



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**SEGUIMIENTO, ANÁLISIS Y MEJORA CONTINUA  
DEL INDICADOR REITERATIVOS MEDIANTE  
METODOLOGÍA CAUSA RAÍZ Y HERRAMIENTAS SIX  
SIGMA, EN LA EMPRESA TIGO EN LA REGIÓN  
NOROCCIDENTE, ÁREA HOGARES**

Autor

Luis Carlos Peña Hernández

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial

Medellín, Colombia

2021



Seguimiento, análisis y mejora continua del indicador Reiterativos mediante metodología causa raíz y herramientas Six sigma, en la empresa Tigo en la región Noroccidente, área Hogares

**Luis Carlos Peña Hernández**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero industrial**

Asesor:

Juan Sebastián Jaén Posada. Ingeniero Administrador

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial.

Medellín, Colombia

2021.

# SEGUIMIENTO, ANÁLISIS Y MEJORA CONTINUA DEL INDICADOR REITERATIVOS MEDIANTE METODOLOGÍA CAUSA RAÍZ Y HERRAMIENTAS SIX SIGMA, EN LA EMPRESA TIGO EN LA REGIÓN NOROCCIDENTE, ÁREA HOGARES

## Resumen

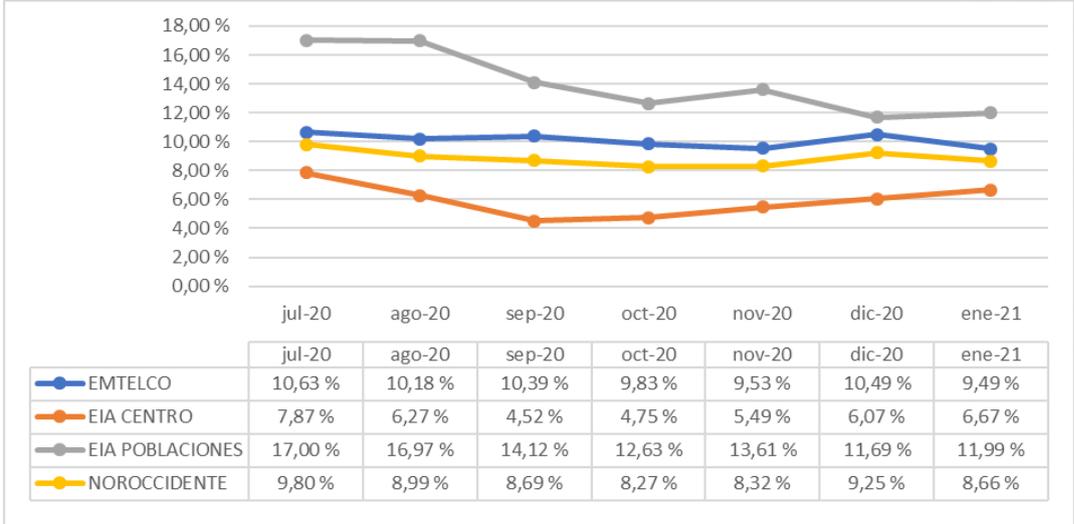
La compañía Tigo, en la regional Noroccidente tiene un indicador llamado Reiterativos, el cual mide los daños reincidentes a partir de los 30 días de la instalación del servicio de internet, telefonía o televisión. En los últimos meses, desde octubre de 2020 hacia principio de 2021 ha presentado desmejoras, especialmente en el contrato EIA centro, que abarca unas zonas específicas; el otro contrato, Emtelco, también se halló que ha contribuido a mantener el indicador más alto de lo que se espera, dado su gran volumen de fallas en Reiterativos. Los principales problemas tuvieron que ver con aumento de fallas en equipo, como cambios y reconfiguraciones.

A partir de metodología de análisis causa raíz y jerarquización de variables de impacto, en diagramas de Pareto y otros gráficos de tendencia, se encuentran puntos más críticos como algunas microzonas en específico, con mayor impacto en daños, variables de cierre de reparación que indican la especificidad del daño, como por ejemplo reconfiguración de equipo terminal y cambio de equipo terminal. Se realizaron algunas acciones en pro de la mejora, interviniendo algunas de las microzonas, a partir de mantenimiento integral de nodos, dando resultados en algunas de dichas microzonas; se empezó a fortalecer la mesa de pruebas, que es una estrategia para controlar fallas a partir de escalamiento de daños, desde escritorio, a fin de que no suponga un reiterativo. Con esto, se observó mejora en las Reconfiguraciones de equipo, y en general los daños reportados por ejemplo fines de semana, que por lo regular aumentaban considerablemente. Se logró mejorar en más de 1 punto porcentual en el mes de mayo, con respecto al mes crítico de marzo.

## Introducción

La compañía Tigo cada día trabaja en mejorar la experiencia de sus clientes, a través de un producto de calidad. Para ello, en sus diversas áreas que componen a la organización, se centra en analizar y hacerle seguimiento a los KPI's o indicadores relacionados a diversos procesos. En el área Hogares, que se compone básicamente de los servicios de telefonía, televisión e internet, existe un indicador llamado Reiterativos. Para comprender la esencia de este indicador es dable hablar primero de otro indicador, que es el de Garantías. Una Garantía se entiende como una falla que es informada en un tiempo establecido, en este caso hasta 30 días máximo a la instalación del servicio. Bajo esta perspectiva, se entenderá Garantías como el indicador porcentual que mide las novedades reportadas por los clientes antes de que se cumplan los 30 días. Mientras que el indicador Reiterativos medirá las incidencias y reincidencias en escala porcentual cuando el reporte por parte del cliente sobrepase este lapso inicial, e inclusive las fallas o daños reportados de ahí en adelante.

Este trabajo, se centró en el KPI de Reiterativos en la región Noroccidente, dado que fue el foco correspondiente al equipo de trabajo. El propósito en este proyecto fue mostrar un diagnóstico y análisis que, a partir de allí, permitiese encaminar una ruta en la cual se visualizaran los principales problemas y focos, a partir de un trabajo colaborativo, proponiendo acciones para contrarrestarlos, y lograr mejoras progresivas que conduzcan a un buen desempeño del KPI.



**Gráfico 1.** Evolución Reiterativos semestre 2 de 2020 y enero de 2021.

Haciendo una revisión del comportamiento histórico de este indicador desde el segundo semestre del año 2020 hasta el mes de enero de 2021, se observa en el *Gráfico 1* una tendencia a la baja entre los meses julio a octubre para los contratos EIA Poblaciones y EIA Centro. Particularmente, en EIA Poblaciones se observa en los siguientes meses una serie no estacionaria, es decir, con una variabilidad cambiante en el tiempo y que no llega a bajar porcentualmente menos del 11,6% y alcanzando hasta el 17%; el contrato con EIA Centro, por su parte, desde el mes de octubre comenzó a tener una tendencia de crecimiento en el indicador; mientras que el contrato Emtelco muestra cierta estacionalidad, pues hay muy poca variabilidad. Sin embargo, tuvo un promedio semestral de 10,18% para el 2020, lo que está por encima de otros contratos y otras regionales, lo que en efecto afecta el KPI general de la región Noroccidente.

Este panorama indica que para estos contratos que son los que maneja la compañía en el área y en los que se generan las fallas en Reiterativos, hay una gran falencia en ciertos procesos que pueden ser técnicos, de capacitación, uso adecuado de redes, mantenimiento, mala instalación del servicio al cliente o reportes de daños reiterativos asociadas a otras causas menos trascendentales; todos estos puntos importantes a analizar y focalizar en este proyecto, que conllevan una oportunidad de mejora desde la ingeniería industrial.

La metodología se basó en técnicas estadísticas, análisis de base de datos, realización de diagramas de Pareto, enfoque causa raíz mediante árboles de fallas, entre otros, para mirar las causas más comunes y relevantes que han estado impactando al indicador y de allí focalizar la atención para mostrar al equipo de trabajo y entre todo el equipo generar propuestas de acción.

Algunas de las limitaciones del trabajo fue que los principales problemas tuvieron que ver más con asuntos externos, como por ejemplo problemas en equipos, aumento de temporada de lluvia que provocaban daños o intermitencias, y solo en menor proporción con la labor concerniente a los técnicos o la parte de Premisas, la cual es más factible de proponer acciones, dado el alcance que se tiene.

Otra de las limitaciones que se tuvo en este proyecto, fue que se manejaba gran volumen de base de datos con diversas variables en las cuales se podían encontrar muchas fallas y causas, además de que había particularidades afines a problemas muy técnicos y de ingeniería de telecomunicaciones, los cuales hacían algo difícil de entender los problemas. Sin embargo, con ayuda del equipo y este yéndose a personal especializado de la compañía, se hacía más claro el entendimiento de las problemáticas, a partir de los diagnósticos y análisis que se realizaban.

## **Objetivos**

### Objetivo general

Desarrollar una estrategia de seguimiento y control que permita analizar el comportamiento del indicador de daños Reiterativos en la compañía Tigo para el segmento Hogares, a partir de herramientas *Six sigma* y análisis estadístico, a fin de proponer acciones en pro de la mejora del indicador.

### Objetivos específicos

- Realizar seguimiento al indicador Reiterativos, y sus variables como microzonas, tecnología, cierres de reparación y técnicos reincidentes según un índice de calidad, que conlleve un control estadístico
- Identificar los puntos críticos o fallas más significativas, bajo un enfoque de Causa Raíz, mediante árboles de fallas.
- Presentar plan de mejora de acuerdo al diagnóstico y análisis realizado, para la toma de decisiones en los procesos que inciden en el indicador

## Marco Teórico

### CAUSA RAÍZ

Es un método de resolución de problemas dirigido a identificar sus causas o acontecimientos. La práctica de la RCA se basa en el supuesto de que los problemas se resuelven mejor al tratar de corregir o eliminar las causas raíz, en vez de simplemente tratar los síntomas evidentes de inmediato.<sup>1</sup>

### REITERATIVOS

Daño registrado en un usuario, independiente del producto o tecnología, con incidencia de 2 o más reportes a partir de 30 días calendario.

### DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa<sup>1</sup> es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.<sup>2</sup>

### LOS 5 POR QUÉS

Los Cinco Por Qués, es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo pueden sentir que tienen suficientes respuestas a sus preguntas. La técnica requiere que el equipo pregunte "Por Qué" al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder al "Por Qué", la causa más probable habrá sido identificada.<sup>3</sup>

### KPI'S:

Los KPIs son métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad.<sup>4</sup>

### CICLO PHVA

El ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel

---

<sup>1</sup> ESPINOSA, F. (s.f.). Análisis causa raíz.

<http://www.ridsso.com/documentos/muro/fbe6005572088684d7d45c9bcf0436ee.pdf>

<sup>2</sup> GUTIERREZ, H, DE LA VARA, R. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*, McGraw-Hill: México.

<sup>3</sup> PUGA, M. (s.f.) Los cinco Por qué (Five Whys). Obtenido de <http://www.mpuga.com/docencia/Informacion%20Para%20Las%20Decisiones/Los%20Cinco%20por%20ques.pdf>.

<sup>4</sup> ESPINOSA, R. (2016). ¿Qué es un KPI?: indicadores de gestión. Obtenido de <https://robertoepinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi>

jerárquico en una organización. La utilización del ciclo PHVA brinda una solución que permite mantener la competitividad de nuestros productos, mejorar la calidad y reducir los costos.

### **HERRAMIENTAS LEAN**

Es un conjunto de herramientas y principios de trabajo que permite actuar sobre la cadena de valor del producto/servicio o de una familia de productos/servicios. Una empresa que gestiona sus procesos según los principios de este sistema de producción busca sistemáticamente conocer aquello que el cliente reconoce como valor añadido o agregado, y está dispuesto a pagar por ello, al tiempo que va eliminando aquellas operaciones / pasos del proceso que no generan valor.<sup>5</sup>

### **KAIZEN O MEJORA CONTINUA**

El Kaizen es un método que nació en Japón y es el producto de una gran variedad de instrumentos, metodologías y herramientas desarrolladas durante el tiempo en un gran número de empresas dentro del marco filosófico en el cual hablamos sobre una mejora continua, ya que, el Kaizen es una filosofía japonesa en el que mayoritariamente hablamos sobre la mejora continua<sup>6</sup>

### **SIX SIGMA**

Seis Sigma ( $6\sigma$ ) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia  $6\sigma$  se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico.<sup>7</sup>

### **DIAGRAMA DE PARETO**

Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto.<sup>8</sup>

---

<sup>5</sup> MALDONADO, G. (s.f.) Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad (Tesis de pregrado).

<sup>6</sup> ALMERÍA, J, GISBERT, V., & PÉREZ, A. (2018). Cuadernos de investigación aplicada. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=741309>.

<sup>7</sup> GUTIERREZ, H, DE LA VARA, R. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*, McGraw-Hill: México.

<sup>8</sup> GUTIERREZ, H, DE LA VARA, R. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*, McGraw-Hill: México.

## Metodología

1. Se diagnosticó el problema a partir de herramientas Seis sigma como Pareto o histogramas.
2. Se realizó seguimiento semanal al KPI Reiterativos en la región Noroccidente, en el segmento hogares, realizando análisis estadístico y una descripción de las principales causas de aumento o disminución de pedidos o fallas.
3. Se hicieron aproximaciones a las principales causas raíz, a partir de diagramas de Pareto, árboles de fallas, filtros en la Data reportada, tablas dinámicas y gráficos de barras o de líneas
4. Con ayuda del equipo de trabajo se realizaron acciones de acuerdo a las variables más significativas halladas, a partir de reuniones y tomando las decisiones más acordes a los problemas.
5. Se empezó a realizar un control estadístico de calidad a técnicos reincidentes, dejando un archivo base con unos parámetros definidos según porcentajes del Equipo de Calidad, de forma que se logre actualizar semanalmente los estados: “Entra”, “sale”, “Reincidente 2” o “Reincidente 3”. Estos dos últimos son los que generarían las alertas para realizar acciones de mejoras lo más pronto.

## Resultados y análisis

### Análisis general:

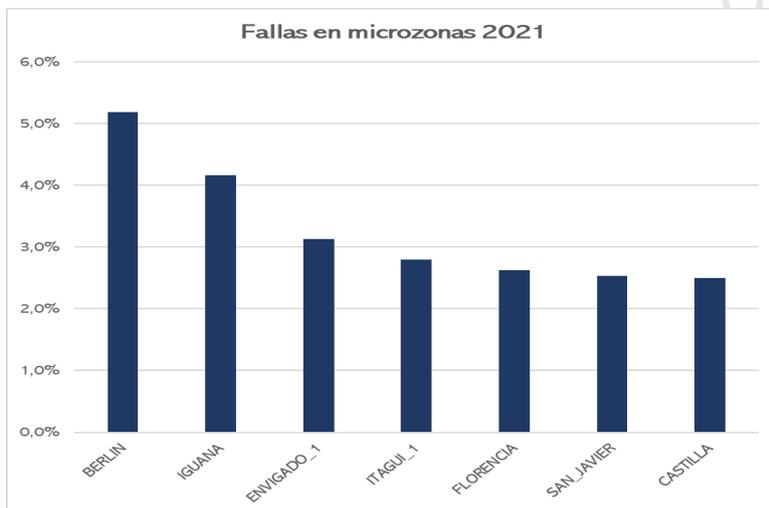


Gráfico 2. Fallas en Noroccidente por microzonas 2021

De forma general, se muestra en el Gráfico 2 las microzonas con mayor afectación por reiterativos: Berlín, Iguaná, Envigado 1, Itagüí, Florencia, San Javier y Castilla. Luego de hallar estas zonas con mayor criticidad, se hizo aplicó un enfoque de análisis de diferenciales, para observar la variación mes a mes de las fallas en Reiterativos en estas microzonas. Según el gráfico, se hallaron picos positivos en el mes de diciembre en la mayoría de las microzonas, especialmente en Iguaná.

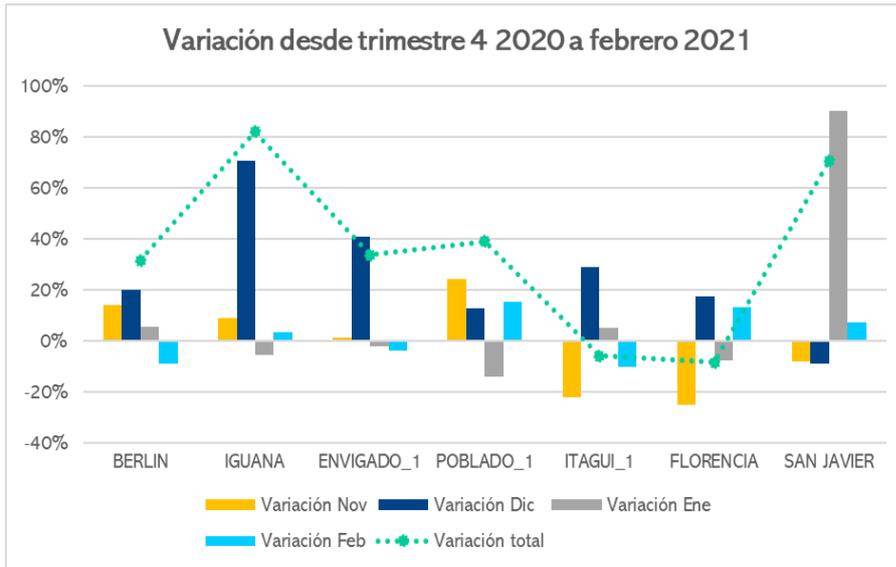


Gráfico 3. Variación trimestre 4 2020 a febrero de 2021

De acuerdo con el Pareto del análisis diferencial, se **determinan 3 microzonas relevantes: Berlín, Iguaná y San Javier**, dado que se notó mayor porcentaje de fallas y también mayor variación positiva acumulada de los meses analizados. Finalmente, se hizo zoom a una de las principales causas de fallas en el cierre de reparación; se tiene variable equipos terminales desconfigurados, en las tres microzonas que se focalizaron en este análisis.

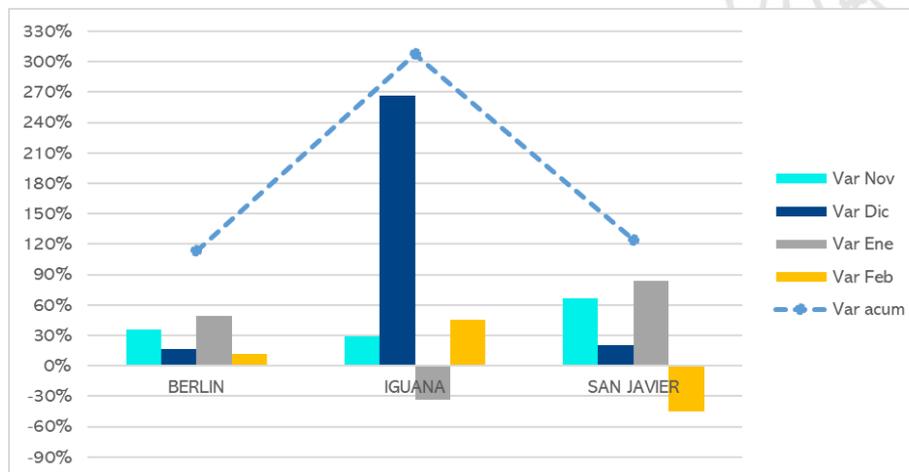


Gráfico 4. Variación cierre de reparación falla equipo terminal desconfigurado

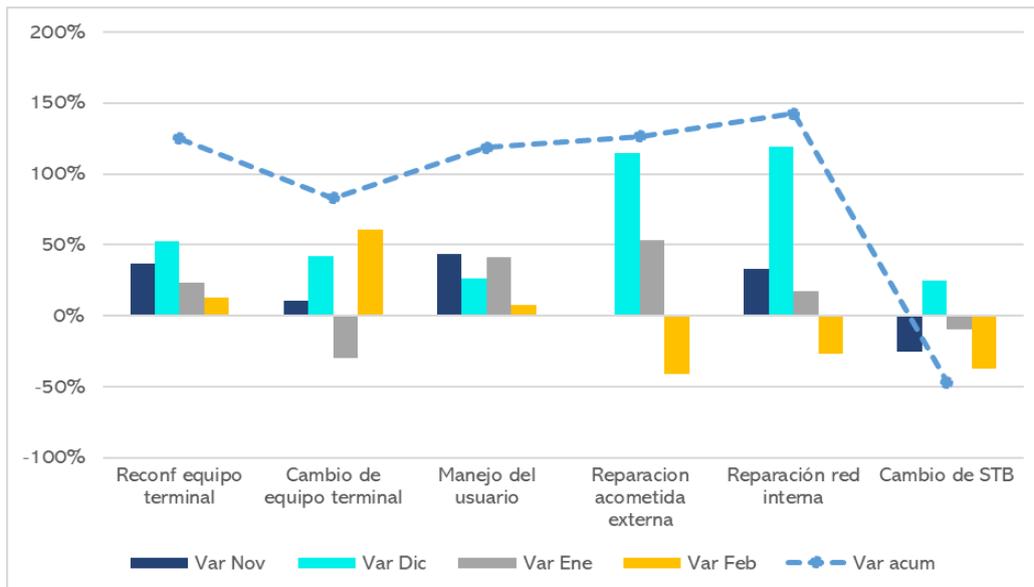


Gráfico 5. Variabilidad en cierre de Reparación en microzonas foco

A partir del cálculo de diferenciales mes a mes del CIERRE de la reparación en las tres microzonas foco, se evidencia un salto positivo en la variación en el mes de diciembre en todas las causas y en febrero hay un aumento importante por Fallas de equipo terminal. Se observa por tanto aumentos en esta variable especialmente en el mes de diciembre en Iguaná y en el mes de enero en San Javier y Berlín.

A continuación, se hará un análisis más específico para cada uno de los dos contratos y de acuerdo a la zona: EIA zona centro y Emtelco.

### CONTRATO EIA, zona Centro

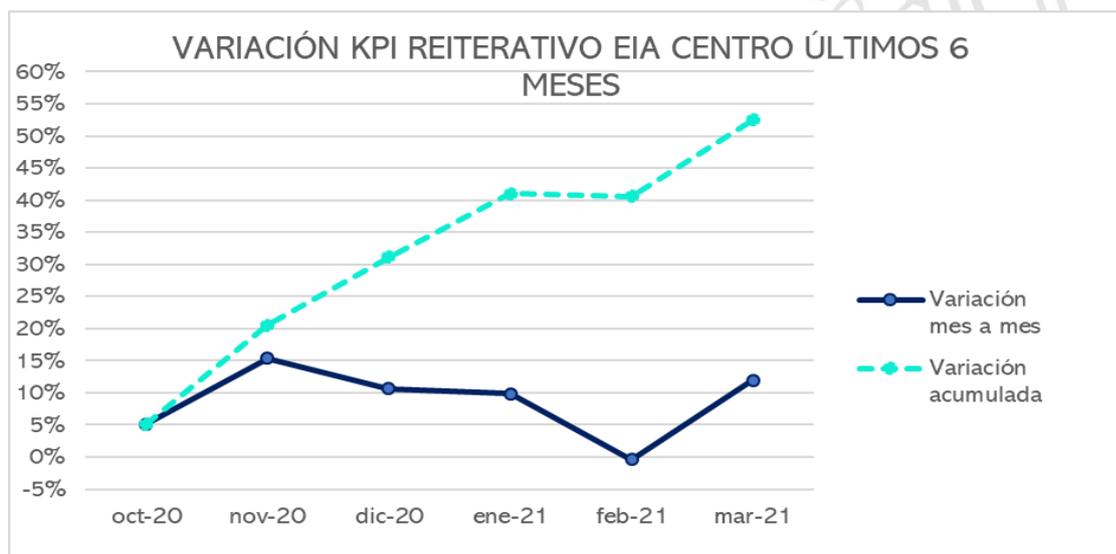


Gráfico 6. Proporción de reiterativos en EIA Centro últimos seis meses

En la sección de diagnóstico, el Gráfico 1 mostró que para el contrato EIA Centro, la curva del indicador empezó a ascender gradualmente desde el mes de octubre. Como se visualiza en el Gráfico 6, en el contrato EIA, en la zona centro, se observa una variabilidad positiva en todos los meses, excepto en febrero que permanece constante, lo cual incide en el deterioro del indicador mes a mes.

Se realizó un estudio filtrando las microzonas (lugares sectorizados en las áreas donde se presta servicio) y se hallaron estas microzonas que más afectan. A su vez se verificó el impacto de las microzonas dándoles un peso ponderado de acuerdo al volumen de fallas y a qué tan tanta variación positiva había tenido desde el mes de octubre al mes de enero y se encontraron estas microzonas foco:

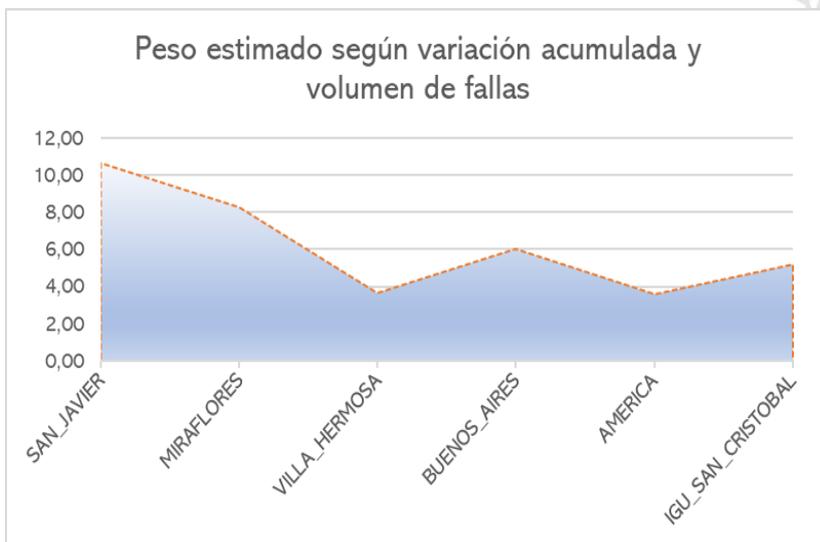


Gráfico 7. Proporción microzonas EIA afectadas por reiterativos en EIA

Es preciso mostrar en el Gráfico 8 el cierre de reparación, es decir la causa final por la cual se repara el daño. A su vez el siguiente gráfico discrimina en dicho cierre de reparación de falla, el grupo a que se le atribuye la falla, es decir si se refiere a premisas, que implica el trabajo del técnico, si es equipo, es un factor más externo, cliente, daños provocados por el cliente. Así, este gráfico muestra que un alto porcentaje (63%) está relacionado a **fallas en equipos**, para el contrato EIA zona centro, y de ese grupo, el 42% por ejemplo son reparaciones por reconfiguración de equipo, en el cual el técnico analiza los parámetros y configura nuevamente el equipo, para que funcione la red WiFi correctamente o se solucionen problemas de velocidad en el internet.

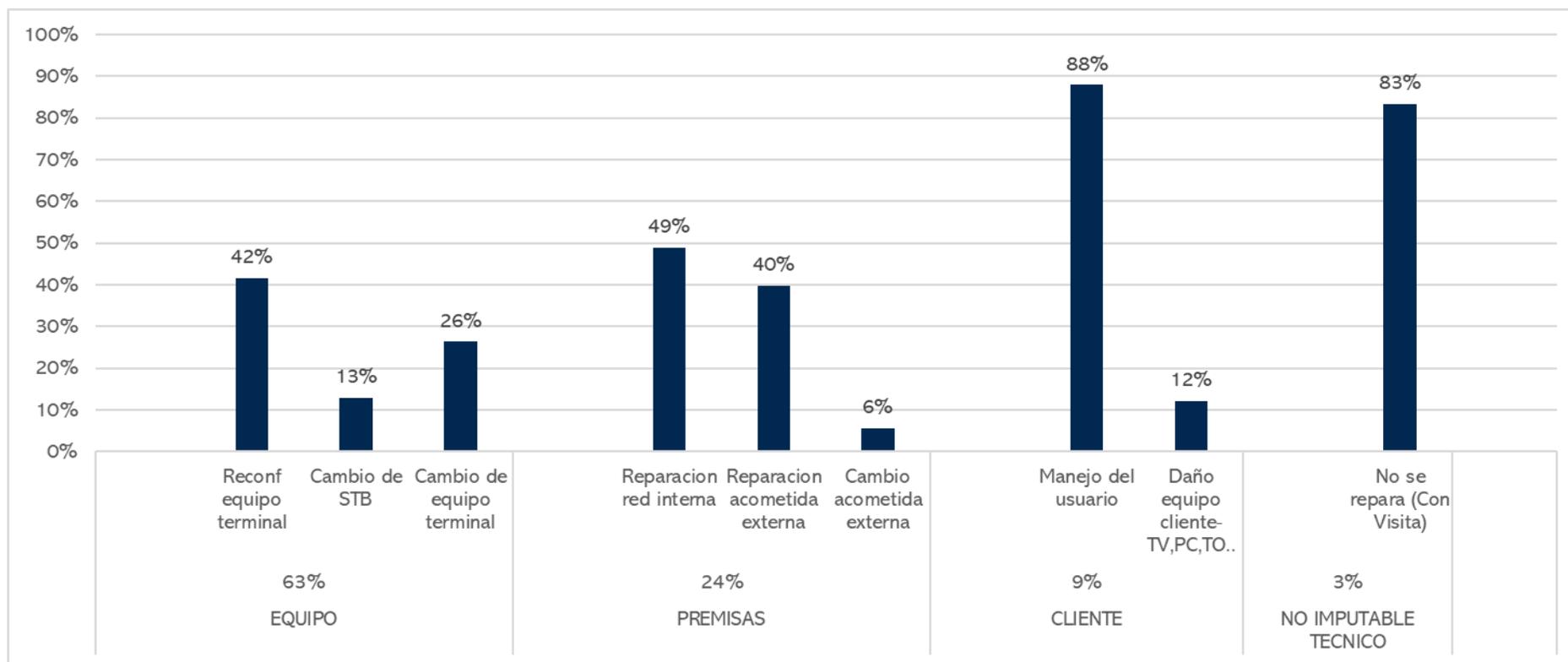


Gráfico 8. Porcentaje de reparación de falla de acuerdo con la causa en mes con mayor variación positiva: diciembre

Este análisis corresponde al porcentaje comparativo de los principales cierres de reparación de fallas, en diciembre de 2020, cuya variabilidad fue mayor, y en las microzonas foco ya mencionadas.

Por otro lado, en la data a la que se tuvo acceso también se encontraron unas observaciones más específicas. Se resumen aquí unas relevantes, de acuerdo a las dos fallas más altas:

Tabla 1. Observaciones EIA reparación cambio de equipo terminal

| Observación falla               | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------------------|------------|------------|
| Reinicio de CM e intermitencias | 27         | 26%        |
| Fallas señal Wifi               | 19         | 18%        |
| Problemas de velocidad          | 11         | 11%        |
| Parámetros alarmados            | 10         | 10%        |
| Deco bloqueado                  | 8          | 8%         |
| Modem malo                      | 8          | 8%         |
| Deco malo o bloqueado           | 7          | 7%         |
| Cm bloqueado                    | 6          | 6%         |
| Malas conexiones internas       | 5          | 5%         |
| CPE malo                        | 2          | 2%         |
| TOTAL                           | 103        | 100%       |

Tabla 2. Observaciones EIA reparación Reconfiguración de equipo terminal.

| Observación falla                 | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------------------|------------|------------|
| Perfil inválido o sin registros   | 31         | 29%        |
| Reset CM o deco                   | 13         | 12%        |
| Reconfig equipo (sin especificar) | 9          | 8%         |
| Navegación lenta                  | 9          | 8%         |
| Ajuste conexiones internas        | 7          | 6%         |
| Otros                             | 6          | 6%         |
| Configuración WIFI                | 6          | 6%         |
| Problemas con megas               | 5          | 5%         |
| Deco sin imagen o audio           | 5          | 5%         |
| Registros a línea toip            | 4          | 4%         |
| Reaprovisionamiento de equipo     | 4          | 4%         |
| internet intermitente             | 3          | 3%         |
| Manipulación CM                   | 2          | 2%         |
| Cambio splitter                   | 2          | 2%         |
| Fallas en llamadas                | 2          | 2%         |
| TOTAL                             | 108        | 100%       |

Las tablas anteriores muestran las observaciones dadas por los técnicos en las dos principales reparaciones (causas finales de fallas), y se concluye que estas reparaciones son consecuencia de problemas con intermitencias en la navegación y fallas en la red WIFI; estas fallas se asocian en ocasiones a los perfiles inválidos o erróneos que presentan los equipos, que no permiten que haya una configuración adecuada para la red.

## CONTRATO EMTELCO

Ahora bien, recordemos que en el *Gráfico 1*, la curva del contrato Emtelco, si bien no muestra muchos picos, su comportamiento histórico ha estado bastante alto, por lo que, para bajar el indicador en la regional Noroccidente, se requieren también

acciones de cara a este contrato. Por ello se aplicó también metodología para revisar lo que pasaba en las zonas que abarcan dicho contrato.

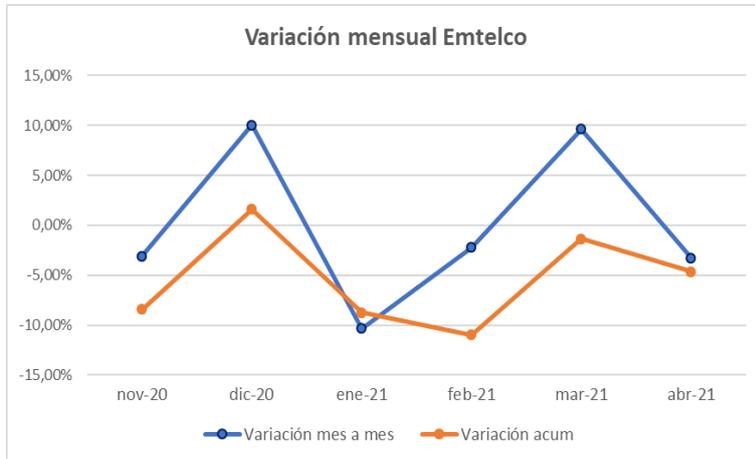


Gráfico 9. Variación mensual Emtelco

Analizando el comportamiento del contrato EMTELCO, hay unas similitudes y unas diferencias. Puede notarse que no hay una variación positiva mes tras mes, sino que va manteniéndose de forma variable e indefinida; pero el punto es que en este contrato, el KPI maneja unos números un poco alarmantes, casi al límite de lo que se permite.

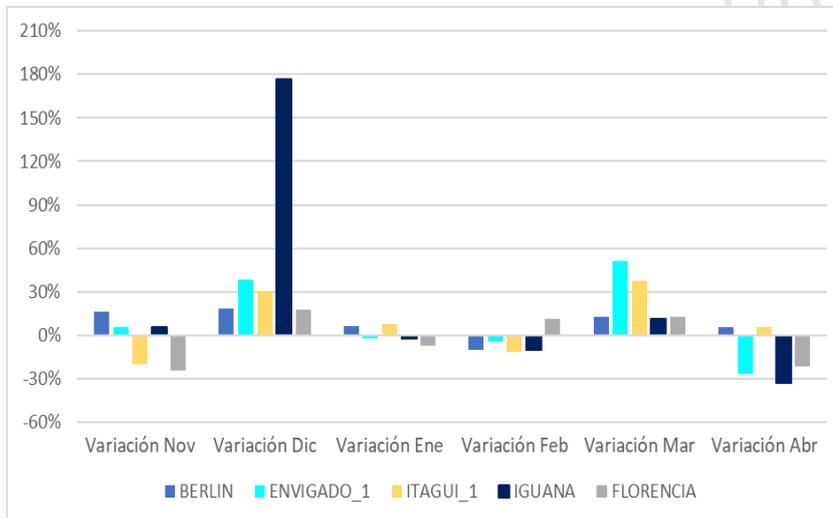


Gráfico 10. Variación Reiterativos Emtelco en microzonas foco

Para este contrato, también se hizo un estudio en las microzonas con mayor volumen de reiterativos y se obtuvo que Berlín, Envigado 1, Itagüí, Iguaná y Florencia, son las que más pedidos en reiterativos han presentado desde el mes de noviembre hasta marzo (se actualiza el gráfico hacia abril para revisar tendencias)

Tabla 3. Observaciones fallas Emtelco en marzo, mes crítico

| Observación falla                      | Frecuencia | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Reconfig o reset CM                    | 43         | 27%        |
| Reconfig eq terminal (sin especificar) | 24         | 15%        |
| Corrección conexiones internas         | 19         | 12%        |
| Configuración WIFI                     | 17         | 11%        |
| Actualización Firmware                 | 9          | 6%         |
| Atenuación de señal o potencia         | 9          | 6%         |
| Config Deco                            | 8          | 5%         |
| Reenvio de registros deco              | 6          | 4%         |
| Quejas por megas                       | 6          | 4%         |
| User pide cambio de tec                | 5          | 3%         |
| Ajuste de niveles                      | 5          | 3%         |
| Sin fallas aparentes                   | 4          | 3%         |
| Reconfig tarjetas                      | 2          | 1%         |
| TOTAL                                  | 157        | 100%       |

En este caso también se halla que un 50% de las fallas, en el mes más crítico, se relacionaron con problemas de la navegación e intermitencias.

El siguiente árbol de fallas resume las principales fallas halladas:

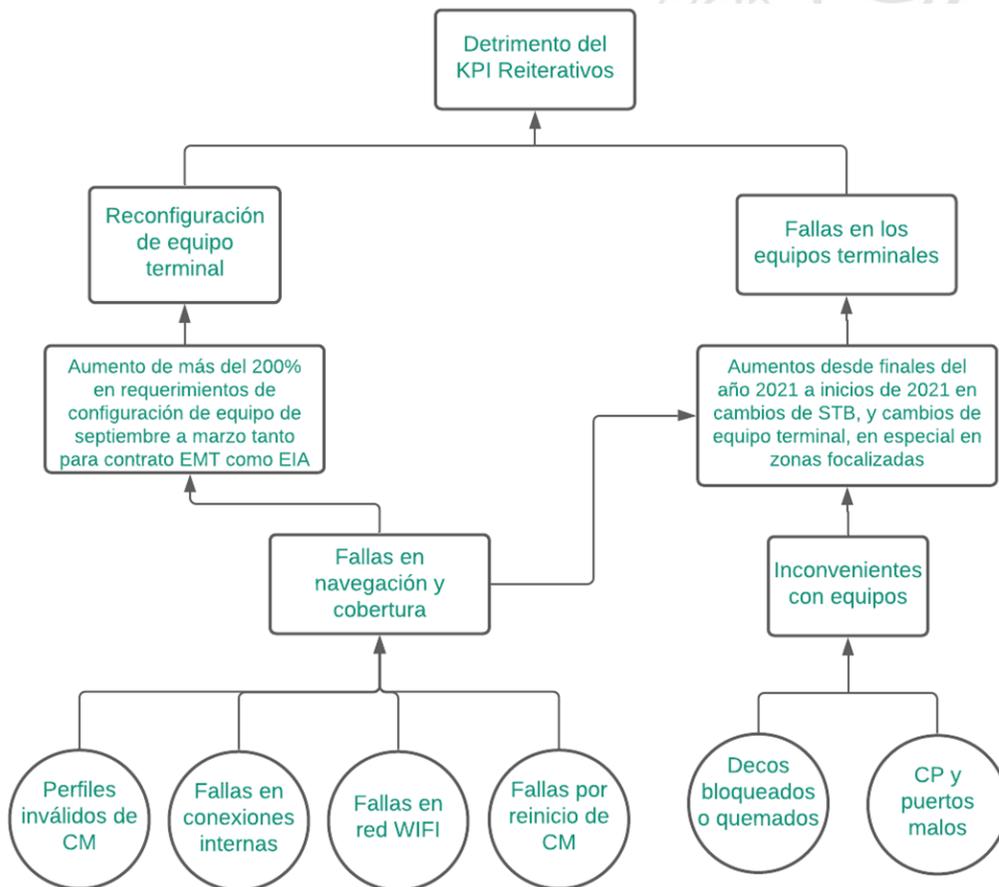


Gráfico 11. Árbol de fallas

Por lo anterior, se realiza un plan de acción destacando los puntos principales y enfocándose en los problemas hallados en el análisis.

**Tabla 4. Plan de mejora**

| <b>PLANEAR</b>  |   | <b>HACER</b>   | <b>VERIFICAR Y ACTUAR</b>   |   | <b>PLANEAR</b>  |                     |                      |
|---|---|--|---|---|---|---------------------|----------------------|
| <b>Aspecto a mejorar</b>  | <b>Plan de acción</b>   | <b>Actividad del plan de acción</b>  | <b>Indicador de logro</b>   | <b>Herramienta de verificación y control</b>  | <b>Responsable</b>  | <b>Fecha inicio</b> | <b>Fecha termino</b> |
| Gran volumen de reiterativos en microzonas más afectadas: Iguaná, Berlín, Miraflores, Envigado1, San Javier | Mantenimiento integral en nodos principales relacionados a las microzonas | Agendamiento de mantenimiento y limpieza en microzonas de nodos críticos por saturaciones  | Disminución de saturaciones y de fallas en nodos críticos                                       | Revisión análisis estadístico de tendencia de pedidos en nodos con daños ingresados, cerrados y reiterativos                      | Analista de operaciones Noroccidente y aprendiz ingeniería industrial | 1/05/2021           | 2/07/2021            |
| Problemas repetitivos de Configuración de equipo terminal y Corrección lógica                               | Consolidar Mesa de calidad o mesa de repuebas regional                    | Prevenir o mitigar fallas antes de que se reporten, a partir del monitoreo y escalamiento de fallas                                | Disminución de un 30% de fallas relacionadas a equipos en un periodo de tres meses inicialmente | Verificar semanalmente en el archivo detalle de Reiterativos las fallas sobre equipos y calcular variación                        | Mesa de repuebas y equipo Operaciones Noroccidente                    | 20/05/2021          | Indefinido           |
| Problemas repetitivos de Configuración de equipo terminal y Cambio de equipo terminal                       | Plan de co-aprendizaje integral   | Tipificar las variables relacionadas a fallas de equipos, evaluando en conjunto cuál es el mejor método para reparar dichas fallas | Mayor sistematización de las reparaciones y estandarización de las soluciones más viables       | Plan de trabajo quincenal para la estandarización de mejores prácticas en las reparaciones, apoyo de herramienta Kaizen 5 por qué | Mesa de supervisores y técnicos expertos                              | julio de 2021       | Septiembre de 2021   |
| Técnicos reincidentes   | Plan de co-aprendizaje integral   | Realizar siguiendo mes a mes a los estados de "alerta" y "reincidencia" según desempeño de técnicos                                | Nivel óptimo o moderado de técnicos con reincidencias y que no haya "reincidencia 3"            | Índice de calidad con límites de control y plan de mejora para técnicos con "reincidencia 2" o más                                | Equipo de Calidad, apoyo aprendiz ingeniería industrial               | 16/06/2021          | Indefinido           |

## Conclusiones

A partir de la identificación de los puntos críticos se iniciaron diversas acciones, algunas de ellas dando resultados, otras no los esperados, lo cual también significó un aprendizaje. Para ambos contratos se encontró que en promedio un 49,5% de las fallas se relacionaron con problemas de navegación.

En el árbol de fallas (ver Gráfico 11), producto de los 5 por qué se resumen las causas que dan origen a las principales fallas.

El mantenimiento en los nodos no se observó mejoras en Berlín, sin embargo, en Iguaná, Itagüí y Envigado 1 sí hubo disminución de daños, por ejemplo, en el mes de mayo y hacia junio.

El Modelo sur, como plan de acción, se puso en marcha a partir del 20 de mayo en Emtelco, zona Norte, Sur y Oriente. Revisando las semanas cercanas con el filtro para estas zonas se observa mejora. Tres semanas antes del 20 de mayo, el promedio fue de 9,18% y tres semanas después a esa fecha fue de 8,2%. En junio, por su parte se siguió notando un control del KPI en fines de semana. Así pues, se ha visto la mejora por este aspecto teniendo en cuenta que los fines de semana el KPI en Emtelco llegaba más del 11% durante el mes de marzo y principios de mayo. Además, de forma general disminuyeron los daños relacionados a la variable Cambio de STB y reconfiguración de equipo terminal

Tabla 5. Reporte KPI Reiterativos contrato Emtelco finales de mayo

| SEMANA | DÍA | KPI     |
|--------|-----|---------|
| 20     | 10  | 8,07 %  |
|        | 11  | 9,26 %  |
|        | 12  | 10,31 % |
|        | 13  | 8,42 %  |
|        | 14  | 7,72 %  |
|        | 15  | 10,44 % |
|        | 16  | 10,50 % |
| 21     | 17  | 10,38 % |
|        | 18  | 8,93 %  |
|        | 19  | 6,38 %  |
|        | 20  | 8,07 %  |
|        | 21  | 8,44 %  |
|        | 22  | 7,65 %  |
|        | 23  | 7,75 %  |
| 22     | 24  | 7,12 %  |
|        | 25  | 8,35 %  |
|        | 26  | 8,64 %  |

De otro lado, el seguimiento que se empezó a hacer a los técnicos, como otra estrategia de acción, conlleva mejorar las prácticas y, por ende, en lo que respecta a ellos, puedan seguir cumpliendo de manera óptima con su labor y cuando estén en “alerta” empezar a realizar acciones de la mano de su supervisor respectivo, puesto que se hace un control del desempeño óptimo de dichos técnicos.

Por último, al iniciar la práctica, el KPI estaba en 9,25% (mes de diciembre), luego fue disminuyendo levemente hasta alcanzar un 7,92% en mayo (ver Gráfico 12). En junio finaliza en un 8,06%

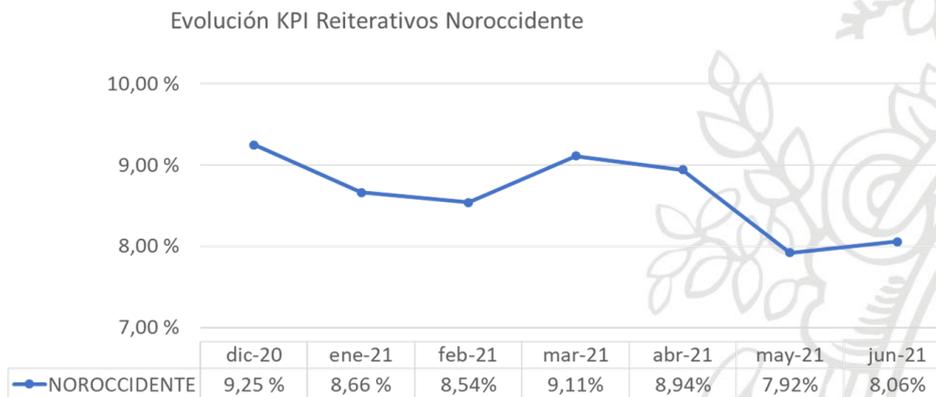


Gráfico 12. Reporte final KPI Reiterativos Noroccidente

Ahora, haciendo un filtro en el KPI para cada contrato y colocando la tecnología HFC, una red digital (otras redes son Red cobre y Gpon) que en estos momentos para la compañía es la más importante dada la velocidad que brinda y que cuya meta es extender dicha tecnología progresivamente en todas las regionales. En esta vista se observa que el KPI mejora en ambos contratos, lo que para el KPI general Noroccidente, naturalmente evidencia mejoría, pues en diciembre estaba en 9,10% y hacia mayo y junio queda en 7,8%

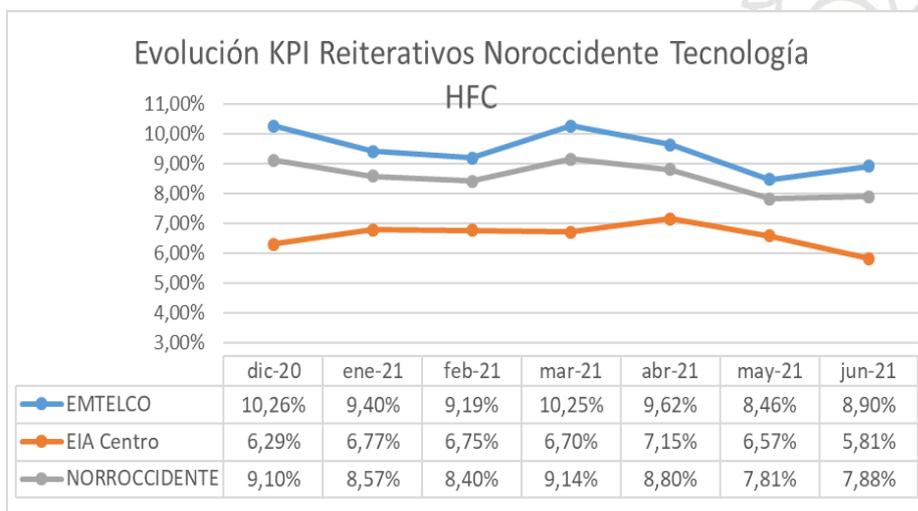


Gráfico 13. Reporte final KPI Reiterativos por contrato, tecnología HFC

## Referencias Bibliográficas

ALMERÍA, J, GISBERT, V., & PÉREZ, A. (2018). Cuadernos de investigación aplicada. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=741309>.

ESPINOSA FUENTES, Fernando. (s.f.). Análisis causa raíz. <http://www.ridssso.com/documentos/muro/fbe6005572088684d7d45c9bcf0436ee.pdf>

ESPINOSA, R. (2016). ¿Qué es un KPI?: indicadores de gestión. Obtenido de <https://robertoepinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi>

<sup>1</sup> MALDONADO, G. (s.f.) Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad (Tesis de pregrado).

GUTIERREZ, Humberto, DE LA VARA, Román. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*, McGraw-Hill: México.

PUGA, M. (s.f.) Los cinco Por qué (Five Whys). Obtenido de <http://www.mpuga.com/docencia/Informacion%20Para%20Las%20Decisiones/Los%20Cinco%20por%20ques.pdf>.

