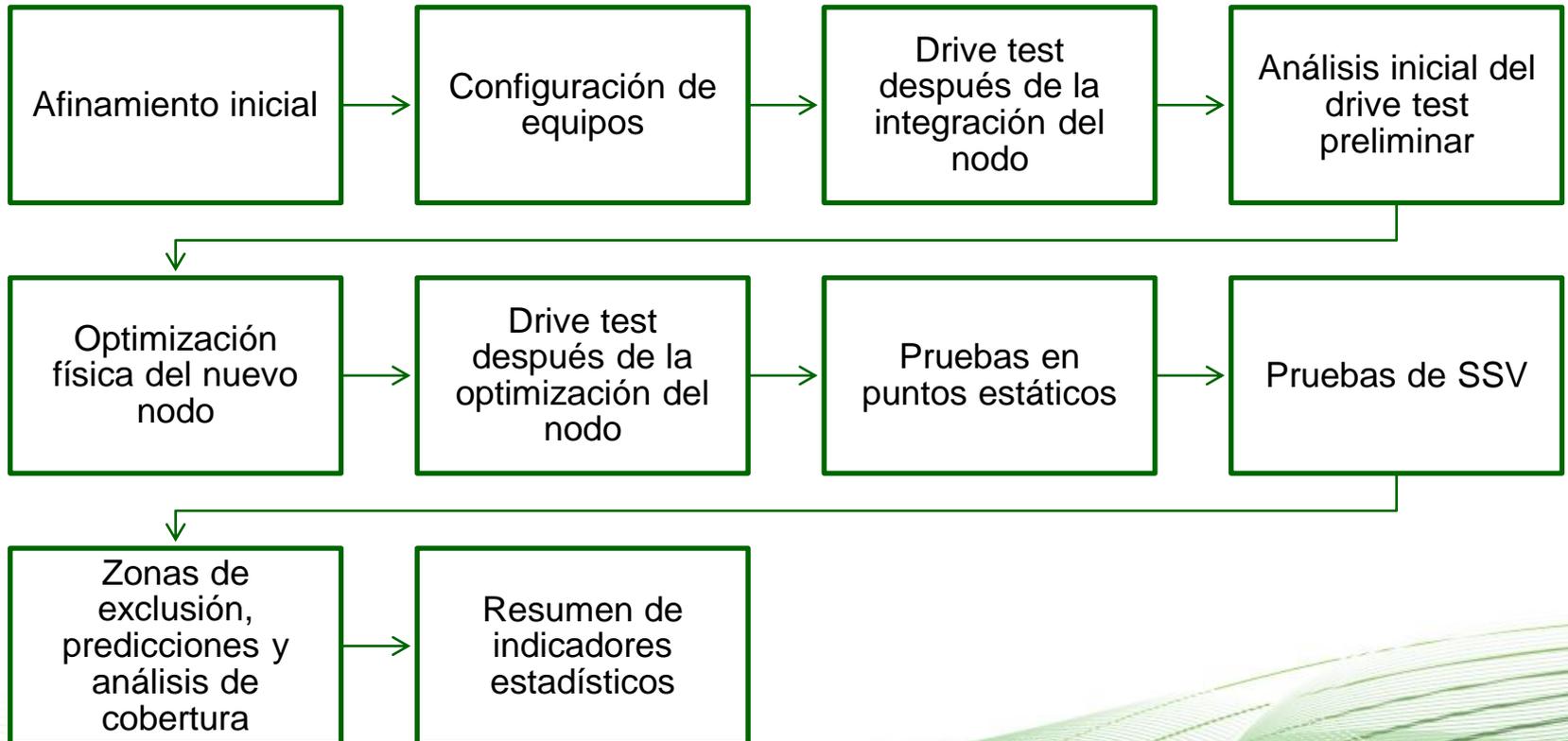
Son estimados como estadísticas de fallas monitoreadas en la red. Son importantes al cuantificar los objetivos, monitorizar las acciones de la red, y su continuo manejo ayuda en el incremento de eficiencia.

Call Success Rate – Tasa de llamadas exitosas

Call Drop Rate – Tasa de llamadas caídas

Soft Handover (SHO) Success Rate – Tasa de Soft Handover exitosos

4. PROTOCOLO DE INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN DE ESTACIONES BASE CELULARES UMTS.



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Definición de la estación base celular ESMERALDAS PARAISO*



- Se encuentra en la provincia de Esmeraldas, en una zona urbana y de gran movimiento comercial de la ciudad de Esmeraldas. Ubicada en la carretera principal Ecuador - Highway 25.

| Nombre Nodo | Site ID | Latitud | Longitud |
|-----------------|---------|----------|------------|
| ESME_PARAISOU19 | 4635 | 0.920278 | -79.662139 |

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Afinamiento Inicial*

Configuración inicial de las celdas

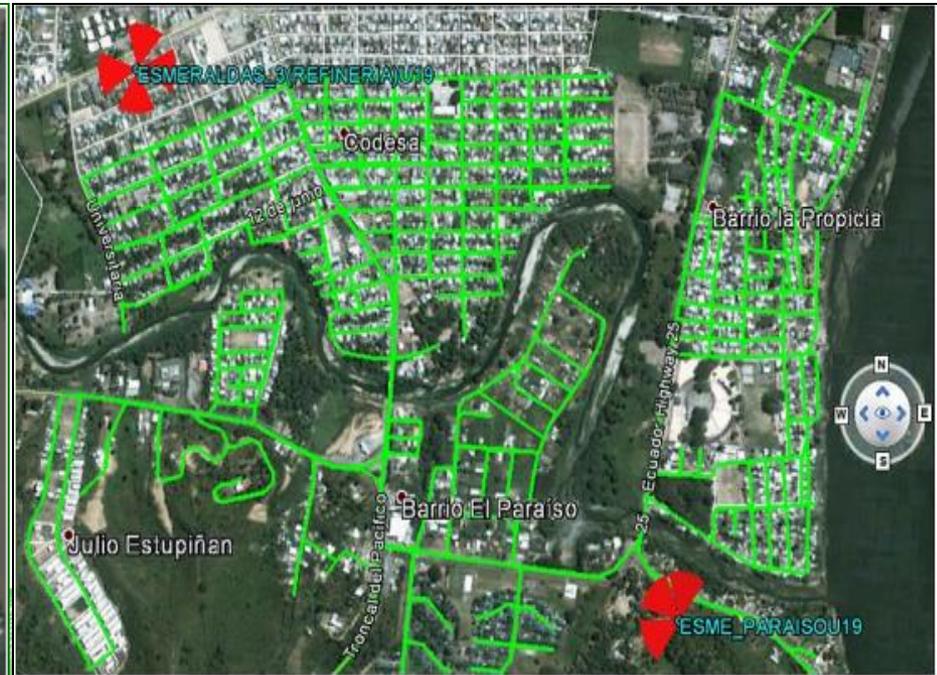
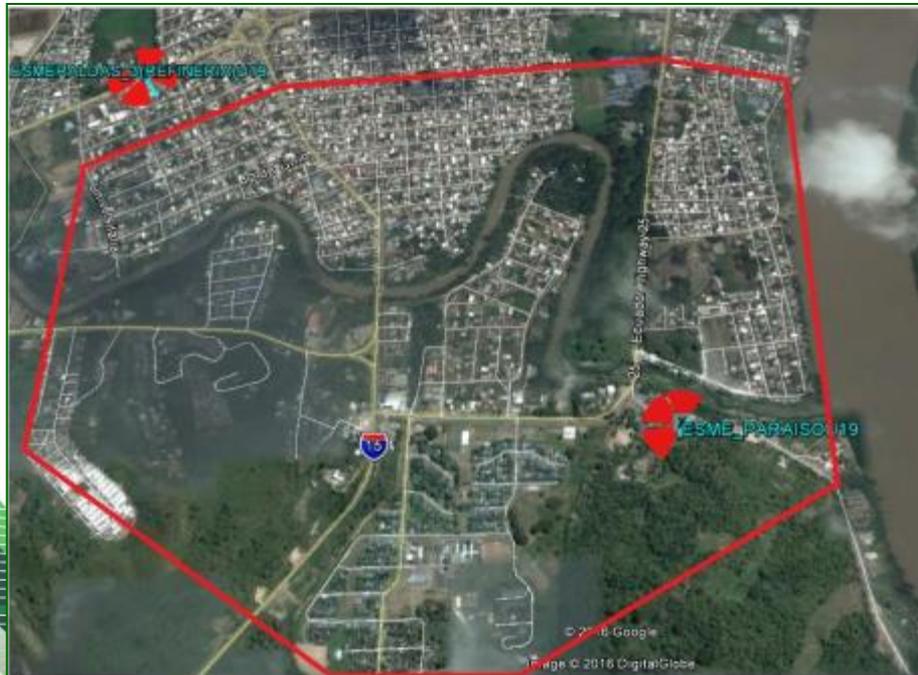
| Nombre de la Celda | Altura de la Antena (m) | Azimuth (°) | Tilt Mecánico (°) | Tilt Eléctrico (°) | P-SC |
|--------------------------|-------------------------|-------------|-------------------|--------------------|------|
| ESMERALDAS_3(REFINERÍA)1 | 36 | 10 | 0 | 0 | 121 |
| ESMERALDAS_3(REFINERÍA)2 | 36 | 90 | 0 | 2 | 122 |
| ESMERALDAS_3(REFINERÍA)3 | 36 | 180 | 1 | 3 | 123 |
| ESMERALDAS_3(REFINERÍA)4 | 36 | 260 | 0 | 3 | 124 |
| ESMERALDAS_GATAZO1 | 24 | 0 | 7 | 6 | 70 |
| ESMERALDAS_GATAZO2 | 24 | 100 | -1 | 0 | 71 |
| ESMERALDAS_GATAZO3 | 24 | 200 | 6 | 5 | 72 |
| ESME_PARAISO1 | 29.5 | 10 | 1 | 6 | 131 |
| ESME_PARAISO2 | 29.5 | 240 | 0 | 4 | 132 |
| ESME_PARAISO3 | 29.5 | 310 | 2 | 5 | 133 |

“Data Base” se encuentran detallados todos los nodos, cada uno de ellos con su respectiva ubicación (latitud, longitud), sectorización de cada nodo con la altura a la que se encuentran colocadas sus antenas, configuración de las antenas (tilt eléctrico, mecánico, azimuth), entre otros

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Afinamiento Inicial*

Definición de la ruta de evaluación



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

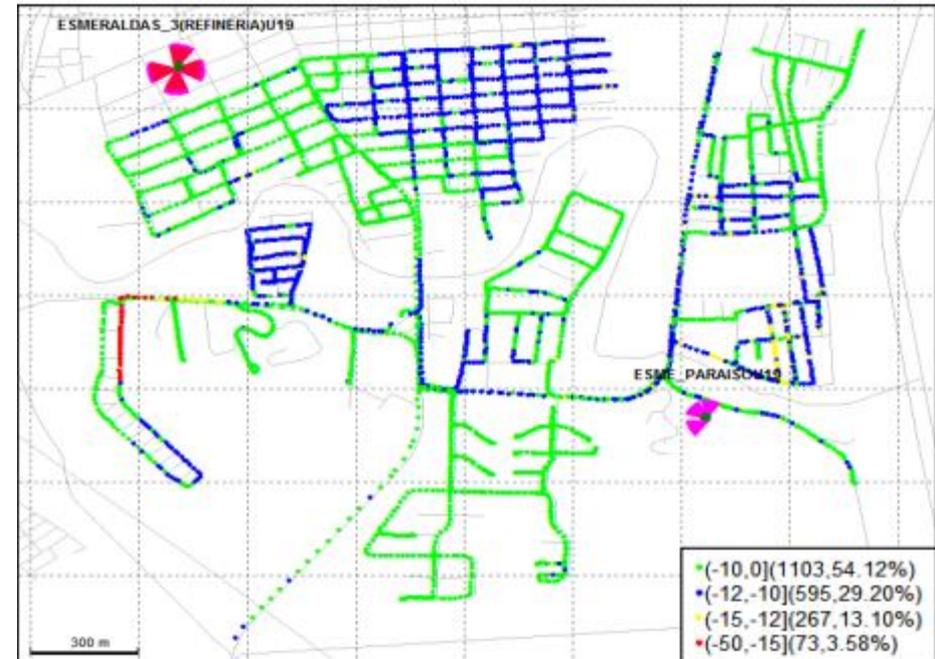
➤ Configuración de los equipos

| TERMINAL | FUNCIÓN | MODELO DEL TERMINAL |
|-------------------------|--|---------------------|
| MS1- Teléfono1 - VOZ | Llamada larga al número de prueba de CNT | SAMSUNG S5 |
| MS2 - Teléfono2 - VOZ | Llamada corta al número de prueba de CNT, duración de 30 segundos con intervalos de 10 segundos. | SAMSUNG S5 |
| MS3 – Modem 3G – DATOS | Descarga – DL de un archivo de 50 Mbps del servidor de CNT. Carga – UL de un archivo de 10 Mbps al servidor de CNT | SAMSUNG S5 |
| Escáner, antena RF, GPS | Recepción de señal y ubicación | EQUIPO PCTEL |



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Drive test después de la integración del nodo.*



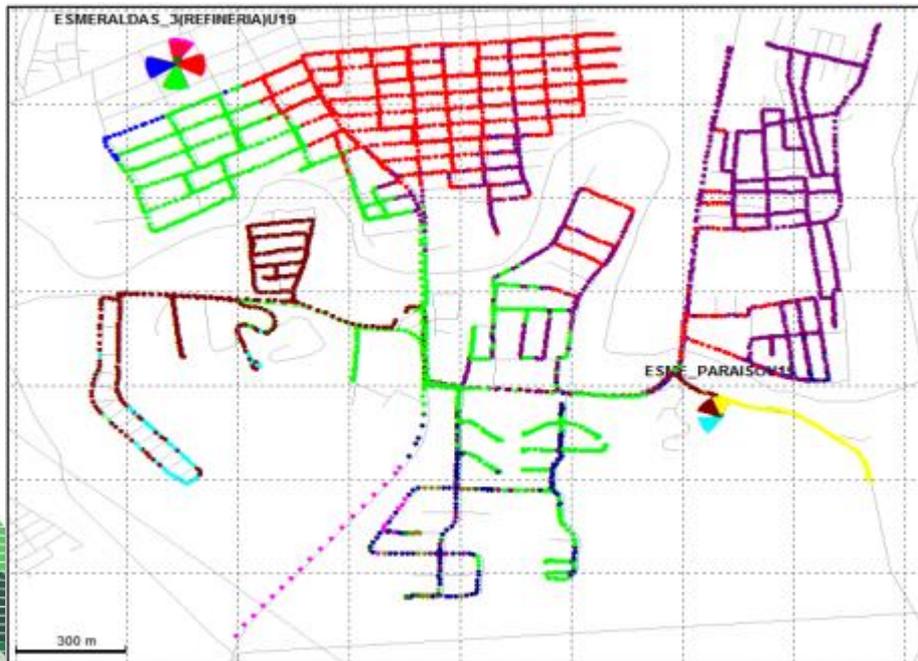
| Niveles de RSCP (dBm) | Número de Muestras | Rango Porcentual | Color | Interpretación |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------|----------------|
| (-85 , 0] | 1347 | 66.09% | Green | Excelente |
| (-95 , -85] | 492 | 24.14% | Blue | Bueno |
| (-105 , -95] | 141 | 6.92% | Yellow | Malo |
| (-150 , -105] | 58 | 2.85% | Red | Muy malo |

| Niveles de Ec/Io (dB) | Número de Muestras | Rango Porcentual | Color | Interpretación |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------|----------------|
| (-10 , 0] | 1103 | 54.12% | Green | Excelente |
| (-12 , -10] | 595 | 29.2% | Blue | Bueno |
| (-15 , -12] | 267 | 13.1% | Yellow | Malo |
| (-50 , -15] | 73 | 3.58% | Red | Muy malo |

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

- *Drive test después de la integración del nodo.*

Scrambling Code (SC)
obtenido por el escáner



| P-SC | Nombre de la Celda | Número de Muestras | Rango Porcentual | Color |
|------|-------------------------|--------------------|------------------|------------|
| 122 | ESMERALDAS_3_REFINERÍA2 | 1117 | 27.34% | Red |
| 123 | ESMERALDAS_3_REFINERÍA3 | 915 | 22.40% | Green |
| 124 | ESMERALDAS_3_REFINERIA4 | 22 | 0.539% | Blue |
| 127 | TACHINA2 | 28 | 0.685% | Magenta |
| 131 | ESME_PARAISO1 | 75 | 1.836% | Yellow |
| 132 | ESME_PARAISO2 | 45 | 1.102% | Cyan |
| 133 | ESME_PARAISO3 | 473 | 11.579% | Brown |
| 70 | ESMERALDAS_GATAZO1 | 13 | 0.318% | Dark Green |
| 71 | ESMERALDAS_GATAZO2 | 184 | 4.504% | Dark Blue |
| 72 | ESMERALDAS_GATAZO3 | 1187 | 29.058% | Purple |
| 98 | LA_TOLITA2 | 26 | 0.636% | Olive |

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

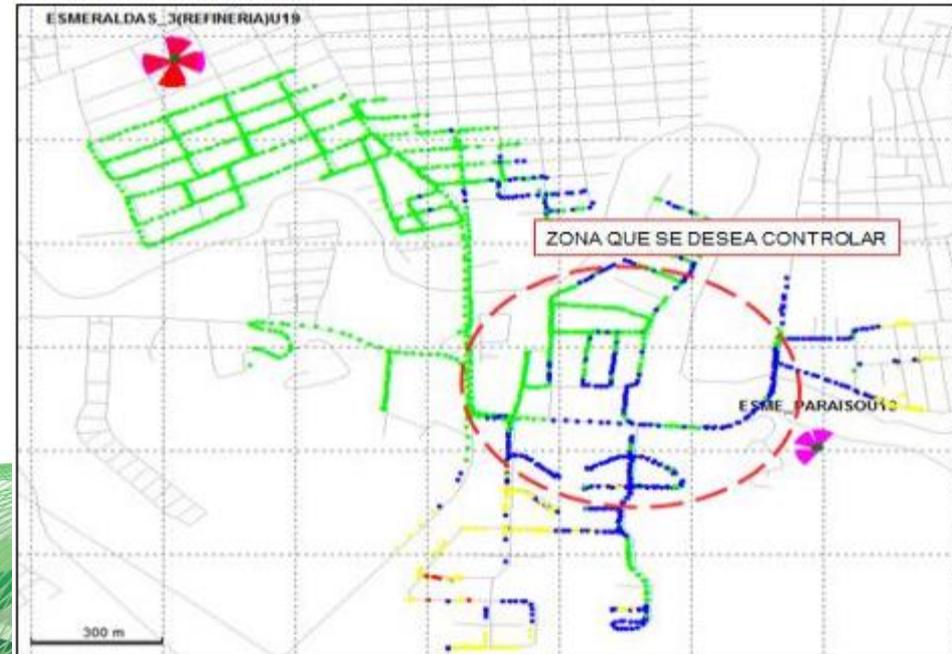
➤ *Análisis inicial del drive test preliminar.*

Encendido ESMERALDAS_GATAZO3.

| CELLNAME | PARAMETER CHANGE | OLD VALUE | NEW VALUE |
|--------------------|------------------|-----------|-----------|
| ESMERALDAS_GATAZO3 | E-Tilt | 5 | 8 |

Encendido ESMERALDAS_3_REFINERIA3.

| CELLNAME | PARAMETER CHANGE | OLD VALUE | NEW VALUE |
|--------------------------|------------------|-----------|-----------|
| ESME_PARAISO1 | M-Tilt | 1 | 2 |
| ESME_PARAISO1 | E-Tilt | 6 | 4 |
| ESMERALDAS_3(REFINERIA)3 | E-Tilt | 3 | 5 |



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

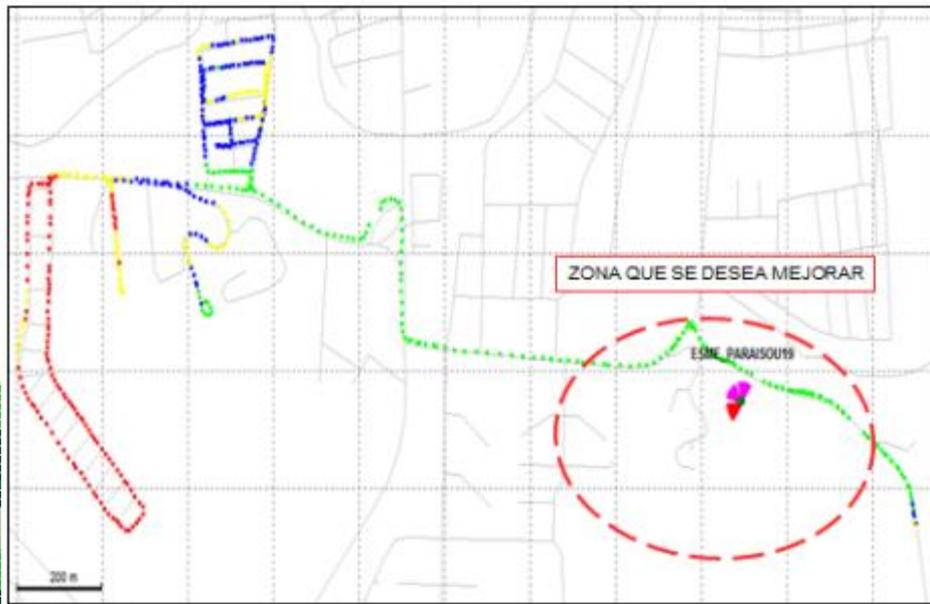
➤ *Análisis inicial del drive test preliminar.*

Encendido ESME_PARAISO2.

| CELLNAME | PARAMETER CHANGE | OLD VALUE | NEW VALUE |
|---------------|------------------|-----------|-----------|
| ESME_PARAISO2 | M-Tilt | 0 | 2 |
| ESME_PARAISO2 | E-Tilt | 4 | 2 |

Encendido ESME_PARAISO3.

| CELLNAME | PARAMETER CHANGE | OLD VALUE | NEW VALUE |
|---------------|------------------|-----------|-----------|
| ESME_PARAISO3 | M-Tilt | 2 | 3 |
| ESME_PARAISO3 | E-Tilt | 5 | 3 |



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Optimización física del nuevo nodo.*

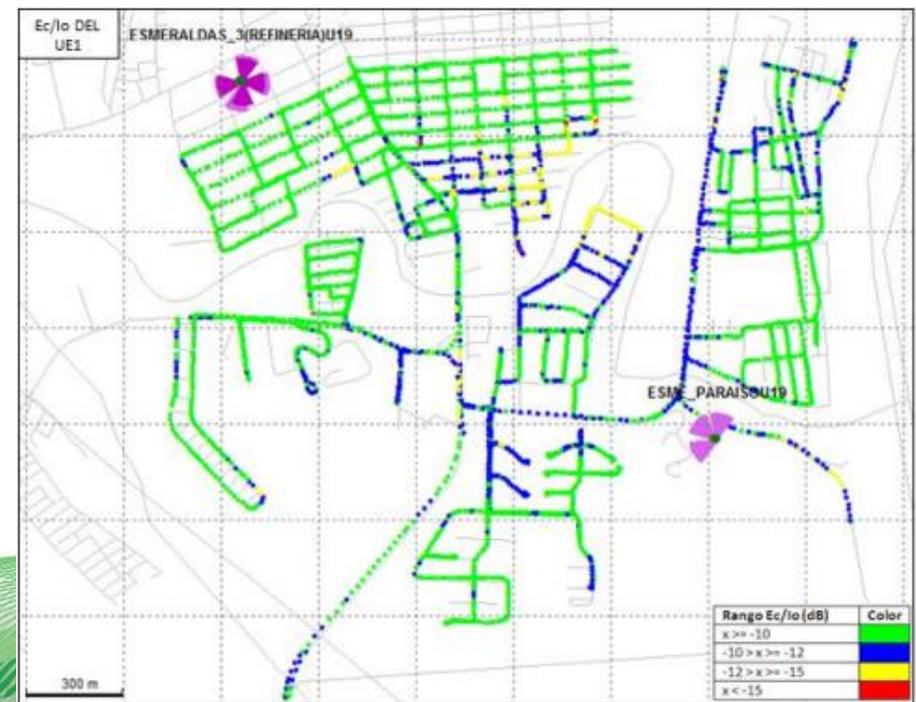
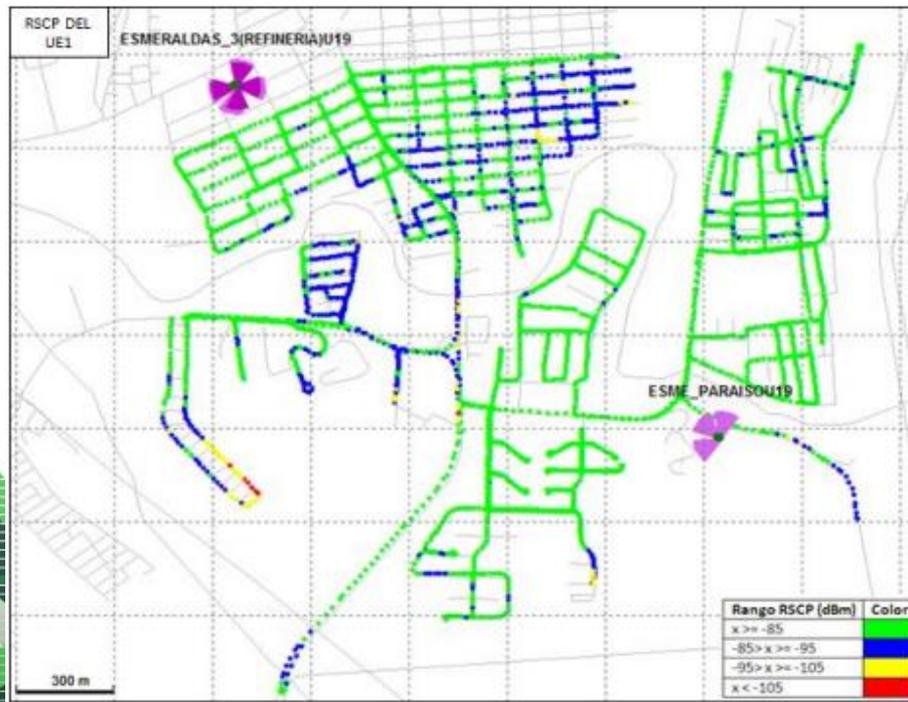
| CELLNAME | PARAMETER CHANGE | OLD VALUE | NEW VALUE |
|--------------------------|------------------|-----------|-----------|
| ESMERALDAS_GATAZO3 | E-Tilt | 5 | 8 |
| ESMERALDAS_3(REFINERIA)3 | E-Tilt | 3 | 5 |
| ESMERALDAS_3(REFINERIA)3 | Azimuth | 180 | 190 |
| ESME_PARAISO1 | M-Tilt | 1 | 2 |
| ESME_PARAISO1 | E-Tilt | 6 | 4 |
| ESME_PARAISO2 | M-Tilt | 0 | 2 |
| ESME_PARAISO2 | E-Tilt | 4 | 2 |
| ESME_PARAISO3 | M-Tilt | 2 | 3 |
| ESME_PARAISO3 | E-Tilt | 5 | 3 |

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Drive test después de la optimización física del nodo.*

| Rango RSCP (dBm) | Número de Muestras | Rango Porcentual | Color | Interpretación |
|------------------|--------------------|------------------|----------|----------------|
| (-85 , 0] | 3175 | 77.31% | Verde | Excelente |
| (-95 , -85] | 849 | 20.67% | Azul | Bueno |
| (-105 , -95] | 76 | 1.85% | Amarillo | Malo |
| (-150 , -105] | 7 | 0.17% | Rojo | Muy malo |

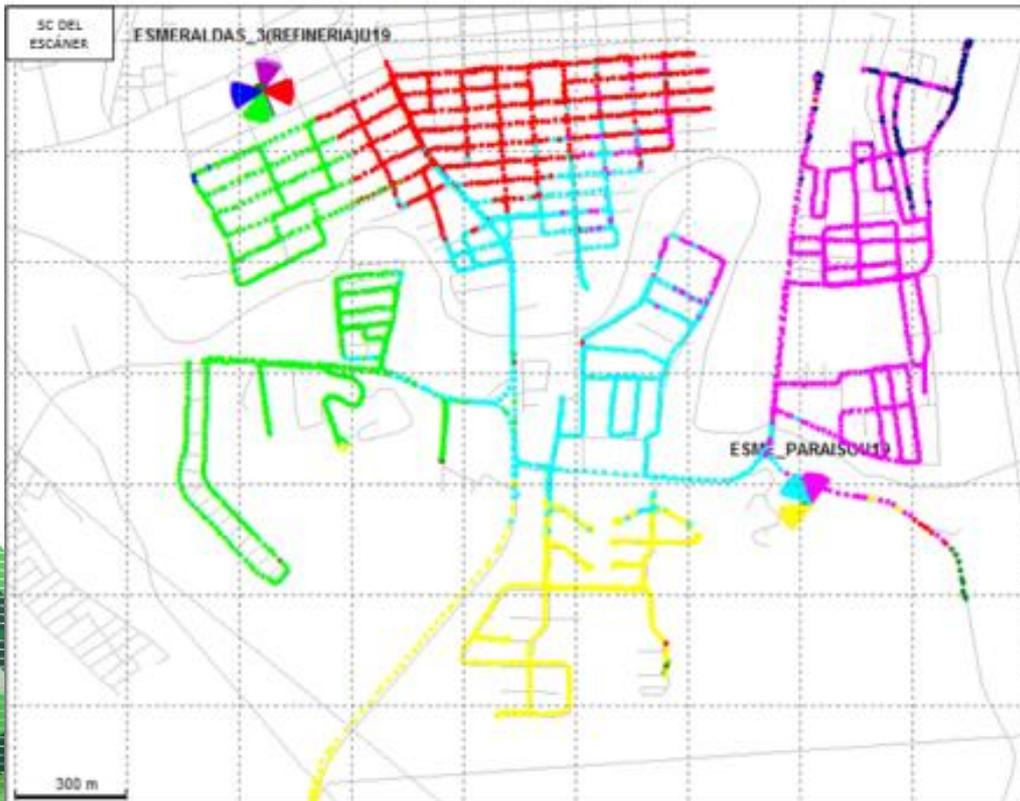
| Rango Ec/Io (dB) | Número de Muestras | Rango Porcentual | Color | Interpretación |
|------------------|--------------------|------------------|----------|----------------|
| (-10 , 0] | 2954 | 71.92% | Verde | Excelente |
| (-12 , -10] | 974 | 23.72% | Azul | Bueno |
| (-15 , -12] | 174 | 4.24% | Amarillo | Malo |
| (-50 , -15] | 5 | 0.12% | Rojo | Muy malo |



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

- *Drive test después de la optimización física del nodo.*

Scrambling Code (SC)
obtenido por el escáner



| P-SC | Número de Muestras | Rango Porcentual | Color |
|------|--------------------|------------------|------------|
| 122 | 853 | 20.75% | Red |
| 123 | 750 | 18.24% | Green |
| 124 | 4 | 0.10% | Blue |
| 131 | 912 | 22.18% | Magenta |
| 132 | 603 | 14.67% | Yellow |
| 133 | 869 | 21.15% | Cyan |
| 70 | 1 | 0.02% | Brown |
| 71 | 14 | 0.34% | Dark Green |
| 72 | 94 | 2.29% | Dark Blue |
| 77 | 1 | 0.02% | Purple |
| 98 | 10 | 0.24% | Olive |

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ Pruebas en puntos estáticos.

| Puntos Estáticos | Referencia | Longitud (°) | Latitud (°) | Best Server - PSC |
|------------------|------------------------------------|--------------|-------------|-------------------|
| 1 | Ciudadela EPP, Ecuador Highway 25. | -79.664785° | 0.920886° | 133 |

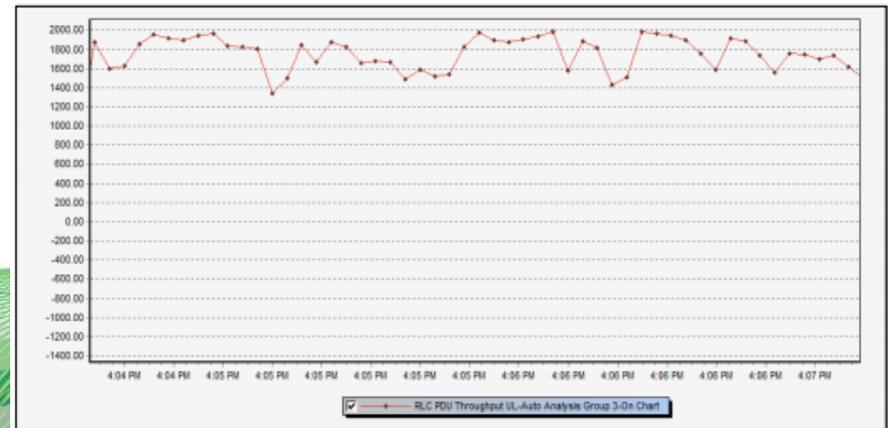
HSDPATHroughput

| Máximo (kbp/s) | Promedio (kbp/s) |
|----------------|------------------|
| 10800.17 | 10175.47 |



HSUPA Throughput

| Máximo (kbp/s) | Promedio (kbp/s) |
|----------------|------------------|
| 1984.16 | 1757.64 |

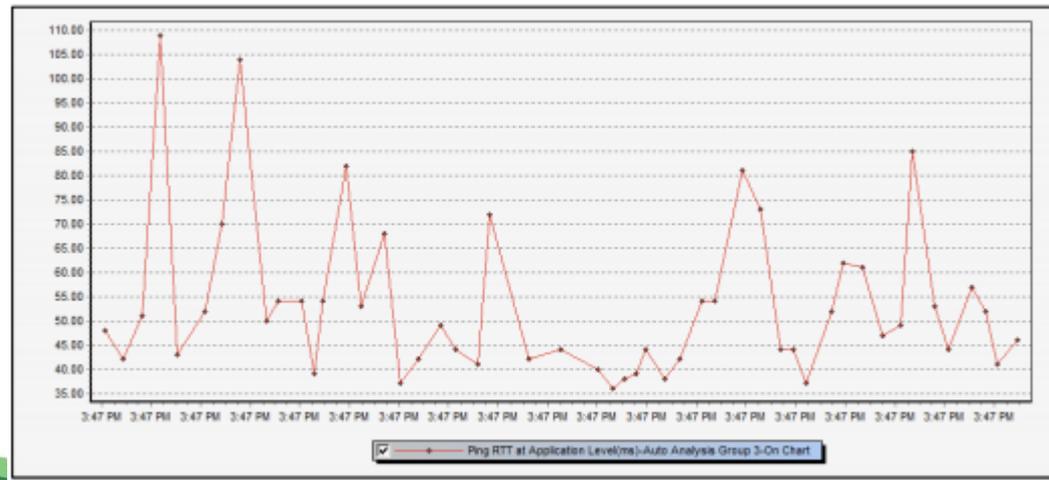


5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Pruebas en puntos estáticos.*

Ping Round Trip Time (RTT)

| Máximo (ms) | Promedio (ms) |
|-------------|---------------|
| 109 | 53.14 |



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Pruebas de SSV.*

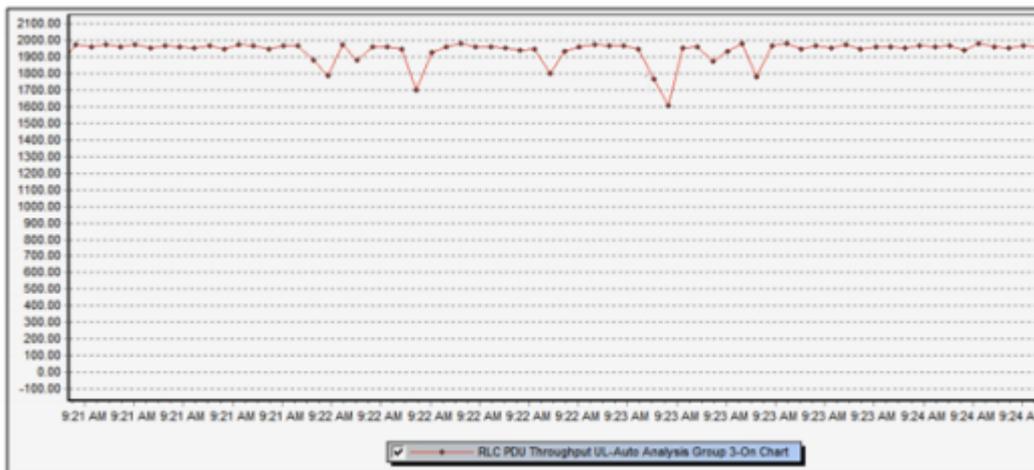
| Tarea | Descripción |
|--|--|
| Comprobación del estado del sitio | Preparación del listado de las celdas en las áreas bajo prueba, y cerciorar de que el estado de estas sea normal. |
| Recopilación y comprobación de la configuración de datos | Recopilar los documentos de configuración de datos creados en la planificación de red. Comprobar y asegúrese de que la configuración de datos real es coherente con la configuración de datos planificada. |
| Selección del lugar de prueba | Para asegurar que los servicios probados se proporcionan en la celda de prueba, aseverar que la intensidad de la señal en la celda evaluada es más fuerte que la intensidad de la señal en sus celdas vecinas. |

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Pruebas de SSV.*



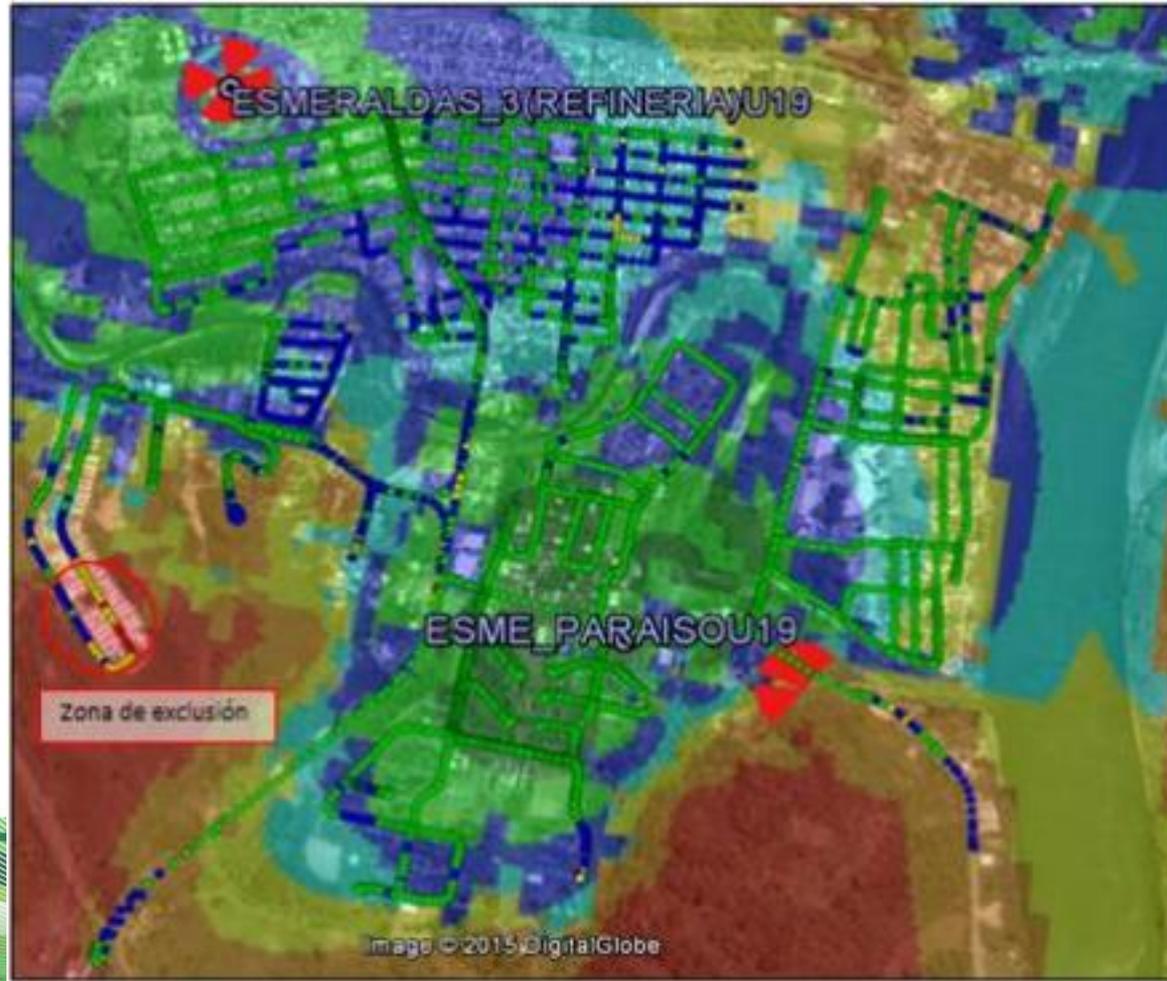
HSDPATHroughput



HSUPA Throughput

5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

- *Zonas de exclusión, predicciones y análisis de cobertura .*



5. INITIAL TUNING Y OPTIMIZACIÓN EN LA ESTACIÓN BASE CELULAR ESMERALDAS PARAISO.

➤ *Resumen de indicadores estadísticos .*

Call Success Rate

| Intentos de llamadas | Llamadas exitosas | Porcentaje de llamadas exitosas (%) |
|----------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 132 | 132 | 100% |

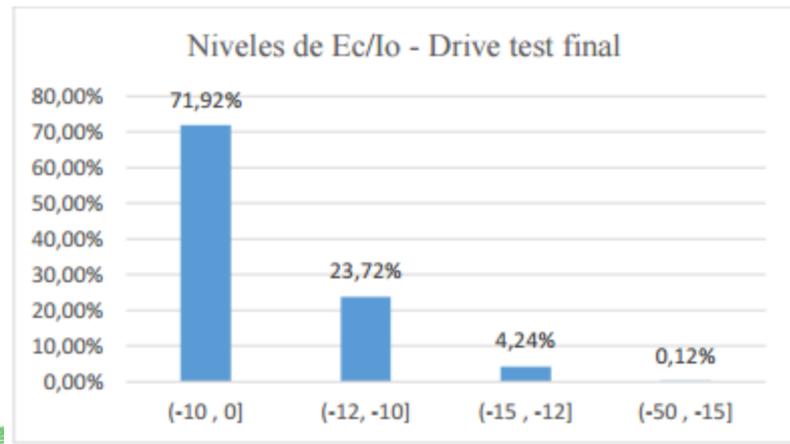
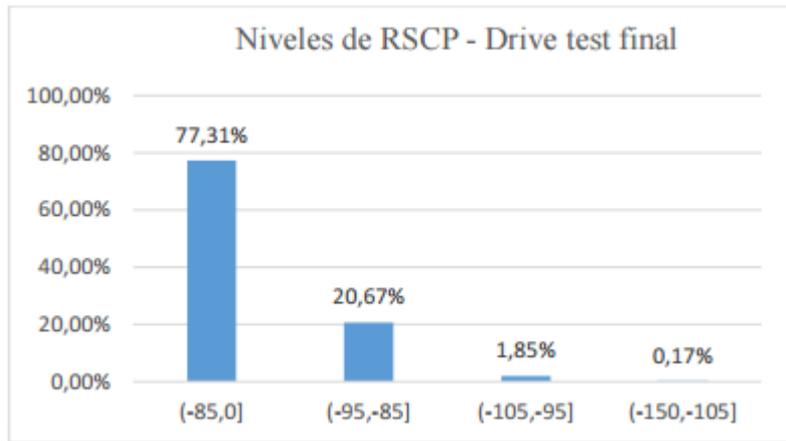
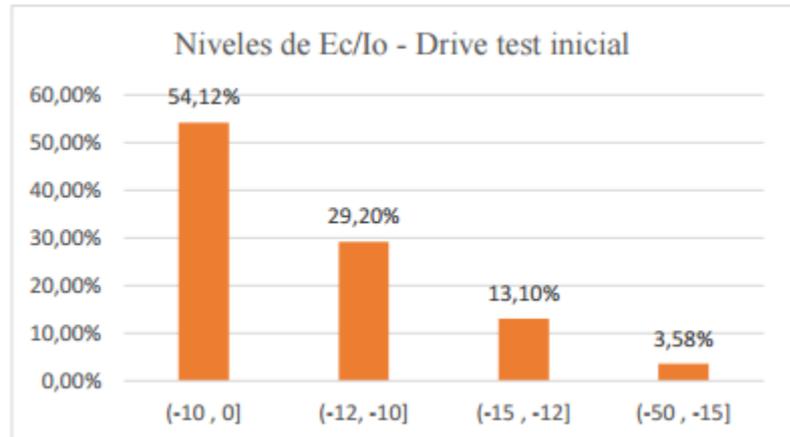
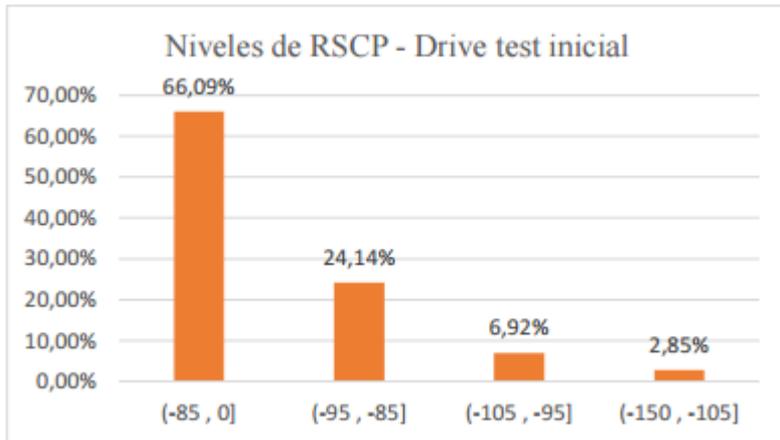
Call Drop Rate

| Llamadas exitosas | Llamadas con desconexión anormal | Porcentaje de llamadas caídas (%) |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 132 | 0 | 0.00% |

Soft Handover (SHO) Success Rate

| Active Set Update Request | Active Set Update Success | Porcentaje de SHO exitosos (%) |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 497 | 497 | 100% |

6. RESULTADOS



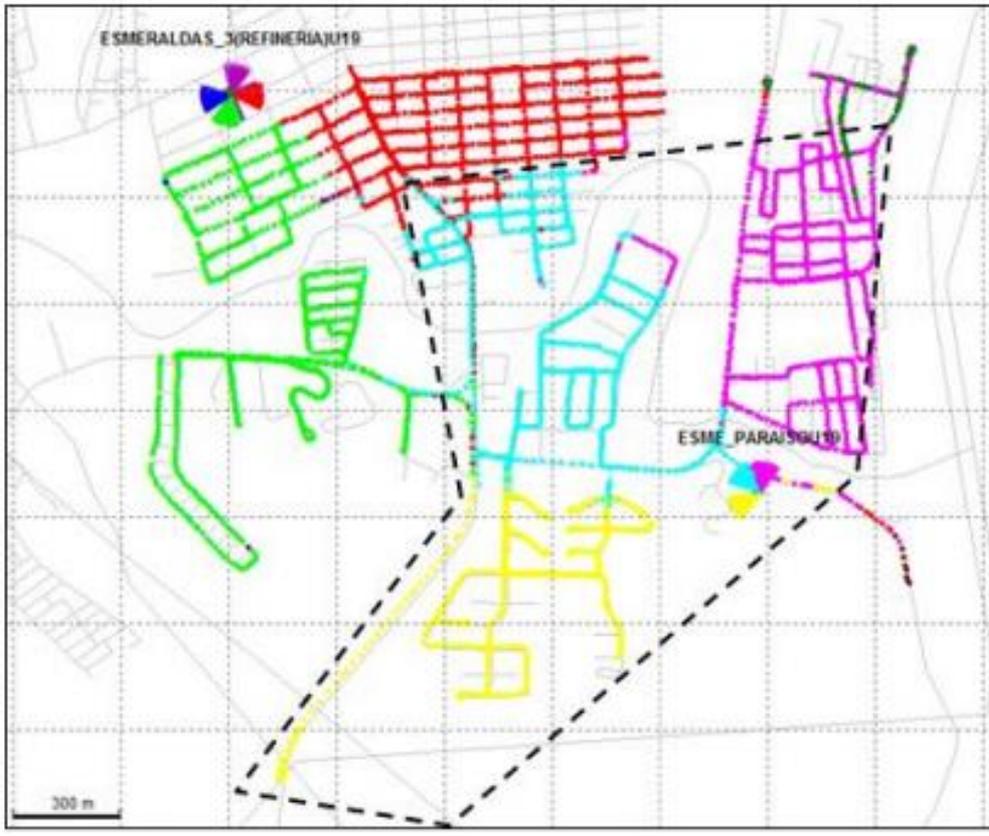
6. RESULTADOS

Parámetros finales de calidad y cobertura de la estación celular ESME_PARAISO.

| Parámetros de calidad y cobertura | |
|--|-----------|
| RSCP | -85 dBm |
| Ec/Io | -10 dB |
| Throughput DL sector 1 | 10 Mbps |
| Throughput UL sector 1 | 1.9 Mbps |
| Throughput DL sector 2 | 10 Mbps |
| Throughput UL sector 2 | 1.95 Mbps |
| Throughput DL sector 3 | 10 Mbps |
| Throughput UL sector 3 | 1.9 Mbps |

6. RESULTADOS

Distribución de la cobertura del nodo ESME_PARAISO.



| P-SC | Nombre de la Celda | Color |
|------|--------------------|---------|
| 131 | ESME_PARAISO1 | Magenta |
| 132 | ESME_PARAISO2 | Cyan |
| 133 | ESME_PARAISO3 | Yellow |

7. CONCLUSIONES

- Al establecer una metodología del proceso de initial tuning para la tecnología UMTS, se ha podido desarrollar evaluaciones en los servicios de voz (llamadas) y datos (carga y descarga de paquetes) mediante los cuales ha sido posible solucionar problemas de calidad, cobertura, tráfico de red, interferencias, entre otras. Se han definido diez etapas dentro proceso de initial tuning que son:

| | |
|--|---|
| 1. Afinamiento inicial | 6. Drive test después de la optimización del nodo |
| 2. Configuración de equipos | 7. Pruebas en puntos estáticos |
| 3. Drive test después de la integración del nodo | 8. Pruebas de SSV |
| 4. Análisis inicial del drive test preliminar | 9. Zonas de exclusión, predicciones y análisis de cobertura |
| 5. Optimización física del nuevo nodo | 10. Resumen de indicadores estadísticos |

7. CONCLUSIONES

- Se puntualizaron los rangos de parámetros como RSCP, E_c/I_o , Throughput, mismos que permiten garantizar el correcto desempeño eficiente de estaciones celulares.

| Niveles Aceptables | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| RSCP \geq -88 dBm | Servicio de Voz - Cobertura |
| $E_c/I_o \geq$ -8dB | Servicio de Voz - Calidad |
| Throughput DL \geq 8 Mbps | Servicio de Datos |
| Throughput UL \geq 2 Mbps | Servicio de Datos |

7. CONCLUSIONES

- Se establecieron indicadores estadísticos denominados call success rate, call drop rate y soft handover para el servicio de voz, permitiendo establecer, conectar y mantener las llamadas durante los recorridos de drive test.

| Niveles Aceptables | |
|---------------------------|------|
| Tasa de llamadas exitosas | 100% |
| Tasa de llamadas caídas | 0% |
| Tasa de handover exitoso | 100% |

7. CONCLUSIONES

- Durante las pruebas de servicio de voz y datos en puntos estáticos, se evaluaron parámetros como Channel Quality Indicator, Ping Round Trip Time, HSDPA Y HSUPA Throughput.

| Niveles Aceptables | |
|---|-----------|
| CQI (Modulación 64-QAM) | 28 y 30 |
| Tiempo de retardo de ida y vuelta de 50 pings | 60 ms |
| Velocidad de acceso de paquetes de enlace ascendente | 5,76 Mbps |
| Velocidad de acceso de paquetes de enlace descendente | 10 Mbps |

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

