GUSTAVO ALBERTO GONZÁLEZ CAPDEVILA

(Autor y Compilador)

ROAMING EN LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Experiencias realizadas con OpenSignal entre Argentina y Brasil

GUSTAVO ALBERTO GONZÁLEZ CAPDEVILA EDITOR

ISBN 978-987-26661-2-5

GUSTAVO ALBERTO GONZÁLEZ CAPDEVILA

(Autor y Compilador)

ROAMING EN LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Experiencias realizadas con OpenSignal entre Argentina y Brasil

GUSTAVO ALBERTO GONZÁLEZ CAPDEVILA EDITOR

González Capdevila, Gustavo Alberto

Roaming en la República Oriental de Uruguay: experiencias realizadas con OpenSignal entre Argentina y Brasil / Gustavo Alberto González Capdevila; compilado por Gustavo Alberto González Capdevila; coordinación general de Gustavo Alberto González Capdevila; editado por Gustavo Alberto González Capdevila; prólogo de Gustavo Griebler. - 1a ed. - Rosario: Gustavo Alberto González Capdevila Editor, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-26661-2-5

1. Telefonía Celular. 2. Redes. I. González Capdevila, Gustavo Alberto, comp. II. González Capdevila, Gustavo Alberto, coord. III. González Capdevila, Gustavo Alberto, ed. IV. Griebler, Gustavo, prolog. V. Título.

CDD 621.387

Fecha de catalogación: 08/05/2017

© Gustavo Alberto González Capdevila Editor, 2017

www.gonzalezcapdevila.com.ar
info@gonzalezcapdevila.com.ar

Todos los derechos reservados. Permitida la descarga y difusión del presente libro solo para fines pedagógicos y/o académicos con el único requisito de citar el nombre del autor, el título del libro y el pie de imprenta.
Los mapas capturados son propiedad de OpenSignal, Google y Samsung, y han sido utilizados a los meros efectos ilustrativos.
Todas las marcas citadas en este libro son propiedad de sus respectivos dueños.

Rosario - SF - República Argentina; Mayo de 2017; Primera edición.
Gustavo Alberto González Capdevila Editor.

A mi esposa Jorgelina, mi musa inspiradora

AGRADECIMIENTOS

- A mi colega y amigo brasileño *Gustavo Griebler* (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Avançado de Uruguaiana - RS - Brasil) por escribir el prólogo de este libro y acompañar el proyecto de monitoreo de las redes de telefonía celular en América del Sur.
- A todos los colegas sudamericanos que han confiado en este proyecto que pretende contribuir en la mejora de las redes de telefonía móvil en nuestra América del Sur.

SUMARIO

Prólogo..... 8

Introducción..... 12

Alcance de la investigación..... 13

Categorías básicas e identificadores estándares de antenas..... 14

Trayectos..... 15

T1: *Gualeguaychú (ER[1], Argentina) - Paso de Frontera Fray Bentos (Río Negro)*..... 16

T2: *Paso de Frontera Fray Bentos (Río Negro) - Cardona (Soriano)*..... 30

T3: *Cardona (Soriano) - Rocha (Rocha)*..... 39

T4: Rocha - *La Paloma (Rocha)*..... 54

T5: *La Paloma (Rocha) - Punta del Este (Maldonado)*..... 68

T6: *Barra del Chuy - Fuerte San Miguel - Chuy (Rocha)*..... 89

T7: *Buenos Aires (Argentina) - Colonia del Sacramento (Colonia)*..... 109

T8: *Colón (ER, Argentina) - Paysandú (Paysandú)*..... 123

Artículos científicos relacionados..... 164

Trabajo futuro..... 165

Consideraciones finales..... 169

Bibliografía..... 171

Bibliografía recomendada..... 172

[1] ER es la abreviatura de la provincia argentina de Entre Ríos

PREFÁCIO

Conheci Gustavo Alberto González Capdevila em 2010. Ele esteve em minha cidade natal participando de um evento de Informática. Apresentou um trabalho complexo. Interessei-me por sua pesquisa e principalmente por sua vontade em produzir conhecimento científico. Nos aproximamos no sentido de promover uma integração latino-americana por meio da pesquisa, seja por meio de projetos, seja por eventos seja por revistas. Já frutificamos um evento (Seminário Argentina-Brasil de TICs) e uma revista (Revista Argentina-Brasil de TICs), além de trabalharmos conjuntamente algumas publicações e mantermos um projeto ativamente de desbravamento das Américas. Iniciamos por Argentina, Rio Grande do Sul no Brasil e Uruguai. Mas queremos ir mais longe. Queremos testar sinais celulares em toda a América. Este livro apresenta uma pequena parte da nossa ideia, no qual Capdevila, com muita lucidez, esforço e dedicação empenhou-se nos testes na telefonia celular no Uruguai.

González Capdevila, em seu segundo livro eletrônico, preocupa-se com o fato de argentinos indo ao exterior e se perguntando se os locais que irão visitar têm cobertura de telefonia celular internacional, ou seja, Roaming. No caso específico da República Oriental do Uruguai, o serviço oferecido pelos operadores locais é de alta qualidade, e também a infraestrutura da rede móvel oriental está em constante desenvolvimento e, além disso, é considerada a segunda rede 4G LTE mais importante do mundo (ANTEL, 2016).

Em 2015, a GSMA[2] informou que a primeira rede 4G na América Latina foi implementada pelo operador ANTEL do Uruguai, em dezembro de 2011 (GSMA, 2015). Também é importante salientar que este operador uruguaio faz parte do Chief Policy and Regulatory Officers Group for Latin America (CPROG Latam), que é o principal órgão de consulta e orientação estratégica dos membros da GSMA na América Latina e o Caribe. Ele é integrado por altos executivos (Seniors) que representam os principais grupos de empresas que oferecem serviços para 95% de todas as conexões móveis na região (GSMA, 2016_1: 10).

Para além destes fatos interessantes, e sem tentar colocar em dúvida, o autor deste livro começou a estudar o estado da rede móvel no Uruguai, usando o software de monitoramento de redes OpenSignal®, através de experiências realizadas a partir da fronteira com a Argentina até a República Federativa do Brasil, atravessando, dessa maneira, importantes pontos turísticos, culturais e comerciais. Deve notar-se, além disso, que a rede da ROU[3] é muito rápida e tem uma cobertura 3G/4G pouco invejáveis em relação com outros países.

Portanto, este livro eletrônico irá apresentar o estado do serviço de Roaming no Uruguai, organizando e agrupando os locais analisados em roteiros. Quanto às experiências em Colonia del Sacramento, elas foram realizadas durante o mês de julho de 2016, ao contrário do resto, em janeiro do mesmo ano. No entanto, em fevereiro

[2] GSMA; Groupe Speciale Mobile Association
[3] ROU: República Oriental do Uruguai

de 2017, o autor monitorou a rede 4G em Paysandú e apresenta neste livro uma análise dos resultados obtidos.

Em todos os casos estudados, várias medições foram realizadas a fim de fazer comparações entre os valores obtidos. Por esta razão, é essencial que estas experiências sejam repetidas mais uma vez, num curto período de tempo, a fim de confirmar ou refutar os dados apresentados neste livro.

Finalmente, a principal motivação não é baseada apenas em um mero registro dos dados coletados, mas se destina a transmitir essas experiências para uma boa utilização das redes móveis pelos usuários quando viajarem para o país oriental e, através deles, aperfeiçoar a informação publicada, com o único propósito de contribuir para a melhoria das redes de telefonia celular em nossa América Latina.

M. Sc. Gustavo Griebler
Professor do Instituto Federal Farroupilha
Campus Avançado Uruguaiana
Rio Grande do Sul - Brasil

Referências

ANTEL (2016). ANTEL en el mundo. La mejor red LTE posiciona a Uruguay entre los 2 primeros del mundo. Relatório disponibilizado em http://www.ANTEL.com.uy/ANTEL/ANTEL-en-el-mundo/vera-movil-la-mejor-red-lte-posiciona-a-uruguay-entre-los-2-primeros-del-mundo

GSMA (2016_1). Latin America Vision - Annual Magazine 2016. Relatório disponibilizado em http://www.gsma.com/latinamerica/vision-magazine-2016

GSMA (2015). La GSMA exige un enfoque sostenible para las tecnologías 4G y M2M en Latinoamérica. Relatório disponibilizado em http://www.gsma.com/latinamerica/es/enfoque-sostenible-tecnologias-4g-m2m-america-latina

PRÓLOGO

(Traducido al castellano)

Conocí a Gustavo Alberto González Capdevila en 2010. Él estuvo en mi ciudad natal participando de un evento de Informática. Presentó un trabajo complejo. Me interesé por su investigación y, en especial, por su disposición para producir conocimiento científico. Nos acercamos con el fin de promover una integración latinoamericana a través de la investigación, es decir, mediante proyectos, eventos o revistas científicas. Pudimos concretar un evento: El SABTIC (Seminario Argentina-Brasil de TICs) y una revista: La REABTIC (Revista Argentina-Brasil de TICs), además de trabajar, conjuntamente, en algunas publicaciones, y transitando, de esa forma, un proyecto dinámico de explorar las Américas. Comenzamos por la Argentina, Rio Grande do Sul (Brasil) y el Uruguay. Pero queremos ir más allá. Queremos analizar las señales de telefonía celular en toda América. Este libro presenta un pequeño recorte de nuestra idea que mi colega, con gran lucidez, esfuerzo y dedicación, ha puesto su mirada en el testeo de la telefonía celular en el Uruguay.

González Capdevila, en su segundo libro electrónico, pone su atención en los argentinos que viajan al exterior, y se pregunta si los lugares que visitarán tienen cobertura de telefonía celular internacional, es decir, Roaming. En el caso específico de la República Oriental del Uruguay, el servicio ofrecido por los operadores locales es de alta calidad y la infraestructura de la red móvil oriental se encuentra en constante crecimiento, y es considerada la segunda red 4G LTE más grande del mundo (ANTEL, 2016).

En 2015, la GSMA anunció que la primera red 4G en América Latina fue implementada por la operadora ANTEL del Uruguay, en diciembre de 2011 (GSMA, 2015). También es importante tener en cuenta que este operador uruguayo forma parte del Chief Policy and Regulatory Officers Group for Latin America (Latam CPROG), que es el principal órgano de consulta y orientación estratégica de los miembros de la GSMA en América Latina y el Caribe. Está formado por altos directivos (Seniors) que representan a los principales grupos de empresas que ofrecen sus servicios al 95% del total de las conexiones móviles en la región (GSMA, 2016_1: 10).

Además de estos datos interesantes, y sin tratar de cuestionarlos, el autor de este libro comenzó a estudiar el estado de la red móvil en el Uruguay, utilizando el software de monitoreo de redes OpenSignal® mediante experiencias realizadas entre la frontera con la República Argentina y la República Federativa del Brasil, atravesando, de esa manera, importantes sitios turísticos, culturales y comerciales. Cabe señalar, por otra parte, que la red de la ROU es muy rápida y tiene una cobertura 3G/4G poco envidiable en comparación con otros países.

Por lo tanto, este libro electrónico presentará el estado del servicio de Roaming en el Uruguay, organizando y agrupando los sitios analizados en trayectos. Respecto a las experiencias en Colonia del Sacramento, éstas se llevaron a cabo durante el mes de julio de 2016, a diferencia del resto, en enero de ese año. Sin embargo, en febrero de

2017, el autor monitoreó la red 4G en Paysandú y presenta en este libro un análisis de los resultados obtenidos.

En todos los casos estudiados, se realizaron importantes mediciones con el fin de hacer comparaciones entre los valores obtenidos. Por esta razón, es esencial que estas experiencias se repitan una vez más, en un corto período de tiempo, con el fin de confirmar o refutar los datos presentados en este libro.

Por último, la principal motivación no se basa solamente en un simple registro de datos recolectados, sino que se pretende transmitir estas experiencias para un uso adecuado de las redes móviles por parte de los usuarios cuando viajen al país oriental y, a través de ellos, actualizar la información publicada, con el único propósito de contribuir en la mejora de las redes de telefonía celular en nuestra América Latina.

M. Sc. Gustavo Griebler
Profesor en el Instituto Federal Farrukhabad
Avanzada Campus Uruguaiana
Rio Grande do Sul - Brasil

INTRODUCCIÓN

Durante 2016 y febrero de 2017 el autor de este libro realizó un estudio de la telefonía móvil en la República Oriental del Uruguay, orientado, específicamente, al análisis del servicio de Roaming ofrecido por los operadores locales. Entre los instrumentos utilizados se destacan los Smartphones Samsung Galaxy S4 Mini y S6 Edge empleados en las mediciones realizadas durante enero de 2016, en el primer caso, y en julio de 2016 y febrero de 2017, en el segundo. Cada uno de estos dispositivos tenía instalado un chip de la operadora Movistar Argentina y con la función Roaming activada.

Respecto al software empleado para realizar la tarea de recolección de datos fue seleccionado *OpenSignal*[4] para Android, a partir de su alta reputación a nivel mundial en materia de redes inalámbricas. La empresa diseñadora de esta aplicación móvil, publica periódicamente informes respecto al estado de las redes de telefonía celular en todo el planeta; entre ellos se destaca de que la República Oriental del Uruguay es uno de los países con mejor cobertura 4G del mundo (OpenSignal y Cromo, 2015), mientras que la operadora uruguaya ANTEL, oficializada en diciembre de 2011, es considerada la primera red 4G de América Latina (GSMA, 2015) (ANTEL, 2016).

El objetivo principal de este libro es investigar el estado de las redes móviles en el Uruguay, organizando, para ello, las experiencias realizadas en *trayectos*. Por otra parte, el autor utilizó OpenSignal en diferentes experiencias de monitoreo de redes en América Latina desde 2016, entre las que se destacan: *Cobertura de redes 4G no Rio de la Plata: Testes realizados na travessia Argentina - Uruguai* (González Capdevila, 2017) y *Xarxes Mòbils a La Regió Litoral, República Argentina: Anàlisis de casos a les províncies de Santa Fe (SF) i Entre Ríos (ER)* (González Capdevila, Griebler y Castro Caurio, 2016).

Por otro lado, este libro se encuentra dividido por las siguientes secciones: *Alcance de la Investigación*, *Categorías básicas e identificadores estándares de antenas*, *Trayectos*, *Artículos científicos relacionados*, *Trabajo futuro* y *Consideraciones finales*. La sección *Alcance de la Investigación* define la frontera de estudio del objeto, es decir, el Servicio de Roaming que suministran los diferentes operadores móviles en la ROU desde la frontera con la Argentina hasta el Brasil. Además, se describen las *Categorías básicas e identificadores estándares de antenas* seleccionadas.

La sección *Trayectos* describe todas las experiencias realizadas en materia de telefonía móvil durante 2016 y 2017 en el país oriental. Cada trayecto está formado por un conjunto de sitios, pueblos y ciudades que tienen una extensión determinada medidas en kilómetros. Por otra parte, fue necesaria la utilización de software de monitorio, en este caso, OpenSignal. Este análisis tiene en cuenta no sólo los valores recolectados con los dispositivos móviles empleados, sino también otros aspectos como por ejemplo: climáticos, geográficos, tecnológicos, interferencias, etc.

La sección *Artículos científicos relacionados* menciona y describe, brevemente, los trabajos relacionados con la temática del presente libro electrónico. Se debe tener

[4] *OpenSignal* es una empresa británica fundada en 2010 por Brendan Gill, James Robinson, Sam Westwood y Sina Khanifar. © ® 2017 OpenSignal Inc.

presente que toda investigación debería estar basada en trabajos publicados por otros investigadores o centros de investigación de prestigio internacional.

La penúltima sección *Trabajo futuro* consiste en mencionar cada uno de los aspectos del presente libro que no hayan sido descriptos o investigados en virtud de la frontera de estudio determinada, o debido al surgimiento de nuevos objetos no contemplados en la presente investigación.

Finalmente, en la sección *Consideraciones finales* se destacan los aspectos más relevantes de la investigación, los objetivos alcanzados, las hipótesis demostradas, si es el caso, y los desafíos futuros del objeto, en función de que una investigación no debe considerarse como un trabajo terminado sino como un proceso de construcción permanente.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Las mediciones del servicio Roaming de telefonía celular se han realizado en sitios específicos que forman parte de los denominados *trayectos*, descriptos en la siguiente sección. De todas maneras, la frontera establecida para el objeto de estudio se puede observar en el siguiente mapa de Google Maps®:

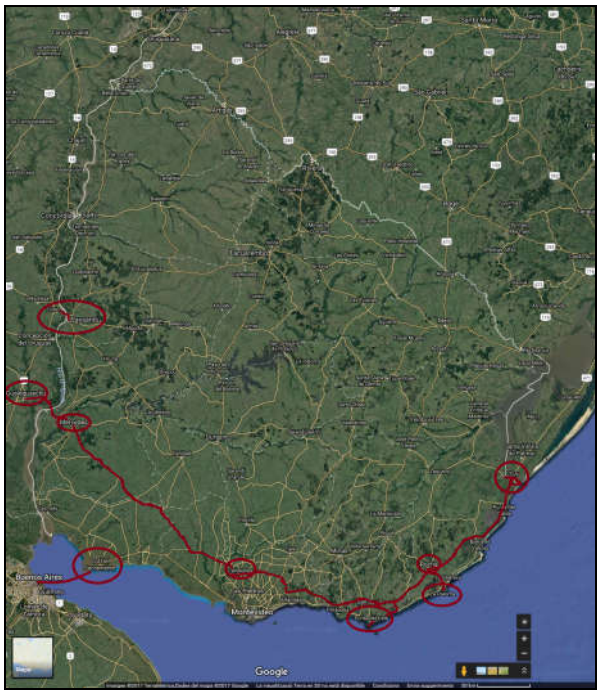


Figura 1. Mapa de los trayectos analizados en el Uruguay

Por otra parte, los sitios se encuentran geográficamente en ocho de los diecinueve departamentos que conforman administrativamente la República Oriental del Uruguay; a saber: *Río Negro, Soriano, Colonia, San José, Canelones, Maldonado, Paysandú* y *Rocha*. Como se puede observar en el mapa, ha sido posible estudiar con OpenSignal una cantidad limitada de departamentos y sitios, razón por la cual un próximo análisis es considerado necesario, tomando en cuenta el software utilizado y el tamaño de la muestra empleada, entre otros factores.

CATEGORÍAS BÁSICAS E IDENTIFICADORES ESTÁNDARES DE ANTENAS

A continuación, se detallan las categorías básicas utilizadas en estas experiencias, que permitirán al lector una adecuada comprensión de los resultados obtenidos que se exhibirán más adelante: (González Capdevila et al., 2016)

Categoría	Definición	Unidad de medida
Latencia	Es sinónimo de retraso. Determina el tiempo en que un paquete de dados necesita para llegar a un punto de destino.	ms: Es utilizada para indicar los retrasos que se pueden experimentar en la comunicación móvil.
Bajada	Es la transferencia de algún archivo, como por ejemplo: imagen, vídeo o documento, que se encuentra almacenado en un servidor remoto, y que se descargará en una computadora local, generalmente vía Internet.	Kbps, Mbps
Subida	Es la acción de enviar datos desde una computadora local hacia otra computadora servidora remota, generalmente a través de Internet.	Kbps, Mbps

Tabla 1. Categorías básicas

Por otro lado, en la siguiente tabla, se muestran los identificadores estándares para las antenas de celulares, y que son detectados con la aplicación OpenSignal:

Identificador	Definición
dBm	Es utilizado para expresar el nivel de potencia en decibeles (dB), en relación al nivel de referencia de un miliwatt (mW).
CI / CID	Del inglés *Cell IDentifier*, es un identificador de la célula actual. Es un número de 28 bits, cuyos últimos 8 bits son el número del sector.
TAC	Es un identificador para LTE que determina el código local de la operadora, único para una región o país. Está relacionado con el identificador LAC de la antena.
LAC	Del inglés *Location Area Code*, es un Código Local de la Operadora, único para una región o país.
PCI	Es un identificador o número entre 0 y 168*3=504 para LTE, que puede ser asignado para evitar interferencias entre estacones radiobases LTE.

Tabla 2. Identificadores estándares de antenas

TRAYECTOS

En las anteriores secciones se definió el concepto de *trayecto* que permite organizar las experiencias realizadas y, a su vez, poder compararlas entre sí. Cada *trayecto* está identificado por un nomenclador formado por la letra T, seguida de un número de referencia. De igual modo, cada *sitio* comienza con la letra S, seguida de un valor numérico[5].

Se muestra a continuación un mapa satelital de la ROU y otro de la cobertura móvil en ese país:

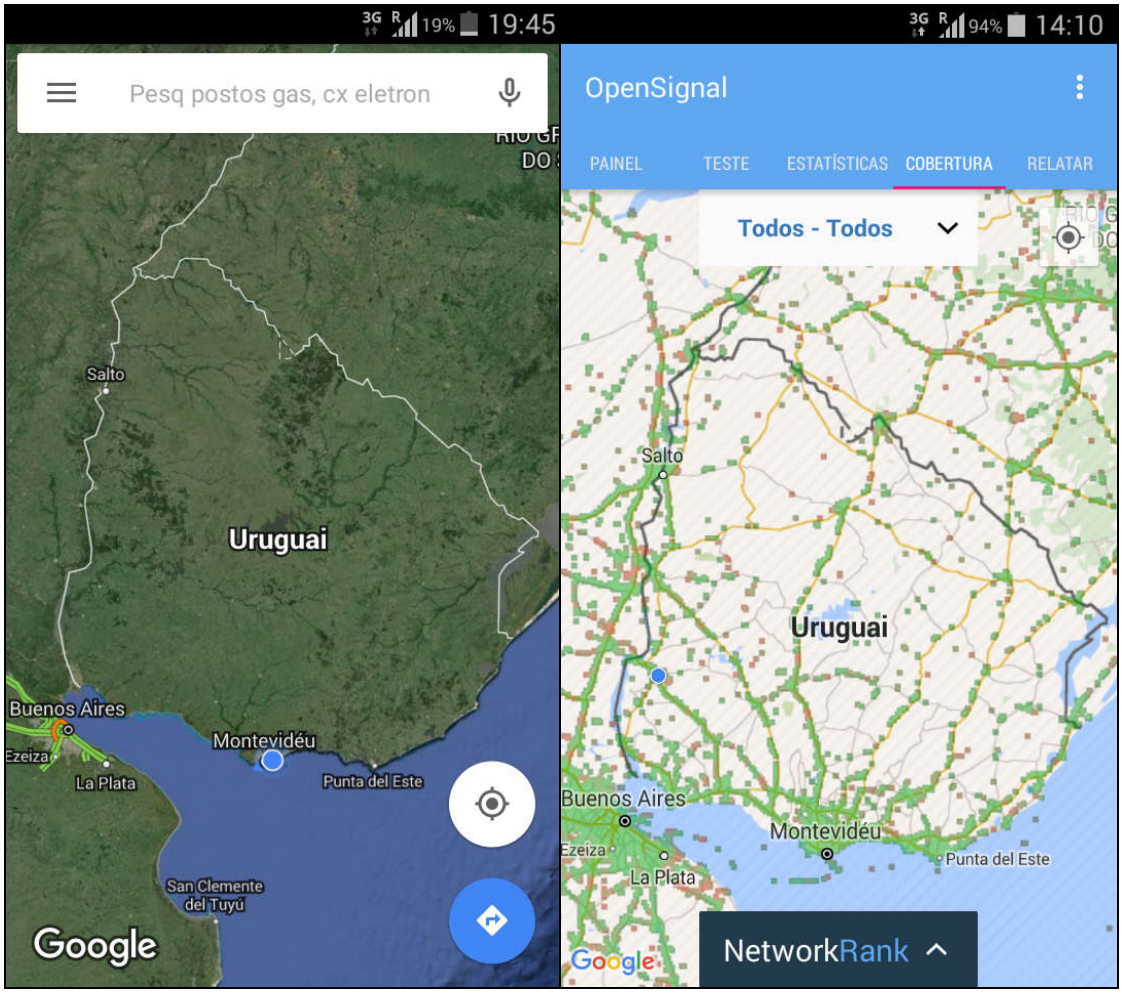


Figura 2. Mapa de Google Maps© (izq.) y de la cobertura móvil (der.) en la ROU

[5] *Nota:* Los Smartphones estaban configurados en diferentes lenguas. A saber: Enero de 2016: portugués; julio de 2016: catalán y enero de 2017: castellano.

T1: Gualeguaychú (ER, Argentina) - Paso de Frontera Fray Bentos (Río Negro)

Datos generales

Fecha de realización: Enero de 2016.

Punto de origen: Gualeguaychú, Provincia de Entre Ríos (ER), Argentina.

Punto de destino: Paso de Frontera Fray Bentos, Departamento de Río Negro, Uruguay.

Distancia: 43 km.

Versión de OpenSignal: 3.61 publicada el 20 de diciembre de 2015.

Sitios analizados

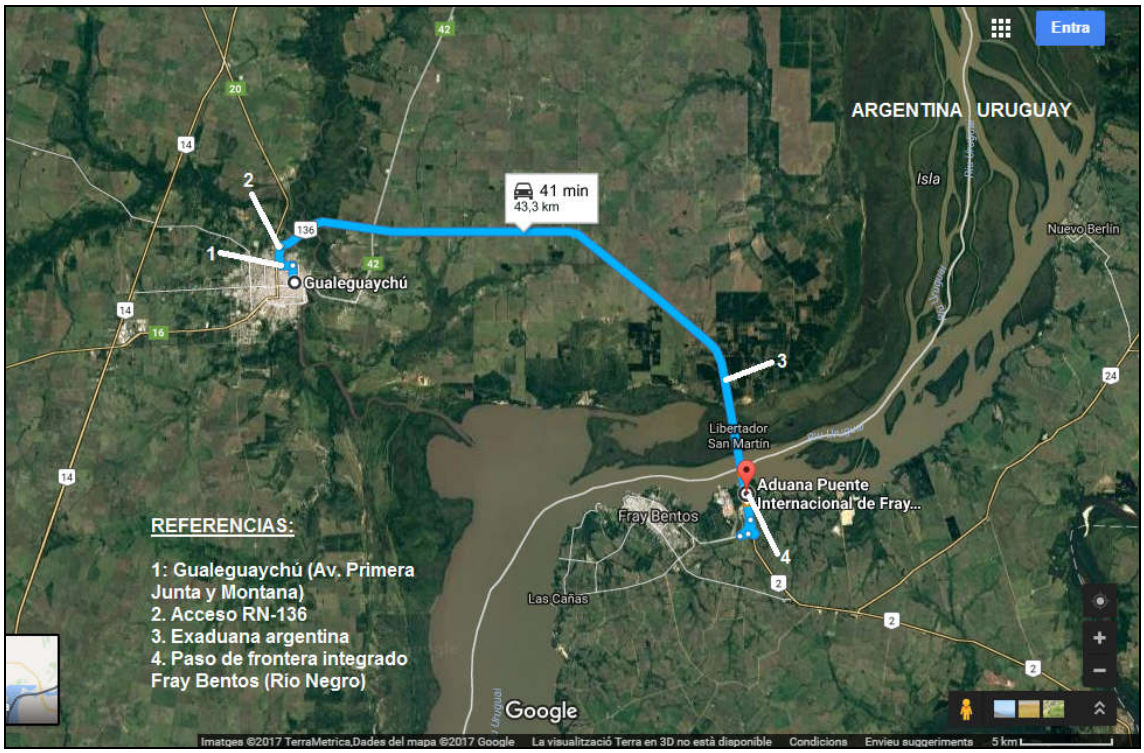


Figura 3. Mapa de Google Maps del Trayecto 1 (T1)

S1: Gualeguaychú (Avenida Primera Junta y Montana)

Opción "Resumen" de OpenSignal[6]

Inicialmente, en este sitio no se han detectado datos móviles como se puede observar en la siguiente figura. Al cabo de algunos minutos, esta situación fue normalizada.

[6] La opción "Resumen" de OpenSignal tiene su equivalente en portugués (Painel), y en catalán (Panell Principal).

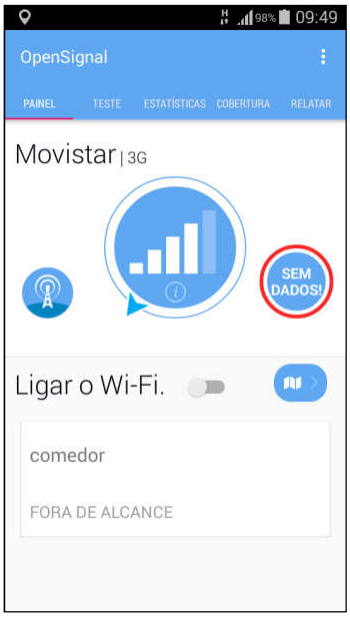


Figura 4. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

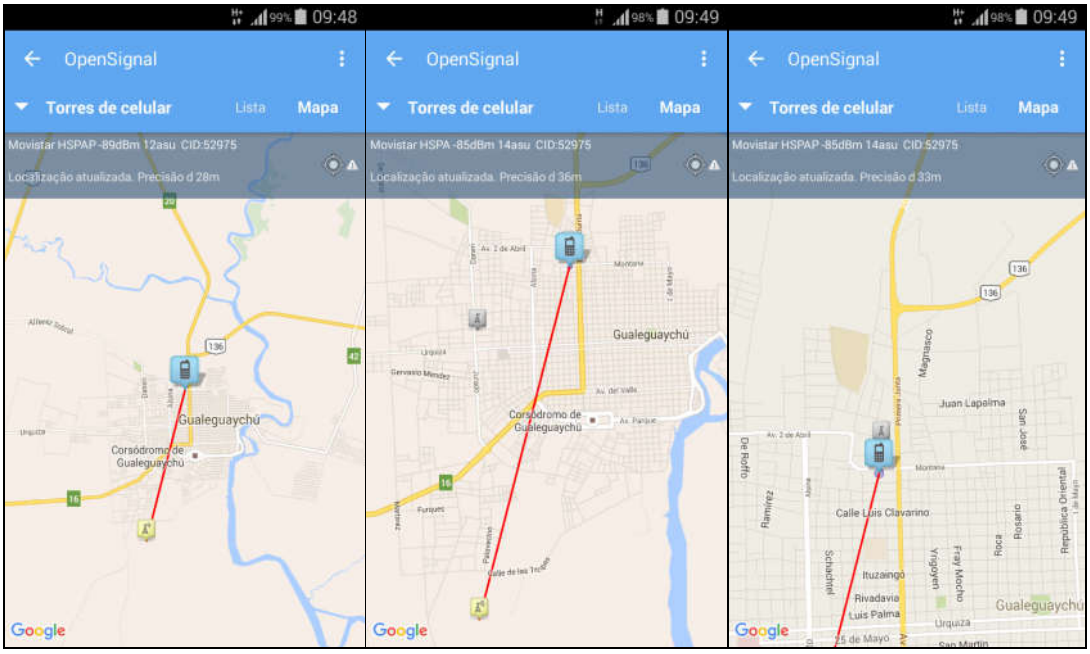


Figura 5. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

La antena detectada en este sitio tiene los siguientes atributos (CID/LAC) que resultan similares entre sí, luego de realizar algunas mediciones en el mismo lugar.

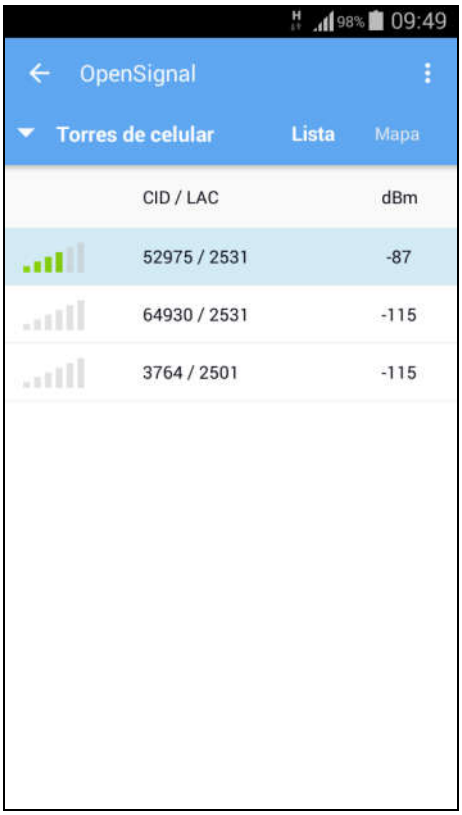


Figura 6. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal[7]

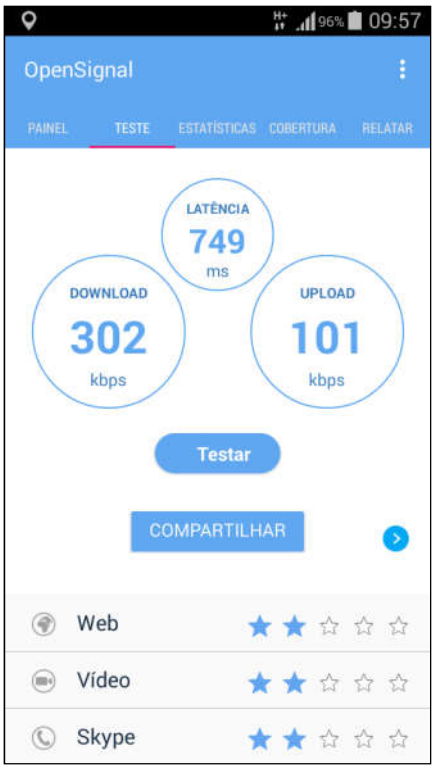


Figura 7. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mejores valores)

[7] La opción "Velocidad" de OpenSignal tiene su equivalente en portugués (Teste), y en catalán (Test).

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

Figura 8. Mapa de cobertura de Gualeguaychú y Fray Bentos

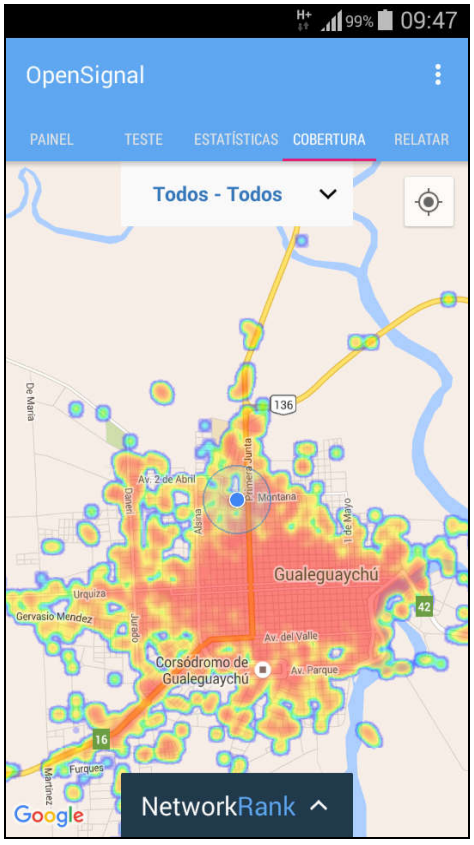


Figura 9. Mapa de cobertura de la ciudad de Gualeguaychú

Figura 10. Operadores detectados con el S.O. Android

S2: Gualeguaychú (Acceso a RN-136)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

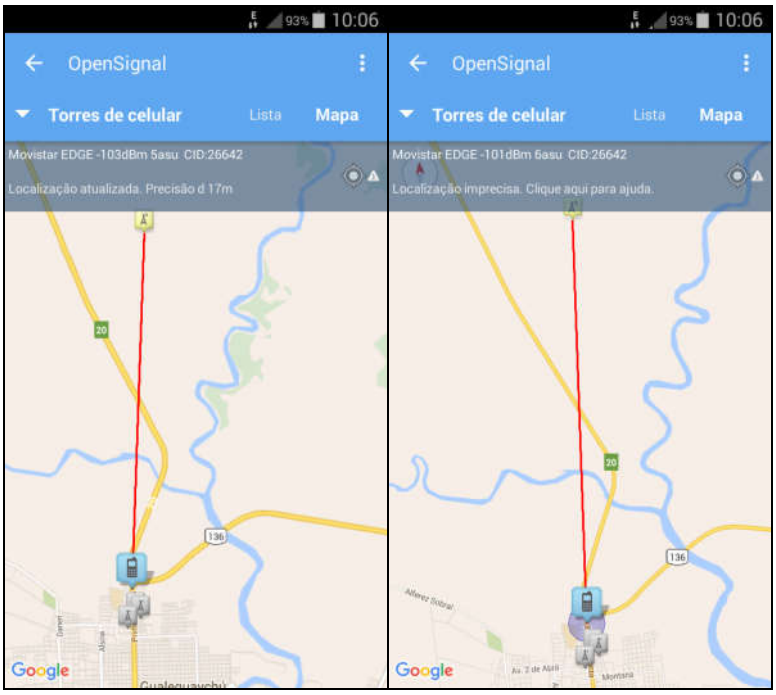


Figura 11. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

La antena detectada en este sitio tiene los siguientes atributos (CID/LAC) que resultan similares entre sí, luego de realizar algunas mediciones en el mismo lugar.

Figura 12. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

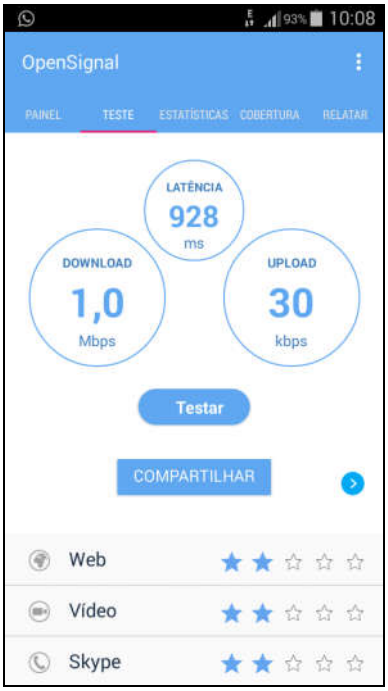


Figura 13. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mejores valores)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados

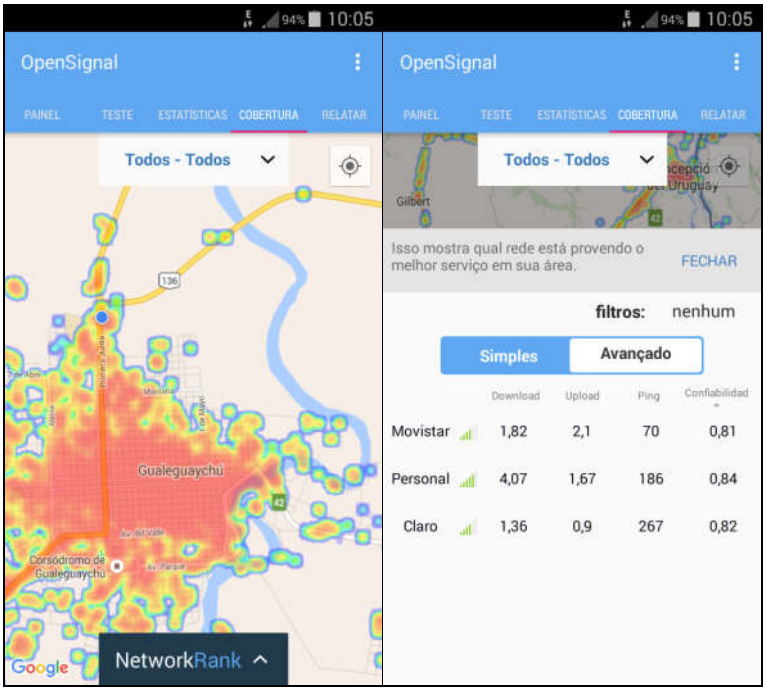


Figura 14. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Mejores valores)

S3: Exaduana argentina (Paso Internacional "Gualeguaychú - Fray Bentos")

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la figura siguiente se puede observar, en la parte superior del indicador de potencia de señal, una "R" que indica "Roaming", en este caso, suministrado por la operadora Movistar Uruguay. Nótese, además, que los datos móviles se encuentran activados bajo la leyenda *Dados OK*.

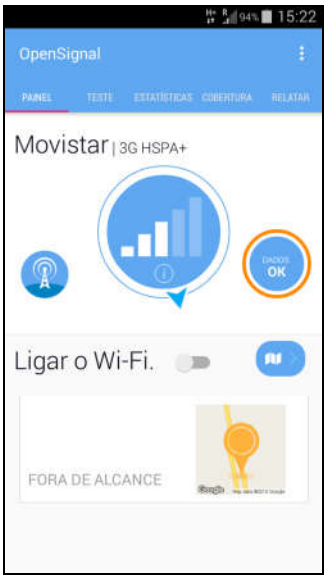


Figura 15. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

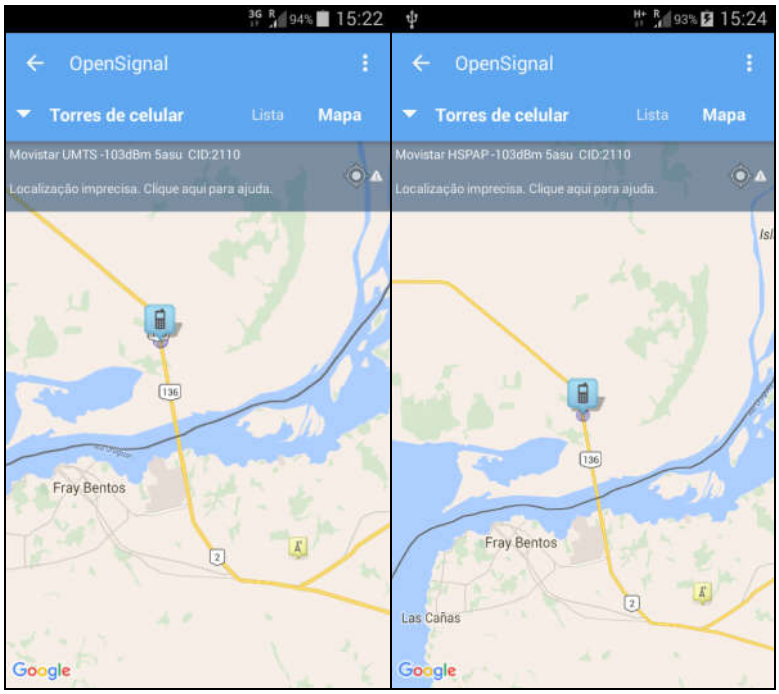


Figura 16. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

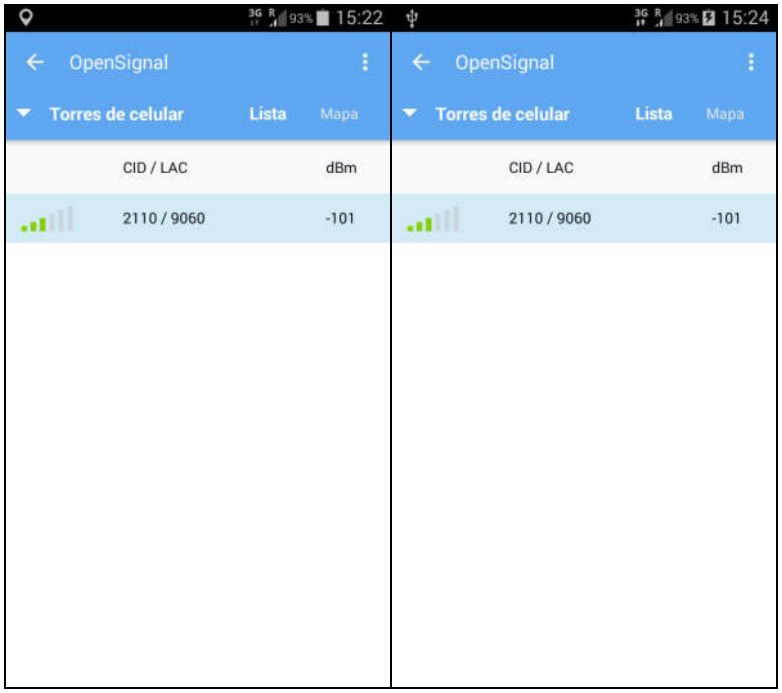


Figura 17. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

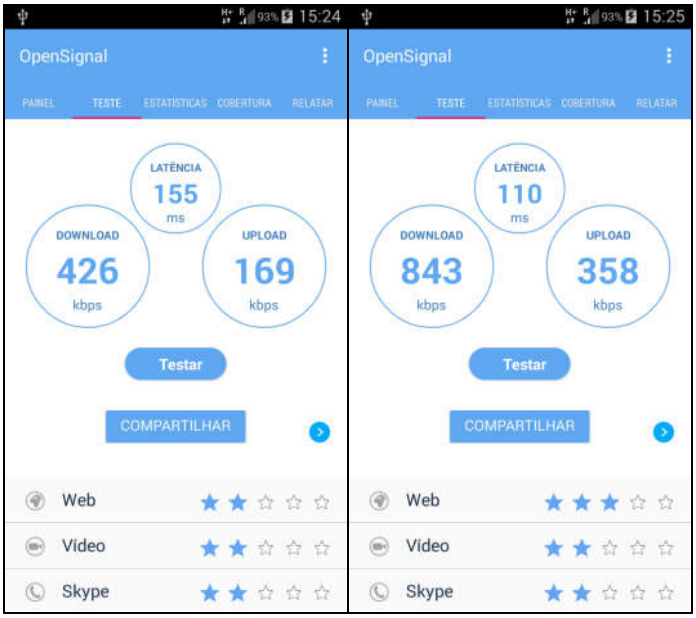


Figura 18. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mejores valores)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

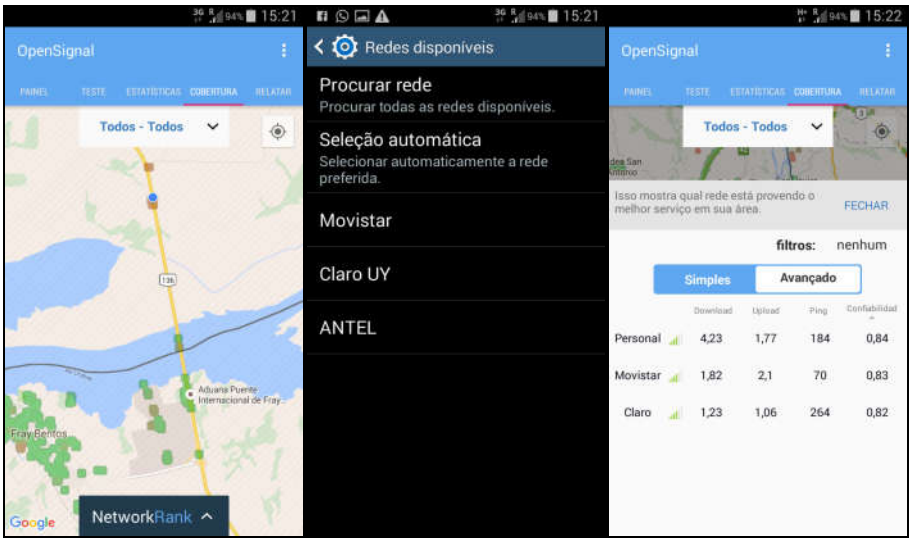


Figura 19. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En este punto geográfico se puede observar que la operadora Movistar Uruguay tiene el menor tiempo de retraso para establecer una comunicación móvil, es decir, 70 ms. Por otra parte, la velocidad correspondiente a la subida de datos (Upload) es de 2,1 Mbps, el mejor valor registrado en este sitio, mientras que la descarga (Download) es de 1,82 Mbps, resultando ligeramente inferior respecto a la operadora Personal.

La función *Procurar rede (Buscar redes)* disponible con el sistema operativo Android, muestra que los operadores móviles detectados son diferentes respecto a la opción *Cobertura* de OpenSignal. En el transcurso de este libro se analizará esta situación en detalle.

S4: Paso de Frontera Integrado del Puente Internacional "General San Martín" - Fray Bentos (Río Negro)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente imagen se observa una cobertura promedio *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017). Por otro lado, los datos móviles se encuentran activados y funcionan correctamente en un nivel medio. Véase la leyenda *Dados OK (Datos MEDIOS)*.

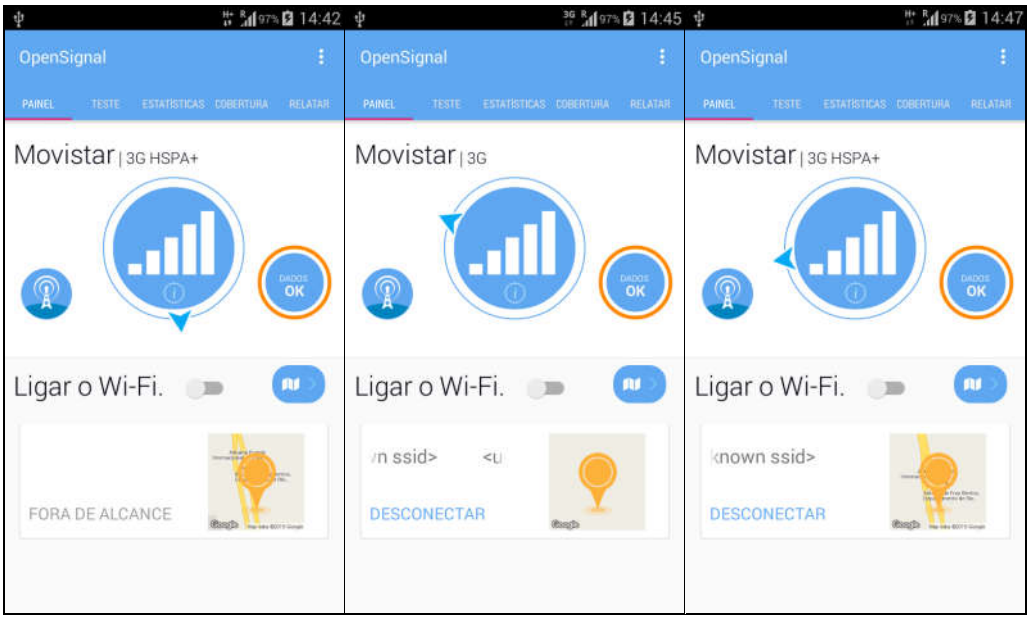


Figura 20. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

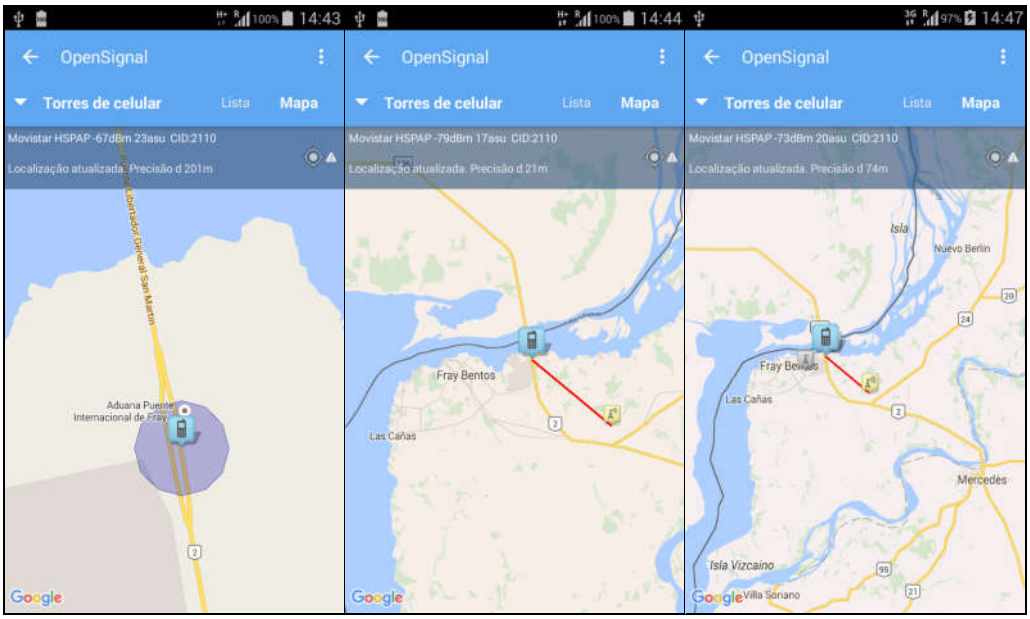


Figura 21. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Nótese que la antena detectada en la Figura 16 es la misma respecto a la anterior y tiene un CID de 2110. Por otra parte, se observa un cambio en el tipo de señal que oscila entre *3G* y *3G HSPA+*.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

La antena detectada por defecto tiene las propiedades CID/LAC: 2110/9060 indicadas en el epígrafe anterior. Cabe destacar, además, que al transcurrir un minuto, exactamente a las 14:45 hs., el listado de antenas se incrementa, exhibiéndose dos que se encuentran en el radio de alcance del Smartphone.

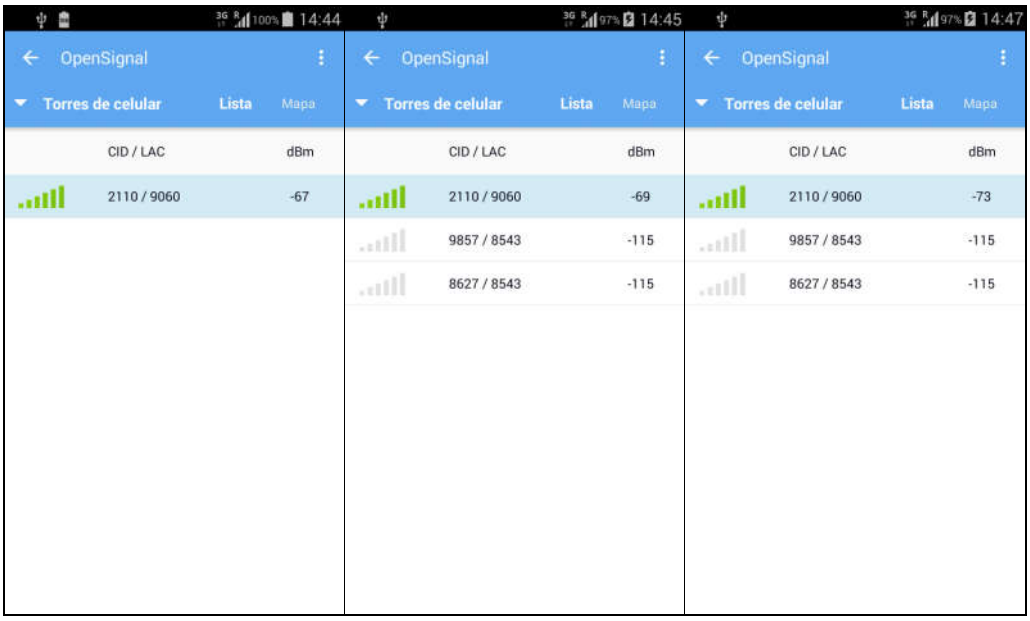


Figura 22. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

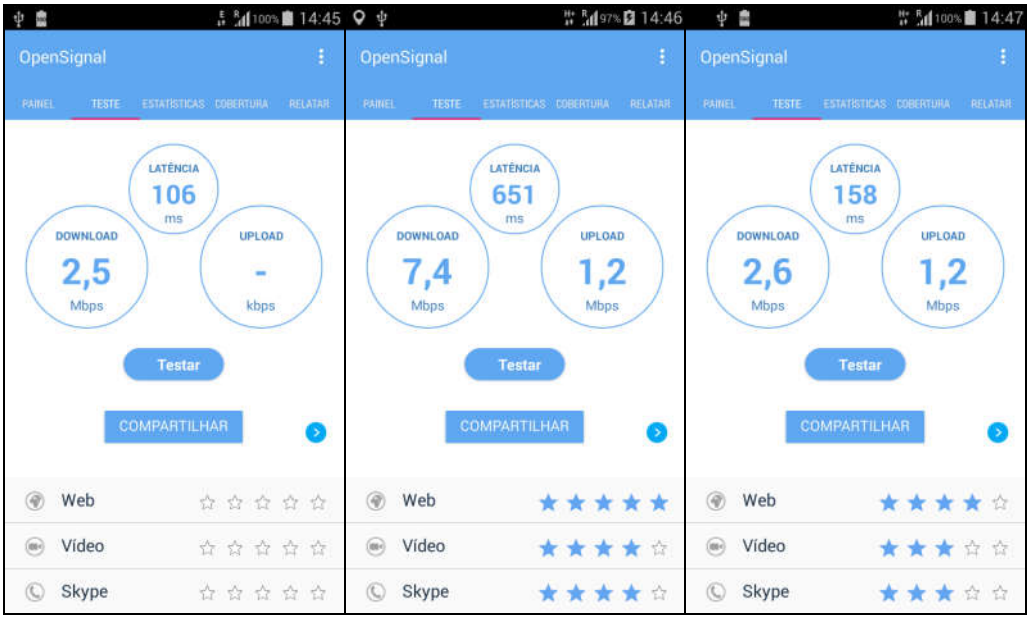


Figura 23. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior, que permite observar una variación significativa de la latencia y de la descarga durante un intervalo de dos minutos:

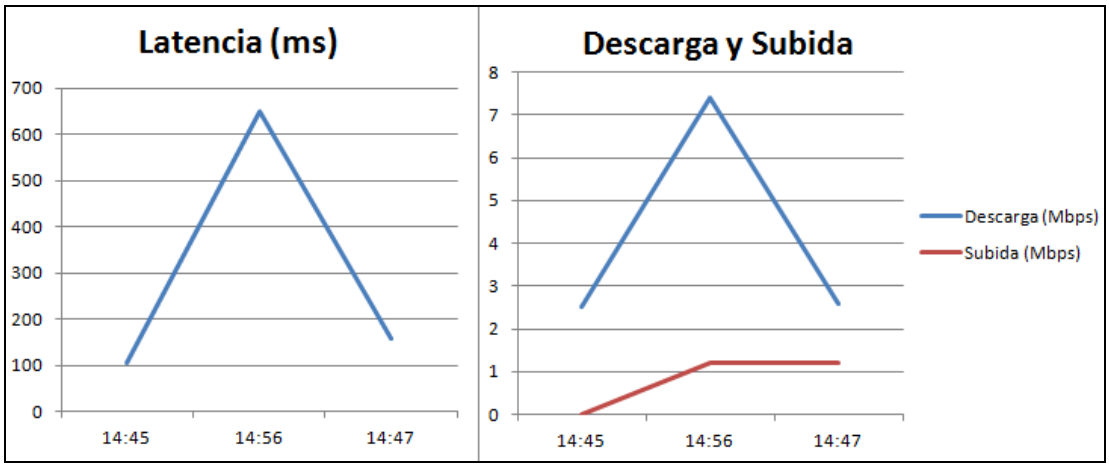


Figura 24. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

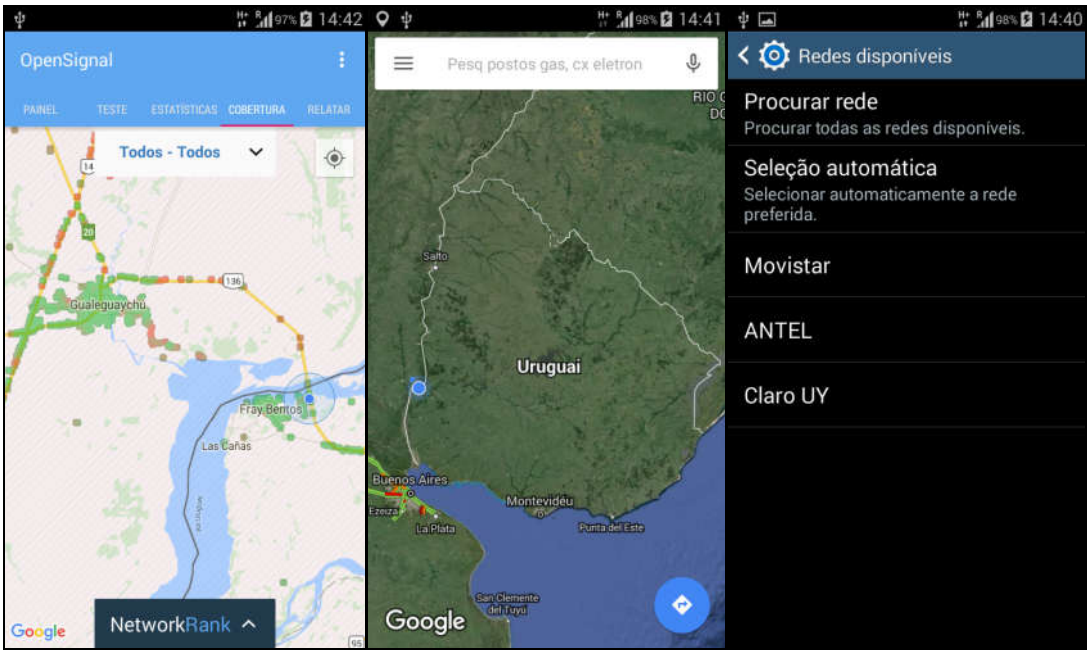


Figura 25. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

La imagen izquierda de la figura anterior muestra el área de cobertura móvil entre Fray Bentos y Gualeguaychú; la imagen central indica el GPS de los Smartphones (Paso de Frontera) y la imagen derecha muestra los operadores móviles detectados con la función *Buscar Redes* de Android.

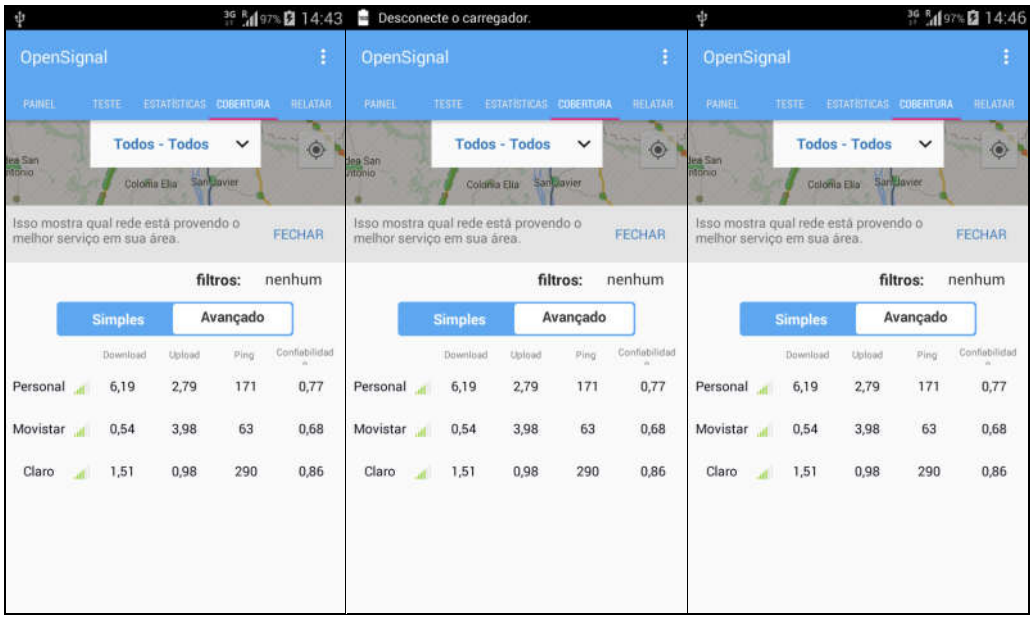


Figura 26. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Nótese que los valores obtenidos para cada operador móvil son idénticos al transcurrir tres minutos en el mismo sitio donde tuvo lugar la experiencia. Cabe destacar que en el listado se muestra en primer lugar la operadora *Personal* de Argentina, y, a continuación, los operadores uruguayas *Movistar* y *Claro*. (GSMA, 2016_2).

Resulta extraño que el servicio de Roaming no haya detectado a la operadora uruguaya ANTEL, siendo ésta la primera en ofrecer cobertura 4G en América Latina (GSMA, 2015) (ANTEL, 2016). Por otro lado, de acuerdo a las investigaciones realizadas por la compañía británica OpenSignal, el Uruguay está posicionado entre los países con mejor cobertura 4G del mundo (OpenSignal y Cromo, 2015).

Conclusiones del Trayecto T1

En virtud de los datos exhibidos, este primer trayecto refleja un óptimo servicio de Roaming ofrecido por la operadora uruguaya Movistar, desde cercanías de la exaduana argentina, correspondiente al Paso Internacional “Gualeguaychú - Fray Bentos” que une la Argentina y el Uruguay a través del Puente Internacional “General San Martín”.

Analizando los datos obtenidos en T1, se observa que los Smartphones han experimentado períodos significativos de retrasos (latencia) con la operadora Movistar Argentina en S1. Sin embargo, a un kilómetro de distancia, es decir, en S2, este valor es significativamente inferior, al igual que en los restantes sitios analizados con relación a esta compañía de telefonía móvil.

Por otra parte, cabe destacar que el tiempo de respuesta (latencia) para los otros operadores es muy diferente entre sí, aunque similares respecto a un sitio específico.

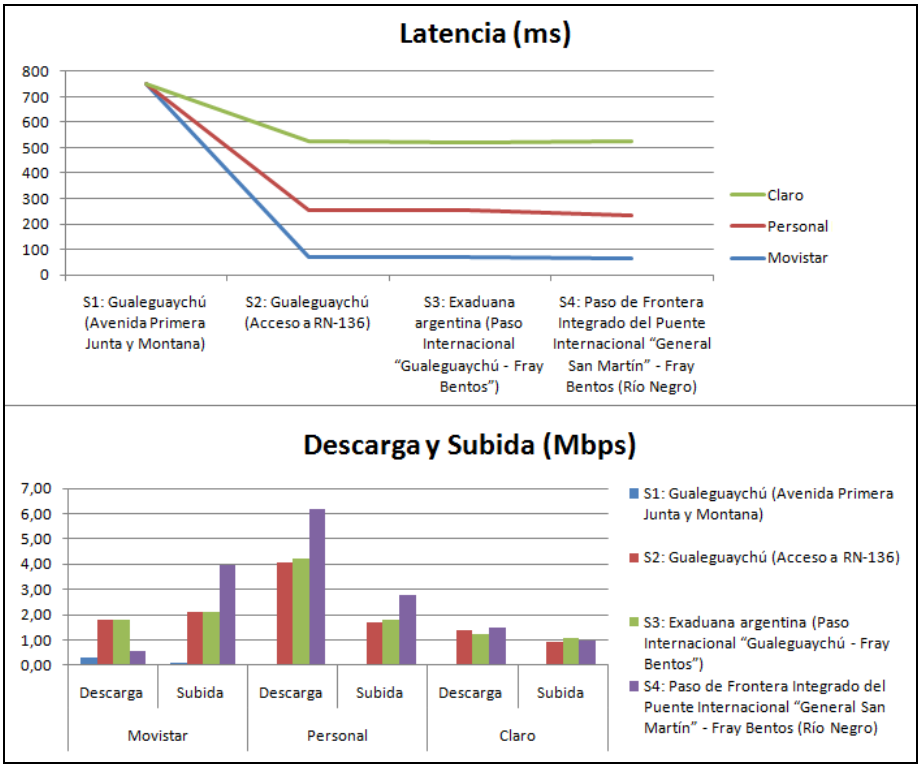


Figura 27. Gráfico comparativo del T1

T2: Paso de Frontera Fray Bentos (Río Negro) - Cardona (Soriano)

Datos generales

Fecha de realización: Enero de 2016.

Punto de origen: Paso de Frontera Fray Bentos, Departamento de Río Negro.

Punto de destino: Cardona, Departamento de Soriano.

Distancia: 126 km.

Versión de OpenSignal: 3.61 publicada el 20 de diciembre de 2015.

Sitios analizados

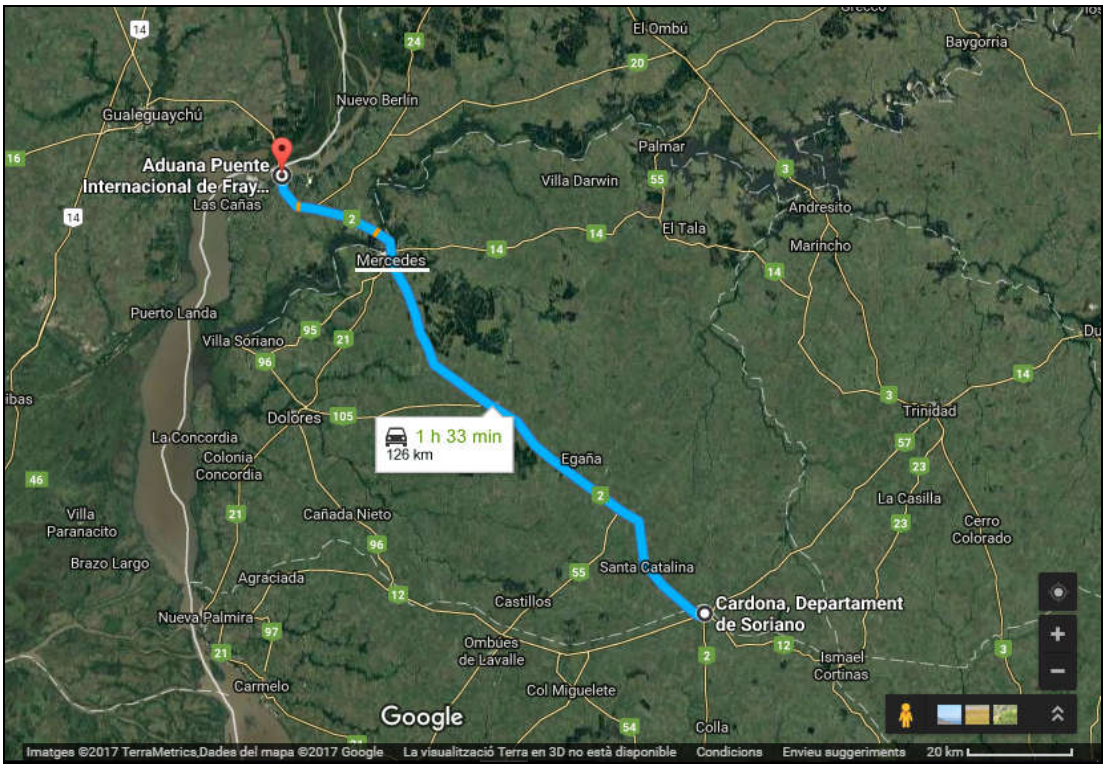


Figura 28. Mapa de Google Maps del Trayecto 2 (T2)

S1: Mercedes (Departamento de Soriano. Cruce rutas 2 y 21)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que a las 14hs los datos móviles se encontraban en condición precaria (Véase la leyenda *MUITO RUIM "Datos MUY DÉBILES"*). Sin embargo, al cabo de cuatro minutos, el estado de los datos se modifica (Véase la leyenda *Dados OK "Datos MEDIOS"*):

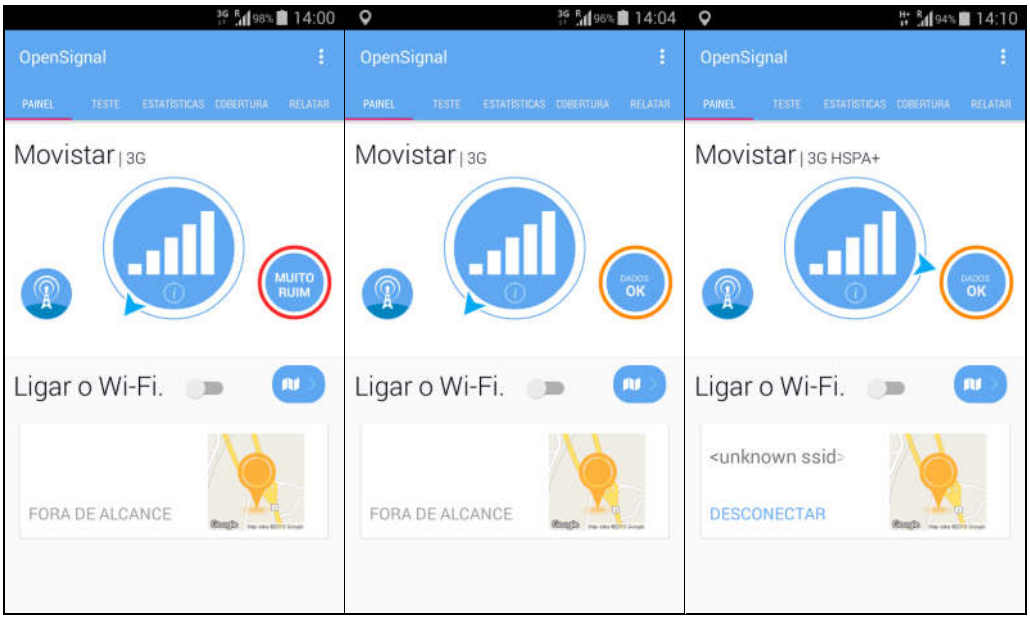


Figura 29. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

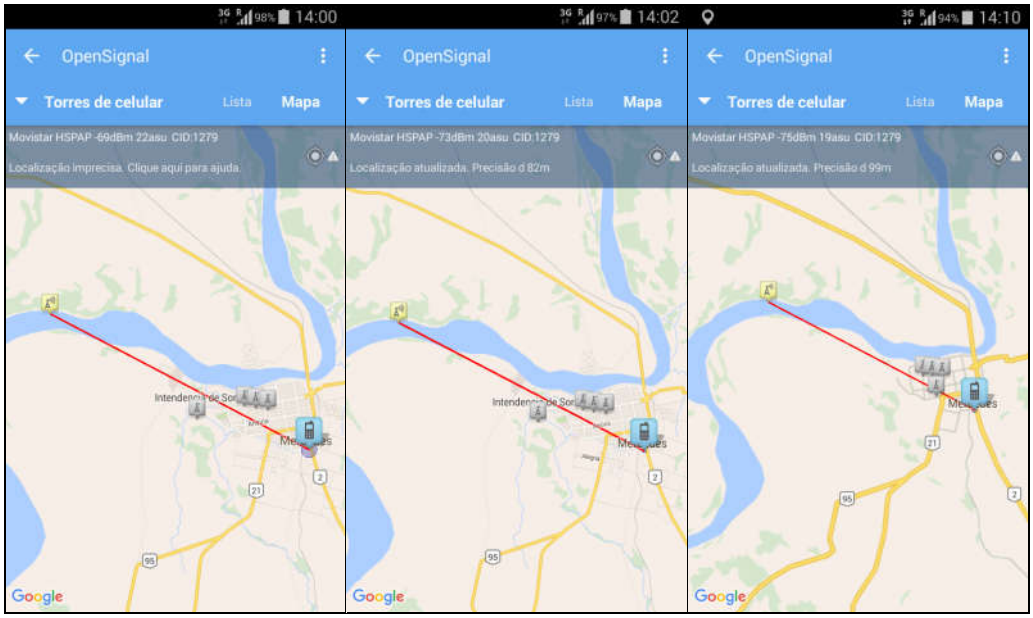


Figura 30. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En esta sección se muestran tres listados de antenas detectadas a las 14:01, 14:05 y 14:10, respectivamente. Si bien la antena principal (actual) con CID/LAC 1279/9060 es la misma en las tres capturas, difiere significativamente a partir de la segunda torre. Por ejemplo, la segunda antena detectada a las 14:01 (CID/LAC: 8717/8543) es diferente cuatro minutos después (CID/LAC: 1930/9060).

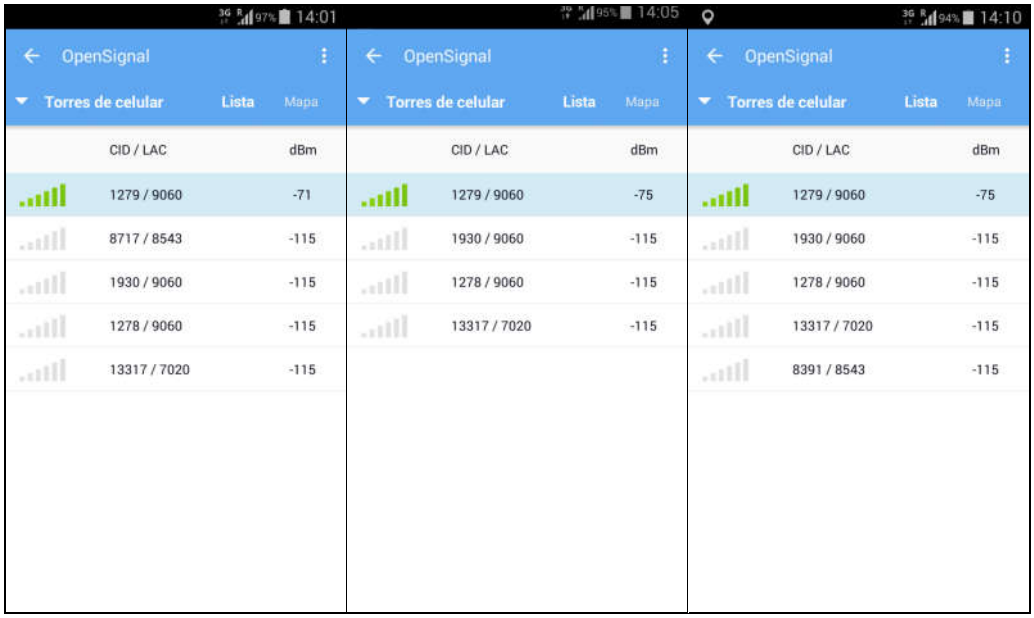


Figura 31. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

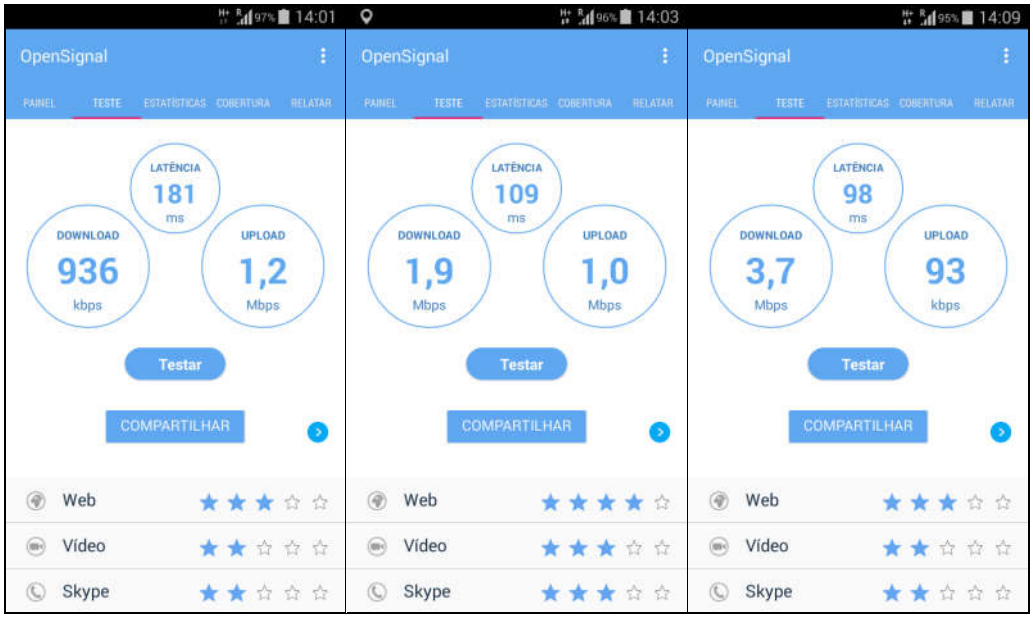


Figura 32. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

El siguiente gráfico permite observar que la latencia disminuye conforme pasan los minutos. Una situación totalmente diferente ocurre con la descarga y la subida que no tienen un comportamiento estable durante el período de tiempo analizado.

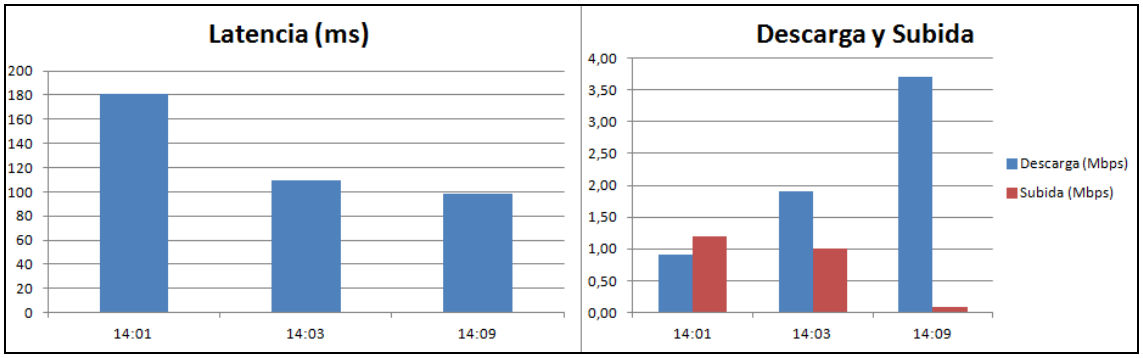


Figura 33. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

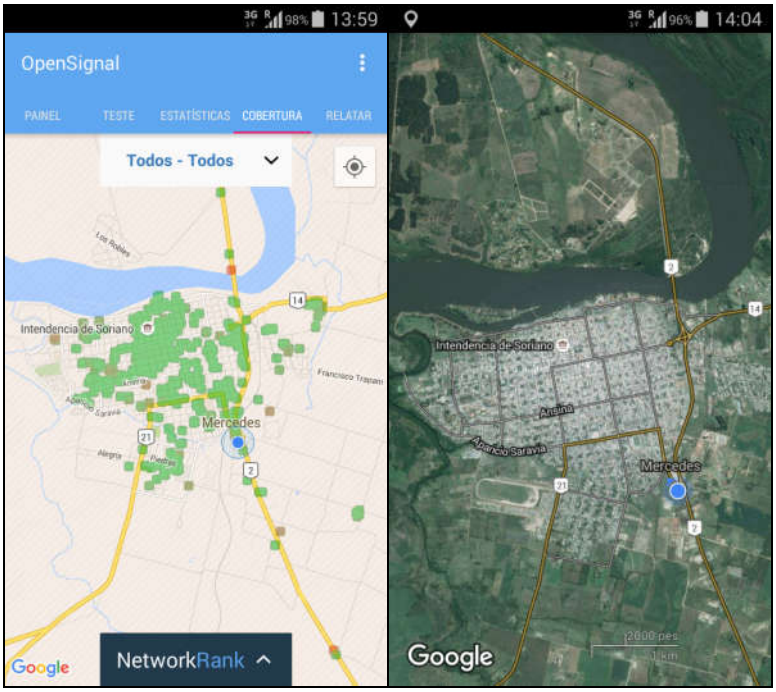


Figura 34. Opción *Cobertura* de OpenSignal (izq.) y mapa de Google Maps (der.)

En este punto geográfico situado a 30 km del Paso de Frontera Fray Bentos, se puede observar que activando la función *Procurar rede (Buscar redes)*, correspondiente al sistema operativo Android del Smartphone, los operadores móviles disponibles son todos uruguayos: *Movistar*, *ANTEL* y *Claro*. Respecto a la operadora *ANTEL*, considerada la mejor red 4G LTE de Latinoamérica, es detectada sin problemas y, por lo tanto, el usuario podrá optar por seleccionarla si lo desea.

Por otra parte, cabe destacar que los valores de latencia, descarga y subida en este sitio de mediciones son estables en el transcurso de los minutos, confirmando, una vez más, que la red móvil uruguaya es pionera en América Latina. Sin embargo, los Smartphones no han podido detectar todavía a la operadora ANTEL, hecho que amerita un estudio ulterior.

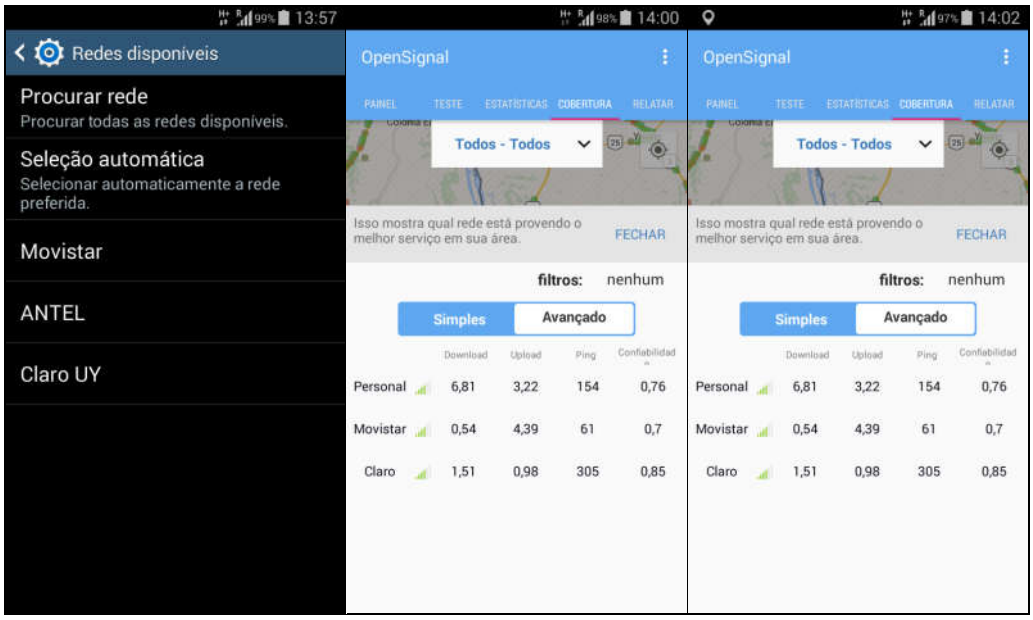


Figura 35. Redes detectadas con Android y Opción *Cobertura* de OpenSignal

S2: Cardona (Departamento de Soriano. Cruce rutas 2 y 12)[8]

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente imagen se observa una cobertura promedio *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017). Por otro lado, a pesar de que los datos móviles se encuentran activados, funcionan de forma irregular a las 12:52hs., mientras que al transcurrir algunos minutos, el funcionamiento es normal (Véase la leyenda *Dados OK "Datos MEDIOS"*).

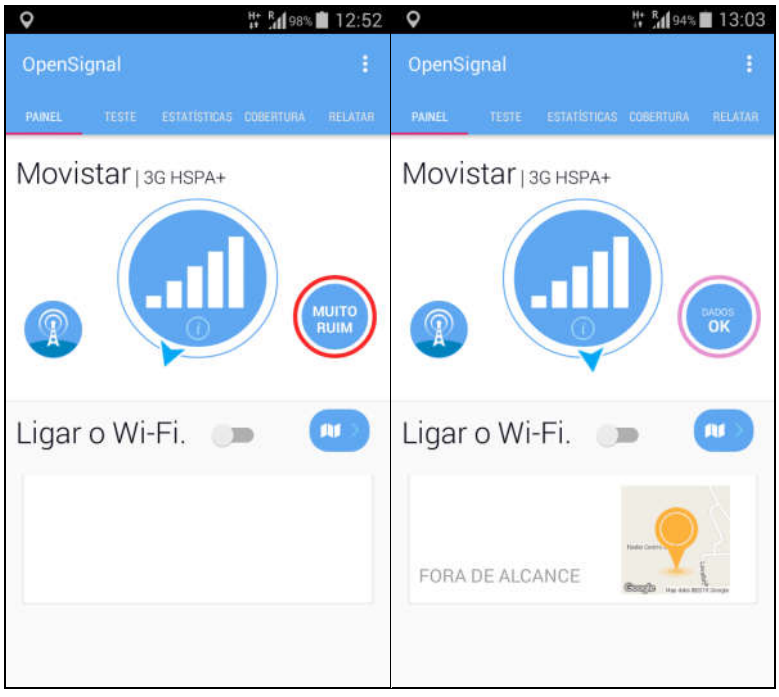


Figura 36. Opción *Resumen* de OpenSignal

[8] Límite con la localidad de Florencio Sánchez, Departamento de Colonia.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

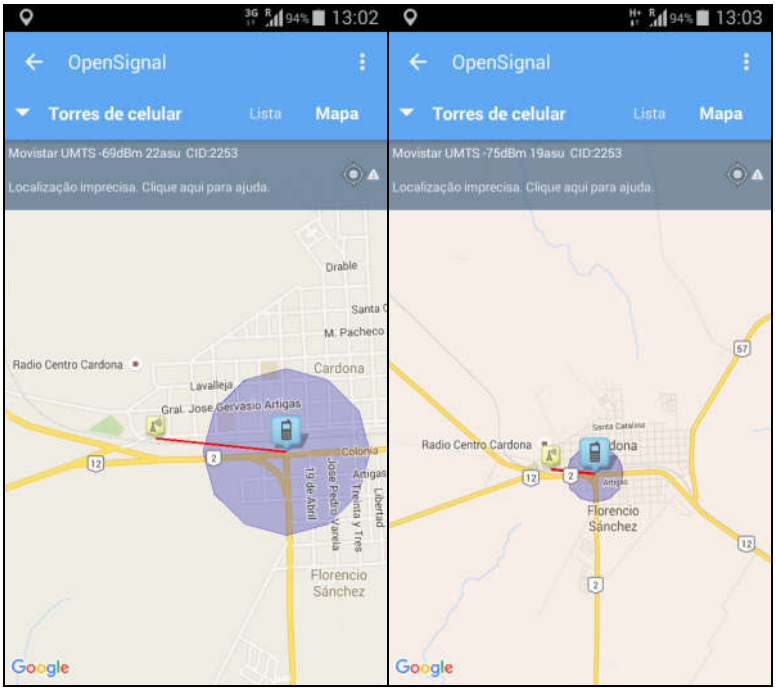


Figura 37. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

La antena detectada por defecto tiene las propiedades CID/LAC: 2253/9031. Cabe destacar, además, que al transcurrir algunos minutos, exactamente a las 13:03 hs., el listado de antenas se modifica, exhibiéndose únicamente la citada torre. Las causas de este hecho merecen un estudio posterior.

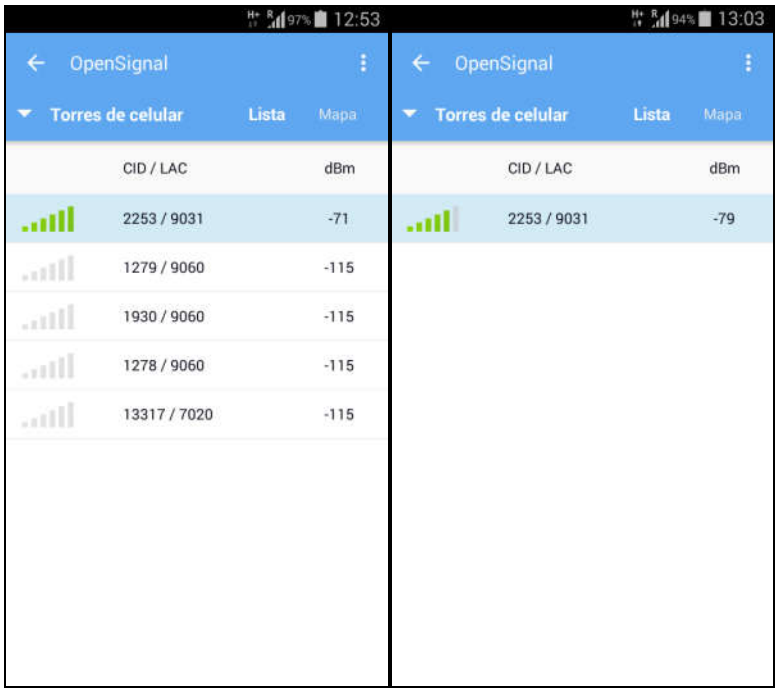


Figura 38. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

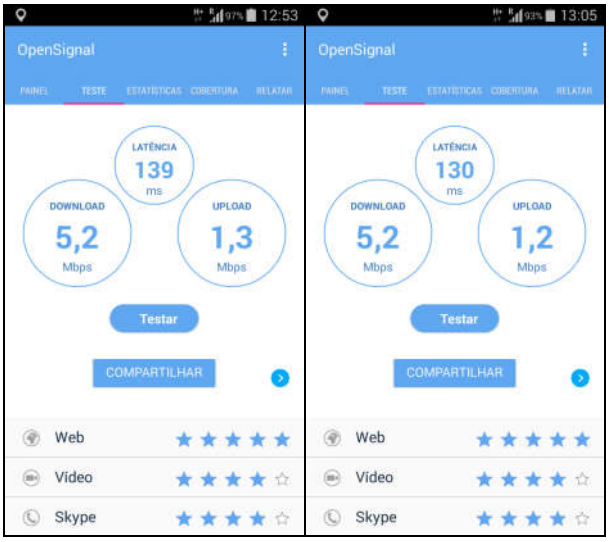


Figura 39. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior que permite observar una disminución significativa de la latencia en un intervalo de doce minutos. Por otro lado, los valores de descarga y subida son estables durante ese mismo período de tiempo.

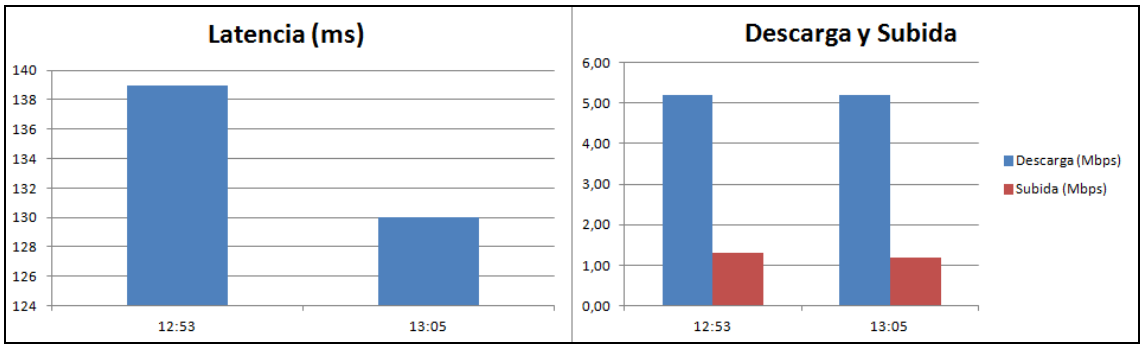


Figura 40. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

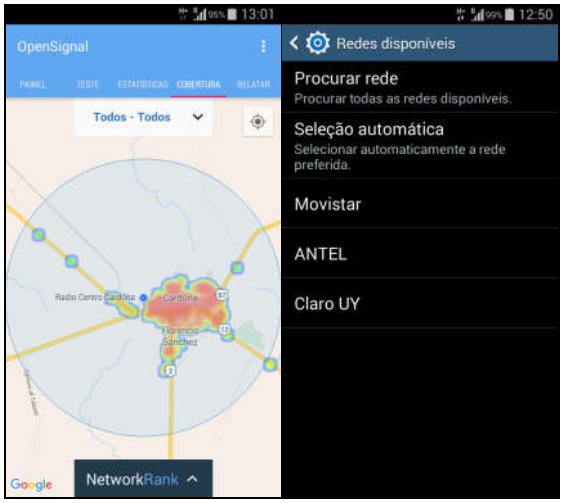


Figura 41. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

A continuación, se muestran los operadores móviles detectados con OpenSignal y sus correspondientes valores de latencia, descarga y subida.

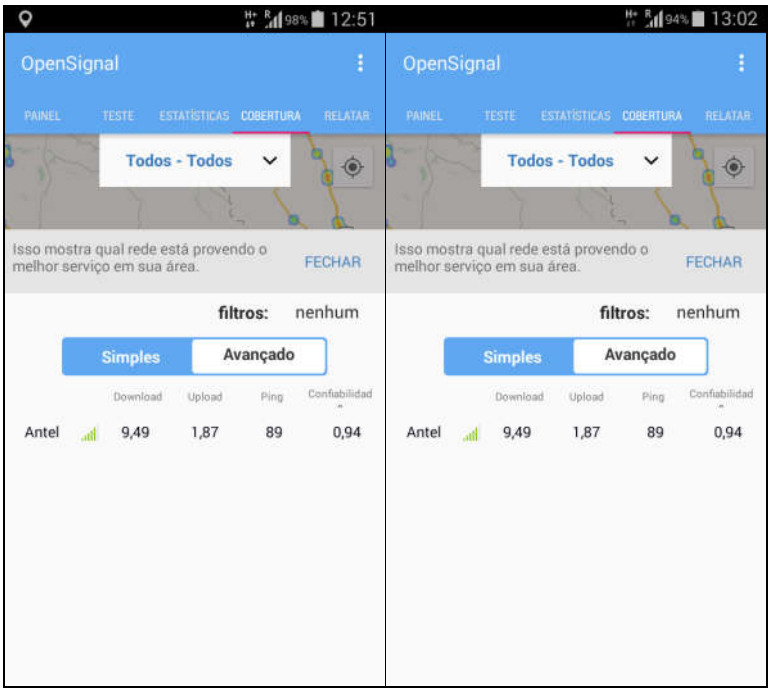


Figura 42. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Nótese que la única operadora móvil detectada con OpenSignal es ANTEL, a pesar de que el servicio de Roaming lo ofrece la operadora Movistar Uruguay. En este sitio no se han podido obtener datos diferentes a los exhibidos en la figura anterior, razón por la cual, este hecho también merece ser analizado en un futuro. Finalmente, resulta contradictorio que se hayan recolectado, satisfactoriamente, diferentes datos para la operadora Movistar Uruguay mediante la opción *Velocidad* de OpenSignal, y que estos no se hayan podido detectar con la opción *Cobertura*.

Conclusiones del Trayecto T2

Este segundo trayecto presenta un conjunto de peculiaridades o elementos curiosos. En primer término, en S1 no se han detectado valores de latencia, descarga y subida correspondientes a la operadora ANTEL. Por otro lado, en S2 los valores de las anteriores categorías han sido recolectados para los operadores ANTEL y Movistar Uruguay, no así para Personal o Claro Uruguay. La siguiente tabla y gráfico muestran estos casos particulares, susceptibles de ser analizados en un futuro.

Sitio	Antel			Movistar			Personal			Claro		
	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)
S1: Mercedes (Departamento de Soriano. Cruce rutas 2 y 21)	0	0	0	61	0,54	4,39	154	6,81	3,22	305	1,51	0,98
S2: Cardona (Departamento de Soriano. Cruce rutas 2 y 12)	89	9,49	1,87	131,40	3,38	0,96	0	0	0	0	0	0
Promedio:	**44,50**	**4,75**	**0,94**	**96,20**	**1,96**	**2,67**	**77,00**	**3,41**	**1,61**	**152,50**	**0,76**	**0,49**

Tabla 3. Valores promedio comparativos del T2

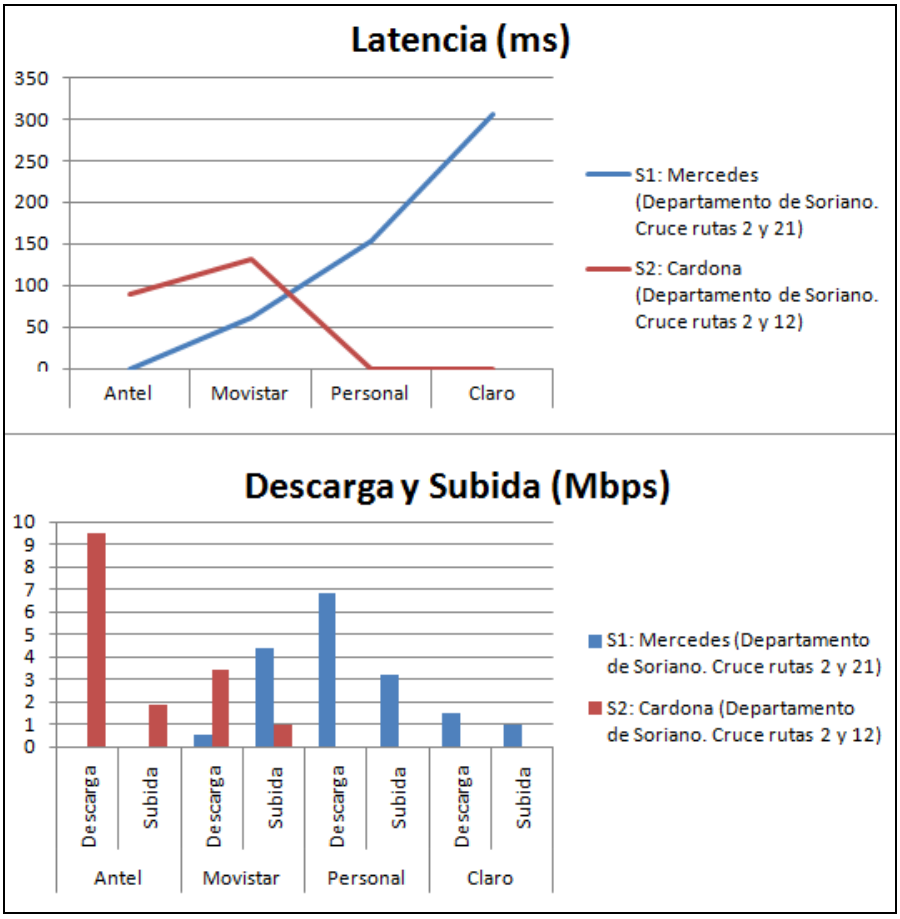


Figura 43. Gráfico comparativo del T2

T3: Cardona (Departamento de Soriano) - Rocha (Departamento de Rocha)

Datos generales

Fecha de realización: Enero de 2016.

Punto de origen: Cardona, Departamento de Soriano.

Punto de destino: Rocha, Departamento de Rocha.

Distancia: 357 km.

Versión de OpenSignal: 3.61 publicada el 20 de diciembre de 2015.

Sitios analizados

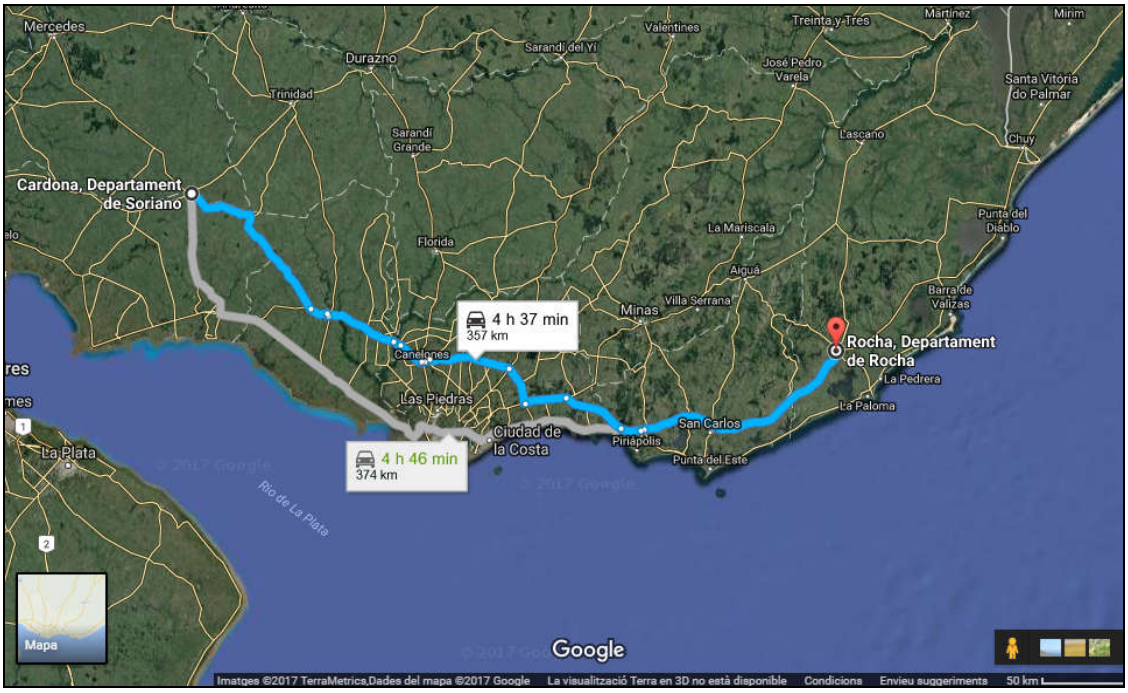


Figura 44. Mapa de Google Maps del Trayecto 3 (T3)

S1: San José de Mayo (Departamento de San José. Cruce rutas 3 y 11)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que los datos móviles se encuentran en correcto estado de funcionamiento; véase la leyenda *Dados OK (Datos MEDIOS)*. Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming es *Movistar Uruguay* y el tipo de red es *3G HSPA+.*

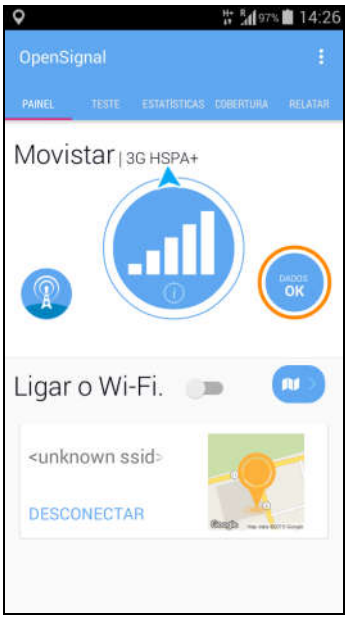


Figura 45. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

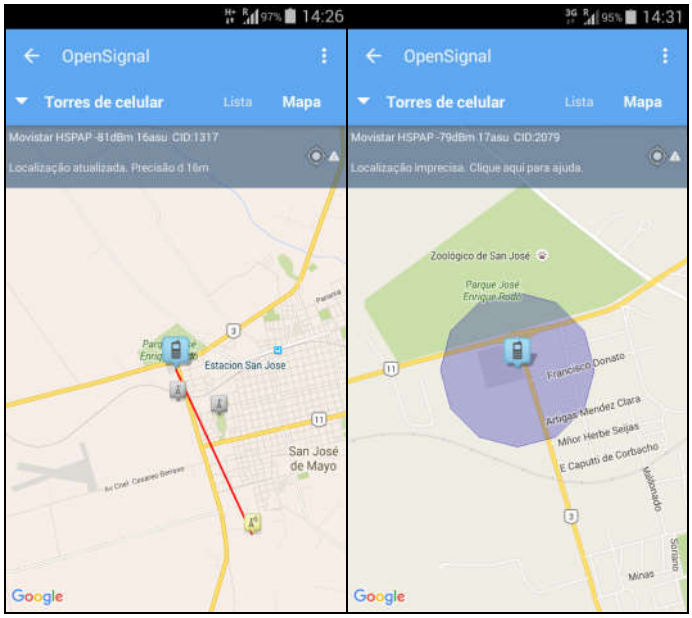


Figura 46. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En esta sección se muestran dos listados de antenas detectadas a las 14:26 hs. Y a las 14:31 hs., respectivamente. Si bien la antena principal (actual) con CID/LAC 1317/9031 es la misma en las tres capturas, difiere significativamente a partir de la segunda torre. Por ejemplo, la segunda antena detectada a las 14:26 hs. (CID/LAC: 2253/9031) es diferente cinco minutos después (CID/LAC: 2079/9031).

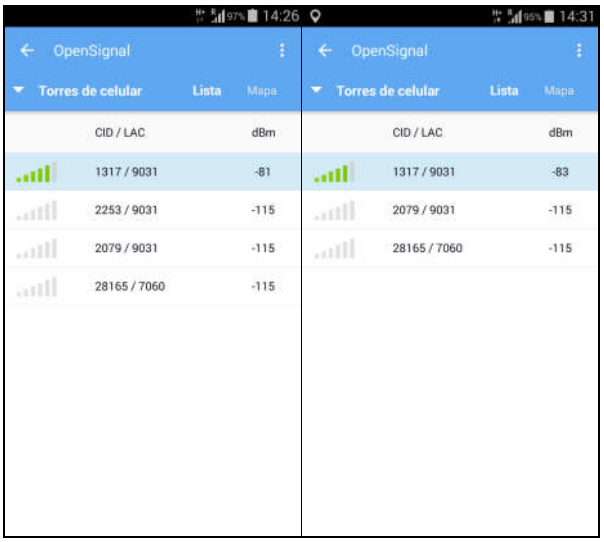


Figura 47. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

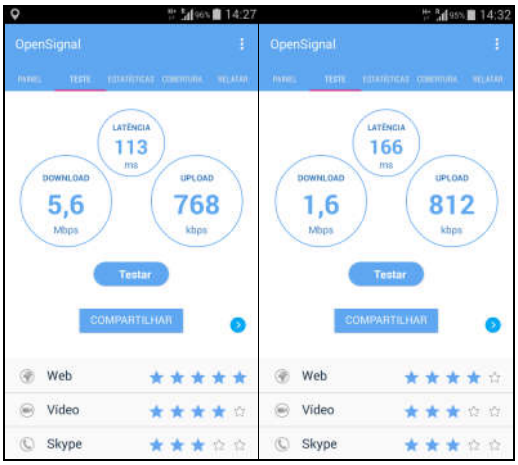


Figura 48. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

El siguiente gráfico permite observar que la latencia se incrementa pasados cinco minutos. Una situación totalmente diferente ocurre con la descarga y la subida que no tienen un comportamiento estable durante el período de tiempo analizado. Respecto a la descarga, es notoria la disminución durante el mencionado período de tiempo, mientras que la subida se mantiene estable, por debajo de un Mbps.

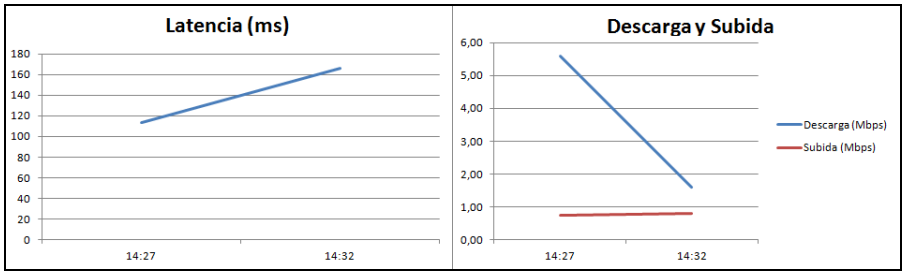


Figura 49. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

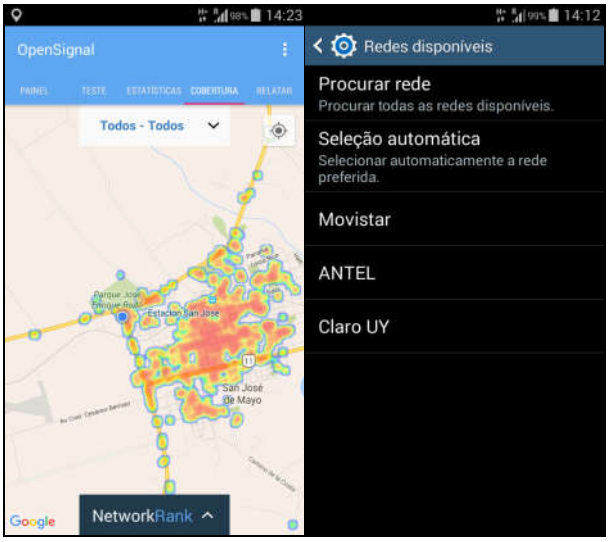


Figura 50. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En este sitio se puede observar que activando la función *Procurar rede (Buscar redes)* disponible con el sistema operativo Android del Smartphone, los operadores móviles disponibles son todos uruguayos: *Movistar*, *ANTEL* y *Claro*, siendo los mismos respecto a los obtenidos en Cardona.

Por otra parte, en la Figura 48 se puede observar un incremento de la *latencia* en el transcurso de los minutos que, con seguridad, ha afectado las mediciones realizadas de *descarga* y *subida*. Esta situación ha sido corroborada una y otra vez al cabo de cinco minutos.

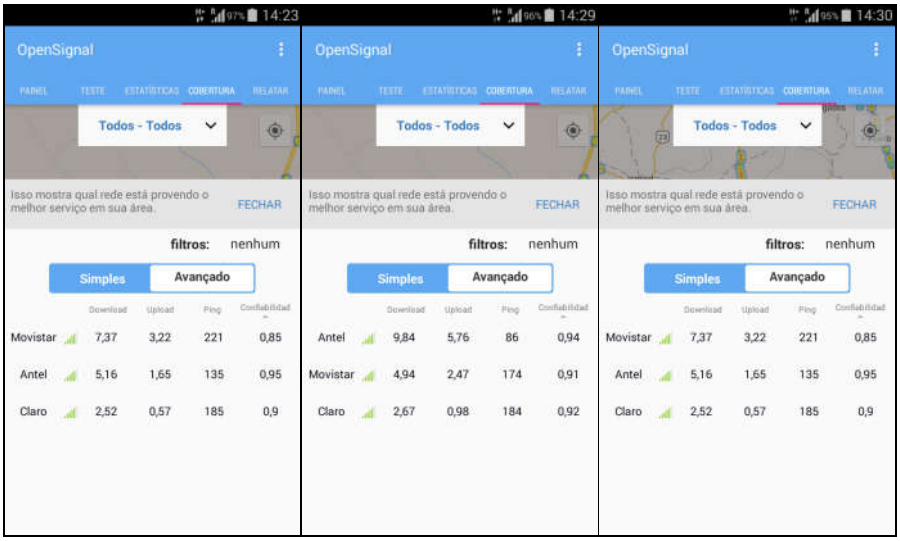


Figura 51. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Nótese en la figura anterior que la lista de operadores cambia a las 14:29 hs., ubicándose ANTEL en primer lugar, mientras que un minuto más tarde, el listado es idéntico al primero (14:23 hs.). Finalmente, esta operadora uruguaya ha demostrado importantes niveles de descarga, subida y un mínimo tiempo de retraso (latencia).

S2: Canelones (Departamento de Canelones. José E. Rodó y Luis A. de Herrera)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente imagen se observa una cobertura promedio *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017). Por otro lado, los datos móviles se encuentran activados y su funcionamiento es normal. Véase la leyenda *Dados OK (Datos MEDIOS)*.

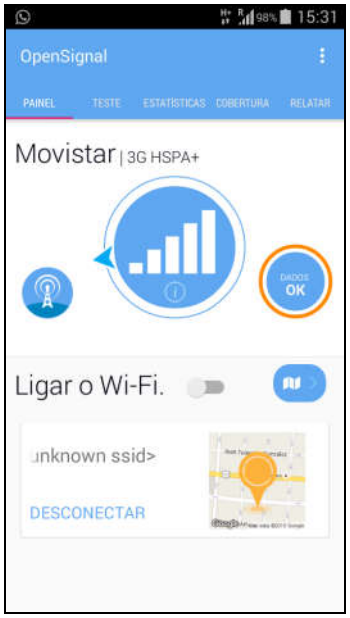


Figura 52. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

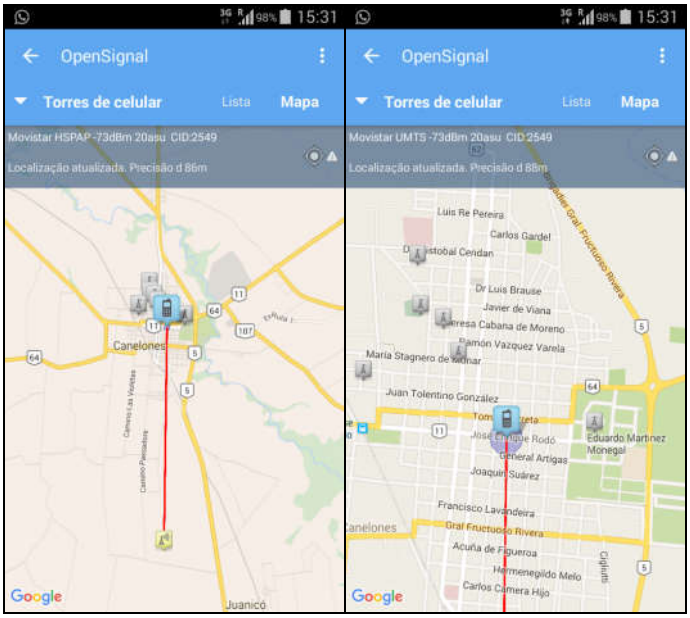


Figura 53. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En la siguiente figura se muestran las propiedades por defecto de la antena detectada cuyas propiedades son CID/LAC: 2549/9040; dBm: -73.

Figura 54. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

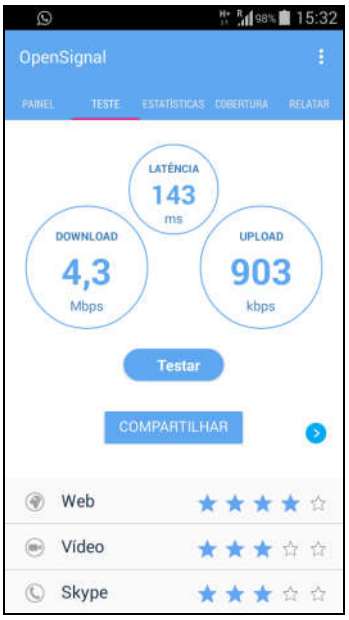


Figura 55. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

El test de velocidad indica un alto nivel de latencia y una importante capacidad de descarga de datos. Sin embargo, los valores correspondientes a la subida son de escasos 903 Kbps.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

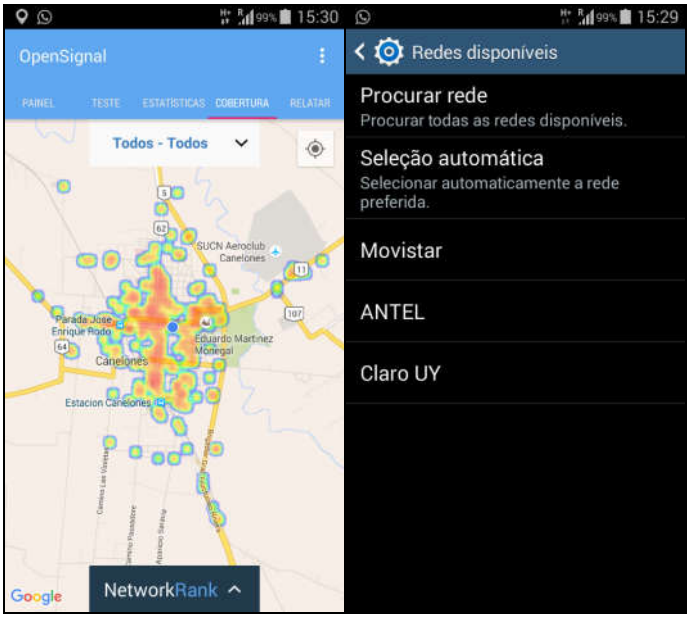


Figura 56. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

A continuación, se muestran los operadores móviles detectados con OpenSignal y sus correspondientes valores de latencia, descarga y subida.

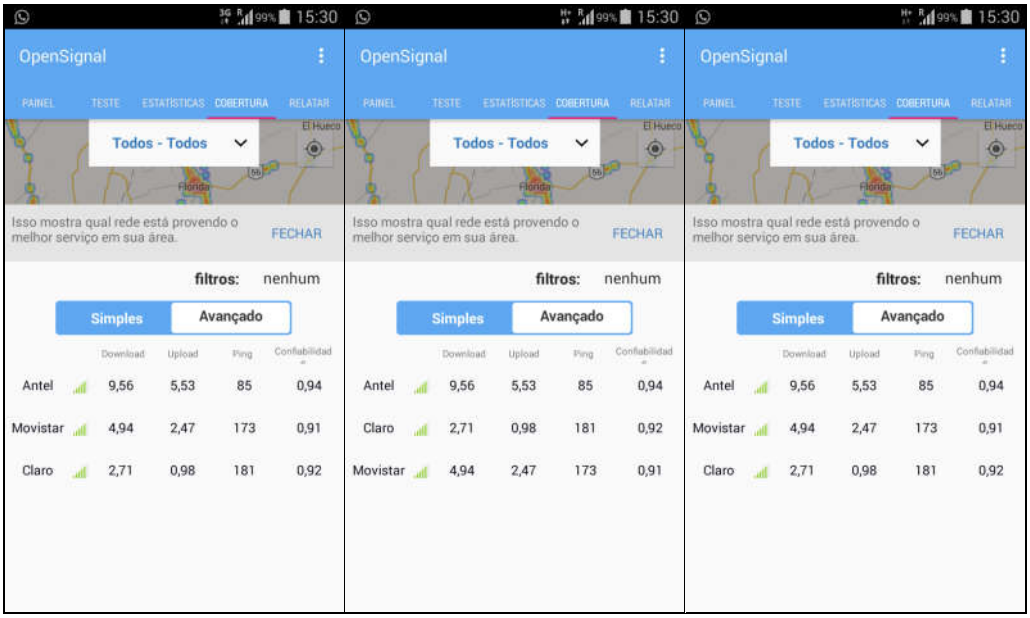


Figura 57. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Analizando la figura anterior, se puede observar que en un período de tiempo muy breve, es decir, en escasos segundos, el listado cambia radicalmente destacándose los operadores Movistar y Claro que intercambian su posición en el listado, mientras que la operadora ANTEL se sitúa en el primer lugar y sus propiedades son las mejores respecto a los restantes operadores.

S3: Rocha (Departamento de Rocha)

En esta ciudad se analizaron las redes móviles en dos lugares diferentes: a) Cruce rutas 9 y 15; b) José Batlle y Ordoñez esquina Libertador Juan Antonio Lavalleja.

S3.1: Cruce rutas 9 y 15

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura, se puede observar que los datos móviles son óptimos; véase la leyenda *Dados OK (Datos MEDIOS)*, mientras que la red Movistar es del tipo *3G HSPA+*.

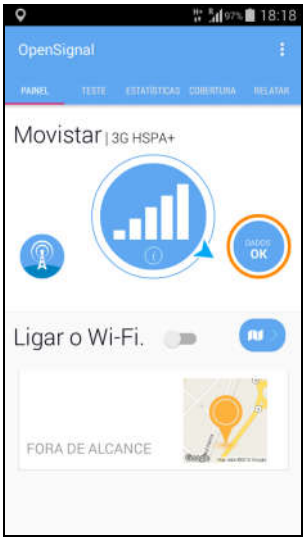


Figura 58. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

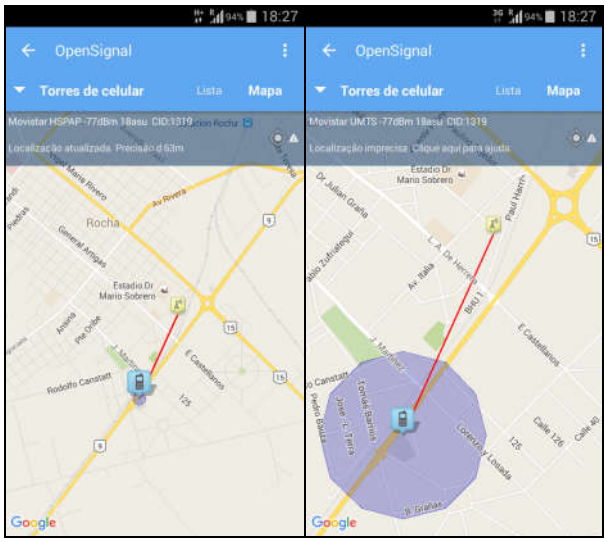


Figura 59. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

El siguiente listado muestra que los Smartphones solo han detectado la señal predeterminada en el radio de alcance. Se puede observar que en un intervalo de ocho minutos la situación no ha cambiado, a excepción del dBm que oscila entre -77 y -75. Las restantes propiedades de esta antena, es decir, CID/LAC son las siguientes: 1319/9060.

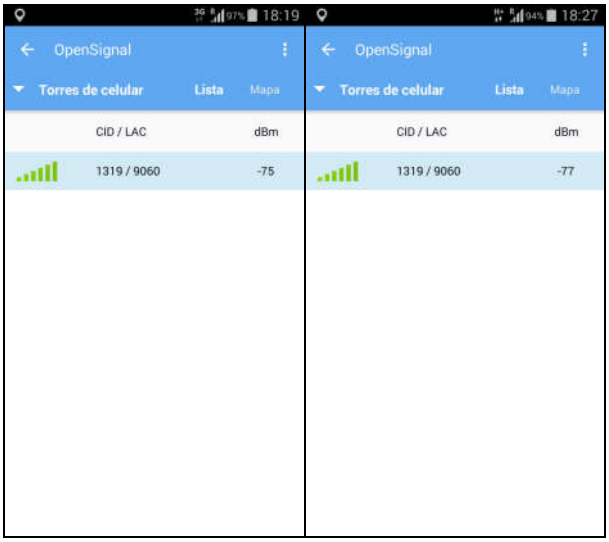


Figura 60. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

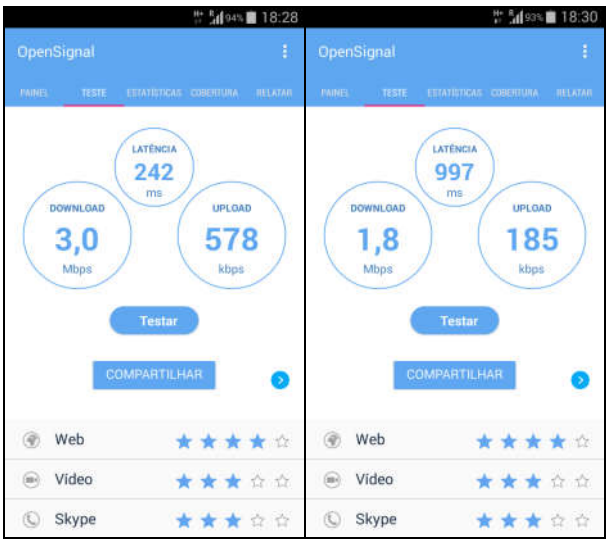


Figura 61. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Una vez realizado el test de velocidad a las 18:28 y 18:30, resulta conveniente mostrar los datos en el siguiente gráfico.

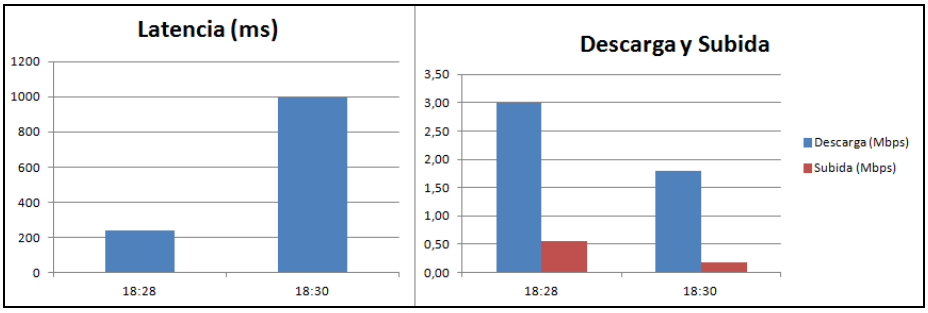


Figura 62. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Cabe resaltar que la latencia se incrementa significativamente, es decir, en un 412%, mientras que la descarga y la subida disminuyen abruptamente, más precisamente, 60% y 32%, respectivamente, al transcurrir solo dos minutos de la primera medición realizada a las 18:28 hs.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

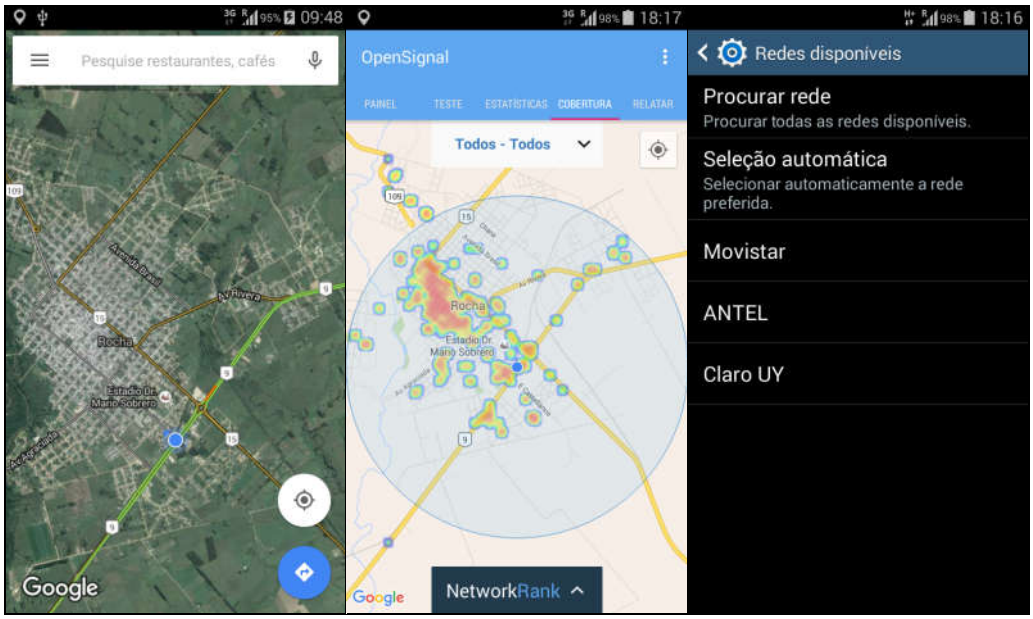


Figura 63. Mapa de Google Maps (izq.), mapa de *Cobertura* de OpenSignal (centro) y operadores detectados con Android (der.)

Los operadores detectados con Android, según la figura anterior (derecha), son los mismos respecto a los sitios analizados hasta el momento; incluso el orden también es coincidente: 1. Movistar, 2. ANTEL, 3. Claro UY. Sin embargo, la opción *Cobertura* de OpenSignal exhibe un listado diferente al de Android, como se puede apreciar en la siguiente figura. La operadora ANTEL se encuentra en primer lugar de la lista seguida de Movistar, mientras que Claro no aparece en ninguno de los momentos testeados, hecho llamativo. Por otra parte, nótese que los valores de latencia, descarga, subida y confiabilidad no han variado en el transcurso de nueve minutos.

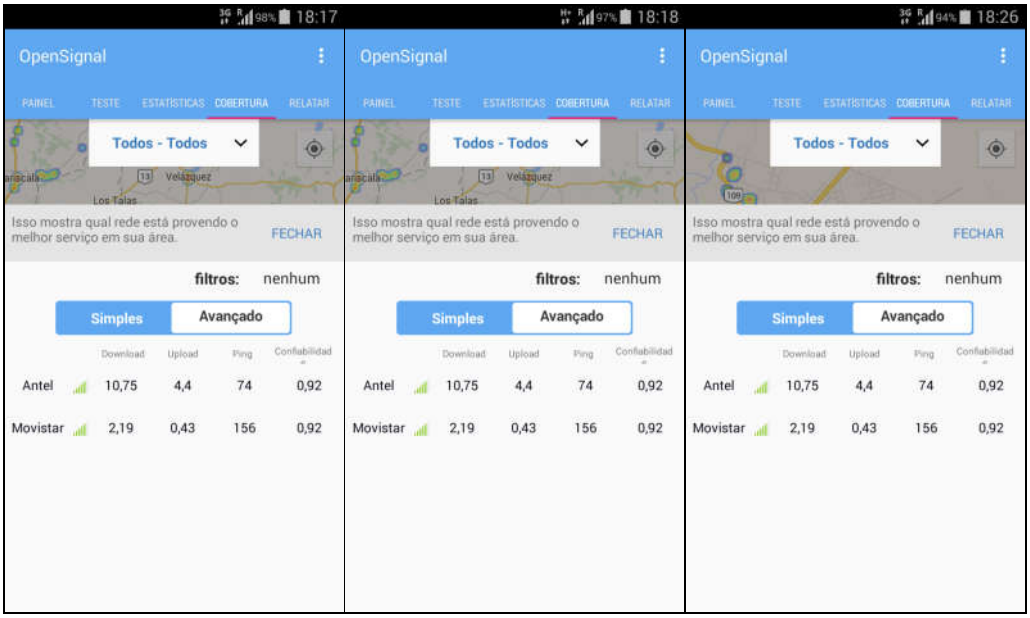


Figura 64. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

S3.2: José Batlle y Ordóñez esquina Libertador Juan Antonio Lavalleja

Opción "Resumen" de OpenSignal

A diferencia del sitio anteriormente analizado de la ciudad de Rocha, los datos móviles son regulares; véase la leyenda *DADOS RUIM (Datos REGULAR)*, mientras que la red activa sigue siendo Movistar *3G HSPA+*.

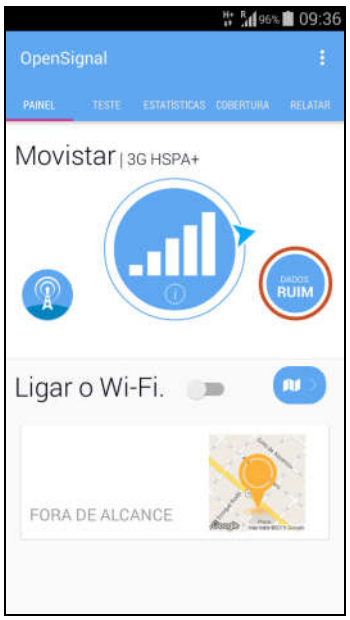


Figura 65. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

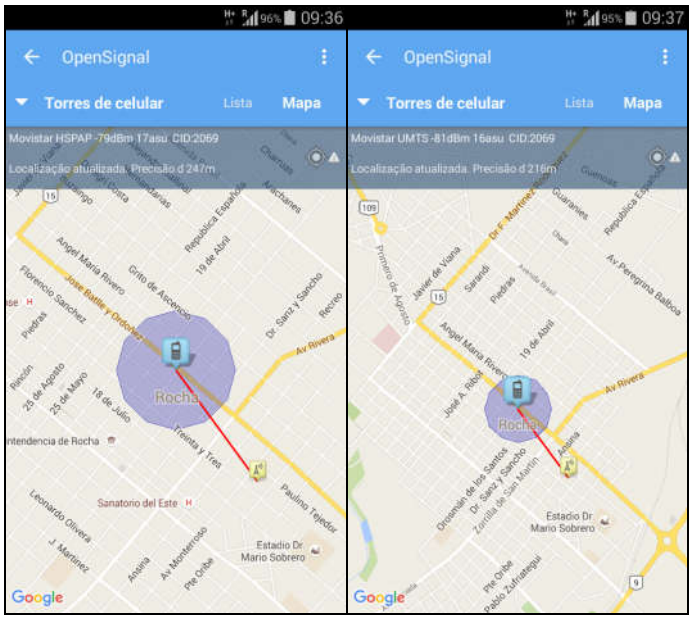


Figura 66. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Al igual que en el sitio anterior, los Smartphones solo han detectado la señal predeterminada en el radio de alcance cuyas propiedades son: CID/LAC: 2069/9060, diferente respecto a S3.1.

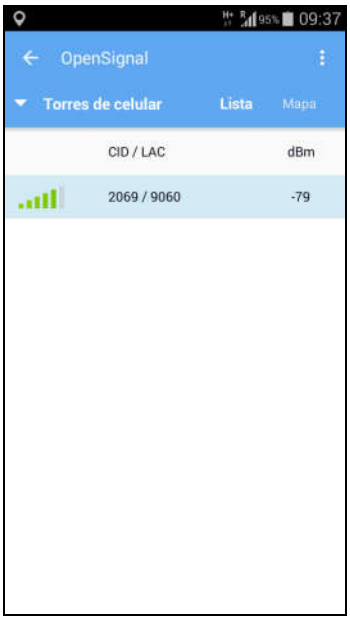


Figura 67. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

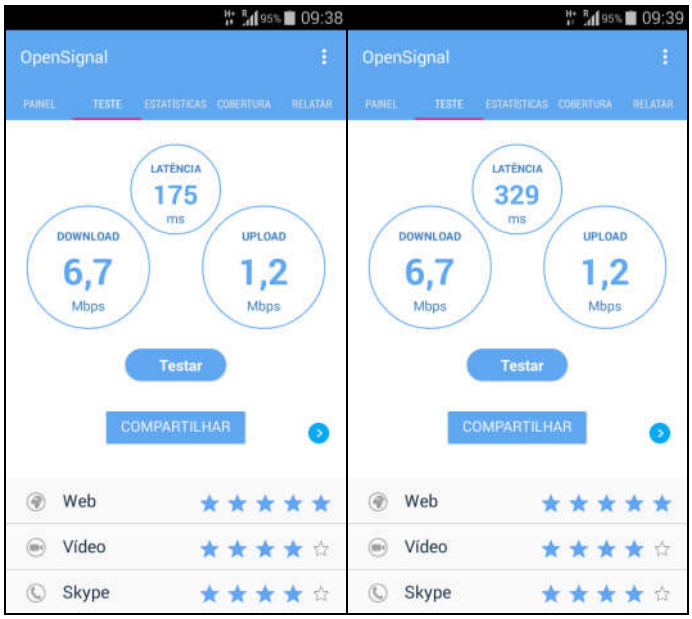


Figura 68. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Una vez realizado el test de velocidad a las 9:38 y 9:39, los datos resultantes se muestran en el siguiente gráfico.

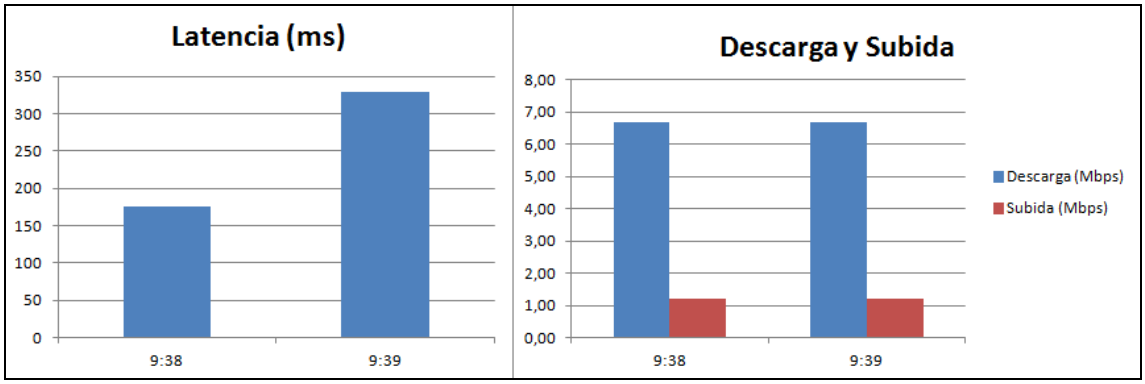


Figura 69. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

En este sitio la diferencia de latencia entre ambas mediciones es del 53%, valores significativamente inferiores respecto a los obtenidos en el anterior sitio analizado. Con relación a la descarga y a la subida, los valores son idénticos en ambos casos, situación que vale la pena destacar dado que no ha ocurrido en los otros sitios testeados hasta el momento.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

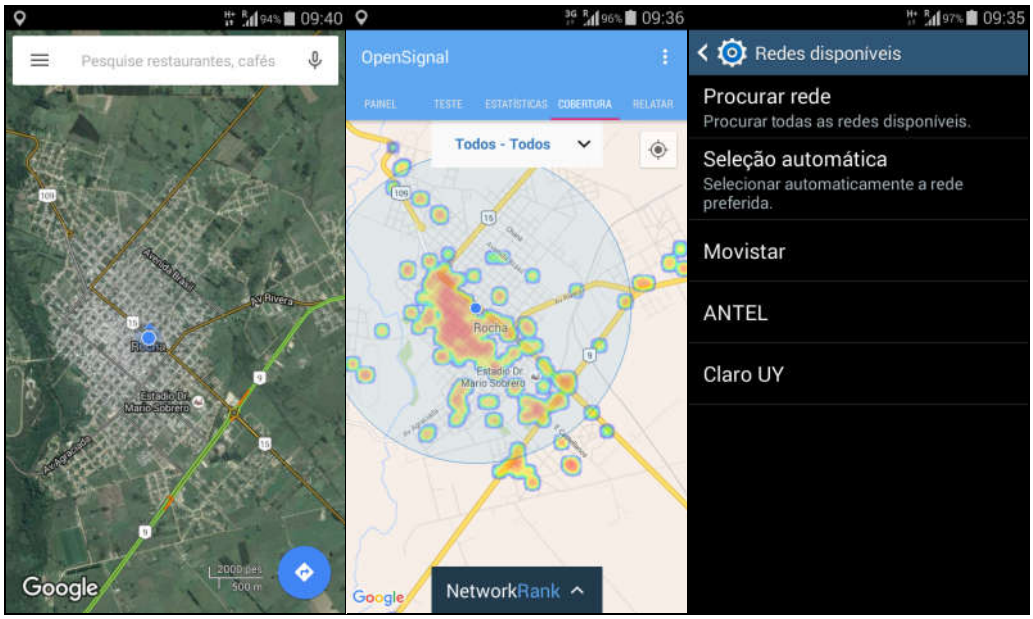


Figura 70. Mapa de Google Maps (izq.), mapa de *Cobertura* de OpenSignal (centro) y operadores detectados con Android (der.)

Los operadores detectados con Android, según la figura anterior (derecha), son los mismos respecto al sitio analizado anteriormente (S3.1); incluso el orden también es coincidente: 1. Movistar, 2. ANTEL, 3. Claro UY. Sin embargo, la opción *Cobertura* de OpenSignal exhibe un listado diferente al de Android como se puede apreciar en la siguiente figura. La operadora ANTEL se encuentra en primer lugar de la lista, seguida de Movistar, mientras que Claro no aparece en ninguno de los momentos testeados, hecho también llamativo, idéntico a S3.1.

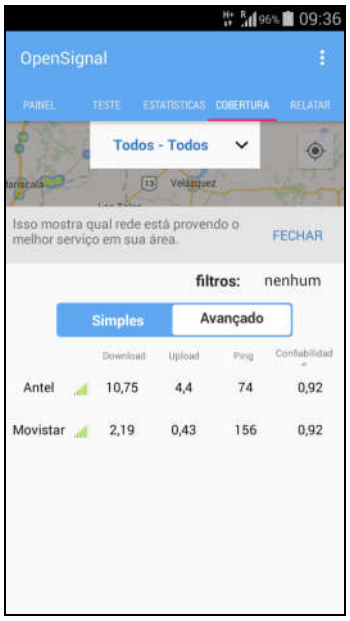


Figura 71. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Conclusiones del Trayecto T3

Los valores promedio recolectados en este tercer trayecto son homogéneos para la operadora ANTEL en el transcurso de los cuatro sitios analizados, a diferencia de la latencia registrada en S1 que ha sido de 111 ms.

Por otro lado, los resultados son también heterogéneos respecto a diferentes operadores que ofrecen sus servicios en un determinado lugar. Este hecho se puede observar en S2 para los operadores ANTEL y Movistar. Para el primero, la latencia, descarga y subida es de 85 ms; 9,56 Mbps y 5,53 Mbps, respectivamente, mientras que para el segundo es de 173 ms; 4,94 Mbps y 2,47 Mbps.

En suma, se demuestra en la siguiente tabla comparativa que la operadora ANTEL es quien ofrece el mejor servicio en el trayecto T3, seguido de Movistar y Claro Uruguay.

Sitio	Antel			Movistar			Claro		
	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)
S1: San José de Mayo (Departamento de San José. Cruce rutas 3 y 11)	111	7,50	3,71	198	6,16	2,85	185	2,60	0,78
S2: Canelones (Departamento de Canelones. José E. Rodó y Luis A. de Herrera)	85	9,56	5,53	173	4,94	2,47	181	2,71	0,98
S3.1: Rocha. Cruce de rutas 9 y 15	74	10,75	4,40	156	2,19	0,43	0	0	0
S3.2: Rocha. José esquina Libertador Juan Antonio Lavalleja	74	10,75	4,40	156,00	2,19	0,43	0	0	0
Promedio:	**85,88**	**9,64**	**4,51**	**170,63**	**3,87**	**1,54**	**91,38**	**1,33**	**0,44**

Tabla 4. Valores promedio comparativos del T3

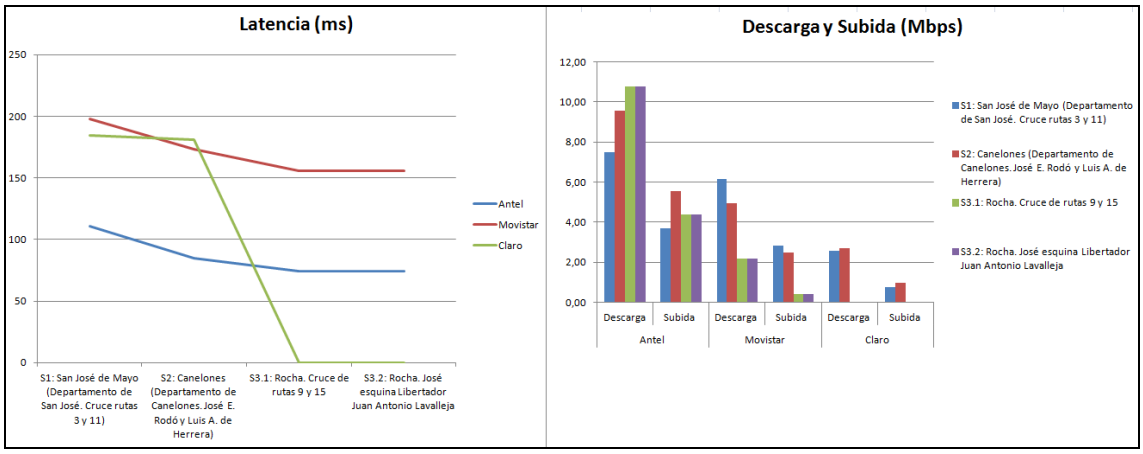


Figura 72. Gráfico comparativo del T3

T4: Rocha - La Paloma (Departamento de Rocha)

Datos generales

Fecha de realización: Enero de 2016.

Punto de origen: Rocha, Departamento de Rocha.

Punto de destino: La Paloma, Departamento de Rocha.

Distancia: 30 km.

Versión de OpenSignal: 3.61 publicada el 20 de diciembre de 2015.

Sitios analizados

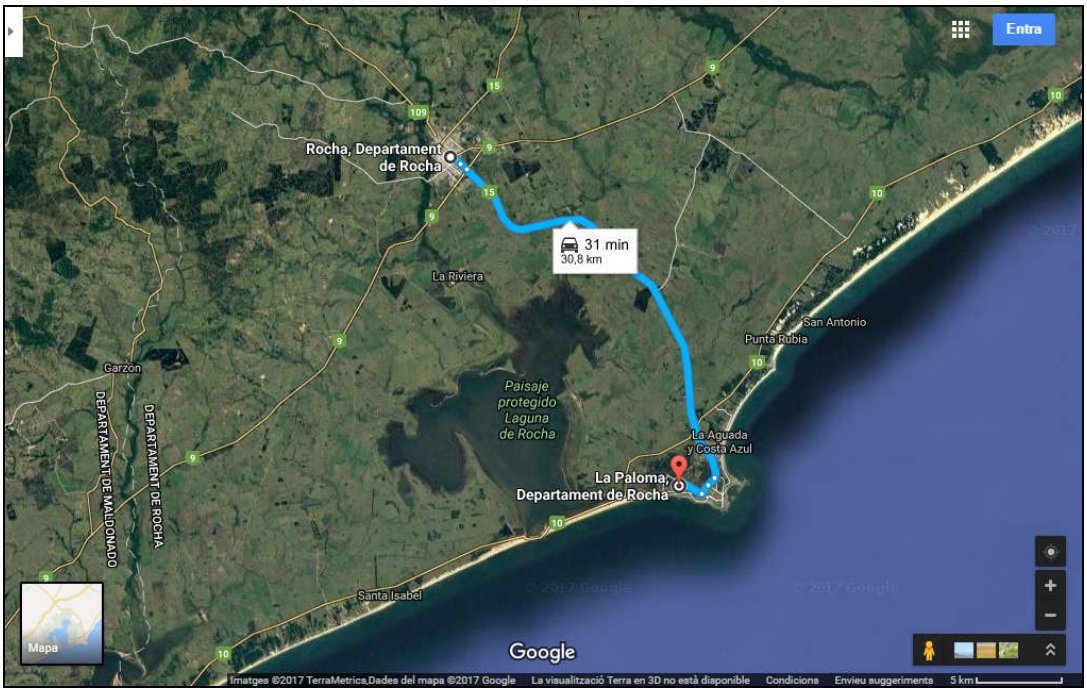


Figura 73. Mapa de Google Maps del Trayecto 4 (T4)

S1: La Paloma: Playa Serena

En este sitio se realizaron mediciones durante varios días, más precisamente entre el 11 y 18 de enero de 2016. Los resultados obtenidos han sido muy heterogéneos entre sí. Para ello, se analizarán, a continuación, los valores obtenidos de forma detallada, a fin de comprender los motivos por los cuales los Smartphones han recolectado un conjunto de datos muy extremos entre sí.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que la calidad de los datos móviles varían desde *REGULARES* (Véase *Dados Ruim*) hasta *EXCELENTES* (Véase *Dados BOM*). Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, mientras que el tipo de red oscila entre *3G* y *3G HSPA+*:

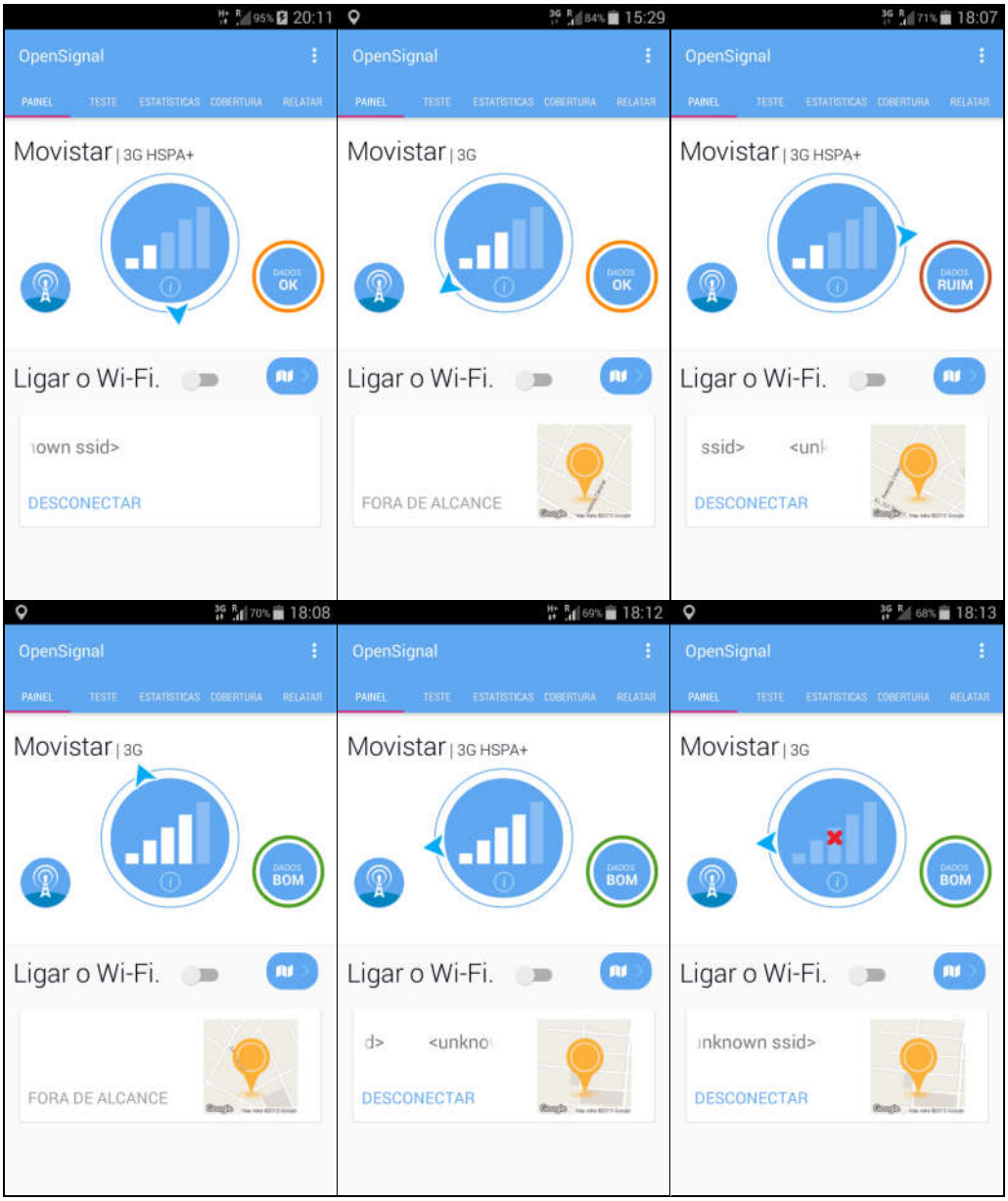


Figura 74. Opción *Resumen* de OpenSignal

Es importante destacar que la capturada a 18:13 hs. presenta datos 3G EXCELENTES (*Dados BOM*), aunque la intensidad es débil, como se puede apreciar en la cruz roja y en el indicado de potencia de señal ubicado en la parte superior.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

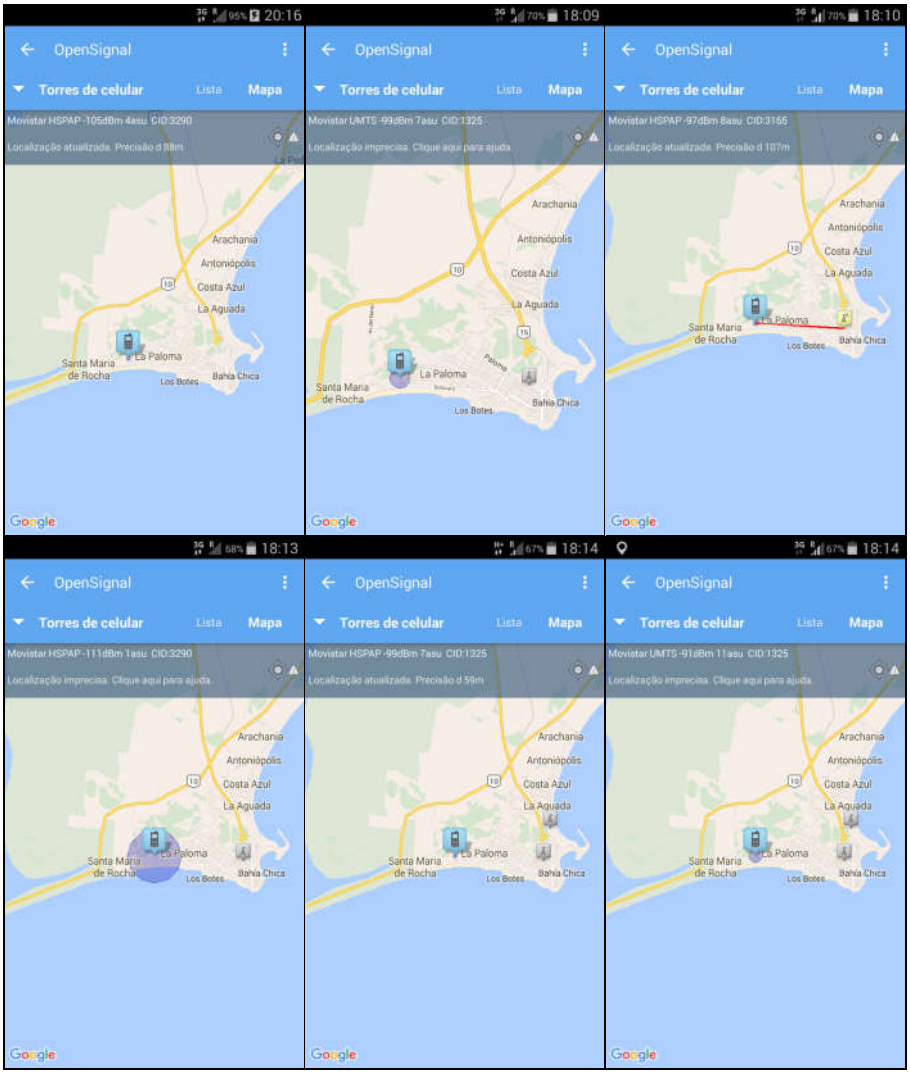


Figura 75. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En los siguientes listados de torres se puede observar que la antena principal correspondiente a la imagen capturada a las 20:12hs. del día 11/01/2016 - CID/LAC 3290/9060, no es detectada en las restantes mediciones realizadas cuatro días más tarde, más específicamente a las 18:10hs y 18:14hs cuyos valores obtenidos para CID/LAC son 1325/9060, para ambos horarios.

Por otra parte, si se observa la figura anterior, las torres que brindar el servicio de Roaming varían conforme el día y el horario en que se realizaron los tests. A continuación se citan los valores CID obtenidos, acompañados del día y horario correspondiente: 3290 - 11/01/2016 - 20:16; 1325 - 15/01/2016 - 18:09; 3165 - 15/01/2016 - 18:10; 3290 - 15/01/2016 - 18:13 y 1325 - 15/01/2016 - 18:14.

En suma, la antena detectada por defecto ha cambiado como se puede apreciar en la siguiente figura.

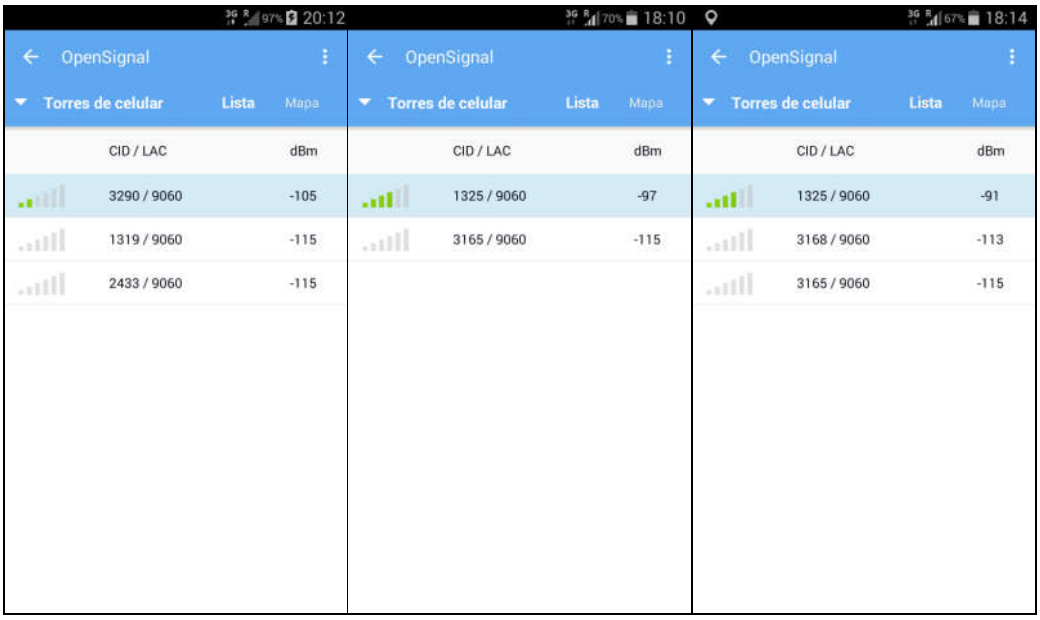


Figura 76. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

En el siguiente gráfico correspondiente a los valores obtenidos de *latencia*, se puede observar que en la primera medición realizada a las 20:14hs., no se ha sido posible obtener resultados, al igual que para el gráfico de descarga y subida. Sin embargo, dos minutos más tarde, los Smartphones han tenido un retraso significativo (1333 ms). Por otra parte, a partir de las 20:18 hs., la latencia disminuye abruptamente, ubicándose en valores inferiores a los 437 ms.

Con relación al gráfico de *descarga* y *subida*, en la segunda y tercera medición realizada a las 20:16hs. y 20:18hs., respectivamente, los valores son demasiados heterogéneos, es decir, la *descarga* disminuye aproximadamente un 40% en dos minutos, mientras que la *subida* se incrementa un 252%. A partir de la medición del día 13 de enero, los valores son ligeramente inferiores a los anteriores tests, aunque se observa un aumento registrado a las 18:15hs.

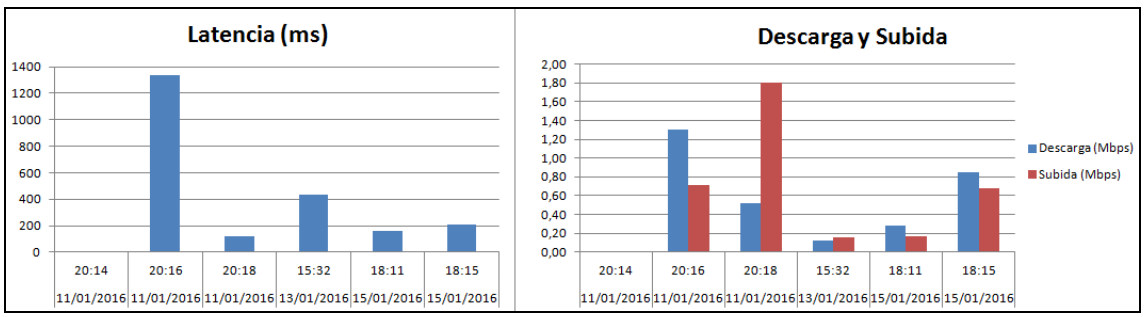


Figura 77. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

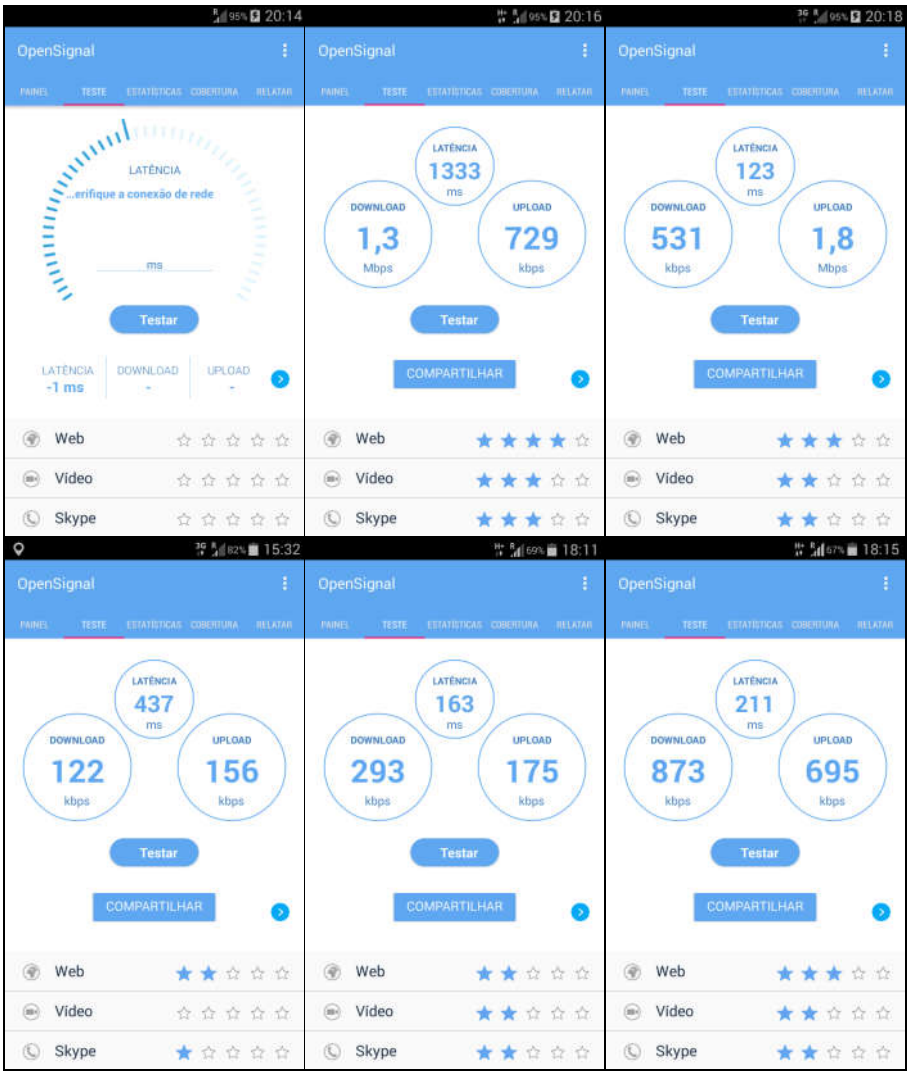


Figura 78. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

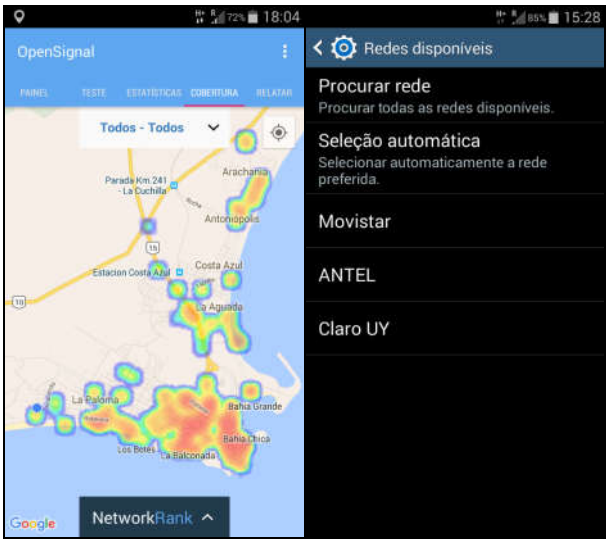


Figura 79. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en el mapa de OpenSignal se encuentra un círculo azul que indica la posición donde se realizaron las mediciones (Playa Serena). En esa zona, el área de cobertura 3G/4G es MEDIA. Este hecho ha sido comprobado con las mediciones expuestas de este sitio hasta el momento. Cabe destacar, que este lugar se encuentra en un área suburbana y que los valores resultantes son considerados muy aceptables. Con relación a las redes detectadas con Android, el listado ha sido el mismo durante los tres días: Movistar, ANTEL, Claro UY.

Por otra parte, se muestran, a continuación, algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante las tres jornadas de mediciones. Se puede apreciar que la operadora ANTEL se encuentra en primer lugar, obteniéndose los mejores valores en este sitio, a pesar de que, en la figura anterior, Android posiciona a esta operadora en segundo lugar.

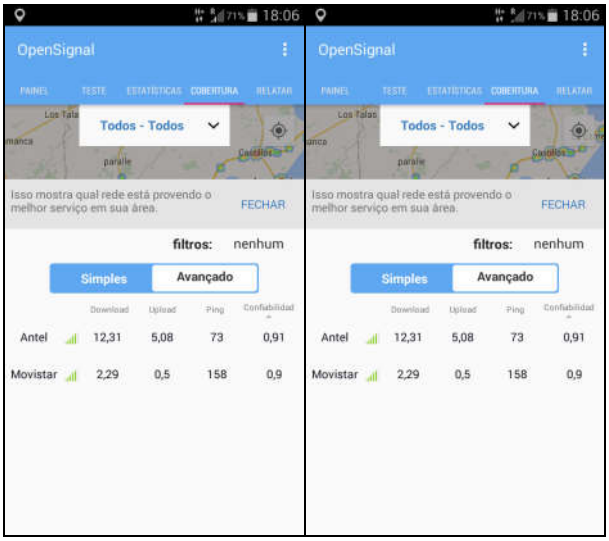


Figura 80. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

S2: La Paloma: Centro

En este sitio se realizaron mediciones durante varios días, más precisamente entre el 11 y 18 de enero de 2016. Los resultados han sido muy homogéneos respecto a los obtenidos en el anterior sitio (S1). Por lo tanto, se analizará, a continuación, cada valor de forma detallada, a fin de comprender mejor el mapa de la red móvil en esta ciudad.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que la calidad de los datos móviles varía entre *REGULARES* (Véase *Dados Ruim*) y *MEDIOS* (Véase *Dados OK*). Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, y el tipo de red es *3G HSPA+*:

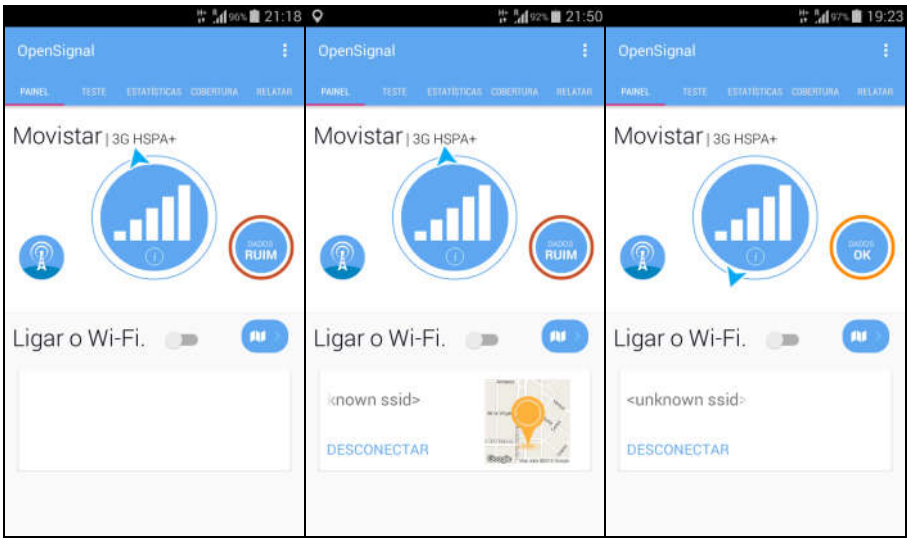


Figura 81. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Figura 82. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Nótese que las tres imágenes capturadas el día 11/01/2016 a las 21:18 hs., 21:19 hs. y 21:51 hs. muestran que la antena principal tiene un CID de 3166, diferente de las restantes capturadas dos días más tarde con un CID de 3290. En suma, todas las imágenes se corresponden al mismo lugar geográfico ubicado en el centro de la ciudad.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En los siguientes listados de torres se puede observar que la antena principal detectada los días 11 y 13 de enero de 2016 tiene como propiedades CID/LAC: 3166/9060. En la lista capturada a las 19:24 hs. del 13/01/2016, se exhiben dos antenas que no fueron encontradas por los Smartphones durante la jornada anterior.

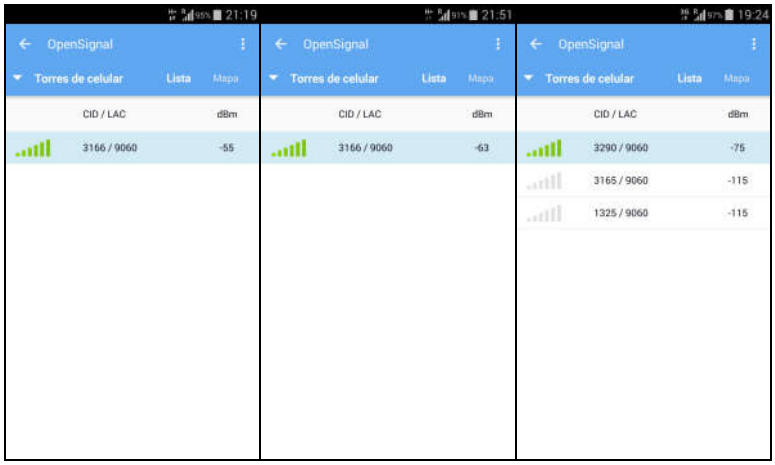


Figura 83. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

En el siguiente gráfico correspondiente a los valores obtenidos de *latencia*, se puede observar un incremento significativo, más específicamente del 468%. Sin embargo, en la medición del 13/01/2016, la latencia resulta muy similar a la primera realizada el 11/01/2016.

Con relación al gráfico de *descarga* y *subida*, se puede apreciar una uniformidad en los resultados obtenidos, aunque se destaca que la descarga tiene valores muy diferentes respecto a la subida, hecho que no se ha observado hasta el momento.

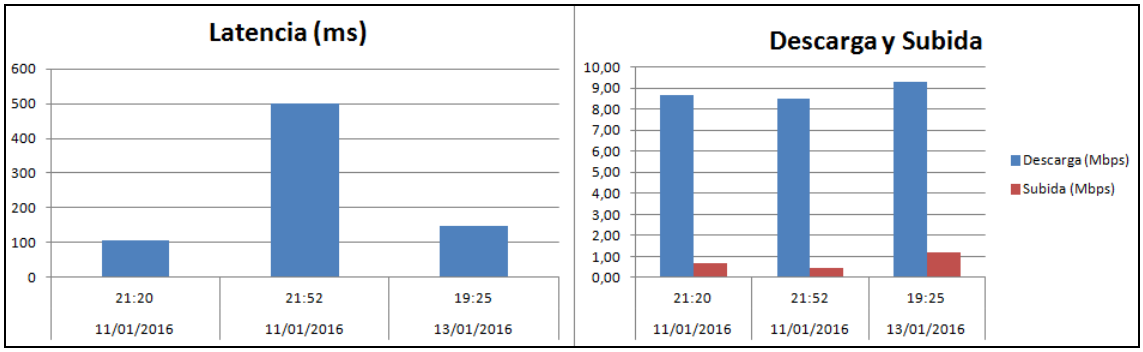


Figura 84. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

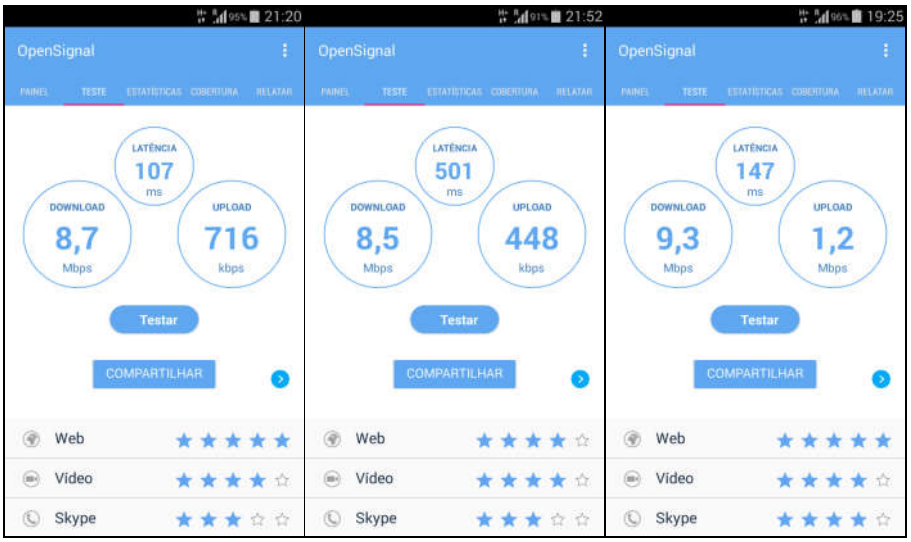


Figura 85. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

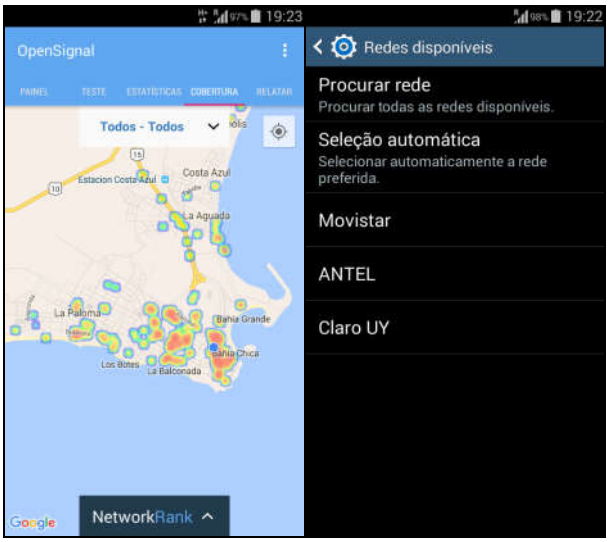


Figura 86. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en el mapa de OpenSignal se encuentra un círculo azul que indica la posición donde se realizaron las mediciones. En esa zona, el área de cobertura 3G/4G es ALTA, denotada con un color anaranjado-rojizo.

Con relación a las redes detectadas con Android, el listado ha sido el mismo durante los tres días: Movistar, ANTEL, Claro UY, y coindice con todos los exhibidos hasta el momento.

Por otra parte, se muestran, a continuación, algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante las dos jornadas de mediciones. Se puede apreciar que la operadora ANTEL se encuentra en primer lugar, al igual que en otros sitios ya analizados, obteniéndose los mejores valores en este sitio a pesar de que, en la figura anterior, Android posiciona a esta operadora en segundo lugar.

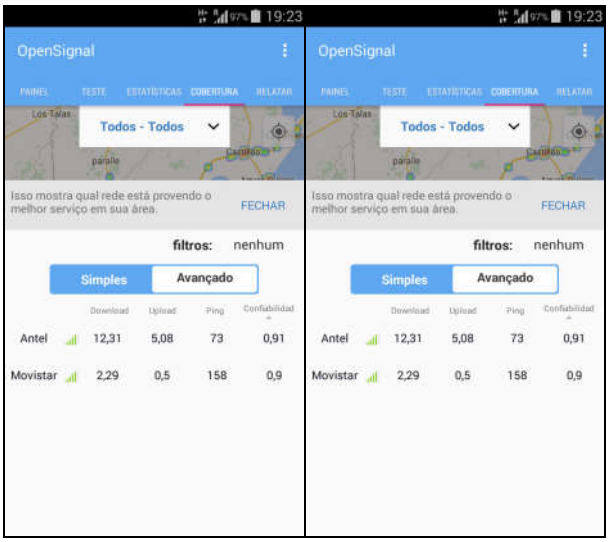


Figura 87. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

S3: La Paloma: Puerto

En este sitio se realizaron mediciones durante varios días, más precisamente entre el 11 y 18 de enero de 2016. Los resultados han sido muy homogéneos respecto a los obtenidos en el anterior sitio (S1 y S2). Por lo tanto, se analizará, a continuación, cada valor de forma detallada, a fin de comprender mejor el mapa de la red móvil en esta ciudad.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que los datos móviles funcionan correctamente (Véase *Dados OK*). Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, y el tipo de red es *3G HSPA+*:

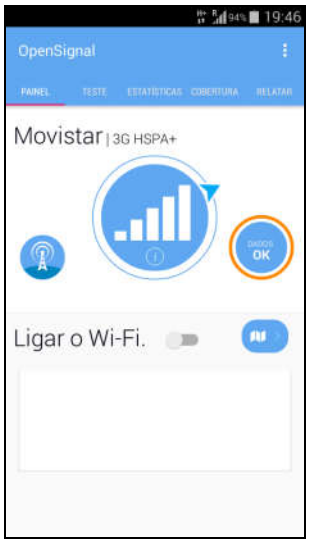


Figura 88. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Las siguientes imágenes muestran que la antena principal tiene un CID de 3289 y es la misma torre que los Smartphones han detectado al cabo de varias jornadas de mediciones.

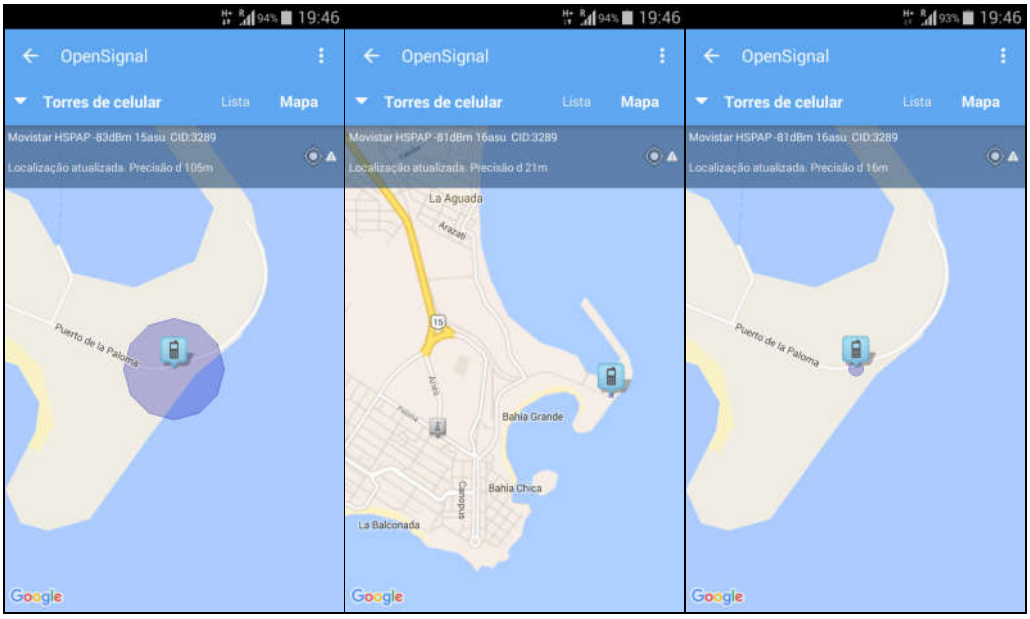


Figura 89. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

El siguiente listado exhibe, en primer lugar, la antena principal y sus propiedades CID /LAC y otras dos que se encuentran en el área de cobertura de los Smartphones.

Figura 90. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra los mejores valores obtenidos para latencia, descarga y subida en el puerto de La Paloma:

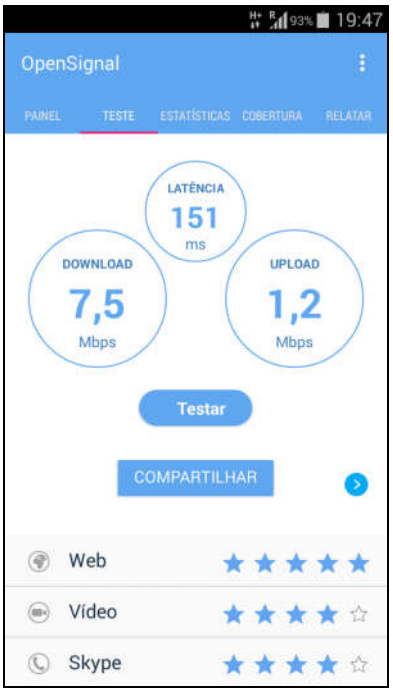


Figura 91. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

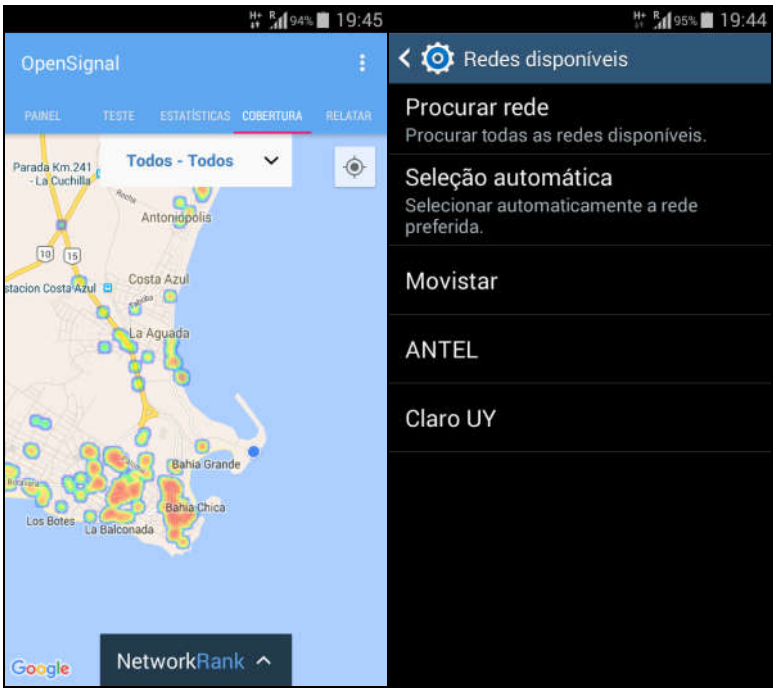


Figura 92. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en el mapa de OpenSignal se encuentra un círculo azul que indica la posición donde se realizaron las mediciones. En esa zona, el área de cobertura 3G/4G es BAJA, denotada con un color blanco.

Con relación a las redes detectadas con Android, el listado ha sido el mismo durante los tres días: Movistar, ANTEL, Claro UY, y coindice con todos los sitios analizados hasta el momento en territorio uruguayo.

Por otra parte, se muestran, a continuación, algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante las dos jornadas de mediciones. Al igual que en los otros sitios testeados en La Paloma, se puede apreciar que la operadora ANTEL se encuentra en primer lugar. Los valores exhibidos coinciden en su totalidad con los registrados en los restantes sitios. Un dato llamativo.

Figura 93. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Conclusiones del Trayecto T4

Los valores promedio recolectados en este cuarto trayecto permiten afirmar la existencia de una homogeneidad detectada en el transcurso de los tres sitios analizados. La siguiente tabla muestra un conjunto de valores obtenidos en estos puntos de la ciudad de La Paloma. El dato llamativo es la exactitud de los valores de latencia, por ejemplo, en S1, S2 y S3 para los operadores ANTEL y Movistar. Caso análogo ocurre con la descarga y la subida. Por lo tanto, a pesar de la distancia significativa entre S1 y S2 o S3, los Smartphones han registrado los mismos datos durante los días de mediciones en estos tres sitios.

Sitio	Antel			Movistar			Claro		
	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)
S1: La Paloma: Playa Serena	73	12,31	5,08	158	2,29	0,50	0	0,00	0,00
S2: La Paloma: Centro	73	12,31	5,08	158	2,29	0,50	0	0,00	0,00
S3: La Paloma: Puerto	73	12,31	5,08	158	2,29	0,50	0	0,00	0,00
Promedio:	**73,00**	**12,31**	**5,08**	**158,00**	**2,29**	**0,50**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Tabla 5. Valores promedio comparativos del T4

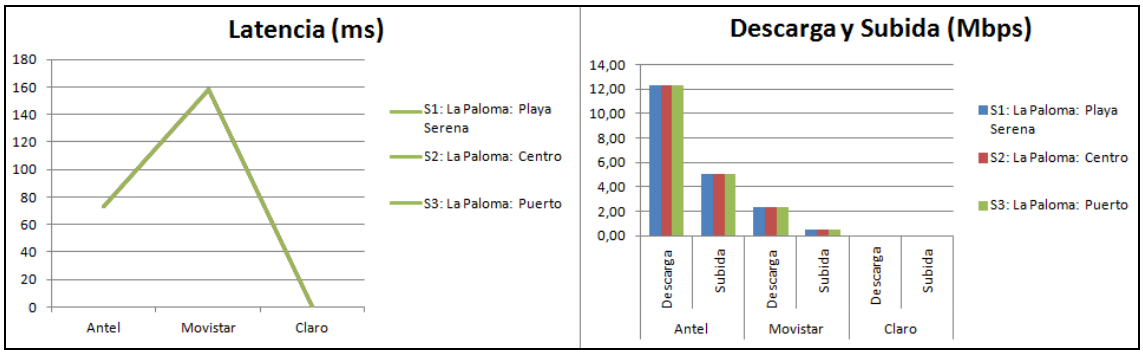


Figura 94. Gráfico comparativo del T4

T5: La Paloma (Rocha) - Punta del Este (Maldonado)

Datos generales

Fecha de realización: Enero de 2016.

Punto de origen: La Paloma, Departamento de Rocha.

Punto de destino: Punta del Este, Departamento de Maldonado.

Distancia: 119 km.

Versión de OpenSignal: 3.61 publicada el 20 de diciembre de 2015.

Sitios analizados

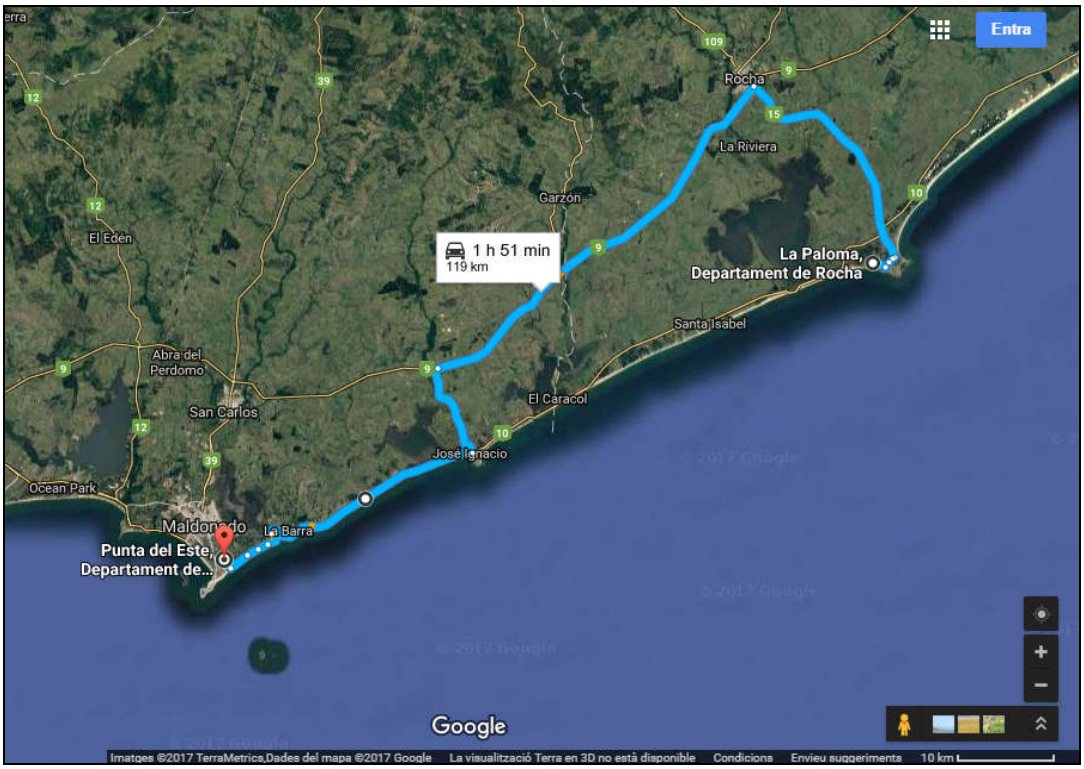


Figura 95. Mapa de Google Maps del Trayecto 5 (T5)

S1: José Ignacio: Faro

En este sitio se realizaron mediciones el 12 de enero de 2016. Los resultados obtenidos han sido muy homogéneos entre sí, como se pueden apreciar en las figuras que se muestran más adelante.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que la calidad de los datos móviles permanece, durante todo el período analizado, en la condición de EXCELENTES (Véase

Dados Bom); un caso que hasta el momento no se ha presentado. Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, mientras que el tipo de red oscila entre *3G HSPA+*:

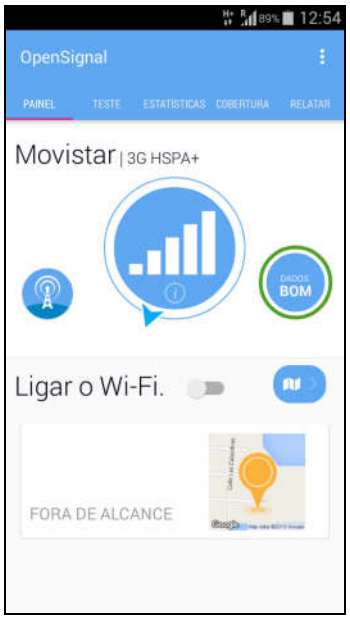


Figura 96. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

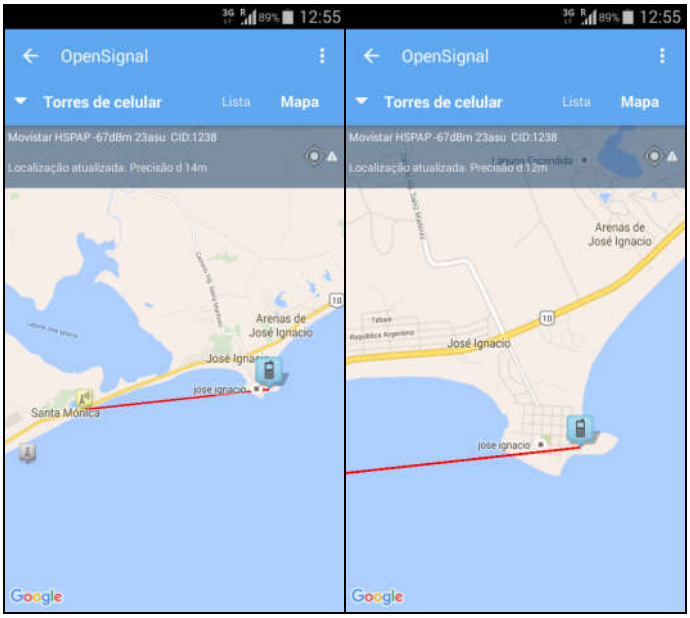


Figura 97. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el siguiente listado de torres se puede observar que la antena principal correspondiente a la imagen capturada a las 12:55 hs. del día 12/01/2016 - CID/LAC 1238/9060, es la misma al cabo de posteriores mediciones realizadas en este sitio.

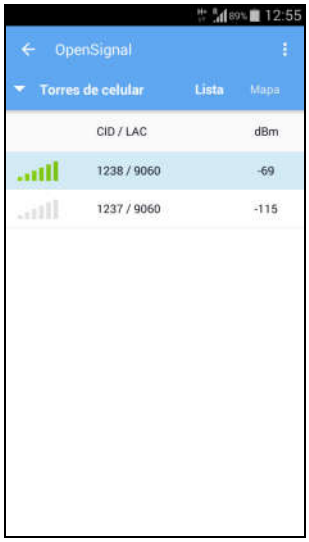


Figura 98. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

En el siguiente test de velocidad, correspondiente a los valores obtenidos de *latencia*, *descarga* y *subida*, se han obtenido los mismos valores al cabo de quince minutos. Puede observarse que la *latencia* obtenida es de 167 ms, es decir, que los Smartphones han operado con un poco de retraso respecto a otros sitios. Sin embargo, con relación al gráfico de *descarga* y *subida*, los indicadores son homogéneos, ubicándose en 1,8 Mbps y 1,1 Mbps, respectivamente.

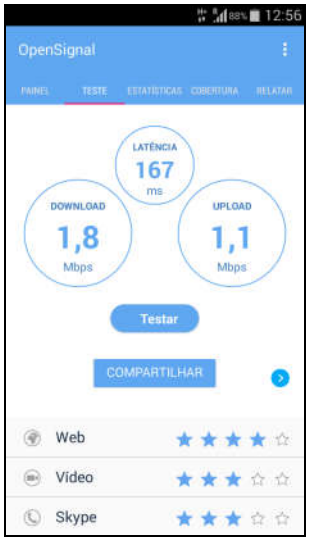


Figura 99. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

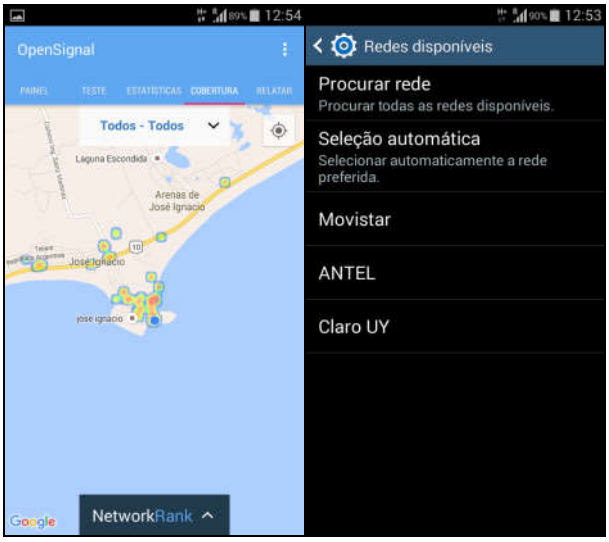


Figura 100. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en el mapa de OpenSignal se encuentra un círculo azul que indica la posición donde se realizaron las mediciones (Faro José Ignacio). En esa zona, el área de cobertura 3G/4G es MEDIA/ALTA. Este hecho ha sido comprobado con las mediciones expuestas de este sitio hasta el momento. Cabe destacar que este lugar se encuentra en un área suburbana y que los valores resultantes son considerados muy aceptables.

Con relación a las redes detectadas con Android, el listado ha sido el mismo durante el período en que se realizaron las mediciones: Movistar, ANTEL, Claro UY. Este listado es coincidente con otros sitios ya analizados.

Por otra parte, se muestran a continuación algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante las tres jornadas de mediciones. Se puede apreciar que la operadora ANTEL se encuentra en primer lugar, obteniéndose los mejores valores en este sitio, a pesar de que, en la figura anterior, Android posiciona a esta operadora en segundo lugar.

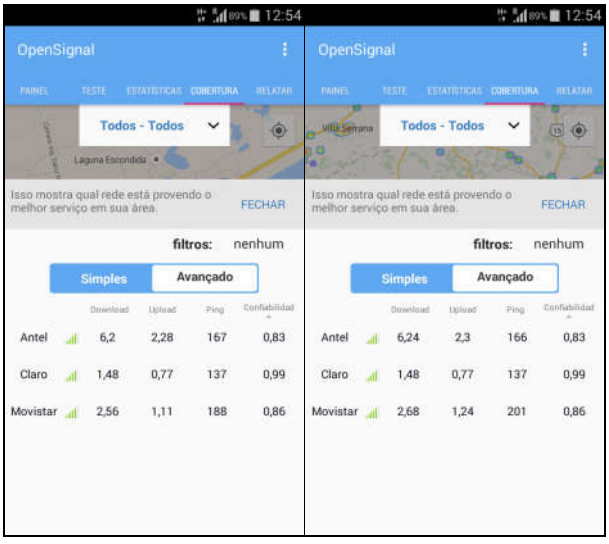


Figura 101. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

S2: Punta Del Este (Departamento de Maldonado)

En esta ciudad se analizaron las redes móviles los días 12 y 16 de enero de 2016 en los siguientes sitios: 1) Punta Shopping, 2) Avenida Gorlero y La Angostura, 3) Avenida Gorlero y Las Focas y 4) Avenida Gorlero y Emilio Inzaurraga.

S2.1: Punta Shopping

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente imagen se observa una cobertura promedio *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017). Por otro lado, los datos móviles se encuentran funcionando normalmente (Véase la leyenda *Dados OK "Datos MEDIOS"*).

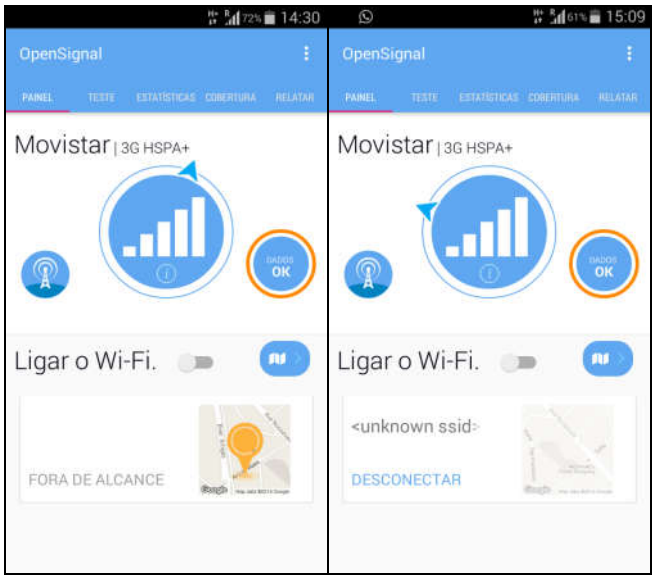


Figura 102. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

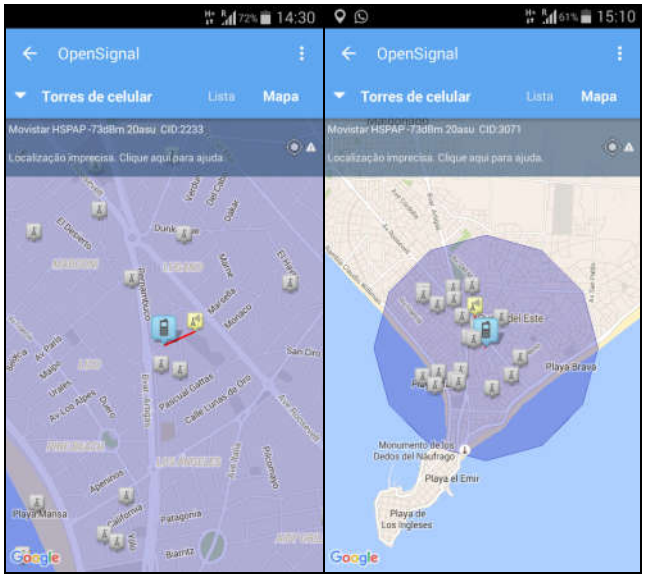


Figura 103. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

En la imagen anterior se aprecia un cambio de torre principal cuyo CID es 2233 (14:30 hs.) y 3071 (15:10 hs.).

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

La antena detectada a las 14:30 hs. tiene las propiedades CID/LAC: 2233/9060 mientras que luego de cuarenta minutos, se produce un cambio de torre con los siguientes atributos CID/LAC: 3071/9060. De esta forma, se confirman los datos de la imagen anterior.

Figura 104. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

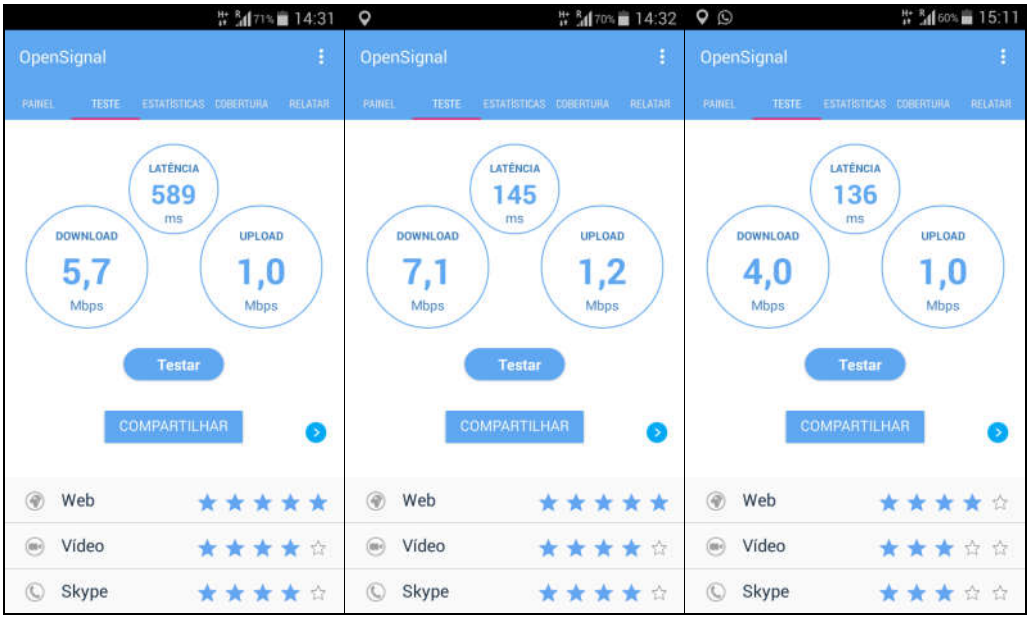


Figura 105. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior, que permite observar una disminución significativa de la latencia luego de transcurrido un minuto (14:32 hs.), mientras que los valores de descarga se incrementan hasta las 14:32 hs., y los de subida permanecen estables durante los cuarenta minutos que demandaron estas mediciones.

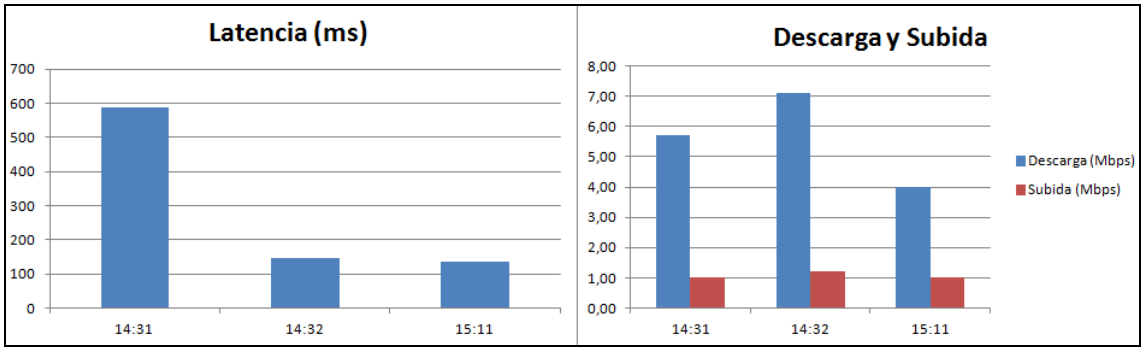


Figura 106. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

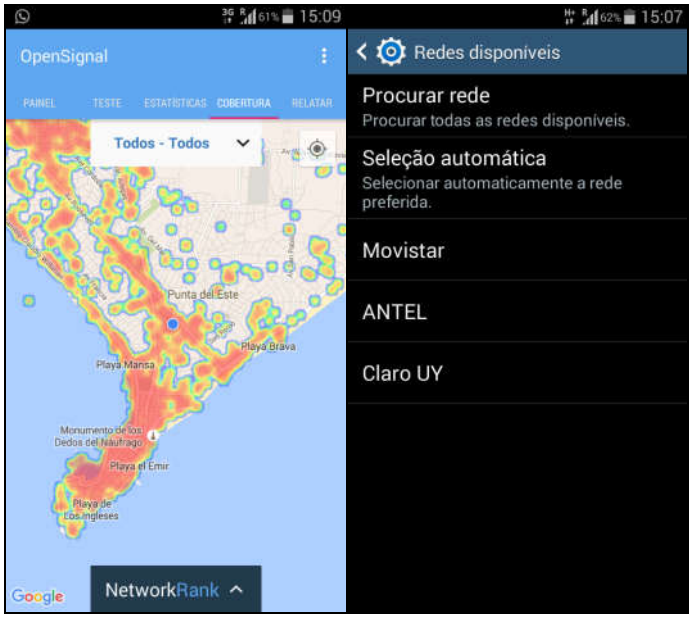


Figura 107. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la imagen izquierda se puede observar que en el lugar analizado la cobertura móvil es ALTA, sin embargo, se detectaron datos MEDIOS *(Dados OK)*, en lugar de datos EXCELENTES (*Dados BOM*).

A continuación, se muestran los operadores móviles detectados con OpenSignal y sus correspondientes valores de latencia, descarga y subida.

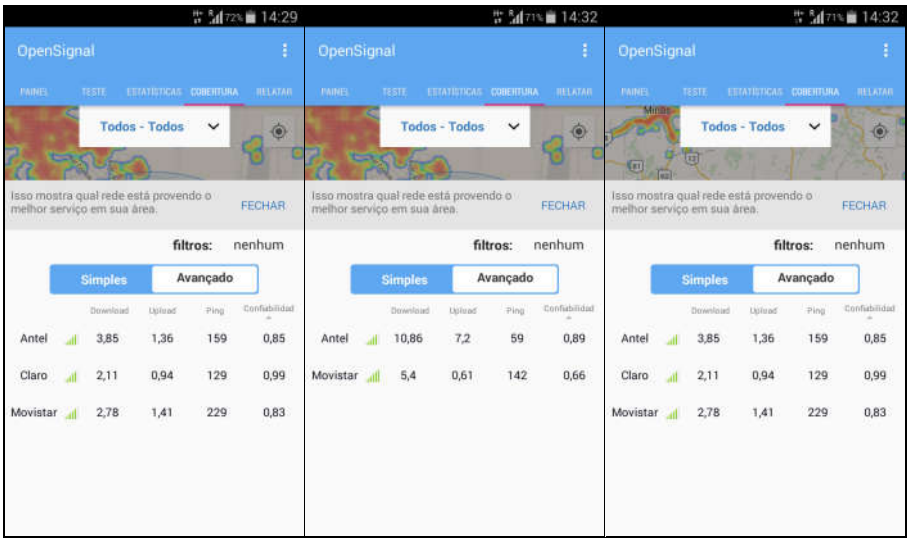


Figura 108. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Se puede concluir de la imagen anterior el siguiente hecho llamativo: los operadores móviles y los valores detectados en la imagen izquierda son los mismos respecto a la imagen derecha. Sin embargo, en la imagen central no se observa a la operadora Claro que es detectada segundos más tarde como se puede apreciar en la imagen capturada a las 14:32 hs.

S2.2: Avenida Gorlero y La Angostura

<u>Opción "Resumen" de OpenSignal</u>

En la siguiente imagen se observa una cobertura promedio *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017). Por otro lado, los datos móviles se encuentran funcionan normalmente, al igual que en el anterior sitio analizado (Véase la leyenda *Dados OK "Datos MEDIOS"*).

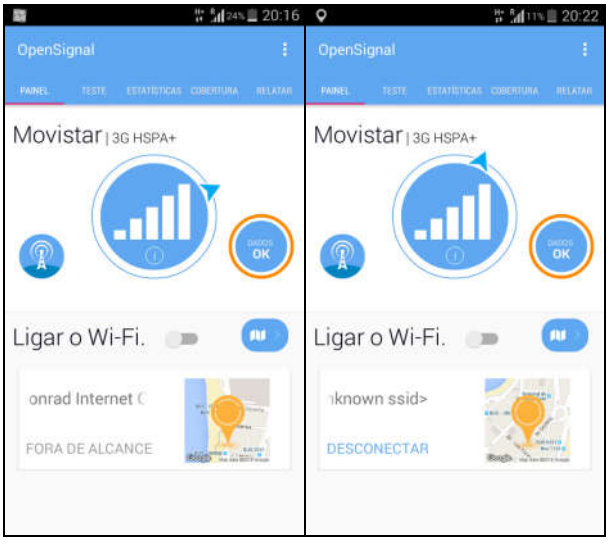


Figura 109. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

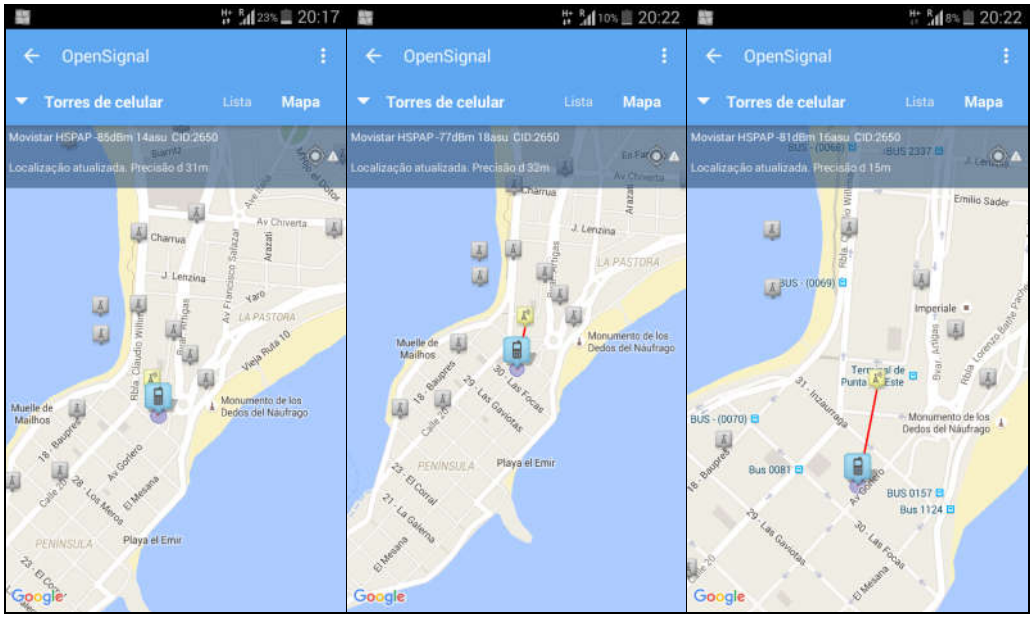


Figura 110. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

En este sitio analizado no se han observado, al cabo de cinco minutos de mediciones, cambios en la torre principal, cuyo CID es 2650.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En los siguientes listados de antenas no se observa ningún cambio en los parámetros CID/LAC tanto a las 20:17 hs. como a las 20:23 hs.

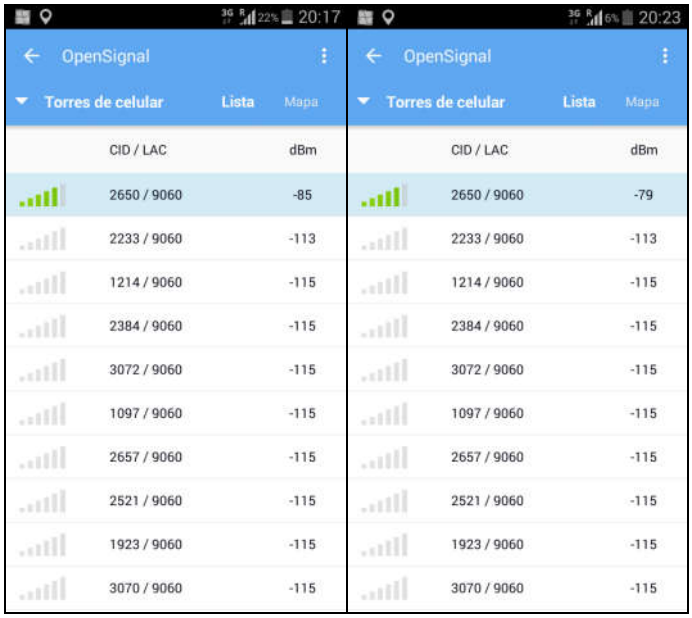


Figura 111. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

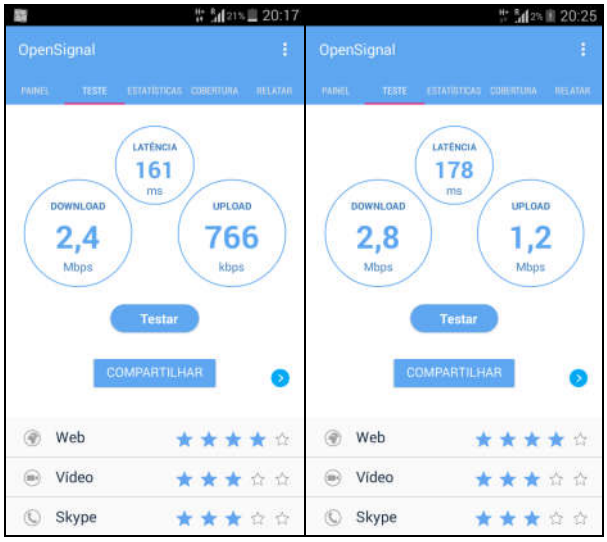


Figura 112. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior, que permite observar un incremento significativo de la latencia luego de transcurridos siete minutos (20:25 hs.), mientras que los valores de descarga y subida se incrementan paulatinamente, durante todo el tiempo en que se realizaron estas mediciones.

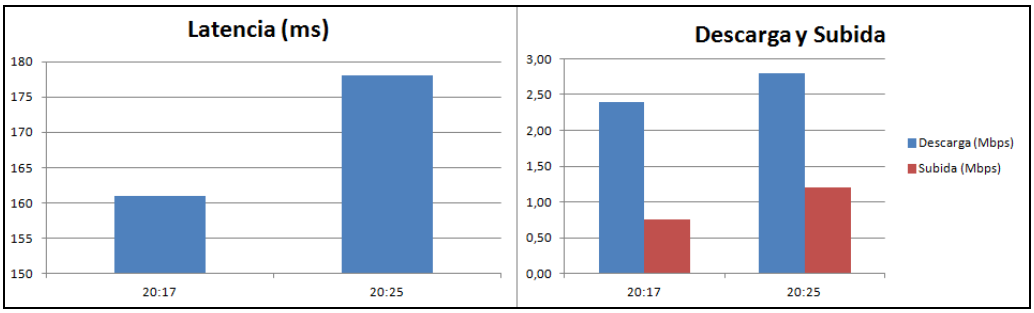


Figura 113. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

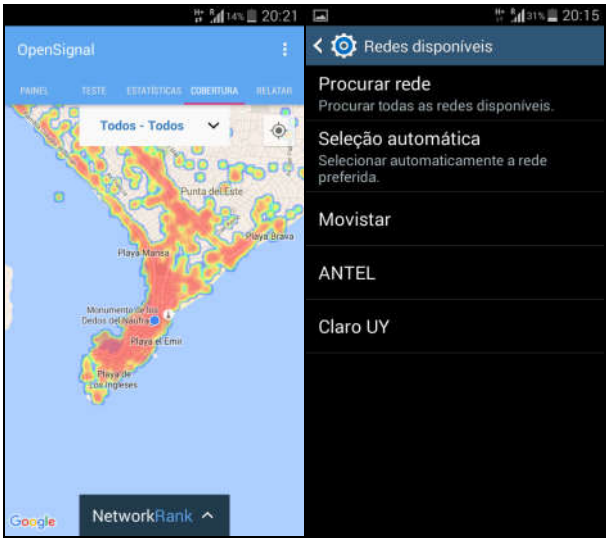


Figura 114. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la imagen izquierda de la figura anterior se puede observar que en el lugar analizado la cobertura móvil es alta, sin embargo, se detectaron datos MEDIOS *(Dados OK)*, en lugar de datos EXCELENTES (*Dados BOM*).

Por otra parte, se muestran, a continuación, los operadores móviles detectados con OpenSignal y sus correspondientes valores de latencia, descarga y subida.

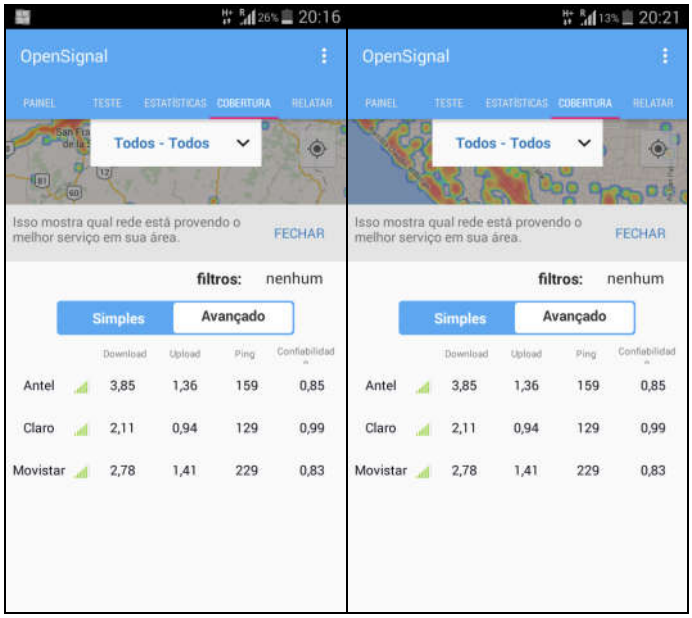


Figura 115. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Se puede concluir de la imagen anterior que los operadores móviles detectados son idénticos al igual que sus valores correspondientes a latencia, descarga y subida en ambas mediciones (20:16 hs. y 20:21 hs.), ubicándose la operadora ANTEL en primer lugar seguida de Claro Uruguay.

S2.3: Avenida Gorlero y Las Focas

Opción "Resumen" de OpenSignal

En este sitio, a diferencia de los otros analizados en Punta del Este, se decidió ingresar a un local comercial, permanecer allí durante algunos minutos y, posteriormente, salir del mismo a fin de determinar si los valores de las redes móviles sufrieron cambios. En las siguientes imágenes se puede apreciar que, evidentemente, la calidad de los datos detectada ha sido *RUIM (Datos REGULARES)* a las 13:19 hs. y con una cobertura promedio *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017).

Sin embargo, se realizaron nuevamente las mediciones en el mismo sitio y se obtuvieron los mismos resultados a las 13:21 hs. y cuatro minutos más tarde. Las causas de este hecho llamativo deben ser estudiadas en un futuro próximo, a fin de comprender qué ha sucedido en este lugar de análisis.

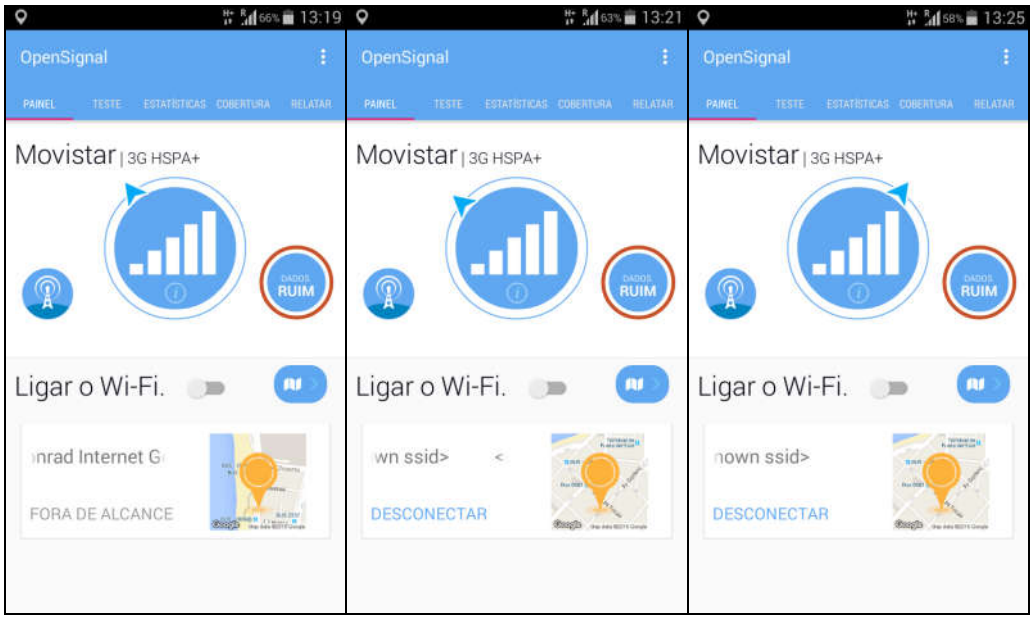


Figura 116. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

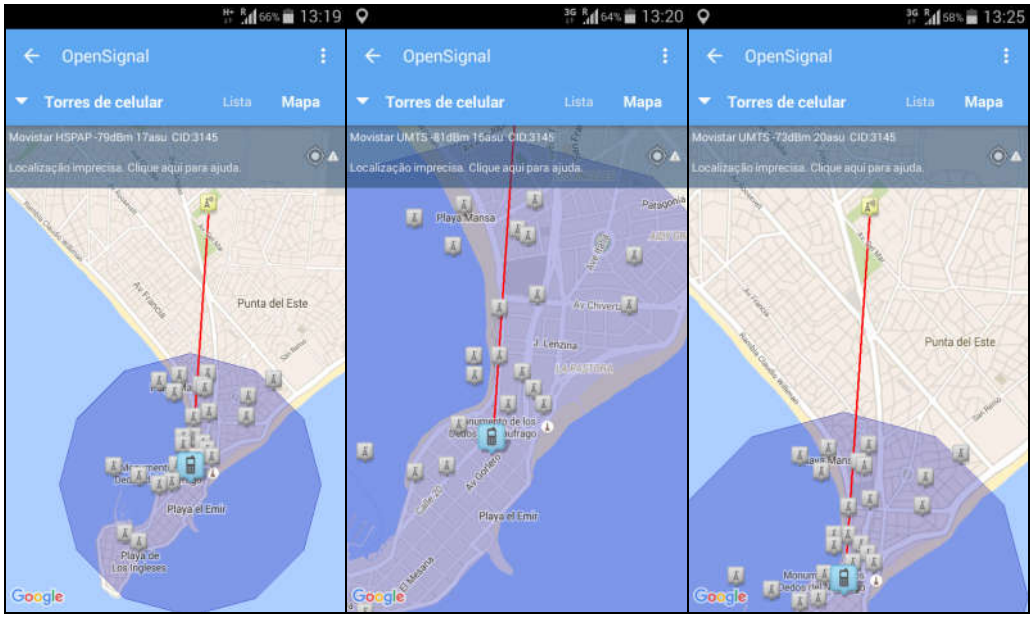


Figura 117. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

En este sitio analizado no se han observado, al cabo de seis minutos de mediciones, cambios en la torre principal cuyo CID es 3145.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En los siguientes listados de antenas no se observa ningún cambio en los parámetros CID/LAC como también en las torres detectadas que coinciden en su totalidad.

Figura 118. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

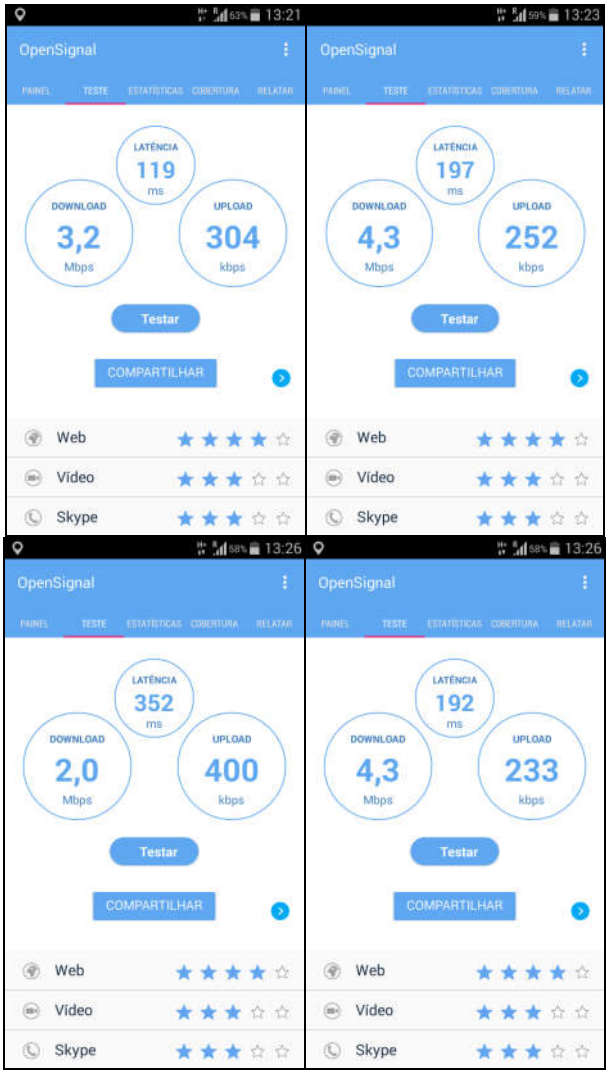


Figura 119. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Nótese en la figura anterior que las imágenes correspondientes a las 13:26 hs. han sido capturadas por dos Smartphones diferentes, observándose, en consecuencia, que las mediciones son diferentes.

Por lo tanto, la siguiente figura es una representación gráfica de la figura anterior que considera, únicamente, a las imágenes capturadas con el mismo dispositivo móvil a las 13:21 hs., 13:23 hs. y 13:26 hs. Se puede observar que la latencia se incrementa, estabilizándose en valores próximos a 200 ms. Por otra parte, se detecta un aumento en los valores promedio de descarga, ubicándose en 4,3 Mbps, mientras que la subida, exhibe valores promedio por debajo de los 500 Kbps, significativamente inferiores respecto al sitio anteriormente analizado.

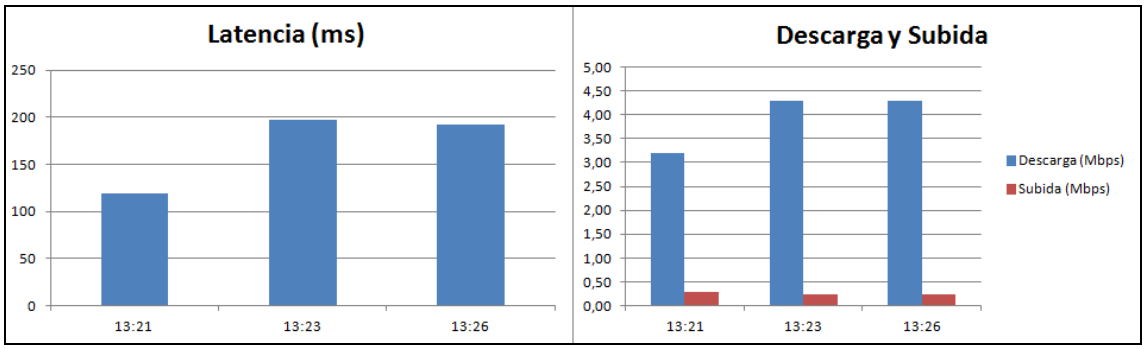


Figura 120. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

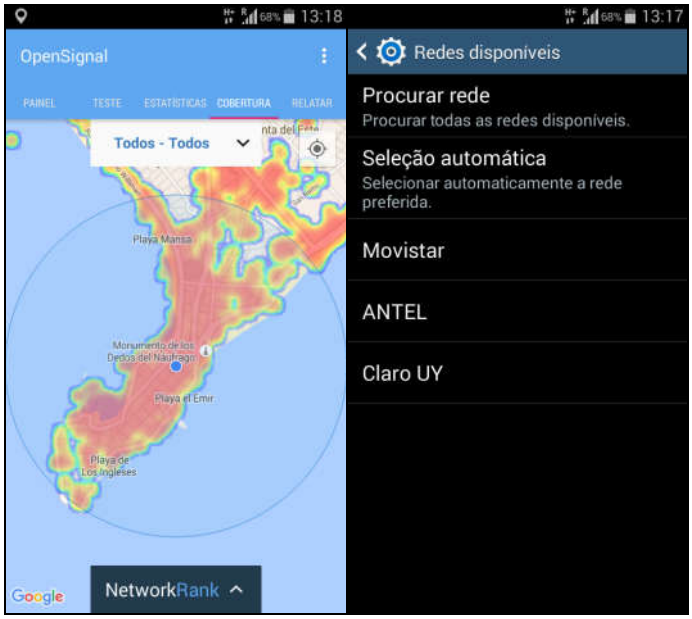


Figura 121. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la imagen izquierda se puede observar que en el lugar analizado la cobertura móvil es ALTA, sin embargo, se detectaron datos REGULARES *(Dados RUIM)*, en lugar de datos EXCELENTES (*Dados BOM*).

Por otra parte, se muestran, a continuación, los operadores móviles detectados con OpenSignal y sus correspondientes valores de latencia, descarga y subida.

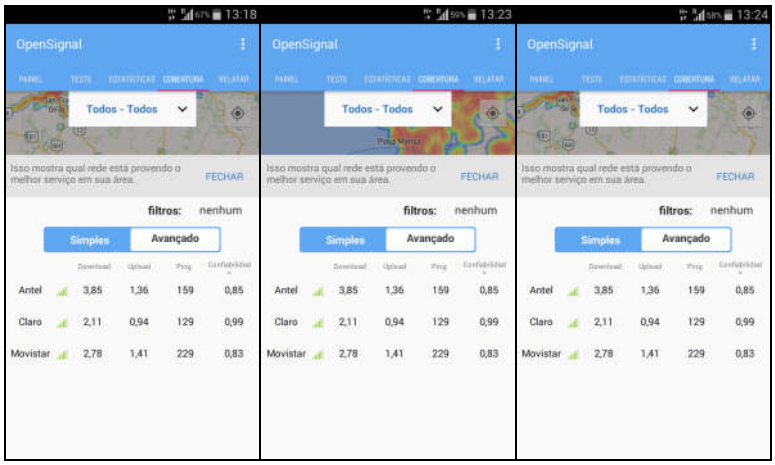


Figura 122. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

Se puede concluir de la imagen anterior que los operadores móviles detectados son idénticos al igual que sus valores correspondientes a latencia, descarga y subida durante las tres mediciones realizadas, ubicándose la operadora ANTEL en primer lugar seguida de Claro Uruguay. Nótese que los valores mostrados en este sitio son idénticos al anterior lugar de medición (S2.2).

S2.4: Avenida Gorlero y Emilio Inzaurraga

Este sitio es el último analizado en la ciudad de Punta del Este. Posteriormente, se compararán los resultados obtenidos en cada lugar y se realizarán las conclusiones pertinentes.

Opción "Resumen" de OpenSignal

Al igual que en S2.3, se decidió ingresar a un local comercial, permanecer allí durante algunos minutos y, posteriormente, salir del mismo a fin de determinar si los valores de las redes móviles sufrieron cambios. En las siguientes imágenes se pueden apreciar que, evidentemente, la calidad de los datos detectados ha sido *RUIM (Datos REGULARES)* a las 11:32 hs., con una cobertura inicial *3G* que se convierte en *3G HSPA+* a las 11:51 hs., y que es ofrecida por la operadora Movistar Uruguay (3GPP, 2017).

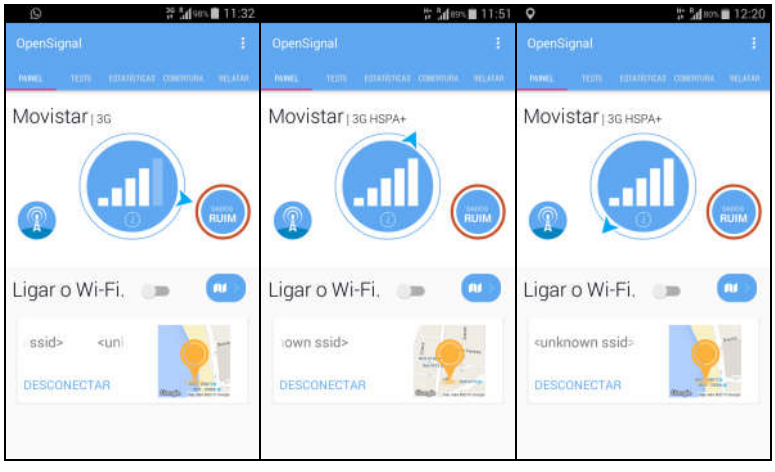


Figura 123. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Se observa en la siguiente figura que las torres cambian de forma permanente luego de que los Smartphones permanecieron dentro de un área edificada, más precisamente, en un local comercial, como se indicó anteriormente. Resulta muy curioso, además, que la posición del GPS también se ve afectada de una forma significativa. Véase en las imágenes siguientes que el teléfono celeste varía continuamente, incluso luego de transcurridos 46 minutos de la primera medición. Este hecho también debe ser considerado un caso para realizar un análisis futuro.

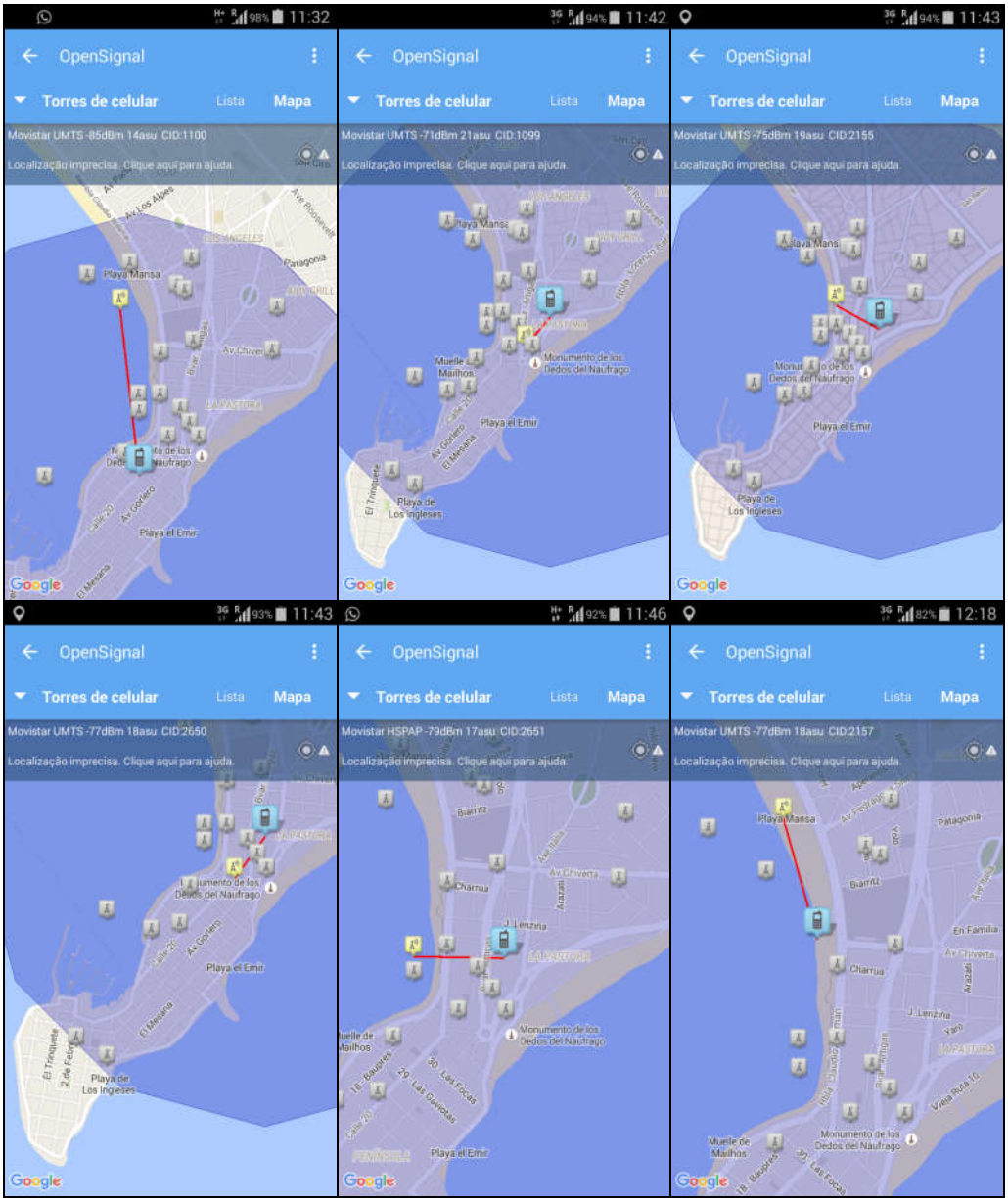


Figura 124. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

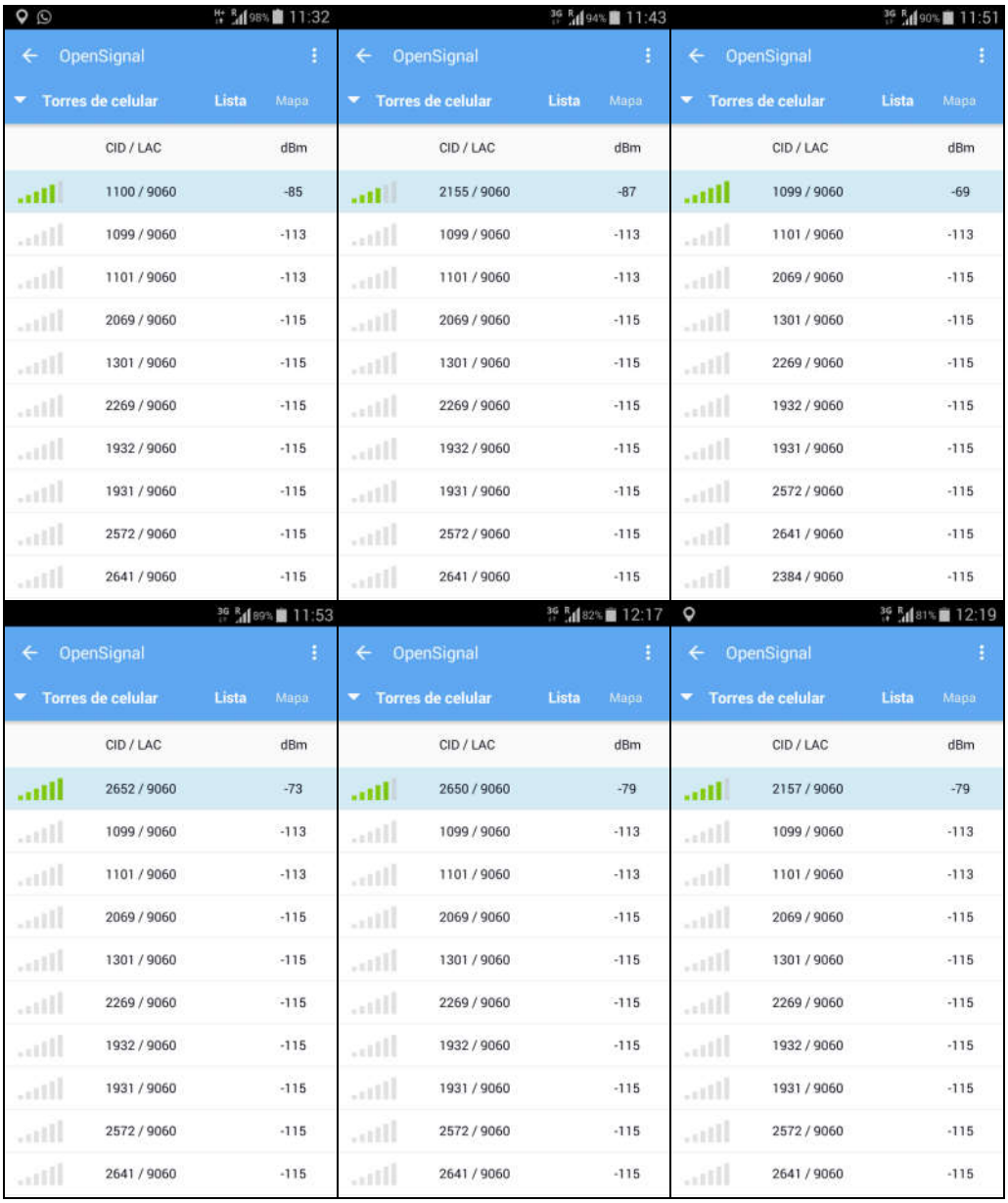


Figura 125. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

Se exhiben, a continuación, algunos valores registrados de latencia, descarga y subida que merecen un análisis posterior.

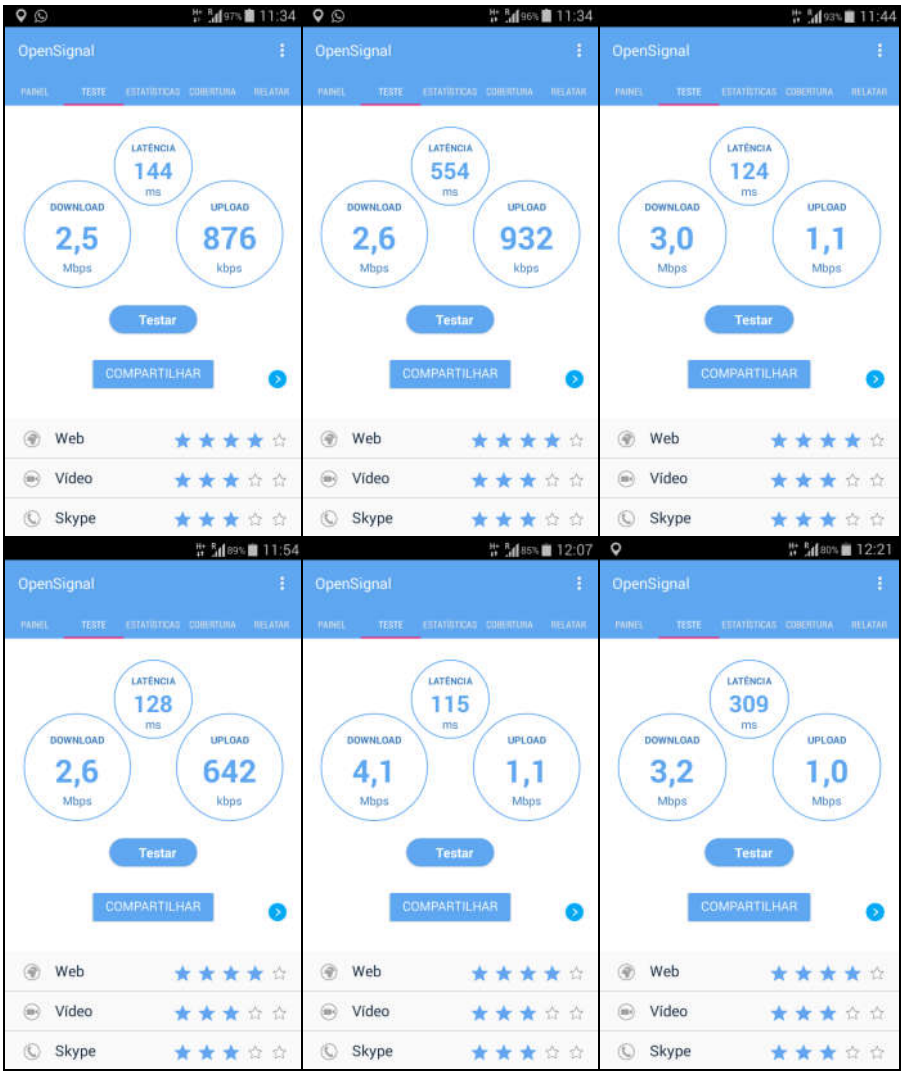


Figura 126. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior que permite observar un incremento significativo de la latencia, luego de unos segundos (11:34 hs.); posteriormente, disminuye, estabilizándose hasta las 12:07 hs., momento en que se produce otro incremento (12:21 hs.). Los valores de descarga y subida tienen un comportamiento irregular, con aumentos y disminuciones importantes.

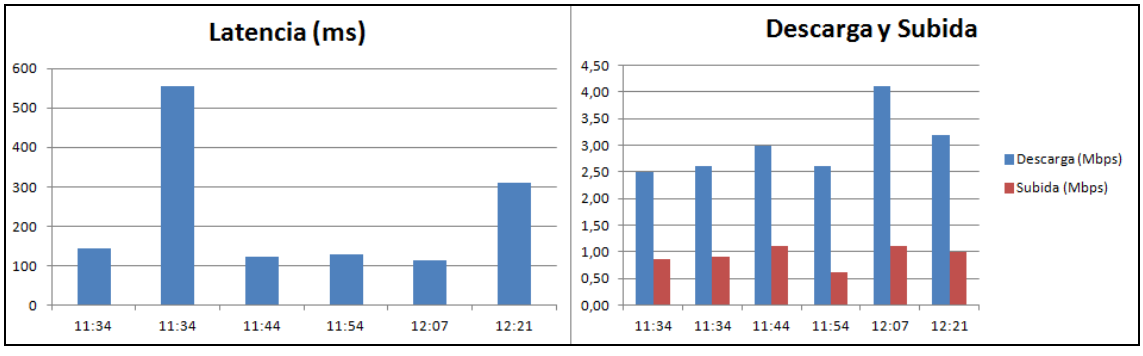


Figura 127. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

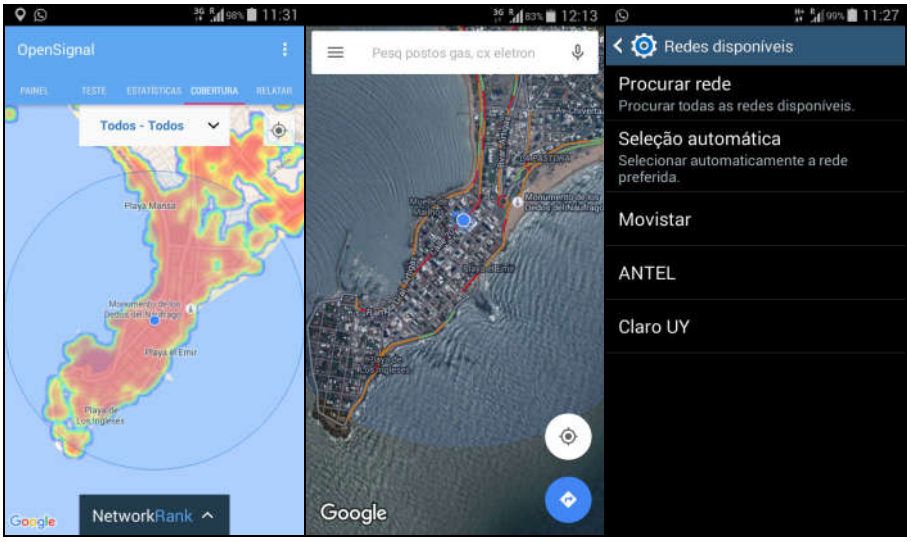


Figura 128. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la imagen izquierda se puede observar que en el lugar analizado la cobertura móvil es ALTA, sin embargo, se detectaron datos REGULARES *(Dados RUIM)*, en lugar de datos MEDIOS *(Dados OK)* o EXCELENTES (*Dados BOM*).

Respecto a los operadores móviles detectados con OpenSignal y sus correspondientes valores de latencia, descarga y subida, se muestra a continuación una imagen que simboliza los valores promedios obtenidos, tomando en cuenta la diversidad de datos recolectados en este sitio.

Figura 129. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores móviles)

En todos los casos analizados en Punta del Este, la operadora ANTEL siempre se posicionó en primer lugar en virtud de los valores obtenidos con la aplicación

OpenSignal. Sin embargo, cuando se utilizó la función de Android "BUSCAR REDES", esta operadora fue exhibida en segundo lugar, por debajo de Movistar Uruguay.

Conclusiones del sitio S2

Una vez analizados los cuatros puntos de la ciudad asignados previamente en función del flujo importante de turistas, se muestra, seguidamente, una tabla y un gráfico comparativo de los valores obtenidos de latencia, descarga y subida.

Sitio	Antel			Movistar			Claro		
	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)
S2.1 Punta Shopping	125,67	6,19	3,31	200,00	3,65	1,14	86,00	1,41	0,63
S2.2 Av Gorlero y La Angostura	159,00	3,85	1,36	229,00	2,78	1,41	129,00	2,11	0,94
S2.3 Avenida Gorlero y Las Focas	159,00	3,85	1,36	229,00	2,78	1,41	129,00	2,11	0,94
S2.4 Avenida Gorlero y Emilio Inzaurraga	159,00	3,85	1,36	229,00	2,78	1,41	129,00	2,11	0,94
Promedio:	**150,67**	**4,43**	**1,85**	**221,75**	**3,00**	**1,34**	**118,25**	**1,93**	**0,86**

Tabla 6. Conclusiones del S2/T2

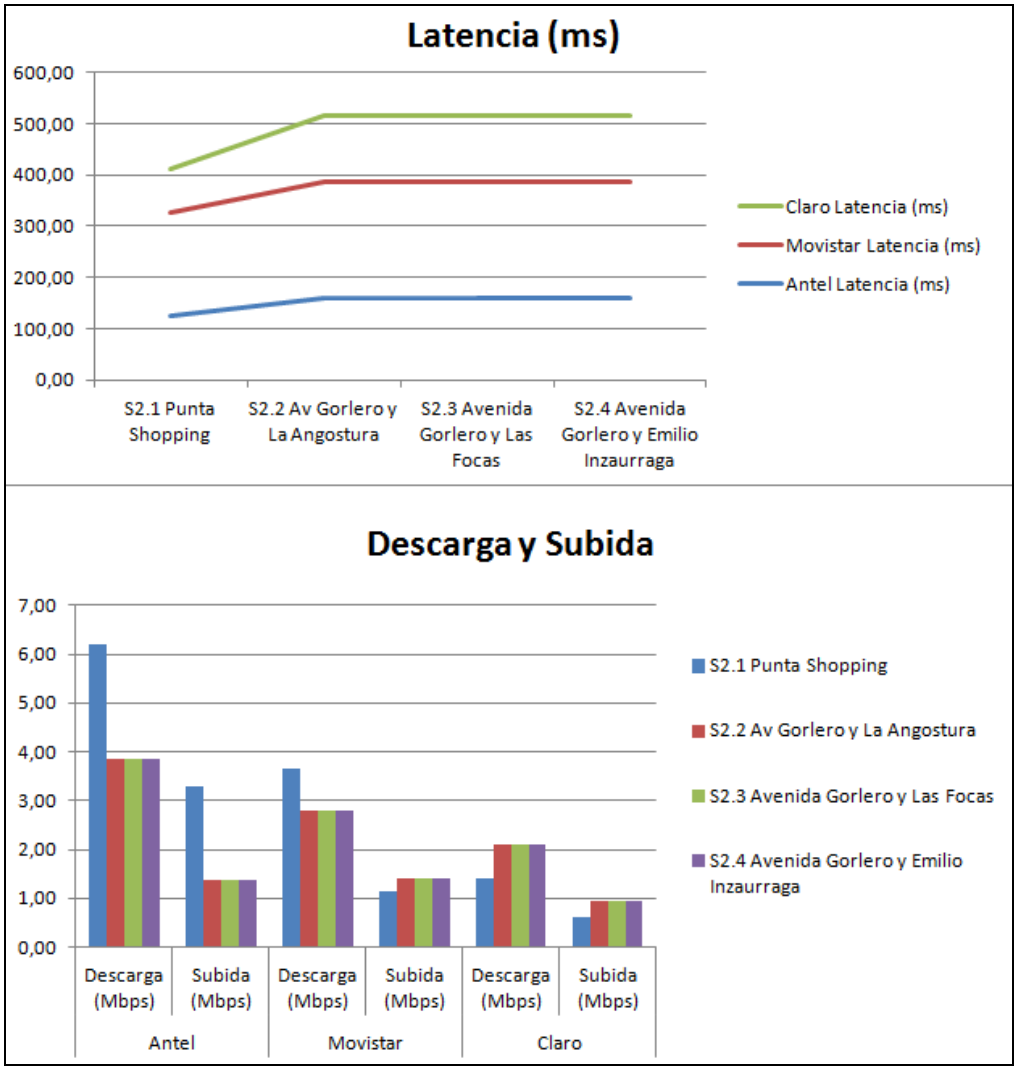


Figura 130. Conclusiones del S2/T2

Conclusiones del Trayecto T5

Analizando la siguiente tabla comparativa de los valores obtenidos en José Ignacio y en cuatro sitios específicos de Punta del Este, se puede afirmar que el servicio de Roaming ofrecido por la red de telefonía móvil uruguaya funciona correctamente. Este hecho se fundamenta con los datos recolectados en diferentes experiencias realizadas con dos Smartphones, donde se exhiben valores por momentos homogéneos pero, al mismo tiempo, heterogéneos de las compañías locales.

Analizando la latencia, la operadora uruguaya ANTEL tiene tiempos de retraso promedio que se encuentran entre los 125,67 ms en S2.1 y 166,60 ms en S1. Si se realiza un comparativo con los restantes operadores, se observa que Movistar Uruguay tiene una latencia promedio que se ubica entre los 194,50 ms en S1 y 229ms en S2.2, S2.3 y S2.4. En términos generales para T5, el promedio de latencia más elevada se encontró con la operadora Movistar Uruguay (216,30 ms), seguida de ANTEL (153,83 ms) y Claro (122,00 ms).

Sitio		Antel			Movistar			Claro		
		Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)	Latencia (ms)	Descarga (Mbps)	Subida (Mbps)
S1: José Ignacio: Faro		166,50	6,22	2,29	194,50	2,62	1,18	137,00	1,48	0,77
S2: Punta Del Este (Departamento de Maldonado)	S2.1: Punta Shopping	125,67	6,19	3,31	200,00	3,65	1,14	86,00	1,41	0,63
	S2.2: Avenida Gorlero y La Angostura	159,00	3,85	1,36	229,00	2,78	1,41	129,00	2,11	0,94
	S2.3: Avenida Gorlero y Las Focas	159,00	3,85	1,36	229,00	2,78	1,41	129,00	2,11	0,94
	S2.4: Avenida Gorlero y Emilio Inzaurraga	159,00	3,85	1,36	229,00	2,78	1,41	129,00	2,11	0,94
Promedio:		**153,83**	**4,79**	**1,94**	**216,30**	**2,92**	**1,31**	**122,00**	**1,84**	**0,84**

Tabla 7. Conclusiones del T5

Con relación a los valores de *descarga*, la operadora ANTEL ofrece la mayor cantidad de Mbps en S1, seguida de S2.1, y muy por debajo, S2.2, S2.3 y S2.4. Respecto a la operadora Movistar Uruguay, se registró la mayor medición en S2.1 y la menor en S1. Finalmente, los mejores valores correspondientes a la compañía Claro se destacaron en el centro de Punta del Este (S2.2, S2.3 y S2.4) y el menor registro en S2.1. Nótese que los valores de *subida* siempre son ligeramente inferiores y heterogéneos respecto a los de descarga.

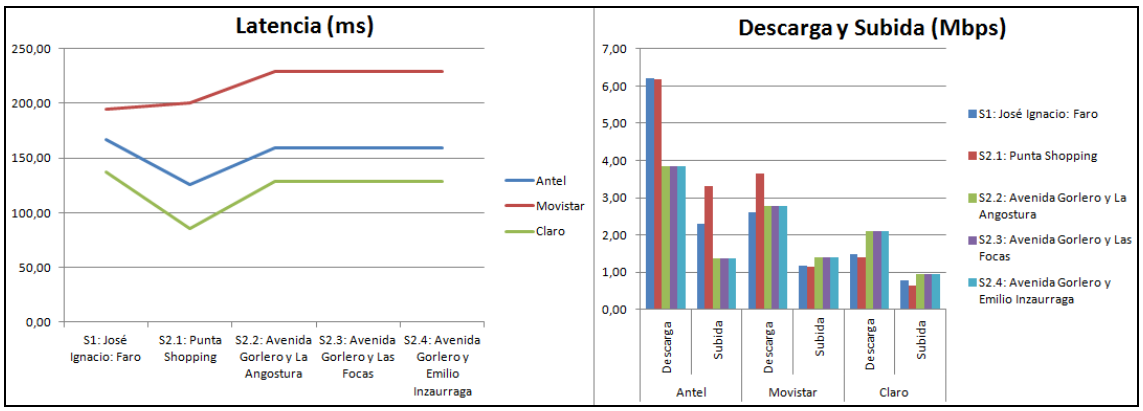


Figura 131. Conclusiones del T5

T6: Barra del Chuy - Fuerte San Miguel - Chuy (Departamento de Rocha)

Datos generales

Fecha de realización: Enero de 2016.

Punto de origen: Barra del Chuy, Departamento de Rocha.

Punto de destino: Chuy, Departamento de Rocha (Frontera con el Brasil: Chuí).

Distancia: 23 km.

Versión de OpenSignal: 3.61 publicada el 20 de diciembre de 2015.

Sitios analizados

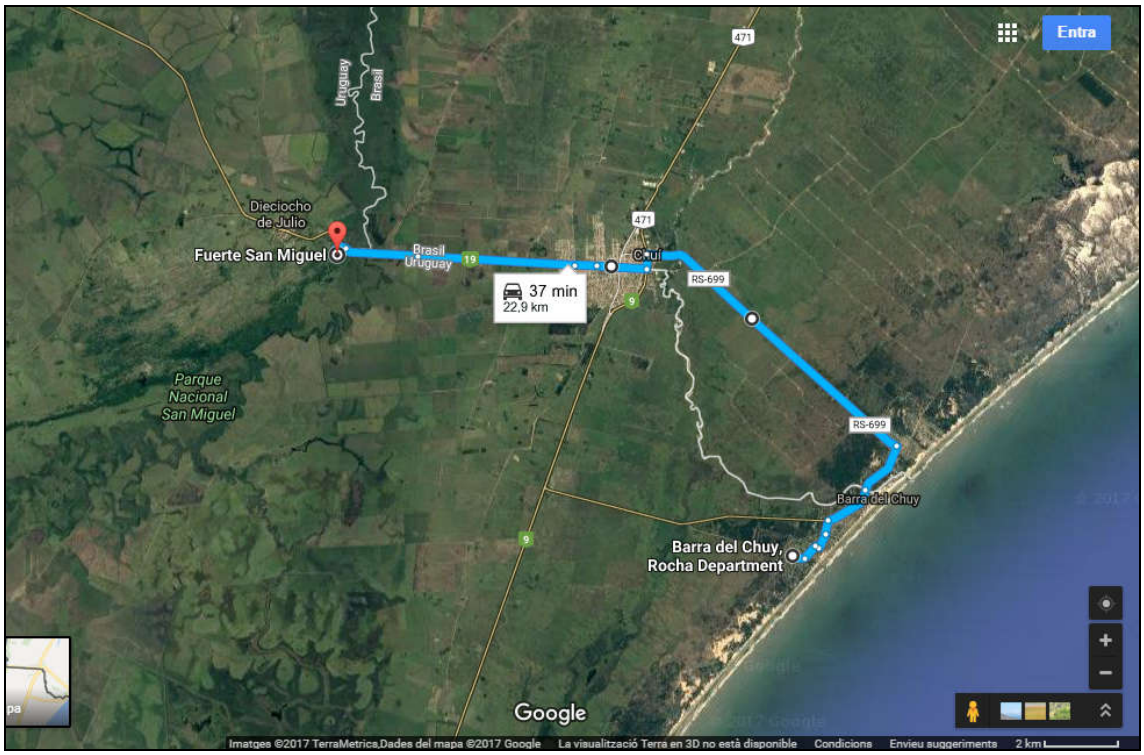


Figura 132. Mapa de Google Maps del Trayecto 5 (T5)

S1: Barra del Chuy (Departamento de Rocha)

En este trayecto se realizaron mediciones el día 14 de enero de 2016. Los resultados obtenidos han sido muy diversos. Para ello, se analizarán, a continuación, los valores obtenidos de forma detallada, a fin de comprender los motivos por los cuales los Smartphones han recolectado un conjunto de datos muy extremos entre sí.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que la calidad de los datos móviles son *MEDIOS* (*Dados OK*). Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, mientras que el tipo detectada es *3G HSPA+*.

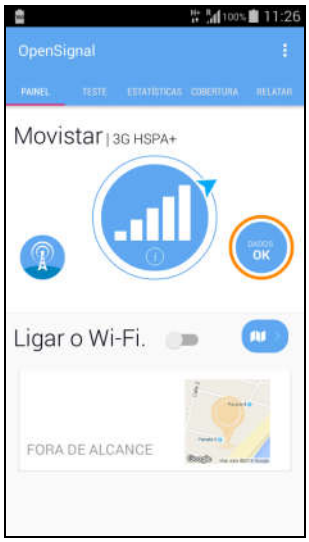


Figura 133. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

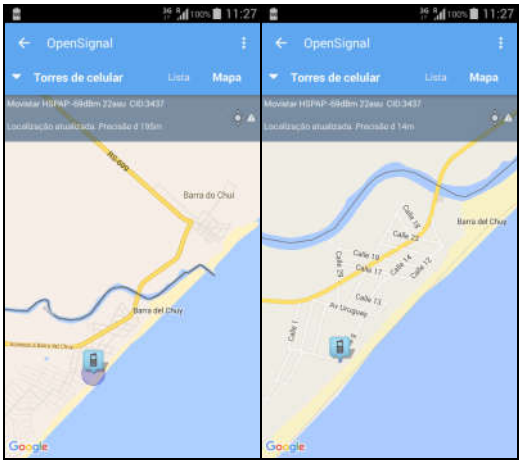


Figura 134. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

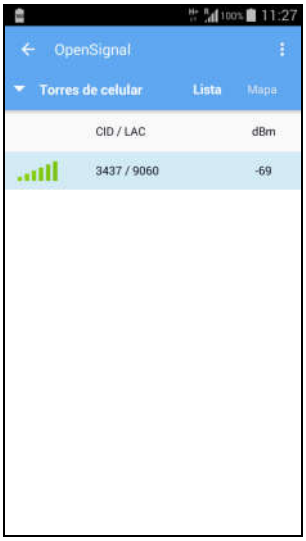


Figura 135. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el anterior listado se puede observar una única antena detectada cuyos valores obtenidos para CID/LAC son 3437/9060. Es importante destacar que al cabo de diez minutos no ha sido posible identificar torres de los operadores brasileños en virtud de la proximidad a la frontera con la vecina localidad de Barra do Chuí, en el estado de Rio Grande do Sul (RS). Por lo tanto, el servicio de Roaming activo en este sitio es ofrecido por la operadora Movistar Uruguay.

Opción "Velocidad" de OpenSignal

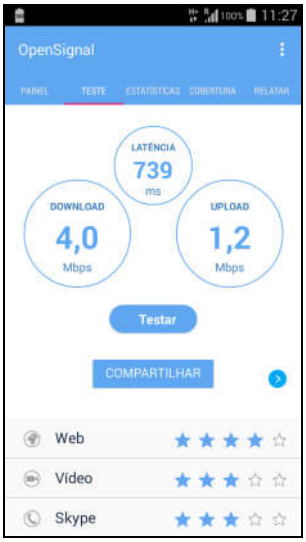


Figura 136. Opción *Velocidad* de OpenSignal

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

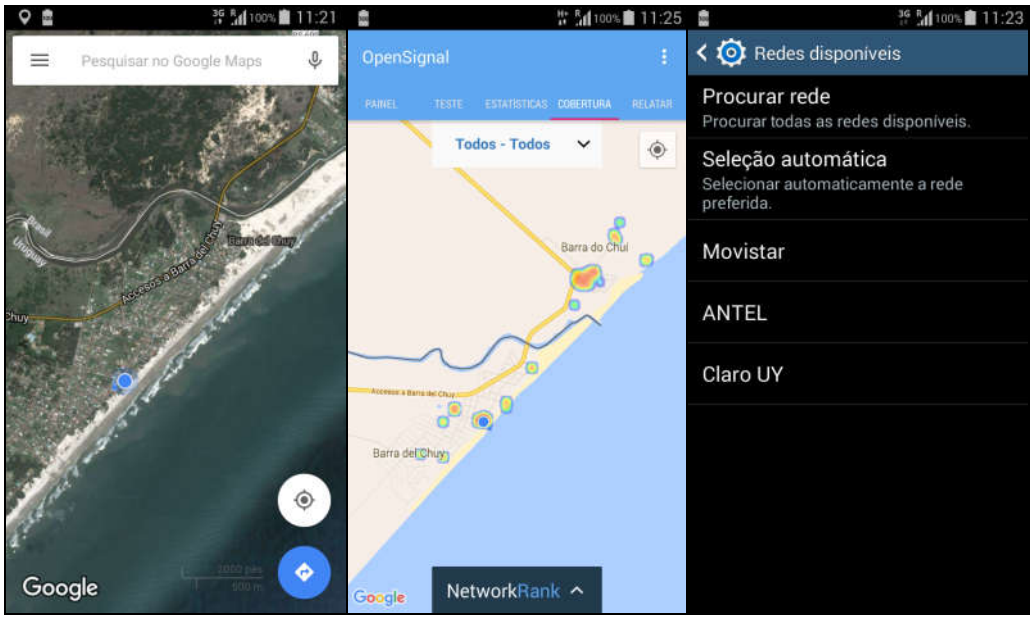


Figura 137. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en el mapa de OpenSignal (centro) se encuentra un círculo azul que indica la posición donde se realizaron las mediciones (Barra del Chuy). En esa zona, el

área de cobertura 3G/4G es MEDIA. Con relación a las redes detectadas con Android, el listado ha sido el mismo durante toda la jornada: Movistar, ANTEL, Claro UY; lista que resulta ser la misma respecto a otros sitios analizados.

Por otra parte, se puede visualizar en la siguiente figura que no ha sido posible detectar ninguna red móvil, ya sea uruguaya o brasileña. Este fenómeno es ciertamente curioso y susceptible de ser estudiado en un futuro próximo, en virtud de que el Roaming es ofrecido por Movistar Uruguay, identificado con la letra R (situada arriba del indicador de potencia de la señal) y debería ser detectada esta operadora por los Smartphones.

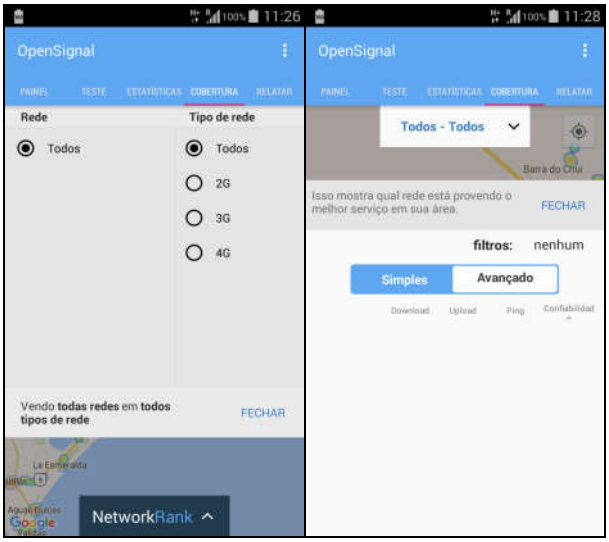


Figura 138. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

S2: Barra do Chuí: Faro (Estado de Rio Grande do Sul - RS - Brasil)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que la calidad de los datos móviles son *MEDIOS* (*Dados OK*). Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming es Movistar.

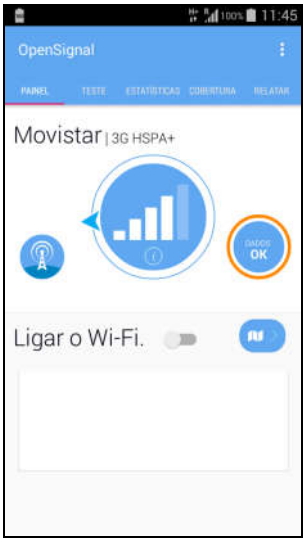


Figura 139. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Se puede observar en la siguiente imagen que la antena que ofrece el servicio de Roaming se encuentra en el Brasil, por lo tanto, el servicio de telefonía móvil ya no es suministrado por las redes del Uruguay como se muestra en la anterior figura.

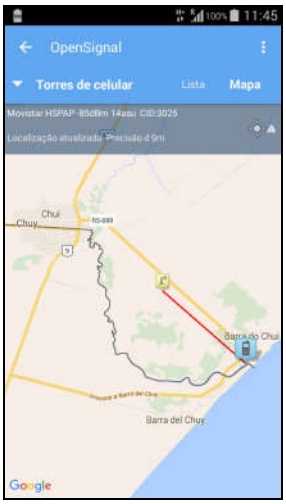


Figura 140. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el siguiente listado (derecha) se puede observar una única antena detectada, al igual que en Barra de Chuy, cuyos valores obtenidos para CID/LAC son 3025/9060. Es importante destacar que al cabo de diez minutos no ha sido posible detectar otras torres de los operadores brasileños o uruguayos, en virtud de la proximidad a la frontera con la vecina localidad uruguaya de Barra del Chuy, en el departamento de Rocha. Por lo tanto, el servicio de Roaming es ofrecido por la compañía VIVO[9], marca comercial de Telefónica en el Brasil y propietaria, a su vez, de Movistar (izquierda). Sin embargo, los Smartphones pudieron conectarse a esta red en S4.

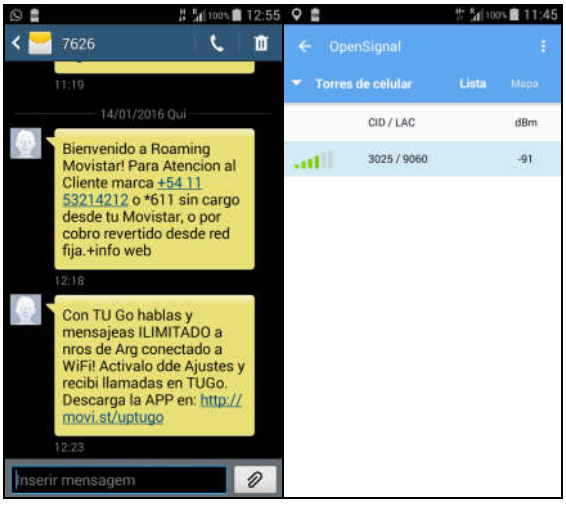


Figura 141. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

[9] Es una operadora brasileña que pertenece a la compañía española de telecomunicaciones *Telefónica*. La marca VIVO se encuentra en todo el Brasil en lugar de MOVISTAR. Más información en http://www.movistar.es/empresas/telefonica-en-el-mundo/

Opción "Velocidad" de OpenSignal

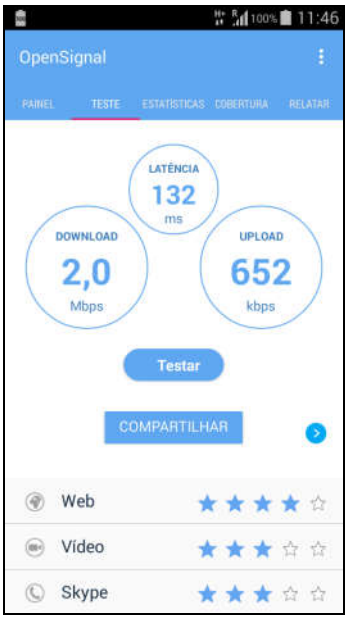


Figura 142. Opción *Velocidad* de OpenSignal

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

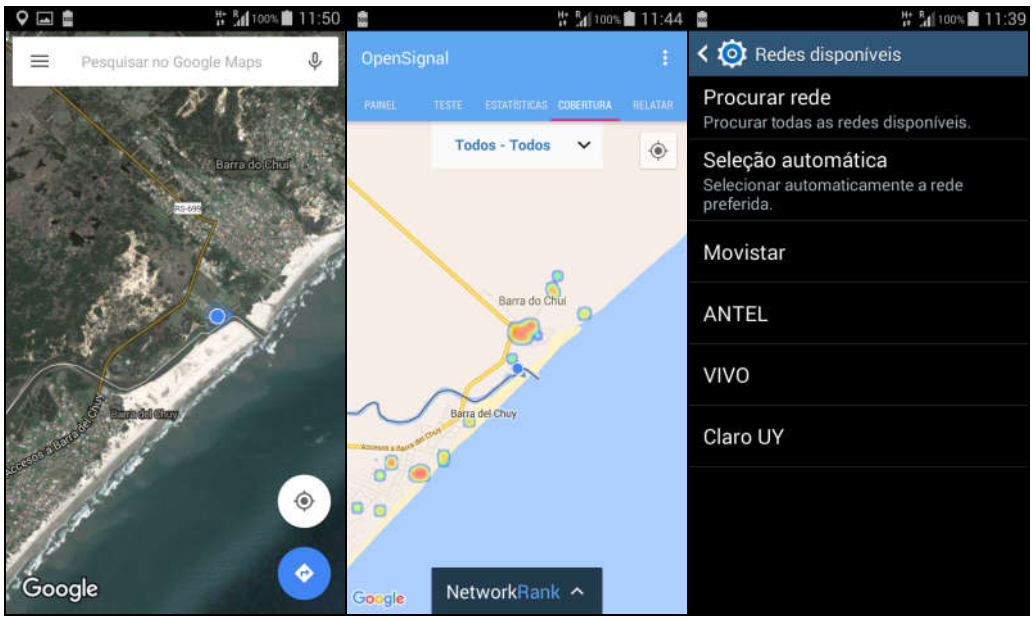


Figura 143. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese en la imagen de la derecha que en este sitio ha sido posible detectar la red móvil brasileña VIVO, y las uruguayas Movistar, ANTEL y Claro.

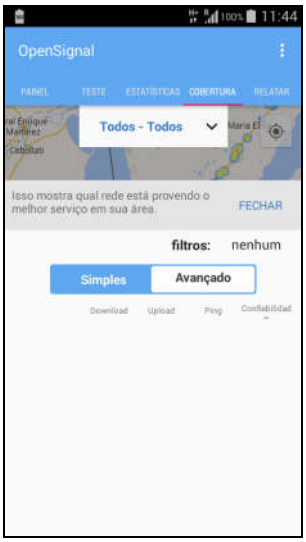


Figura 144. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Sin embargo, a pesar de haber sido detectadas por Android las redes anteriormente mencionadas, con OpenSignal no ha sido posible identificarlas. Esta situación es idéntica a Barra del Chuy (Departamento de Rocha) y, por otra parte, debe ser considerada como objeto de investigaciones futuras.

S3: Barra do Chuí: Centro (Estado de Rio Grande do Sul - RS - Brasil)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que la calidad de los datos móviles son *MEDIOS* (*Dados OK*). Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es VIVO, aunque en la pantalla de los Smartphones se muestre *Movistar*, situación verdaderamente extraña. Además, el tipo de red detectada es *3G HSPA+*, situación idéntica para S1 y S2.

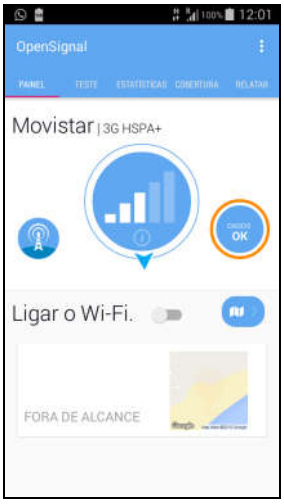


Figura 145. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

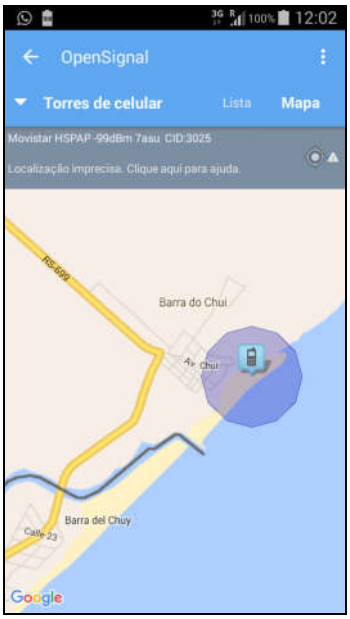


Figura 146. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el siguiente listado se puede observar una única antena detectada correspondiente a la operadora VIVO, al igual que en el anterior sitio (S2) y cuyos valores obtenidos para CID/LAC son 3025/9060. Es importante destacar que al cabo de diez minutos no ha sido posible detectar otras torres de los operadores brasileños o uruguayos, en virtud de la proximidad a la frontera con la vecina localidad uruguaya de Barra del Chuy, en el departamento de Rocha.

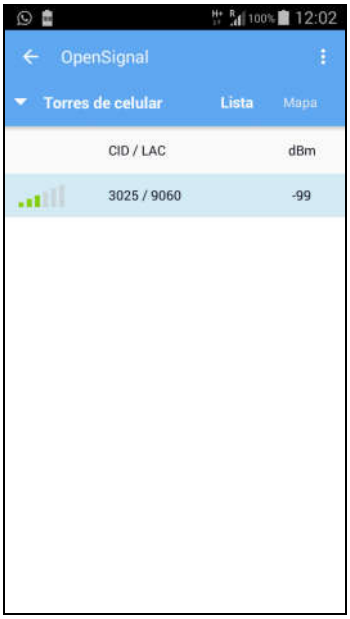


Figura 147. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

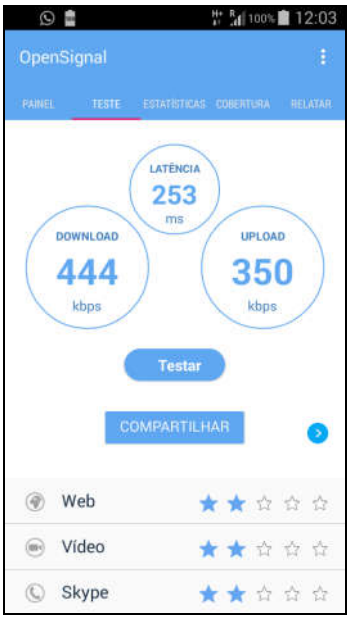


Figura 148. Opción *Velocidad* de OpenSignal

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

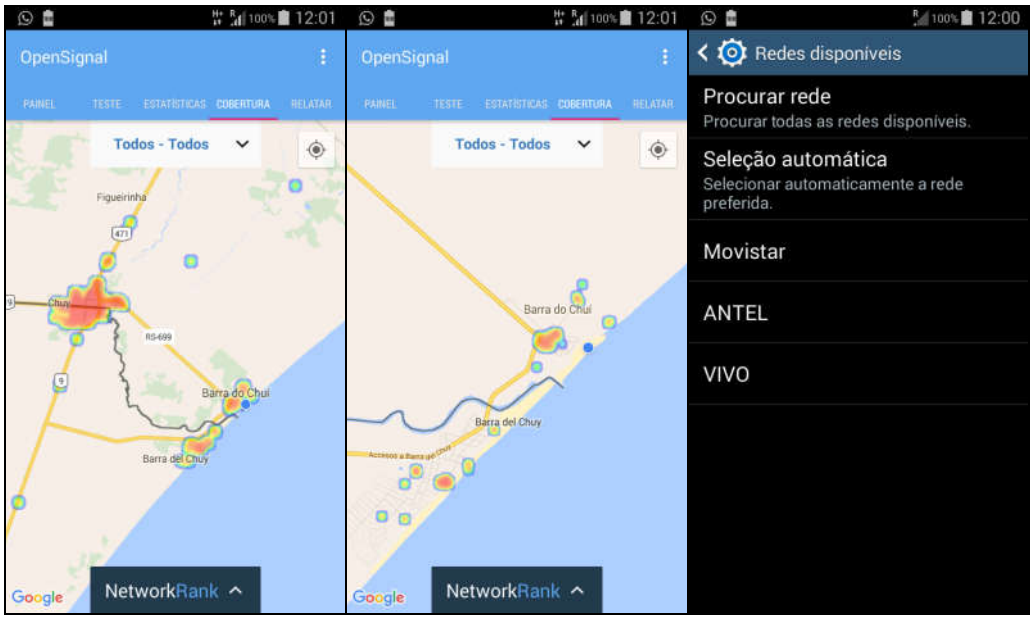


Figura 149. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese en la imagen de la derecha que en este sitio ha sido posible detectar los operadores uruguayos Movistar y ANTEL, y la red móvil brasileña VIVO, aunque ésta se posiciona en tercer lugar de la lista, a pesar de que el Roaming de esta compañía ya se encuentra activo desde del sitio anterior.

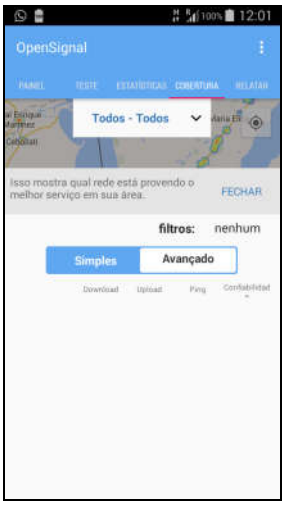


Figura 150. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

La imagen anterior refleja, como en otros casos ya descriptos, que OpenSignal no ha podido identificar las redes que han sido detectadas por Android *(Véase Figura 149)*, situación que también merece ser analizada en un futuro.

S4: Fuerte de San Miguel (Departamento de Rocha)

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que los datos móviles son *REGULARES (Dados RUIM)* a diferencia de los anteriores sitios *(Datos MEDIOS)*. Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming es VIVO, aunque este sitio analizado se encuentra en territorio uruguayo y muy próximo a la frontera con el Brasil, mientras que el tipo de red detectada es *3G HSPA+*, situación idéntica para S1, S2 y S3. En suma, en esta imagen se observa claramente que la operadora brasileña VIVO es la que ofrece el servicio en este lugar.

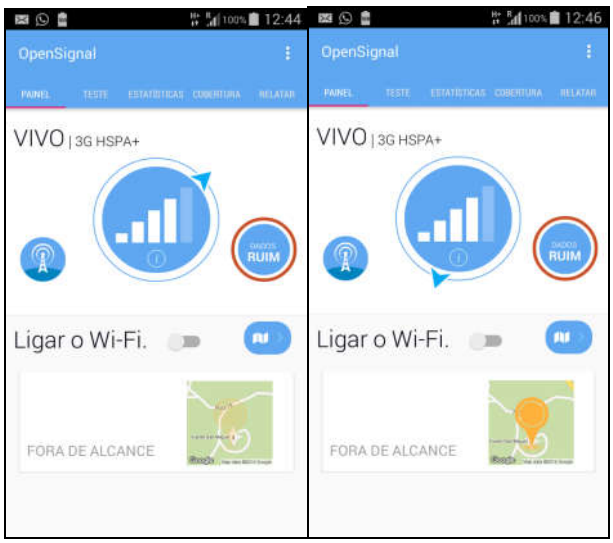


Figura 151. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

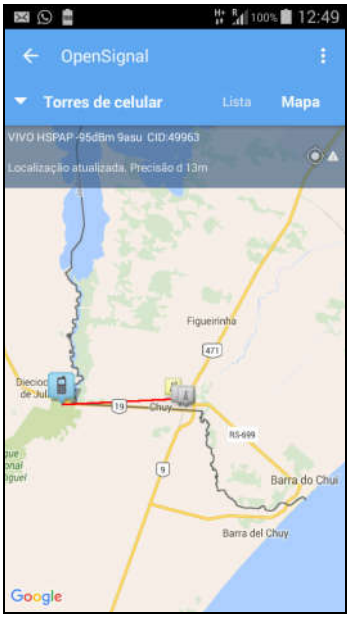


Figura 152. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el siguiente listado se puede observar, a diferencia de los restantes sitios de este trayecto, que han sido detectadas cuatro torres, la principal correspondiente a la operadora VIVO cuyos valores obtenidos para CID/LAC son 49963/42853. Es importante destacar que al cabo de diez minutos los valores no han cambiado. Cabe destacar que las localidades más próximas a este sitio son *18 de Julio* y *Chuy*, en el departamento de Rocha, y *Chuí* en el estado brasileño de Rio Grande do Sul (RS).

Figura 153. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

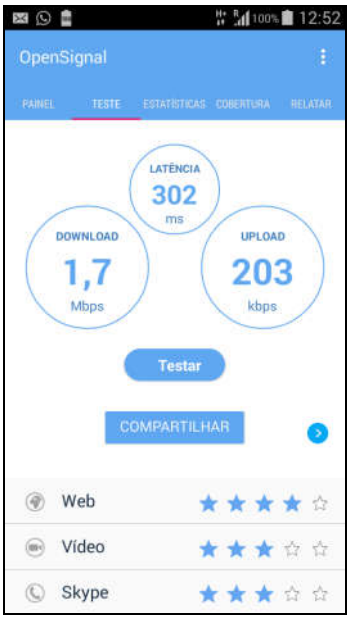


Figura 154. Opción *Velocidad* de OpenSignal

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

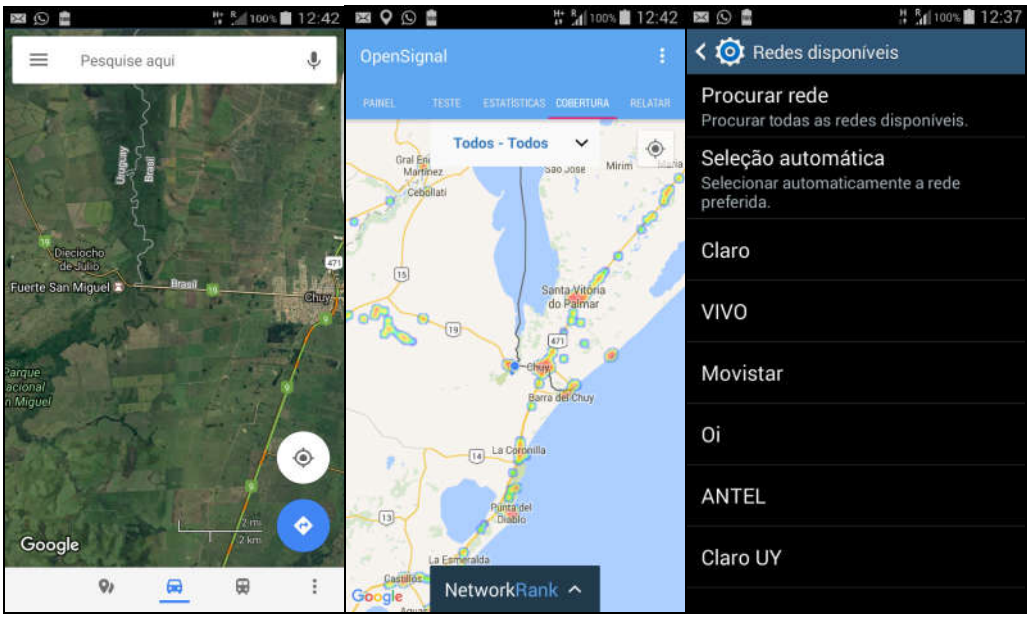


Figura 155. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese en la imagen de la derecha que ha sido posible detectar todas las redes que operan en este sitio: *Claro*, *VIVO* y *Oi* del Brasil, y *Movistar*, *ANTEL* y *Claro UY*, del Uruguay.

Figura 156. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Es importante destacar que la imagen anterior fue capturada con el software de monitoreo de redes OpenSignal, y que resulta idéntica a la de otros sitios ya analizados, a pesar de que Android ha detectado todas las redes móviles disponibles en la región.

S5: Chuy (Rocha - Uruguay) - Chuí (Rio Grande do Sul - RS - Brasil): Centro

Opción "Resumen" de OpenSignal

Durante el recorrido comprendido entre el Fuerte San Miguel y la ciudad de Chuy por Ruta 19, los Smartphones detectaron diferentes operadores que ofrecen el servicio de Roaming, por ejemplo: VIVO y TIM (Brasil) y Movistar (Uruguay). En el centro de esta ciudad fronteriza, los dispositivos móviles cambian permanentemente de operadora por defecto, observándose dificultades para determinar el tipo de red, en este caso: TIM|?, mientras que los datos móviles son REGULARES *(Dados RUIM)*.

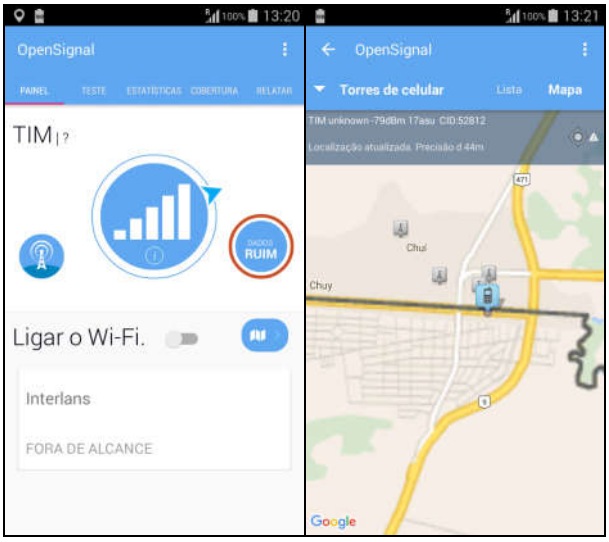


Figura 157. Opción *Resumen* de OpenSignal

Al cabo de tres minutos, los datos móviles fueron detectados aunque MUY DÉBILES *(Dados MUITO RUIM)*.

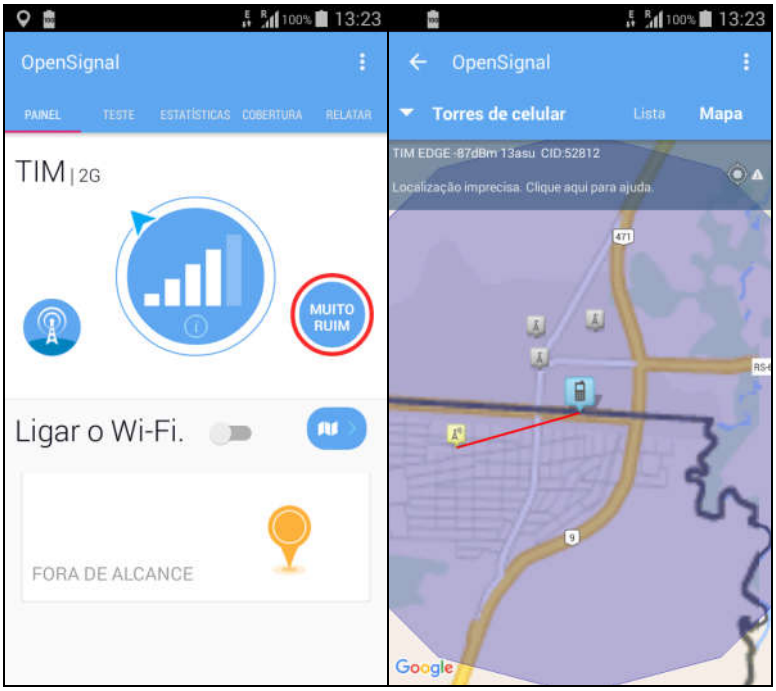


Figura 158. Opción Resumen de OpenSignal

Finalmente, luego de transcurrir más de dos horas, ha sido posible detectar la red *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay.

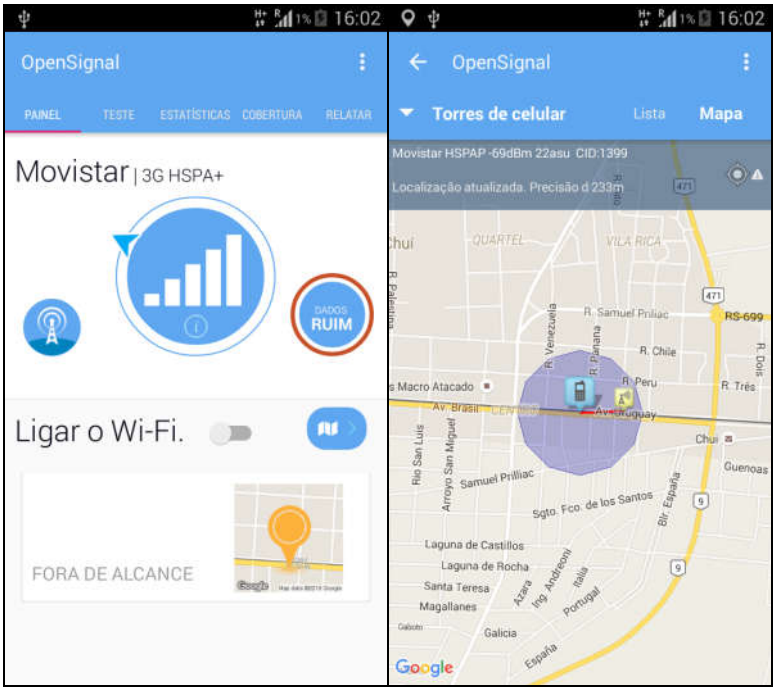


Figura 159. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

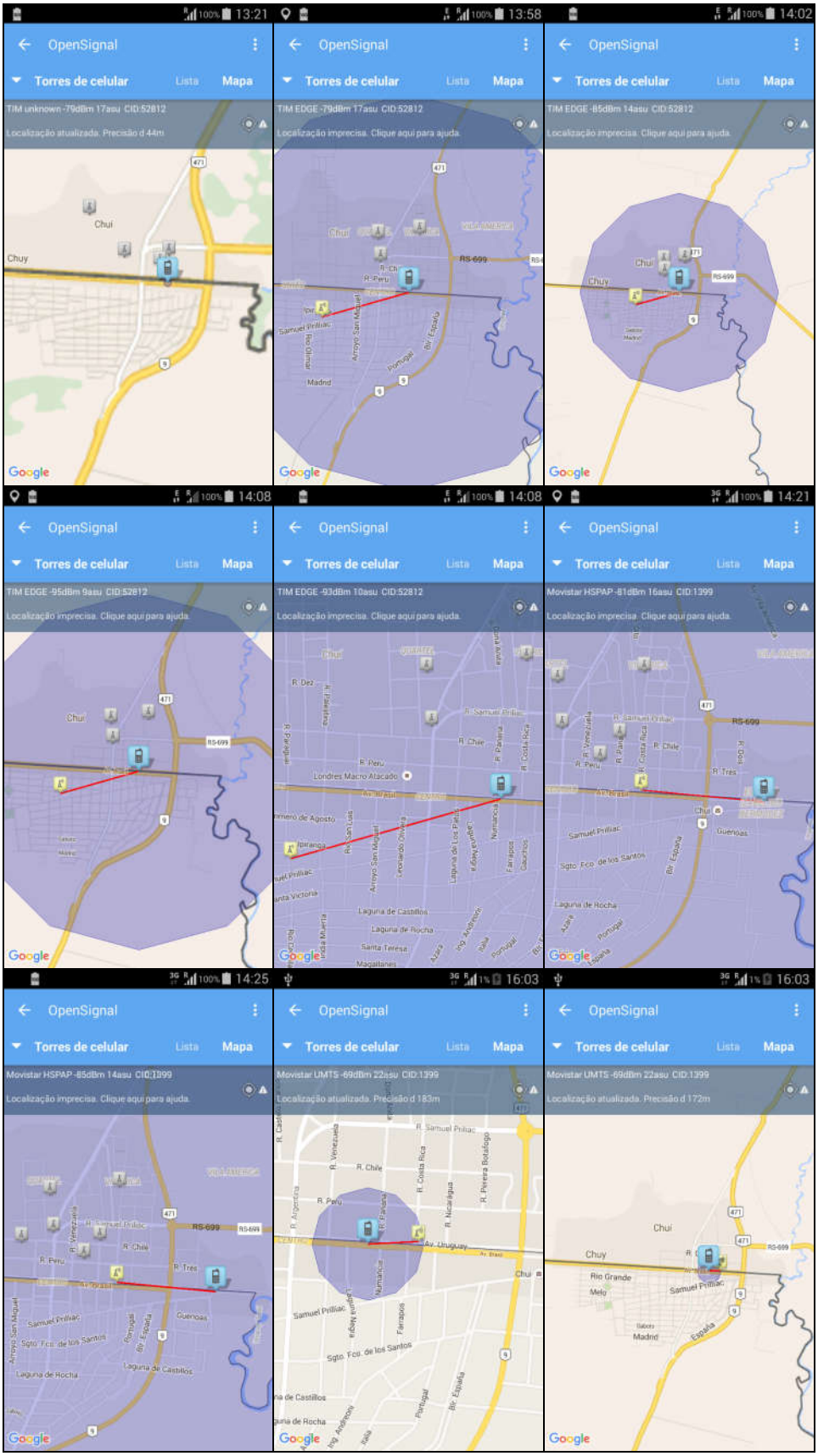


Figura 160. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Nótese que las imágenes capturadas a las 13:21 hs., 13:58 hs., 14:02 hs. y 14:08 hs. tienen la misma torre de servicio Roaming correspondiente a la operadora brasileña TIM con un CID de 52812. Sin embargo, resulta llamativo que la posición de la antena, indicada en color amarillo, se encuentra en territorio uruguayo, es decir, al sur de la Avenida Internacional Brasil/Uruguay.

Por otra parte, esta situación se presentó a la inversa en las restantes imágenes con cobertura de Movistar Uruguay, CID 1399 y cuya torre se encuentra en territorio brasileño, es decir, al norte de la mencionada avenida, un hecho aparentemente contradictorio que merece un estudio futuro.

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el siguiente listado se puede observar la continua oscilación de las torres durante dos horas y media de mediciones. La antena principal se encuentra indicada con color verde claro y las alternativas en gris.

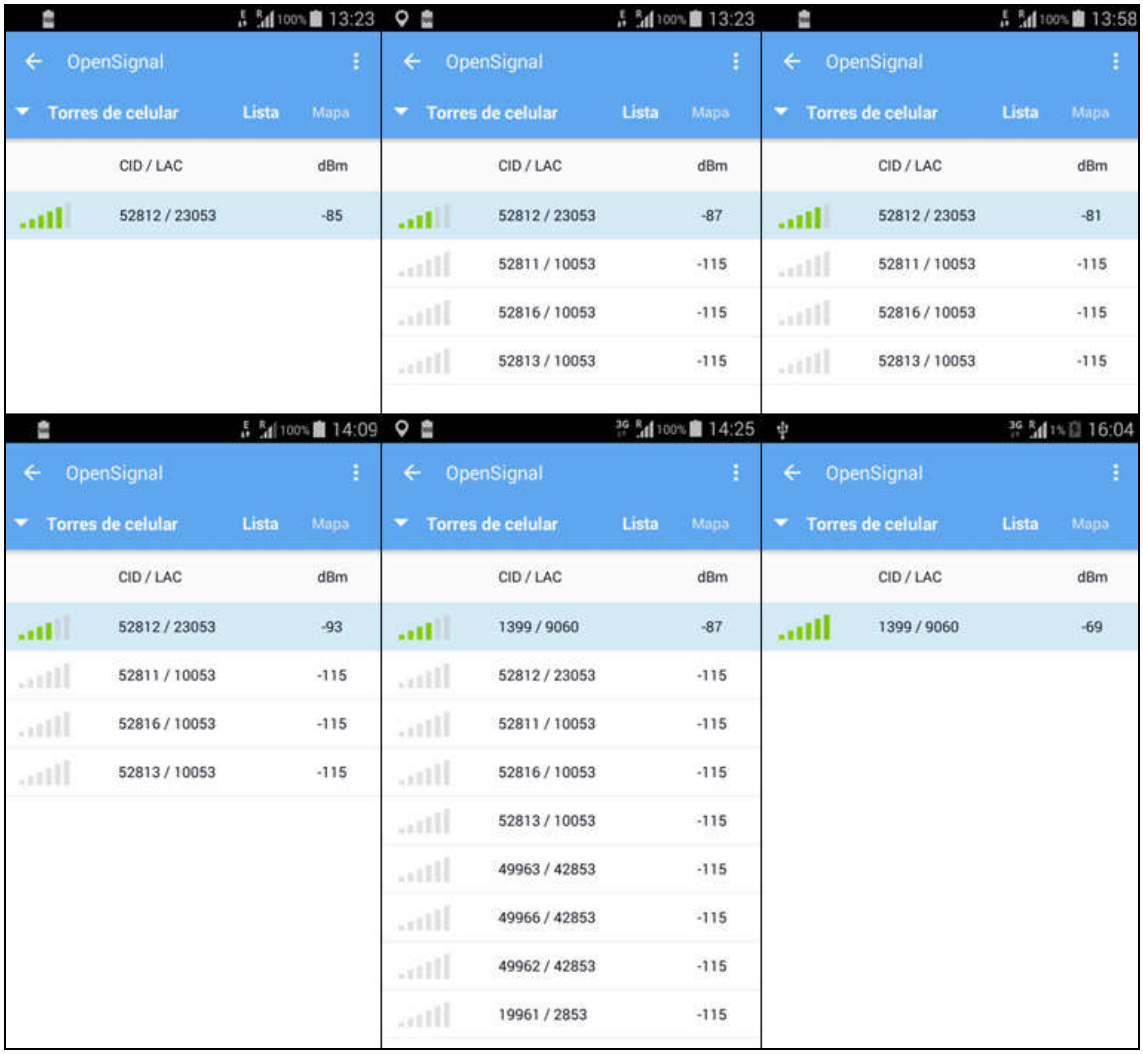


Figura 161. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

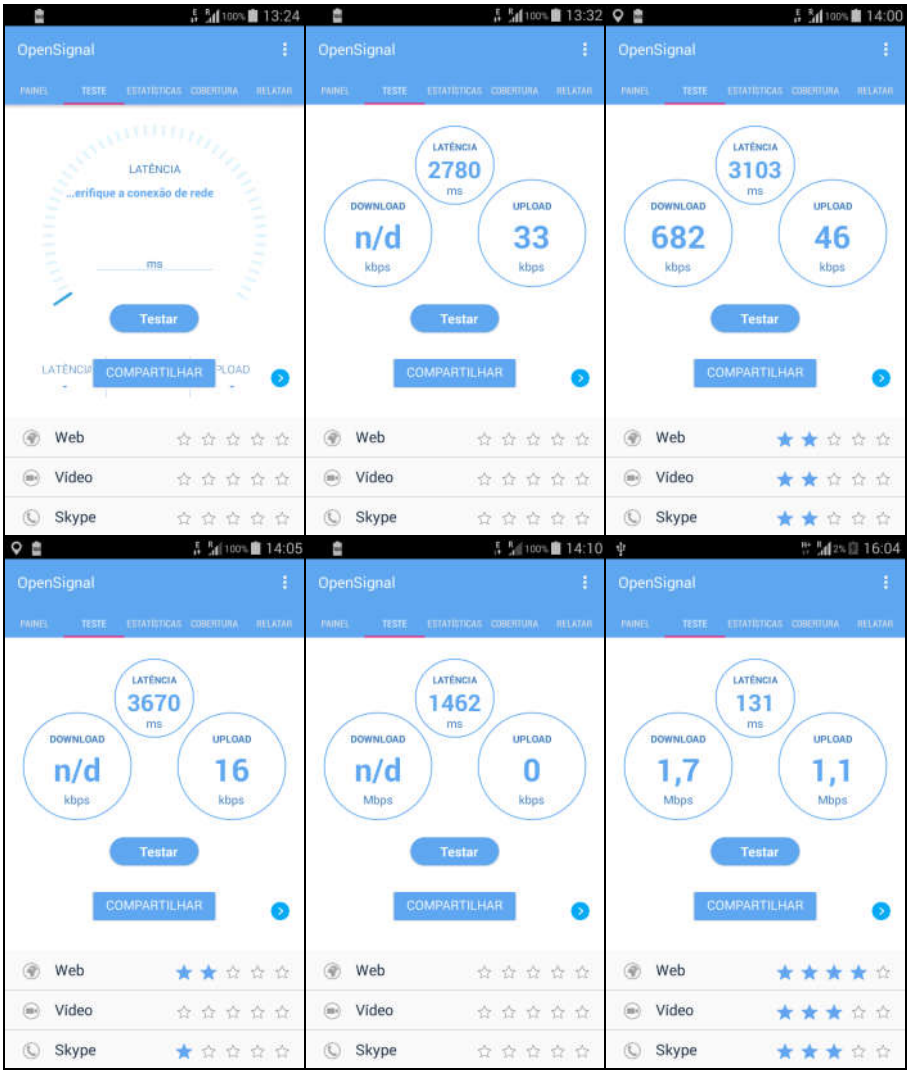


Figura 162. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior que permite observar un comportamiento muy irregular de la latencia, con valores de retraso que superan los 3000 ms, y destacándose problemas de conectividad a las 13:24 hs. Respecto a la descarga y subida, se han obtenido datos muy inferiores a la media exhibida en relación a los restantes trayectos; ambas categorías presentan un incremento significativo a las 14:00 hs. y 16:04 hs., en virtud de las anteriores mediciones que no superan un Mbps.

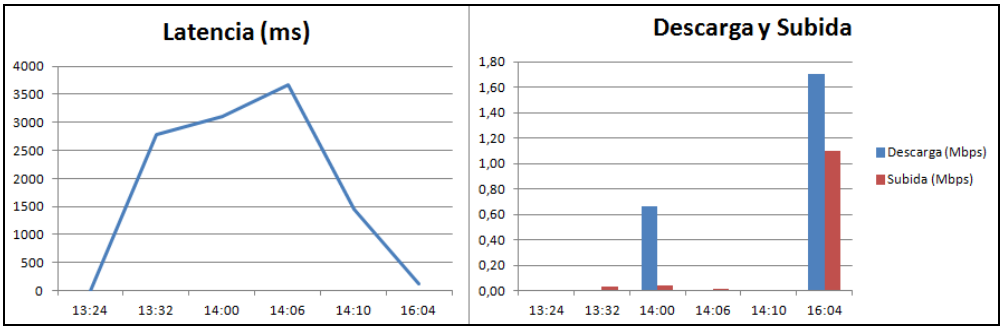


Figura 163. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

Se puede observar, a continuación, mapas de cobertura móvil y satelitales de la ciudad fronteriza de Chuy y de localidades vecinas. El área en color rojo indica la presencia de alta calidad de señal, mientras los colores tenues se caracterizan por zonas de baja cobertura o nula.

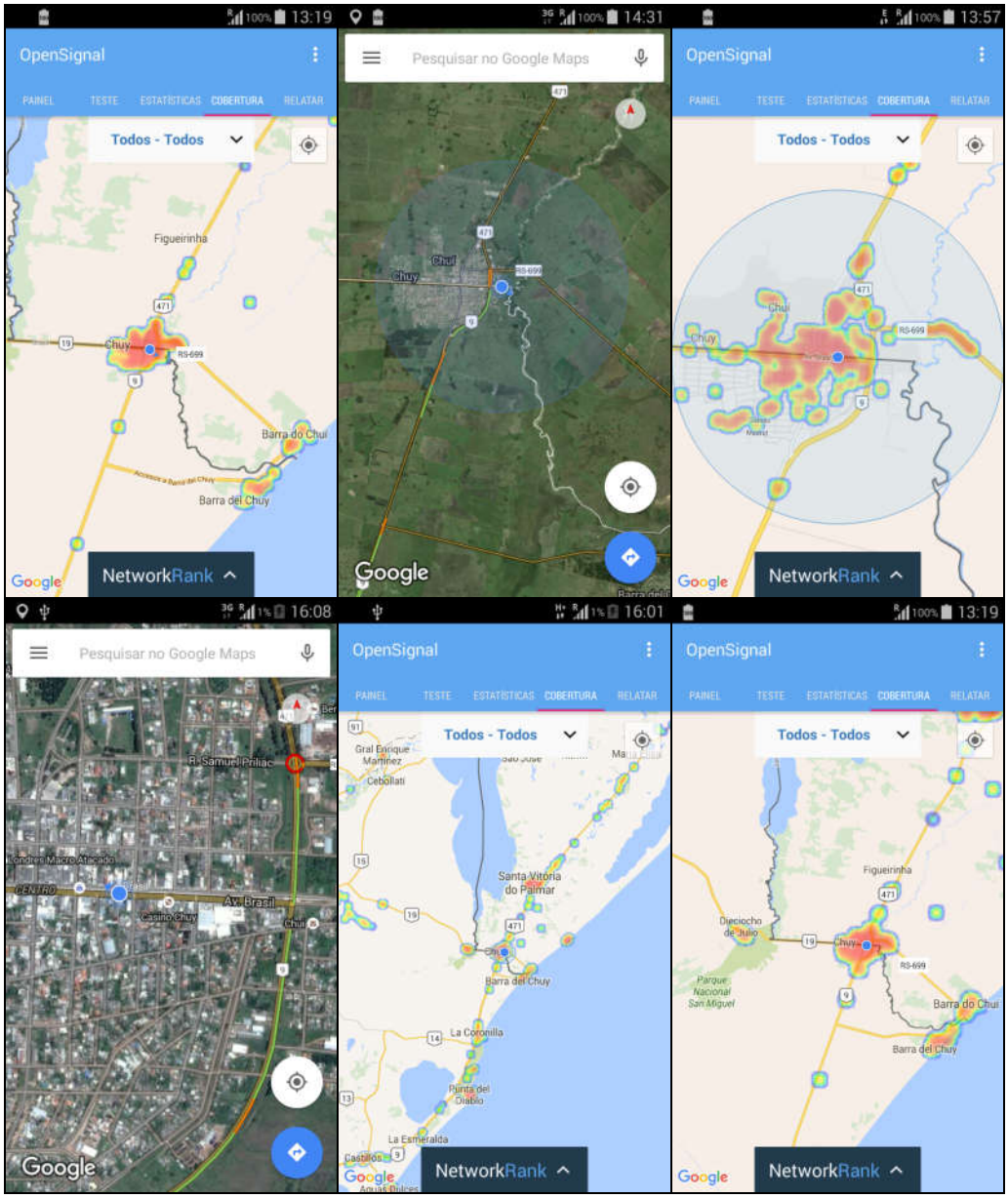


Figura 164. Opción *Cobertura* de OpenSignal

Con relación a las redes detectadas con la función BUSCAR REDES del sistema operativo Android se han encontrado los siguientes operadores móviles en diferentes momentos del día: 13:18 hs., 13:55 hs. y 16:01 hs. Nótese que en la primera y segunda medición la red principal es TIM del Brasil, mientras que en la restante, es Movistar del Uruguay. Estos operadores por defecto coinciden con las figuras que se encuentran bajo el epígrafe *Opción "Resumen" de OpenSignal*.

Figura 165. Redes detectadas con Android

En la figura anterior se exhiben todos los operadores móviles disponibles en la región, dispuestos en diferentes ubicaciones en virtud del nivel de intensidad detectado en ese momento de cada red, posiblemente. Por lo tanto, es importante señalar esta situación como un caso de futura investigación a fin de poder comprenderla correctamente.

En suma las compañías uruguayas que han sido encontradas son ANTEL, Movistar y Claro UY, mientras que las brasileñas son VIVO, TIM, OI y Claro.

Por otra parte, la siguiente figura permite observar que OpenSignal no ha podido detectar redes de telefonía celular con la opción *Cobertura*. Esta condición es idéntica a los restantes sitios del presente trayecto.

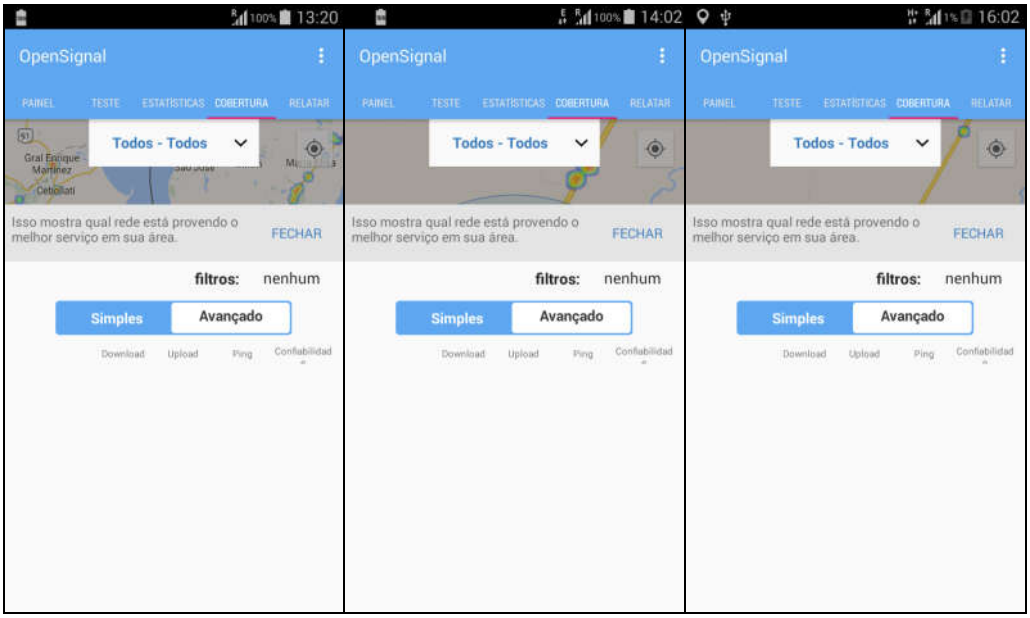


Figura 166. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Conclusiones del Trayecto 6

La tabla siguiente exhibe los valores promedio de latencia, descarga y subida para los operadores Movistar (Uruguay) y VIVO (Brasil). Respecto a la operadora uruguaya ANTEL, no ha sido posible recolectar datos en este trayecto, situación extraña en función de los valores obtenidos hasta el momento. Por lo tanto, esta situación amerita ser estudiada en un futuro.

Por otra parte, los valores de latencia para la operadora brasileña VIVO son considerados muy bajos o nulos en el inicio de las mediciones, mientras que muy altos hacia el final de la jornada. Debido a esto, la velocidad para registrar el trayecto ha sido, en general, muy lento. Como se puede observar en el gráfico, la latencia pasa de ser nula-baja a alta entre los sitios S4 y S5, no así para Movistar Uruguay, cuya latencia permaneció en valores aceptables.

Sitio	Antel			Movistar			Vivo		
	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida
S1: Barra del Chuy (Rocha - Uruguay)	S/D	S/D	S/D	739,00	4,00	1,20	0,00	0,00	0,00
S2: Barra do Chuí: Faro (RS - Brasil)	S/D	S/D	S/D	132,00	2,00	0,64	0,00	0,00	0,00
S3: Barra do Chuí: Centro (RS - Brasil)	S/D	S/D	S/D	253,00	0,43	0,34	0,00	0,00	0,00
S4: Fuerte de San Miguel (Rocha - Uruguay)	S/D	S/D	S/D	0,00	0,00	0,00	302,00	1,70	0,20
S5: Chuy (Rocha - Uruguay) - Chuí (RS - Brasil): Centro	S/D	S/D	S/D	131,00	1,70	1,10	2203,00	0,13	0,02
Promedio:	**S/D**	**S/D**	**S/D**	**251,00**	**1,63**	**0,66**	**501,00**	**0,37**	**0,04**

Tabla 8. Conclusiones del T6

Por otra parte, cabe destacar que resulta muy llamativa la imposibilidad de recolección de datos de latencia, descarga y subida para la operadora uruguaya ANTEL. Por lo tanto, esta situación extraña debe ser considerada de alta relevancia para realizar un estudio futuro a corto plazo dado que esta red es considerada la segunda más importante del mundo (ANTEL, 2016; OpenSignal y Cromo (2015).

Con relación a los registros de *descarga*, se observan valores medios muy diferentes entre los operadores Movistar Uruguay y VIVO del Brasil; 1,63 Mbps en el primer caso, y 0,37 Mbps en el otro. Realizando un análisis más detallado de cada red de forma individual, se puede advertir, en el siguiente gráfico, que en S1 la operadora Movistar registra 4 Mbps, mientras que para VIVO, no se ha podido obtener ningún valor.

Respecto a la *subida*, la situación es ligeramente inferior a la *descarga* dado que las mediciones promedio para Movistar es de 0,66 Mbps y para VIVO de 0,04 Mbps, un valor muy bajo. Si se compara cada red, se observa que el mejor valor registrado para Movistar se encontró en S1 (1,2 Mbps) mientras que para VIVO, en S4 (0,20 Mbps). Sin embargo, nótese que en relación a los tres primeros sitios analizados, la operadora brasileña no ha registrado ningún valor durante toda la jornada de mediciones.

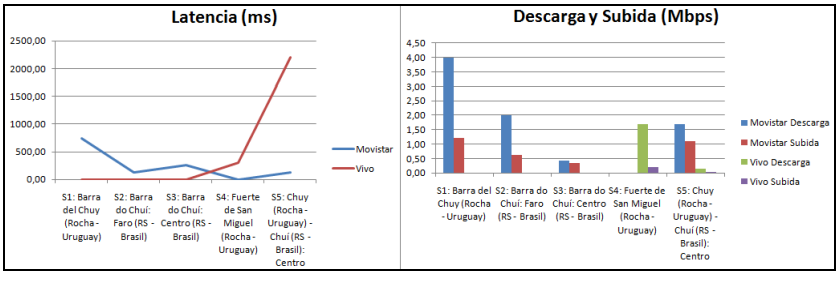


Figura 167. Conclusiones del T6

T7: Buenos Aires (Argentina) - Colonia del Sacramento (Colonia)

Datos generales

Fecha de realización: 12 de julio de 2016.

Punto de origen: Buenos Aires, Argentina.

Punto de destino: Colonia del Sacramento, Departamento de Colonia, Uruguay.

Distancia: 45 km.

Versión de OpenSignal: 4.10 (Junio de 2016).

Sitios analizados

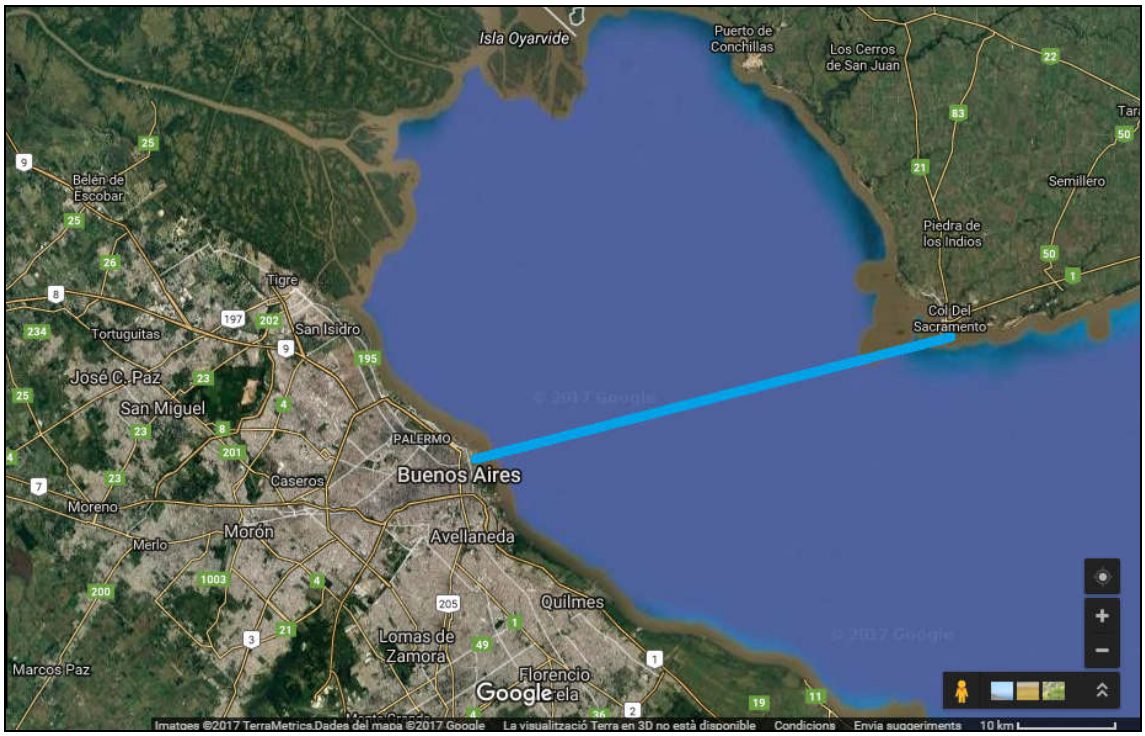


Figura 168. Mapa de Google Maps del Trayecto 7 (T7)

Nota introductoria

En este libro se encuentran detallados, únicamente, los sitios analizados en la ciudad de Colonia del Sacramento. El trayecto fluvial desde Buenos Aires ha sido publicado recientemente en la sexta edición de la revista REABTIC, bajo el nombre de *Cobertura de redes 4G no Rio de la Plata: Testes realizados na travessia Argentina - Uruguai* (González Capdevila, 2016).

La versión utilizada en el momento de realizadas las mediciones se encontraba configurada en lengua catalana y, por lo tanto, se realizarán las traducciones necesarias para una adecuada comprensión.

Por otra parte, en la siguiente figura se observa un mapa satelital de Colonia del Sacramento y alrededores, seguido de un mapa de cobertura 4G en el Río de la Plata, específicamente de la travesía Buenos Aires - Colonia. Además, se exhibe un mapa de la cobertura móvil en el Uruguay y otro de la cobertura a nivel regional (Mercosur).

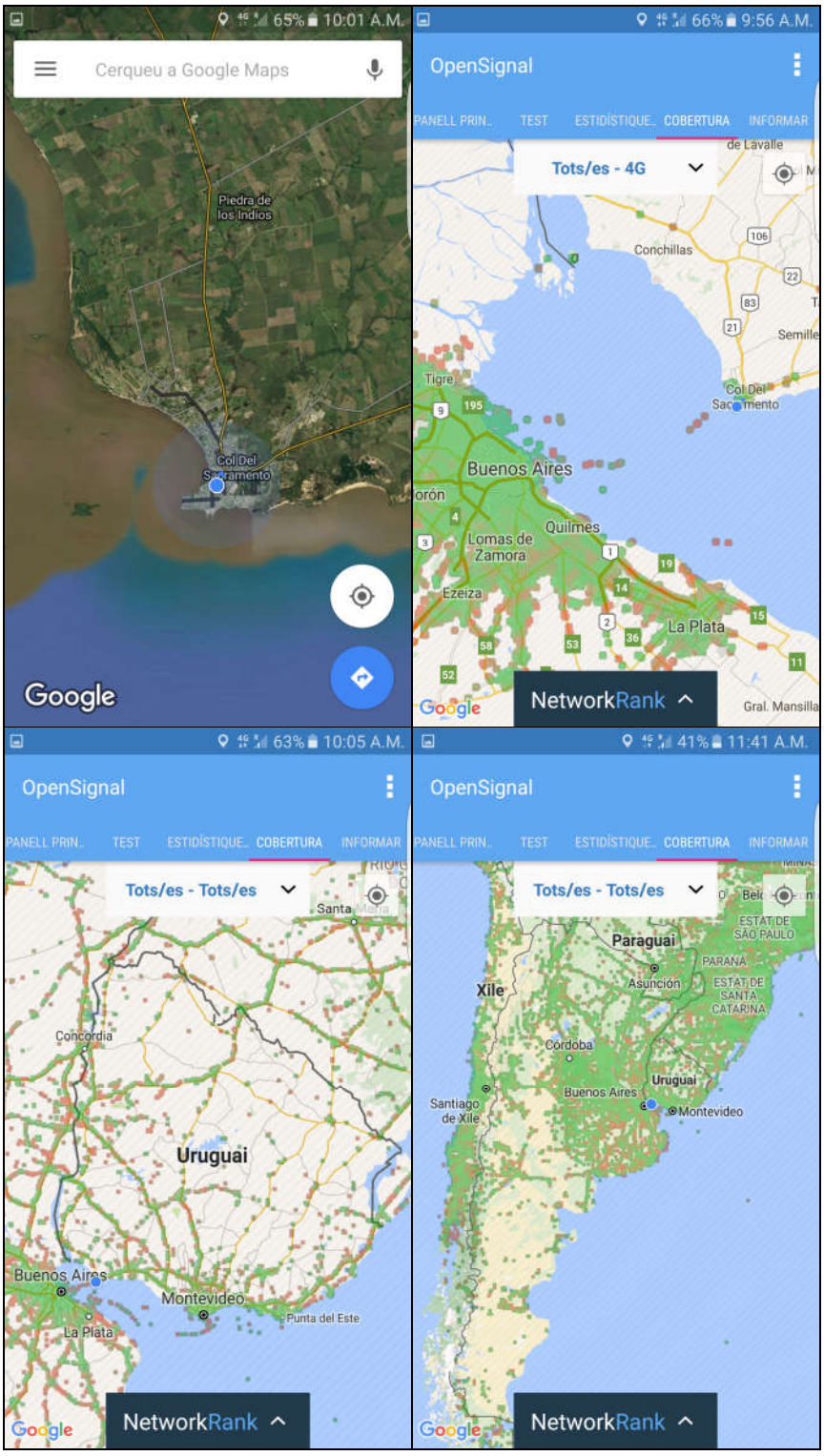


Figura 169. Mapa satelital de Colonia y cobertura móvil en el Uruguay

S1: Terminal Fluvial

En este sitio se realizaron mediciones entre las 09:54 AM y las 10:16 AM. Las condiciones climatológicas eran óptimas: Cielo despejado, escaso viento y una temperatura promedio de 12 grados centígrados.

Opción "Resumen" de OpenSignal[10]

En la siguiente figura se puede observar que los datos móviles funcionan correctamente, evolucionando desde *Datos MUY BUENOS (Dades BONA)* a las 9:54 AM, hasta llegar a *Datos EXCELENTES (Dades GENIAL)*, luego de doce minutos. Por otra parte, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, y el tipo de red es *4G* en ambas mediciones. Nótese que el servicio de Itinerancia o Roaming se encuentra activado y, por lo tanto, se exhibe en la pantalla una letra "R" ubicada en la parte superior del indicador de potencia de señal.

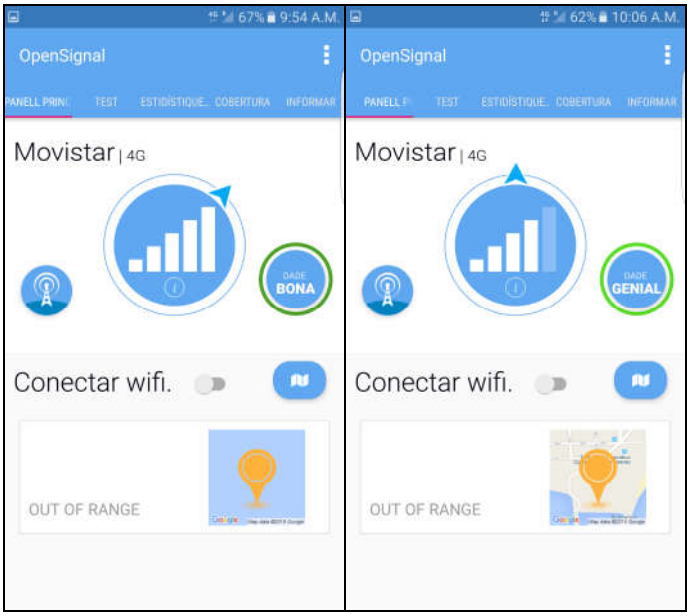


Figura 170. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Las siguientes imágenes muestran que la antena principal tiene un CI/TAC/PCI de 3356932/7060/71 y es la misma torre que los Smartphones han detectado al cabo de varias jornadas de mediciones como puede apreciarse en la lista que se mostrará más adelante.

[10] La opción "Resumen" de OpenSignal tiene su equivalente en catalán: "Panell Principal".

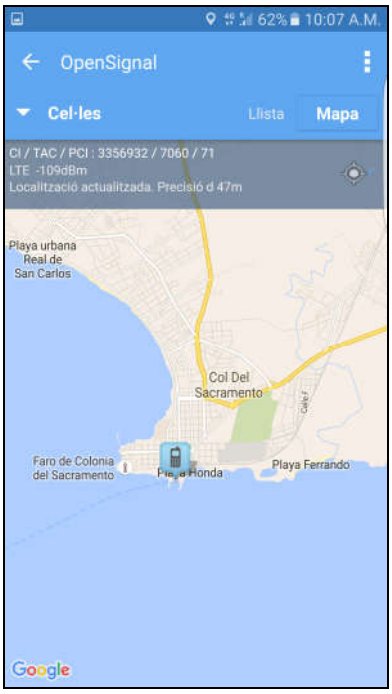


Figura 171. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el listado de la izquierda se observan las características CI/TAC/PCI de la antena principal citadas en la opción *Resumen*, mientras que el listado de la derecha detecta, además, una antena *Unknown (Desconocida)*.

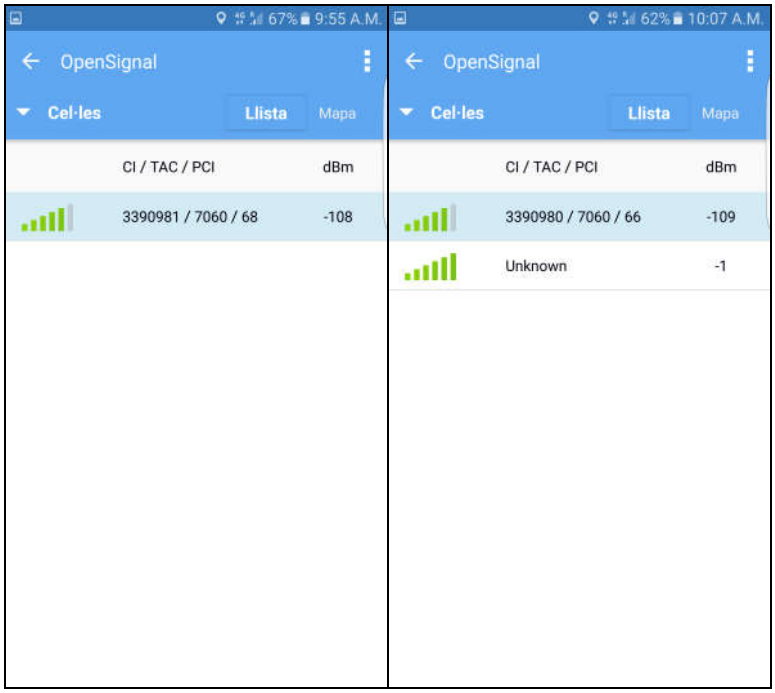


Figura 172. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

A continuación, se muestran valores recolectados de latencia, descarga y subida para este sitio, al cabo de trece minutos.

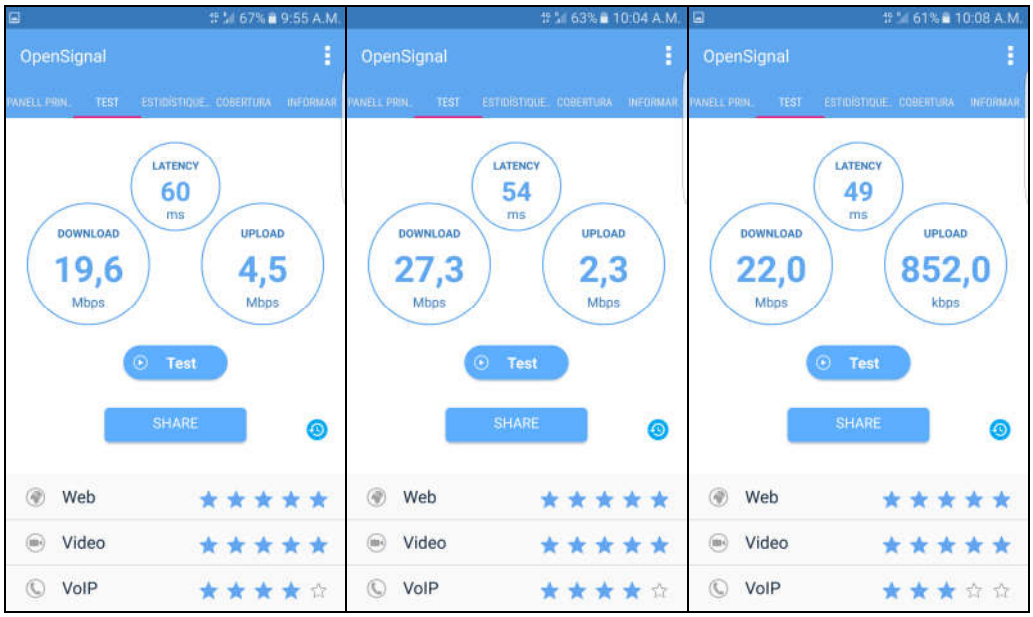


Figura 173. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la imagen anterior que permite observar un decrecimiento de la latencia durante esta jornada de mediciones. Respecto a la descarga y subida se han obtenido datos muy superiores a la media exhibida hasta el momento en los restantes trayectos. La descarga presenta un incremento significativo a las 10:04 AM y una pequeña disminución luego de cuatro minutos. Es importante destacar que los valores de subida registrados a las 10:08 AM fueron de 852 Kbps, es decir, 0,83 Mbps, una cifra inferior respecto a las dos mediciones anteriores.

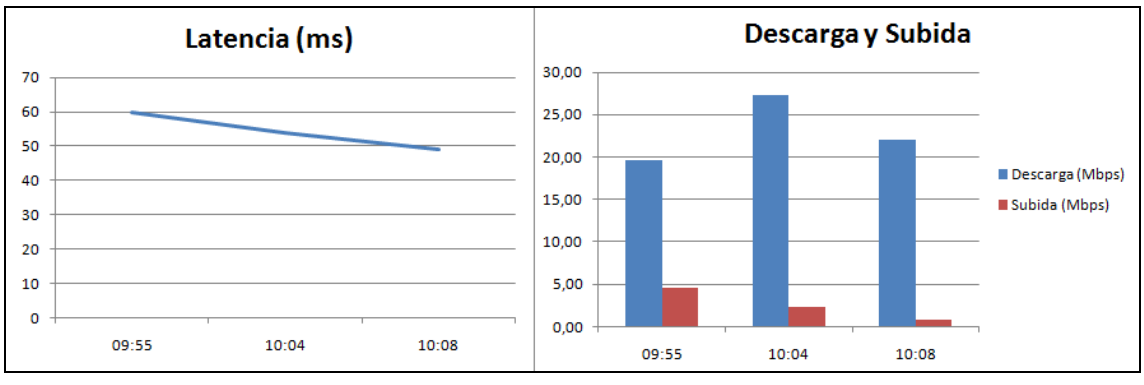


Figura 174. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

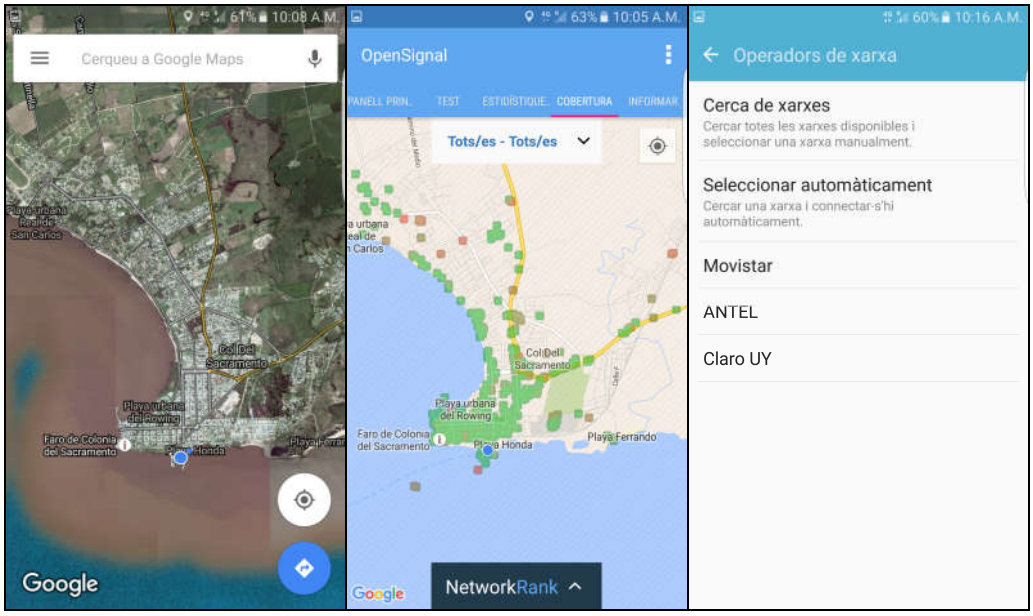


Figura 175. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en el mapa de OpenSignal se encuentra un círculo azul que indica la posición exacta donde se realizaron las mediciones. En esa zona, el área de cobertura 4G es ALTA, denotada con un color verde.

Con relación a las redes detectadas con Android, el listado muestra los operadores oficiales en el Uruguay: Movistar, ANTEL y Claro.

Por otra parte, se muestran, a continuación, algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante la jornada de mediciones. Resulta llamativo que los Smartphones no hayan podido identificar a la operadora uruguaya ANTEL como ha ocurrido en otros sitios. Los listados que se exhiben a continuación muestran esta situación en S1.

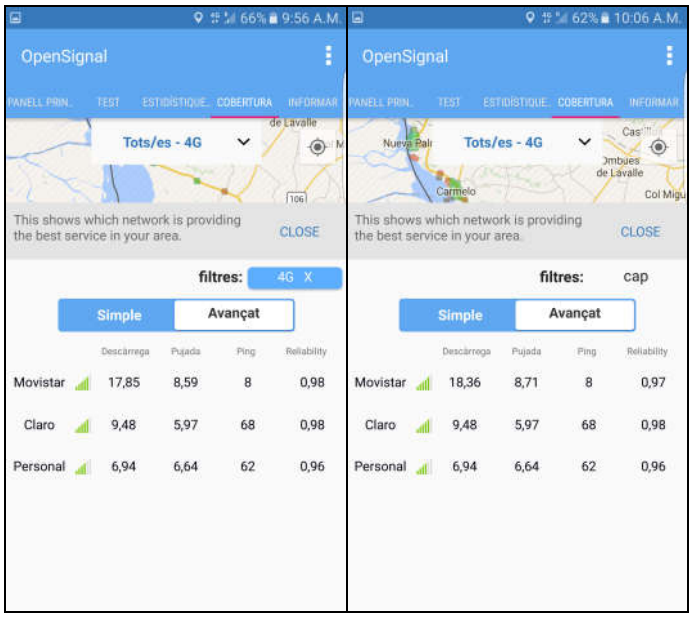


Figura 176. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

S2: Colonia Shopping

En este sitio se realizaron mediciones entre las 11:00 hs y las 13:30 hs. Las condiciones climatológicas eran óptimas: Cielo despejado, sin viento y una temperatura promedio de 18 grados centígrados.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que los datos móviles funcionan correctamente, ubicándose en la categoría de *Datos MUY BUENOS (Dades BONA)* durante toda la jornada. Por otra parte, al igual que en el sitio anterior, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, y el tipo de red es *4G*.

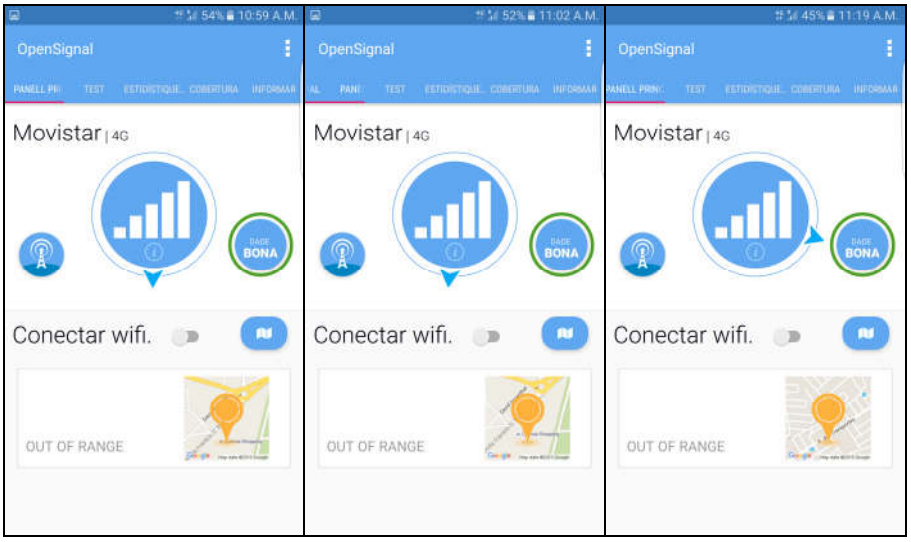


Figura 177. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Las imágenes siguientes muestran que la antena principal es la misma que la detectada en el sitio anterior y tiene un CI/TAC/PCI de 3356932/7060/71.

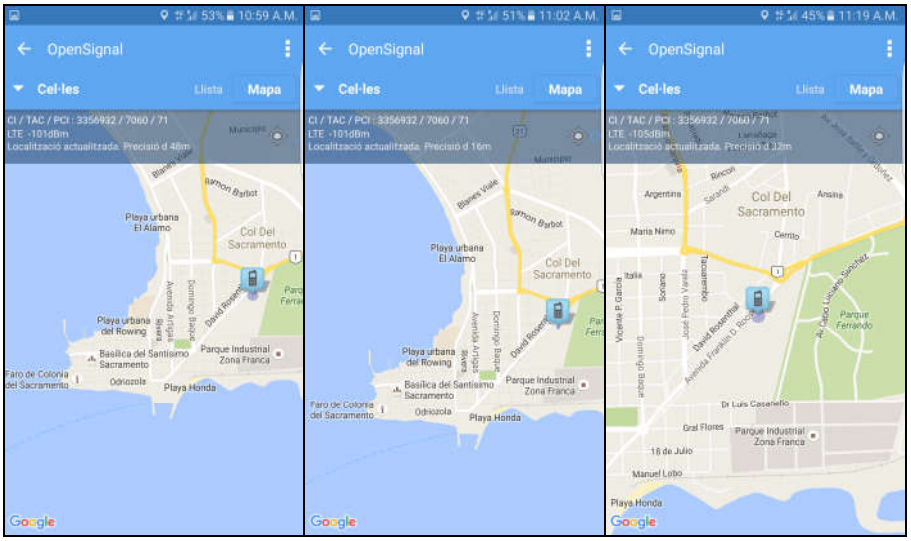


Figura 178. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el listado que se muestra a continuación se observa una única antena detectada con OpenSignal en este sitio.

Figura 179. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida para este sitio, al cabo de dos minutos.

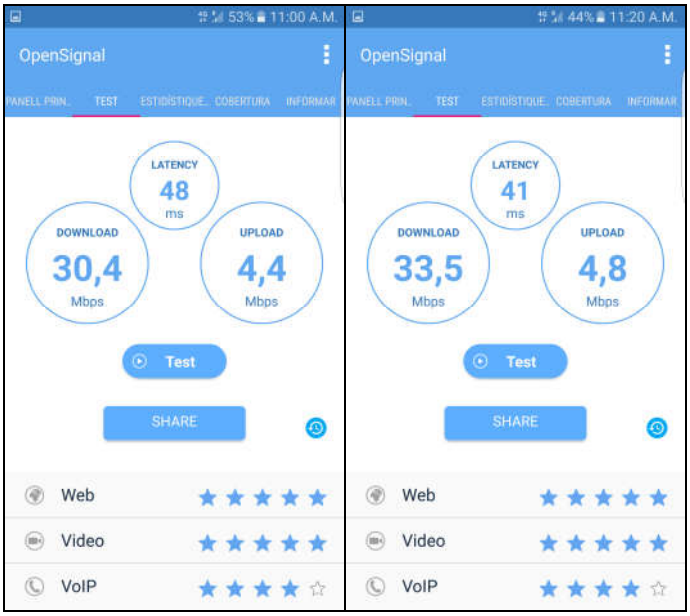


Figura 180. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Seguidamente, se exhibe una figura que representa de forma gráfica a la imagen anterior y que permite observar un incremento de la latencia durante esta jornada de mediciones.

Respecto a la descarga y subida se han obtenido datos superiores a la media exhibida hasta el momento en los restantes trayectos. Sin embargo, ambas variables disminuyen al cabo de dos minutos.

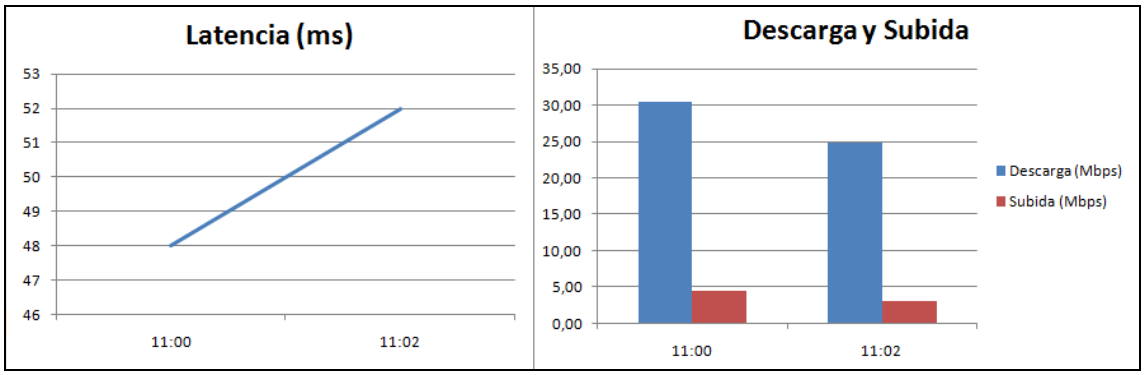


Figura 181. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

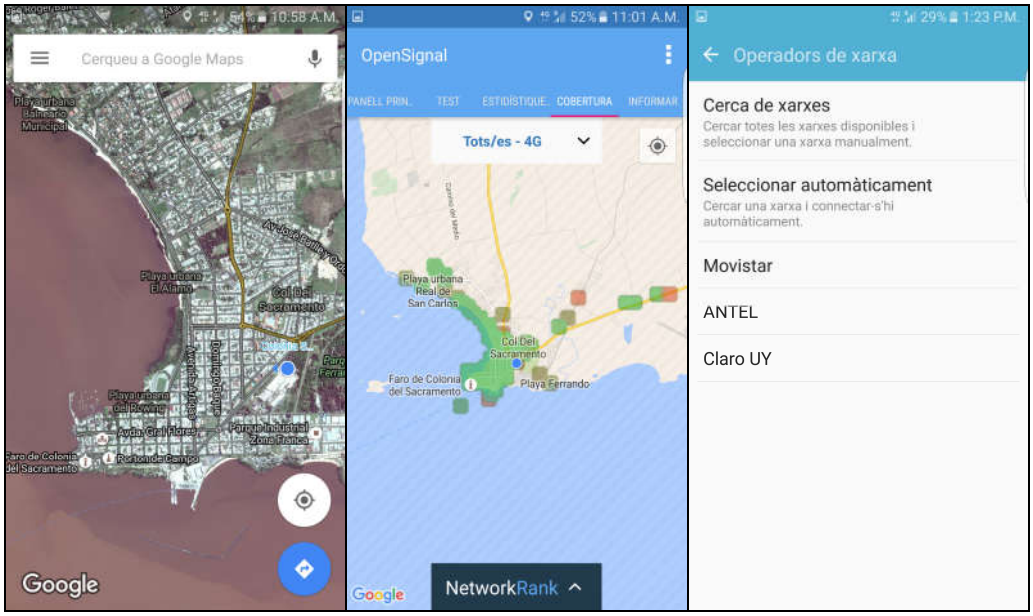


Figura 182. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en esa zona, el área de cobertura 4G es ALTA, denotada con un color verde. Con relación a las redes detectadas con Android, el listado muestra los operadores oficiales en el Uruguay: Movistar, ANTEL y Claro, en la misma ubicación respecto al sitio anterior (S1).

Por otra parte, se muestran, a continuación, algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante la jornada de mediciones. Resulta llamativo que los Smartphones no hayan podido localizar a la operadora uruguaya ANTEL como ha ocurrido en el anterior sitio y en otros trayectos. Nótese que en la primera imagen de la izquierda se han detectado operadores, mientras que cuatro minutos más tarde, el listado se actualiza con los tres operadores detectados en el sitio anterior: Movistar, Claro y Personal.

Cabe destacar, por último, que en la imagen de la derecha de la siguiente figura no se encuentra la operadora uruguaya ANTEL, a pesar de que se seleccionó la opción *Todas las Redes* de OpenSignal (2G/3G/4G). Esta situación es idéntica a la del sitio anterior.

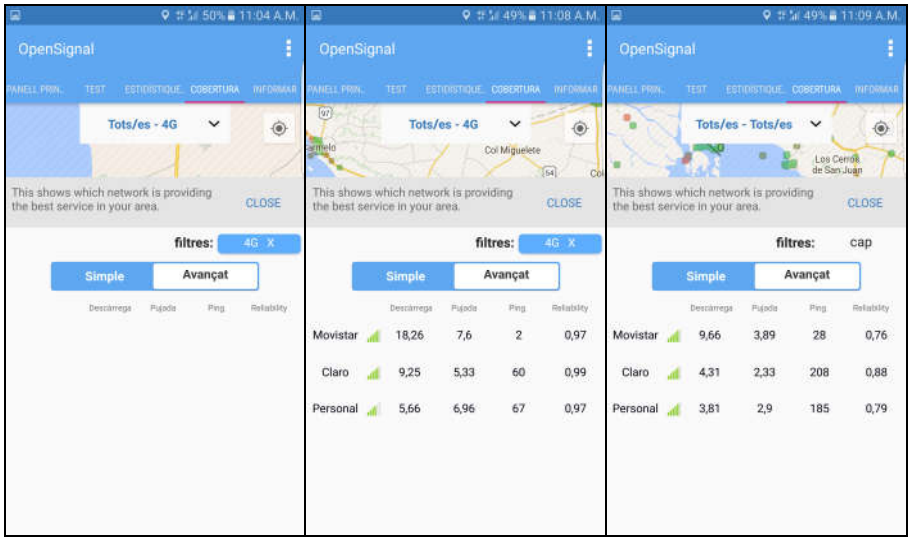


Figura 183. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

S3: Plaza Mayor

En este sitio se realizaron mediciones entre las 14:34 hs. y las 14:42 hs. Las condiciones climatológicas eran óptimas: Cielo despejado, sin viento y una temperatura promedio de 21 grados centígrados.

Opción "Resumen" de OpenSignal

En la siguiente figura se puede observar que los datos móviles funcionan correctamente, ubicándose en la categoría de *Datos MUY BUENOS (Dades BONA)* durante toda la jornada. Por otra parte, al igual que en el sitio anterior, la operadora que ofrece el servicio de Roaming en ese sitio es *Movistar Uruguay*, y el tipo de red es *4G*.

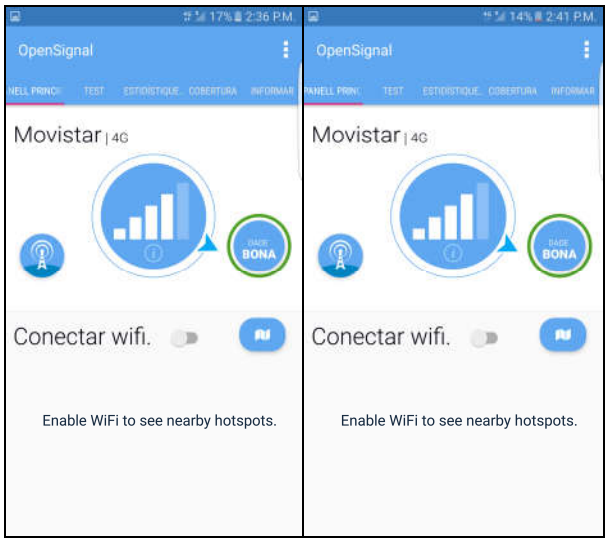


Figura 184. Opción *Resumen* de OpenSignal

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Las siguientes imágenes muestran que la antena principal, que es diferente respecto a los anteriores sitios analizados, tiene las siguientes propiedades CI/TAC/PCI: 3390981/7060/68.

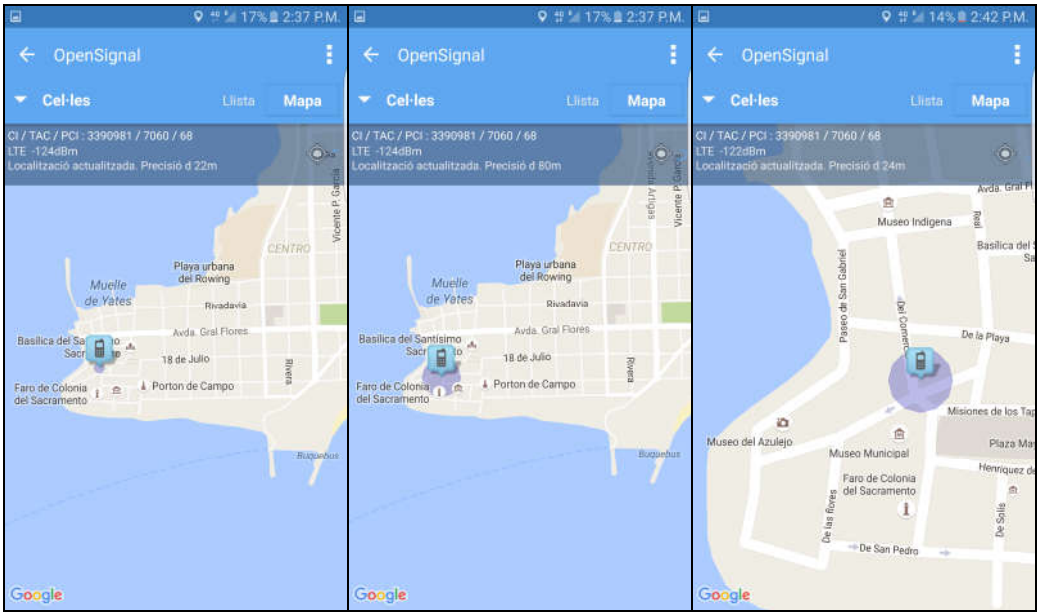


Figura 185. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Mapa de Antenas)

Opción "Resumen" de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

En el listado siguiente se muestra la única antena detectada con OpenSignal en este sitio.

Figura 186. Opción *Resumen* de OpenSignal > Torres de Celular (Lista de Antenas)

Opción "Velocidad" de OpenSignal

Los valores recolectados de latencia, descarga y subida para este sitio, se observan en la siguiente figura.

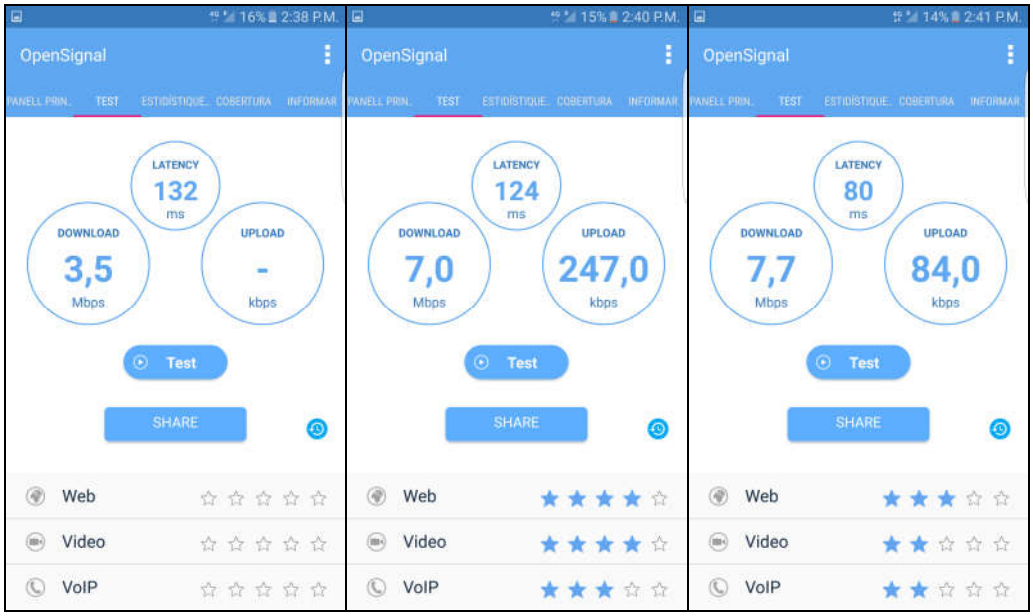


Figura 187. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La representación gráfica de la imagen anterior permite observar un incremento significativo de la latencia respecto a los sitios anteriormente descriptos. Sin embargo, los valores disminuyen conforme transcurren los minutos.

Respecto a la descarga y subida se han obtenido datos inferiores a la media exhibida hasta el momento para el presente trayecto; no obstante, los valores de descarga se incrementan, mientras que los de subida, disminuyen, y se encuentran, a su vez, muy cercanos a 0 Kbps.

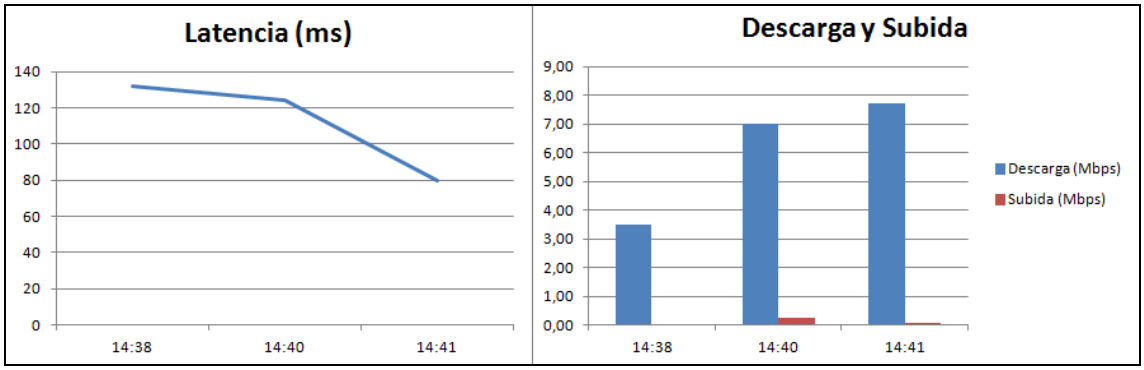


Figura 188. Opción *Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

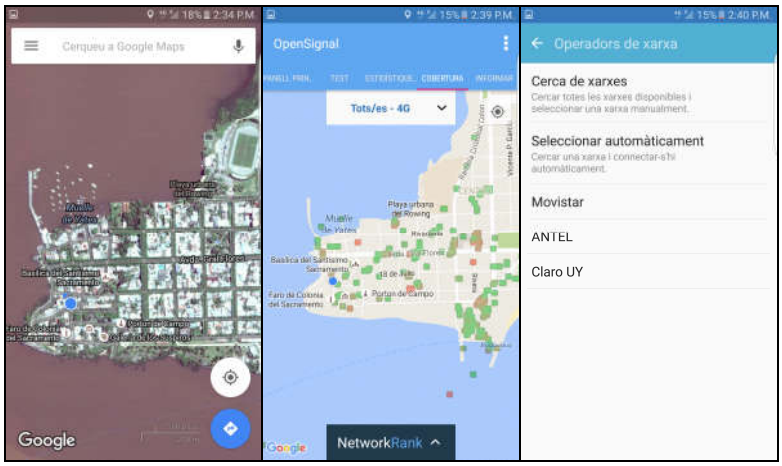


Figura 189. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese que en esa zona, el área de cobertura 4G es BAJA, denotada con un color blanco. Tal vez, esa condición explique por qué los valores de latencia, descarga y subida son ligeramente diferentes respecto a los sitios anteriormente analizados en este trayecto. Con relación a las redes detectadas con Android, el listado muestra los operadores oficiales en el Uruguay: Movistar, ANTEL y Claro, en la misma posición respecto al sitios anteriores S1 y S2.

Por otra parte, se muestran, a continuación, algunos valores de latencia, descarga y subida de los operadores detectados durante la jornada de mediciones. Resulta llamativo que los Smartphones no hayan podido identificar a la operadora uruguaya ANTEL, como ha ocurrido en los anteriores sitios y en otros trayectos. Los tres operadores detectados han sido los mismos que en el sitio anterior: Movistar, Claro y Personal. Finalmente, al igual que en los anteriores sitios, no ha sido posible localizar a la operadora ANTEL a través de la función *Cobertura* de OpenSignal. Esta condición amerita un estudio futuro empleando otras herramientas de medición, entre otras acciones:

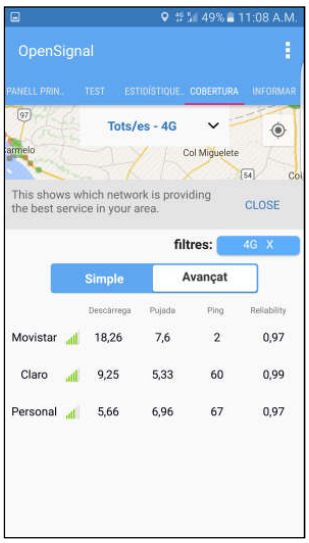


Figura 190. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Conclusiones del Trayecto T7

Los valores promedio recolectados en este séptimo trayecto permiten afirmar la existencia de una homogeneidad detectada en el transcurso de los tres sitios analizados. La siguiente tabla muestra un conjunto de valores obtenidos en estos sitios de la ciudad de Colonia del Sacramento.

Por otra parte, cabe destacar que resulta muy llamativa la imposibilidad de recolección de datos de latencia, descarga y subida para la operadora uruguaya ANTEL, tal como ocurrió en T6. Por lo tanto, esta situación extraña debe ser considerada de alta relevancia a fin de permitir, mediante un estudio futuro a corto plazo, la detección de las causas, en función de que esta red es considerada la segunda más importante del mundo (ANTEL, 2016; OpenSignal y Cromo (2015).

Sitio	Antel			Movistar			Claro			Personal		
	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida
S1: Terminal Fluvial	S/D	S/D	S/D	8	18,11	8,65	68	9,48	5,97	62	6,94	6,64
S2: Colonia Shopping	S/D	S/D	S/D	10	9,31	3,83	89	4,52	2,55	84	3,16	3,29
S3: Plaza Mayor	S/D	S/D	S/D	2	18,26	7,60	60	9,25	5,33	67	5,66	6,96
Promedio:	**S/D**	**S/D**	**S/D**	**6,67**	**15,22**	**6,69**	**72,44**	**7,75**	**4,62**	**71,00**	**5,25**	**5,63**

Tabla 9. Valores promedio comparativos del T7

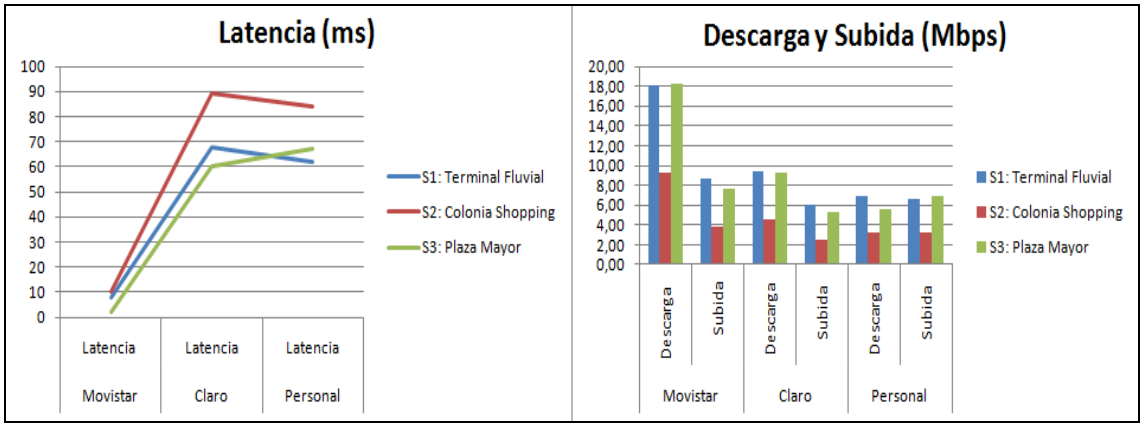


Figura 191. Gráfico comparativo del T7

T8: Colón (ER, Argentina) - Paysandú (Departamento de Paysandú)

Datos generales

Fecha de realización: Del 25 al 28 de febrero de 2017.

Punto de origen: Colón, provincia de Entre Ríos (ER), Argentina.

Punto de destino: Paysandú, Departamento de Paysandú, Uruguay.

Distancia: 20 km.

Versión de OpenSignal: 5.10 (Febrero de 2017).

Sitios analizados

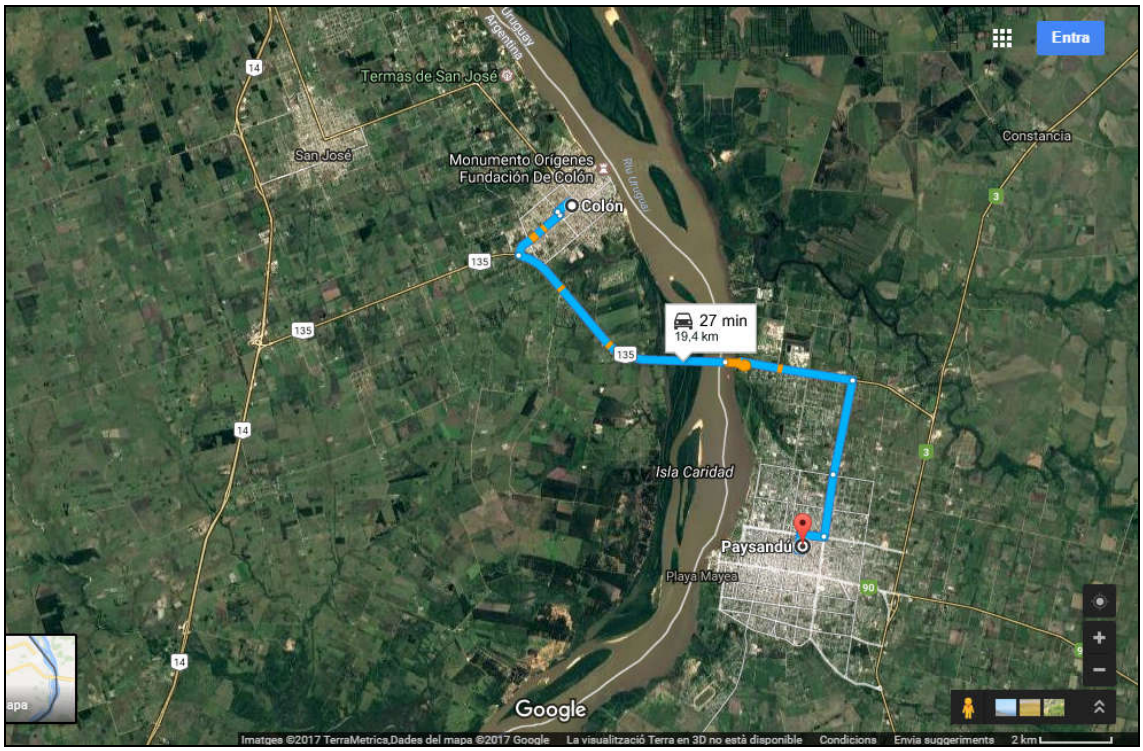


Figura 192. Mapa de Google Maps del Trayecto 8 (T8)

Nota introductoria

Este último trayecto fue realizado con la última versión de OpenSignal (v5.10) publicada en febrero de 2017, destacándose la nueva interfaz de esta aplicación con relación a otras versiones utilizadas en los anteriores trayectos, y las funciones mejoradas que permiten una mayor precisión de los resultados obtenidos en cada medición.

Toda la información recolectada entre las ciudades fronterizas de Colón (Argentina) y Paysandú (Uruguay) ha permitido confirmar, una vez más, la hipótesis inicial de que la red móvil 4G del Uruguay es una de las más rápidas e importantes del mundo.

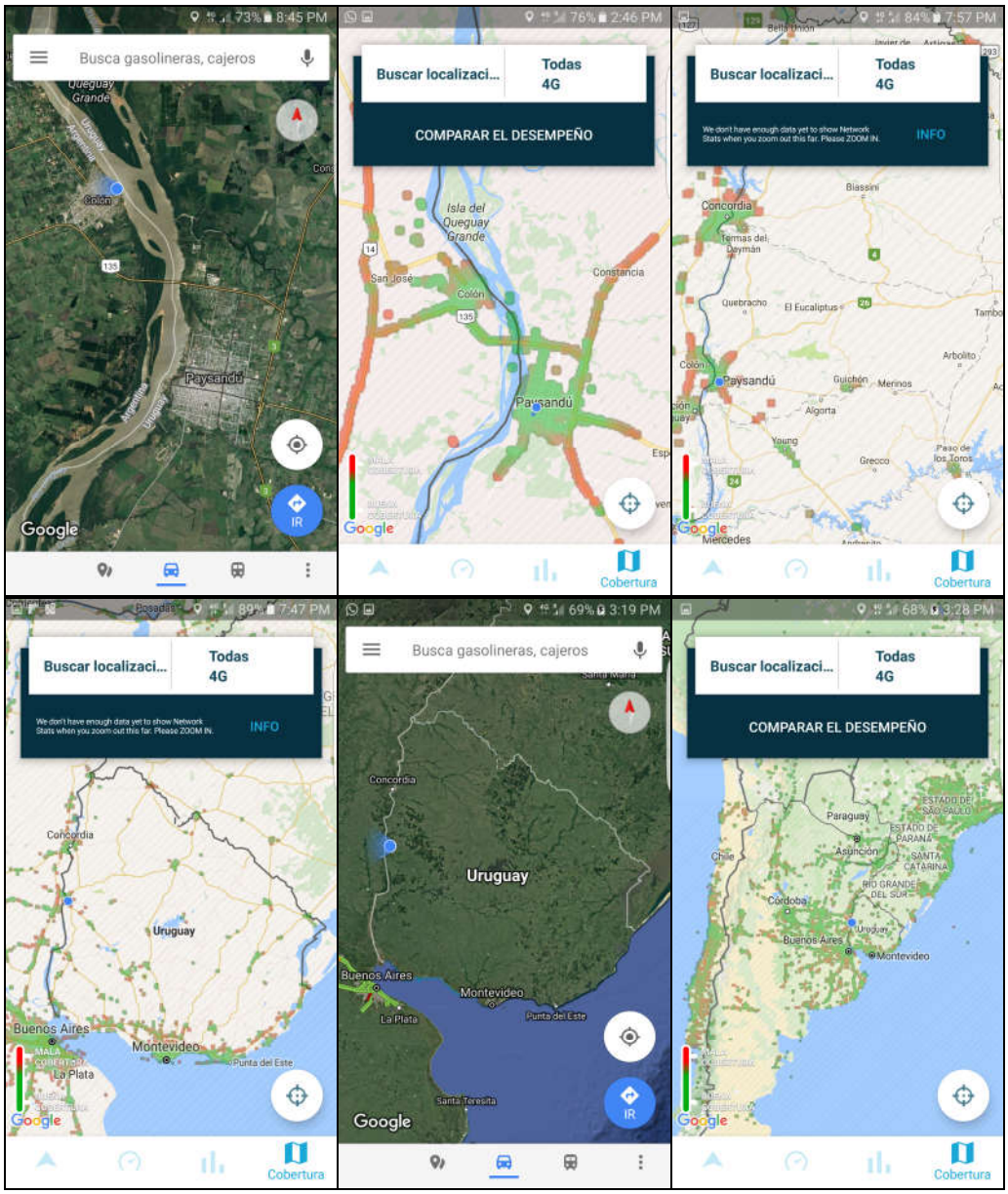


Figura 193. Mapas satelitales y de cobertura móvil

A los efectos de obtener datos fidedignos y comparativos, ha sido necesaria una permanencia en la zona de cuatro días, realizando mediciones en condiciones climatológicas de alta temperatura, humedad, viento, entre otros factores.

Este último trayecto publicado en este libro electrónico pretende ser una síntesis de todo el proceso de investigación y trabajo de campo realizado entre los meses de enero de 2016 y febrero de 2017, en diferentes sitios de la República Oriental del Uruguay, ingresando a este país desde la República Argentina, y transitando su imponente geografía hasta llegar a la República Federativa del Brasil.

Por otra parte, el cruce fronterizo entre ambos países fue realizado en dos oportunidades, con el objeto de verificar y comparar las mediciones obtenidas en cada caso, y establecer, seguidamente, una conclusión al respecto. La figura anterior muestra una imagen satelital correspondiente al T8 y otra de cobertura 4G en el

ámbito regional (Mercosur). Además, se destacan otras tres imágenes de la cobertura 4G capturadas con OpenSignal del T8, del departamento de Paysandú y de la República Oriental del Uruguay.

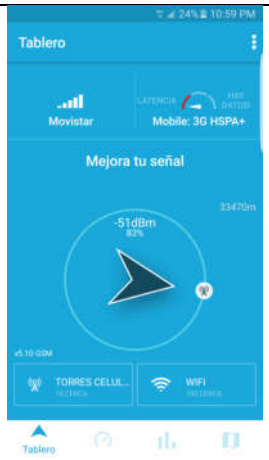
S1: Colón

En este sitio se realizaron mediciones los días 27 y 28 de febrero de 2017, cruzando la frontera en dos oportunidades con el fin de determinar el alcance del Roaming uruguayo. Las condiciones climatológicas para el primer día fueron óptimas: cielo despejado, escaso viento y temperaturas mínima y máxima de de 22 y 32 grados respectivamente. Con relación al segundo día de análisis, las condiciones climáticas cambiaron durante la tarde, permaneciendo el cielo parcialmente nublado.

Por otra parte, las mediciones fueron realizadas en la Avenida Gral. Urquiza esquina Laprida, posición geográfica situada a cuatro cuadras de la Avenida Costanera Gobernador Quirós. Finalmente, nótese que no se observa el indicador "R" de Roaming, situado en la parte superior del indicador de potencia de señal.

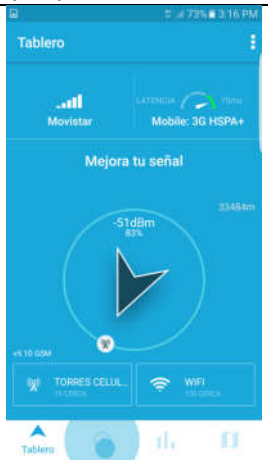
Opción "Tablero" de OpenSignal

27/02/2017 - 09:33 PM

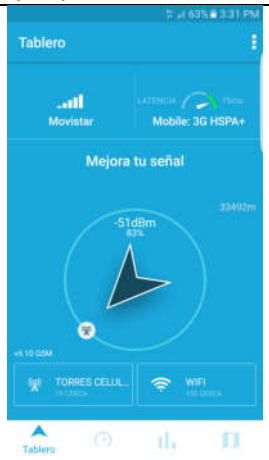


27/02/2017- 10:59 PM

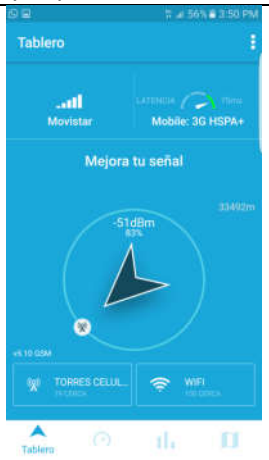
27/02/2017 - 11:27 PM



28/02/2017 - 03:16 PM



28/02/2017 - 03:31 PM



28/02/2017 - 03:50 PM

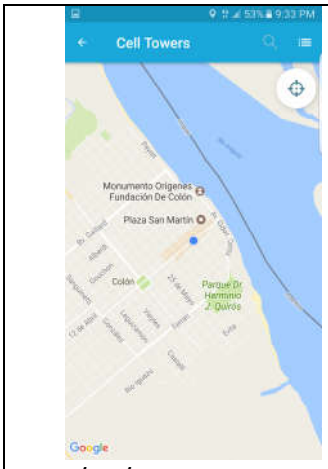
Figura 194. Opción *Tablero* de OpenSignal

En la primera jornada de mediciones (27/03/2017) los datos móviles funcionaron con una latencia mínima que se situó entre muy débil y media, mientras que el tipo de red osciló entre 4G, 3G y 3G HSPA+. Por otro lado, al día siguiente, se detectaron datos móviles de buena calidad y con una red estable del tipo 3G HSPA+.

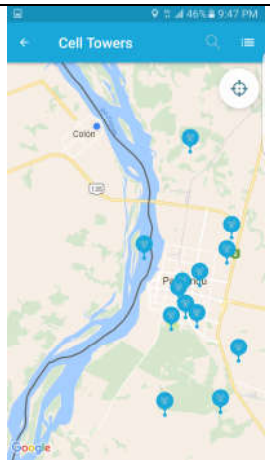
Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

Las tres primeras imágenes de la siguiente figura corresponden a la primera jornada de mediciones (27/02/2017) donde se puede observar que a las 09:33 PM los Smartphones no han podido detectar las torres o antenas de celulares situadas en las cercanías del punto azul, que indica la posición exacta al momento de realizar la recolección de datos. En la segunda imagen de las 09:47 PM se puede visualizar las antenas situadas al este del Río Uruguay, es decir, en el departamento de Paysandú, mientras que la imagen capturada a las 10:53 PM muestra los Wifi Hotspots detectados en las inmediaciones de este sitio analizado.

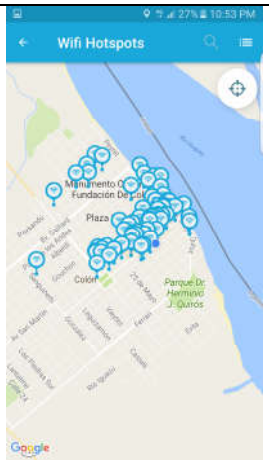
Por otra parte, las tres últimas imágenes pertenecen a la segunda jornada de mediciones (28/02/2017). El análisis de éstas es análogo con relación a las capturadas el día anterior.



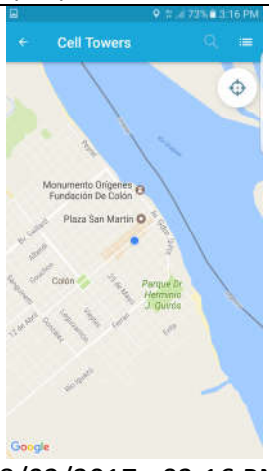
27/02/2017 - 09:33 PM



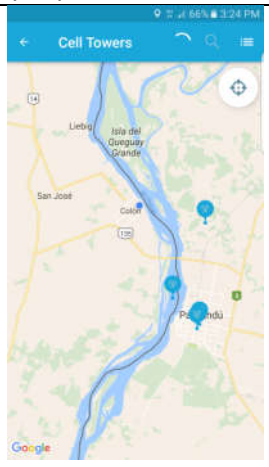
27/02/2017 - 09:47 PM



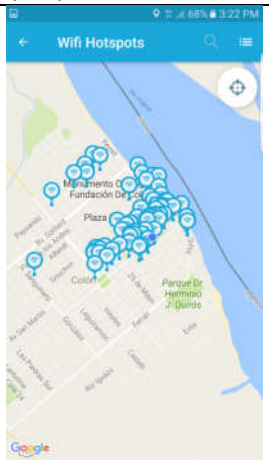
27/02/2017 - 10:53 PM



28/02/2017 - 03:16 PM



28/02/2017 - 03:24 PM



28/02/2017 - 03:22 PM

Figura 195. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En la primera jornada de mediciones (27/02/2017) se puede observar que la antena que ofrece el servicio móvil, varía de ID siendo éste de 119041281 a las 09:33 PM, 8139786 a las 09:46 PM y retornando al primer valor a las 10:53 PM. Caso análogo ocurre con la segunda jornada de mediciones (28/02/2017) cuyo ID, a las 3:16 PM, ha sido de 8184420, y de 8184462 a las 03:23 PM. Finalmente, cabe destacar que si se realiza una comparación entre los IDs de ambas jornadas, éstos no coinciden en ningún caso.

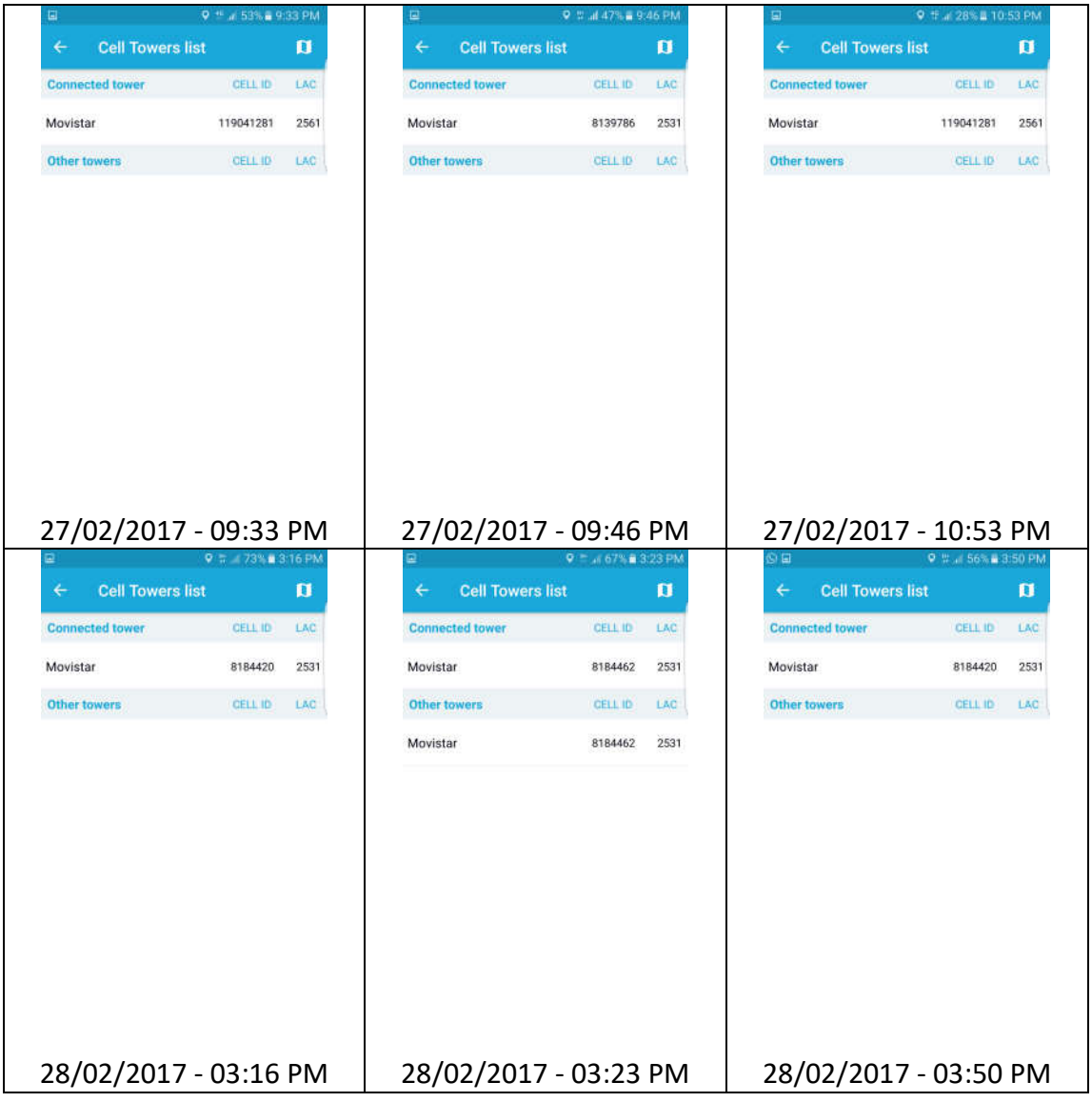


Figura 196. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida, correspondientes a la operadora activa durante ambas jornadas de mediciones, es decir, Movistar Argentina.

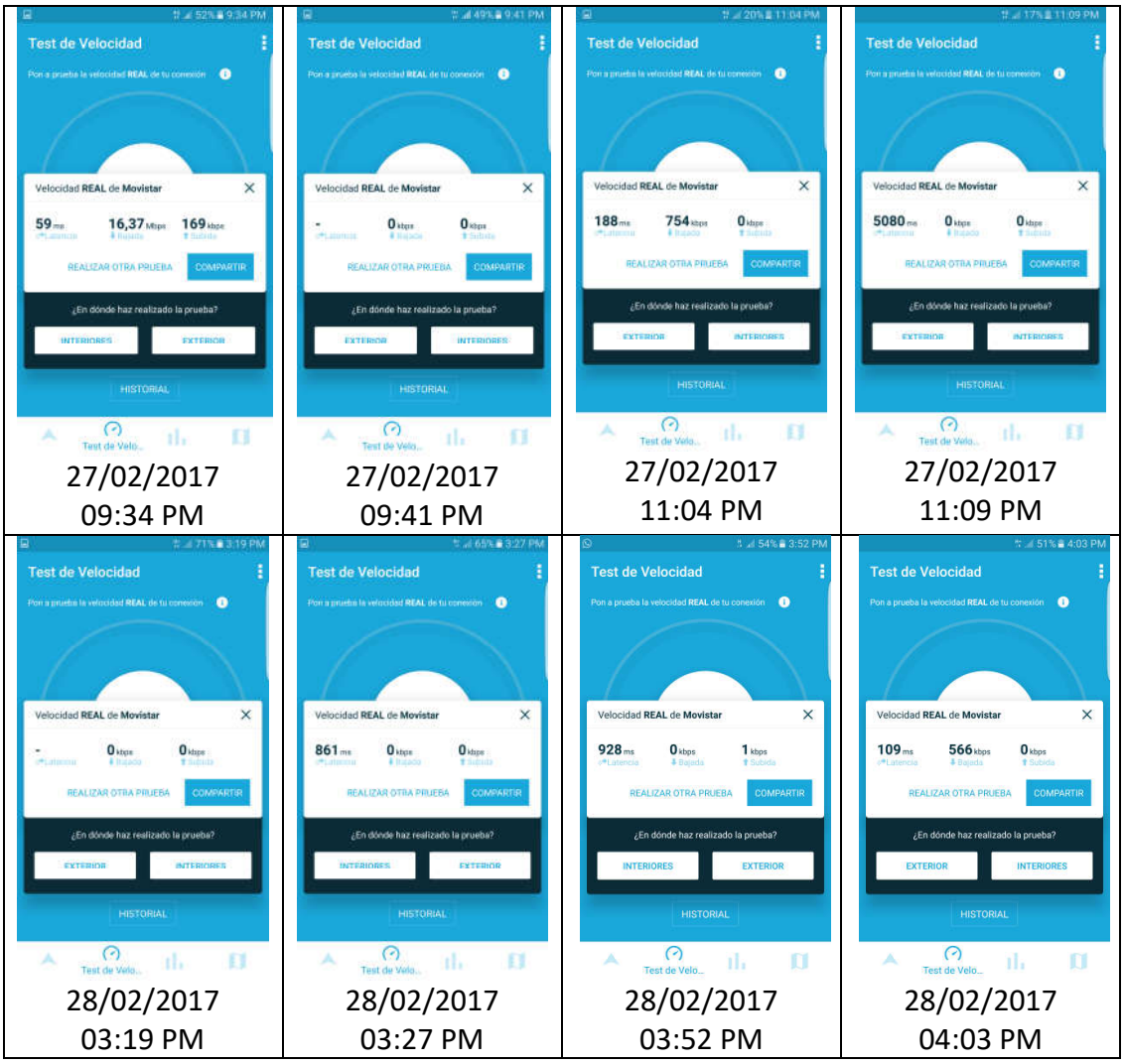


Figura 197. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la anterior y permite observar un aumento brusco de la latencia al finalizar el primer día de mediciones (27/02/2017). Por otra parte, la segunda jornada registró un valor de 0 ms a las 03:19 PM el cual se ha incrementado en el transcurso de los minutos, hasta llegar a los 928 ms. De los datos recolectados sobre la descarga se puede afirmar que, con excepción de dos registrados en tres horarios específicos (9:34 PM, 11:04 PM y 4:03 PM), el resto han sido valores nulos. Con relación a la subida, la mayoría de los valores son de 0 Kbps, excepto en la primera medición de las 9:34 PM.

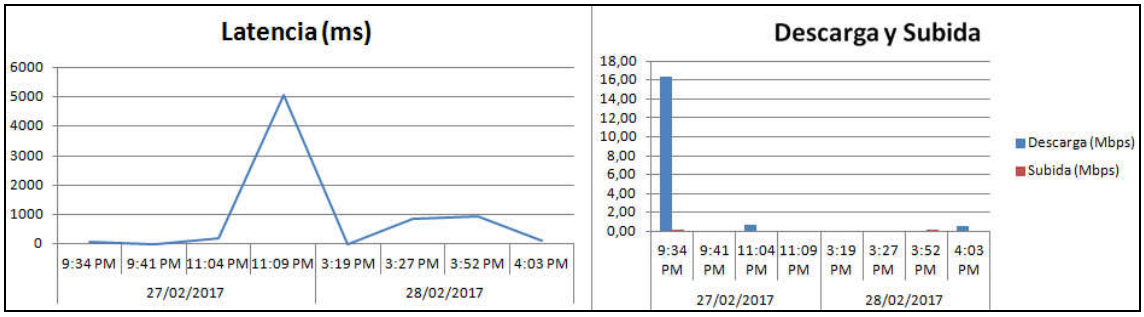


Figura 198. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

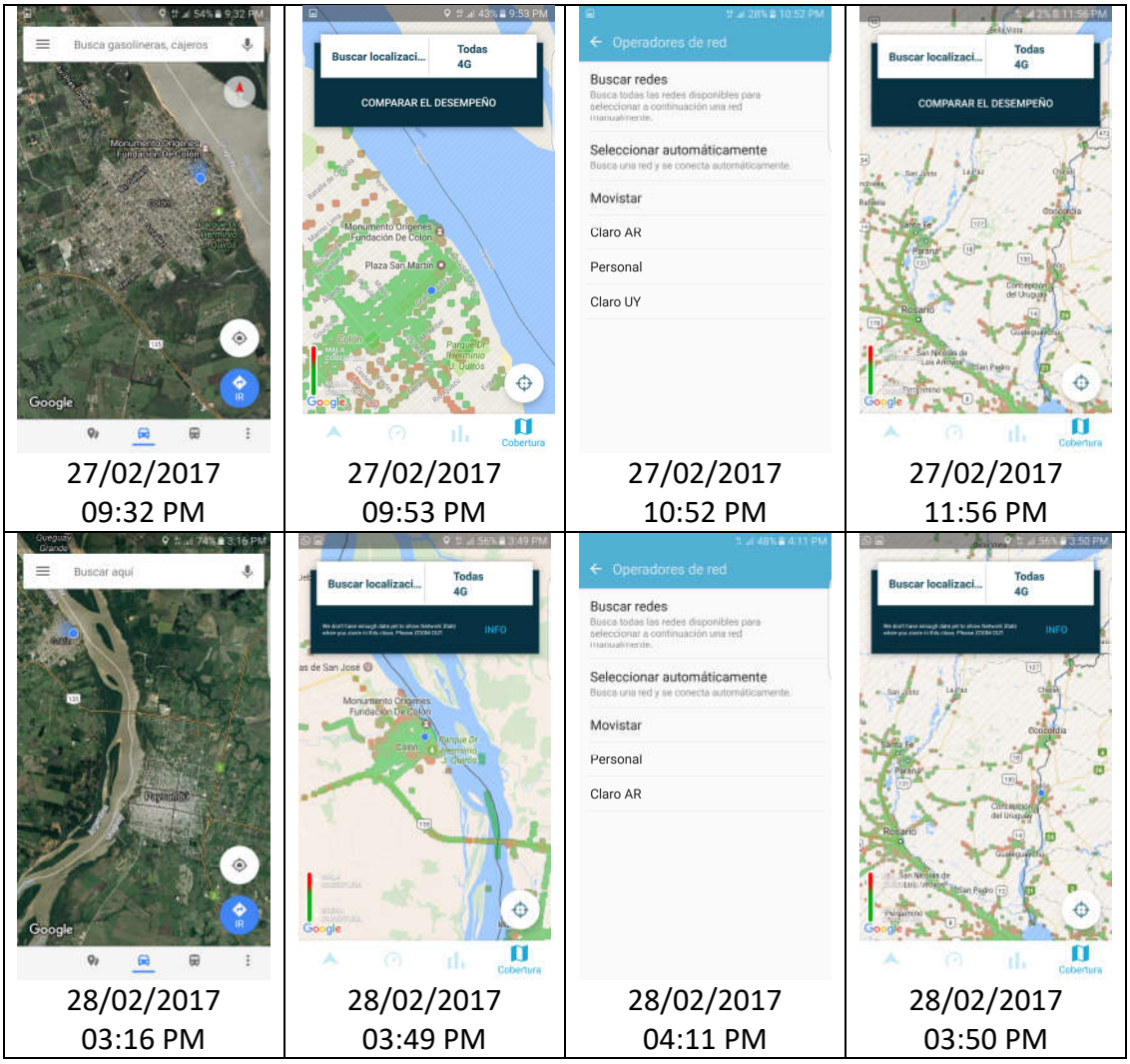


Figura 199. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la imagen captura a las 09:53 PM se puede observar que el área de cobertura 4G de la zona donde se realizaron las mediciones es óptima; sin embargo el indicador *H+* situado en la parte superior refleja que la señal detectada en ese momento es del tipo *3G HSPA+*.

Respecto a las redes detectadas con Android, el listado capturado a las 10:52 PM exhibe los operadores argentinos Movistar, Claro y Personal y la operadora uruguaya Claro UY mientras que la imagen de las 04:11 PM no incluye esta última operadora.

Por otra parte, se pueden observar dos mapas 4G de la provincia de Entre Ríos (Argentina), situados a la derecha de la figura anterior y que han sido capturados durante las dos jornadas de mediciones.

Finalmente, en las inmediaciones del puerto de la ciudad de Colón, se ha activado el servicio de Roaming ofrecido por la operadora uruguaya Movistar, como puede observarse en las siguientes imágenes.

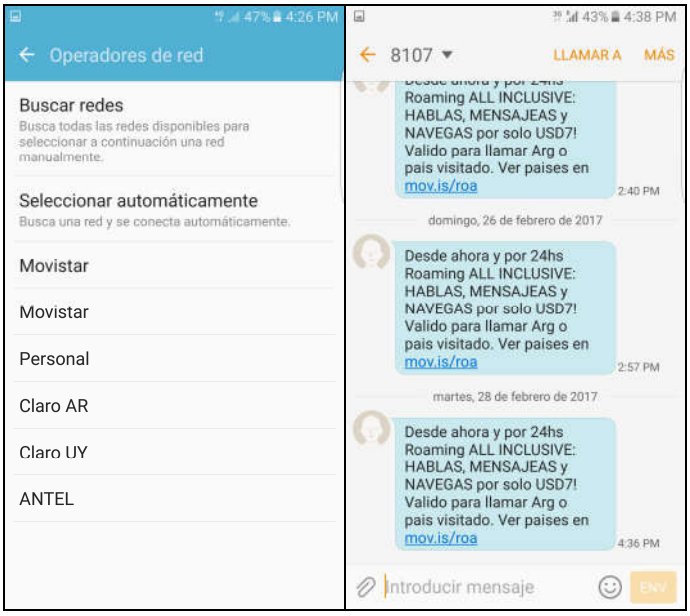
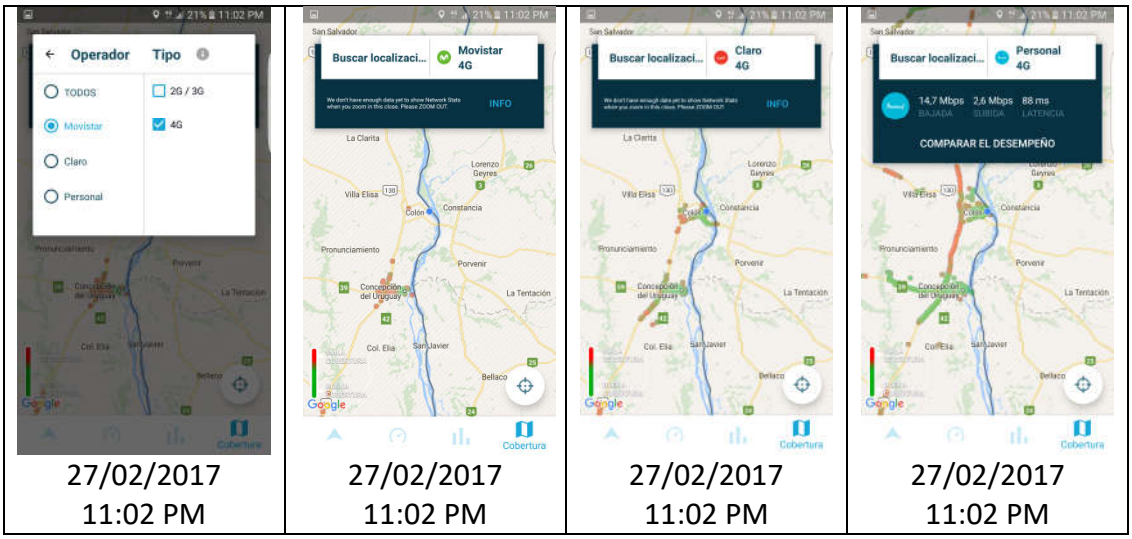


Figura 200. Roaming ofrecido por la operadora Movistar Uruguay en Colón



27/02/2017 11:02 PM	27/02/2017 11:02 PM	27/02/2017 11:02 PM	27/02/2017 11:02 PM

Figura 201. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Nótese que en el listado de redes 4G capturadas durante la primera jornada de mediciones (Figura 199) se encuentra la operadora Claro UY que no ha sido detectada con la opción *Cobertura* de OpenSignal, de acuerdo a la imagen de las 11:02 PM de la figura anterior.

Por otra parte, cabe destacar que no ha sido posible recolectar datos de los operadores Movistar y Claro, según se muestra en la figura anterior; caso contrario ocurre con la operadora Personal cuyos valores de bajada (descarga), subida y latencia son: 14,7 Mbps; 2,6 Mbps y 88 ms, respectivamente.

Resulta inicialmente contradictorio que no haya sido posible la obtención de valores, a través de la opción *Cobertura*, de la operadora Movistar Argentina, en función de que ésta ha brindado el servicio de telefonía móvil durante ambas jornadas

de mediciones. Véase la Figura 197 (Test de velocidad de OpenSignal) que exhibe los datos recolectados aunque, en su gran parte, han sido nulos. Tal vez, este haya sido el motivo por el cual no se hayan podido obtener valores mediante la opción *Cobertura*. Esta situación puede ser confirmada o refutada mediante un estudio ulterior.

S2: Exaduana argentina

En este sitio se realizaron mediciones los días 25 y 28 de febrero de 2017, atravesando la frontera en dos oportunidades con el fin de determinar el alcance del Roaming uruguayo. Las condiciones climatológicas para el primer día fueron óptimas: cielo mayormente soleado, viento del SE a 10 km/h y temperaturas mínima y máxima de 21 y 33 grados respectivamente. Respecto al segundo día de análisis, las condiciones climáticas cambiaron durante la tarde, permaneciendo el cielo parcialmente nublado y con una rotación del viento hacia el NNO a 15 km/k.

Opción "Tablero" de OpenSignal

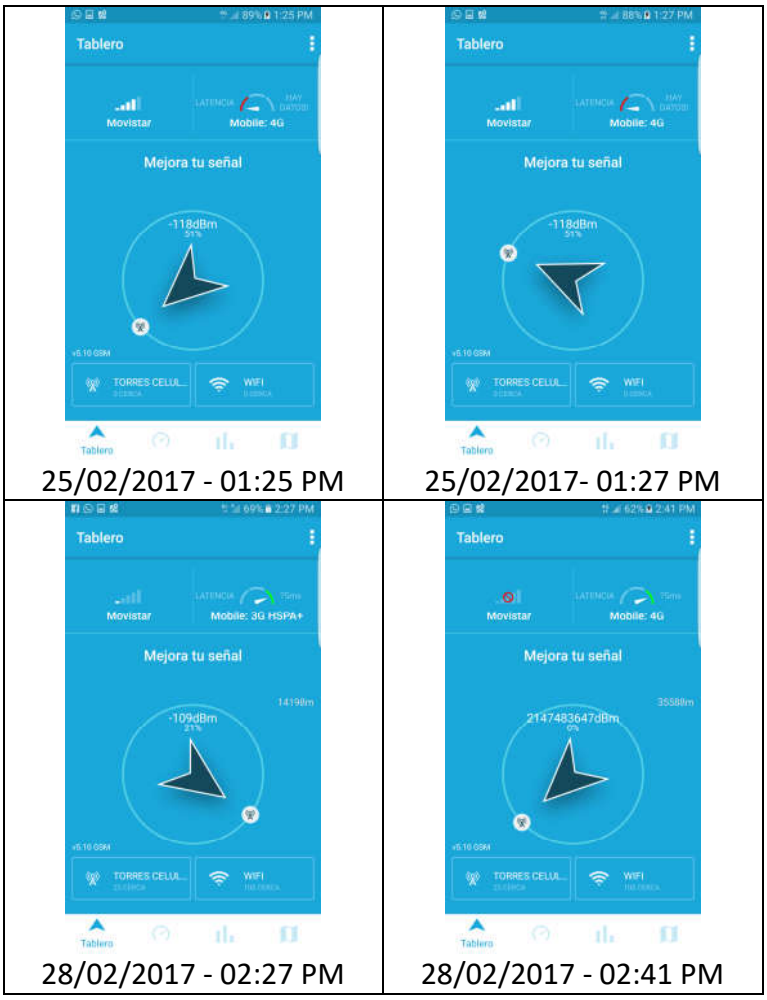


Figura 202. Opción *Tablero* de OpenSignal

En la primera jornada de mediciones (25/03/2017) los datos móviles funcionaron con una latencia mínima que se situó entre *muy débil* y *media*, mientras que el tipo de red detectada ha sido 4G.

Por otro lado, en la segunda jornada de mediciones (28/02/2017), se detectó el servicio de Roaming a las 02:27 PM (Véase el signo "R" situado en la parte superior del indicador de potencia), con una latencia de 75 ms y una red 3G HSPA+. Sin embargo, minutos más tarde, los Smartphones no funcionaron en modo *Itinerancia*, aunque se ha mantenido la latencia y el tipo de red ha cambiado a 4G.

Finalmente, nótese que en el momento en que se capturó la imagen de las 02:41 PM con OpenSignal, la operadora Movistar permanecía con un símbolo circular rojo *(No Permitido)*, donde, probablemente, los dispositivos han operado de forma permanente, entre el Roaming uruguayo y la red Movistar Argentina por lo que resulta muy interesante demostrar esta hipótesis en un futuro estudio.

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En esta oportunidad se exhiben, a continuación, los datos recolectados durante la segunda jornada de mediciones (28/02/2017) dado que durante la primera jornada, no se ha podido obtener dato alguno. En la siguiente figura se observan las antenas de la operadora uruguaya Movistar, aunque los Smartphones no se encontraban funcionando en Itinerancia (Roaming).

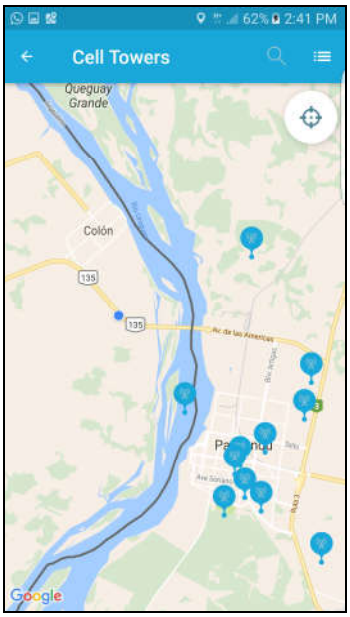


Figura 203. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de la antena que ofrece el servicio en ese momento, es decir, Movistar Argentina cuyas propiedades CELL ID/LAC son 8183012/2351, respectivamente.

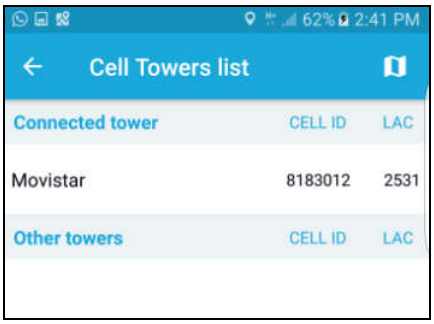


Figura 204. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida, durante ambas jornadas de mediciones. Nótese que en la primera realizada el 25/02/2017, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Argentina, mientras que el 28/02/2017, los Smartphones se encontraban funcionando en Roaming hasta 02:36 PM cuando la operadora Movistar Argentina toma el servicio en lugar de Movistar Uruguay.

Figura 205. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la anterior y permite observar un aumento brusco de la latencia al finalizar el primer día de mediciones (25/02/2017). Por otra parte, la segunda jornada registró un valor de 868 ms a las 02:18 PM el cual ha disminuido en el transcurso de los minutos, hasta llegar a los 45 ms a las 02:42 PM.

De los datos recolectados sobre la descarga, se puede visualizar en el siguiente gráfico de la derecha, valores nulos alternados a la 01:27 PM y 1:30 PM. Posteriormente, los mismos se incrementan hasta registrar aumentos significativos a partir de las 02:39PM. Respecto a la subida, se han recolectado datos muy pequeños, cercanos a 0 Kbps, aunque crecientes, destacándose un importante incremento a las 02:42 PM de 1,51 Mbps.

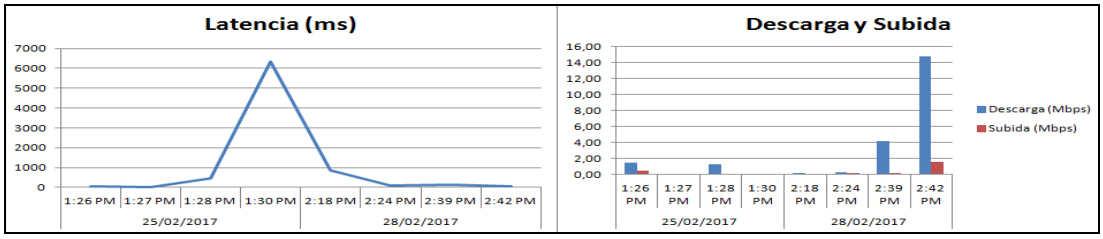


Figura 206. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

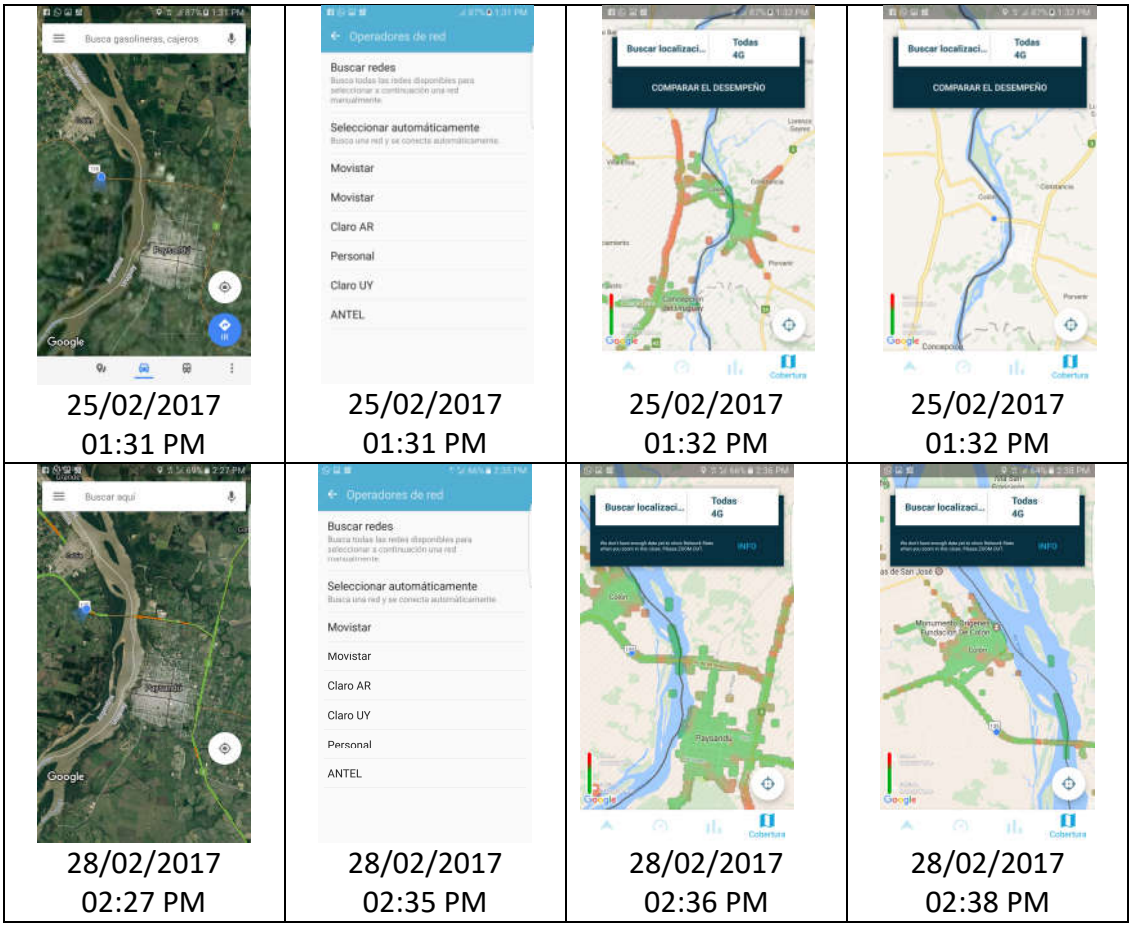


Figura 207. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la figura anterior se observan dos mapas satelitales de Google Maps®, capturados durante ambas jornadas, que indican la posición exacta del GPS. Por otra parte, los listados de redes difieren entre sí, puntualmente, en la cuarta posición donde se observa a los operadores *Personal* y *Claro UY*, detectados con Android en el primer y segundo día de mediciones, respectivamente.

Respecto a la Cobertura de OpenSignal, nótese que los dos mapas de la primera jornada se diferencian de la segunda, dado que no se observa la posición de los Smartphones al momento de realizadas las mediciones; inclusive en la segunda imagen captura a la 01:32 PM se visualiza un mapa que no puede mostrar su cobertura 4G, a diferencia del que ha sido capturado en la segunda jornada, más precisamente a las 02:38 PM.

Nótese que la siguiente figura no ha sido posible mostrar los operadores de la región a diferencia del sitio anteriormente analizado, seguramente a raíz de que el servicio de Roaming se ha activado en este lugar, luego de escasos minutos.

Figura 208. Opción *Cobertura* de OpenSignal (Operadores)

Finalmente, resulta inicialmente contradictorio que no haya sido factible obtener valores, por medio de la opción *Cobertura*, de la operadora Movistar Argentina, en función de que ésta ha brindado el servicio de telefonía móvil durante ambas jornadas de mediciones en el presente sitio. Véase la figura 205 (Test de velocidad de OpenSignal) que exhibe los datos recolectados. Por lo tanto, es muy importante determinar las causas de este problema mediante un estudio exhaustivo futuro.

S3: Paso de Frontera Paysandú

En este sitio se realizaron mediciones los días 25, 27 y 28 de febrero de 2017, atravesando la frontera en tres oportunidades con el fin de determinar el alcance del Roaming uruguayo. Las condiciones climatológicas para el primer día fueron óptimas: cielo mayormente soleado, viento del SE a 10 km/h y temperaturas mínima y máxima

de 21 y 33 grados, respectivamente. En el segundo día de análisis, el cielo permaneció soleado, registrándose temperaturas y vientos similares al día anterior. Finalmente, en el tercer día de análisis, las condiciones climáticas cambiaron durante la tarde, permaneciendo el cielo parcialmente nublado y con una rotación del viento hacia el sector NNO a 15 km/k.

<u>Opción "Tablero" de OpenSignal</u>

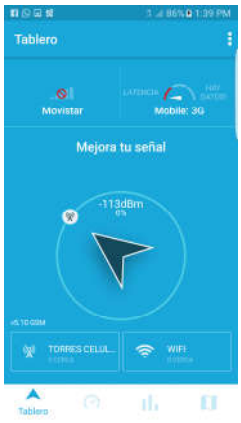
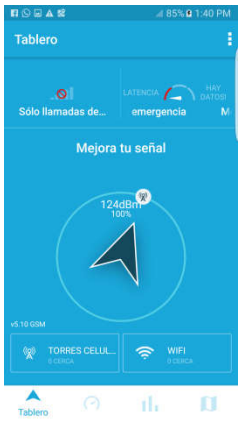
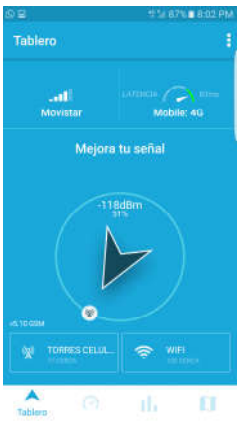
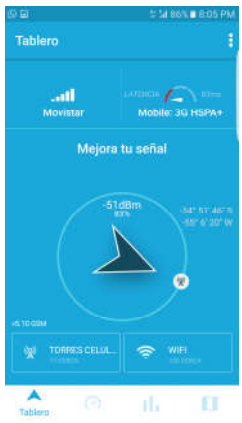
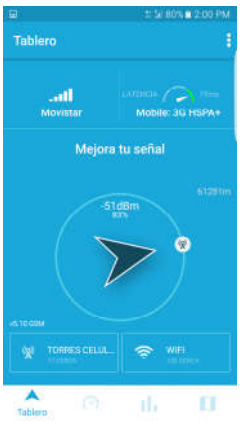
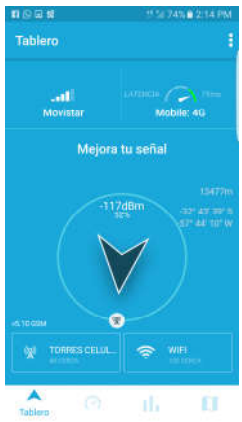
25/02/2017 - 01:37 PM	 25/02/2017- 01:39 PM	 25/02/2017- 01:40 PM	25/02/2017- 01:42 PM
27/02/2017 - 07:58 PM	27/02/2017 - 07:59 PM	 27/02/2017 - 08:02 PM	 27/02/2017 - 08:05 PM
28/02/2017 - 01:31 PM	28/02/2017 - 01:38 PM	 28/02/2017 - 02:00 PM	 28/02/2017 - 02:14 PM

Figura 209. Opción *Tablero* de OpenSignal

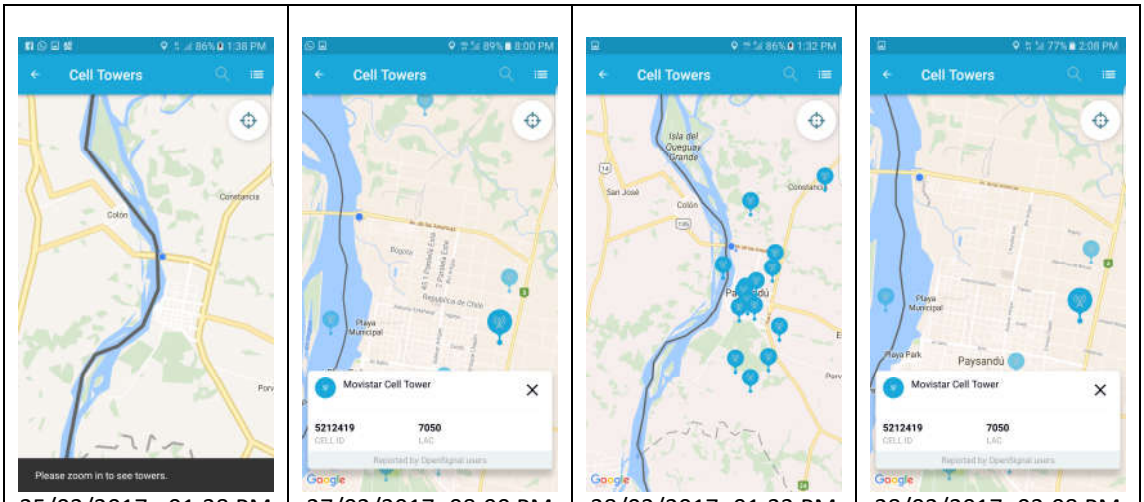
En la primera jornada de mediciones (25/03/2017) los datos móviles funcionaron de forma irregular, con una latencia mínima *muy débil*, mientras que el tipo de red detectada ha sido 3G, destacándose a la 01:40 PM problemas para su detección. En esta jornada no ha sido posible detectar el servicio de Roaming del Uruguay.

Por otro lado, en la segunda jornada de mediciones (27/02/2017), se ha detectado el servicio de Roaming a las 07:58 PM con una latencia muy baja, mientras que un minuto más tarde, el retraso ha sido de 75 ms y una red 4G que cambió hacia 3G HSPA+ a las 08:05 PM. Sin embargo, minutos más tarde, los Smartphones no funcionaron en modo Itinerancia, aunque se ha mantenido la latencia y el tipo de red ha cambiado a 4G.

Finalmente, la tercera jornada de mediciones (28/02/2017) ha sido muy similar a la anterior, a excepción del tipo de red que osciló entre 4G (01:31 PM), 3G (01:38 PM), 3G HSPA+ (02:00 PM) y 4G (02:14 PM).

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En la siguiente figura se observa el resultado de las antenas detectadas durante las tres jornadas de mediciones. El 25/02/2017 no ha sido posible detectar Roaming, como se explicara anteriormente, como también visualizar la antena que estaba en servicio en ese momento. Dos días más tarde, en el mismo sitio se ha podido comprobar la antena receptora y sus propiedades CELL ID y LAC (5212419 y 7050, respectivamente). Finalmente, al día siguiente, también se ha podido detectar la antena, la cual ha coincidido con la de la jornada anterior al igual que sus parámetros.



25/02/2017 - 01:38 PM | 27/02/2017- 08:00 PM | 28/02/2017- 01:32 PM | 28/02/2017- 02:08 PM

Figura 210. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de las antenas que ofrecen el servicio en el momento de realizada la medición. En todos los casos los Smartphones funcionaron con el Roaming de la operadora Movistar Uruguay. Nótese que las imágenes correspondientes al 27/02/2017 y la capturada al día siguiente a la 01:31 PM, se

exhibe la misma antena y cuyos parámetros CELL ID/LAC son 5212419/7050, respectivamente. Sin embargo, siete minutos más tarde, la antena cambia con un CELL ID/LAC de 198407/9030, aunque a las 02:08 PM, los Smartphones detectan la misma torre respecto a las dos primeras mediciones como se puede observar en la siguiente tabla.

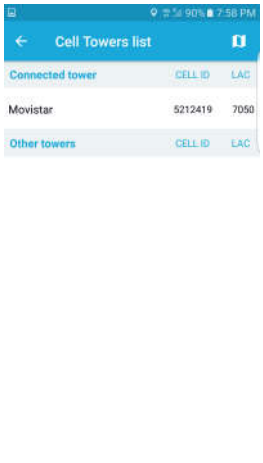
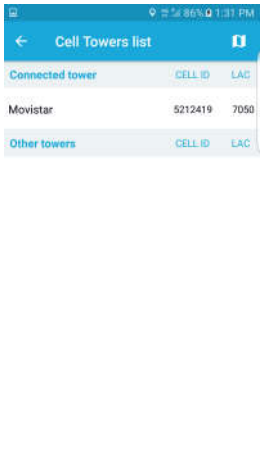
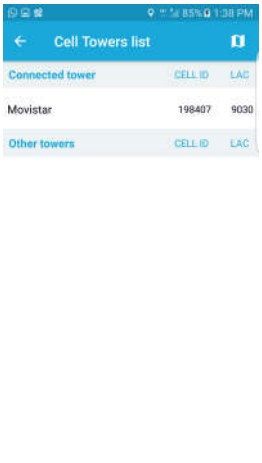
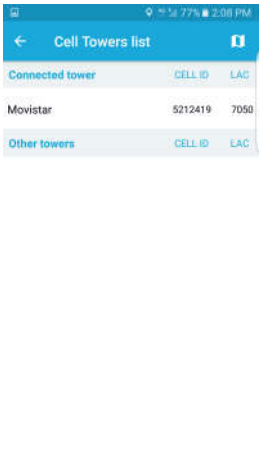
			
27/02/2017 - 07:58 PM	28/02/2017- 01:31 PM	28/02/2017- 01:38 PM	28/02/2017- 02:08 PM

Figura 211. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

Las siguientes figuras muestran valores recolectados de latencia, descarga y subida, durante las tres jornadas de mediciones (25, 27 y 28 de febrero de 2017). En la primera jornada, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Argentina y no se ha podido recolectar ningún dato durante los tests de velocidad.

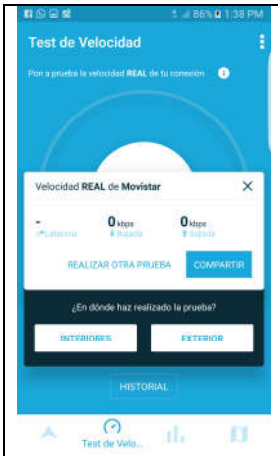
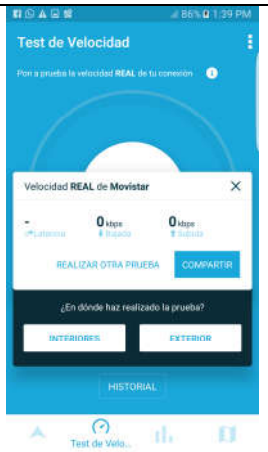
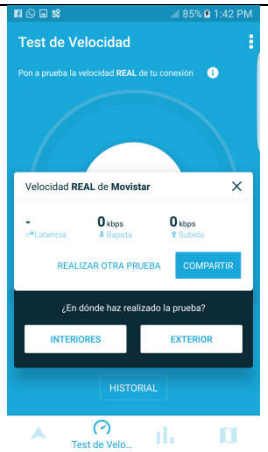
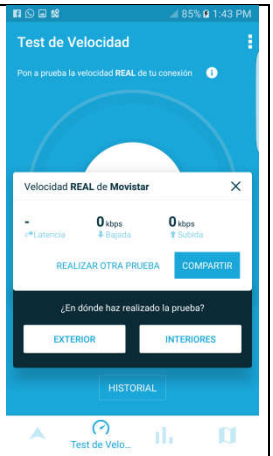
			
25/02/2017 01:38 PM	25/02/2017 01:39 PM	25/02/2017 01:42 PM	25/02/2017 01:43 PM

Figura 212. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Por otra parte, en el segundo día de mediciones, los Smartphones funcionaban en modo Roaming, ofrecido por la operadora Movistar Uruguay, y se han detectado diferentes valores de latencia, descarga y subida, muy heterogéneos entre sí, mientras que en la tercera jornada, estos valores tienden a estabilizarse.

Finalmente, cabe destacar que en el primer día de mediciones no ha sido posible detectar el servicio de Roaming del Uruguay, a pesar de haber permanecido en el Paso de Frontera Paysandú cerca de veinte minutos, a diferencia de las siguientes jornadas de análisis que han podido detectar perfectamente este servicio. Por lo tanto, este caso es susceptible de ser estudiado en un futuro con el fin de determinar las causas de este funcionamiento irregular.

Figura 213. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

La siguiente figura es una representación gráfica de la anterior y permite observar una latencia nula durante el primer día de mediciones (25/02/2017). Sin embargo, en la segunda jornada (27/02/2017), los valores de latencia se incrementan y disminuyen de forma irregular, estabilizándose durante el tercer día de mediciones (28/02/2017).

De los datos recolectados sobre la descarga, se puede visualizar, en el siguiente gráfico de la derecha, valores nulos durante la primera jornada, y un importante incremento en la primera medición de la segunda jornada (27/02/2017; 8:00 PM); cinco minutos después, se detecta un valor nulo que se incrementa, significativamente, a partir de las 8:15 PM, permaneciendo estable hasta el final de la tercera jornada.

Respecto a la subida, el análisis de los datos es similar a la descarga, destacándose que los valores de subida son inferiores a los de descarga, incluso muy heterogéneos entre sí, como puede observarse en la medición realizada a las 8:17 PM del día 27/02/2017.

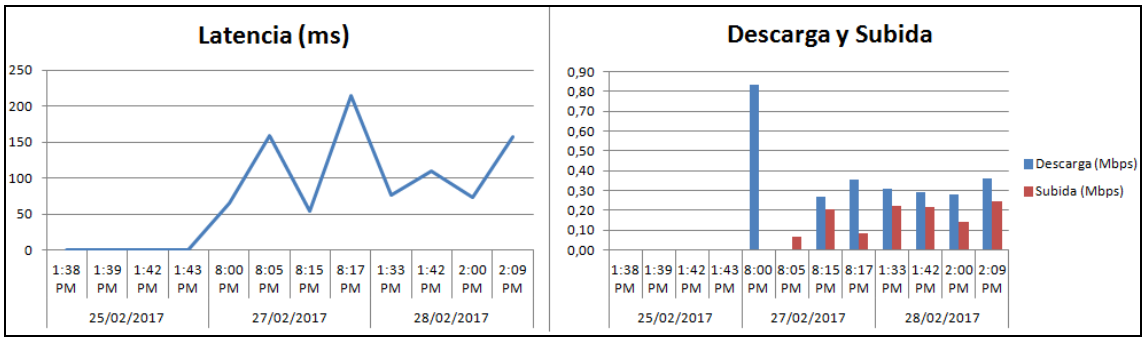
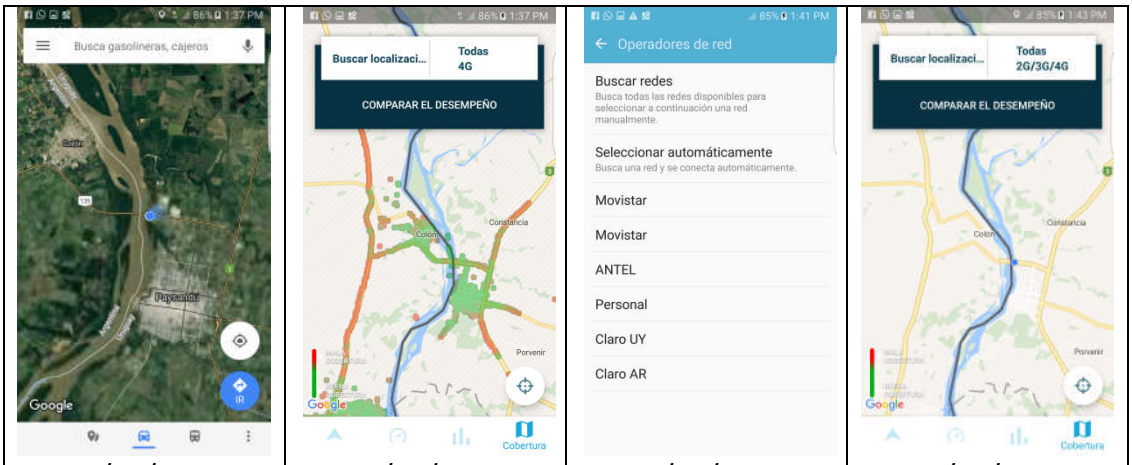


Figura 214. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

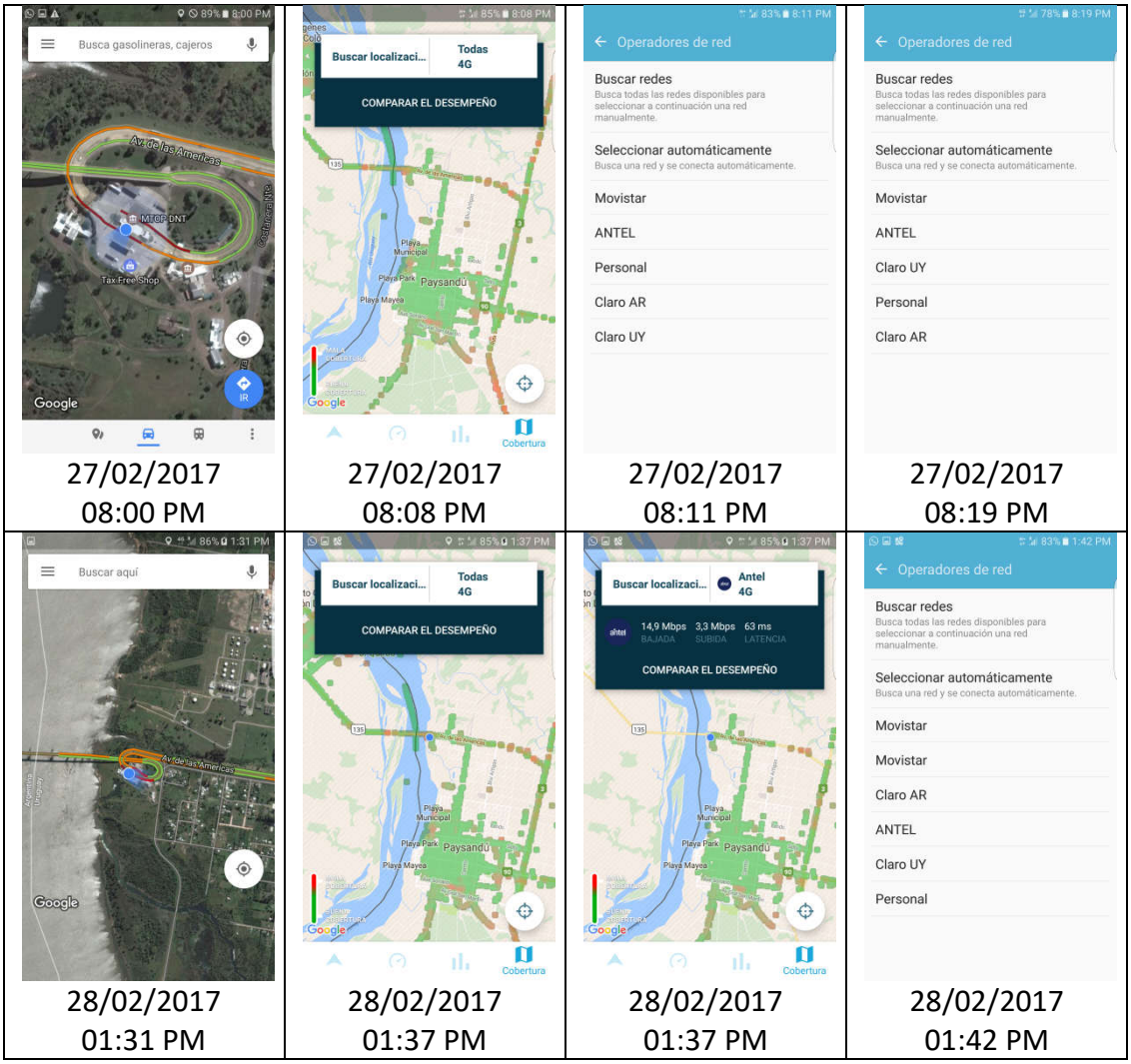
Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

La siguiente figura contiene un mapa satelital de este trayecto, incluyendo el sitio exacto del Paso de Frontera Paysandú; un mapa de cobertura 4G de T8 con el dato curioso que no incluye este sitio con relación a la imagen anterior; un listado de las redes 4G detectadas y, finalmente, un mapa con la posición exacta de este sitio aunque no incluye la cobertura móvil, es decir, este caso es opuesto al mapa de cobertura 4G de T8.



25/02/2017 01:37 PM	25/02/2017 01:37 PM	25/02/2017 01:41 PM	25/02/2017 01:43 PM

Figura 215. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android



27/02/2017 08:00 PM | 27/02/2017 08:08 PM | 27/02/2017 08:11 PM | 27/02/2017 08:19 PM

28/02/2017 01:31 PM | 28/02/2017 01:37 PM | 28/02/2017 01:37 PM | 28/02/2017 01:42 PM

Figura 216. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En la figura anterior, se observan dos mapas satelitales de Google Maps®, capturados durante las jornadas del 27 y 28 de febrero de 2017, que indican la posición exacta del GPS. Por otra parte, se exhiben tres listados de redes detectadas mediante la función *Buscar Redes* de Android, los cuales difieren entre sí, destacándose la ausencia de Movistar Argentina en la segunda jornada, y la presencia de todas las redes de la región, en la tercera *(Véase la imagen capturada el 28/02/2017 - 01:42 PM)*.

Por otro lado, en la tercera jornada se muestra un mapa de cobertura, capturado con OpenSignal, de todas las redes 4G de la ciudad de Paysandú, y otro de la cobertura 4G de la operadora uruguaya ANTEL el cual resulta altamente coincidente con el mapa anterior, concluyendo, consecuentemente, que la cobertura 4G de esta operadora comprende a casi la totalidad de la zona urbana de esta ciudad.

S4: Ciudad de Paysandú: 18 de Julio esquina 19 de Abril

En este sitio se realizaron mediciones los días 25, 26 y 28 de febrero de 2017, atravesando la frontera en tres oportunidades con el fin de determinar el alcance del Roaming uruguayo. Las condiciones climatológicas para el primer día fueron óptimas: cielo mayormente soleado, viento del SE a 10 km/h y temperaturas mínima y máxima de 21 y 33 grados respectivamente. En el segundo día de análisis, el cielo permaneció soleado, registrándose temperaturas y vientos similares al día anterior. Finalmente, en el tercer día de análisis, el cielo permaneció parcialmente nublado por la mañana con una rotación del viento hacia el sector NNO a 15 km/k.

Opción "Tablero" de OpenSignal

En la siguiente figura se observan tres imágenes capturadas, una por cada día o jornada de análisis. Se puede visualizar que la red es, en todos los casos, 4G, mientras que la latencia ha registrado un aumento, ubicándose en 151 ms el 26/02/2017, respecto a los otros casos exhibidos que resultaron con un retraso de 75 ms (25/02/2017) y de 50 ms (28/02/2017). Finalmente, los Smartphones funcionaron en Roaming durante las tres jornadas de mediciones a través de la operadora Movistar Uruguay.

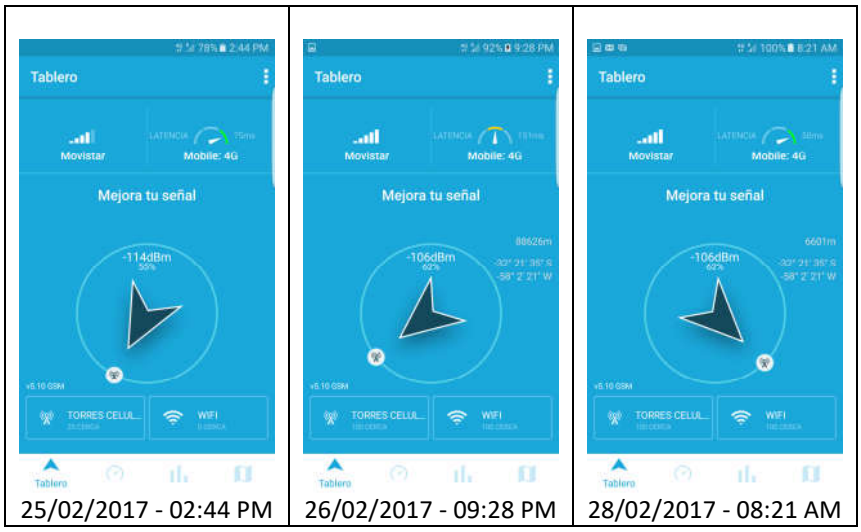
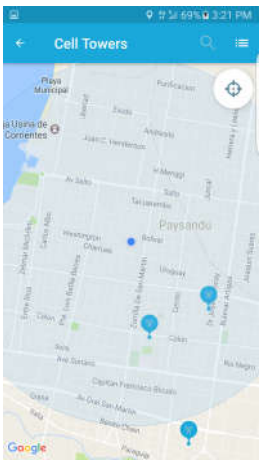


Figura 217. Opción *Tablero* de OpenSignal

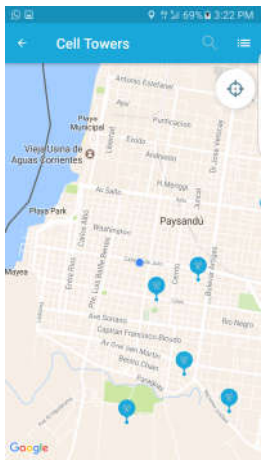
Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En la siguiente figura se observa el resultado de las antenas detectadas durante las tres jornadas de mediciones. La posición real de los Smartphones no coincide con la registrada por el GPS que sitúa a los dispositivos a 400 metros en dirección norte del sitio analizado. Esta situación puede observarse durante los tres días en que se ha llevado a cabo el trabajo de campo y, por lo tanto, merece un estudio ulterior para determinar las causas de esta anomalía.

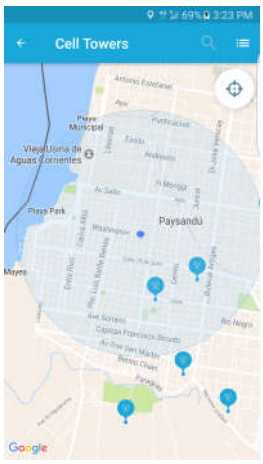
Por otra parte, se puede visualizar que la antena que ofrece el servicio móvil de Roaming no ha cambiado durante estos tres días y cuyos valores CELL ID/LAC son 5215747/7050. Finalmente, se muestran, en la última imagen (28/02/2017- 08:24 AM) las redes Wi-Fi disponibles en este sitio.



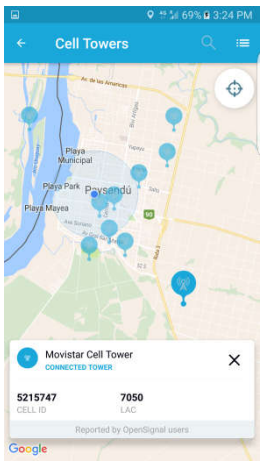
25/02/2017 - 03:21 PM



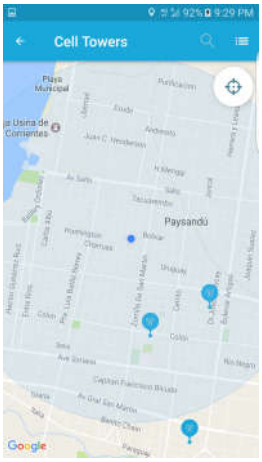
25/02/2017- 03:22 PM



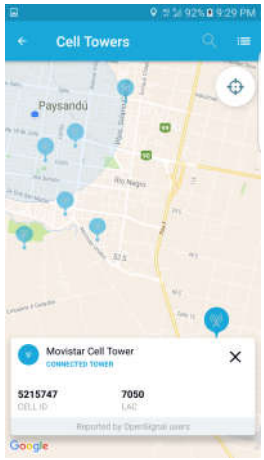
25/02/2017- 03:23 PM



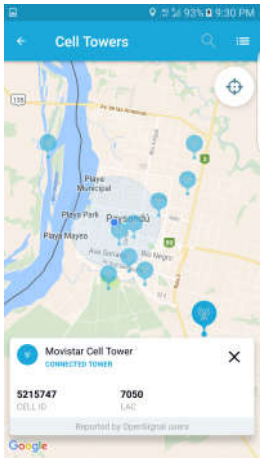
25/02/2017- 03:24 PM



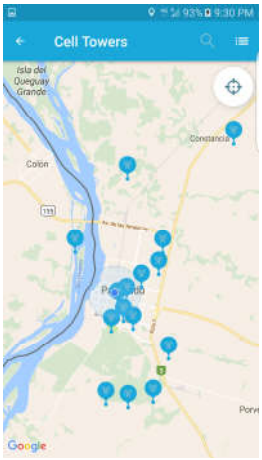
26/02/2017 - 09:29 PM



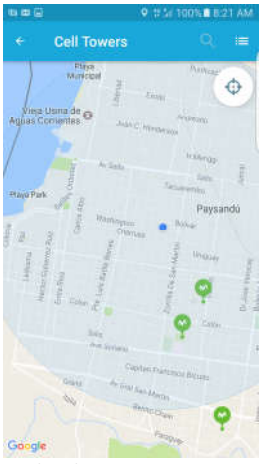
26/02/2017- 09:29 PM



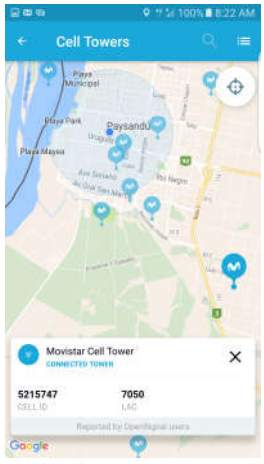
26/02/2017- 09:30 PM



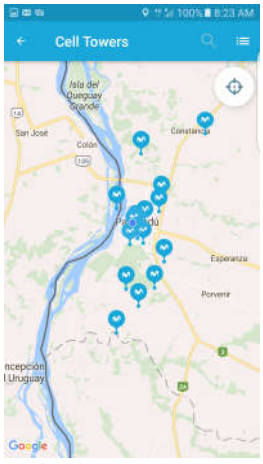
26/02/2017- 09:30 PM



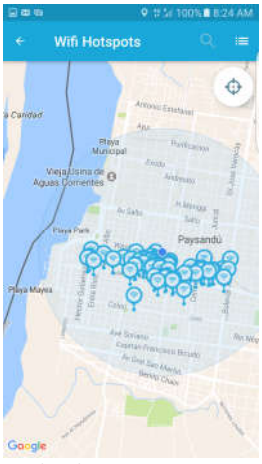
28/02/2017 - 08:21 AM



28/02/2017- 08:22 AM



28/02/2017- 08:23 AM



28/02/2017- 08:24 AM

Figura 218. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de las antenas que ofrecen el servicio en el momento de realizada la medición. En todos los casos los Smartphones funcionaron con el Roaming de la operadora Movistar Uruguay. Nótese que en todos los casos, las imágenes exhiben la misma antena, y cuyos parámetros CELL ID/LAC son 5215747/7050.

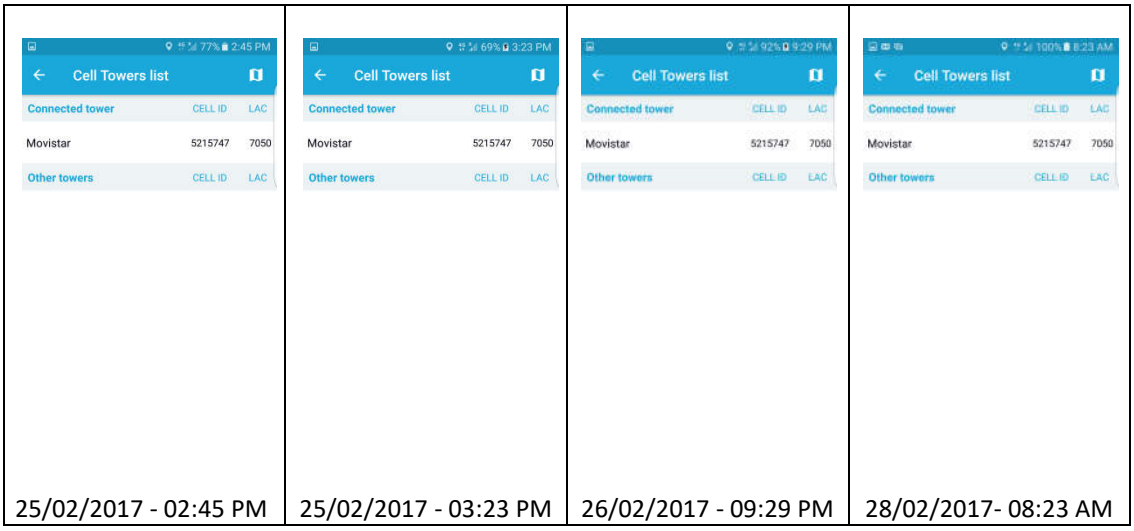


Figura 219. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

Las siguientes figuras muestran valores recolectados de latencia, descarga y subida, durante las tres jornadas de mediciones (25, 26 y 28 de febrero de 2017). En la primera, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Uruguay, y se han podido recolectar datos homogéneos entre sí, a excepción de los obtenidos a las 03:30 PM.

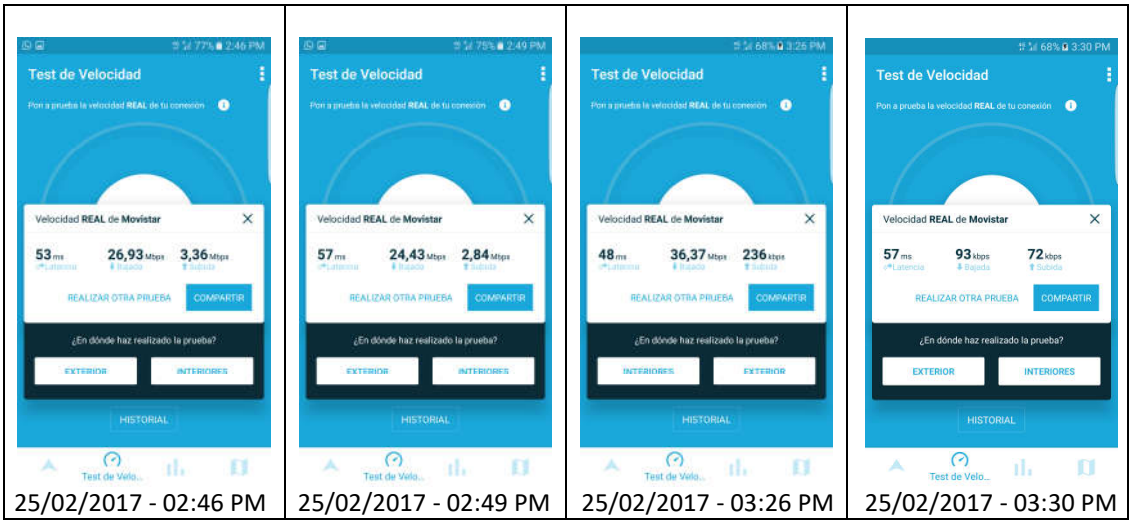


Figura 220. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

Figura 221. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

En el siguiente gráfico se exhiben los valores de latencia, descarga y subida para los tres días de mediciones.

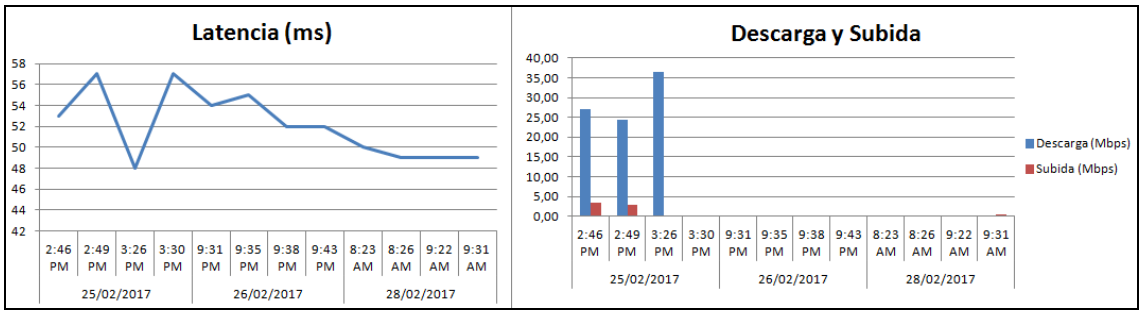


Figura 222. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Nótese que la latencia muestra un comportamiento irregular durante los tres días de pruebas; en la primera jornada se observa una disminución brusca a las 03:26 PM, mientras que cuatro minutos más tarde se registra uno de los valores más elevados que durante el transcurso del tiempo disminuye hasta estabilizarse en 49 ms.

Respecto a la descarga, nótese en el gráfico de la derecha de la figura anterior que las tres primeras mediciones correspondientes al 25/02/2017 son significativas, no así los valores de subida que resultaron ligeramente inferiores a los de descarga.

Por otra parte, cabe destacar que a partir de las 03:30 PM del 25/02/2017, los valores de descarga y subida registraron una disminución abrupta de Mbps a Kbps. Por tal razón, no se pueden apreciar dichos valores respecto a los anteriores. Esta situación permaneció de esta forma durante el resto de las jornadas de mediciones.

Por lo tanto, el comportamiento irregular de la latencia y la disminución repentina de la descarga y de la subida resultan ser situaciones que merecen ser estudiadas en un futuro próximo.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

Las siguientes figuras contienen un mapa satelital del sitio analizado; un mapa de cobertura 4G de la ciudad de Paysandú incluyendo la posición del GPS que difiere de este sitio; un mapa satelital de la ciudad con la posición obtenida del GPS y un listado de las redes 4G detectadas.

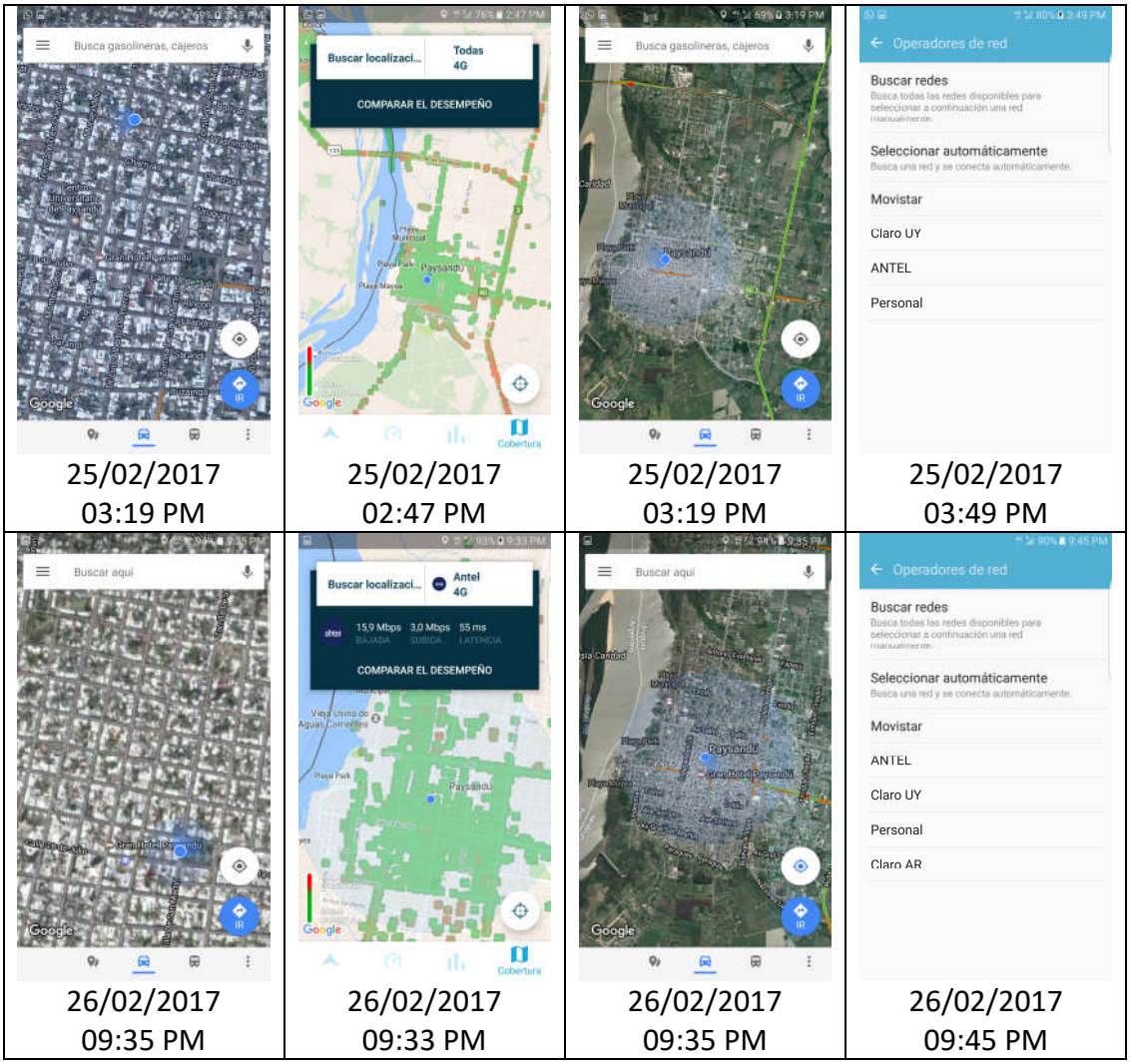
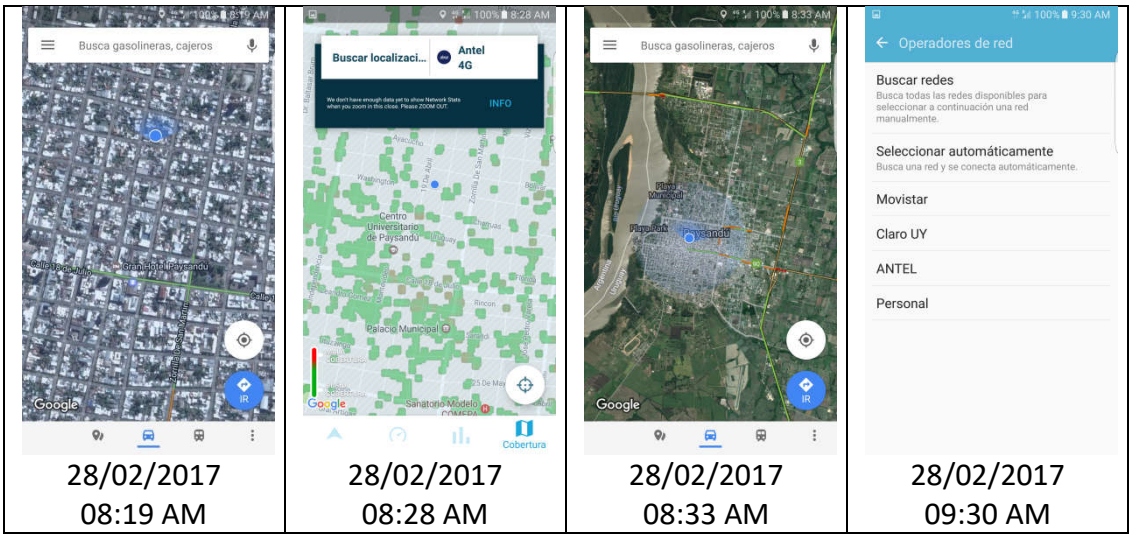


Figura 223. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android



28/02/2017 08:19 AM	28/02/2017 08:28 AM	28/02/2017 08:33 AM	28/02/2017 09:30 AM

Figura 224. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

En las figuras anteriores, se exhiben los datos recolectados en las tres jornadas: 25, 26 y 28 de abril de 2017. El primer mapa satelital incluye el GPS que no coincide con la ubicación del sitio en cuestión donde se han realizado las mediciones. Esto se puede observar en el mapa de la primera jornada capturado a las 03:19 PM que muestra la posición del GPS a cuatro cuadras de diferencia de S4, es decir, en la esquina de 19 de abril y Washington. Esta situación curiosa se presenta nuevamente en la tercera jornada; sin embargo, en el segundo día de mediciones, se observa que el GPS se encuentra a sólo dos cuadras del lugar donde se realizaron las pruebas. Por tanto, resulta conveniente realizar una investigación futura al respecto.

Por otra parte, nótese que se visualizan tres mapas de cobertura 4G para S4, el primero correspondiente a la cobertura 4G de la ciudad de Paysandú; el segundo, exhibe la cobertura 4G de la operadora uruguaya ANTEL en el centro en el área urbana y, finalmente, el tercero, muestra esta cobertura en las cercanías a S4. En suma, el mapa de cobertura 4G ANTEL de la segunda jornada es muy similar al mapa de cobertura 4G de todas las compañías exhibido el 25 de abril de 2017. Por lo tanto, esta compañía uruguaya cubre una gran superficie del municipio de Paysandú.

Finalmente, el listado de redes móviles detectadas con la función BUSCAR REDES de Android, muestra a todos los operadores uruguayos (ANTEL, Movistar y Claro UY) durante las tres jornadas aunque situados en diferentes posiciones dentro del listado, mientras que los operadores argentinos encontrados han sido Personal, durante las tres jornadas, y Claro AR, en el segundo día de mediciones.

S5: Ciudad de Paysandú: Paysandú Shopping Terminal

Paysandú Shopping Terminal se localiza entre las calles 25 de Mayo, Joaquín Suarez, Ituzaingó y Bulevar Artigas. Las mediciones se realizaron el día 25 de febrero de 2017 con el fin de determinar el alcance del Roaming uruguayo. Las condiciones climatológicas fueron óptimas: cielo mayormente soleado, viento del SE a 10 km/h y temperaturas mínima y máxima de 21 y 33 grados respectivamente.

Opción "Tablero" de OpenSignal

En la siguiente figura se observan tres imágenes capturadas en diferentes momentos de la jornada de análisis. Se puede visualizar que la red es, en todos los casos, 4G, mientras que se ha registrado una latencia de 3100 ms a las 07:44 PM. Finalmente, los Smartphones funcionaron en Roaming durante las tres jornadas de mediciones, a través de la operadora Movistar Uruguay.

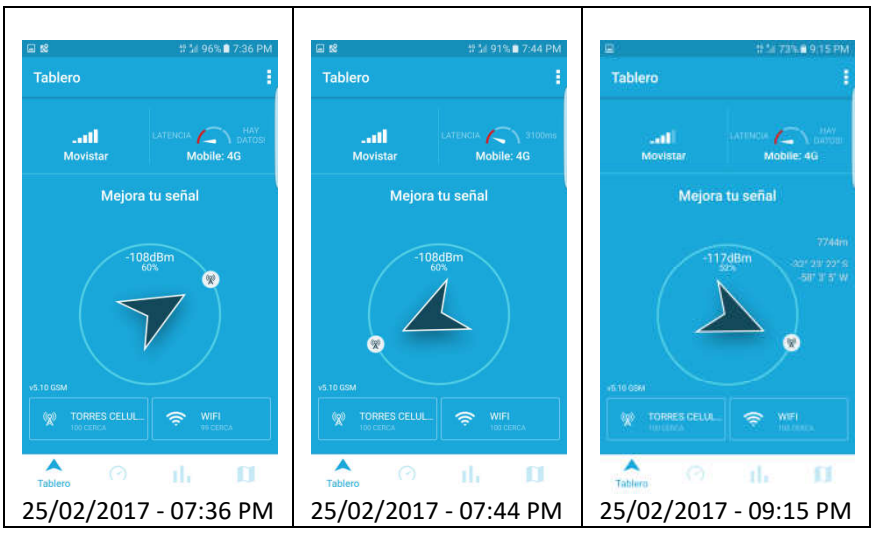


Figura 225. Opción *Tablero* de OpenSignal

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En la siguiente figura se observa que la antena detectada durante la jornada de mediciones no se ha modificado. En este sitio la posición real de los Smartphones coincide con la registrada por el GPS. Por otra parte, las propiedades de la antena que ofrece el servicio de Roaming tienen los siguientes valores CELL ID/LAC son 5212164/7050

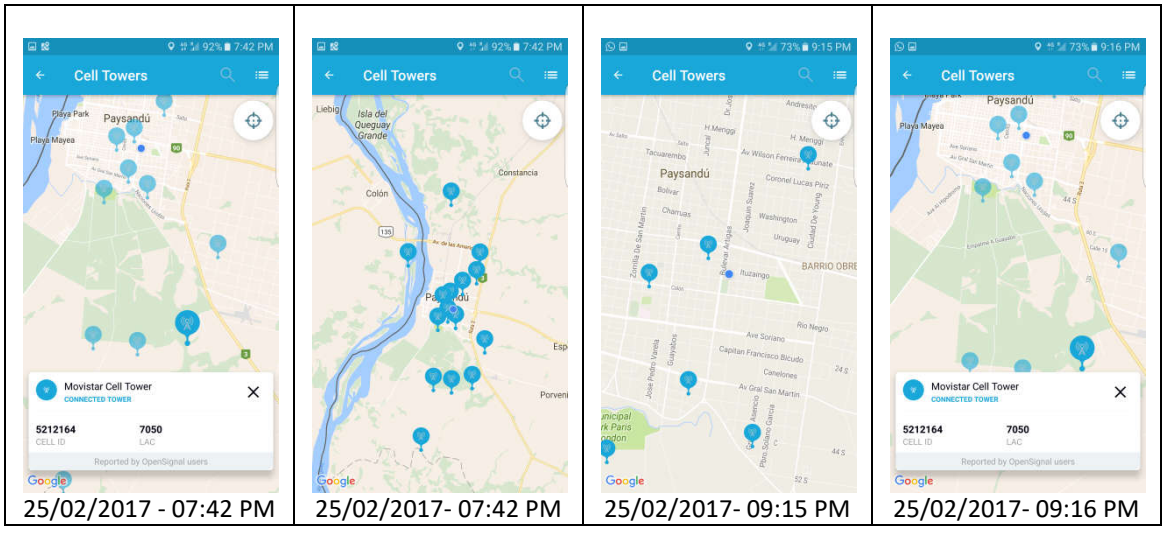


Figura 226. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de las antenas que ofrecen el servicio en el momento de realizada la medición. En todos los casos los Smartphones funcionaron con el Roaming de la operadora Movistar Uruguay. Nótese que en todos los casos, las imágenes exhiben la misma antena, y cuyos parámetros CELL ID/LAC son 5212164/7050.

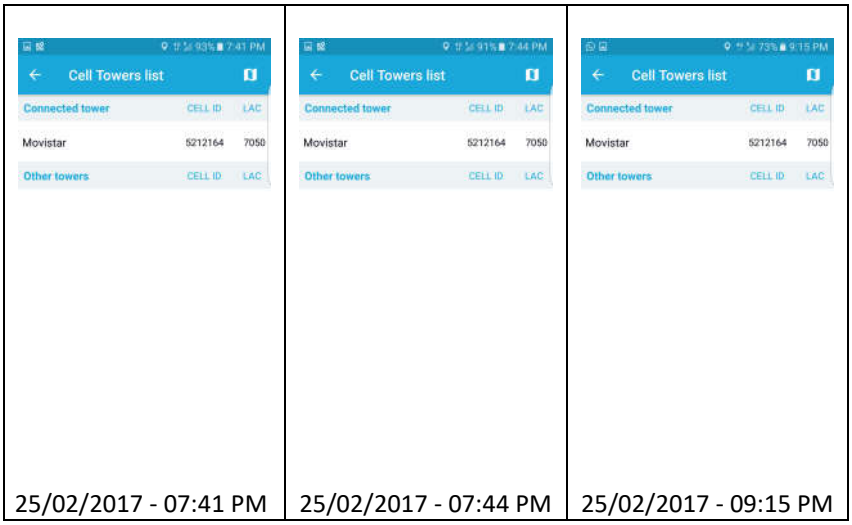


Figura 227. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida, durante el intervalo horario analizado correspondiente al 27 de febrero de 2017. En esta jornada, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Uruguay, y se han podido recolectar datos homogéneos entre sí, a excepción de los obtenidos a las 09:18 PM.

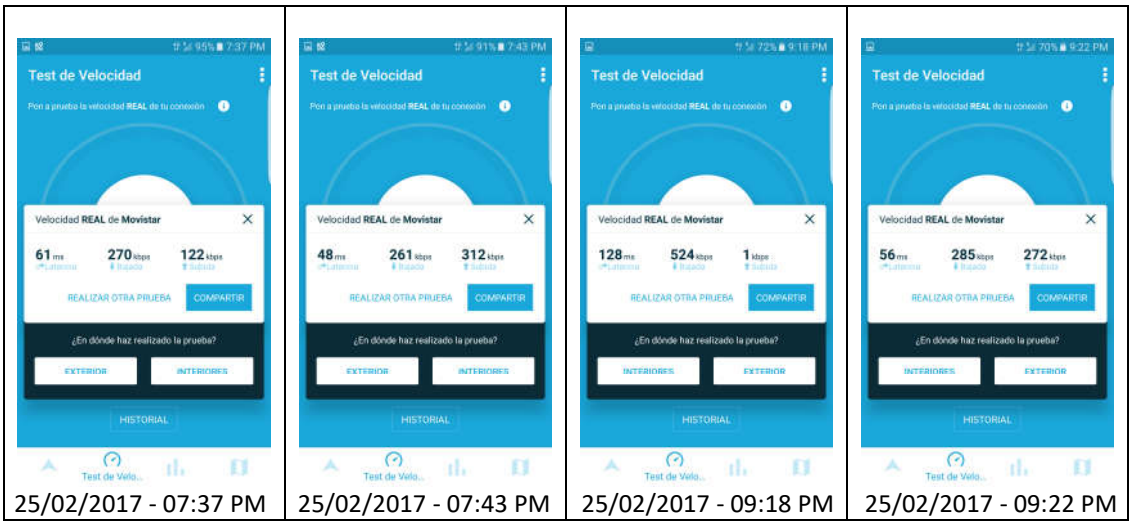


Figura 228. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

En el siguiente gráfico se exhiben los valores de latencia, descarga y subida para los tres días de mediciones:

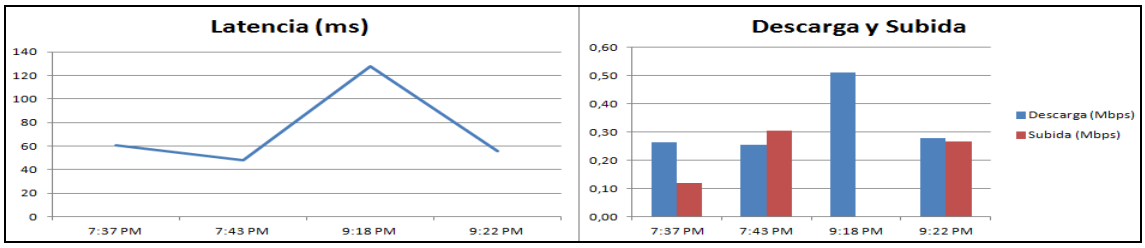


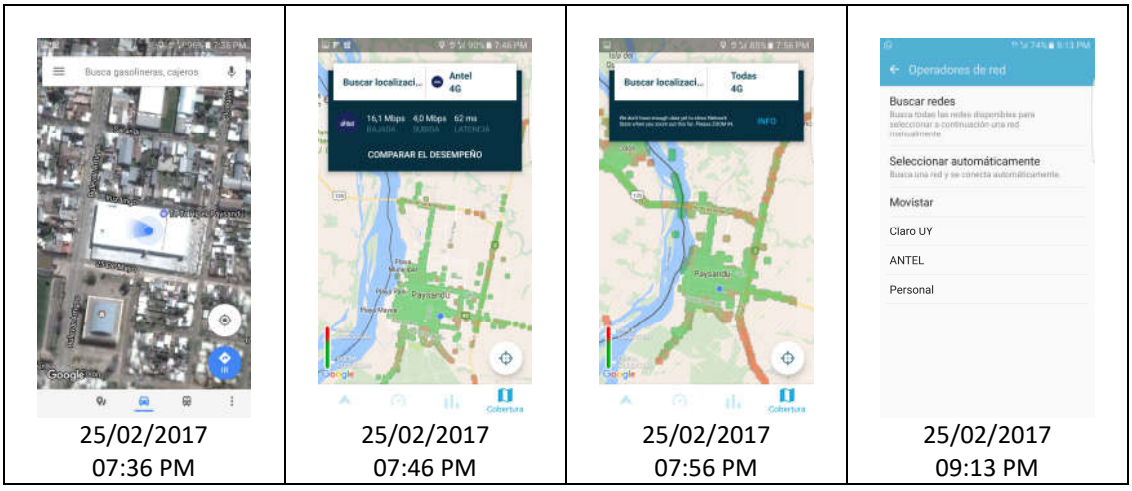
Figura 229. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Nótese que la latencia muestra un comportamiento irregular durante el día en que se han realizado las pruebas. Se observa una pequeña disminución a las 07:43 PM de 48 ms; a las 09:18 PM se registra una subida paulatina y constante hasta alcanzar los 128 ms y, finalmente, el retraso se ubica en 56 ms a las 09:22 PM. Durante un intervalo de una hora y media aproximadamente, se ha verificado que la velocidad de Internet y de respuesta de los Smartphones ha resultado lenta hasta llegar a una intensidad de señal muy débil como puede observarse en la imagen de las 09:18 PM.

Respecto a la descarga, los valores no superan un Mbps; el máximo registro ha sido de 524 Kbps a las 09:18 PM. Por otra parte, los restantes indicadores recolectados de descarga se sitúan por debajo de los 300 Kbps, los más bajos registrados en un sitio del presente trayecto. Los valores de subida, también se ubican muy por debajo de un Mbps, es decir, en 300 Kbps. Sin embargo, a las 09:18 PM se registró el descenso más importante de la subida, situándose en 1 Kbps, contraponiéndose con el mayor registro de subida en ese horario que ha sido de 524 Kbps. Esta situación extraña merece ser estudiada en un futuro próximo.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

La siguiente figura contiene un mapa satelital del sitio analizado; un mapa de cobertura 4G de la operadora ANTEL en la ciudad de Paysandú; un mapa de cobertura 4G de todos los operadores de la región y un listado de las redes móviles empleando la función BUSCAR REDES del Sistema Operativo Android.



25/02/2017 07:36 PM	25/02/2017 07:46 PM	25/02/2017 07:56 PM	25/02/2017 09:13 PM

Figura 230. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Nótese en la figura anterior que el mapa de cobertura 4G de la operadora uruguaya ANTEL en la ciudad de Paysandú, resulta muy similar al de cobertura 4G de todas las compañías detectadas el 25 de abril de 2017. Por lo tanto, esta compañía uruguaya cubre una gran superficie del municipio de Paysandú.

Finalmente, el listado de redes móviles detectadas con la función BUSCAR REDES de Android, muestra a todos los operadores uruguayos (Movistar, Claro UY, ANTEL) que han sido detectados sin dificultades. Por otra parte, la operadora argentina *Personal* ha sido identificada a partir de las 09:13 PM, como puede observarse en la siguiente figura. Se destaca, además, que la operadora Movistar Uruguay se ubica en el primer lugar de la lista mientras que la segunda posición varía entre ANTEL y Claro UY.

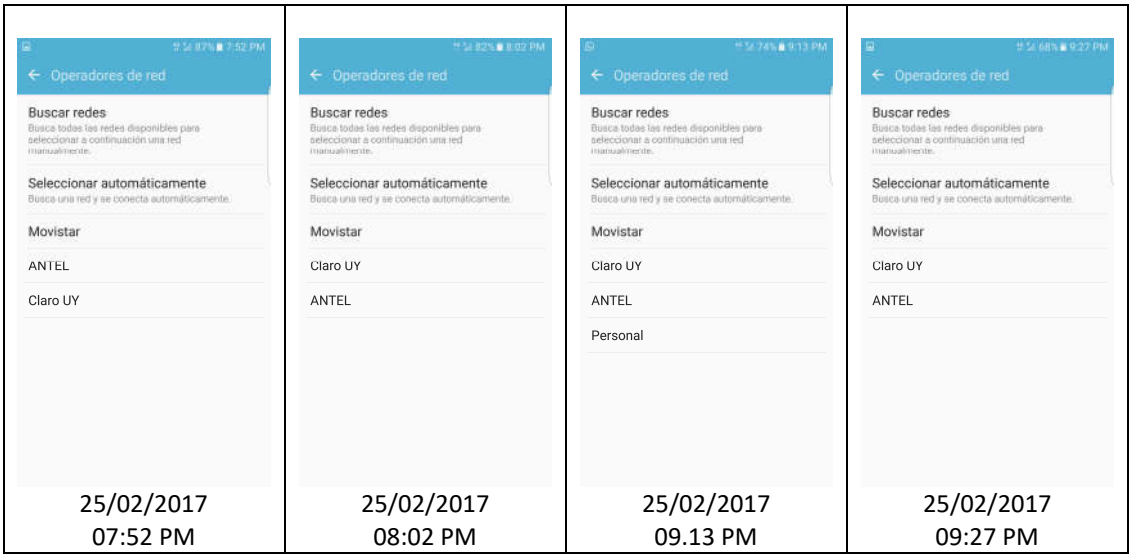


Figura 231. Redes detectadas con la función BUSCAR REDES de Android

S6: Ciudad de Paysandú: Plaza Artigas

Este sitio fue analizado el día 27 de febrero de 2017 con condiciones climatológicas óptimas: cielo soleado, viento del ENE a 12 km/h y una temperatura registrada de 33 grados centígrados.

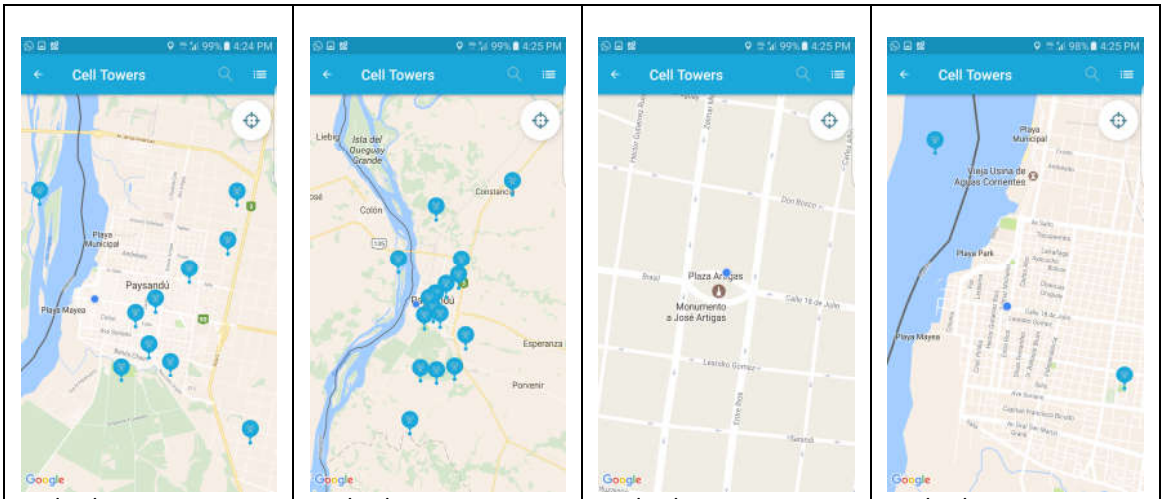
Opción "Tablero" de OpenSignal

En la siguiente figura se observa la cobertura 4G de este sitio a las 04:24 PM, registrándose una latencia media de 116 ms. Por otra parte, los Smartphones funcionaron en Roaming durante toda la presente jornada de mediciones, a través de la operadora Movistar Uruguay.

Figura 232. Opción *Tablero* de OpenSignal

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En la siguiente figura se observa que la antena detectada durante la jornada de mediciones, ha sido la misma. En este sitio la posición real de los Smartphones coincide con la registrada por el GPS.



27/02/2017 - 04:24 PM | 27/02/2017- 04:25 PM | 27/02/2017- 04:25 PM | 27/02/2017- 04:25 PM

Figura 233. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de las antenas que ofrecen el servicio en el momento de realizada las mediciones. En todos los casos los Smartphones funcionaron con el Roaming de la operadora Movistar Uruguay. Nótese que las imágenes exhiben la misma antena, y cuyos parámetros CELL ID/LAC son 5215749/7050.

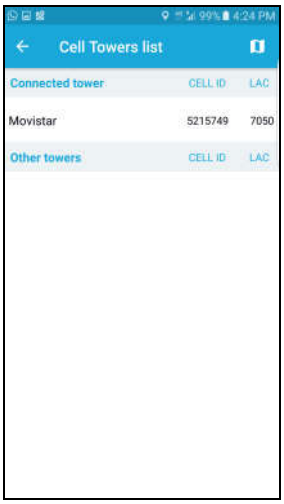


Figura 234. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida, durante el intervalo horario analizado, correspondiente al 27 de febrero de 2017. En esta jornada, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Uruguay, y se han podido recolectar datos homogéneos entre sí.

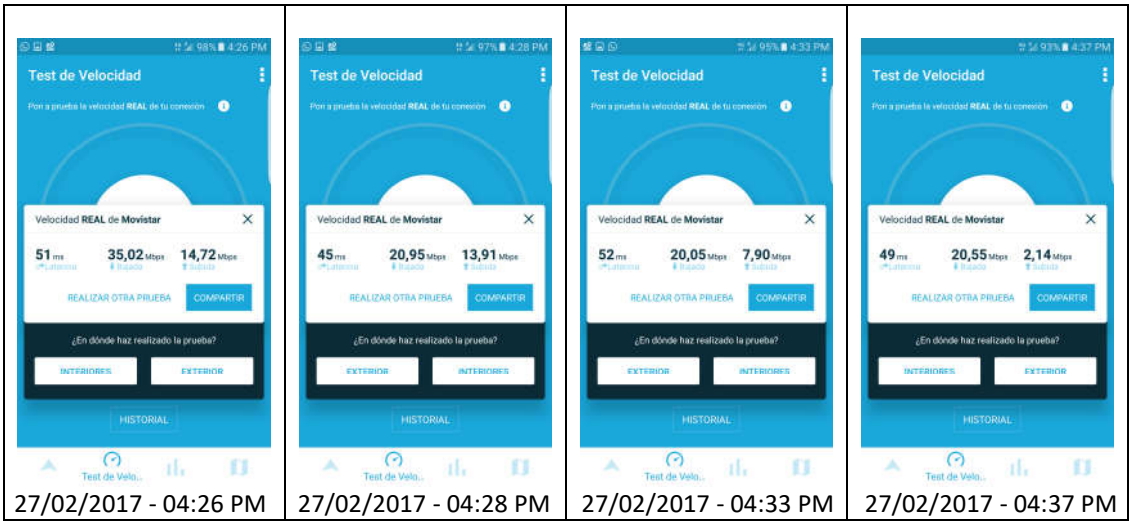


Figura 235. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

En el siguiente gráfico se exhiben los valores de latencia, descarga y subida para la presente jornada de mediciones. Nótese que los datos obtenidos se encuentran expresados en Mbps y, por lo tanto, este sitio es considerado de alta relevancia dentro del presente trayecto.

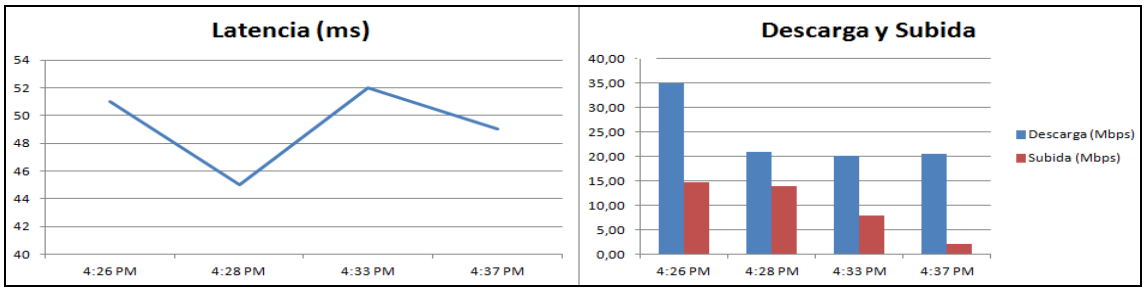


Figura 236. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

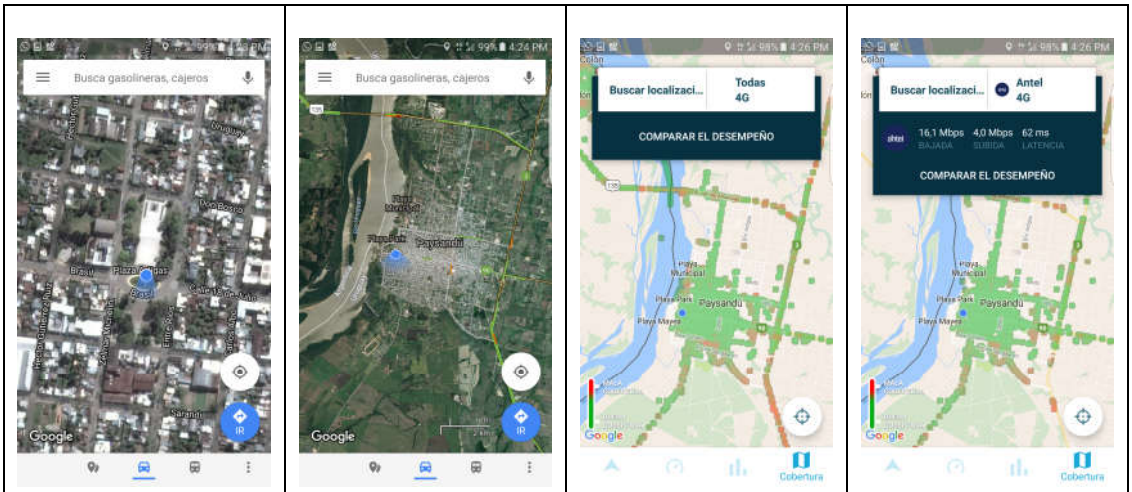
Nótese que la latencia muestra un comportamiento irregular durante ese día. Se observa una ligera disminución a las 04:28 PM de 45 ms; a partir de ese horario se registra una subida en un rango similar al descenso, posicionándose el retraso en 52 ms luego de cinco minutos. Finalmente, este valor disminuye a las 04:37 PM, ubicándose en 49 ms.

Respecto a la descarga, el primer valor recolectado a las 04:26 PM ha resultado ser el más elevado (35,02 Mbps). Dos minutos más tarde éste disminuye de forma significativa posicionándose en 20,95 Mbps, valor que permanece estable durante el rango en que se han realizado las mediciones.

Por otra parte, ocurre una situación similar con la subida, en función de que se ha registrado el mejor valor durante la primera medición, obteniéndose 14,72 Mbps; dos minutos más tarde, este valor se posiciona en 13,91 Mbps. Finalmente, cinco minutos después, se registra el primer descenso importante, ubicándose la subida en 7,90 Mbps, y a las 04:37 en 2,14 Mbps. Las disminuciones bruscas de descarga y subida ameritan un estudio posterior al respeto.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

La siguiente figura contiene dos mapas satelitales del sitio analizado, un mapa de cobertura 4G de todos los operadores de la región y un mapa de cobertura 4G de la operadora ANTEL en la ciudad de Paysandú.



27/02/2017 04:23 PM | 27/02/2017 04:24 PM | 27/02/2017 04:26 PM | 27/02/2017 04:26 PM

Figura 237. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Finalmente, el listado de redes móviles detectadas con la función BUSCAR REDES de Android, muestra a todos los operadores uruguayos (Movistar, Claro UY, ANTEL) que han sido identificados sin dificultades, y a la operadora argentina Personal, aunque no se han podido encontrar las restantes redes oficiales Movistar y Claro.

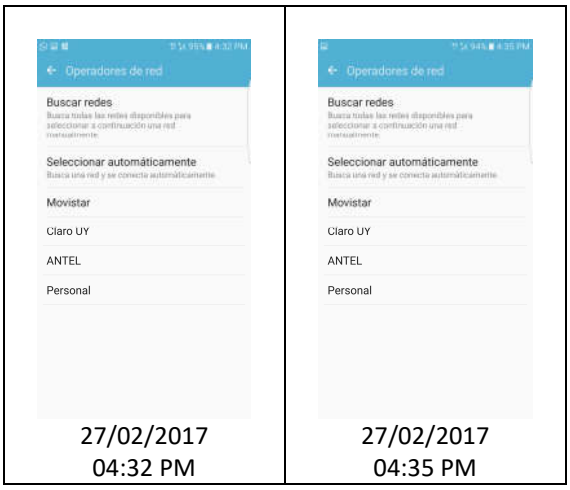


Figura 238. Redes detectadas con la función BUSCAR REDES de Android

S7: Ciudad de Paysandú: Zona portuaria

Este sitio fue analizado el día 27 de febrero de 2017 con condiciones climatológicas óptimas: cielo soleado, viento del ENE a 12 km/h y una temperatura registrada de 32 grados centígrados.

Opción "Tablero" de OpenSignal

En la siguiente figura se observa la cobertura 4G de este sitio a las 04:40 PM, registrándose una latencia media de 116 ms, igual valor respecto al sitio anterior. Por otra parte, los Smartphones funcionaron en Roaming durante toda la presente jornada de mediciones, a través de la operadora Movistar Uruguay.

Figura 239. Opción *Tablero* de OpenSignal

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En la siguiente figura se observa que la antena detectada durante la jornada de mediciones, ha sido la misma. En este sitio la posición real de los Smartphones coincide con la registrada por el GPS.

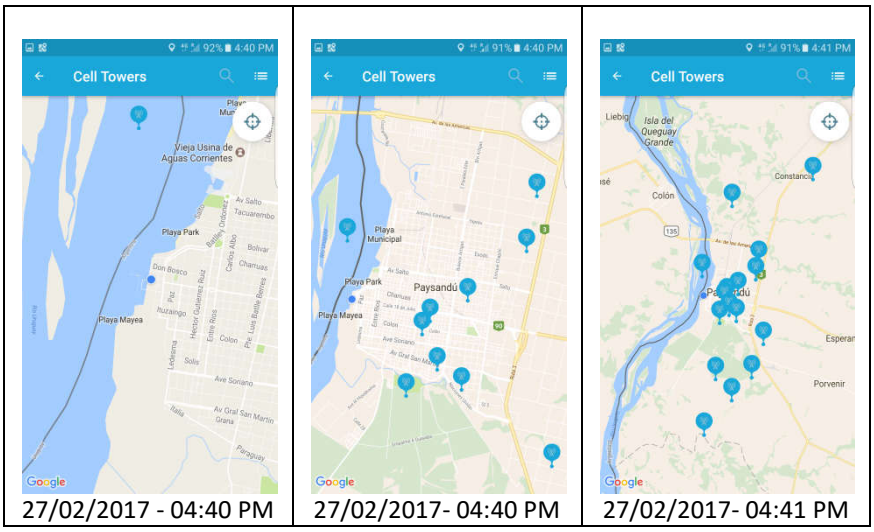


Figura 240. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de las antenas que ofrecen el servicio en el momento de realizada la medición. En todos los casos los Smartphones funcionaron con el Roaming de la operadora Movistar Uruguay a pesar de que este sitio se encuentra muy cerca de la frontera con la República Argentina y a pocos kilómetros de la ciudad de Colón (ER). Nótese que los parámetros de la antena CELL ID/LAC son 5215749/7050.

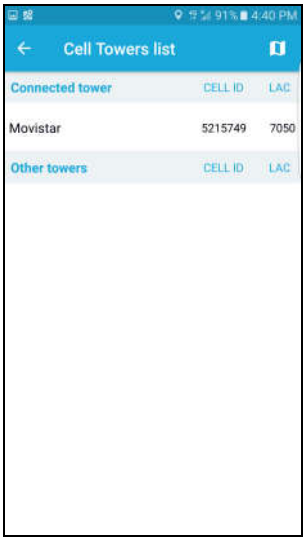


Figura 241. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida, durante el intervalo horario analizado correspondiente al 27 de febrero de 2017. En esta jornada, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Uruguay, y se han podido recolectar datos homogéneos entre sí.

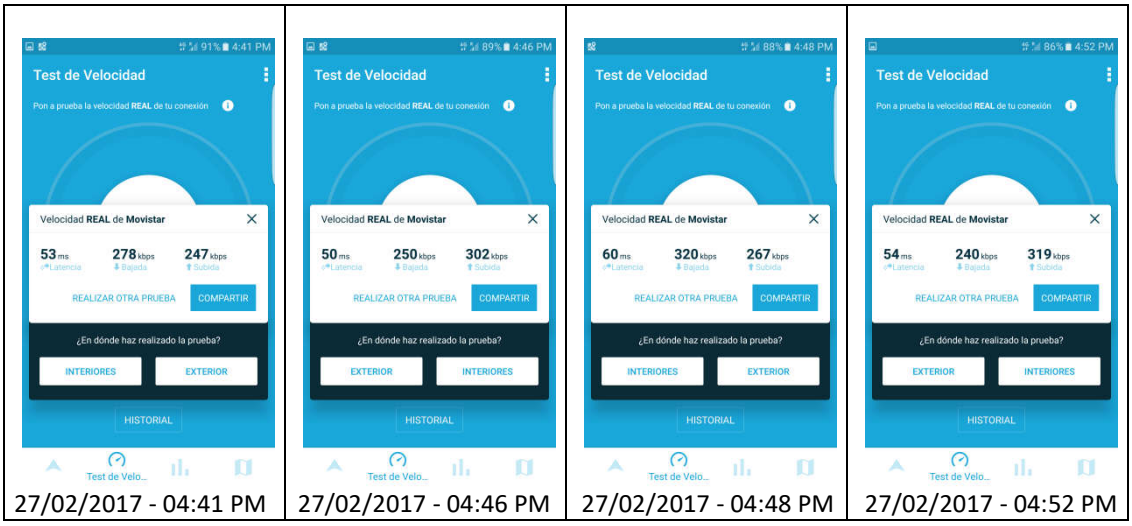


Figura 242. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

En el siguiente gráfico se exhiben los valores de latencia, descarga y subida obteniéndose datos en Kbps, a diferencia del anterior sitio cuyos resultados se han recolectado en Mbps.

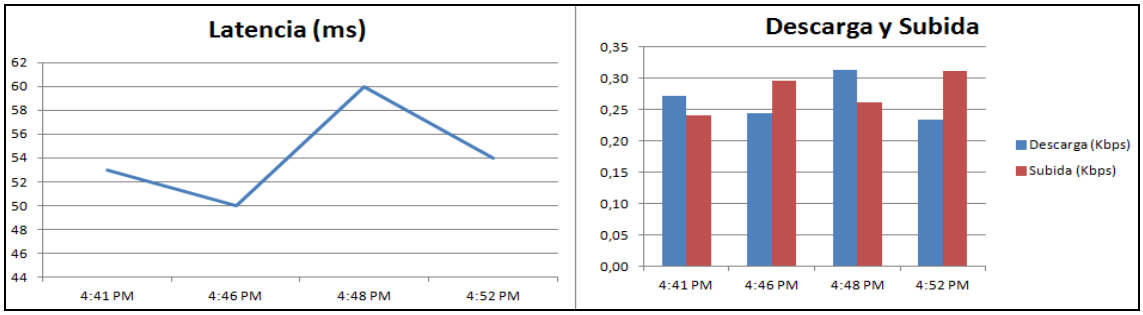


Figura 243. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Nótese que la latencia muestra un comportamiento irregular durante el día en que se han realizado las pruebas. Se observa una ligera disminución a las 04:46 PM de 50 ms; a partir de ese horario se registra una subida significativa, posicionándose el retraso en 60 ms luego de dos minutos. Finalmente, este valor disminuye a las 04:52 PM, ubicándose en 54 ms.

Respecto a la descarga, los valores recolectados son muy similares entre sí; sin embargo se ubican por debajo de un Mbps a diferencia del anterior sitio analizado. Por otra parte, los registros de subida superan a los de descarga en dos momentos determinados (04:46 PM y 04:52 PM), situación no registrada hasta el momento en el presente trabajo y que resulta, en consecuencia, un rasgo interesante para ser analizado en un futuro. Estos valores también se ubican por debajo de un Mbps.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

La siguiente figura contiene cuatro mapas capturados con la aplicación OpenSignal donde puede observarse que en la zona portuaria la intensidad de la señal 4G es débil. Este hecho puede comprobarse a través del indicador de potencia de señal, situado en la parte superior derecha de la pantalla, más precisamente a la derecha del valor porcentual de la batería del Smartphone.

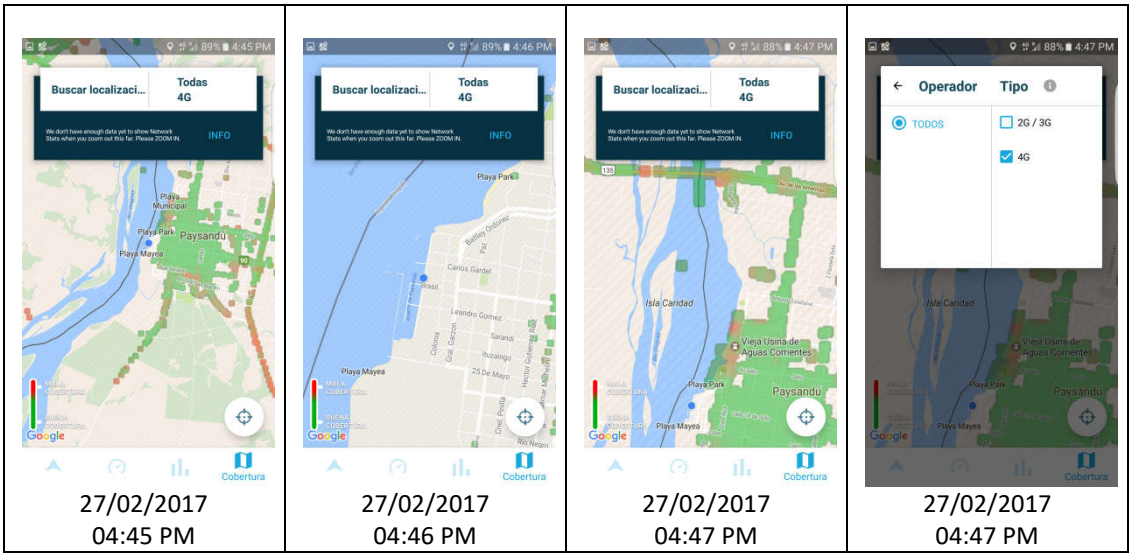


Figura 244. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Finalmente, el listado de redes móviles detectadas con la función BUSCAR REDES de Android, muestra a todos los operadores uruguayos (Movistar, ANTEL, Claro UY) que han sido identificados sin dificultades, y a la operadora argentina *Personal*, aunque ha sido detectada sólo en la primera medición (04:45 PM), mientras que los restantes operadores oficiales del vecino país, es decir, Movistar y Claro, no se han podido localizar.

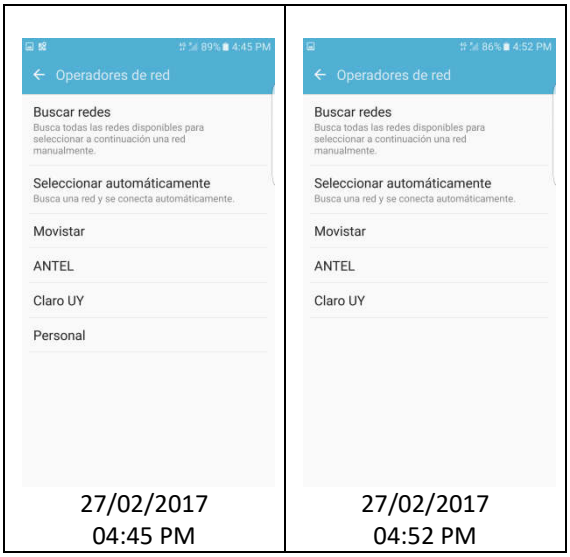


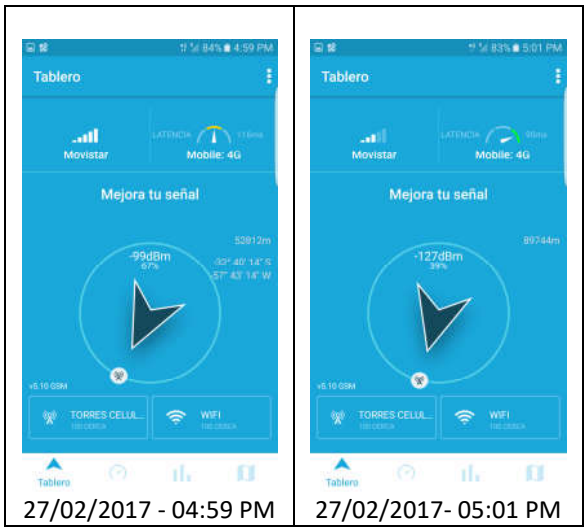
Figura 245. Redes detectadas con la función BUSCAR REDES de Android

S8: Ciudad de Paysandú: Anfiteatro "Río Uruguay"

Este sitio fue analizado el día 27 de febrero de 2017 con condiciones climatológicas óptimas: cielo soleado, viento del ENE a 12 km/h y una temperatura registrada de 32 grados centígrados.

Opción "Tablero" de OpenSignal

En la siguiente figura se observa la cobertura 4G en este sitio, registrándose datos móviles de mediana a buena calidad conforme lo indican las imágenes. Por otra parte, los Smartphones funcionaron en Roaming durante toda la presente jornada de mediciones, a través de la operadora Movistar Uruguay.

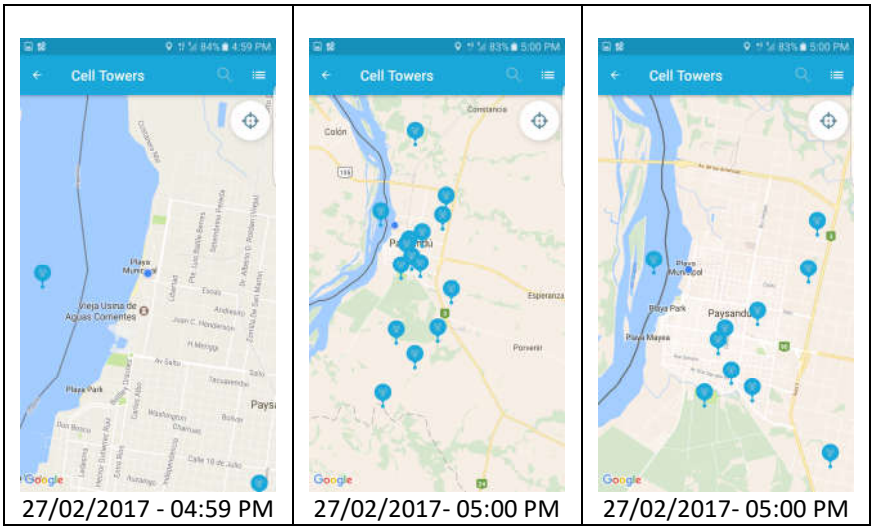


27/02/2017 - 04:59 PM | 27/02/2017- 05:01 PM

Figura 246. Opción *Tablero* de OpenSignal

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers (Mapa de Antenas)

En la siguiente figura se muestra una oscilación del mapeo de las antenas que varía a las 5:00 PM. En este sitio, la posición real de los Smartphones coincide con la registrada por el GPS.



27/02/2017 - 04:59 PM | 27/02/2017- 05:00 PM | 27/02/2017- 05:00 PM

Figura 247. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers* (Mapa de Antenas)

Opción "Tablero" de OpenSignal > Cell Towers List (Lista de Antenas)

En esta opción se muestran los datos de las antenas que ofrecen el servicio en el momento de realizada la medición. En todos los casos los Smartphones funcionaron con el Roaming de la operadora Movistar Uruguay, a pesar de que este sitio se encuentra muy cerca de la frontera con la República Argentina y a pocos kilómetros de la ciudad de Colón (ER). Nótese que los parámetros de la antena CELL ID/LAC son 5212421/7050.

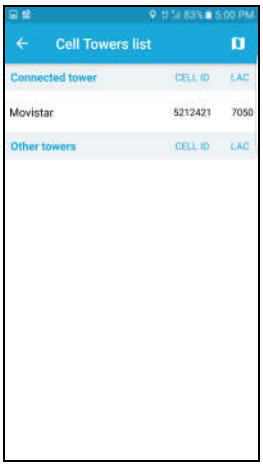


Figura 248. Opción *Tablero* de OpenSignal > *Cell Towers List* (Lista de Antenas)

Opción "Test de Velocidad" de OpenSignal

La siguiente figura muestra valores recolectados de latencia, descarga y subida durante el intervalo horario analizado, correspondiente al 27 de febrero de 2017. En esta jornada, el servicio móvil ha sido ofrecido por Movistar Uruguay, y se han podido obtener datos homogéneos respecto a la descarga, y heterogéneos en relación a la subida.

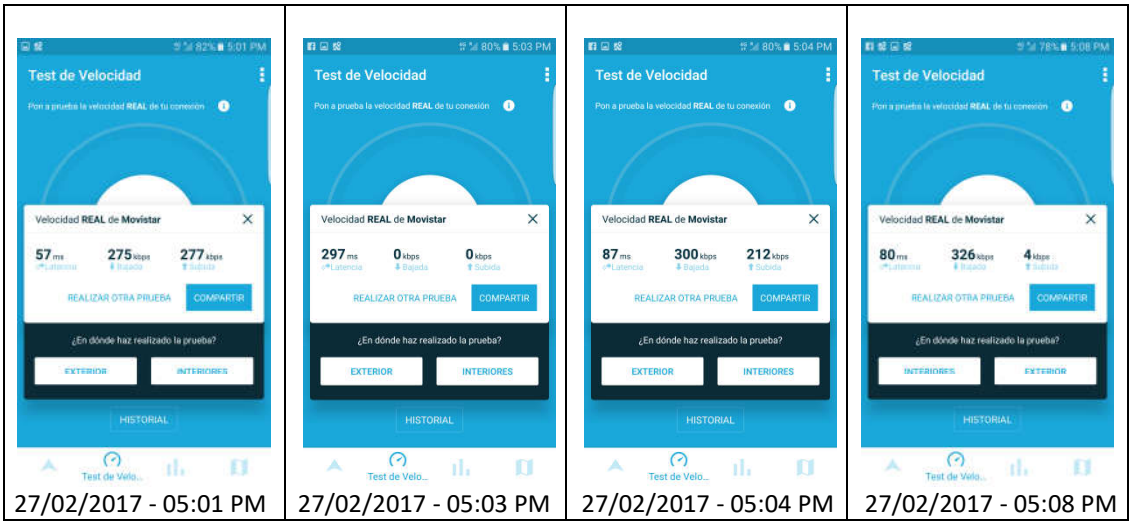


Figura 249. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Mediciones)

En el gráfico asociado se exhiben los valores de latencia, descarga y subida medidos en Kbps, a diferencia del anterior sitio cuyos resultados se han recolectado en Mbps.

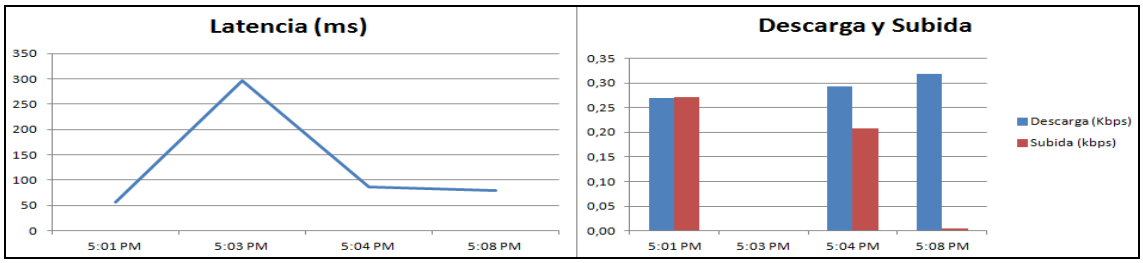


Figura 250. Opción *Test de Velocidad* de OpenSignal (Gráfico)

Nótese que la latencia muestra un comportamiento irregular durante el día en que se han realizado las pruebas. Se observa un importante incremento a las 5:03 PM de 297 ms y, dos minutos después, una abrupta disminución situándose en 87 ms; a partir de ese horario se registra una leve reducción del retraso, posicionándose en 80 ms luego de cuatro minutos.

Respecto a la descarga, los valores recolectados son muy similares entre sí; a excepción de los registrados a las 5:03 PM que han sido nulos. Sin embargo, estos datos se ubican por debajo de un Mbps, a diferencia de otros sitios anteriormente analizados. Por otra parte, los registros de subida superan a los de descarga únicamente a las 5:01 PM, situación análoga registrada también en el sitio anterior. Luego de transcurridos dos minutos, los valores detectados de subida son nulos. Finalmente, los Smartphones detectan un importante incremento del upload a las 5:04 PM de 212 Kbps, que disminuye abruptamente a las 5:08 PM, posicionándose en 4 Kbps. Estos valores también se ubican por debajo de un Mbps.

Opción "Cobertura" de OpenSignal y operadores detectados con Android

La siguiente figura contiene cuatro mapas capturados con la aplicación OpenSignal donde puede observarse que en la zona del Anfiteatro la intensidad de la señal 4G es débil. Este hecho puede comprobarse a través del indicador de potencia de señal. Finalmente, se han podido recolectar valores de latencia, descarga y subida para ANTEL, siempre y cuando no se realice un zoom del área analizada (Imagen derecha).

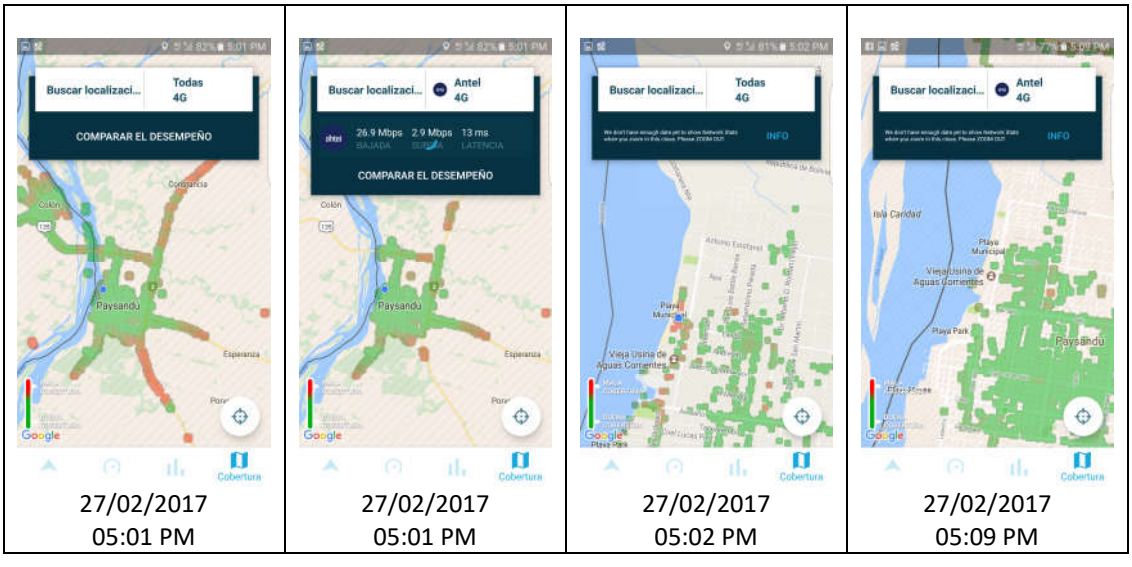


Figura 251. Opción *Cobertura* de OpenSignal y redes detectadas con Android

Finalmente, el listado de redes móviles detectadas con la función BUSCAR REDES de Android, muestra a todos los operadores uruguayos (Movistar, ANTEL y Claro UY) que han sido identificados sin dificultades, y a todos los operadores argentinos (Movistar, Personal y Claro) en virtud de que este sitio se encuentra muy próximo a la ciudad argentina de Colón; análoga situación ocurre con S3 (Paso de Frontera Paysandú).

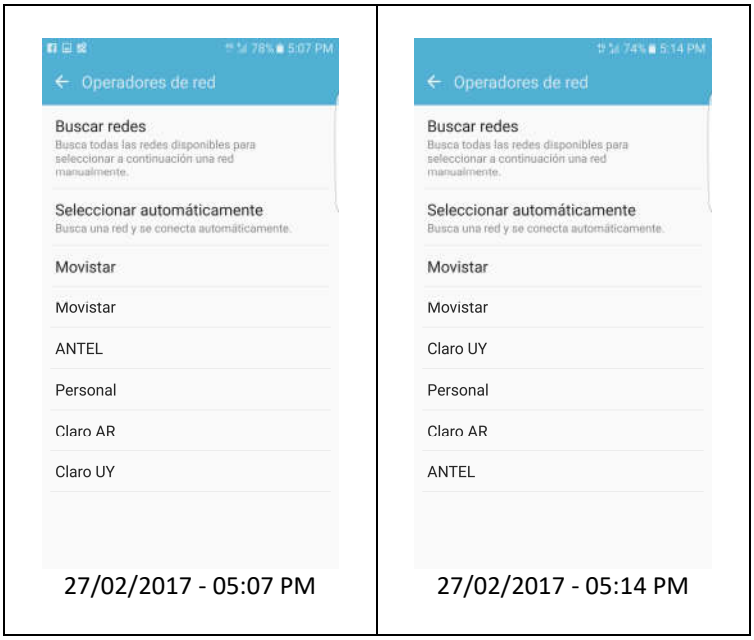


Figura 252. Redes detectadas con la función BUSCAR REDES de Android

Conclusiones del Trayecto T8

Los valores promedio recolectados en este octavo trayecto permiten afirmar la existencia de una situación heterogénea detectada en el transcurso de los tres sitios analizados. La siguiente tabla muestra un conjunto de valores obtenidos en la ciudad de Paysandú.

Cabe destacar, además, que en este trayecto se han podido obtener y analizar una importante cantidad de dados que supera al resto. Esto significa que T8 es considerado el trayecto más importante en virtud de que ha sido realizado en tres jornadas diferentes y atravesando la frontera en dos oportunidades a fin de evaluar la fidelidad de los datos recibidos.

Por otra parte, a diferencia del anterior trayecto realizado en Colonia del Sacramento, la operadora uruguaya ANTEL ha sido detectada sin dificultad, tal como ocurrió en otros trayectos aquí analizados. Los valores obtenidos confirman que es una de las redes más importante del mundo en función de los valores promedio que se sitúan en 51 ms para la latencia, 17,98 Mbps para la descarga y 3,44 Mbps para la subida. En suma, los indicadores anteriores correspondientes a ANTEL en T8, permiten afirmar que es la mejor operadora en Paysandú (ANTEL, 2016; OpenSignal y Cromo (2015).

La siguiente tabla contiene los valores promedio de toda la información recolectada en todos los sitios del T8.

Sitio	Antel			Movistar AR			Movistar UY			Personal		
	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida	Latencia	Descarga	Subida
S1: Colón	S/D	S/D	S/D	903,13	2,21	0,02				88,00	14,70	2,60
S2: Exaduana argentina	S/D	S/D	S/D	1004,00	2,75	0,28				S/D	S/D	S/D
S3: Paso de Frontera Paysandú	63,00	14,90	3,30				75,75	0,22	0,10			
S4: Ciudad de Paysandú: 18 de Julio esquina 19 de Abril	55,00	15,90	3,00				52,08	7,50	0,72			
S5: Ciudad de Paysandú: Paysandú Shopping Terminal	62,00	16,10	4,00				73,25	0,33	0,17			
S6: Ciudad de Paysandú: Plaza Artigas	62,00	16,10	4,00				49,25	24,14	9,67			
S7: Ciudad de Paysandú: Zona portuaria	S/D	S/D	S/D				54,25	0,27	0,28			
S8: Ciudad de Paysandú: Anfiteatro "Río Uruguay"	13,00	26,90	2,90									
Promedio:	**51,00**	**17,98**	**3,44**	**953,56**	**2,48**	**0,15**	**60,92**	**6,49**	**2,19**	**88,00**	**14,70**	**2,60**

Tabla 10. Valores promedio comparativos del T8

El siguiente gráfico basado en la tabla anterior, refleja que la latencia para la operadora Movistar Argentina, es muy elevada en S1 y S2 respecto a las restantes redes detectadas. Esta situación es muy llamativa en virtud de que los valores de esta compañía han sido recolectados en territorio argentino.

Por otra parte, la operadora uruguaya ANTEL exhibe valores de latencia o retrasos muy bajos en los sitios analizados, a excepción de S1, S2 y S7 que no ha sido posible determinarla *(Véase tabla anterior)*.

Respeto a la operadora Movistar Uruguay, ésta ofrece el servicio de Roaming desde S3, mientras que Movistar Argentina solo opera en S1 y S2. Finalmente, cabe destacar que la red argentina Personal únicamente ha sido detectada en S1.

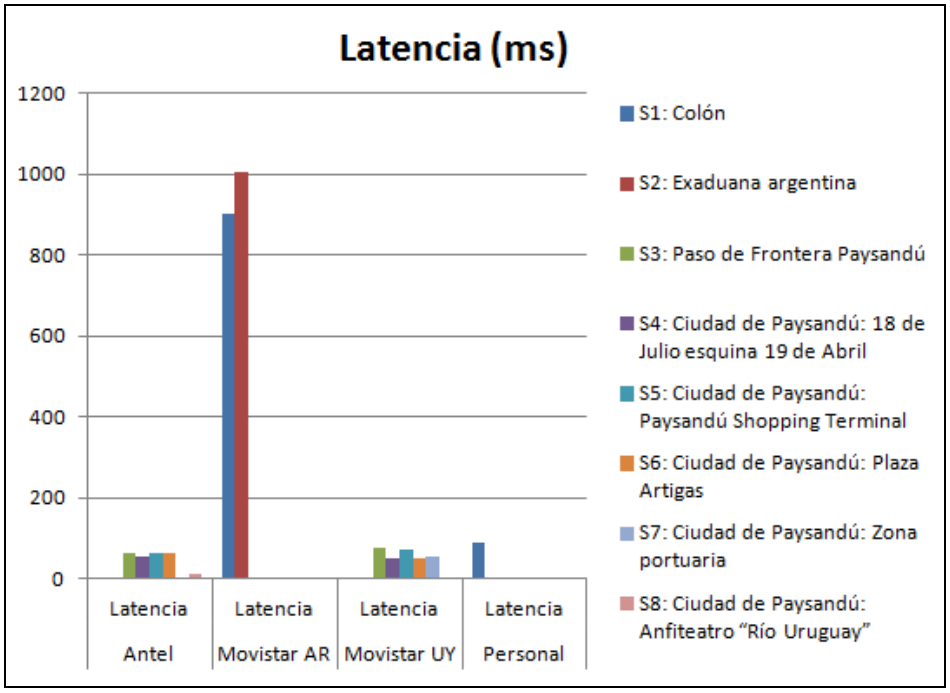


Figura 253. Gráfico comparativo de la latencia en el T8

Respecto a la descarga, los valores obtenidos para la operadora ANTEL han sido los mejores durante todo el trayecto, seguido de Movistar Uruguay, Personal y Movistar Argentina. En estas dos últimas redes, el comparativo se establece solamente respecto a S1.

Cabe destacar, por último, que los valores recogidos para la subida han sido significativamente inferiores a los de la descarga, posicionándose por debajo de los 4 Mbps. Sin embargo, Movistar Uruguay ofrece la mejor subida de datos en S6, seguida de ANTEL en S5 y S6, Personal en S1 y Movistar Argentina en S2.

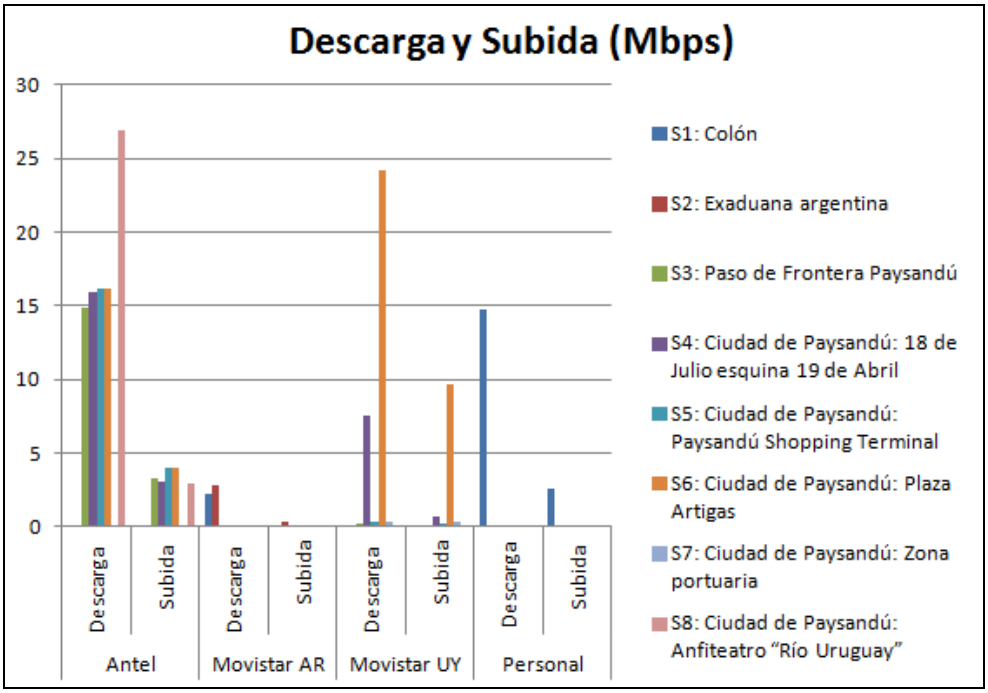


Figura 254. Gráfico comparativo de la descarga y subida en el T8

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS

El presente libro electrónico es solo una contribución que pretende demostrar la validez de los informes técnicos elaborados por los equipos de la GSMA y la ITU, que de forma permanente publican reportes respecto al monitoreo de las señales 2G/3G/4G en todo el mundo. (GSMA, 2016 & ITU, 2016).

Se considera muy relevante analizar el estado del arte de la tecnología 4G en otros lugares del mundo; por ejemplo: la investigación realizada por Martínez Valencia y López Valencia (2015) respecto a la importancia de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) como herramientas para la implementación estratégica de redes 4G en Colombia. Por lo tanto, esta investigación podría ser verificada en un trabajo futuro, no solo para los trayectos descriptos aquí, sino también para otros tantos que no han sido incluidos en el presente libro.

Otra importante investigación a considerar es un curso-taller publicado en los anales del SBRC (2016) que realiza un recorrido sobre la historia de las redes de computadoras, desde ARPANET hasta las nuevas tecnologías 4G, entre otras. El

contenido es muy interesante, en particular, los informes *Serviço de dados das operadoras de celular*, *Estudo de mobilidade* e *Infraestrutura* que describen la condición actual de las redes 4G en el Brasil.

Por otra parte, González Capdevila (2017) ha publicado en enero de 2017 una investigación realizada de la cobertura 4G entre las ciudades argentinas de San Juan y Mendoza, donde se destaca que el software de monitoreo de redes utilizado ha sido OpenSignal, como en el presente e-book.

Finalmente, el autor ha publicado, conjuntamente con dos pares brasileños, un libro electrónico que analiza las redes móviles en la Región Litoral de la República Argentina, en particular, las conexiones físicas entre las siguientes ciudades: Rosario (SF) - Victoria (ER) y Santa Fe (SF) - Paraná (ER), empleando una vez más la herramienta OpenSignal (González Capdevila; Griebler y Castro Caurio, 2016).

TRABAJO FUTURO

La investigación descripta en este libro ha permitido demostrar la hipótesis basada en que la red LTE 4G del Uruguay se encuentra entre las más importantes del mundo en términos de cobertura y velocidad, entre otras variables (ANTEL, 2016; OpenSignal y Cromo, 2015).

Cabe destacar, que la GSMA considera a OpenSignal como una de las aplicaciones para el monitoreo de redes móviles 4G más importantes actualmente, en función de sus informes y estadísticas publicadas periódicamente sobre calidad y confiabilidad. Sin embargo, existen otras aplicaciones gratuitas, con similares características y que resultan interesantes utilizarlas en futuros monitoreos de redes 4G en el Uruguay, por ejemplo: *4GMark, 2G/3G/4G Network, GSM Signal Monitoring, Network Cell Info*, entre otras.

Una vez realizadas las pruebas en los sitios que presentaron situaciones problemáticas, resulta necesario realizar comparaciones de los datos recolectados por cada una de las aplicaciones antes mencionadas. Por otro lado, en la siguiente tabla se detallan los problemas encontrados en diferentes trayectos descriptos en este libro.

Trayecto	Sitio	Situación problemática
T2	S1: Mercedes (Departamento de Soriano. Cruce rutas 2 y 21) S2: Cardona (Departamento de Soriano. Cruce rutas 2 y 12)	Nótese en la Tabla 3 que en S1 no se han detectado valores de latencia, descarga y subida correspondientes a la operadora ANTEL, teniendo en cuenta que los Smartphones ya se encontraban funcionando en Roaming. Por otro lado, en S2 se han recolectado valores para los operadores ANTEL y Movistar Uruguay, no así para Personal y Claro Uruguay. Las mediciones en ambos sitios S1 y S2 han sido realizadas en zonas urbanas.

Tabla 11. Trabajo Futuro (1/5)

Trayecto	Sitio	Situación problemática
T5	S2: Punta Del Este (Departamento de Maldonado). S2.3: Avenida Gorlero y Las Focas	Los datos móviles detectados en S2.3 han sido REGULARES y con una cobertura *3G HSPA+* ofrecida por la operadora Movistar Uruguay. Resulta llamativo que en este lugar céntrico de la ciudad de Punta del Este, estos datos no se hayan modificado al cabo de seis minutos.
	S2.4: Avenida Gorlero y Emilio Inzaurraga	Las torres cambian de forma permanente luego de que los Smartphones permanecieron dentro de un área edificada, más precisamente, en un local comercial. Resulta muy curioso, además, que la posición del GPS también se vea afectada de forma significativa, durante los 46 minutos que demandaron las mediciones *(Véase Figura 124)*.
T6	S1: Barra del Chuy (Departamento de Rocha)	La opción *Cobertura* de OpenSignal no ha podido detectar ninguna red móvil, ya sea uruguaya o brasileña, en virtud de que el Roaming es ofrecido por Movistar Uruguay, identificado con la letra R (situada arriba del indicador de potencia de la señal) y debería ser detectada esta operadora por los Smartphones *(Véase Figura 138)*.
	S2: Barra do Chuí: Faro (Estado de Rio Grande do Sul - RS - Brasil)	Empleando la función BUSCAR REDES del sistema operativo Android, ha sido posible detectar la red móvil brasileña VIVO y las uruguayas Movistar, ANTEL y Claro. Sin embargo, la función *Cobertura* de OpenSignal no las ha podido encontrar *(Véase Figura 143)*. En este sitio la situación es idéntica respecto a S1 *(Véase Figura 144)*.
	S5: Chuy (Rocha - Uruguay) - Chuí (Rio Grande do Sul - RS - Brasil): Centro	Nótese que las imágenes capturadas a las 13:21 hs., 13:58 hs., 14:02 hs. y 14:08 hs. de la Figura 160 tienen la misma torre de servicio Roaming correspondiente a la operadora brasileña TIM con un CID de 52812. No obstante, es llamativa la posición de la antena, indicada en color amarillo, que se encuentra en territorio uruguayo, es decir, al sur de la Avenida Internacional Brasil/Uruguay. Por otra parte, esta situación se presentó a la inversa en las restantes imágenes con cobertura de Movistar Uruguay, CID de 1399, y cuya torre se encuentra en territorio brasileño, es decir, al norte de la mencionada avenida, un hecho aparentemente contradictorio.

Tabla 11. Trabajo Futuro (2/5)

Trayecto	Sitio	Situación problemática
T6	S5: Chuy (Rocha - Uruguay) - Chuí (Rio Grande do Sul - RS - Brasil): Centro	Los operadores detectados con la función BUSCAR REDES del sistema operativo Android, varían según las tres mediciones realizadas *(Véase Figura 165)*. En la Tabla 8 se describe una situación muy extraña: La imposibilidad de recolectar datos de latencia, descarga y subida para la operadora uruguaya ANTEL. Se considera de alta relevancia estudiar las causas de esta situación en virtud de que esta red es considerada la segunda más importante del mundo según los informes citados. Por otra parte, la restante información recolectada se corresponde con los operadores Movistar (Uruguay) y VIVO (Brasil). Cabe formular una pregunta: ¿Por qué OpenSignal no ha podido obtener datos de los restantes operadores que han sido detectados con la función BUSCAR REDES de Android?
T7	S1, S2 y S3	No se ha detectado la operadora ANTEL con la opción *Cobertura* de OpenSignal en ningún sitio, siendo esta operadora la más potente del Uruguay y una de las más importantes del mundo.
T8	S1: Colón	Resulta, inicialmente, contradictorio que no haya sido posible obtener valores, por medio de la opción *Cobertura*, de la operadora Movistar Argentina, en función de que ésta ha brindado el servicio de telefonía móvil durante ambas jornadas de mediciones *(Véase Figura 197)* que exhibe los datos recolectados aunque, en su gran parte, han sido nulos. Tal vez, éste haya sido el motivo por el cual no se hayan podido obtener valores de *Cobertura*. Esta situación puede ser confirmada o refutada mediante un estudio ulterior.
	S2: Exaduana argentina	En el momento en que se capturó la imagen de las 2:41 PM con OpenSignal, la operadora Movistar permanecía con un símbolo circular rojo (No Permitido), donde, probablemente, los dispositivos han operado de forma permanente, entre el Roaming y la red Movistar Argentina por lo que resulta muy interesante demostrar esta hipótesis en un futuro estudio.

Tabla 11. Trabajo Futuro (3/5)

Trayecto	Sitio	Situación problemática
T8	S2: Exaduana argentina	Resulta inicialmente contradictorio que no haya sido posible obtener valores de la operadora Movistar Argentina, por medio de la opción *Cobertura*, en función de que ésta ha brindado el servicio de telefonía móvil durante ambas jornadas de mediciones en el presente sitio. Véase la Figura 205 (Test de velocidad de OpenSignal) que exhibe los datos recolectados. Por lo tanto, es muy importante determinar las causas de este problema mediante un estudio exhaustivo futuro.
	S3: Paso de Frontera Paysandú	En el primer día de mediciones no ha sido posible detectar el servicio de Roaming del Uruguay, a pesar de haber permanecido en el Paso de Frontera Paysandú cerca de veinte minutos, a diferencia de las siguientes jornadas de análisis que han podido detectar perfectamente el servicio de Roaming. Por lo tanto, este caso es susceptible de un estudio futuro con el fin de determinar las causas de este funcionamiento contrapuesto.
	S4: 18 de Julio y 19 de Abril	La posición real de los Smartphones no coincide con la registrada por el GPS durante los tres días en que se han realizado las mediciones, y que sitúa a los dispositivos a 400 metros en dirección norte del sitio analizado. Esta situación puede observarse durante los tres días en que se ha llevado a cabo el trabajo de campo y, por lo tanto, merece un estudio ulterior para determinar las causas de esta anomalía. El comportamiento irregular de la latencia y la disminución repentina de la descarga y de la subida resultan ser situaciones que merecen ser estudiadas en un futuro próximo. El primer mapa satelital incluye el GPS que no coincide con la ubicación del sitio. Esto se puede observar en el mapa de la primera jornada capturado, que muestra su posición en la esquina de 19 de abril y Washington. Esta situación curiosa se presenta nuevamente en la tercera jornada; sin embargo, en el segundo día de mediciones, se observa que el GPS se encuentra a sólo dos cuadras del lugar donde se realizaron las pruebas. Por lo tanto, resulta conveniente realizar una investigación futura al respecto.

Tabla 11. Trabajo Futuro (4/5)

Trayecto	Sitio	Situación problemática
T8	S5: Paysandú Shopping Terminal	Los valores de subida, también se ubican muy por debajo de un Mbps, es decir, en 300 Kbps. Sin embargo, a las 09:18 PM se registró el descenso más importante de la subida, situándose en 1 Kbps, contraponiéndose con el mayor registro de subida en ese horario que ha sido de 524 Kbps. Esta situación extraña merece ser estudiada en un futuro próximo
	S7: Puerto	Respecto a la descarga, los valores recolectados son muy similares entre sí; sin embargo se ubican por debajo de un Mbps a diferencia del anterior sitio analizado. Por otra parte, los registros de subida superan a los de descarga en dos momentos determinados (04:46 PM y 04:52 PM), situación no registrada hasta el momento en el presente trabajo y que resulta, en consecuencia, un rasgo interesante para ser analizado en un futuro. Estos valores también se ubican por debajo de un Mbps.

Tabla 11. Trabajo Futuro (5/5)

CONSIDERACIONES FINALES

Este libro presenta un conjunto de experiencias realizadas entre 2016 y 2017 en diferentes sitios de la República Oriental del Uruguay, con el fin de transitar el territorio oriental partiendo desde la República Argentina hasta llegar a la República Federativa del Brasil.

Durante enero de 2016 se ha empleado, para realizar las mediciones de la telefonía 4G, dos Smartphones de la marca Samsung, modelo S4 Mini y la versión 3.61, publicada el 20 de diciembre de 2015, correspondiente al software de monitoreo *OpenSignal*.

Por otra parte, durante julio de 2016 se ha utilizado dos Smartphones Samsung, modelo S6 Edge y la versión 4.10 de *OpenSignal*, publicada en junio de 2016. Finalmente, en febrero de 2017 se han realizado los tests de la telefonía 4G en la ROU con los mismos Smartphones respecto a julio del año anterior; sin embargo, la interfaz de la versión 4.10 de OpenSignal, ha tenido importantes modificaciones no sólo en este sentido, sino también respecto a sus funciones mejoradas. Esto ha permitido que en el Trayecto 8 haya sido posible la obtención de datos con mayor confiabilidad respecto de las experiencias anteriores.

En el transcurso de este libro se ha afirmado que la red 4G uruguaya es considerada una de las más importantes del mundo desde el punto de vista de la superficie de cobertura existente y de la velocidad que ha sido comprobada a través de las experiencias realizadas. En esto punto, es importante destacar que en la mayoría

de los sitios analizados los operadores ANTEL y Movistar del Uruguay han demostrado que los registros de latencia, descarga y subida son de altísima relevancia, comparándolos, incluso con redes 4G de Europa y Estados Unidos, por ejemplo.

A pesar de los importantes datos recolectados en cada trayecto, se han detectado diferentes situaciones problemáticas que ameritan un estudio futuro, y que han sido detalladas en la sección anterior, entre las que se destacan: dificultades de cobertura 4G en zonas urbanas, comportamiento irregular del GPS, dificultades en el servicio de Roaming en las regiones fronterizas con la República Argentina y la República Federativa del Brasil, imposibilidad de obtención de registros con el software de monitoreo OpenSignal en virtud de que la operadora activa ha funcionado correctamente, entre otros tópicos susceptibles de investigaciones futuras.

Cabe destacar, además, que diferentes factores exógenos a la estructura de las redes 4G, como es el caso de las condiciones climatológicas, deben ser analizadas a los efectos de determinar su incidencia con relación a los datos obtenidos en las mediciones a realizar, empleando aplicaciones de monitoreo de redes 4G. Respecto a estas utilidades, resulta muy importante realizar nuevas mediciones en los sitios analizados con otras aplicaciones diferentes a OpenSignal, con el fin de realizar comparaciones entre los valores recolectados, confirmando o refutando los datos obtenidos en las experiencias realizadas de los sitios descriptos en este libro.

El importante avance registrado en la telefonía 4G en el Uruguay amerita una planificación a mediano y largo plazo, a fin de analizar el comportamiento de las redes 4G, determinando los puntos geográficos de transición móvil 3G a 4G, el incremento y características de las nuevas antenas que sean instaladas, en particular si éstas permiten que el área de cobertura sea superior a las mediciones anteriores, así como determinar si las situaciones problemáticas citadas anteriormente, han sido solucionadas de forma parcial o total.

Es de público conocimiento que el crecimiento exponencial de las redes 4G en los últimos años en todo el mundo, permite la conexión más eficiente entre usuarios localizados geográficamente en sitios muy distantes de los principales núcleos geográficos; en el caso de la ROU resulta interesante analizar si este avance tecnológico se refleja en sitios cuya población sea inferior a 5000 habitantes, distribuidas en los diecinueve departamentos del país.

El autor de este libro es plenamente consciente que esta publicación simboliza el punto de partida de un estudio exhaustivo que permita la participación de diferentes expertos en esta materia y de profesionales vinculados con otras áreas del conocimiento, como es el caso de la Estadística, la Matemática, la Física, entre otras, a fin de facilitar el trabajo interdisciplinario que procure el mejoramiento del presente trabajo de investigación descripto en este libro.

Finalmente, esta investigación ha pretendido describir el estado actual de diferentes sitios geográficos de importante transcendencia, con la finalidad de comprender el comportamiento de las redes 4G que operan en la ROU, validando los informes publicados periódicamente por la GSMA y la ITU, y colaborando en la mejora de los servicios móviles en ese país, a partir de propuestas concretas que serán presentadas ante las mencionadas organizaciones y operadores de telefonía móviles de la República Oriental del Uruguay.

BIBLIOGRAFÍA

3GPP (2017) 3rd Generation Partnership Project - Proyecto Asociación de Tercera Generación. Publicaciones disponibles en: http://www.3gpp.org/

ANTEL (2016) *ANTEL en el mundo. La mejor red LTE posiciona a Uruguay entre los 2 primeros del mundo*. Publicación disponible en: http://www.ANTEL.com.uy/ANTEL/ANTEL-en-el-mundo/vera-movil-la-mejor-red-lte-posiciona-a-uruguay-entre-los-2-primeros-del-mundo

González Capdevila, Gustavo Alberto (2017) *De San Juan a Mendoza: Redes 4G en la Ruta Nacional 40, República Argentina*. Publicación disponible en www.academia.edu

González Capdevila, Gustavo Alberto (2016). *Cobertura de redes 4G no Rio de la Plata: Testes realizados na travessia Argentina - Uruguai*. REABTIC (Revista Electrónica Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Comunicación). Publicación disponible en: http://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/issue/view/6

González Capdevila, Gustavo Alberto; Griebler Gustavo and Castro Caurio, Aline (2016). *Xarxes Mòbils a la Regió Litoral, República Argentina: Anàlisis de casos a les províncies de Santa Fe (SF) i Entre Ríos (ER)*. Libro digital PDF. ISBN: 978-987-26661-0-1. Gustavo Alberto González Capdevila Editor, Rosario, SF, Argentina.

GSMA (2016). *The Mobile Economy 2016*. Informe disponible en http://www.gsma.com/mobileeconomy/

GSMA (2016_1). *Latin America Vision - Annual Magazine 2016*. Informe disponible en http://www.gsma.com/latinamerica/vision-magazine-2016

GSMA (2016_2). *GSMA LA Operators*. Informe disponible en http://www.gsma.com/latinamerica/es/gsma-la-operators

GSMA (2015). *La GSMA exige un enfoque sostenible para las tecnologías 4G y M2M en Latinoamérica*. Informe disponible en: http://www.gsma.com/latinamerica/es/enfoque-sostenible-tecnologias-4g-m2m-america-latina

ITU (2016). *ITU global standard for international mobile telecommunications ´IMT-Advanced´*. Relatório disponibilizado em http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-adv/Pages/default.aspx

Martínez Valencia, Sebastián and López Valencia, Juan Daniel (2015). *Sistemas de Información Geográfica como herramienta para la implementación estratégica de redes 4G en Manizales.* Trabajo de investigación presentado como opción parcial para la obtención del título de grado académico de Especialista en Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Manizales. Colombia.

OpenSignal y Cromo (2015). *Uruguay entre los países con mejor cobertura 4G del mundo*. Publicación disponible en: http://www.cromo.com.uy/uruguay-los-paises-mejor-cobertura-4g-del-mundo-n681843

SBRC (2016). *Sobre Revisitando Metrologia de Redes: Do Passado às Novas Tendências*. Minicurso publicado nos anais do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores realizado em Salvador, BA.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Ergen, Mustafa (2009). *Mobile Broadband Including WiMAX and LTE*. Springer. Berkeley, CA, USA. Libro electrónico. ISBN: 978-0-387-68192-4. Capítulo 13: *Drivers of Convergence*. Páginas 468 - 471.

Tanenbaum, A.S.; Wetherall, D. (2011). *Redes de Computadores*. 5.ed. Pearson Prentice Hall.

Villanueva, Uwe Rojas (2011). *Coexistência entre as Tecnologias de 3a e 4a Gerações*. PUC-Rio. Tese de pós-graduação disponibilizada em: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Consulta_aos_objetos.php