



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica
Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones

**Gestión de KPIs para la optimización de los servicios
de voz y datos tras la implementación de nuevas
portadoras 4G en nodos Ran Sharing**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Telecomunicaciones

AUTOR

Giovanni León TRUJILLO GUARDERAS

ASESOR

Wilfredo Baro FANOLA MERINO

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Trujillo, G. (2023). *Gestión de KPIs para la optimización de los servicios de voz y datos tras la implementación de nuevas portadoras 4G en nodos Ran Sharing*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos Complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Giovanni León Trujillo Guarderas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72923690
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0395-8102
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Wilfredo Baro Fanola Merino
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06030740
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0358-4702
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Rafael Bustamante Alvarez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09377230
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Wilbert Chavez Irazabal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08121733
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Sotelo Lopez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07017259
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Roberto Florentino Unsihuay Tovar
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	19944586
Miembro del jurado 4	
Nombres y apellidos	Martin Moisés Soto Córdoba
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10430418
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.5 Comunicaciones Inalámbricas
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica
Ubicación geográfica de la investigación	País: España Departamento: Región de Murcia Provincia: Mar menor Distrito: San Pedro del Pinatar Latitud: 37.836006 Longitud: -0.790669
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020-2021
URL de disciplinas OCDE	Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE
SUFICIENCIA PROFESIONAL
N.º 001/ EPIT-FIEE/2023**

Los suscritos Miembros del Jurado, pertenecientes a la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia del **DR. BUSTAMANTE ALVAREZ RAFAEL**, integrado por el **MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL**, el **MG. CARLOS ALBERTO SOTELO LOPEZ**, el **MG. MARTIN MOISES SOTO CORDOVA**, el **ING. UNSIHUAY TOVAR ROBERTO FLORENTINO**, y Miembro Asesor el **ING. WILFREDO BARO FANOLA MERINO**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. GIOVANNI LEÓN TRUJILLO GUARDERAS** con código N°11190221 quien para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “**GESTIÓN DE KPIS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE VOZ Y DATOS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS PORTADORAS 4G EN NODOS RAN SHARING**”.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de **DIECIOCHO (18)**

Ciudad Universitaria, 10 de octubre de 2023

MG. BUSTAMANTE ALVAREZ RAFAEL

Presidente del Jurado

MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL

Miembro del Jurado

MG. CARLOS ALBERTO SOTELO LOPEZ

Miembro del Jurado

MG. MARTIN MOISES SOTO CORDOVA

Miembro del Jurado

**ING. UNSIHUAY TOVAR ROBERTO
FLORENTINO**

Miembro del Jurado

ING. WILFREDO BARO FANOLA MERINO

Miembro Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **Wilfredo Baro Fanola Merino** en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de trabajo de Suficiencia Profesional N.º 011/FIEE-EPIT/2023 del trabajo de suficiencia profesional cuyo título es: "Gestión de KPIS para la optimización de los servicios de voz y datos tras la implementación de nuevas portadoras 4G en nodos Ran Sharing", presentado por el bachiller Bach. Giovanni León Trujillo Guarderas para optar al título profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 4% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.


Ing. Wilfredo Baro Fanola Merino
DNI: 06030740

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que hicieron posible mi éxito profesional, mis padres Artemio y Rosa, quienes, con su constante apoyo y motivación, han hecho de mí una persona de bien; a mi hermano Daniel, que siempre me ha apoyado en todo sentido; a mi abuelo León a quien con su apoyo le agradezco de por vida el haber ingresado a mi querida Universidad San Marcos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a mi asesor, Wilfredo Baro Fanola Merino, por su apoyo incondicional y participación constante en la elaboración de este trabajo.

A Alfredo Medina Calderón, por su apoyo constante en mi desarrollo profesional.

A mis compañeros de trabajo Jose Luis Linares, Jak Agama y José Vega, por su invaluable aporte en mi desarrollo profesional.

A Pamela, quien es mi soporte y motivación.

RESUMEN

Las redes de telefonía móvil tienen actualizaciones de tecnología, equipamiento, además de realizar nuevas integraciones para garantizar que los usuarios tengan el mejor servicio de voz y datos al momento de utilizar su red.

Estas actualizaciones de tecnología involucran una serie de costos logísticos y de recursos humanos que muchas veces no son realizadas por los Operadores de Telefonía Móvil por ser un gasto elevado; ante ello se han planteado soluciones como el compartimiento de infraestructura entre operadores tanto en la red de transporte como en la red de acceso. El modelo más accesible y económico para ambos operadores es el de compartir elementos de infraestructura en la red de acceso, de tal forma que se irradian las celdas de múltiples operadores en un mismo nodo, señalizando a través de la red de transporte el tráfico de cada operador hasta su Core. A este tipo de despliegue de red se le conoce como Ran Sharing.

En este Trabajo de Suficiencia Profesional se realizó la optimización del Nodo MUR1103, ubicado en Murcia, España. Es importante indicar que este nodo es un nodo Ran Sharing donde se ampliaron Portadoras de 4G en la banda de L2100. Para ello se revisó los aspectos iniciales que se deben de tener en cuenta respecto a las celdas que han sido ampliadas en su capacidad al añadir nuevas tecnologías en un nodo con Ran Sharing; como su ubicación, su vecindad de Celdas, su TAC/LAC, estudio de potencias, RSSI, Mimo. Posteriormente se revisó aspectos de la nueva integración, como la huella del cluster, el MIMO 4G, y el cumplimiento del alcance debido en el nodo. Se revisó de manera general los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) de nuestra nueva integración y se realizan propuestas de optimización.

Palabras Clave: Ran Sharing, RSSI, Mimo, TAC, LAC, Optimización de KPIs.

ABSTRACT

Mobile phone networks have technology updates, equipment, in addition to making new integrations to ensure that users have the best voice and data service when using their network.

These technology updates involve a series of logistical and human resources costs that are often not carried out by the Mobile Telephone Operators because they are a high expense; In view of this, solutions have been proposed such as the sharing of infrastructure between operators both in the transport network and in the access network. The most accessible and economical model for both operators is to share infrastructure elements in the access network, in such a way that the cells of multiple operators are radiated in the same node, signaling through the transport network the traffic of each operator to your Core. This type of network deployment is known as Ran Sharing.

In this Professional Sufficiency Work, the optimization of the MUR1103 Node, located in Murcia, Spain, was carried out. It is important to indicate that this node is a Ran Sharing node where 4G carriers were expanded in the L2100 band. For this, the initial aspects that must be taken into account regarding the cells that have been expanded in their capacity by adding new technologies in a node with Ran Sharing were reviewed; such as its location, its neighborhood of Cells, its TAC/LAC, power study, RSSI, Mimo. Subsequently, aspects of the new integration were reviewed, such as the cluster footprint, 4G MIMO, and compliance with the scope due in the node. The Key Performance Indicators (KPIs) of our new integration were generally reviewed and optimization proposals are made.

Key Words: Ran Sharing, RSSI, Mimo, TAC, LAC, KPIs Optimization.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
TABLA DE CONTENIDO.....	V
Lista de Figuras.....	1
Lista de Tablas	5
Glosario de Términos:.....	7
Lista de Acronimos	8
I. Introducción.....	11
II. Información del lugar donde Se desarrolló La Actividad	14
2.1. Institución – Actividad que desarrolla	14
2.2. Periodo de duración de la actividad	14
2.3. Finalidad y objetivos de la entidad	14
2.3.1. Visión.....	14
2.3.2. Misión	15
2.3.3. Objetivos.....	15
2.4. Razón Social	15
2.5. Dirección	15
2.6. Correo electrónico del Profesional a Cargo:.....	16
III. Descripción de la Actividad	17
3.1. Organización de la actividad de Gestión de KPIs para Optimizar las nuevas Celdas 4G en Nodos Ran Sharing	17
3.2. Finalidad y Objetivos.....	17
3.2.1. Finalidad.....	17
3.2.2. Objetivos, Objetivo General y Específico	17
3.2.2.1. Objetivo General.....	17
3.2.2.2. Objetivos Específicos	17
3.2.2.3. Alcance.....	18

3.3. Problemática.....	18
3.3.1. Problema General.....	18
3.3.2. Problemas específicos	18
3.3.3. Justificación	19
3.3.3.1. Justificación práctica.....	20
3.3.3.2. Justificación teórica	20
3.4. Metodología	20
3.4.1. Bases teóricas	20
3.4.1.1. Internacional	20
3.4.1.1. Nacional.....	21
3.4.2. Marco conceptual.....	22
3.4.2.1. Red de Acceso móvil	22
3.4.2.2. Ran Sharing.....	23
3.4.2.3. Clúster	27
3.4.2.4. RSSI en 2G, 3G y 4G	27
3.4.2.5. LAC - TAC	28
3.4.2.6. RET	28
3.4.2.7. KPIs a nivel de Celdas.....	29
3.4.2.8. KPIs a nivel de Clúster	29
3.5. Procedimiento de trabajo	29
3.5.1. Etapas	30
3.5.1.1. Clusterización.....	30
3.5.1.2. Chequeo de Inconsistencias	33
3.5.1.3. RET / Análisis de Cobertura.....	48
3.5.1.4. KPIs en celdas.....	59
3.5.1.5. KPIs Cluster	65
3.5.1.6. Estado Final del RET	67

3.5.1.6. Propuestas de Optimización	68
3.5.1.7. Condiciones Ambientales de la Implementación	71
Iv. Reflexión Crítica de la Experiencia.....	74
V. Conclusiones y Recomendaciones	75
5.1. Conclusiones.....	75
5.2. Recomendaciones.....	76
VI. Referencias.....	77
VII. Anexo.....	79

Lista de Figuras

Figura N°1. Red de Acceso. Fuente: Elaboración Propia

Figura N°2. Compartición de Infraestructura Pasiva 3G. Fuente: Elaboración Propia

Figura N°3. Coexistencia de Tecnologías. Fuente: Elaboración Propia

Figura N°4. Ran Sharing. Fuente: Elaboración Propia

Figura N°5. Clusterización y Reúso de frecuencias. Fuente: (Casarrubias, Gil Gonzales, & Ruiz Chavez, 2015)

Figura N°6. TAC en 4G –Claro. Fuente: Elaboración Propia – Net Monitor

Figura N° 7: Localización del Clúster – Fuente: Elaboración Propia

Figura N°8: Coordenadas en el sistema del operador – Fuente: Orange

Figura N°9: Coordenadas en el registro de datos del operador- Fuente: Orange

Figura N°10: Estado inicial y estado final del nodo – Fuente: Orange

Figura N°11: Conflicto en el módulo CSON SC REUSE – Fuente: Orange

Figura N°12: Detalle del nodo MUR1633 – Fuente: Orange

Figura N°13: Detalle del nodo MUR1103 – Fuente: Orange

Figura N°14: Cambio de PSC en el gestor del operador – Fuente: Orange

Figura N°15: Estudio de TAC/LAC – Fuente: Orange

Figura N°16: Relación de Vecinas 2G en Gestor del operador – Fuente: Orange

Figura N°17: Relación de Vecinas 3G en Gestor del operador – Fuente: Orange

Figura N°18: Relación de Vecinas 4G en Gestor del operador – Fuente: Orange

Figura N°19: Parametrización de Celdas 2G – Fuente: Orange

Figura N°20: Parametrización de Celdas 3G – Fuente: Orange

Figura N°21: Parametrización de Celdas 4G – Fuente: Orange

Figura N°22: Estudio de Potencias – Fuente: Orange

Figura N°23: Alarmas del Nodo MUR1130 – Fuente: Orange

Figura N°24: Cantidad de ROE por cada boca de antena en el gestor del operador – Fuente: Orange

Figura N°25: ICM Band – 2G Sector 1– Fuente: Orange

Figura N°26: ICM Band – 2G Sector 2– Fuente: Orange

Figura N°27: ICM Band – 2G Sector 3– Fuente: Orange

Figura N°28: RSSI en 3G – Fuente: Orange

Figura N°29: RSSI en 4G – Fuente: Orange

Figura N°30: MIMO 4G como agregado de clúster – Fuente: Orange

Figura N°31 MIMO 4G de la celda MURX1103M3A – Fuente: Orange

Figura N°32: Ubicación de la celda MURX1103M3A – Fuente: Elaboración Propia

Figura N°33: Análisis de sectores cruzados en el gestor del operador – Fuente: Elaboración Propia

Figura N°34: RET por cada boca de Antena – Fuente: Orange

Figura N°35: Boca de Antenas Nueva integración – Fuente: Orange

Figura N°36: Estado inicial y estado final del nodo – Fuente: Orange

Figura N°37: Timming Advance calculado en base a la distancia – Fuente: Elaboración Propia

Figura N°38: Alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 1– Fuente: Orange

Figura N°39: Comparativa de alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 1– Fuente: Orange

Figura N°40: Alcances previos vs. Alcances Posteriores en el sector 2– Fuente: Orange

Figura N°41: Alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 2– Fuente: Orange

Figura N°42: Comparativa de alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 2– Fuente: Orange

Figura N°43: Alcances previos vs. Alcances Posteriores en el sector 3– Fuente: Orange

Figura N°44: Alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 3– Fuente: Orange

Figura N°45: Comparativa de alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 3– Fuente: Orange

Figura N°46: MIMO 4G de la celda MUR1103M3A – Fuente: Orange

Figura N°47: Congestión 4G de la celda MUR1103M3A – Fuente: Orange

Figura N°48: Comportamiento del KPI HO_2G3G_Speech como agregado – Fuente: Orange

Figura N°49: Tasa de intentos exitosos de handover de 2G y 3G – Fuente: Orange

Figura N°50: Cantidad de éxitos de HandOver 4G3G2G – Fuente: Orange

Figura N°51: Porcentaje de éxitos de HandOver 2G3G – Fuente: Orange

Figura N°52: Porcentaje de éxitos de HandOver 3G2G– Fuente: Orange

Figura N°53: Estado final de RET del nodo MUR1103 en el gestor del operador – Fuente: Orange

Figura N°54: Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos – Fuente: Ministro de la Presidencia - España

Lista de Tablas

Tabla N°1. Tecnologías y bandas existentes – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 2. Detalle de las portadoras entre Sectores – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°3: Detección de Conflictos – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4: Estudio de TAC/LAC – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°5: Intentos de Paging por Segundo – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°6: Check list de revisión de vecindades – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°7: Check list de chequeo de inconsistencias – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°8: Check list de RSSI en el Nodo – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°9: Mimo 4G por celda – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°10: Carrier Agregacion 4G – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°11: Alcances de Huella del Nodo MUR 1103 – Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°12: Modificación de RET en el sector 2 del nodo MUR1103– Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°13: Modificación de RET en el sector 3 del nodo MUR1103– Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°14: Mimo 4G por Celda– Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°15: Congestión del nodo MUR1103 en 4G por celda– Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°16: KPIS por celda 2G en el nodo MUR1103– Fuente: Orange

Tabla N°17: KPIS por celda 3G en el nodo MUR1103– Fuente: Orange

Tabla N°18: Intento de Handover 3G2G – Fuente: Orange

Tabla N°19: KPIS por celda 4G en el nodo MUR1103– Fuente: Orange

Tabla N°20: KPIS por clúster del nodo MUR1103 – Fuente: Orange

Tabla N°21: Movimientos de Tilt realizados en el nodo MUR1103 – Fuente:
Elaboración Propia

Glosario de Términos:

- Base Station Identity Code (BSIC): Código utilizado para identificar una única estación base.
- Broadcast Control Channel (BCCH): Canal unidireccional de punto a multipunto utilizado en la interfaz del estándar celular GSM.
- Clúster: conjunto de nodos dentro de una red de telefonía móvil
- Idle Channel Measurement (ICM): Medición de interferencia de la celda 2G.
- Long Term Evolution (LTE): estándar de telecomunicaciones inalámbricas de cuarta generación.
- OSP: France Telecom (Orange) – operador de telefonía móvil en España
- Physical Cell ID (PCI): Identificados de celdas en tecnología LTE.
- PSC (Primary Scrambling Code): Es un código de identificación de una celda en la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)
- Received Signal Strength Indicator (RSSI): Medición estimada de la señal recibida.
- Universal Mobile Telecommunications System: Red móvil de tercera generación basada en el estándar GSM.
- Razón de onda estacionaria (ROE / VSWR): Razón geométrica existente entre el valor máximo y el valor mínimo de la amplitud de voltaje.
- Remote Electrical Tilt (RET): Tilt eléctrico que se gestiona desde la red del operador.
- Múltiple input Múltiple Output (MIMO): Tecnología de arreglo de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas utilizado en 4G y 5G.
- Carrier Agregation (CA): Técnica utilizada para incrementar la tasa de descarga de datos añadiendo una portadora.
- PAGING: Gestión de la localización en estado IDLE
- PDCCH (Physical Downlink Control Channel): es un canal físico que transporta información de control de enlace descendente (DCI)
- Physical Resource Block (PRB): es el elemento más pequeño de asignación de recursos asignado por el programador eNB

Lista de Acronimos

- RAN: Radio Access Network
- RSSI: Received Signal Strength Indicator
- 4G: Cuarta Generación (Telefonía Móvil)
- 3G: Tercera Generación (Telefonía Móvil)
- 2G: Segunda Generación (Telefonía Móvil)
- L2100: LTE en Banda 2100 MHz
- TAC: Type Allocation Code
- LAC: Location Area Code
- MIMO: Multiple Input Multiple Output
- KPI: Key Performance Indicator
- BCCH: Broadcast Control Channel
- BSIC: Base Station Identity Code
- PSC: Primary Scrambling Code
- PCI: Physical Cell ID
- ROE: Razón de Onda Estacionaria
- CA: Carrier Aggregation
- ATC: American Telecom Company
- Orange: France Telecom
- Vodafone: Voice Data Fone (Vodafone Group Plc)
- SL: Sociedad Limitada
- RxLev: Received Signal Level
- RSCP: Receiver Side Call Power
- RSRP: Reference Signal Received Power
- SC: Scrambling Code
- G900: GSM 900 MHz
- U900: UMTS 900MHz
- L1800: LTE 1800 MHz
- L800: LTE 800 MHz
- L2600: LTE 2600 MHz
- L2100: LTE 2100 MHz
- MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

- CAPEX: Capital Expenditure
- OPEX: Operational Expenditure
- 5G: Quinta Generación (Telefonía Móvil)
- AWS: Advanced Wireless Services
- B2: Banda 2
- 700: 700 MHz
- HLR: Home Location Register
- VLR: Visitor Location Register
- BSC: Base Station Controller
- RNC: Radio Network Controller
- eNodeB: Evolved NodeB
- BTS: Estacion Transeptor Base
- NodeB: Nodo B (UMTS)
- MORAN: Multi Operator RAN
- MOCN: Multi Operator Core Network
- ICM: Idle Channel Measurement
- UL: Up Link
- RET: Remote Electrical Tilt
- RSRQ: Reference Signal Received Quality
- PRB: Physical Resource Block
- VAL: Valencia
- MUR: Murcia
- B: Banda U2100
- E: Banda G900
- F: Banda U900
- M: Banda L800
- N: Banda L1800
- T: Banda L2100
- OSP: Orange
- VDF: Vodafone
- HC: Healthy Check
- CSON: Cognitive Self-organizing Networks

- U: Acronimo de Murcia en Orange para Celdas 3G
- U2020: Software de Monitoreo de Huawei
- VSWR: Voltage Standing Wave Ratio
- PUSCH: Physical Uplink Shared Channel
- PCell: Primary Cell
- SCell: Secondary Cell:
- TA: Timming Advance
- PDCCH: Physical Downlink Control Channel
- HO: Hand Over
- IRAT: Inter Radio Access Technology
- SRVCC: Single Radio Voice Call Continuity
- SAR: Tasa de Absorción Específica

I. Introducción

El presente Trabajo de Suficiencia profesional profundiza la gestión posterior que se realiza tras un trabajo de implementación de celdas nuevas dentro de un entorno de Ran Sharing, donde se requiere realizar la gestión y optimización de las celdas integradas, respecto a las celdas vecinas del operador, así como la de realizar todas las pruebas y medidas necesarias para garantizar la correcta integración de las celdas.

Es necesario indicar que dentro de un entorno de Ran Sharing, la infraestructura de la red es compartida con otro operador a nivel de la capa de Acceso, permitiendo que más usuarios puedan acceder al servicio de telefonía móvil.

Una de las alternativas que maneja el entorno de red bajo la modalidad de Ran Sharing es la de ahorrar costos por la operación, mantenimiento y despliegue de nodos, debido a que el operador dueño de la infraestructura ve más rentable tener el nodo compartido con otros operadores, en comparación al manejo aislado que implica un soporte total del mencionado.

Por lo expuesto anteriormente es importante que, tras la integración del nodo Ran Sharing, se puedan controlar sus indicadores (KPIs) de tal forma que evitemos degradaciones en el nodo y podamos garantizar la conectividad con los usuarios finales.

Por ello, el presente informe se ha desarrollado de la siguiente manera:

1. Clusterización: Donde se verifican todos los parámetros generales del nodo como lo son la ubicación Geográfica del nodo y los parámetros del entorno en relación a los nodos vecinos.
2. Definición del clúster: Se verifica las bandas de frecuencia que tiene el nodo, así como también las bandas nuevas a integrar.
3. Revisión de inconsistencias: En esta etapa se verifica que el nodo no tenga conflictos con los nodos vecinos, en cuanto a sus parámetros físicos (BCCH-BSIC en 2G, PSC en 3G y PCI en 4G).
4. Revisión del entorno: Verificar si el LAC o TAC está correctamente señalado de acuerdo a la vecindad de celdas.

5. Revisión de celdas vecinas: Se verifica si se encuentran declaradas las celdas vecinas que tiene el nodo en todas las tecnologías a integrar.
6. Parametrización de Celdas: En esta etapa verificamos todos los parámetros declarados en las herramientas de gestión de red sean correctos, de acuerdo al diseño de integración propuesto.
7. Estudio de Potencias, Alarmas, ROE, RSSI: Verificamos el estado físico del nodo con dichos parámetros.
8. Estudio de MIMO y Carrier Agregation: Se verifican y justifican valores de % de MIMO y CA de acuerdo al entorno.
9. Análisis de Sectores Cruzados: Se verifica mediante indicadores en el portal de gestión si los sectores se encuentran cruzados.
10. Análisis de Huella: Verificar si los alcances de las nuevas integraciones del nodo y las existentes son correctas tras la nueva integración.
11. Estudio de KPIs: Se verifican los indicadores de cada tecnología para saber si existen degradaciones tras las nuevas integraciones.
12. Estudio de KPIs a nivel de Clúster: Se verifican los parámetros generales en toda la celda para saber si su comportamiento a nivel de clúster es el correcto.
13. Propuestas de Optimización: En este apartado se indican las propuestas que pueden mejorar el desempeño del nodo de acuerdo a las evaluaciones realizadas previamente.

Tras las actividades señaladas, el informe se ha dividido de la siguiente forma:

En el Capítulo II se detalla la experiencia laboral obtenida en Arca Ingenieros y Consultores SAC (Hoy American Telecom Company SAC – ATC Móvil), así como todos los objetivos que tiene la empresa como tal, detallando las funciones y desempeño del cargo que me fue confiado durante mi periodo de trabajo.

En el Capítulo III se detallará todo el trabajo realizado para la optimización de un clúster Ran Sharing del Operador Orange bajo infraestructura de Vodafone en España.

En el Capítulo IV se detallará todos los pormenores de la experiencia realizada, para que, finalmente en el capítulo V se detallen las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo de suficiencia profesional.

II. Información del lugar donde Se desarrolló La Actividad

2.1. Institución – Actividad que desarrolla

Arca Perú es una empresa filial de Arca Ingenieros y Consultores SL (Arca Telecom) empresa española con una amplia experiencia en el sector de telecomunicaciones en dicho país, teniendo varias filiales en todas las ciudades de España.

Dentro de las labores que realiza Arca, podemos encontrar la gestión, diseño, operación, y mantenimiento de redes móviles para diversos operadores en España; con la finalidad de que dichos servicios brinden al operador un ahorro considerable en costos de operación y mantenimiento de toda su red.

Una de las diversas actividades que desarrolle como Ingeniero RAN fue la elaboración de informes de Optimización de nuevas integraciones para el operador Orange de España dentro del Departamento de ingeniería de la empresa. En esta actividad realizábamos con todas las herramientas brindadas por el operador, el seguimiento de todos los parámetros de la red de acceso, así como sus características y nomenclaturas (RxLev, RSCP, RSRP, BCCH, SC, PCI, etc.) que nos permitan asegurar que la señal y la calidad de la nueva integración cumple con todos los parámetros establecidos por el operador Orange de España.

2.2. Periodo de duración de la actividad

La actividad se desarrolló durante el todo el mes de Febrero del año 2021, hasta la elaboración de resultados que se desarrolló el mes de Marzo del 2021.

2.3. Finalidad y objetivos de la entidad

2.3.1. Visión

“Conocer la tecnología, conocer el entorno y conocer a nuestros Clientes. Sobre esa triple base edificamos los servicios que nos han permitido ser la empresa que somos y ofrecer soluciones que se adaptan a las necesidades que se nos demandan”.

2.3.2. Misión

“La confianza que nuestros Clientes han depositado en ATC Móvil nos permite crecer, comprometernos, dar más cada día y conectar con el futuro. Hace que juntos superemos cualquier desafío, encontrando siempre las soluciones más innovadoras”.

2.3.3. Objetivos

“En ATC Móvil abarcamos todas las capas posibles en la prestación de servicios: consultoría, ingeniería y campo. Por eso estamos capacitados para dar respuesta a los tres sectores más demandantes de soluciones de telecomunicaciones”:

Operador de Telecomunicaciones

- “Servicios orientados a ofrecer soluciones de negocio que son soportados por una red que hay que mejorar, ampliar y consolidar para maximizar su rentabilidad.”

Empresa de Infraestructura

- “Las empresas de infraestructura, fija y móvil, tienen unas necesidades muy específicas para optimizar la capacidad de su red y obtener el máximo valor de los recursos disponibles.”

Industria y Servicios

- “La transformación digital requiere de un conocimiento y unas capacidades muy concretas asociadas a Conectividad, IoT y Datos para llevar a cabo esta nueva revolución industrial.”

2.4. Razón Social

Arca Ingenieros y Consultores SAC (Arca Perú); Hoy se llama American Telecom Company SAC (ATC Móvil)

2.5. Dirección

Calle Juvenal Denegri 215- Urb. Santa Catalina – La Victoria – Lima

2.6. Correo electrónico del Profesional a Cargo:

Jose Luis Linares Hernández (jose Luis.linares@atcmovil.com)

III. Descripción de la Actividad

3.1. Organización de la actividad de Gestión de KPIs para Optimizar las nuevas Celdas 4G en Nodos Ran Sharing

El presente informe busca mostrar el proceso de elaboración de un trabajo de optimización que se debe de realizar tras una nueva integración de tecnología en un nodo Ran Sharing, así como la gestión de los indicadores obtenidos en el proceso de optimización.

Esta actividad se realiza en 3 etapas bien definidas; la primera etapa es la obtención de la información del nodo mediante los gestores y herramientas del operador; la segunda etapa es la revisión de los indicadores (KPIs) de la nueva integración y su impacto en el resto de celdas de acuerdo a los umbrales establecidos por el Operador, y por último, la tercera etapa contempla las propuestas de optimización que mejorarán, de ser necesario, los indicadores (KPIs) si estos se encuentran degradados.

3.2. Finalidad y Objetivos

3.2.1. Finalidad

Realizar la Gestión de KPIS para la optimización de los servicios de voz y datos tras la implementación de nuevas portadoras 4G en nodos Ran Sharing para el operador Orange de España.

3.2.2. Objetivos, Objetivo General y Específico

3.2.2.1. Objetivo General

Optimizar la funcionalidad de una nueva integración de tecnología 4G mediante la gestión de KPIs en un nodo con celdas Ran Sharing.

3.2.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar, si los parámetros 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado, cumplen con el umbral establecido por el operador.

- Elaborar el análisis de cobertura 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado.
- Verificación de los parámetros de las celdas 2G, 3G y 4G existentes en la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing son correctos de acuerdo a las indicaciones del operador.
- Optimizar el nodo estudiado proponiendo y realizando modificaciones en los parámetros de red para revisar dicho impacto en los KPIs de las celdas existentes y las nuevas celdas integradas en el nodo Ran Sharing Estudiado.

3.2.2.3. Alcance

Este informe se realizó en la Dirección de Ingeniería de Arca por encargo del Operador Orange de España en la localidad de Murcia en España

3.3. Problemática

Las nuevas integraciones de las redes móviles requieren del conocimiento de todos los parámetros de las celdas en la red de acceso, para brindarle al usuario final (empresas públicas y privadas y usuarios en general de telefonía móvil) un buen servicio en el área donde se ha realizado la nueva integración. En este caso, esta integración se desarrolló en la provincia de Murcia, en la localidad de San Pedro del Pinatar, en la cual se añadió una portadora en la banda de L2100 al nodo con tecnologías existentes en G900/U900/L1800/L800; resaltando además que esta nueva integración le pertenece a Orange y se realiza en un nodo del Operador Vodafone dentro del Proyecto de Ran Sharing que tienen ambos operadores en España, con lo cual necesitamos saber si la integración física cumple con todos los parámetros requeridos por el operador para asegurar un buen servicio.

3.3.1. Problema General

¿Cómo realizamos la Gestión de KPIS para la optimización de los servicios de voz y datos tras la implementación de nuevas portadoras 4G en nodos Ran Sharing?

3.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se determinan los parámetros 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado?
- ¿Cómo realizamos el análisis de cobertura 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado?
- ¿Cómo se determinamos si los parámetros de las celdas 2G, 3G y 4G existentes en la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing son correctos?
- ¿Cómo planteamos las propuestas de optimización y modificaciones en los parámetros de red en todas las celdas de la nueva integración del nodo Ran Sharing estudiado?

3.3.3. Justificación

La importancia de esta investigación radica a raíz de un problema que nace con el concepto Ran Sharing, que permite compartir la red de acceso de un operador con otro, de tal forma que, sobre una misma antena operen 2 o 3 operadores en las bandas que tengan asignadas.

En el Perú, mediante la Resolución Ministerial N° 136-2021-MTC/01 del 23 de febrero del año 2021 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2021) se aprueba la “Norma que regula la Compartición de Infraestructura Activa de la red de Telecomunicaciones”, con lo cual, se establecieron normas que facilitarán las futuras implementaciones de nodos Ran Sharing en el Perú como medida de mitigar y reducir la brecha digital existente en el País.

En España, el concepto de Ran Sharing ya se encuentra incrustado dentro de las actividades cotidianas de los operadores de Telefonía Móvil (Comisión Nacional de Mercados y la Competencia - España, 2011), siendo desde el año 2010 que se tiene registro de facturación por parte de un operador a otro por Compartición por Ran Sharing. Esto tomó mayor fuerza en el contexto de Covid19, donde se firmó un acuerdo entre varios Operadores (Diario El País, 2020) (entre ellos Vodafone España y France Telecom España – Orange), donde se comprometen a “realizar los mayores esfuerzos para garantizar la conectividad, operación y supervisión de las redes”. En paralelo a este acuerdo, el Operador Orange, desplegó su proyecto “Quality Factory” que involucra una

cantidad importante de despliegue de nuevos nodos, estructurando cambios que se realizan en la red de acceso. Este proyecto contempló la ampliación de nodos existentes con tecnologías en G900 (2G), U900 (3G), L800 (LTE) y añadir portadoras en L1900, L2600 que permitan cubrir la demanda instalada en las ciudades más importantes de España (Valencia, Madrid, Sevilla, Barcelona). Asimismo, formó parte del proyecto el diseño y despliegue de nodos Ran Sharing gestionados por Vodafone, con portadoras de Orange.

3.3.3.1. Justificación práctica

Este trabajo se justifica debido a que permitirá conocer la forma como poder realizar con éxito la optimización en la red de acceso de estos nodos, tomando en cuenta los KPIs y el objetivo que plantea el operador de acuerdo al contexto y entorno del nodo y su clúster, para así entregarle al usuario final la mejor conectividad móvil posible.

3.3.3.2. Justificación teórica

Este trabajo se justifica en el entendimiento del concepto de Ran Sharing y su aplicación cotidiana; así como la comprobación de la optimización en CAPEX tras ampliar una red móvil con esta modalidad sin mermar la calidad del servicio móvil en los usuarios.

Por ello, el trabajo desarrollado tiene una importancia significativa en la gestión de nodos e infraestructura compartida entre operadores, dado a que la densidad de abonados, parámetros de funcionamiento, umbrales de KPIs, parámetros de celda, entre otros, tiene una forma de trabajo diferente desde el Operador Donante y Operador receptor.

3.4. Metodología

3.4.1. Bases teóricas

3.4.1.1. Internacional

a) Antonio Jesus Payan Quintanilla en su trabajo “Actualización hacia una red de acceso compartida y nueva interfaz de radio en emplazamiento de telefonía móvil” (Quintanilla, 2021), aborda la importancia de la compartición de

infraestructura en el marco de desplegar a futuro el 5G, así como dar soporte a tecnologías pasadas. Para ello, se debe de preparar y actualizar la red de acceso.

El autor aborda esta problemática de actualización contextualizando la colaboración que tienen Orange y Vodafone (Operadores diferentes) a través de una misma Red de Acceso; así como también las ventajas que conlleva la gestión de infraestructura, mantenimiento, hardware, alquiler de espacios, despliegue y actualización que resultan ventajosas para ambos operadores, pues significa un ahorro económico en costes si se compara ello con un despliegue individual.

b) Claudia Tarin Ferrandis, en su trabajo “Ran Sharing, Compartición de Infraestructura” (Ferrandis, 2020), el autor aborda la importancia de la compartición de Infraestructura como “RAN Sharing para poder reducir los costes, mantener márgenes de beneficio mutuo, mejorar la competencia entre operadoras móviles, ampliar la cobertura y capacidad de un operador, maximizar la eficiencia y poder dar un buen servicio al cliente”, conceptualizando los diferentes tipos de Sharing que existen e indicando los beneficios que tiene el RAN Sharing como el uso efectivo de los recursos del operador, cobertura en zonas rurales, calidad del servicio, mejora de la tecnología.

El autor considera además que previo a este tipo de despliegues, ambos operadores deben tener un acuerdo previo que permita dicha cooperación de forma satisfactoria, definiendo procedimientos de trabajo, umbrales de trabajo de los nodos de acuerdo al tipo de Sharing, impacto ambiental, entre otros.

3.4.1.1. Nacional

a) Luis Guillermo Mas Sotelo y Ítalo David Bett Quea en su Trabajo “Propuesta de implementación del RAN Sharing para la optimización del servicio móvil en los usuarios de una comunidad campesina de Cieneguilla” (Quea, 2022), proponen implementar el Ran Sharing para la optimización del servicio móvil en Cieneguilla, donde se detallan los requisitos técnicos para implementar el Ran Sharing, así como el tipo de compartición de infraestructura que se utilizará en el lugar planteado para luego realizar una evaluación del mismo.

Además, se señala que, en el contexto de dicha investigación, el lugar de estudio solo tiene cobertura en 3G con Movistar y 4G con Bitel y Claro; el Operador Entel no tiene cobertura en dicho lugar de estudio. Por ello, los autores plantean la implementación de Ran Sharing del Operador Entel en los nodos de Bitel y Claro para la mejora de cobertura.

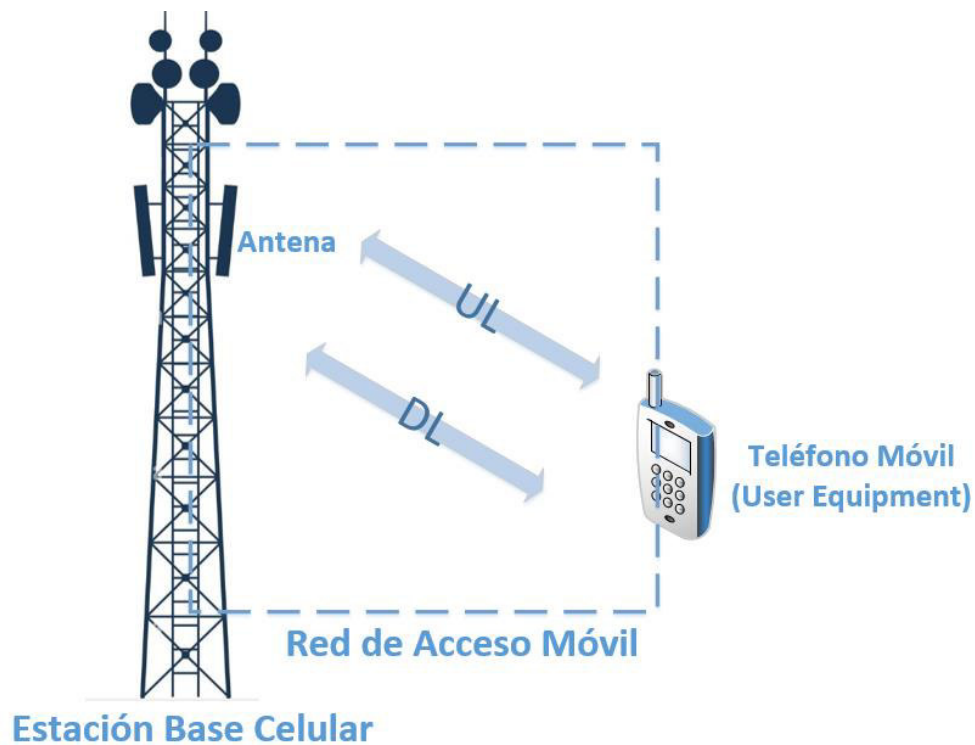
b) Marelin Estefany Huayta Chuchon en su trabajo “Desarrollo de un sistema de red móvil utilizando RAN Sharing para mejorar los servicios móviles en la comunidad de Mantoclla, departamento de Cusco” (Chuchon, 2021), desarrolla los conceptos de compartición de infraestructura para poder brindar servicios de calidad, aumentando la penetración en zonas rurales, tomando como ejemplo la comunidad de Mantoclla, en el Cusco. En el aspecto técnico se centra en el tipo de compartición de infraestructura que podrá tener de acuerdo al operador y las tecnologías desplegadas. En este caso, la compartición se realizará entre Entel y Telefónica para las Bandas B2 (1900), AWS (B4) y 700 (B28) en 3G y 4G respectivamente. Finalmente, se hace un repaso de los KPIs que se obtienen tras el encendido de las Celdas Ran Sharing.

3.4.2. Marco conceptual

Con la finalidad de abordar el tema de la optimización de celdas en nodos Ran Sharing, se tendrán en consideración los siguientes conceptos y/o definiciones desarrolladas en el trabajo.

3.4.2.1. Red de Acceso móvil

El concepto de red de acceso o RAN ha sido ampliamente utilizado en los sistemas de telecomunicaciones, siendo diferenciada de la red de transporte o tránsito (Rábanos, 2015). Para el caso de los sistemas móviles, este concepto se basa en una red de acceso inalámbrico, según el siguiente esquema:

Figura N°1.*Red de Acceso.*

Fuente: Elaboración Propia

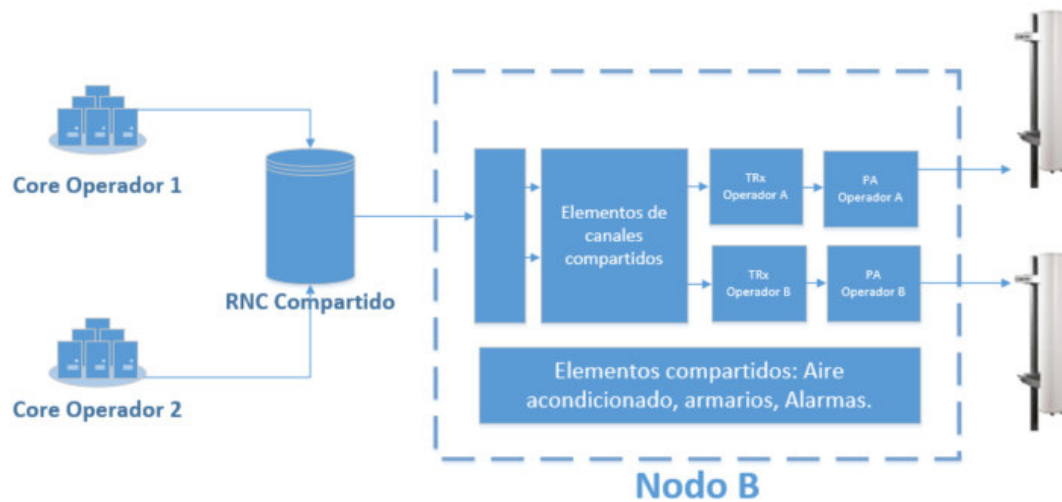
3.4.2.2. Ran Sharing

El concepto de Ran Sharing proviene de la intención de los operadores por mejorar los costos de CAPEX y OPEX. Para ello, se ha planteado la compartición de infraestructura de comunicaciones móviles. Esta compartición de infraestructura puede dividirse en dos tipos, Pasiva y Activa (Huidobro, 2010).

La compartición de Infraestructura pasiva hace referencia a la compartición de elementos pasivos como edificaciones, torres, mástiles, fuentes de energía, etc. (Huidobro, 2010).

Figura N°2.

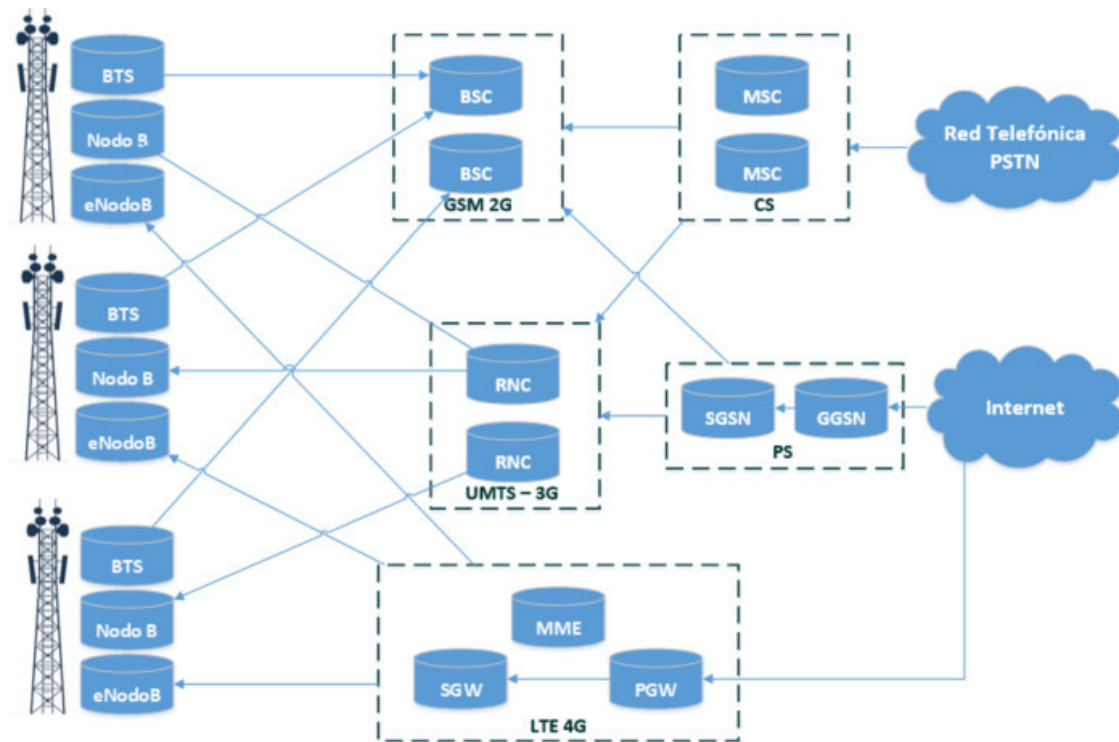
Compartición de Infraestructura Pasiva 3G.



Fuente: Elaboración Propia

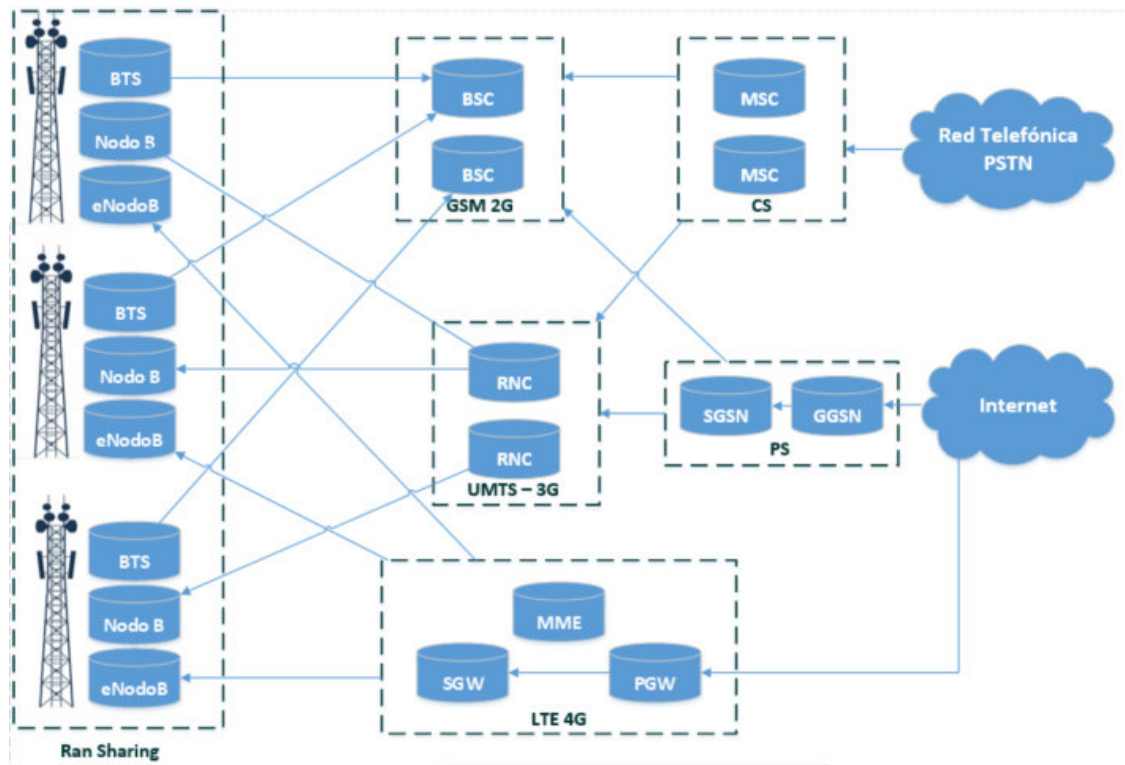
La compartición de infraestructura activa es la compartición de elementos de red como Antenas, elementos del Core, entre otros; pudiendo incluso compartir el acceso si el otro operador no dispone de equipamiento para hacerlo (Huidobro, 2010).

Para establecer el nivel de compartición de elementos de red, es necesario saber el tipo de acuerdo al cual llegan los operadores y con ello, podremos medir el nivel de costos (CAPEX y OPEX) de acuerdo a la delimitación antes indicada (Ferrandis, 2020).

Figura N°3.*Coexistencia de Tecnologías.*

Fuente: Elaboración Propia

Ran Sharing o Compartición de la Red de Acceso, hace referencia a la compartición de toda la red como estaciones base celular (BTS en 2G), NodeB en 3G, eNode B en 4G, BSC, RNC, así como en los sistemas de transmisión (Ferrandis, 2020). Esta compartición de elementos dentro de la red de cada operador como la información de los clientes (HLR y VLR) así como la facturación o el espectro radioeléctrico.

Figura N°4.*Ran Sharing.*

Fuente: Elaboración Propia

Debido a la complejidad del Ran Sharing, existen diversas formas de compartición entre las que se encuentran:

MORAN: Son las siglas de Multi Operator Radio Access Network, en este tipo de compartición se comparten las estaciones bases, las antenas, los equipos de radiofrecuencia, los equipos de banda base. Para que un operador pueda compartir su infraestructura bajo esta modalidad, deben de compartir portadoras en la misma banda de frecuencias (Panduro, 2017).

MOCN: Son las siglas de Multi Operator Core Network, en esta modalidad se diferencia del MORAN en que, si se utiliza la compartición del espectro radioeléctrico, donde se usa el "Spectrum Pooling", compartiendo el ancho de banda entre ambos operadores (Panduro, 2017).

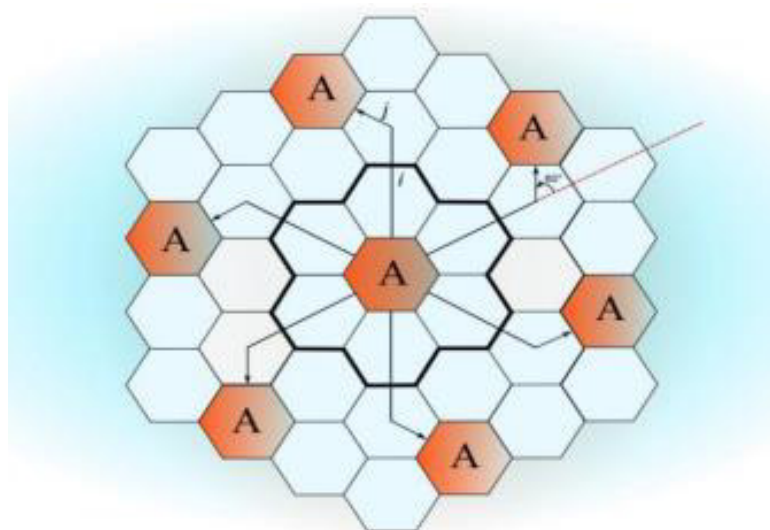
3.4.2.3. Clúster

Un clúster, como concepto en redes móviles, hace referencia a la agrupación de celdas con diferentes canales dentro de una red desplegada de celdas. La cantidad de canales de reúso, es directamente proporcional a la densidad de nodos instalados en un determinado lugar (Casarrubias, Gil Gonzales, & Ruiz Chavez, 2015).

Si el entorno es rural, el clúster por lo general tiene pocas celdas; pero si nos acercamos a un entorno urbano, donde existe una alta concentración de usuarios, el clúster tendrá varias celdas con múltiples portadoras.

Figura N°5.

Clusterización y Reúso de frecuencias.



Fuente: (Casarrubias, Gil Gonzales, & Ruiz Chavez, 2015)

3.4.2.4. RSSI en 2G, 3G y 4G

RSSI hace referencia a la frase en inglés “Received Signal Strength Indicator” el cual indica el nivel de señal recibida, el cual puede calcularse con indicadores por tecnología:

En 2G: ICM BAND “Idle Channel Measurement (ruido o interferencia en UL) en canales TCH o SDCCH”. Este indicador mide cada canal de Transmisión, donde el peor valor recibido es en la quinta banda. Este indicador debe permanecer por debajo del 1% para considerar correcta la medida (Quintanilla, 2021).

En 3G: RSSI en 3G - Se mide el ruido en el UpLink de cada tecnología 3G UMTS. Esta medida es correcta si es inferior a -100dBm. En caso la medida sea incorrecta, se deben realizar pruebas con cargas en el Sistema Radiante para aislarlo y así obtener valores reales (Quintanilla, 2021).

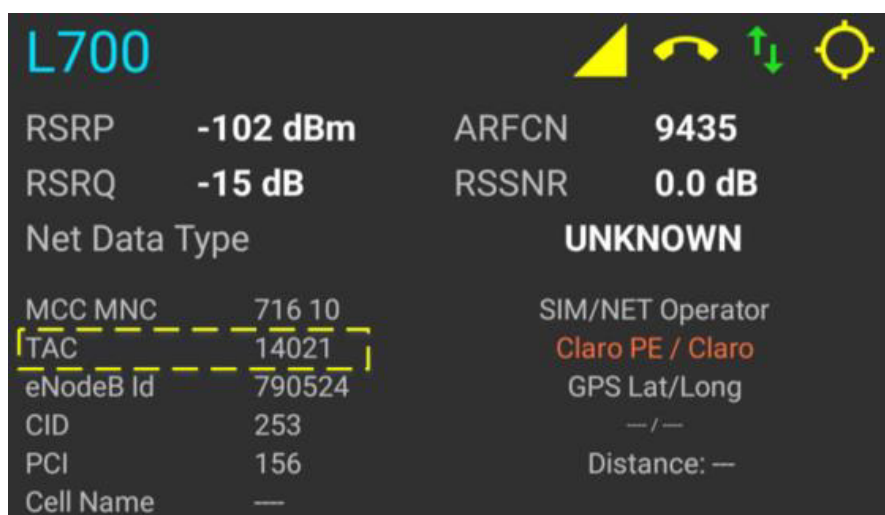
En 4G: RSSI en 4G – Se mide el ruido o interferencia al igual que en 3G, pero en la Banda LTE con longitud de onda más grande (700-900Mhz) debido a que dichas bandas son más propensas a tener este ruido o KPI alto, por tráfico, alcance o factores externos (Cercanía con la banda de Televisión digital Terrestre) (Quintanilla, 2021).

3.4.2.5. LAC - TAC

LAC o Location Area Code (3G) y TAC o Tracking Area Code (4G) es el número que identifica la ubicación de una celda dentro de un área geográfica. Este número permite redirigir el tráfico de forma que no se congestionen las celdas que forman parte de un LAC o TAC.

Figura N°6.

TAC en 4G –Claro.



Fuente: Elaboración Propia – Net Monitor

3.4.2.6. RET

Tilt Eléctrico Remoto o RET en inglés, hace referencia al tilt que puede ser configurable dentro del gestor de celdas del operador. Este parámetro permite

poder realizar correcciones de huella, alcances, o mejorar ciertos KPIs que se encuentren degradados tras las pruebas de encendido y marcha blanca.

El RET debe de estar dentro de la antena y debe ser gestionado por un RCU que permita realizar los cambios necesarios en las antenas instaladas, sin la necesidad de comisionar nuevamente el nodo (Quintanilla, 2021).

3.4.2.7. KPIs a nivel de Celdas

Los KPIs o indicadores a nivel de celdas hacen referencia a los indicadores de desempeño que, de forma individual indican el estado de cada celda instalada por sector en cada tecnología del nodo comisionado. Cabe mencionar, además, que estos KPIs permiten evaluar el estado y proponer soluciones entre las que destacan las propuestas de optimización, actualización y/o migración de tecnología dependiendo de lo que se encuentre instalado en el nodo.

Algunos KPIs indicarán la cantidad de llamadas establecidas, cambios de tecnología durante el establecimiento de una llamada, congestión de cada celda, conflictos entre celdas vecinas, definición de celdas vecinas, RSSI, RSRP, RSRQ, entre otros parámetros.

3.4.2.8. KPIs a nivel de Clúster

Estos KPIs o indicadores a nivel de clúster nos permite realizar una evaluación de todos los indicadores a nivel de nodo, con lo que, mediante el umbral establecido por el Operador, podremos indicar si el desempeño del nodo es correcto o no.

Algunos KPIs que podemos encontrar son el Alcance y sobre alcance de Celdas, MIMO a nivel de Clúster, PRB a nivel de Clúster, llamadas establecidas, llamadas caídas, disponibilidad del nodo, entre otros.

3.5. Procedimiento de trabajo

Realizamos este informe de acuerdo a los procedimientos aprobados por el Operador Orange de España.

En este documento se resumirán las etapas realizadas en este informe:

3.5.1. Etapas

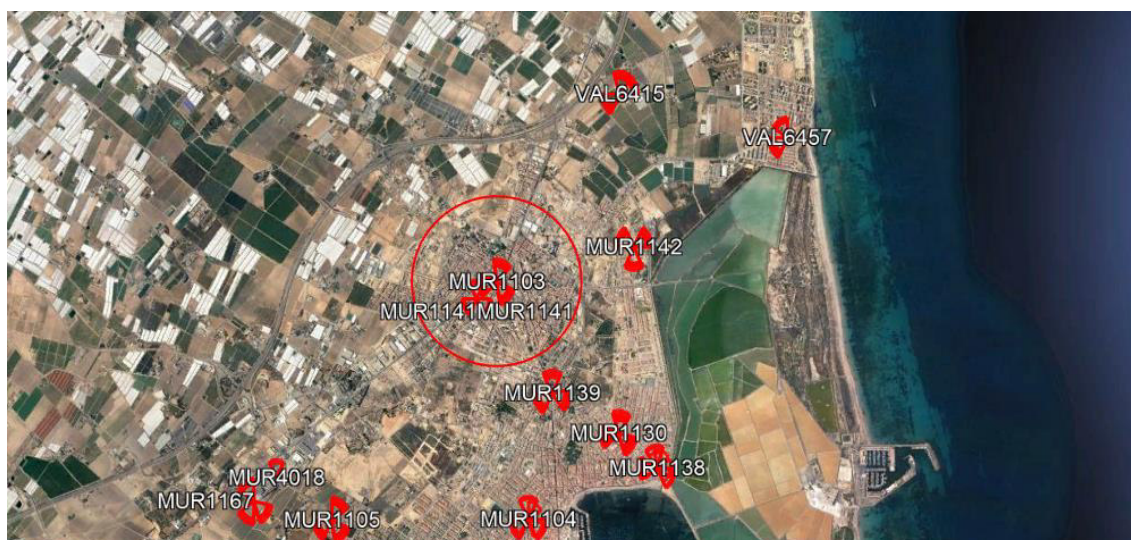
3.5.1.1. Clusterización

La clusterización es un procedimiento mediante el cual definimos todos los parámetros reales del nodo de estudio dentro de un conjunto de nodos (Clúster). Los parámetros que se revisarán en este apartado son la ubicación del nodo y su entorno con las coordenadas de ubicación en las herramientas del operador Orange.

- **Localización:** El clúster analizado se encuentra en la provincia de Murcia. Se muestra a continuación imagen de la ubicación del nodo (clúster):

Figura N° 7

Localización del Clúster



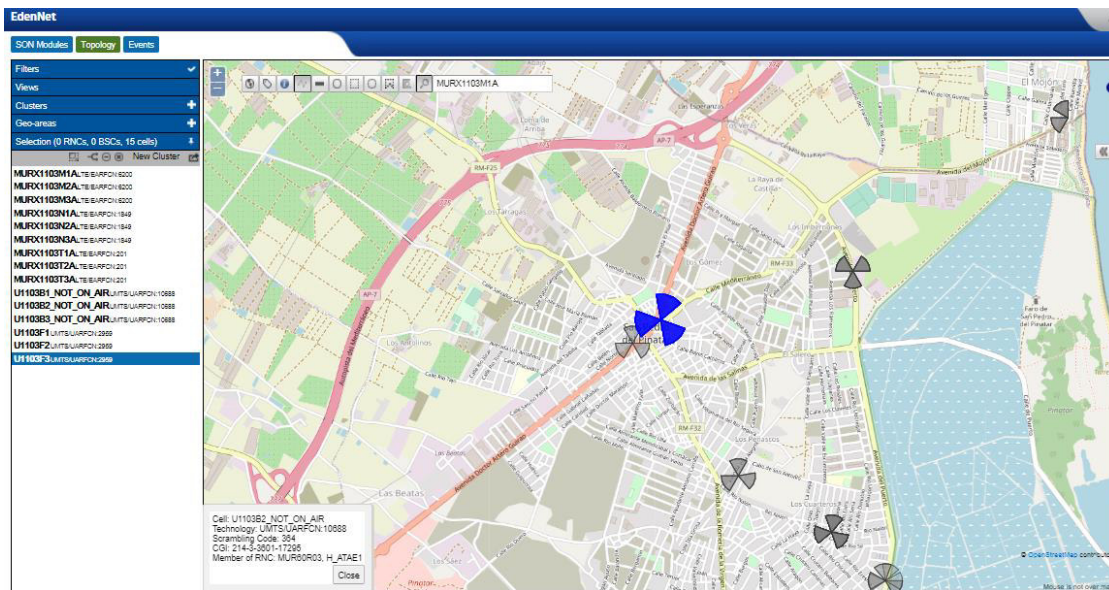
Fuente: Elaboración Propia

Se encuentra específicamente ubicado en la localidad de San Pedro del Pinatar; Provincia de Murcia, en Plaza de la Constitución N°17 – Edificio Sorolla.

Se observa que en el entorno de la ubicación del nodo tenemos celdas con la denominación VAL y MUR, las cuales corresponden a Valencia y Murcia, debido a que estamos en una zona de frontera entre ambas regiones.

- Auditoría de Coordenadas

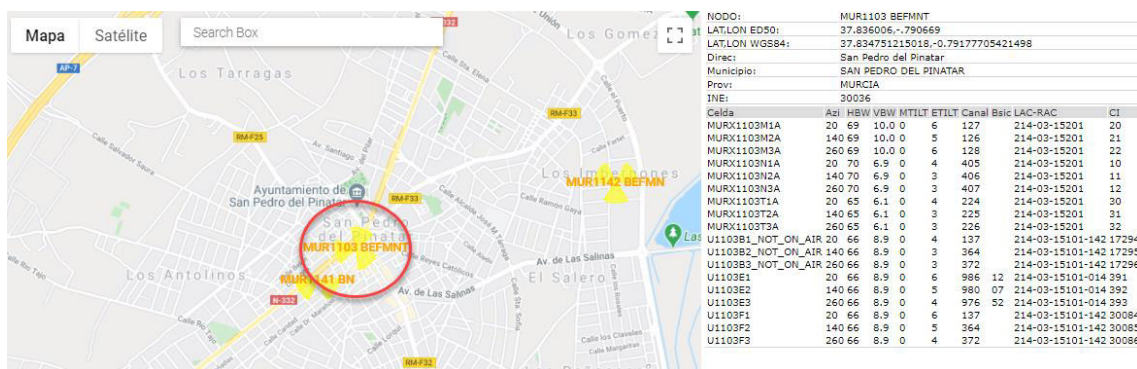
Figura N°8.
Coordenadas en el sistema del operador



Fuente: Orange

Se verifica que el nodo, efectivamente es visible en los gestores de consulta y contiene la información de las celdas. Verificamos la información también en las diversas herramientas que brinda el operador:

Figura N°9
Coordenadas en el registro de datos del operador



Fuente: Orange

- Definición del Clúster

Para este trabajo, se definió al clúster con un único nodo (MUR1103) el cual tuvo la fecha de encendido de la nueva portadora el día 10 de noviembre del año 2020. Cabe mencionar además que el único nodo en estudio dentro de este clúster forma parte del Proyecto de Ran Sharing donde se ve involucrado el

operador Vodafone y Orange. En este caso, el nodo de estudio pertenece a Orange y este brindará el servicio de Ran Sharing al operador Vodafone.

Figura N°10

Estado inicial y estado final del nodo

Configuración inicial OSP: ? BEFMN

Configuración inicial VDF: ?

Configuración final OSP: ? EFMNT

Fuente: Orange

En la imagen se observa que, el estado de las bandas de frecuencia que se encuentran encendidas antes de realizar la ampliación de la banda T (LTE 2100)

En este caso las letras significan:

- E – G900 : Banda 900 en GSM
- B - U2100 : Banda 2100 en UMTS
- F - U900 : Banda 900 en UMTS
- M – L800 : Banda 800 en Lte
- N – L1800 : Banda 1800 en Lte
- T – L2100 : Banda 2100 en Lte
- L – L2600 : Banda 2600 en Lte

En la configuración inicial, observamos que se tienen encendidas las portadoras BEFMN y en la configuración final se observa que se enciende L2100 y se apaga U2100.

Tabla N°1.

Tecnologías y bandas existentes

NODO	Nuevas Tecnologías	Tecnologías Existentes	Operador
MUR1103	L2100	G900 / U900 / L1800 / L800	OSP

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°2.

Detalle de las portadoras entre Sectores

NODO	2G 900	3G U900	3G U2100	LTE800	LTE1800	LTE2100	LTE2600
MUR1103	1+1+1	1+1+1	-	1+1+1	1+1+1	1+1+1	-

Fuente: Elaboración Propia

Se realizará el estudio de KPIs de todas las bandas existentes en la configuración final.

3.5.1.2. Chequeo de Inconsistencias

En esta etapa se revisaron todas las definiciones de este nodo en el entorno para evitar conflictos con nodos vecinos, interferencias, inconsistencias en los parámetros de definición de celda en la red, nivel de potencias en cada celda, alarmas del nodo, si este las tuviese, ROE, RSSI, MIMO, CA y si el nodo posee sectores cruzados.

Resultado del chequeo realizado en las celdas del clúster, todo cambio queda detallado en el HC.

- Planificación Radio

Tabla N°3

Detección de Conflictos

Tech	Check	Result
2G	Conflictos de BCCH-BSIC y distancia de reuso	✓
3G	Conflictos de PSC y distancia de reuso	X
4G	Conflictos de PCI y distancia de reuso	✓
	PCI Modulo 3 conflict	✓
	PCI Modulo 30 conflict	✓

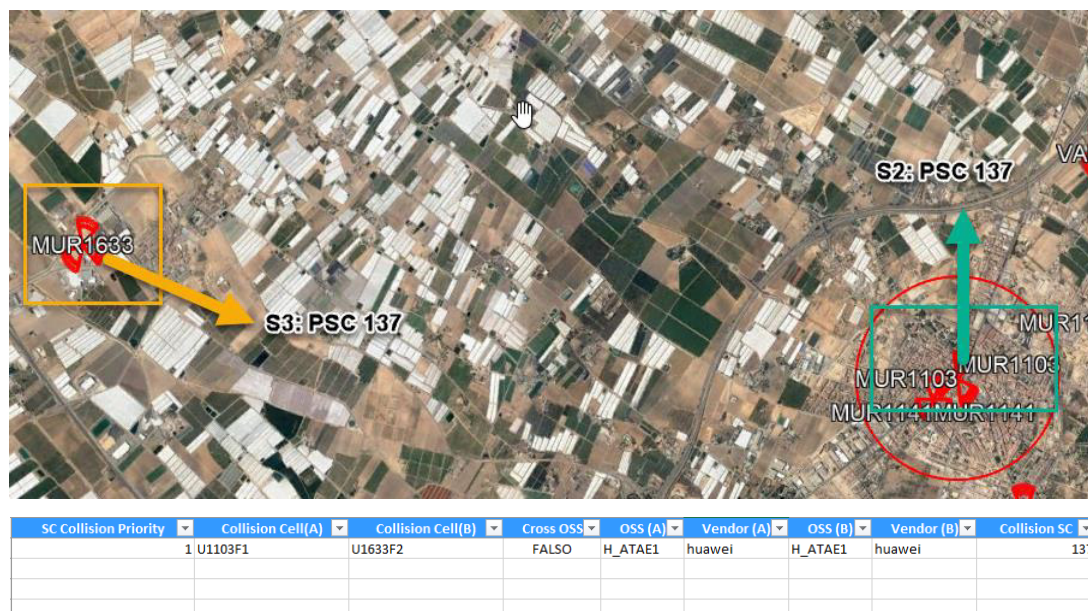
Fuente: Elaboración Propia

Planificación Radio: Se revisan el BCCH-BSIC 2G, el PSC 3G y el PCI 4G de todas las tecnologías existentes en el clúster para encontrar si existen conflictos con los demás nodos del entorno del operador Orange. En este caso, hemos detectado una inconsistencia en la tecnología 3G mediante un módulo de la herramienta del sistema del operador que nos permite detectar celdas con el mismo PSC en un radio determinado.

Gráficamente podemos observar que, si existe el conflicto con lo que, procedemos a realizar este cambio a nivel de red.

Figura N°11.

Conflicto en el módulo CSON SC REUSE



Fuente: Orange

En el nodo vecino MUR1633 se observa el detalle de todas las celdas que conforman este nodo para confirmar el conflicto de PSC.

Figura N°12

Detalle del nodo MUR1633

NODO:	MUR1633 EFMNW								
LAT,LON ED50:	37.844183,-.858817								
LAT,LON WGS84:	37.842927335394,-0.85992700208313								
Dirac:									
Municipio:	SAN JAVIER								
Prov:	MURCIA								
INE:	30035								
Celda	Azi	HBW	VBW	MTILT	ETILT	Canal	Bsic	LAC-RAC	CI
MURX1633M1A	15	65	9.5	2	6	402		214-03-15201	20
MURX1633M2A	105	65	9.5	1	6	404		214-03-15201	21
MURX1633M3A	225	65	9.5	0	5	379		214-03-15201	22
MURX1633N1A	15	65	6.8	2	7	449		214-03-15201	10
MURX1633N2A	105	65	6.8	1	7	447		214-03-15201	11
MURX1633N3A	225	65	6.8	0	6	448		214-03-15201	12
MURX1633W1A	15				7	468		214-03-15201	500
MURX1633W2A	105				7	470		214-03-15201	501
MURX1633W3A	225				6	469		214-03-15201	502
U1633E1	15	60	8.5	2	6	980	61	214-03-15101-014	1537
U1633E2	105	60	8.5	1	6	991	10	214-03-15101-014	1538
U1633E3	225	60	8.5	0	5	977	72	214-03-15101-014	1539
U1633F1	15	63	5.8	2	6	257		214-03-15101-142	32810
U1633F2	105	63	5.8	1	6	137		214-03-15101-142	32811
U1633F3	225	63	5.8	0	5	161		214-03-15101-142	32812

Fuente: Orange

En el nodo estudiado MUR1103 se observa el detalle de todas las celdas que conforman este nodo para confirmar el conflicto de PSC.

Figura N°13

Detalle del nodo MUR1103

NODO:	MUR1103 BEFMNT								
LAT,LON ED50:	37.836006,-.790669								
LAT,LON WGS84:	37.834751215018,-0.79177705421498								
Dirac:	San Pedro del Pinatar								
Municipio:	SAN PEDRO DEL PINATAR								
Prov:	MURCIA								
INE:	30036								
Celda	Azi	HBW	VBW	MTILT	ETILT	Canal	Bsic	LAC-RAC	CI
MURX1103M1A	20	69	10,0	0	6	127		214-03-15201	20
MURX1103M2A	140	69	10,0	0	5	126		214-03-15201	21
MURX1103M3A	260	69	10,0	0	6	128		214-03-15201	22
MURX1103N1A	20	70	6,9	0	4	405		214-03-15201	10
MURX1103N2A	140	70	6,9	0	3	406		214-03-15201	11
MURX1103N3A	260	70	6,9	0	3	407		214-03-15201	12
MURX1103T1A	20	65	6,1	0	4	224		214-03-15201	30
MURX1103T2A	140	65	6,1	0	3	225		214-03-15201	31
MURX1103T3A	260	65	6,1	0	3	226		214-03-15201	32
U1103B1_NOT_ON_AIR	20	66	8,9	0	4	137		214-03-15101-142	17294
U1103B2_NOT_ON_AIR	140	66	8,9	0	3	364		214-03-15101-142	17295
U1103B3_NOT_ON_AIR	260	66	8,9	0	3	372		214-03-15101-142	17296
U1103E1	20	66	8,9	0	6	986	12	214-03-15101-014	391
U1103E2	140	66	8,9	0	5	980	07	214-03-15101-014	392
U1103E3	260	66	8,9	0	4	976	52	214-03-15101-014	393
U1103F1	20	66	8,9	0	6	137		214-03-15101-142	30084
U1103F2	140	66	8,9	0	5	364		214-03-15101-142	30085
U1103F3	260	66	8,9	0	4	372		214-03-15101-142	30086

Fuente: Orange

Con la información anterior se procedió a realizar el cambio en la celda del operador. Se realizó el cambio en U1103F1 por el PSC 249:

Figura N°14

Cambio de PSC en el gestor del operador

```

LSI UCELL:NODENAME= MURX1103;
MUR60R03
+++ NBSCBSC6900 2020-12-23 17:57:40
O&M #42207546
%%/*1879430846*/LST UCELL: NODENAME="MURX1103";%%
RETCODE = 0 Execution succeeded.

List Cell Basic Information
-----
Cell ID Cell Name Logical RNC ID Max Transmit DL Power Control Mode 1 DL Primary Scrambling Code TX Diversity
-----
17294 U1103B1_NOT_ON_AIR 3601 460 10 137 FALSE
17295 U1103B2_NOT_ON_AIR 3601 460 10 364 FALSE
17296 U1103B3_NOT_ON_AIR 3601 460 10 372 FALSE
30084 U1103F1 3601 460 10 249 FALSE
30085 U1103F2 3601 460 10 364 FALSE
30086 U1103F3 3601 460 10 372 FALSE
(Number of results = 6)

```

Fuente: Orange

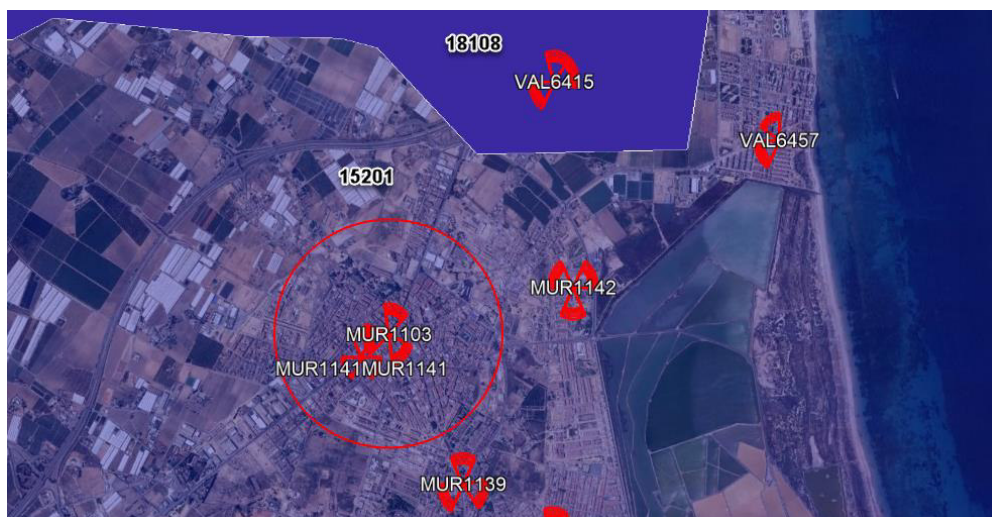
No se detectan conflictos en BCCH-BSIC y PCI.

- Estudio de TAC/LAC

En este estudio se verifica el TAC en la tecnología 3G y el LAC en la tecnología 4G lo cual nos permite verificar la ubicación de cada celda dentro de la región con dichos números.

Figura N°15

Estudio de TAC/LAC



Fuente: Orange

Tabla N°4

Estudio de TAC/LAC

NODO	TAC	LAC 3G	LAC 2G
MUR1103	15201	15101	15101

Fuente: Elaboración Propia

Se determina que no existen problemas de TAC/LAC. Se revisa que ninguna de las celdas 4G haya quedado en una "isla" de TAC. Se ha revisado también el número de nodos que están usando el mismo TAC:

15201 → 47 No cumple el límite de diseño, 40 nodos como máximo.

Se analizan mediante las herramientas del operador los intentos de paging para comprobar si los mensajes enviados exceden al umbral de 80 intentos Paging/segundo. Vemos en la siguiente tabla que no se ve superado dicho umbral, por lo que no se recomienda ninguna reorganización de TACs, aunque supere el valor típico de diseño de 40 nodos establecido por el operador:

Tabla N°5*Intentos de Paging por Segundo*

ENODOB (T)	EUTRANCELL(T)	Paging Intensidad
MURX1103	MURX1103M1A	13,19
MURX1103	MURX1103M2A	17,01
MURX1103	MURX1103M3A	14,27
MURX1103	MURX1103N1A	16,84
MURX1103	MURX1103N2A	15,23
MURX1103	MURX1103N3A	17,48
MURX1103	MURX1103T1A	18,83
MURX1103	MURX1103T2A	17,24
MURX1103	MURX1103T3A	16,11

Fuente: Elaboración Propia

- Revisión de Vecindades

Tabla N°6*Check list de revisión de vecindades*

Tech	Check	Result
2G	Distancia de realización de Hand Over	✓
	Celdas vecinas bidireccionales	✓
	Celdas Co-Site y Co-Sector vecinas	✓
	Celdas vecinas no incluidas	✓
	Celdas vecinas redundantes	✓
3G	Distancia de realización de Hand Over	✓
	Celdas vecinas bidireccionales	✓
	Celdas Co-Site y Co-Sector vecinas	✓
	Celdas vecinas no incluidas	✓
	Vecinas interfrecuencia	✓
4G	Distancia de realización de Hand Over	✓
	Celdas Co-Site y Co-Sector vecinas	✓
	Relaciones entre frecuencias de celdas	✓
	Celdas vecinas redundantes	✓

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a revisar el entorno del operador donde se revisan las celdas que se encuentran contiguas al nodo estudiado MUR1103; para ello hemos obtenido algunos módulos 2G, 3G y 4G de una de las herramientas del operador que se encuentra conectado al sistema de gestión de la red.

Podemos encontrar que en 2G, tenemos las vecinas correctamente definidas:

Figura N°16

Relación de Vecinas 2G en Gestor del operador

Source Cell	Neighbor Cell	Neighbor Category	Neighbor Frequency Layer	HO Successes
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-15101 U1103E3)	intra	EGSM900	1859
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-15101 U1142E3)	intra	EGSM900	1161
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-15101 U1103E2)	intra	EGSM900	767
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6407E3)	intra	EGSM900	251
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6415E3)	intra	EGSM900	213
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6405E3)	intra	EGSM900	198
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6415E2)	intra	EGSM900	158
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6405E2)	intra	EGSM900	98
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6488E2)	intra	EGSM900	83
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-15101 U1130E1)	intra	EGSM900	59
(LAC-15101 U1103E1)	(LAC-18108 V6469E2)	intra	EGSM900	51

Fuente: Orange

Procedemos a revisar las celdas vecinas 3G Interfrecuencia e intrafrecuencia, encontrando que estas se encuentran correctamente definidas.

Figura N°17

Relación de Vecinas 3G en Gestor del operador

Source Cell	Neighbor Cell	Neighbor Type	Neighbor Frequency Layer	Reuse Code	HO Successes	HO Attempts	Percentage of HO attempts (%)
U1103F3	U1107F1	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 124)	286	287	0.231477747
U1103F3	V6469F2	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 130)	10222	10229	8.250125014
U1103F3	U1130B3	inter	10688	(UARFCN: 10688, SC: 508)	11	11	0.008871969
U1103F3	V6488F3	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 427)	2	2	0.001613085
U1103F3	V6405F2	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 203)	788	789	0.63636217
U1103F3	U1138F2	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 99)	25	25	0.020163567
U1103F3	U1139B3	inter	10688	(UARFCN: 10688, SC: 23)	None	None	None
U1103F3	U1106F1	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 100)	83	83	0.066943042
U1103F3	U4031F2	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 346)	8	8	0.006452341
U1103F3	U1108F4	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 44)	2	2	0.001613085
U1103F3	U1603F3	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 423)	30	30	0.02419628
U1103F3	V6415F3	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 509)	8439	8455	6.81931831
U1103F3	U1106F3	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 116)	1489	1492	1.20336167
U1103F3	U1102F1	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 332)	6	6	0.004839256
U1103F3	U1142B3	inter	10688	(UARFCN: 10688, SC: 212)	12	13	0.010485055
U1103F3	U7126F3	intra	2959	(UARFCN: 2959, SC: 435)	629	633	0.510541513

Fuente: Orange

Procedemos a revisar las celdas vecinas 4G Interfrecuencia e intrafrecuencia, encontrando que estas se encuentran correctamente definidas.

Figura N°18*Relación de Vecinas 4G en Gestor del operador*

Source Cell	Neighbor Cell to Remove	Distance (expected >= 0.1)	HO_Attempts (expected >= 20)	HO_Success_Rate (expected <= 80)
MURX1103M1A	VALX6463M3A	5.85	5	100
MURX1103M1A	MURX7113M1A	22.23	3	100
MURX1103M1A	MURX1167M1A	2.67	92	100
MURX1103M1A	MURX1106M3A	3.6	5	100
MURX1103M1A	MURX1130M3A	1.59	11	90.90909091
MURX1103M1A	MURY1104N1A	1.96	0	0
MURX1103M1A	MURX1103N2A	0	0	0
MURX1103M1A	VALX6488M3A	2.76	80	100
MURX1103M1A	VALX6469M1A	5.15	197	98.98477157
MURX1103M1A	MURX1142N1A	1.16	7	100

Fuente: Orange

- Parametrización y chequeo de inconsistencias

Tabla N°7*Check list de chequeo de inconsistencias*

	MUR1103
4G Inconsistences	✓
3G Inconsistences	✓
2G Inconsistences	✓

Fuente: Elaboración Propia

Se revisó la parametrización y no se encontraron inconsistencias.

Parametrización de Celdas 2G:

Figura N°19*Parametrización de Celdas 2G*

BSC	CELLID	CELLNAME	BCCH	NCC	BCC	LAYER	RXMIN	CRO	PT	LAC	CI	MCC	MNC
MUR60B03	72	U1103E1	986	1	2	3	4	0	0	15101	391	214	3
MUR60B03	73	U1103E2	980	0	7	3	4	0	0	15101	392	214	3
MUR60B03	74	U1103E3	976	5	2	3	4	0	0	15101	393	214	3

Fuente: Orange

Parametrización de Celdas 3G:

Figura N°20

Parametrización de Celdas 3G

NODEBID	RNCID	neid	NODEBNAME	CELLNAME	CELLID	PSC	QQUALMIN	QRLVEMIN	RAC	LAC	MAXTXPOWER	PCPICHPOWER	UARFCNDOWNLINK	CIO	MNC
31103	3601	MUR60R03	MURX1103	U1103F1	30084	249	-18	-57	142	15101	460	360	2959	0	3
31103	3601	MUR60R03	MURX1103	U1103F2	30085	364	-18	-57	142	15101	460	360	2959	0	3
31103	3601	MUR60R03	MURX1103	U1103F3	30086	372	-18	-57	142	15101	460	360	2959	0	3

Fuente: Orange

Parametrización de Celdas 4G:

Figura N°21

Parametrización de Celdas 4G

ENODEB	CELLNAME	Reference signal power	LOCALCELLID	PB	PHYCELLID	ROOTSEQUENCEIDX	CELLRADIUS	TAC	ENODEBID	CELLID	TXRXMODE	MNC
MURX1103	MURX1103M1A	149	12	0	127	420	29000	15201	1011278	20	2	3
MURX1103	MURX1103M2A	149	13	0	126	818	29000	15201	1011278	21	2	3
MURX1103	MURX1103M3A	149	14	0	128	634	29000	15201	1011278	22	2	3
MURX1103	MURX1103N1A	122	6	0	405	836	15000	15201	1011278	10	4	3
MURX1103	MURX1103N2A	122	7	0	406	672	15000	15201	1011278	11	4	3
MURX1103	MURX1103N3A	122	8	0	407	410	15000	15201	1011278	12	4	3
MURX1103	MURX1103T1A	152	18	0	224	310	10000	15201	1011278	30	4	3
MURX1103	MURX1103T2A	152	19	0	225	318	10000	15201	1011278	31	4	3
MURX1103	MURX1103T3A	152	20	0	226	326	10000	15201	1011278	32	4	3

Fuente: Orange

- Estudio de Potencias

Se verifica que el estudio de potencias de las celdas que conforman el nodo es el correcto y no sobrepasa el límite por tecnología.

Figura N°22

Estudio de Potencias

Nodo	Celda	Conf	Potencias (w)	CPICH /RS
MUR1103	G900	1/1/1	20/20/20	
	U900	1/1/1	40/39/40	360/360/360
	L800	1/1/1	18/18/18	149/149/149
	L1800	1/1/1	20/20/20	122/122/122
	L2100	1/1/1	20/20/20	152/152/152

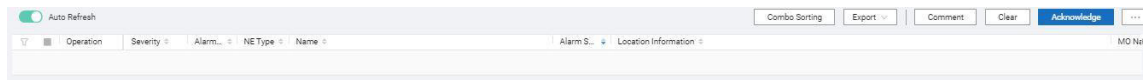
Fuente: Orange

- Alarmas

Se procede a revisar las alarmas en el gestor U2020 del Huawei del operador, para verificar si existen alarmas en el nodo:

Figura N°23

Alarmas del Nodo MUR1130



Fuente: Orange

Se observa que no tenemos alarmas activas en el nodo.

- ROE

Procedemos a revisar si el nodo tiene ROE (VSWR) en las celdas integradas dentro de los gestores del operador:

Figura N°24

Cantidad de ROE por cada boca de antena en el gestor del operador

```

DSP VSWR:
MURX1103
+++ MURX1103 2020-12-16 00:13:09
O&M #43488
%/*1879292422*/DSP VSWR; ;%%
RETCODE = 0 Operation succeeded.

Dsp VSWR Test Result
-----
Cabinet No. Subrack No. Slot No. TX Channel No. VSWR(0.01)

0 60 0 0 110
0 60 0 1 116
0 60 0 2 113
0 60 0 3 110
0 61 0 0 112
0 61 0 1 114
0 61 0 2 115
0 61 0 3 105
0 62 0 0 112
0 62 0 1 113
0 62 0 2 118
0 62 0 3 108
0 181 0 0 119
0 181 0 1 117
0 181 0 2 114
0 181 0 3 116
0 182 0 0 109
0 182 0 1 114
0 182 0 2 109
0 182 0 3 118
0 183 0 0 123
0 183 0 1 114
0 183 0 2 117
0 183 0 3 122

(Number of results = 24)

```

Fuente: Orange

Observamos que, el nivel de VSWR es inferior a 1.5 por lo que no tenemos ROE en ninguna de las antenas del nodo.

- Revisión del RSSI

Se revisa el RSSI de las celdas del clúster 2G, 3G y 4G con la finalidad de detectar interferencias y/o ruido en el despliegue de cada tecnología. No se observan celdas con problemas de ruido en ninguno de los casos.

Tabla N°8

Check list de RSSI en el Nodo

Tech	Check	Result
2G	ICMBand 2G (% >=3)	✓
3G	RSSI 3G	✓
4G	Interference 4G PUSCH UL (RSSI UL 4G)	✓

Fuente: Elaboración Propia

Para la tecnología 4G se ha seguido el criterio/umbral riguroso según la banda, a saber:

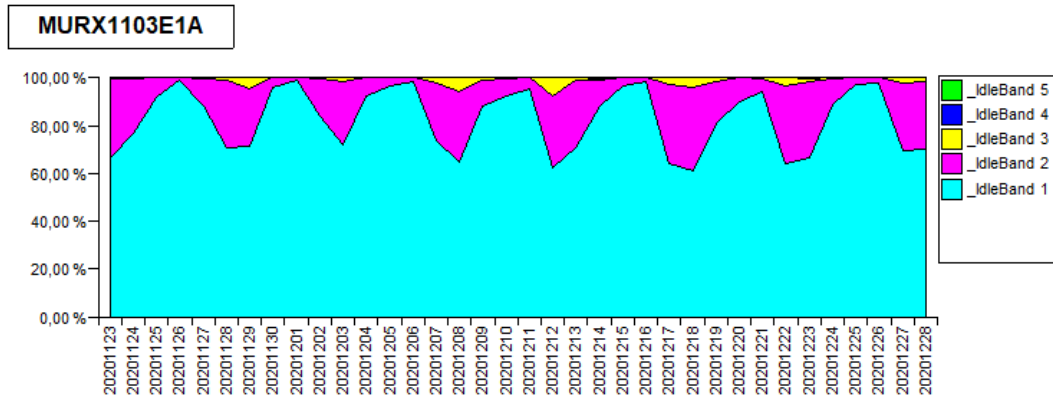
- L1800 → -112 dBm
- L2100 → -112 dBm
- L800 → -110 dBm

ICM Band – MURX1103:

Observamos que no existe interferencias existentes en la banda 4 que podrían ocasionar un mal desempeño de las celdas 2G en ninguna de las 3 celdas de nuestro nodo.

Figura N°25

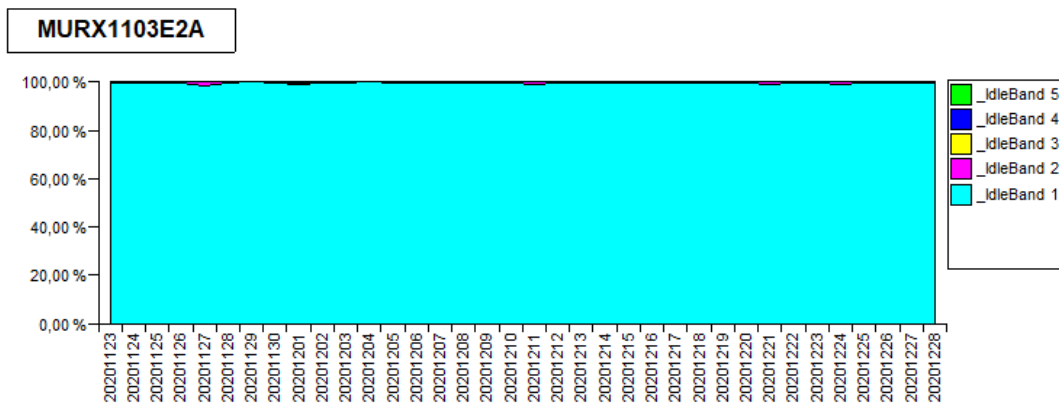
ICM Band – 2G Sector 1



Fuente: Orange

Figura N°26

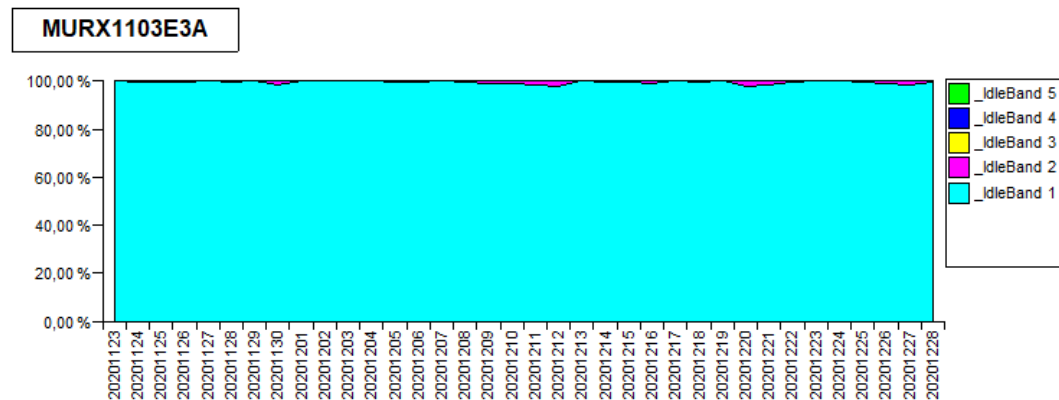
ICM Band – 2G Sector 2



Fuente: Orange

Figura N°27

ICM Band – 2G Sector 3



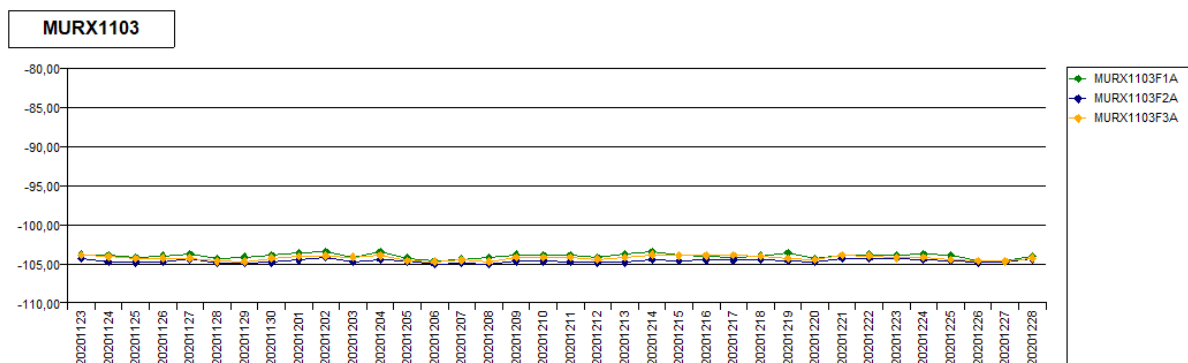
Fuente: Orange

RSSI 3G – MURX1103:

En el caso de la tecnología 3G, observamos en el gráfico diario que el nivel de RSSI 3G de nuestras celdas no supera el umbral de -95dBm indicado por el operador, por lo que sus niveles son correctos.

Figura N°28

RSSI en 3G



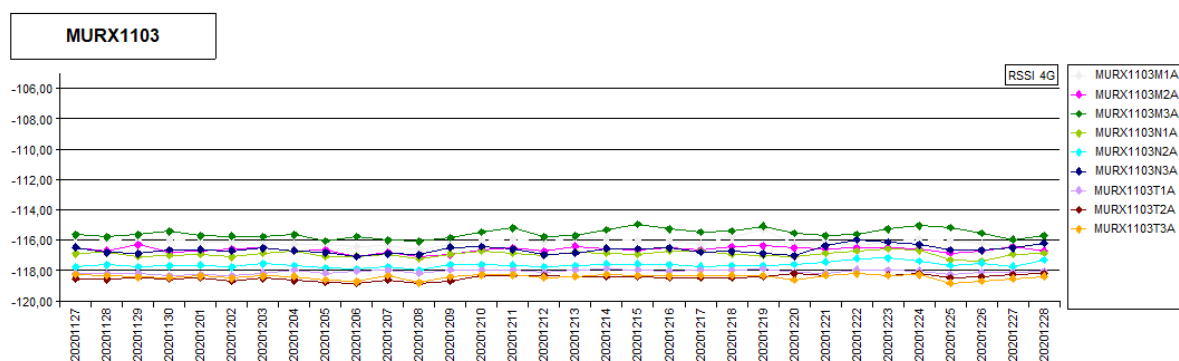
Fuente: Orange

RSSI 4G – MURX1103:

Observamos que los niveles de RSSI 4G de las celdas de nuestro nodo no superan los -112dBm que tenemos como umbral en este nodo, por lo que cumple con los niveles de RSSI 4G determinados por el operador.

Figura N°29

RSSI en 4G



Fuente: Orange

- MIMO / Carrier Aggregation

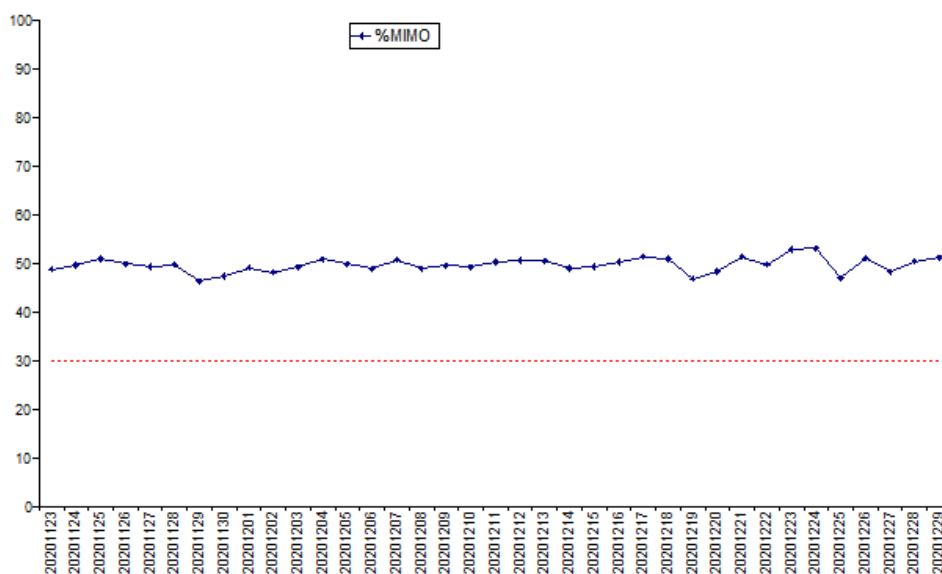
Procedemos a realizar el análisis del MIMO 4G y el CA de las celdas 4G que encontramos en nuestro nodo.

Como clúster, el mimo debe superar el 30% para que se considere que este KPI se encuentra correcto.

- MIMO Agregado del Clúster:

Figura N°30

MIMO 4G como agregado de clúster



Fuente: Orange

Observamos que el clúster posee niveles superiores al 30% durante la semana de elaboración de este informe.

- **MIMO** Celdas del Clúster:

Se procede a revisar el uso de MIMO a nivel de celda, tanto en L1800 como en L2100 cumplen y se ubican en muy buenos niveles sobre el umbral mínimo requerido, el único nivel que no cumple es el sector 3 de la celda MURX1103M3A:

Tabla N°9

Mimo 4G por celda

PROVINCIA	CELDA	ENODOB	%MIMO	Check
MURCIA	MURX1103M1A	MURX1103	32,74	OK
MURCIA	MURX1103M2A	MURX1103	34,43	OK
MURCIA	MURX1103M3A	MURX1103	25,48	NOK

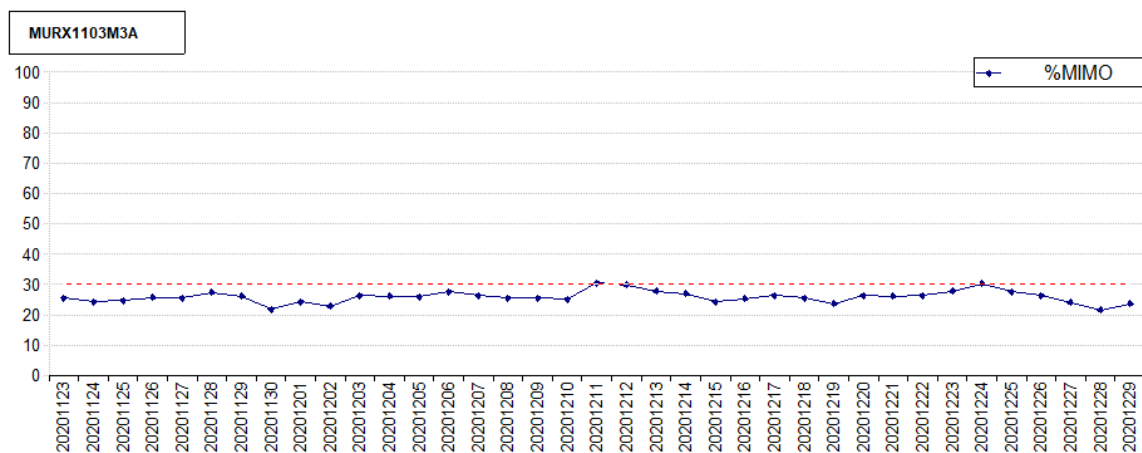
PROVINCIA	CELDA	ENODOB	%MIMO	Check
MURCIA	MURX1103N1A	MURX1103	72,11	OK
MURCIA	MURX1103N2A	MURX1103	69,40	OK
MURCIA	MURX1103N3A	MURX1103	53,53	OK
MURCIA	MURX1103T1A	MURX1103	69,14	OK
MURCIA	MURX1103T2A	MURX1103	56,42	OK
MURCIA	MURX1103T3A	MURX1103	42,00	OK

Fuente: Elaboración Propia

Sobre la celda en L800 MURX1103M3A observamos el siguiente detalle:

Figura N°31

MIMO 4G de la celda MURX1103M3A

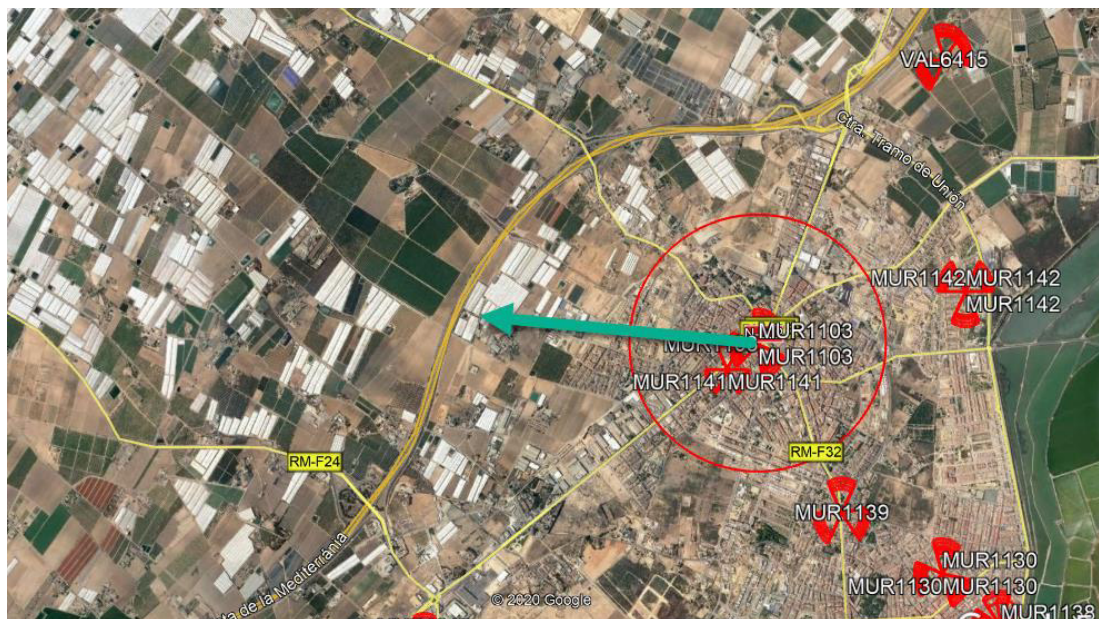


Fuente: Orange

Las muestras que hemos obtenido fluctúan entre el umbral. Si revisamos a detalle el sector podemos observar lo siguiente:

Figura N°32

Ubicación de la celda MURX1103M3A



Fuente: Elaboración Propia

El sector 3 apunta directamente a la Autovía de la Mediterránea donde tenemos una gran cantidad de clientes que se movilizan constantemente. Se puede apreciar que la capacidad del Mimo 2x2 es afectada por ello, siendo esto común cuando hay celdas en otras tecnologías como sucede en este caso. Si vemos a detalle que la Señal en L800 tiene mayor alcance que el resto de portadoras, podremos también inferir que el sector en cuestión tiene llamadas con baja calidad, por ello el Mimo es menor. Se observa también que no hay despliegues cercanos en L800, observando además que el entorno urbano donde encontramos la mayor cantidad de muestras está siendo cubierto por las bandas L1800 y L2100 de este único nodo.

Para mejorar estos niveles podremos señalar que la integración de portadoras en L800 que se encuentren cerca al nodo estudiado mejorará dichos niveles

- Carrier Aggregation (CA) Celdas del Clúster:

El parámetro de CA solo se puede medir cuando tenemos más de una tecnología en LTE, si el nodo en mención tiene una sola tecnología, esta no realiza CA.

Todas las celdas del nodo MURX1103 cuentan con CA activado; cursando tráfico PCell y SCell. No se detectan celdas mal configuradas. Se adjunta tabla con resumen del KPI:

Tabla N°10

Carrier Agregation 4G

EUTRANCELL	%_4G_CA PCell	%_4G_CA SCell
MURX1103M1A	71,96	28,04
MURX1103M2A	77,93	22,07
MURX1103M3A	87,29	12,71
MURX1103N1A	70,67	29,33
MURX1103N2A	81,63	18,37
MURX1103N3A	51,27	48,73
MURX1103T1A	7,68	92,32
MURX1103T2A	5,33	94,67
MURX1103T3A	7,85	92,15

Fuente: Elaboración Propia

- Análisis de sectores cruzados en nodo semilla

Se realiza la revisión de sectores cruzados mediante un módulo dentro de las herramientas proporcionadas por el operador para detectar si existe este fallo.

Tras el análisis del chequeo de sectores cruzados, no se detectan sectores cruzados en 2G, 3G, 4G en nuestro nodo de estudio.

Figura N°33

Análisis de sectores cruzados en el gestor del operador

Site name	Name of swap scenario	Source cell	Source Cell DN	Destination cell	Destination cell DN	OSS name	Vendor	Frequency layer	Technology	Percentage neighbors in coverage

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la imagen que no encontramos registros en la tabla, por lo que determinamos en este caso que no existen sectores cruzados en ninguna tecnología de nuestro nodo en estudio.

3.5.1.3. RET / Análisis de Cobertura

Procedimos con la revisión del Tilt eléctrico (RET) donde se obtuvieron los siguientes grados de inclinación de cada boca de antena:

Figura N°34

RET por cada boca de Antena

```

DSP RETSUBUNIT:
MURX1103
+++ MURX1103 2020-12-21 16:44:06
O&M #54874
%%/*1879306198*/DSP RETSUBUNIT:;%
RETCODE = 0 Operation succeeded.

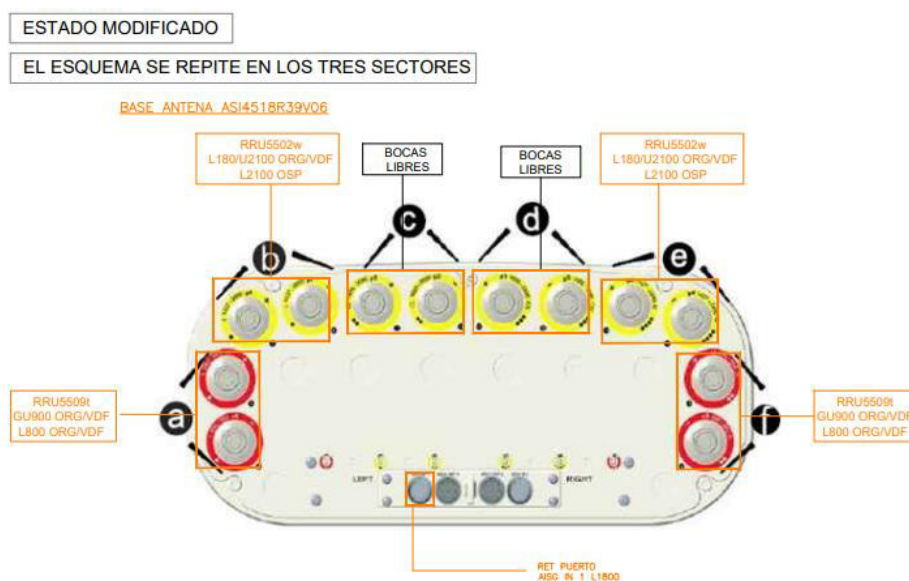
Display RET Subunit Dynamic Information
-----
Device No. Device Name Subunit No. Subunit Name Online Status Actual Tilt(0.1degree)
0 RET_800_S1 1 RET_800_S1 AVAILABLE 80
1 RET_900_S1 1 RET_900_S1 AVAILABLE 80
2 RET_MM1800AC_S1 1 RET_MM1800AC_S1 AVAILABLE 60
3 RET_MM1800BD_S1 1 RET_MM1800BD_S1 AVAILABLE 60
4 RET_800_S2 1 RET_800_S2 AVAILABLE 70
5 RET_900_S2 1 RET_900_S2 AVAILABLE 70
6 RET_MM1800AC_S2 1 RET_MM1800AC_S2 AVAILABLE 70
7 RET_MM1800BD_S2 1 RET_MM1800BD_S2 AVAILABLE 70
8 RET_800_S3 1 RET_800_S3 AVAILABLE 80
9 RET_900_S3 1 RET_900_S3 AVAILABLE 80
10 RET_MM1800AC_S3 1 RET_MM1800AC_S3 AVAILABLE 50
11 RET_MM1800BD_S3 1 RET_MM1800BD_S3 AVAILABLE 50
(Number of results = 12)
  
```

Fuente: Orange

Observamos además que la cantidad de bocas de antena coinciden con las bocas utilizadas en la nueva integración y que además se muestra en el gestor de red del operador, además el etiquetado de las de antenas es el correcto.

Figura N°35

Boca de Antenas Nueva integración



Fuente: Orange

- Análisis de huella nuevas celdas

Revisaremos en este caso, la huella que tienen las celdas de nuestro nodo MUR1103 con fecha de encendido del día 10 de noviembre del 2020, donde la nueva integración es T en L2100; como hemos observado anteriormente, esta es la configuración final:

Figura N°36

Estado inicial y estado final del nodo

Configuración inicial OSP: ② BEFMN

Configuración inicial VDF: ②

Configuración final OSP: ② EFMNT

Fuente: Orange

Mostraremos el análisis de la huella de cobertura para todas las celdas del Site en 3G y 4G. Teniendo en cuenta esto, los objetivos son los siguientes:

Tabla N°11

Alcances de Huella del Nodo MUR 1103

Celda	Punto de control MAX COBERTURA				Punto de control de cobertura 4G Vs 3G			Auditoria de ZONA MAX INFLUENCIA			Cumplimiento		
	Alcance de huella (OSP) (km)	Input Huella OSP - TA (km)	85% Cobertura LTE [km]	85% Muestras LTE [%]	Cobertura media LTE WN-1 (km)	Cobertura media 3G WN-1 (km)	Diferencia entre LTE and 3G (km)	Zona Max Influencia(km)	Zona de Máxima Influencia (TA)	Moda Zona Max Influencia W N-1	Cobertura	Diferencia Cobertura vs. Objetivo (huella)	Z. Influencia
MURX1103F1A	0,6	TP2 [0.46-0.70]	TP2 [0.46-0.70]	85,53	0,53	0,43	0,1	0,6	TP2 [0.46-0.70]	0,6	OK	0	OK
MURX1103M1A	0,6	TA3 [0.62-1.09]	TA3 [0.62-1.09]	93,2	0,53	0,43	0,1	0,6	TA2 [0.31-0.62]	0,6	OK	0	OK
MURX1103N1A	0,6	TA2 [0.31-0.62]	TA2 [0.31-0.62]	88,86	0,3		0,3	0,6	TA2 [0.31-0.62]	0,6	OK	0	OK
MURX1103T1A	0,7	TA3 [0.62-1.09]	TA3 [0.62-1.09]	94,95	0,35		0,35	0,6	TA2 [0.31-0.62]	0,6	OK	0	OK
MURX1103F2A	0,65	TP2 [0.46-0.70]	TP2 [0.46-0.70]	91,01	0,49	0,44	0,05	0,45	TP1 [0.23-0.46]	0,45	OK	0	OK
MURX1103M2A	0,65	TA3 [0.62-1.09]	TA3 [0.62-1.09]	92,62	0,49	0,44	0,05	0,6	TA2 [0.31-0.62]	0,6	OK	0	OK
MURX1103N2A	0,3	TA1 [0.15-0.31]	TA1 [0.15-0.31]	86,65	0,22		0,22	0,3	TA1 [0.15-0.31]	0,3	OK	0	OK
MURX1103T2A	1,2	TA4 [1.09-2.02]	TA4 [1.09-2.02]	99,35	0,61		0,61	0,3	TA1 [0.15-0.31]	0,3	OK	0	OK
MURX1103F3A	1,1	TP4 [0.93-1.17]	TP4 [0.93-1.17]	87,62	1,33	0,78	0,55	0,4	TP1 [0.23-0.46]	0,4	OK	0	OK
MURX1103M3A	1,1	TA4 [1.09-2.02]	TA4 [1.09-2.02]	90,42	1,33	0,78	0,55	0,7	TA3 [0.62-1.09]	0,7	OK	0	OK
MURX1103N3A	1,5	TA4 [1.09-2.02]	TA4 [1.09-2.02]	91,71	0,89		0,89	0,3	TA1 [0.15-0.31]	0,3	OK	0	OK
MURX1103T3A	2,1	TA5 [2.02-3.58]	TA5 [2.02-3.58]	90,61	1,77		1,77	1,1	TA4 [1.09-2.02]	1,1	OK	0	OK

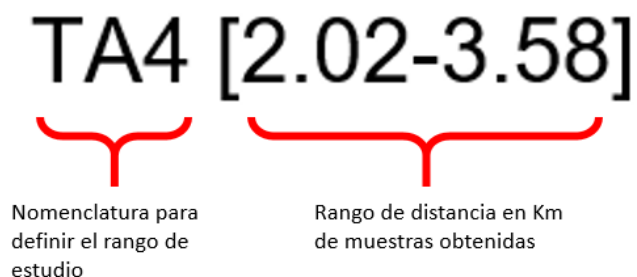
* Rango de valores estudiados: 21/12 a 27/12

Fuente: Elaboración Propia

TA o Timing Advance calculado en base a la distancia, con los rangos establecidos por el operador tal que:

Figura N°37

Timing Advance calculado en base a la distancia



Fuente: Elaboración Propia

En este caso, las herramientas de obtención de datos del operador nos entrega mediante una consulta ya establecida por ellos, datos de estos KPIs. Para que se cumpla con un nivel correcto de huella, su alcance máximo y su influencia máxima debe de encontrarse por encima del 85% en el mismo rango de alcance, dependiendo de la zona donde nos encontramos, para que las huellas de cada celda estén alineadas correctamente.

Realizaremos este análisis por cada sector de nuestro nodo:

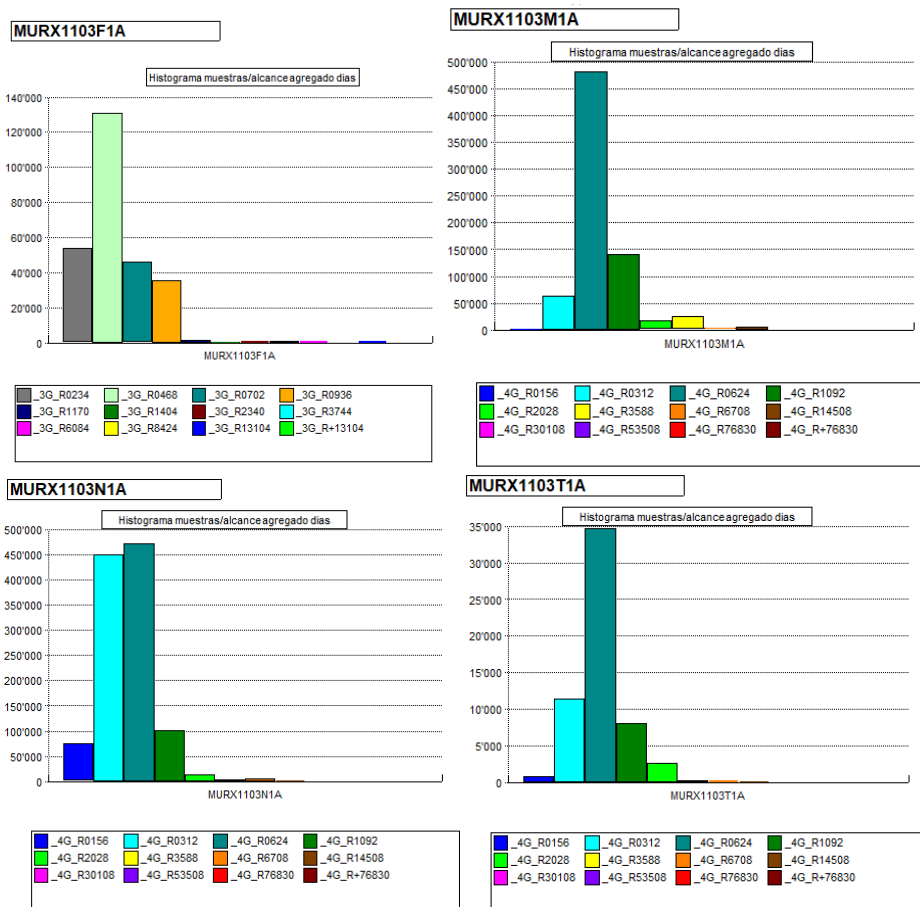
A. Nodo MURX1103 – Sector 1:

- Zona Máxima Cobertura: ✓
- Zona Máxima Influencia: ✓
- Huella 3G vs 4G: ✓

La nueva integración T1A del S1 en L2100 tiene como máxima Influencia el TA2 [0.31-0.62] y la máxima cobertura está entre TA3 [0.62-1.09]. En ambos casos, dichas distancias son correctas ya que las muestras fluctúan entre esos dos rangos. Observamos los histogramas e información de comparativas entre celdas:

Figura N°38

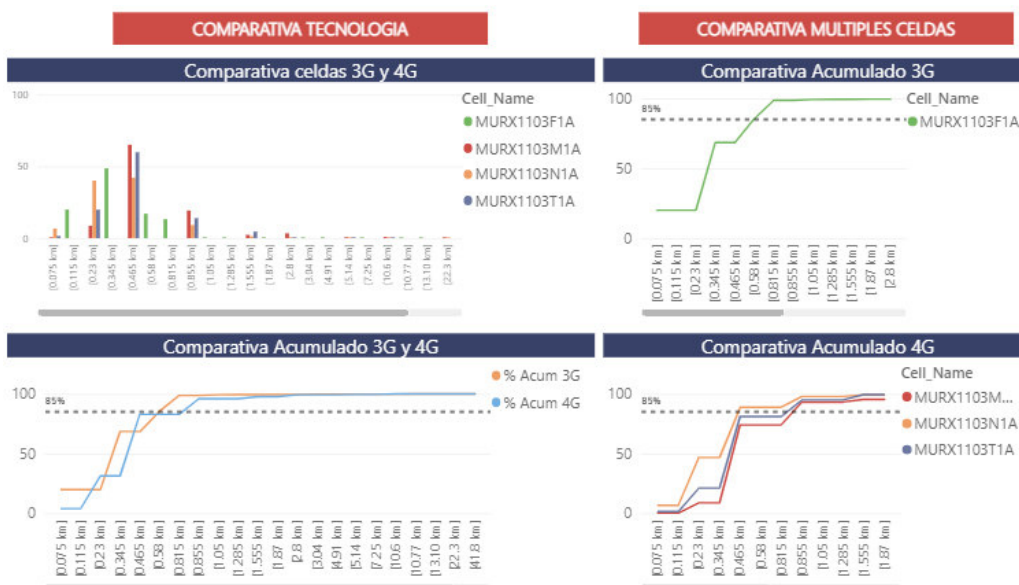
Alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 1



Fuente: Orange

Figura N°39

Comparativa de alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 1



Fuente: Orange

Como se observa, no se requieren cambios en el sector uno, debido a que las huellas están alineadas correctamente.

B. Nodo MURX1103 – Sector 2:

- Zona MAX COVERAGE: ✓
- Zona MAX INFLUENCE: ✓
- Huella 3G vs 4G : ✓

Para T2, la máxima influencia se encuentra entre TA1 [0.15-0.31] y la máxima cobertura está entre TA4 [1.09-2.02]. La máxima influencia y alcance son correctos, pero se procedió a realizar un downtilt en el Sector 2 de L2100 y L1800 (debido a que comparten la misma boca de antenas como se observa en el apartado de RET) para obtener una mejor distribución entre las muestras y el rango de cobertura:

Figura N°40

Alcances previos vs. Alcances Posteriores en el sector 2

MURX1103T2A					MURX1103T2A				
TA0 [0.0-15]	MURX1103T2A	18,36 %	18,36 %	6751	TA0 [0.0-15]	MURX1103T2A	13,59 %	13,59 %	2509
TA1 [0.15-0.31]	MURX1103T2A	59,03 %	40,67 %	14951	TA1 [0.15-0.31]	MURX1103T2A	48,03 %	34,43 %	6356
TA2 [0.31-0.62]	MURX1103T2A	72,22 %	13,19 %	4849	TA2 [0.31-0.62]	MURX1103T2A	62,52 %	14,49 %	2675
TA3 [0.62-1.09]	MURX1103T2A	89,16 %	16,95 %	6230	TA3 [0.62-1.09]	MURX1103T2A	84,26 %	21,74 %	4013
TA4 [1.09-2.02]	MURX1103T2A	99,76 %	10,60 %	3898	TA4 [1.09-2.02]	MURX1103T2A	99,46 %	15,20 %	2805
TA5 [2.02-3.58]	MURX1103T2A	99,92 %	0,16 %	57	TA5 [2.02-3.58]	MURX1103T2A	99,63 %	0,17 %	32
TA6 [3.58-6.70]	MURX1103T2A	99,93 %	0,01 %	5	TA6 [3.58-6.70]	MURX1103T2A	99,67 %	0,04 %	7
TA7 [6.70-14.50]	MURX1103T2A	100,00 %	0,07 %	25	TA7 [6.70-14.50]	MURX1103T2A	100,00 %	0,33 %	61
TA8 [14.50-30.10]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0	TA8 [14.50-30.10]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0
TA9 [30.10-53.50]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0	TA9 [30.10-53.50]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0
TA10 [53.50-76.83]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0	TA10 [53.50-76.83]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0
TA11 [+76.83]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0	TA11 [+76.83]	MURX1103T2A	100,00 %	0,00 %	0

Fuente: Orange

Se adjunta una tabla con los cambios realizados:

Tabla N°12

Modificación de RET en el sector 2 del nodo MUR1103

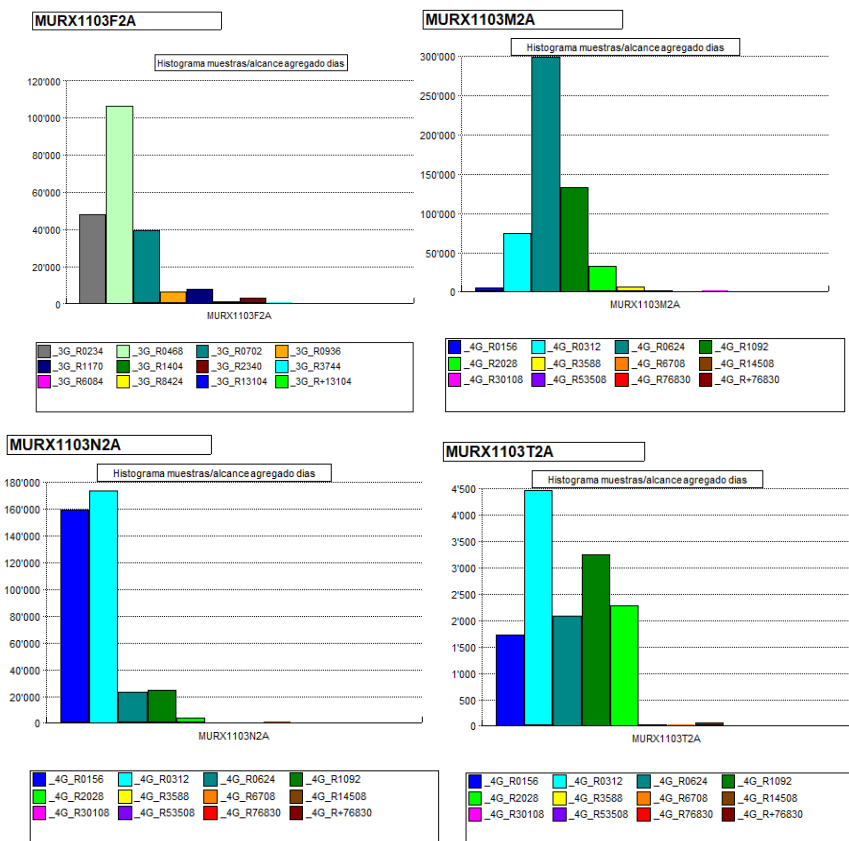
EUTRANCELL	RET Anterior	RET Nuevo
MURX1103N2A	80	70
MURX1103T2A	80	70

Fuente: Elaboración Propia

Observamos los histogramas e información de comparativas entre celdas:

Figura N°41

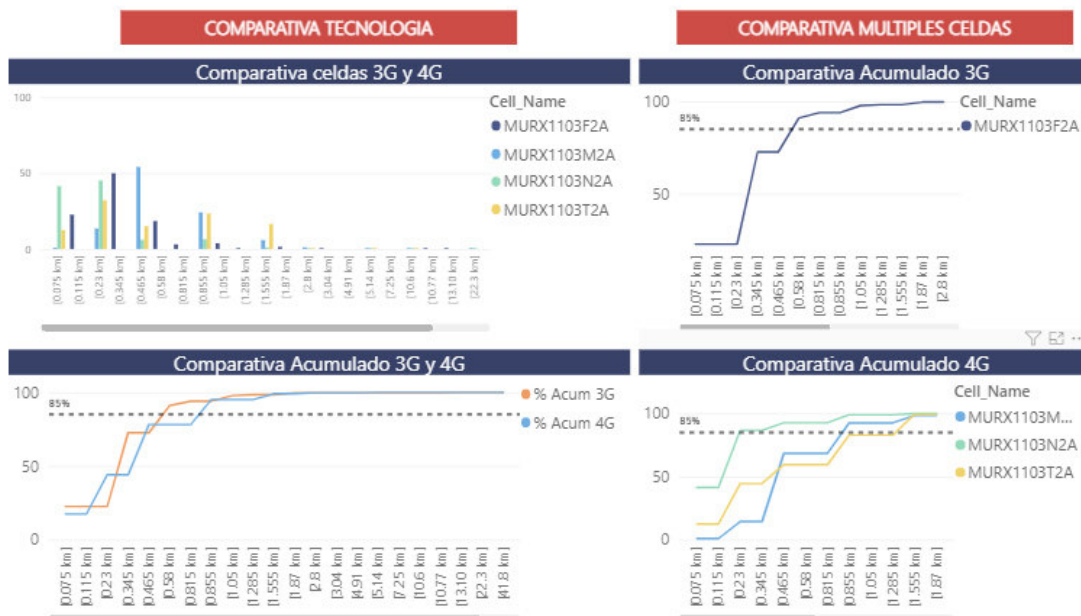
Alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 2



Fuente: Orange

Figura N°42:

Comparativa de alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 2



Fuente: Orange

Como se observan en los alcances previos vs los alcances posteriores, obtenemos una mayor cantidad de muestras tras la corrección realizada en el RET para obtener más muestras en el rango de máxima cobertura; con lo que, con ello logramos que estas huellas se encuentren alineadas correctamente.

C. Nodo MURX1103 – Sector 3:

- Zona MAX COVERAGE: ✓
- Zona MAX INFLUENCE: ✓
- Huella 3G vs 4G: ✓

Para T3, la máxima cobertura se encuentra entre TA5 [2.02-3.58] y la máxima influencia está en TA4 [1.09 – 2.02]. Se realizaron las correcciones de máxima influencia y cobertura para que tenga las distancias correctas. Se procedió a realizar un downtilt en el Sector 3 de L2100 y L1800 (debido a que comparten la misma boca de antenas como se observa en el apartado de RET) para obtener una mejor distribución entre las muestras y el rango de cobertura:

Figura N°43

Alcances previos vs. Alcances Posteriores en el sector 3

MURX1103T3A					MURX1103T3A				
TA0 [0.0-15]	MURX1103T3A	2,30 %	2,30 %	2322	TA0 [0.0-15]	MURX1103T3A	1,23 %	1,23 %	934
TA1 [0.15-0.31]	MURX1103T3A	20,15 %	17,84 %	17976	TA1 [0.15-0.31]	MURX1103T3A	11,85 %	10,62 %	8043
TA2 [0.31-0.62]	MURX1103T3A	40,22 %	20,08 %	20227	TA2 [0.31-0.62]	MURX1103T3A	32,90 %	21,05 %	15945
TA3 [0.62-1.09]	MURX1103T3A	52,21 %	11,99 %	12080	TA3 [0.62-1.09]	MURX1103T3A	47,96 %	15,05 %	11401
TA4 [1.09-2.02]	MURX1103T3A	93,29 %	41,07 %	41380	TA4 [1.09-2.02]	MURX1103T3A	84,22 %	36,26 %	27467
TA5 [2.02-3.58]	MURX1103T3A	96,80 %	3,51 %	3535	TA5 [2.02-3.58]	MURX1103T3A	91,43 %	7,21 %	5460
TA6 [3.58-6.70]	MURX1103T3A	97,98 %	1,19 %	1195	TA6 [3.58-6.70]	MURX1103T3A	94,63 %	3,20 %	2420
TA7 [6.70-14.50]	MURX1103T3A	100,00 %	2,02 %	2032	TA7 [6.70-14.50]	MURX1103T3A	100,00 %	5,37 %	4071
TA8 [14.50-30.10]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0	TA8 [14.50-30.10]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0
TA9 [30.10-53.50]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0	TA9 [30.10-53.50]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0
TA10 [53.50-76.83]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0	TA10 [53.50-76.83]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0
TA11 [+76.83]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0	TA11 [+76.83]	MURX1103T3A	100,00 %	0,00 %	0

Fuente: Orange

Tabla N°13

Modificación de RET en el sector 3 del nodo MUR1103

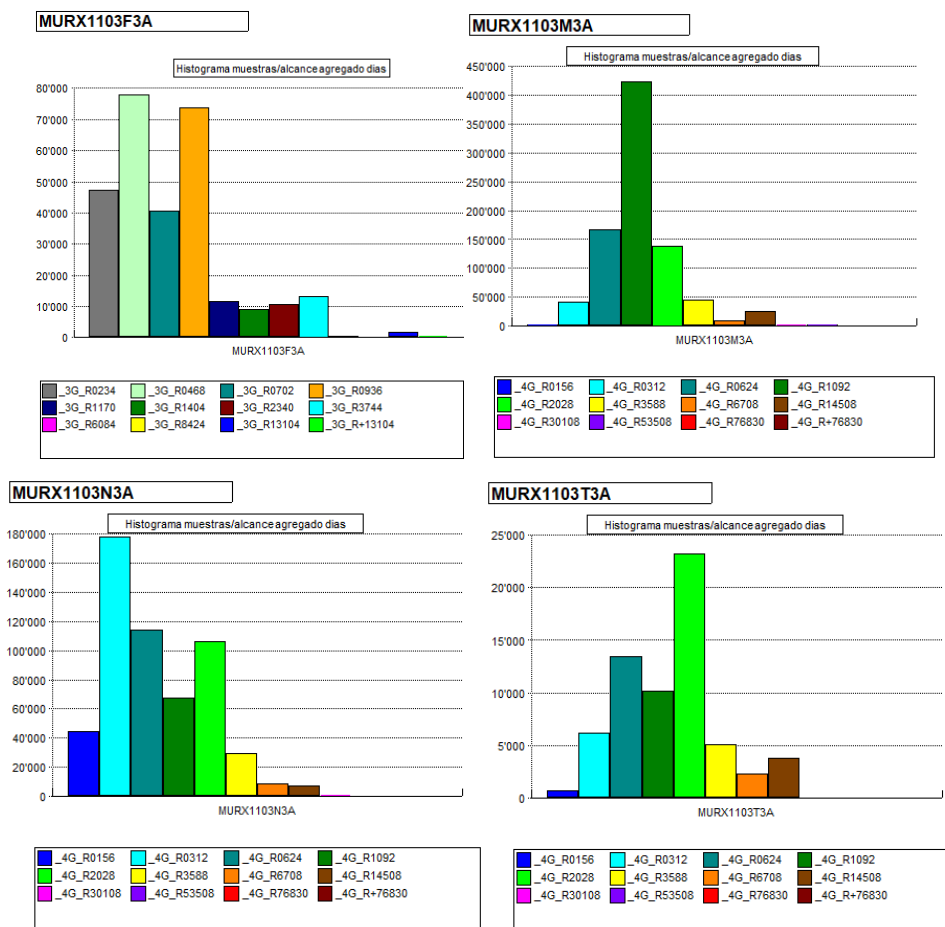
EUTRANCELL	Fecha Implementación	RET Anterior	RET Nuevo
MURX1103N3A	21/12/2020	60	50
MURX1103T3A	21/12/2020	60	50

Fuente: Elaboración Propia

También observamos los histogramas e información de comparativas entre celdas:

Figura N°44

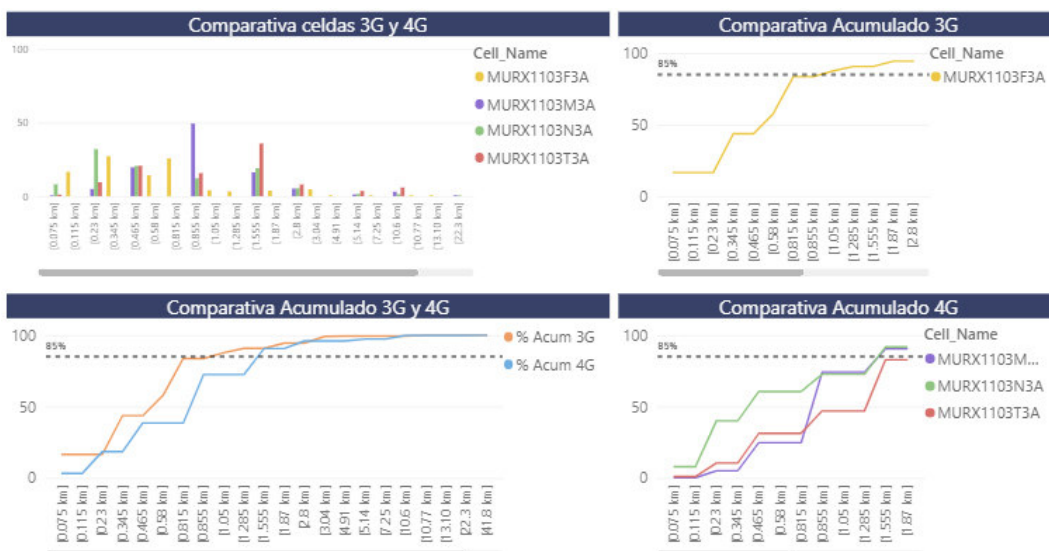
Alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 3



Fuente: Orange

Figura N°45

Comparativa de alcances en la celda MUR1103 en 3G y 4G en el sector 3



Fuente: Orange

Realizando los ajustes señalados en este sector, observamos que las muestras lejanas son obtenidas en forma menor en relación a los datos previos, por lo que se cumple con el alineamiento de huellas en este sector.

- Balanceos de Carga / PRB

Tal y como se ha comentado anteriormente, todas las celdas cumplen con el valor recomendado de MIMO mayores al 30%, Se justificó M3A, se muestran nuevamente los valores:

Tabla N°14

Mimo 4G por Celda

PROVINCIA	CELDA	ENODOB	%MIMO	Check
MURCIA	MURX1103M1A	MURX1103	32,74	OK
MURCIA	MURX1103M2A	MURX1103	34,43	OK
MURCIA	MURX1103M3A	MURX1103	25,48	NOK
MURCIA	MURX1103N1A	MURX1103	72,11	OK
MURCIA	MURX1103N2A	MURX1103	69,40	OK
MURCIA	MURX1103N3A	MURX1103	53,53	OK
MURCIA	MURX1103T1A	MURX1103	69,14	OK
MURCIA	MURX1103T2A	MURX1103	56,42	OK
MURCIA	MURX1103T3A	MURX1103	42,00	OK

Fuente: Elaboración Propia

PRB_PDCCH

A continuación, se revisa que los nodos del clúster presentan uso de PRB/PDDCH y carga por portadora dentro de cada sector; para el balanceo de tráfico entre portadoras, los criterios utilizados dentro de los límites establecidos como adecuados, para que sea correcto, son:

- % de uso de PDCCH no superior al 40%.
- Diferencia entre % Carga PRB nunca superior al 20%
- % Ocupación PRB_HC < 70%

Se revisa las celdas pertenecientes al clúster, si presentan uso de PRB y PDDCH dentro de los límites establecidos como adecuados.

Tabla N°15

Congestión del nodo MUR1103 en 4G por celda

CELDA	%MIMO	MAX PDCCH (Target<40%)	MAX PRB (Target<70%)	OK
MURX1103M1A	32,74	35,17	66,26	OK
MURX1103M2A	34,43	29,62	69,14	OK
MURX1103M3A	25,48	38,16	83,42	NOK
MURX1103N1A	72,11	18,83	41,74	OK
MURX1103N2A	69,40	11,99	33,97	OK
MURX1103N3A	53,53	15,54	32,58	OK
MURX1103T1A	69,14	11,48	32,56	OK
MURX1103T2A	56,42	8,57	34,25	OK
MURX1103T3A	42,00	12,52	34,28	OK

Fuente: Elaboración Propia

Balances de Carga

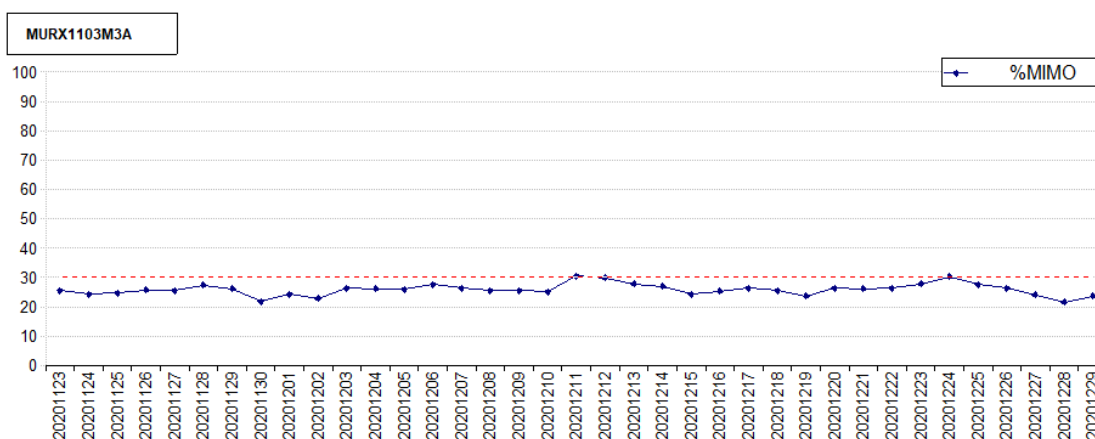
Se procede a verificar la celda MURX1103M3A:

MURX1103M3A:

Como se revisó anteriormente el nodo en cuestión tiene un mimo debajo del target:

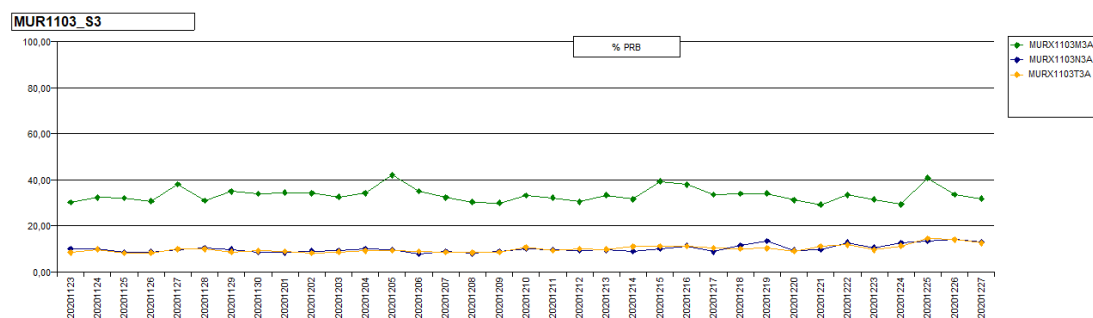
Figura N°46

MIMO 4G de la celda MUR1103M3A



Fuente: Orange

Como se observa, puntualmente en días donde tenemos un mayor flujo de usuarios, son rangos de fin de semana y festivos, recordando además que se tienen las portadoras L1800 y L2100 que absorben el mimo con las condiciones planteadas anteriormente.

Figura N°47*Congestión 4G de la celda MUR1103M3A*

Fuente: Orange

El % de PRB puntualmente creció en días donde se ha tenido días feriados en el área, puntualmente los días 5 y 25 de diciembre. El resto de la semana el KPI se mantiene debajo del umbral.

3.5.1.4. KPIs en celdas

Procedemos a revisar los KPIs a nivel de celda de nuestro nodo, para lo cual realizamos la consulta para verificar que cada tecnología cumpla con los parámetros establecidos por el operador.

En este caso, procederemos a obtener toda la información de los gestores del operador, que nos entrega dicha información mediante consultas realizadas previamente dentro del rango de tiempo en el que se ha asignado la elaboración de este trabajo.

- Celdas 2G:

Tabla N°16

KPIS por celda 2G en el nodo MUR1103

MURX1103			Target	New 2G Cells						
SOURCE	GROUP	KPI	FIX Target	MURX1103E1A		MURX1103E2A		MURX1103E3A		
				Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	
OSS NETWORK KPIS	1	DCR Voice	11 2G_CDR_SPEECH	< 2,5%	0,13	OK	0,14	OK	0,38	OK
			12 3G_CDR_SPEECH	< 1,5%						
			13 4G_DCR_CS (VoLTE)	< 2%						
			14 DCR Voice "Trial"							
	2	CSSR Voice	21 2G_CSSR_SPEECH	> 96%	99,18	OK	99,64	OK	99,48	OK
			22 3G_CSSR_CS	> 98%						
			23 4G_CSSR_CS (VoLTE)	> 98%						
	3	CSSR Data	31 2G_CSSR_DATA	> 85%	98,61	OK	98,30	OK	98,24	OK
			32 3G_CSSR_PS	> 98%						
			33 4G_CSSR_PS_Success_Rate	> 98%						
	4	DCR Data	41 3G_CDR_PS	< 4%						
			42 4G_DCR_PS	< 2%						
	5	Mobility (HO)	51 2G_HO_Success_Rate	> 90%	97,15	OK	98,73	OK	98,15	OK
			52 HO_3G3G (SHO Speech)	> 90%						
			53 HO_3G3G (Irat)	> 90%						
			54 IRAT_HO_3G2G_speech	> 90%						
			55 HO_2G3G_Speech	> 85%	72,02	NOK	77,14	NOK	94,39	OK
			56 Exito HO Preparation 4G/3G SVRCC	> 90%						
			57 Exito HO Execution 4G/3G SVRCC	> 90%						
			58 4G: CSFB Succ Rate	> 90%						
			59 4G: IntraLTE HO SuccRate	> 90%						
	7	Throughput	71 Tput DL 2G EDGE (kbps)	Accountable Traffic	187992,71	OK	161931,55	OK	179724,18	OK
			72 Tput UL 2G EDGE (kbps)	Accountable Traffic	84190,38	OK	105937,59	OK	86925,25	OK
			73 Tput DL 3G (kbps)	> 1000 Kbps						
			74 Tput UL 3G (kbps)	> 150 Kbps						
			75 Tput DL 4G (Mbps)	> 7 Mbps						
			76 Tput UL 4G (Mbps)	> 0.5 Mbps						
			77 Tput MULTI							
	8	Other	81 ROE	1,5						
			82 ICMBand 2G (% Samples >=3)	1,00%						
			83 RSSI 3G	-100						
			84 Interference 4G PUSCH UL (RSSI UL 4G)	-114						
			85 2G_Availability_hourly	99,00%	100,00%	OK	100,00%	OK	100,00%	OK
			86 Availability_3G	100,00%						
			87 4G_Availability_Cell_Rate_Hourly							
			88 4G_% MIMO	> 30%						
			89 Customer Complaints							
	9	KPIs Balanceo de Carga y Cumplimiento de Huella Cobertura	91 % Ocupación PRB_QCI8_HC	< 70%						
			92 % Carga PRBs entre port. MA - NA	< 20%						
			93 % Carga PRBs entre port. MA - NA / LA	< 20%						
			94 % Carga PRBs entre port. MA - LA	< 20%						
			95 % Uso PDCCH_HC	< 40%						
			96 Cumplimiento Huella Objetivo 2G/3G/4G	vs. huella target						

Fuente: Orange

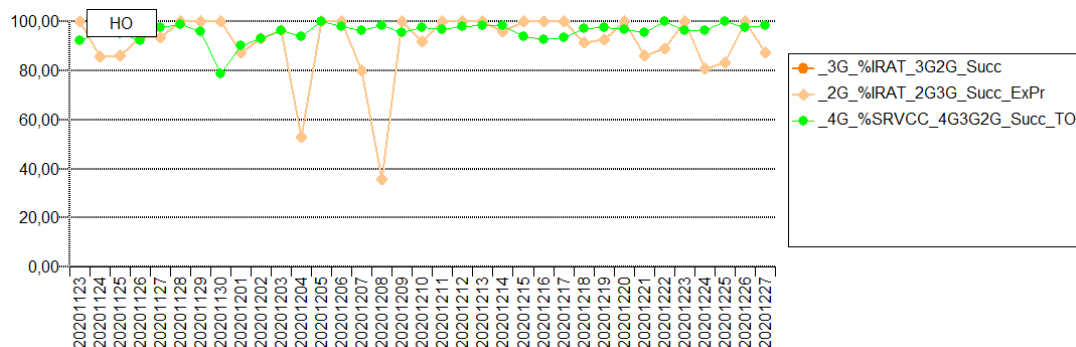
Observamos degradaciones de KPIs, las cuales son las siguientes:

HO_2G3G_Speech: KPI que nos muestra la cantidad de HandOvers realizados entre 2G y 3G en un canal de voz.

En este caso, encontramos que este KPI se encuentra por debajo del KPI target en MURX1103E1A y MURX1103E2A. Si se observa el KPI como agregado podemos observar que:

Figura N°48

Comportamiento del KPI HO_2G3G_Speech como agregado

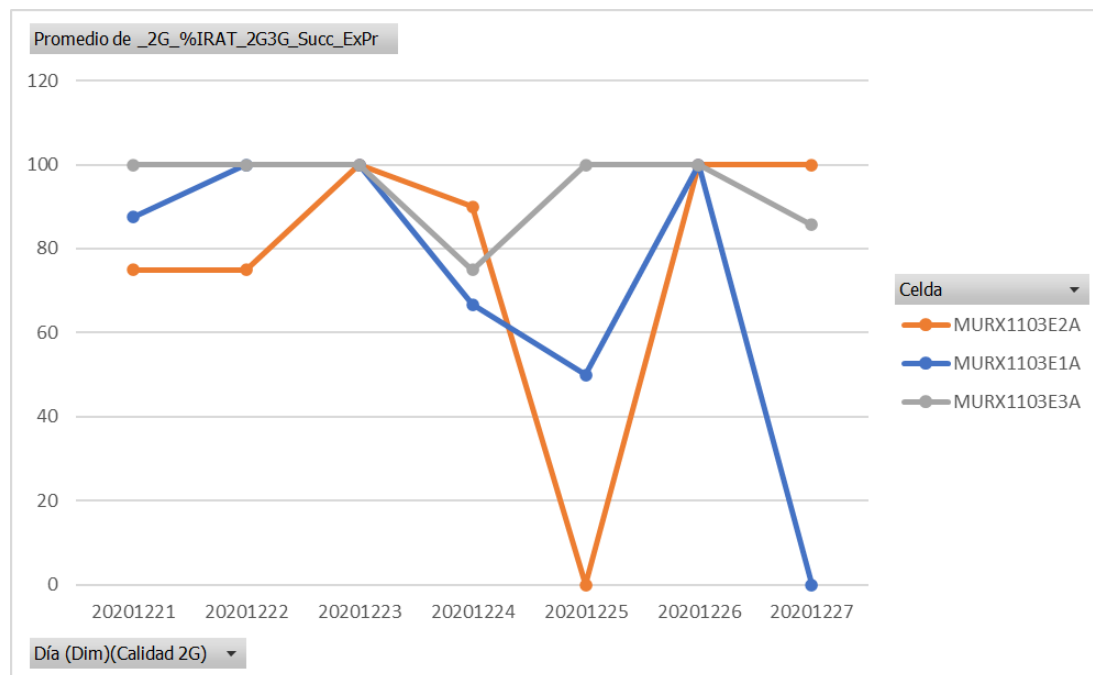


Fuente: Orange

Si revisamos los porcentajes, observamos que la cantidad de Intentos de HO en las celdas estudiadas son mínimas, por lo que el porcentaje de estas caídas se eleva considerablemente.

Figura N°49

Tasa de intentos exitosos de handover de 2G y 3G



Fuente: Orange

Si revisamos el KPI a nivel de clúster, si ha sufrido caídas pero se ha comportado correctamente la última semana, reduciendo su margen durante los días festivos por Navidad. Debido a que estas degradaciones son en días festivos, no

recomendamos realizar acciones que pudieran degradar este KPI en un desenvolvimiento normal.

- Celdas 3G:

Tabla N°17

KPIS por celda 3G en el nodo MUR1103

MURX1103			Target	New 3G Cells						
SOURCE	GROUP	KPI	FIX Target	MURX1103F1A		MURX1103F2A		MURX1103F3A		
				Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	
OSS NETWORK KPIS	1	DCR Voice	11 2G_CDR_SPEECH	< 2,5%						
			12 3G_CDR_SPEECH	< 1,5%	0,05	OK	0,11	OK	0,16	OK
			13 4G_DCR_CS (VoLTE)	< 2%						
			14 DCR Voice "Trial"							
	2	CSSR Voice	21 2G_CSSR_SPEECH	> 96%						
			22 3G_CSSR_CS	> 98%	99,94	OK	99,92	OK	99,89	OK
			23 4G_CSSR_CS (VoLTE)	> 98%						
	3	CSSR Data	31 2G_CSSR_DATA	> 85%						
			32 3G_CSSR_PS	> 98%	99,89	OK	99,89	OK	99,60	OK
			33 4G_CSSR_PS_Success_Rate	> 98%						
	4	DCR Data	41 3G_CDR_PS	< 4%	0,27	OK	0,23	OK	0,32	OK
			42 4G_DCR_PS	< 2%						
	5	Mobility (HO)	51 2G_HO_Success_Rate	> 90%						
			52 HO_3G3G (SHO Speech)	> 90%	99,60	OK	100,00	OK	99,96	OK
			53 HO_3G3G (Irat)	> 90%	97,33	OK	99,11	OK	97,45	OK
			54 IRAT_HO_3G2G_speech	> 90%	55,56	NOK	45,45	NOK	70,00	NOK
			55 HO_2G3G_Speech	> 85%						
			56 Exito HO Preparation 4G/3G SVRCC	> 90%						
			57 Exito HO Execution 4G/3G SVRCC	> 90%						
			58 4G: CSFB Succ Rate	> 90%						
			59 4G: IntraLTE HO SuccRate	> 90%						
			7	Throughput	71 Tput DL 2G EDGE (kbps)	Accountable Traffic				
	72 Tput UL 2G EDGE (kbps)	Accountable Traffic								
	73 Tput DL 3G (kbps)	> 1000 Kbps			37504,87	OK	25986,10	OK	28310,27	OK
	74 Tput UL 3G (kbps)	> 150 Kbps			7110,89	OK	6489,48	OK	5681,71	OK
	75 Tput DL 4G (Mbps)	> 7 Mbps								
	76 Tput UL 4G (Mbps)	> 0.5 Mbps								
	77 Tput MULTI									
	8	Other	81 ROE	1,5						
82 ICMBand 2G (% Samples >=3)			1,00%							
83 RSSI 3G			-100	-112,00	OK	-112,00	OK	-112,00	OK	
84 Interference 4G PUSCH UL (RSSI UL 4G)			-114							
85 2G_Availability_hourly			99,00%							
86 Availability_3G			100,00%	99,72	NOK	99,72	NOK	99,72	NOK	
87 4G_Availability_Cell_Rate_Hourly										
9	KPIs Balanceo de Carga y Cumplimiento de Huella Cobertura	88 4G_% MIMO	> 30%							
		89 Customer Complaints								
		91 % Ocupación PRB_QCI8_HC	< 70%							
		92 % Carga PRBs entre port. MA - NA	< 20%							
		93 % Carga PRBs entre port. MA - NA / LA	< 20%							
		94 % Carga PRBs entre port. MA - LA	< 20%							
		95 % Uso PDCCH_HC	< 40%							
96 Cumplimiento Huella Objetivo 2G/3G/4G	vs. huella target									

Fuente: Orange

Se tiene una caída puntual del nodo (Availability_3g) y el siguiente KPI:

IRAT_HO_3G2G_speech: Intentos de realización de HO de 3G a 2G

Debajo del KPI Target en los 3 sectores de U900

Si revisamos el KPI podemos verificar lo siguiente:

Los porcentajes de KPI para las tres celdas corresponden a la cantidad de intentos de HO que son mínimas, si revisamos en la última semana previa a la entrega podemos observar que el KPI tiene solamente 8 intentos durante toda última semana:

Tabla N°18

Intento de Handover 3G2G

RNC	Utrancell	Cellglobalid	Nreg	Vs Iratho Attoutcs N	Vs Iratho Attoutj	Vs Iratho Failoutcs Uef I	Vs Iratho Faiout	Vs Iratho Succo	Vs Iratho Succo
MUR60R03	MURX1103F1A	214-03-18108-5136		8.00	8.00	0.00	8.00	0.00	0.00

Fuente: Orange

Por ello que, al momento de se revisan los porcentajes, vemos que se realizan pocos intentos por lo que el porcentaje de KPI es bajo; por ejemplo, en el nodo MURX1103F2A, se tiene 45,45% de intentos que representan 5 intentos exitosos de 11 totales.

En este caso, recomendamos tener una mayor cantidad de muestras en un periodo de tiempo más prolongado, debido a que las muestras obtenidas son muy escasas como para determinar si este KPI se encuentra realmente degradado o no.

- Celdas 4G:

Tabla N°19

KPIS por celda 4G en el nodo MUR1103

MURX1103			Target	New LTE Cells																					
SOURCE	GROUP	KPI	FIX Target	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check	Cell KPI VALUE	Check				
OSS NETWORK KPIS	1	DCR Voice	11 2G_CDR_SPEECH	< 2.5%																					
		12 3G_CDR_SPEECH	< 1.5%																						
		13 4G_DCR_CS (VoLTE)	< 2%	0.20	OK	0.25	OK	0.24	OK	0.00	OK	0.00	OK	0.00	OK	0.00	OK	0.00	OK	0.00	OK	0.00	OK		
		14 DCR Voice "trial"																							
	2	CSSR Voice	21 2G_CSSR_SPEECH	> 98%																					
		22 3G_CSSR_CS	> 98%																						
		23 4G_CSSR_CS (VoLTE)	> 98%	99.91	OK	99.93	OK	99.77	OK	99.95	OK	99.99	OK	99.97	OK	99.94	OK	99.81	OK	99.85	OK	99.85	OK		
	3	CSSR Data	31 2G_CSSR_DATA	> 85%																					
		32 3G_CSSR_PS	> 98%																						
		33 4G_CSSR_PS_Success_Rate	> 98%	99.88	OK	99.91	OK	99.79	OK	99.99	OK	99.99	OK	99.96	OK	99.9	OK	99.93	OK	99.72	OK	99.72	OK		
	4	DCR Data	41 3G_CDR_PS	< 4%																					
		42 4G_DCR_PS	< 2%	0.14	OK	0.16	OK	0.28	OK	0.05	OK	0.03	OK	0.28	OK	0.15	OK	0.37	OK	0.56	OK	0.56	OK		
		51 2G_HO_Success_Rate	> 90%																						
	5	Mobility (HO)	52 HO_3G3G (SHO Speech)	> 90%																					
			53 HO_3G3G (Irat)	> 90%																					
			54 IRAT_HO_3G2G_speech	> 90%																					
			55 HO_2G3G_Speech	> 85%																					
			56 Exito HO Preparation 4G/3G SVRCC	> 90%	100.00	OK	98.22	OK	99.09	OK	100.00	OK	100.00	OK	100.00	OK	100.00	OK	85.71	NOK	100.00	OK	100.00	OK	
		57 Exito HO Execution 4G/3G SVRCC	> 90%	97.62	OK	99.37	OK	99.57	OK	100.00	OK	100.00	OK	100.00	OK	100.00	OK	100.00	OK	97.14	OK	97.14	OK		
		58 4G_CSFB_Succ_Rate	> 90%	99.97	OK	99.97	OK	99.99	OK	99.98	OK	100.00	OK	99.92	OK	100.00	OK	100.00	OK	99.91	OK	99.91	OK		
		59 4G_IntraLTE_HO_SuccRate	> 90%	99.79	OK	99.62	OK	99.72	OK	99.93	OK	99.97	OK	99.90	OK	99.90	OK	99.81	OK	99.68	OK	99.68	OK		
		7	Throughput	71 Tput DL 2G EDGE (kbps)	Accountable Traffic																				
				72 Tput UL 2G EDGE (kbps)	Accountable Traffic																				
	73 Tput DL 3G (kbps)			> 1000 Kbps																					
	74 Tput UL 3G (kbps)			> 150 Kbps																					
	75 Tput DL 4G (Mbps)			> 7 Mbps	11.57	OK	8.95	OK	8.62	OK	38.80	OK	50.10	OK	30.93	OK	27.45	OK	33.36	OK	23.19	OK	23.19	OK	
	8	Other	76 Tput UL 4G (Mbps)	> 0.5 Mbps	2.15	OK	1.77	OK	1.19	OK	5.08	OK	4.61	OK	3.11	OK	2.39	OK	2.51	OK	1.97	OK	1.97	OK	
			77 Tput MULTI																						
			81 ROE	1.5																					
			82 ICMBand 2G (% Samples >=3)	1.00%																					
			83 RSSI 3G	-100																					
			84 Interference 4G PUSCH UL (RSSI UL 4G)	-114	-116.82	OK	-117.47	OK	-116.25	OK	-117.69	OK	-118.18	OK	-117.08	OK	-119.16	OK	-119.36	OK	-119.47	OK	-119.47	OK	
			85 2G_Availability_hourly	99.00%																					
			86 Availability_3G	100.00%																					
			87 4G_Availability_Cell_Rate_Hourly	99.86	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	99.86	NOK	
			88 4G_% MIMO	> 30%	31.88	OK	37.51	OK	26.96	NOK	71.70	OK	68.48	OK	55.09	OK	69.97	OK	60.74	OK	48.10	OK	48.10	OK	
	9	KPIs Balanceo de Carga y Cumplimiento de Huella Cobertura	89 Customer Complaints																						
			91 % Ocupación PRB_OCB_HC	< 70%	< 70%	OK	< 70%	OK	> 70%	NOK	< 70%	OK	< 70%	OK	< 70%	OK	< 70%	OK	< 70%	OK	< 70%	OK	< 70%	OK	
			92 % Carga PRBs entre port. MA - NA	< 20%	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	< 20%	OK	
			93 % Carga PRBs entre port. MA - NA / LA	< 20%																					
			94 % Carga PRBs entre port. MA - LA	< 20%																					
			95 % Uso PDCCH_HC	< 40%	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	< 40%	OK	
			96 Cumplimiento Huella Objetivo 2G/3G/4G	vs. huella target	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES	OK	YES

Fuente: Orange

Todas las celdas cumplen el target para cada KPI; solamente los valores de KPIs degradados que no cumplen los valores mínimos exigidos, puntualmente son:

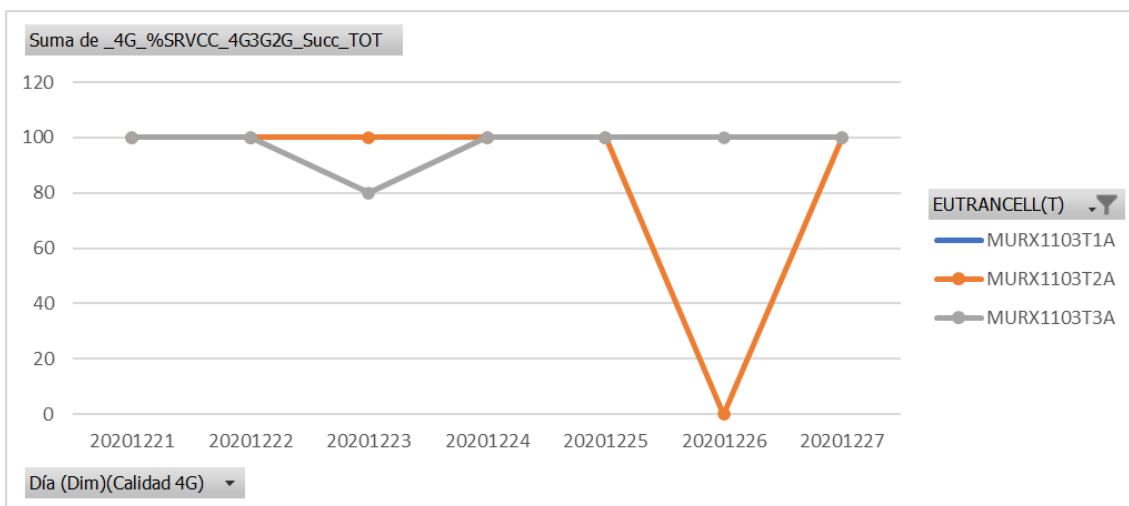
4G_Availability: disponibilidad de celda debido a una caída puntual y minima que no afectó al desempeño del nodo.

Éxito HO Preparation 4G/3G SVRCC: KPI que nos indica el éxito de HandOver realizado desde una celda 4G a una Celda 3G

KPI degradado en el nodo MURX1103T2A:

Figura N°50

Cantidad de éxitos de HandOver 4G3G2G



Fuente: Orange

Se observa que durante el día 26 de diciembre, no se obtuvieron intentos de HO en dicha celda, se observa que el comportamiento de este nodo durante toda la optimización ha sido correcto, teniendo solo esa pequeña caída durante el día indicado.

3.5.1.5. KPIs Cluster

Tabla N°20

KPIs por clúster del nodo MUR1103

MUR1103					Cluster KPI		Evaluation			W0	W1	W2	Tech		
SOURCE	GROUP	WEIGHT	KPI	FIX Target	W-0	Final Target Value	Result (W50)	Result (W51)	Result (W52)	POST KPI (W50)	POST KPI (W51)	POST KPI (W52)			
CS NETWORK KPIs	1	DCR Voice	2 11 2G_CDR_SPEECH	< 2.5%	0.05	2.50	OK	OK	OK	0.00	0.18	0.25	2G		
			3 5 12 3G_CDR_SPEECH	< 1.5%	0.15	1.50	OK	OK	OK	0.09	0.11	0.10	3G		
			5 19 4G_DCR_CS (VoLTE)	< 2%	0.24	2.00	OK	OK	OK	0.12	0.08	0.13	4G		
		2	CSSR Voice	10 34 DCR_Voice_Tirat	< 0.3%	0.15	0.30	OK	OK	OK	0.08	0.11	0.12	2G/3G/LTE	
				2 21 2G_CSSR_SPEECH	> 95%	99.41	98.00	OK	OK	OK	99.57	99.44	99.41	2G	
				4 22 3G_CSSR_CS	> 98%	99.90	98.00	OK	OK	OK	99.91	99.91	99.92	3G	
		3	CSSR Data	6 23 4G_CSSR_CS (VoLTE)	> 98%	99.93	98.00	OK	OK	OK	99.92	99.93	99.92	4G	
				1 31 2G_CSSR_DATA	> 85%	96.72	85.00	OK	OK	OK	98.73	98.62	98.41	2G	
				2 32 3G_CSSR_PS	> 98%	99.79	98.00	OK	OK	OK	99.82	99.80	99.80	3G	
		4	DCR Data	4 35 4G_CSSR_PS_Success_Rate	> 98%	99.92	98.00	OK	OK	OK	99.92	99.92	99.92	4G	
				1 41 3G_CDR_PS	< 4%	0.30	4.00	OK	OK	OK	0.28	0.30	0.27	3G	
		5	Mobility (HO)	42 4G_DCR_PS	< 2%	0.16	2.00	OK	OK	OK	0.12	0.12	0.15	4G	
	1 51 2G_HO_Success_Rate				> 90%	97.83	90.00	OK	OK	OK	98.13	97.88	97.92	2G	
	0 5 52 HO_3G3G (SHO Speech)			> 90%	99.93	90.00	OK	OK	OK	99.94	99.95	99.83	3G		
	0 5 53 HO_3G3G (Irat)			> 90%	97.50	90.00	OK	OK	OK	98.78	96.35	97.74	3G		
	1 54 (IRAT) HO_3G2G_speech			> 90%	58.62	90.00	NOK	NOK	NOK	50.00	68.18	56.67	3G		
	0 5 55 HO_2G2G_Speech			> 85%	93.22	85.00	OK	OK	OK	87.23	96.95	89.42	2G		
	0 5 56 Exitto HO_Preparation 4G/3G SVRCC			> 90%	98.02	90.00	OK	OK	OK	98.14	98.90	98.75	4G		
	0 5 57 Exitto HO_Execution 4G/3G SVRCC			> 90%	96.98	90.00	OK	OK	OK	98.02	98.68	98.74	4G		
	1 58 4G_CSFB_Succ_Rate			> 90%	99.97	90.00	OK	OK	OK	99.96	99.96	99.98	4G		
	1 59 4G_IntraLTE_HO_SuccRate			> 90%	99.83	90.00	OK	OK	OK	99.78	99.72	99.83	4G		
	7			Throughput	0 3 71 (Tput DL 2G EDGE (kbps) Accountable Traffic		0.12	0.00	OK	OK	OK	0.14	0.13	0.10	2G
					0 2 72 (Tput UL 2G EDGE (kbps) Accountable Traffic		0.04	0.00	OK	OK	OK	0.04	0.04	0.03	2G
		2 73 (Tput DL 3G (kbps)	> 1000 Kbps		1.47	1.00	OK	OK	OK	1.50	1.35	1.43	3G		
		0 5 74 (Tput UL 3G (kbps)	> 150 kbps		0.13	0.15	NOK	OK	OK	0.14	0.15	0.16	3G		
		0 5 75 (Tput DL 4G (Mbps)	> 7 Mbps		12.42	7.00	OK	OK	OK	13.02	12.38	14.03	4G		
		1 76 (Tput UL 4G (Mbps)	> 0.5 Mbps		2.05	0.50	OK	OK	OK	2.27	2.14	2.28	4G		
		0 77 (Tput MULTI	> 7 Mbps		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				4G		
		0 81 ROE	1.5		N/A	N/A	N/A	N/A					2G		
		0 82 (CMBand 2G (% Samples >=3)	1.00%		N/A	N/A	N/A	N/A					2G		
		0 83 RSSI_3G	-100		N/A	N/A	N/A	N/A					3G		
		0 84 Interference 4G_PUSCH_UL (RSOK UL 4G)	-114		N/A	N/A	N/A	N/A					4G		
		8	Other		0 85 2G_Availability_hourly	99%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				2G
	0 86 Availability_3G			100%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				3G		
	0 87 4G_Availability_Cell_Rate_Hourly			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					4G		
	2 88 4G_%MMO			> 30%	49.30%	30.00%	OK	OK	OK	49.98%	49.54%	50.67%	4G		
	9			KPIs Balanceo de Carga y Cumplimiento de Huella Cobertura	0 89 Customer Complaints		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				Others
					91 % Ocupación PRB_QCIB_HC	< 70%	N/A	N/A	N/A	N/A	OK				Others
					92 % Carga PRBs entre port. MA - NA	< 20%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				Others
					93 % Carga PRBs entre port. MA - NA / LA	< 20%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				Others
	20	Cumplimiento de Huella Cobertura	94 % Carga PRBs entre port. MA - LA	< 20%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				Others		
			95 % Uso PDCCH_HC	< 40%	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				Others		
			96 Cumplimiento Huella Objetivo 2G/3G/4G	vs. huella target	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				Others		

Fuente: Orange

Los KPIs a nivel de clúster cumplen con los parámetros establecidos por el operador Orange.

Procederemos a realizar la revisión de KPIs por cada tecnología:

2G: No encontramos degradaciones importantes de KPIs a destacar en este apartado. Todos cumplen los valores objetivo.

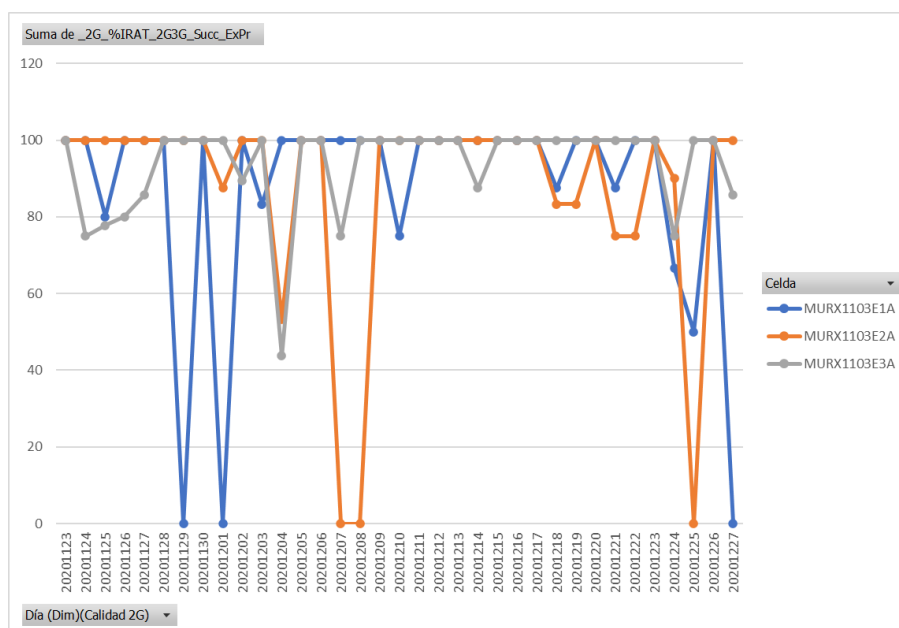
3G: IRAT_HO_3G2G_speech: KPI explicado previamente en KPIs-Celdas

Se indica además, que el comportamiento del nodo en este KPI es constante, es decir siempre se tiene pocos intentos de HO tanto de 3G a 2G como de 2G a 3G.

Si revisamos el IRAT_HO_2G3G podremos observar el mismo fenómeno:

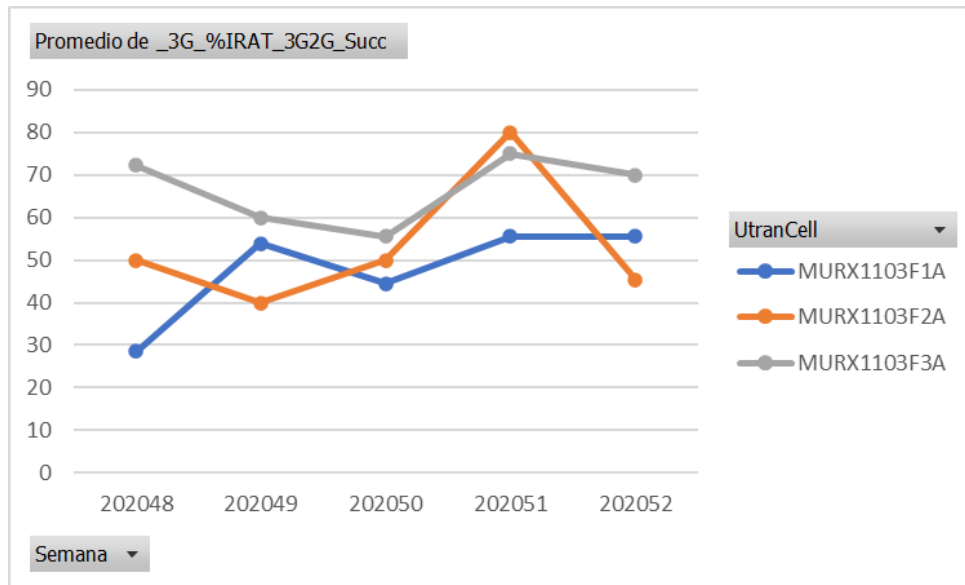
Figura N°51

Porcentaje de éxitos de HandOver 2G3G



Fuente: Orange

Se muestran caídas puntuales en diferentes días que afectan el KPI debido a las pocas muestras que se obtienen. Se muestra el mismo comportamiento en IRAT_3G2G_Succ

Figura N°52*Porcentaje de éxitos de HandOver 3G2G*

Fuente: Orange

4G: Sin degradaciones importantes de KPIs a destacar en este apartado. Todos cumplen los valores objetivo.

3.5.1.6. Estado Final del RET

Tras realizar las modificaciones de RET en los capítulos analizados previamente, nuestro nodo quedo de la siguiente forma:

Figura N°53

Estado final de RET del nodo MUR1103 en el gestor del operador

```

DSP RETSUBUNIT:
MURX1103
+++ MURX1103      2020-12-21 16:44:06
O&M #54874
%%/*1879306198*/DSP RETSUBUNIT:;%%
RETCODE = 0 Operation succeeded.

Display RET Subunit Dynamic Information
-----
Device No.  Device Name      Subunit No.  Subunit Name      Online Status  Actual Tilt(0.1degree)
-----
0           RET_800_S1      1            RET_800_S1        AVAILABLE      80
1           RET_900_S1      1            RET_900_S1        AVAILABLE      80
2           RET_MM1800AC_S1 1            RET_MM1800AC_S1  AVAILABLE      60
3           RET_MM1800BD_S1 1            RET_MM1800BD_S1  AVAILABLE      60
4           RET_800_S2      1            RET_800_S2        AVAILABLE      70
5           RET_900_S2      1            RET_900_S2        AVAILABLE      70
6           RET_MM1800AC_S2 1            RET_MM1800AC_S2  AVAILABLE      70
7           RET_MM1800BD_S2 1            RET_MM1800BD_S2  AVAILABLE      70
8           RET_800_S3      1            RET_800_S3        AVAILABLE      80
9           RET_900_S3      1            RET_900_S3        AVAILABLE      80
10          RET_MM1800AC_S3 1            RET_MM1800AC_S3  AVAILABLE      50
11          RET_MM1800BD_S3 1            RET_MM1800BD_S3  AVAILABLE      50
(Number of results = 12)

```

Fuente: Orange

Se adjuntan los movimientos del tilt realizados durante la optimización:

Tabla N°21

Movimientos de Tilt realizados en el nodo MUR1103

Nodo	Celda	TILT Iniciales		TILT Final Estudio Huella		TILT Final Post DT (A la entrega del reporte)	
		Valor	Fecha revisión	Valor	Fecha revisión	Valor	Fecha revisión
MURX1103	MURX1103N2A	80	21/12/2020	70	21/12/2020	70	21/12/2020
MURX1103	MURX1103N3A	60	21/12/2020	50	21/12/2020	50	21/12/2020
MURX1103	MURX1103T2A	80	21/12/2020	70	21/12/2020	70	21/12/2020
MURX1103	MURX1103T3A	60	21/12/2020	50	21/12/2020	50	21/12/2020

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.6. Propuestas de Optimización

En este apartado recomendamos acciones a realizar y/o actividades pendientes que deberían de hacerse como medida de solución. Se describen a continuación las acciones pendientes con seguimiento en curso y/o acciones de optimización sugeridas bajo decisión de Orange.

Optimización en Chequeo de Inconsistencias

Problema Detectado: Inconsistencia en PSC

- Acciones de Optimización:
 - Se realizó el cambio de PSC en la celda U1103F1 a 249 para evitar esta inconsistencia.

Problema Detectado: Porcentaje de Mimo en Celda MURX1103M3A por debajo del umbral del operador.

- Acciones de Optimización:
 - Se comprobó que esa celda es la única desplegada en L800, por lo que el tráfico que cursa esa celda es menor. Se propone Integrar nuevas celdas en nodos cercanos en L800 que permitan optimizar este KPI.

Optimización en RET / Análisis de Cobertura

Problema Detectado: Sobre alcance detectado en la celda MURX1103N2A y MURX1103T2A.

- Acciones de Optimización:
 - Se realizó un downtilt de 80 a 70 para distribuir uniformemente las muestras y mejorar la cobertura de las celdas.

Problema Detectado: Sobre alcance detectado en la celda MURX1103N3A y MURX1103T3A.

- Acciones de Optimización:
 - Se realizó un downtilt de 60 a 50 para distribuir uniformemente las muestras y mejorar la cobertura de las celdas.

Problema Detectado: Balanceo de Carga PRB en Celda MURX1103M3A por encima del umbral.

- Acciones de Optimización:

- Se propone integrar nuevas celdas en nodos cercanos en L800 que permitan optimizar este KPI, ya que el nodo se encuentra congestionado debido a que las muestras obtenidas son superan el objetivo del 70%.

Optimización en KPIs en celdas

Problema Detectado: KPI de HO 2G3G degradado.

- Acciones de Optimización:
 - El KPI se muestra degradado debido a las pocas muestras obtenidas que no permiten mostrar el desempeño del mismo, por lo que no se recomienda realizar acciones que puedan afectar al nodo.

Problema Detectado: Disponibilidad de Celda 3G menor a 100%

- Acciones de Optimización:
 - El KPI nos indica que la celda estuvo apagada por los trabajos de optimización realizados por unos minutos, lo cual no impacta en el desempeño del nodo.

Problema Detectado: KPI de HO 3G2G degradado.

- Acciones de Optimización:
 - El KPI se muestra degradado (8 Intentos en una semana) debido a las pocas muestras obtenidas que no permiten mostrar el desempeño del mismo, por lo que no se recomienda realizar acciones que puedan afectar al nodo.

Problema Detectado: Disponibilidad de Celda 4G menor a 100%

- Acciones de Optimización:
 - El KPI nos indica que la celda estuvo apagada por los trabajos de optimización realizados por unos minutos, lo cual no impacta en el desempeño del nodo.

Problema Detectado: KPI de HO 4G3G degradado en la celda MURX1103T2A.

- Acciones de Optimización:
 - El KPI se muestra degradado debido a que en un día no se obtuvieron muestras, pero el resto de la semana muestra un comportamiento correcto, por lo que no se recomienda realizar acciones que puedan afectar al nodo.

Optimización en KPIs en Clúster

Problema Detectado: KPI de HO: IRAT_HO_3G2G_speech degradado

- Acciones de Optimización:
 - El KPI se muestra degradado debido a las pocas muestras obtenidas, pero el resto de la semana muestra un comportamiento correcto, por lo que no se recomienda realizar acciones que puedan afectar al nodo. Se recomendó desplegar L800 en algún nodo cercano al sector 3 del nodo MUR1103 para que mejore el Mimo en L800.

3.5.1.7. Condiciones Ambientales de la Implementación

La experiencia realizada involucra diversos procesos aprobados y realizados por el Operador Orange y/o sus contratistas antes de realizar un trabajo de instalación de un nodo y su posterior control. Para el caso de Orange, el detalle de cada proceso es el siguiente:

- Estudio de campo para verificar ubicaciones de nuevos nodos y/o ampliaciones
- Estudios previos de cobertura elaborados con el Software Xirio
- Diseño de Planos
- Permisos para instalación y/o realización de la integración física del nodo o trabajos de ampliación
- Realización de la integración física y/o trabajos de ampliación del nodo (que incluyen cambios de RRU, BBU, Swap de Antenas, entre otros).
- KPIs de 24Hrs y 48Hrs tras el encendido de los nodos.
- Optimización de clúster o nodos

Por ello, la etapa de intervención desde donde partimos (Optimización) únicamente validó todos los aspectos técnicos que involucran la nueva integración y su impacto en el entorno (Celdas vecinas); previamente Orange ha cumplido con todas las exigencias de los entes reguladores Españoles para que se desarrolle esta etapa.

La Optimización del estudio, únicamente siguió los parámetros del operador Orange para poder garantizar el servicio móvil tras la implementación de las portadoras de 4G en L2100.

Estos parámetros de operador pueden ser visualizados en los KPIs de las celdas 2G (Tabla N°16), 3G (Tabla N°17), 4G (Tabla N°19); así como también en los KPIs a nivel de Cluster (Tabla N°20) en la Columna KPI Target o Target donde indica los Objetivos por cada KPI de voz, datos y tráfico.

Si analizamos el estudio de potencias de cada celda y las nuevas portadoras del clúster en estudio (Figura N°22), observamos que el nivel de potencias para Celdas tiene un umbral predefinido por Orange, el cual que debe ser menor o igual a 20 W en G900, menor o igual a 40W en U900, menor o igual a 18W en L800, menor o igual a 20W en L1800 y menor o igual a 20W en L2100. Para llegar a estos valores, se obtuvieron medidas durante 7 días durante la semana de estudio, para verificar la potencia máxima obtenida durante estos días, esta potencia debe ser menor al umbral indicado.

Estos umbrales de potencia predefinidos toman en consideración la normativa vigente, sobre la cual, según el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas” (Ministro de la Presidencia - España, 2021), se nos indica que los niveles SAR permisibles son los siguientes:

Figura N°54

Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos

Gama de frecuencia	Inducción magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m ²) rms	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR Localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR Localizado (miembros) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz-	—	8/f	—	—	—	—
4-1.000Hz	—	2	—	—	—	—
1.000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

Fuente: (Ministro de la Presidencia - España, 2021)

Sobre toda la información vertida es importante resaltar que los estudios de Radiaciones no Ionizantes, así como el impacto ambiental de cada instalación de Orange durante este proyecto fueron aprobados previamente al desarrollo de la actividad profesional, por ello durante el proceso de optimización no pudimos obtener acceso a los documentos de trámite y estudios de cobertura que acompañan a este tipo de implementaciones. Por ello Orange define sus KPIs en base a la normativa sobre la cual se aprueban sus estudios radioeléctricos y con ello, sus integraciones.

Iv. Reflexión Crítica de la Experiencia

El desarrollo de este informe permitió tener una mejor gestión en los indicadores que encontramos en el nodo donde se ha realizado la ampliación, lo cual nos otorga un nivel de señal y calidad aceptable.

Este informe forma parte del proyecto Quality Factory del operador Orange de España, el cual realiza trabajos similares cada día con diferentes nodos en toda su red; como parte de este proyecto, también se incluyen requerimientos de optimización de nodos que formarán parte del Ran Sharing con el operador Vodafone de España.

El personal de Arca cuenta con la experiencia para realizar este tipo de trabajos, pues los profesionales del área tienen experiencia y cuentan con habilidades que han sido demostradas previamente para realizar trabajos de optimización en redes de acceso de telefonía móvil.

Formar parte de Arca ha contribuido en mi desarrollo personal y profesional porque el trabajo ha aportado conocimientos sólidos en redes móviles que previamente no tenía, añadiendo así un amplio espectro de conocimiento en proyectos de estas características que me permitan ser competitivo en el mercado laboral actual.

V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

1. Se determinó que los parámetros 4G de nuestra nueva integración cumplen con el umbral establecido por el operador, de acuerdo a la revisión realizada, donde se aprecia en la Figura N° 55 los Umbrales de KPIs obtenidos y sus resultados semanales con en las herramientas proporcionadas por el operador en el nodo Ran Sharing estudiado.
2. Se realizó el análisis de cobertura 4G, realizando ajustes en el RET indicados en las celdas del sector 2 como se observa en la tabla N°12 donde se mejoró el alcance de la huella en las celdas MURX1103T2A y MURX1103N2A en el Timing Advance de 0.15 a 0.31km donde se obtiene una reducción de concentración de muestras de un 40.67% a 34.43%, lo que indica que la Huella se encuentra correctamente distribuida, pudiendo verificar ello en el aumento de la Huella a mayor distancia en el Timing Advance 2, 3 y 4 según la Figura N° 40 de acuerdo a los objetivos propuestos por el operador en el nodo Ran Sharing estudiado. Asimismo también se realizó el análisis de cobertura 4G, con ajustes en el RET indicados en las celdas del sector 3 como se observa en la tabla N°13 donde se mejoró el alcance de la huella en las celdas MURX1103T3A y MURX1103N3A reduciendo la cantidad de muestras en el Timing Advance 1 de 0.15 a 0.31km de un 17.84% a 10.62%, lo que indica que la Huella se encuentra correctamente distribuida, pudiendo verificar ello en la homogenización de la cantidad de muestras de la Huella a mayor distancia en el Timing Advance 2, 3 y 4 según la Figura N° 43.
3. Se realizó la verificación de los parámetros de las celdas 2G, 3G y 4G existentes en la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado, encontrándose con algunas degradaciones de KPIs como el HO_2G3G_Speech, IRAT_HO_3G2G_speech, 4G_Availilty, Éxito HO Preparation 4G/3G SVRCC los cuales se encuentran debidamente justificados y desarrollados en el capítulo 3.5.1.4. donde se detalla cada KPI degradado y la justificación de acuerdo al entorno, garantizando así la continuidad en el servicio de la nueva integración de nuestro nodo de acuerdo a las indicaciones del operador.

4. La gestión de KPIS en el nodo estudiado permitió realizar la optimización de los servicios de voz y datos como se puede apreciar en el resultado de KPIS a nivel de clúster (KPIS de Voz, KPIS de Datos, KPIS de Movilidad, KPIS de Throughput indicados en la Figura N°55) donde los datos obtenidos son los correctos y justificados de acuerdo a las exigencias del operador.

5.2. Recomendaciones

1. Se podrá utilizar este Trabajo de Suficiencia Profesional como guía de trabajo para operaciones similares dentro del marco de integraciones de nuevas tecnologías 4G en entornos de Nodos Ran Sharing, para realizar una correcta optimización tomando en cuenta todos los acápite desarrollados.
2. También, puede utilizarse como guía en trabajos de optimización que requieran los operadores locales, tomando como marco de referencia los umbrales de KPIS utilizados en el presente informe para el primer encendido de nuevas integraciones.

VI. Referencias

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2021). *RM N° 136-2021-MTC/01*. Lima.
- Casarrubias, D. L., Gil Gonzales, J., & Ruiz Chavez, A. C. (2015). *Evaluación del esquema y planificación de frecuencias en sistemas celulares basados en LTE mediante el uso de calendarizadores*. Mexico DF: Instituto Politecnico Nacional - Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
- Chuchon, M. E. (2021). *Desarrollo de un sistema de red móvil utilizando RAN Sharing para mejorar los servicios móviles en la comunidad de Mantoclla, departamento de Cusco*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Comisión Nacional de Mercados y la Competencia - España. (3 de Noviembre de 2011). <https://www.cnmc.es/>. Obtenido de Comisión Nacional de Mercados y la Competencia - España: <https://www.cnmc.es/sites/default/files/1496662.pdf>
- Diario El País. (20 de Marzo de 2020). *Cinco Días - El País*. Obtenido de Acuerdo del Gobierno con las telecom para reforzar la conectividad: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/03/20/companias/1584713079_963525.html
- Ferrandis, C. T. (2020). *Ran Sharing, Compartición de Infraestructura*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Huidobro, J. M. (2010). Compartición de redes móviles. *@ntena- Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación*, 70-72.
- Ministro de la Presidencia - España. (2021). *Real Decreto 1066*. Madrid.
- Panduro, J. M. (2017). *Análisis de soluciones tecnológicas que utilicen el uso*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.

Quea, L. G. (2022). *Propuesta de implementación del Ran Sharing para la optimización del servicio móvil en los usuarios de una comunidad campesina de Cieneguilla*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Quintanilla, A. J. (2021). *Actualización hacia una red de acceso compartida y nueva interfaz de radio en emplazamiento de telefonía móvil*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Rábanos, J. M. (2015). *Comunicaciones Móviles - Tercera Edición*. Madrid: EDITORIAL CENTRO DE ESTUDIOS RAMÓN ARECES S.A. .

VII. Anexo

Matriz de Consistencia:

PROBLEMA	OBJETIVOS	Justificación
<p>Problema General</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo realizamos la Gestión de KPIS para la optimización de los servicios de voz y datos tras la implementación de nuevas portadoras 4G en nodos Ran Sharing? <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo se determinan los parámetros 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado? ¿Cómo realizamos el análisis de cobertura 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado? ¿Cómo se determinamos si los parámetros de las celdas 2G, 3G y 4G existentes en la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing son correctos? ¿Cómo planteamos las propuestas de optimización y modificaciones en los parámetros de red en todas las celdas de la nueva integración del nodo Ran Sharing estudiado? 	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> Optimizar la funcionalidad de una nueva integración de tecnología 4G mediante la gestión de KPIS en un nodo con celdas Ran Sharing. <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar si los parámetros 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado cumplen con el umbral establecido por el operador. Elaborar el análisis de cobertura 4G de la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing estudiado. Verificación de los parámetros de las celdas 2G, 3G y 4G existentes en la nueva integración dentro del nodo Ran Sharing son correctos de acuerdo a las indicaciones del operador. Optimizar el nodo estudiado proponiendo y realizando modificaciones en los parámetros de red para revisar dicho impacto en los KPIS de las celdas existentes y las nuevas celdas integradas en el nodo Ran Sharing Estudiado. 	<p>Justificación Práctica:</p> <p>Este trabajo se justifica debido a que permitirá conocer la forma como poder realizar con éxito la optimización en la red de acceso de estos nodos, tomando en cuenta los KPIS y el objetivo que plantea el operador de acuerdo al contexto y entorno del nodo y su clúster, para así entregarle al usuario final la mejor conectividad móvil posible.</p> <p>Justificación Teórica:</p> <p>Este trabajo se justifica en el entendimiento del concepto de Ran Sharing y su aplicación cotidiana; así como la comprobación de la optimización en CAPEX tras ampliar una red móvil con esta modalidad sin mermar la calidad del servicio móvil en los usuarios.</p> <p>Importancia:</p> <p>El trabajo desarrollado tiene una importancia significativa en la gestión de nodos e infraestructura compartida entre operadores, dado a que la densidad de abonados, parámetros de funcionamiento, umbrales de KPIS, parámetros de celda, entre otros, tiene una forma de trabajo diferente desde el Operador Donante y Operador receptor.</p>